101-17-7591
MOTC-IOT-100-H2DB004b

# 鄰港水質環境調查研究(3/4)

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 101 年 3 月

101-17-7591
MOTC-IOT-100-H2DB004b

# 鄰港水質環境調查研究(3/4)

著 者：蔡立宏、徐如娟、劉大綱、許弘莒、陳 平

交通部運輸研究所
中華民國 101 年 3 月

101

# 鄰港水質環境調查研究 (3/4)

交通部運輸研究所

GPN: 1010100274
定價 450 元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

鄰港水質環境調查研究(3/4)/ 蔡立宏等著.
--初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，民 101.03
面 ； 公分
ISBN 978-986-03-1746-6 (平裝)

1. 水資源 2. 環境監測 3.排水 4.臺中港

554.61 101002159

**鄰港水質環境調查研究**(3/4)

著 者：蔡立宏、徐如娟、劉大綱、許弘莒、陳 平
出版機關：交通部運輸研究所
地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電 話：(04)26587176
出版年月：中華民國 101 年 3 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 80 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所港灣技術研究中心網站
定 價：450 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1010100274 ISBN：978-986-03-1746-6（平裝）
著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

# 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：鄰港水質環境調查研究(3/4)</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）<br>ISBN：978-986-03-1746-6（平裝）</td><td>政府出版品統一編號<br>1010100274</td><td>運輸研究所出版品編號<br>101-17-7591</td><td>計畫編號<br>100-H2DB004b</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心<br>主管：邱永芳<br>計畫主持人：蔡立宏<br>研究人員：徐如娟<br>聯絡電話：04-26587125<br>傳真號碼：04-26560661</td><td colspan="2">合作研究單位：財團法人成大研究發展基金會<br>計畫主持人：劉大綱<br>研究人員：許弘莒、劉景毅、陳平、黃瓊珠、郭平巧、蔡欣潔<br>地址：701 臺南市東區大學路 1 號<br>聯絡電話：06-2757575 分機 31146</td><td>研究期間<br>自 100 年 2 月<br>至 100 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：水質、環境調查、船舶排水、臺中港</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：<br><br>本計畫針對臺中港港灣附近海域進行水體及底質重金屬採樣調查，整理臺中港海域海氣象、水質及生態資料之其特性，及利用三維數值模式探討近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性；接著再由臺中港域之河川水質、陸域水質、底質重金屬之監測資料，了解水質整體變化趨勢與底質重金屬間之關係；最後蒐集壓艙水導入外來物種對環境造成損害之案例，並蒐集造訪臺中港船舶之來源港域鄰近之可能侵襲物種，以建立可能藉壓艙水導入臺中港之侵襲物種資料庫，及探討造訪台中港頻繁船舶之來源港與臺中港之環境相似度，以建立高風險船舶管理之優先順序。研究顯示，臺中港海域表層沉積物重金屬之調查結果，其富集因子(EF)及地質累積指數(Igeo)無論與國內或國外相關沉積物重金屬參考資料相比，其表層沉積物重金屬並無特別異常偏高之處。除砷以外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，整體以港域內底質相對較港外為高。水體與沉積物同一重金屬方面，除水體中汞濃度與底質汞呈現負相關外，其餘兩兩間相關性不高。本年度建立三維水理之數值模式，使用本年度於臺中港南北兩側所設立之海流測站來率定與驗證去年度所建立之二維或今年度新建立之三維水動力模式，並藉由二維或三維水理模式來模擬分析臺中港區海域之水動力情形。由模擬結果可知，漲潮時潮流分別從臺中港南北兩端向臺中港匯集，退潮時則由臺中港附近海域向南北兩端流出。船舶壓艙水方面，在台中港 254 個上一港中，經群集分析進一步篩選出 19 個高風險港口，並從現有每年約 1,400 艘入港船舶中篩選出 9.3%中高風險船舶，而外來物種資料庫方面，已初步建立 26 種可能藉由船舶壓艙水入侵之外來種名單。<br><br>本研究所得之成果效益與應用：(1)符合港灣環境的永續發展目標；(2)瞭解臺灣西部港灣附近水質特性以及對生態環境之影響，水質變化之原因，並建置鄰港水質水理模式，作為未來宣導以及改善之依據；(3)研提臺灣西部港灣附近水質以及壓艙水管理方式，提供各港務局及相關單位，作為未來改善港灣環境水質之參考依據。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本出版品取得方式</td></tr>
<tr><td>101 年3 月</td><td>476</td><td>450</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
</table>

| |
|---|
| 機密等級：<br>□密□機密 □極機密 □絕對機密<br>（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，<br>□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）<br>■普通 |
| 備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 |

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Investigation of the water quality environments near harbors (3/4)


| ISBN (OR ISSN) | GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER | IOT SERIAL NUMBER | PROJECT NUMBER |
|---|---|---|---|
| ISBN978-986-03-1746-6 (pbk) | 1010100274 | 101-17-7591 | 100-H2DB004b |



DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Yung-fang Chiu
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Li-hung Tsai
PROJECT STAFF: Ju-chuan Hsu
PHONE: (04) 26587125
FAX: (04) 26560661


PROJECT PERIOD
FROM February 2011
TO December 2011


RESEARCH AGENCY: NCKU Research and Development Foundation
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ta-kang Liu
PROJECT STAFF: Hung-Chu Hsu, Jiing-yih Liou, Ping Chen, Chiung-Chu Huang, Ping-Chiao Kuo, Hsin-Chieh Tsai
ADDRESS: NO.1, University Road, Tainan 701, Taiwan, ROC.
PHONE: (06) 2757575 ext.31146



KEY WORDS:
WATER QUALITY, HYDRODUNAMICS, BOAT DISCHARGE, TAICHUNG HARBOR



ABSTRACT:

The water quality near Taichung Harbor was investigated in order to well understand the environmental characteristics for developing future management strategy. The properties and influence factors of the water quality distribution near Taichung Harbor can be determined according to the results of investigation and the collected data of winds, waves, currents, water qualities and ecologies. It can also be used to evaluate the influence and correlation to the ecological environments. We have gathered and analyzed the related literatures and documents including waves, currents, and water qualities and ecologies data at Taichung Harbor. According to water quality investigation over the years, Taichung's coastal water was affected by livestock water imported by the channels. During the rainy season, land-based runoffs result in large amount of nitrogen and phosphorus discharged into coastal water. Sediment study in May 2011 shows that heavy metal concentration is similar to those found in the literature, for both the enrichment factor (EF) and Index of geo-accumulation (Igeo). The mercury concentration in the water is negatively correlated with the sediment. A 3D fluid dynamic model was established in this study. Simulation shows that during the rising tides, tidal currents come from the south and north of Taichung Harbor and then merge while during the ebbing tides; these tidal currents go at the reverse directions. In this study, data of shipping traffic in Taichung Harbor were analyzed to evaluate the risk for the introduction of non-indigenous species. The IMO guideline of environmental similarity method, cluster analysis was used for risk assessment, along with other vessel-based risk factors. A comprehensive procedure for risk assessment was established to prioritize the potential vessels for coastal state control. Out of the 254 last port of calls, 19 was identified having higher risk for ballast mediated exotic species introduction. Vessels of higher risk, i.e., 9.3% of the averagely 1,400 incoming vessels every year, were also identified under this procedure. The potential invasive species, i.e. 26 plankton species, was tentatively established in this study. The future management strategy should target on vessels from these port of high risk to protect the coastal environment of Taichung Harbor

| DATE OF PUBLICATION<br>March 2012 | NUMBER OF PAGES<br>476 | PRICE<br>450 | CLASSIFICATION<br>☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL<br>☐SECRET ☐TOP SECRET<br>■UNCLASSIFIED |
|---|---|---|---|
| The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. | | | |

# 鄰港水質環境調查研究(3/4)

## 目　錄


摘　要 ..... I

目　錄 ..... V

表目錄 ..... XI

圖目錄 ..... XV

第一章　前言 ..... 1-1

1.1 研究動機及目的 ..... 1-1

1.2 研究範圍與對象 ..... 1-2

1.3 研究內容及工作項目 ..... 1-3

第二章　基本資料蒐集與分析 ..... 2-1

2.1 臺中港區概況 ..... 2-1

2.2 氣象資料之統計分析 ..... 2-3

2.3 海象資料之統計分析 ..... 2-9

2.3.1 風 ..... 2-9

2.3.2 海流 ..... 2-11

2.3.3 波浪 ..... 2-13

2.3.4 潮位 ..... 2-16

2.4 颱風資料 ..... 2-18

2.5 海域水質 ..... 2-27

2.5.1 臺中港外海水質 ..... 2-27

2.5.2 臺中港港內水質 ..... 2-34

2.5.3 臺中港海域底質 ..... 2-41
2.6 陸域水質 ..... 2-46
2.7 海域生態 ..... 2-55
2.7.1 浮游植物 ..... 2-57
2.7.2 浮游動物 ..... 2-57
2.7.3 底棲生物 ..... 2-57
2.7.4 魚類 ..... 2-58
2.7.5 生態指數變化 ..... 2-58
2.8 船舶壓艙水議題 ..... 2-70
2.8.1 壓艙水引進外來種之影響 ..... 2-71
2.8.2 壓艙水相關法規訂定 ..... 2-72
第三章 近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性 ..... 3-1
3.1 二維水動力控制方程式 ..... 3-1
3.2 三維模式之理論與建立 ..... 3-3
3.2.1 基本方程式 ..... 3-3
3.2.2 三維水層平均模式 ..... 3-4
3.3 水理模式之率定驗證 ..... 3-9
3.3.1 模式模擬區域之選取 ..... 3-9
3.3.2 水理模式之率定 ..... 3-13
第四章 臺中港港域水質與底質重金屬採樣調查及分析 ..... 4-1
4.1 測站規劃 ..... 4-2
4.1.1 測站設置原則 ..... 4-2
4.1.2 測站選定 ..... 4-2
4.2 海域水質調查方法 ..... 4-5

4.2.1 採樣方法 ..... 4-5
4.2.2 採樣頻率 ..... 4-5
4.2.3 分析項目與檢測方法 ..... 4-5
4.3 海域水質調查結果 ..... 4-6
4.4 海域底質調查方法 ..... 4-26
4.4.1 採樣方法 ..... 4-26
4.4.2 採樣頻率 ..... 4-26
4.4.3 分析項目與檢測方法 ..... 4-26
4.5 海域底質調查結果 ..... 4-26
第五章 水質整體變化趨勢與底質重金屬間之相關性分析 ..... 5-1
5.1 重金屬污染程度評估指標 ..... 5-2
5.1.1 富集因子(enrichment factor, EF) ..... 5-2
5.1.2 地質累積指數(index of geoaccumulation, Igeo) ..... 5-6
5.2 海域水質與底質相關性分析 ..... 5-10
第六章 壓艙水案例分析與初步建置外來侵襲物種資料庫 ..... 6-1
6.1 外來種案例蒐集 ..... 6-1
6.1.1 斑馬貽貝 (Dreissena polymorpha) ..... 6-3
6.1.2 霍亂弧菌 (Vibrio cholera) ..... 6-6
6.1.3 中華絨螯蟹 (Eriocheir sinensis) ..... 6-7
6.1.4 新口黑蝦虎魚 (Neogobius melanostomus) ..... 6-9
6.1.5 支腳目水蚤 (Cercopagis pengoi) ..... 6-12
6.1.6 亞洲昆布 (Undaria pinnatifida) ..... 6-15
6.1.7 藻類 (Algae) ..... 6-17

6.2 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫 ..... 6-26
6.3 資料庫建置 ..... 6-28
第七章 船舶風險分析與建立港口國管制程序 ..... 7-1
7.1 溫鹽資料蒐集與研究方法 ..... 7-1
7.2 群集分析 ..... 7-5
7.3 建立港口國管制程序 ..... 7-21
7.3.1 其他相關因素 ..... 7-23
7.3.2 分析結果在港口國管制之應用 ..... 7-41
第八章 結論與建議 ..... 8-1
8.1 結論 ..... 8-1
8.2 建議 ..... 8-4
8.3 成果效益與後續應用 ..... 8-5
參考文獻 ..... 參-1
附錄一 臺中港區之海氣象資料統計表 ..... 附 1-1
附錄二 方法依據與方法偵測極限、實驗室之品保/品管及檢驗室內一般品管原則說明 ..... 附 2-1
附錄三 品管數據登錄表 ..... 附 3-1
附錄四 樣品檢測報告書 ..... 附 4-1
附錄五 現場採樣量測分析記錄表 ..... 附 5-1
附錄六 臺中港初步溫鹽分析評估表 ..... 附 6-1
附錄七 臺中港五項評估因子積分表 ..... 附 7-1
附錄八 期中報告審查意見處理情形表 ..... 附 8-1
附錄九 期中簡報 ..... 附 9-1
附錄十 期末報告審查意見處理情形表 ..... 附 10-1

附錄十一　期末簡報.....附 11-1

# 表 目 錄

表 2-1　臺中港附近海域海氣象資料蒐集概況表 .....2-2

表 2-2　臺中氣象站 1999-2010 年之氣象觀測資料統計表 .....2-4

表 2-3　梧棲氣象站 1999-2010 年之氣象觀測資料統計表 .....2-4

表 2-4　臺中港 2001 年至 2010 年風之風速及風向統計表 .....2-9

表 2-5　臺中港 2003 年至 2010 年海流之流速及流向統計表 .....2-11

表 2-6　臺中港 2003 年至 2010 年示性波高、週期及波向資料統計表 .....2-14

表 2-7　臺中港 1999-2010 年潮位資料統計 .....2-17

表 2-8　1999 年至 2010 年侵臺颱風基本資訊一覽表 .....2-19

表 2-8(續) 1999 年至 2010 年侵臺颱風基本資訊一覽表 .....2-20

表 2-9　1999 年至 2010 年期間颱風路徑分類統計表 .....2-21

表 2-10　地面水體分類及水質標準.....2-29

表 2-11　臺灣北、中、南部海域水質調查統計表 .....2-30

表 2-12　臺中沿海 2011 年海域水質檢測結果.....2-33

表 2-13　臺中港務局 96 年度底泥檢測結果 .....2-42

表 2-14　臺中港務局 97 年度底泥檢測結果 .....2-43

表 2-15　臺中港務局 98 年度底泥檢測結果 .....2-44

表 2-16　臺中港務局 99 年度底泥檢測結果 .....2-45

表 3-1　大區域海潮流模式之格網及計算條件 .....3-10

表 4-1　民國 100 年臺中港鄰港海域水質測站座標 .....4-3

表 4-2　水質檢測項目之方法與偵測極限等品質目標 .....4-7
表 4-3　臺中港鄰港海域水質 100 年度 2 次採樣調查結果 .....4-8
表 4-4　98 年至 100 年臺中港鄰港海域水質調查結果 .....4-10
表 4-4(續 1) 98 年至 100 年臺中港鄰港海域水質調查結果 .....4-11
表 4-5　臺中港鄰港海域底質 100 年 4 月枯水期採樣調查結果 .....4-27
表 4-6　臺中港鄰港海域底質 100 年 4 月枯水期粒徑分析結果 .....4-28
表 4-7　底質粒徑大小等級分類 Udden-Wentworth 分類.....4-29
表 4-8　臺灣主要河口、港灣及沿海沉積物中重金屬平均含量 .....4-31
表 4-9　國外底質規範快速篩選參考表.....4-33
表 4-10　美國華盛頓州底質標準與清除基準 .....4-34
表 5-1　100 年 4 月臺中港底質重金屬調查與富集因子 (地殼鋁濃度平均值).....5-5
表 5-2　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集程度 (地殼鋁濃度平均值).....5-5
表 5-3　地質累積指數與污染程度分級.....5-6
表 5-4　100 年 4 月臺中港底質重金屬地質累積指數與污染程度.....5-6
表 5-5　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集因子 (大甲溪外海鋁濃度).....5-7
表 5-6　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集程度 (大甲溪外海鋁濃度).....5-7
表 5-7　100 年 4 月枯水期臺中港海域水質與底質相關性分析 .....5-12
表 6-1　IUCN 所列十大海洋入侵物種.....6-2

表 6-2　斑馬貽貝繁衍地與入侵地點.....6-4
表 6-3　斑馬貽貝的衝擊.....6-5
表 6-4　中華絨螯蟹繁衍地與入侵地點.....6-8
表 6-5　新口黑蝦虎魚繁衍地與入侵地點 .....6-11
表 6-6　支腳目水蚤繁衍地與入侵地點.....6-13
表 6-7　亞洲昆布分布區.....6-16
表 6-8　可能入侵臺灣之外來物種.....6-29
表 6-9　已存在於臺灣之物種.....6-32
表 6-10　可能入侵臺灣之物種.....6-33
表 7-1　港口經緯度.....7-2
表 7-2　KMO 統計量判斷原理 .....7-4
表 7-3　臺中港各國港口風險區分.....7-6
表 7-4　高風險區港口 .....7-7
表 7-5　溫鹽分析篩選後艘次與艘數.....7-8
表 7-6　進一步溫鹽分析之敘述統計表.....7-9
表 7-7　因素分析之 KMO 與 Barlett 檢定 .....7-9
表 7-8　各港口溫鹽的共同性.....7-10
表 7-9　各因素的解說總變異量.....7-12
表 7-10　因素分析之成份矩陣.....7-13
表 7-11　因素分析之轉軸後成份矩陣.....7-14
表 7-12　群集分析之觀察值.....7-15

表 7-13　群集分析總表.....7-17
表 7-14　群集分析篩選後艘次與艘數.....7-21
表 7-15　風險評估要素.....7-22
表 7-16　五項分析因素積分表.....7-23
表 7-17　各洲距臺中港航程.....7-24
表 7-18　經群集分析篩選之各港口與臺中港之距離.....7-24
表 7-19　航程篩選後之艘次與艘數.....7-25
表 7-20　全球權宜船旗之國家.....7-26
表 7-21　分析臺中港各船旗國艘次.....7-27
表 7-22　權宜船旗與船型.....7-29
表 7-23　簽署壓艙水公約或擬定壓艙水管理辦法之國家.....7-30
表 7-24　船旗國篩選後之艘次與艘數.....7-31
表 7-25　臺中港歷年壓艙水排放量估算.....7-32
表 7-26　壓艙水量篩選後之艘次與艘數.....7-34
表 7-27　各年度船舶進港次數.....7-35
表 7-28　臺中港進港船舶的上一港與造訪次數.....7-37
表 7-29　前五大高造訪頻率船舶.....7-38
表 7-30　入港次數積分表.....7-38
表 7-31　東北亞藻華發生地與影響.....7-40
表 7-32　藻華區篩選後之艘次與艘數.....7-41
表 7-33　各項分析之艘次與艘數.....7-43

# 圖 目 錄

圖 1-1　臺中港附近海域.....1-2

圖 2-1　臺中港附近海域海氣象資料之觀測站位置圖 .....2-2

圖 2-2　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均氣溫、最高氣溫及最低氣溫之月統計圖.....2-5

圖 2-3　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均風速、最多風向及瞬間最大風速之月統計圖.....2-5

圖 2-4　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均相對濕度及最小相對濕度之月統計圖.....2-5

圖 2-5　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均氣壓之月統計圖 .....2-6

圖 2-6　臺中氣象站 1999 年至 2010 年降水量及降水時數之月統計圖.....2-6

圖 2-7　臺中氣象站 1999 年至 2010 年降水日數及日照時數之月統計圖.....2-6

圖 2-8　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均氣溫、最高氣溫及最低氣溫之月統計圖.....2-7

圖 2-9　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均風速、最多風向及瞬間最大風速之月統計圖.....2-7

圖 2-10　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均相對濕度及最小相對濕度之月統計圖.....2-7

圖 2-11　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均氣壓之月統計圖 .....2-8

圖 2-12　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年降水量及降水時數之月統計圖.....2-8

圖 2-13　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年降水日數及日照時數之月統計圖.....2-8
圖 2-14　臺中港 2001 年至 2010 年風速及風向之月統計圖 .....2-10
圖 2-15　臺中港 2001 年至 2010 年風速及風向之月統計分布圖 .....2-10
圖 2-16　臺中港 2003 年至 2010 年海流流速、流向及最大流速之月統計.....2-12
圖 2-17　臺中港 2003 年至 2010 年海流流速、流向及最大流速之月統計分布圖.....2-12
圖 2-18　臺中港 2003 年至 2010 年平均示性波高、平均週期及最大示性波高之月統計.....2-15
圖 2-19　臺中港 2003 年至 2010 年平均示性波高、平均週期及波向之月統計分布圖.....2-15
圖 2-20　臺中港 1999 年至 2010 年最大潮差、大潮平均潮差及平均潮差之月統計圖.....2-16
圖 2-21　颱風路徑分類圖.....2-21
圖 2-22　2010 年萊羅克颱風之路徑圖.....2-22
圖 2-23　2010 年南修颱風之路徑圖.....2-23
圖 2-24　2010 年莫蘭蒂颱風之路徑圖.....2-24
圖 2-25　2010 年凡那比颱風之路徑圖.....2-25
圖 2-26　2010 年梅姬颱風之路徑圖.....2-26
圖 2-27　臺灣沿海海域水體分類圖.....2-28
圖 2-28　2011 年臺中港沿海環保署測站水質矽酸鹽與 正磷酸鹽對鹽度分布圖.....2-32

圖 2-29　臺中港港內海域水質監測點位圖 .....2-34
圖 2-30　臺中港港內歷年溶氧量監測值.....2-35
圖 2-31　臺中港港內歷年生化需氧量監測值 .....2-36
圖 2-32　臺中港港內歷年大腸桿菌群監測值 .....2-37
圖 2-33　臺中港港內歷年氨氮監測值.....2-38
圖 2-34　臺中港港內歷年總磷監測值.....2-39
圖 2-35　臺中港港內歷年鹽度監測值.....2-40
圖 2-36　陸域水質監測點位圖.....2-46
圖 2-37　上游陸域水質之歷年水溫監測值 .....2-47
圖 2-38　上游陸域水質之歷年 pH 監測值.....2-48
圖 2-39　上游陸域水質之歷年溶氧量監測值 .....2-49
圖 2-40　上游陸域水質之歷年生化需氧量監測值 .....2-50
圖 2-41　上游陸域水質之歷年懸浮固體監測值 .....2-51
圖 2-42　上游陸域水質之歷年大腸桿菌群監測值 .....2-52
圖 2-43　上游陸域水質之歷年氨氮監測值 .....2-53
圖 2-44　上游陸域水質之歷年總磷監測值 .....2-54
圖 2-45　臺中港西一號碼頭後線第三儲槽及附屬設施興建工程
環境影響說明書海域生態監測站位置分布圖 .....2-56
圖 2-46　臺中港海域浮游植物生態多樣性歧異度變化趨勢 .....2-60
圖 2-47　臺中港海域浮游動物生態多樣性歧異度變化趨勢 .....2-61
圖 2-48　臺中港海域底棲動物生態多樣性歧異度變化趨勢 .....2-62

圖 2-49　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度多樣性變化趨勢.....2-63
圖 2-50　臺中港海域浮游植物生態優勢度變化趨勢 .....2-64
圖 2-51　臺中港海域浮游動物生態優勢度變化趨勢 .....2-64
圖 2-52　臺中港海域底棲動物生態優勢度變化趨勢 .....2-65
圖 2-53　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態優勢度變化趨勢.....2-66
圖 2-54　臺中港海域浮游植物生態均勻度變化趨勢 .....2-67
圖 2-55　臺中港海域浮游動物生態均勻度變化趨勢 .....2-67
圖 2-56　臺中港海域底棲生物生態均勻度變化趨勢 .....2-68
圖 2-57　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態均勻度變化趨勢.....2-69
圖 2-58　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度變化時間趨勢.....2-70
圖 2-59　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度變化濾除季節變動成份之趨勢 .....2-70
圖 3-1　水理模式之控制體.....3-9
圖 3-2　臺中港位置示意圖及測站位置圖 .....3-11
圖 3-3　計畫範圍.....3-11
圖 3-4　海潮流模式模擬範圍及地形水深分佈圖 .....3-12
圖 3-5　模式預測與實測流速比較圖.....3-14
圖 3-6　烏溪海流測站實測流速與模式預測比較圖 .....3-15
圖 3-7　臺中港附近海域於漲潮時之流場分佈圖 .....3-15

圖 3-8　臺中港附近海域於退潮時之流場分佈圖 .....3-16

圖 3-9　模式模擬在風向為 NNE，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-16

圖 3-10　模式模擬在風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-17

圖 3-11　模式模擬在風速為 6 m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖.....3-17

圖 3-12　模式模擬在風速為 8m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖.....3-18

圖 3-13　模式模擬在風速為 10 m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖.....3-18

圖 3-14　在第一水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-19

圖 3-15　在第二水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-19

圖 3-16　在第三水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-20

圖 3-17　在第四水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖 .....3-20

圖 4-1　100 年度臺中港鄰港海域水質與生態測站位置 .....4-4

圖 4-2　臺中港鄰近沿海海域之歷年酸鹼度變化 .....4-25

圖 4-3　臺中港鄰近沿海海域之歷年溶氧量變化 .....4-25
圖 4-4　臺中港鄰近沿海海域之歷年重金屬銅變化 .....4-25
圖 4-5　臺中港鄰港海域底質 100 年 4 月枯水期粒徑累積曲線分布圖 .....4-28
圖 5-1　安斯河(Ems River)沉積物中金屬濃度與顆粒粒徑關係.....5-11
圖 6-1　斑馬貽貝 .....6-3
圖 6-2　霍亂弧菌 .....6-6
圖 6-3　中華絨螯蟹 .....6-7
圖 6-4　中華絨螯蟹原生地與入侵地點 .....6-7
圖 6-5　新口黑蝦虎魚 .....6-10
圖 6-6　新口黑蝦虎魚分布區域 .....6-10
圖 6-7　新口黑蝦虎魚入侵 Gdańsk 灣 .....6-11
圖 6-8　支腳目水蚤 .....6-13
圖 6-9　支腳目水蚤纏繞漁網 .....6-14
圖 6-10　亞洲昆布 .....6-15
圖 6-11　亞歷山大藻 .....6-18
圖 6-12　杉葉蕨藻 .....6-19
圖 6-13　鉤沙菜 .....6-21
圖 6-14　裙帶菜 .....6-22
圖 6-15　大葉藻 .....6-23
圖 6-16　鏈狀裸甲藻 .....6-24
圖 6-17　大紅海藻 .....6-25

圖 6-18　可能侵襲澳洲之外來物種.....6-27
圖 6-19　初步建置資料庫流程.....6-28
圖 6-20　有毒渦鞭毛藻在日本與韓國分布情形.....6-34
圖 6-21　1987 年至 1995 年排放的壓艙水中含有毒渦鞭毛藻之港口.....6-35
圖 6-22　有毒渦鞭毛藻已繁殖之港口.....6-36
圖 7-1　臺中港與香港鹽度.....7-2
圖 7-2　臺中港與香港溫度.....7-3
圖 7-3　因素分析之陡坡圖.....7-11
圖 7-4　群集分析之樹狀圖.....7-18
圖 7-5　群集分析之冰柱圖.....7-19
圖 7-6　上一港高風險港口分佈圖.....7-20
圖 7-7　各權宜船旗國船舶的入港艘次.....7-27
圖 7-8　臺中港船旗國百分比.....7-28
圖 7-9　臺中港 94-98 年度壓艙水總排放量.....7-33
圖 7-10　臺中港 94-98 年度各船型壓艙水排放量.....7-33
圖 7-11　船舶種類與壓艙水排放量百分比.....7-34
圖 7-12　臺中港 94-98 年度船舶進港艘次.....7-36
圖 7-13　臺中港 94-98 年度各船型進港艘次.....7-37
圖 7-14　麻痺性貝毒分佈地.....7-39
圖 7-15　98 年各項分析結果.....7-43

# 第一章　前言

## 1.1 研究動機及目的

海域水質環境攸關整個海域生態環境之健全，品質佳的水質環境，提供海域動、植物生存必備條件，在穩定的生存環境條件下，維持生物鏈健全平衡的狀態。好的水質環境海域，亦提供民眾從事海岸或海洋休閒親水活動良好的休閒環境品質，亦能提升我國在國際的形象。臺灣四面環海，海岸線總長約一千五百餘公里，由於各種陸海空域活動之污染物質，包括：工商農漁業廢棄物、廢水、天然降雨以及遊憩活動等，污染的水體有可能以河川匯流、大排或伴隨降水等方式進入海洋影響海域水質。此外，船舶排水亦可能為港池污染的來源。

由於來自工業廢水中的重金屬具有毒性及累積性，且會透過生態食物鏈之生物濃縮作用，造成水體環境及水生態系統的破壞，甚至對於人類之健康造成威脅性。故本年度將針對臺中港域水體與底質進行重金屬之調查研究，以瞭解臺中港與鄰近海域之重金屬變動與分布特性，以評估其對海域環境品質，尤其是生態環境之衝擊影響程度高低，並進一步提供管理決策者作因應與改善。針對水質與底質重金屬相關調查結果，使用主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)加以分析，以進一步瞭解其眾多水質檢項之間的主要變化情形，並嘗試找出具有代表性之水質參數描述其水體品質變動。在模擬方面，本年度於臺中港南北兩側新設立之定點海流觀測站，作為模式驗證之流場資料來源，並利用驗證後之三維水理之數值模式來模擬分析臺中港區之水理變化，期能瞭解臺中港域之水理情形。在壓艙水調查方面，針對溫度與鹽度兩項因子進一步使用群集分析篩選出與臺中港高相似度之港口，並加上航程、船旗國、進港次數等因素分析，調查各入港船舶對臺中港影響風險程度的高低，並針對壓艙水議題提出處理方法與管理策略，做為未來研擬管理辦法之參考。

為能達到海洋環境永續發展的目標，本研究調查臺中港鄰港附近

水質環境，依據調查結果配合當地海氣地象資料以及水質生態資料，提出臺中港鄰港附近海域水質分布的特性、影響水質之因素以及與自然條件的相關性，藉由本研究之調查所得結果，將可更加了解每日臺中港港域水質之連續變化情形，作為擬定相關管理政策之依據。

## 1.2 研究範圍與對象

本研究為四年期計畫，主要針對臺中港附近海域環境進行分析，其工作範圍如圖 1-1 所示，北起大甲溪南岸，南至大肚溪口，南北縱長約 15 公里。

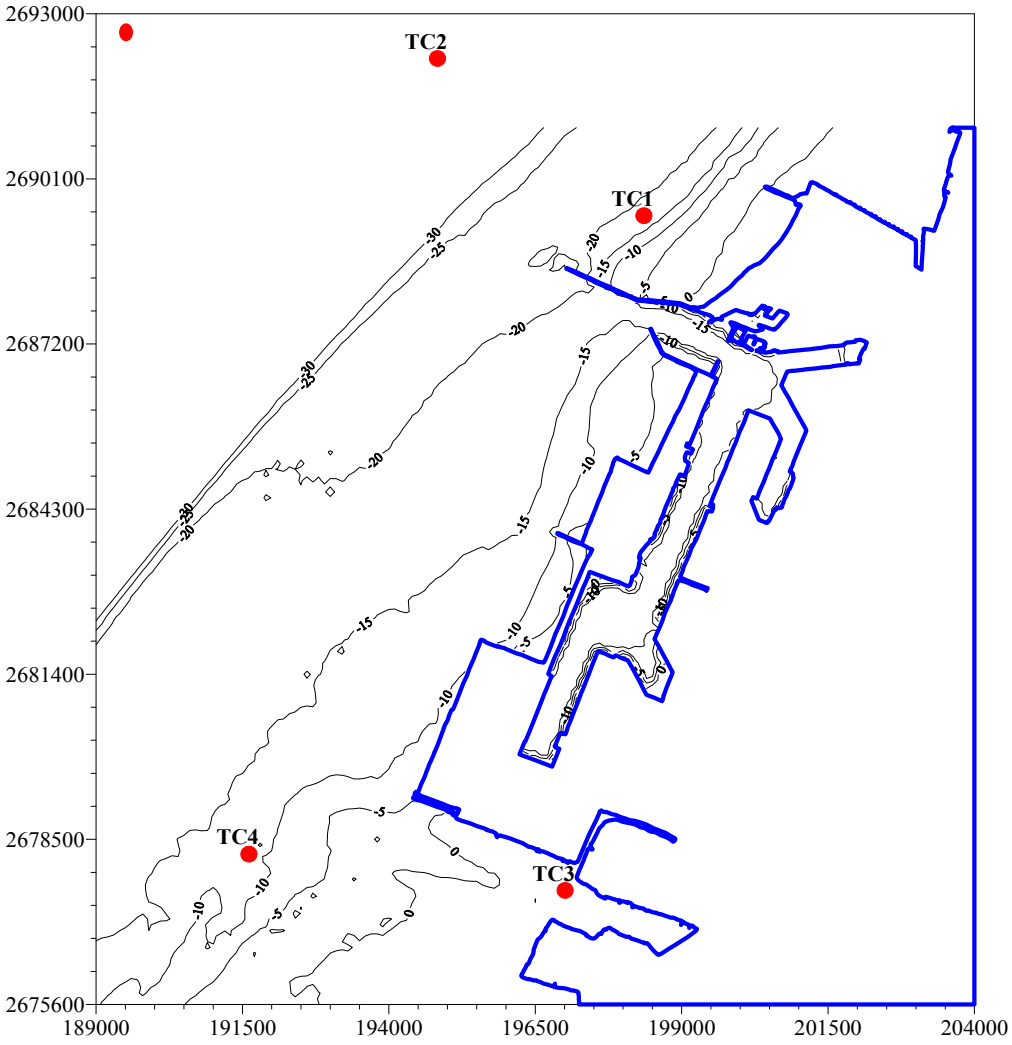



**圖 1-1　臺中港附近海域**

## 1.3 研究內容及工作項目

為期達成本研究之目的，依工作性質將工作項目分為「基本資料蒐集分析」、「水體採樣調查與分析」、「近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性」及「船舶壓艙水污染風險與管理」等四大部份，茲分述各部份之工作項目如下：

針對臺中港港灣附近海域進行水體及底質重金屬採樣調查。

1. 整理臺中港海域海象、氣象、地象、水質及生態資料，並分析其特性。
2. 利用三維數值模式探討近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性。
3. 由臺中港域之河川水質、陸域水質、底質重金屬之監測資料，了解水質整體變化趨勢與底質重金屬間之關係。
4. 蒐集壓艙水導入外來物種對環境造成損害之案例，並蒐集造訪臺中港船舶之來源港域鄰近之可能侵襲物種，以建立可能藉壓艙水導入臺中港之侵襲物種資料庫。
5. 探討造訪臺中港頻繁船舶之來源港與臺中港之環境相似度，以建立高風險船舶管理之優先順序。

# 第二章　基本資料蒐集與分析

## 2.1 臺中港區概況

臺中港位於臺中縣梧棲鎮，港區範圍北起大甲溪南岸，南至大肚溪北岸，東以臨港路為界，西臨台灣海峽，南北長 12.5 公里，東西寬 2.5 至 4.5 公里，總面積約 3,793 公頃，其中陸域面積佔 2,820 公頃，水域面積佔 973 公頃，包括商港、工業港及漁港三部份。

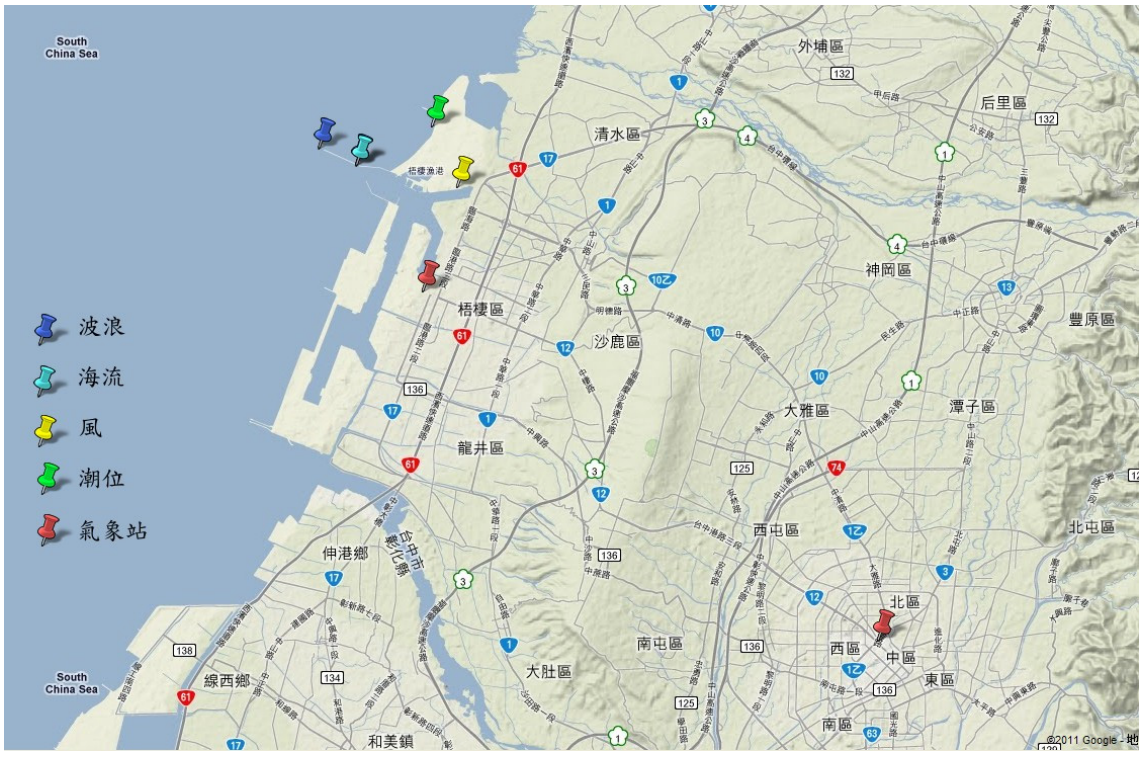
臺中港發展至今已興建之營運碼頭共 49 座，總長度 11,936 公尺，貨櫃 8 座、客運 1 座、穀類 2 座、煤炭 4 座、管道 8 座、水泥 3 座、散雜貨 21 座、LNG1 座及廢鐵 1 座。碼頭後線儲轉區之倉棧設施有雜貨通棧 13 座，水泥筒倉 22 座，堆貨場 8 處，貨櫃場 3 處，液體貨儲槽 255 座，可提供業者良好的投資環境，棧埠裝卸及倉儲業務多開放民間投資經營，全港擁有許多自動化的裝卸倉儲設備，作業效率高。其地處於臺灣南北交通的中心，有快速道路連接清泉崗國際機場，有利海空聯運；更位於上海到香港航運的中點，與大陸東南沿海各港呈輻射狀等距展開，距離最近，在未來兩岸直航具有最佳優勢。

本研究收集自 1999 年至 2010 年臺中港港區附近之海氣象觀測資料，觀測站計有中央氣象局之臺中及梧棲氣象站；港灣技術研究中心之臺中港海象資料，觀測項目包括：風、氣溫、氣壓、溼度、降雨、日照、波浪、海流及潮位等項目，詳細內容請參考表 2-1，各觀測站位置請參考圖 2-1。

**表 2-1　臺中港附近海域海氣象資料蒐集概況表**

| 資料類別 | 測站 | 經度 / 緯度 | 觀測期間 | 觀測單位 | 備註(觀測儀器) |
|---|---|---|---|---|---|
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’00”N<br>120°29’10”E | 1999/10-2000/08 | 港研中心 | AWCP |
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’09.4”N<br>120°28’38.4”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 | AWCP |
| 海流 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’40”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 | AWCP |
| 風 | 臺中港 | 24°18’24”N<br>120°31’23”E | 2001/07-2010/11 | 港研中心 | Young Brand<br>風速計 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’22.3”N<br>120°31’28”E | 1999/10-1999/10<br>2001/04-2010/12 | 港研中心 | Water Log |
| 潮位 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’30”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 | AWCP |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’16”N<br>120°31’59”E | 1999/01-1999/10<br>2002/01-2010/12 | 內政部 | Aquatrak<br>音波式 |
| 氣象 | 臺中 | 24°08' 51”N<br>120°40'33”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 | |
| 氣象 | 梧棲 | 24°15' 31”N<br>120°30'54”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 | |

資料來源：港灣技術研究中心




資料來源：Google Map、港灣技術研究中心

**圖 2-1　臺中港附近海域海氣象資料之觀測站位置圖**

## 2.2 氣象資料之統計分析

臺中港區附近之氣象觀測站有兩站，分別為中央氣象局臺中氣象站及梧棲氣象站，本研究分析氣象觀測資料之期間為 1999 年至 2010 年。臺中氣象站之氣象觀測資料年統計值如表 2-2 所示，各觀測項目之統計分析如下：

1. 年平均氣溫在 23.3℃至 24.1℃之間，最高氣溫為 39.9℃，發生在 2004 年 7 月 1 日，最低氣溫為 4.7℃，發生在 1999 年 12 月 23 日。
2. 年平均風速在 1.5 m/sec 至 1.7 m/sec 之間，最多風向為 NNW 至 N 向之間，最大瞬間風速為 34 m/sec，發生在 2005 年 7 月 18 日於海棠颱風期間。
3. 年平均相對溼度在 72%至 77%之間，最小相對溼度為 23%，發生在 2002 年 1 月 5 日。
4. 年平均氣壓介於 1001.5 hPa 至 1003.0 hPa 之間。
5. 年降雨量以 2003 年的 930.6 mm 為最少，其降雨時數為 321.4 小時，2005 年的 2574.5 mm 為最多，其降雨時數為 660.3 小時。

各觀測項目之月統計圖如圖 2-2 至圖 2-7 所示。

梧棲氣象站之氣象觀測資料年統計如表 2-3 所示，各觀測項目之統計分析如下：

1. 年平均氣溫在 22.8℃至 23.7℃之間，最高氣溫為 36.9℃，發生在 2004 年 7 月 1 日，最低氣溫為 6.8℃，發生在 1999 年 12 月 22 日。
2. 年平均風速在 4.6 m/sec 至 5.3 m/sec 之間，最多風向為 N 向，最大瞬間風速為 48.6 m/sec，發生在 2005 年 9 月 1 日於泰利颱風期間。
3. 年平均相對溼度在 75%至 79%之間，最小相對溼度為 19%，發生在 2001 年 3 月 12 日。
4. 年平均氣壓介於 1008.7 hPa 至 1010.1 hPa 之間。
5. 年降雨量以 2003 年的 513 mm 為最少，其降雨時數為 279.6 小時；以 2007 年的 2203.7 mm 為最多，其降雨時數為 522.7 小時。

梧棲氣象站之各觀測項目之月統計圖如圖 2-8 至圖 2-13 所示。

## 表 2-2　臺中氣象站 1999-2010 年之氣象觀測資料統計表

| 年份 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最高溫度日期 | 最低溫度(℃) | 最低溫度日期 | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 最大瞬間風速日期 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 23.7 | 35.9 | 1999/8/22 | 4.7 | 1999/12/23 | 1.6 | N | 15.4 | | 1999/11/15 | 74.9 | 29 | 1001.9 | 1390.4 | 536.2 | 119 | 1941.7 |
| 2000 | 23.7 | 35.5 | 2000/7/7 | 9.7 | 2000/1/27 | 1.6 | 20 | 27.8 | 70 | 2000/11/1 | 77.1 | 26 | 1001.5 | 1797.0 | 614.2 | 110 | 2113.9 |
| 2001 | 23.6 | 36.1 | 2001/7/4 | 6.7 | 2001/12/25 | 1.5 | 350 | 18.8 | 260 | 2001/7/30 | 74.5 | 24 | 1001.7 | 1981.2 | 570.2 | 121 | 2169.0 |
| 2002 | 24.1 | 35.1 | 2002/6/23 | 7.7 | 2002/1/3 | 1.6 | 320 | 16.9 | 260 | 2002/8/5 | 72.5 | 23 | 1002.8 | 1315.6 | 361.9 | 101 | 2254.7 |
| 2003 | 23.9 | 36.4 | 2003/7/22 | 8.3 | 2003/1/6 | 1.6 | 330 | 14.1 | 240 | 2003/6/27 | 72.4 | 26 | 1003.0 | 930.6 | 321.4 | 74 | 2345.8 |
| 2004 | 23.4 | 39.9 | 2004/7/1 | 6.5 | 2004/1/25 | 1.7 | 320 | 19.6 | 210 | 2004/7/3 | 72.5 | 27 | 1002.6 | 2260.7 | 501.5 | 94 | 2250.3 |
| 2005 | 23.3 | 35.4 | 2005/7/8 | 5.0 | 2005/3/6 | 1.7 | 350 | 34.0 | 350 | 2005/7/18 | 77.1 | 26 | 1002.8 | 2574.5 | 660.3 | 127 | 1804.9 |
| 2006 | 23.8 | 37.0 | 2006/8/2 | 8.7 | 2006/1/7 | 1.6 | 350 | 19.0 | 10 | 2006/7/13 | 76.9 | 25 | 1002.6 | 2171.9 | 673.6 | 132 | 1892.1 |
| 2007 | 23.8 | 35.6 | 2007/7/5 | 6.2 | 2007/1/29 | 1.7 | 330 | 27.7 | 340 | 2007/10/6 | 73.6 | 26 | 1002.4 | 2432.9 | 650.9 | 128 | 1963.4 |
| 2008 | 23.5 | 35.4 | 2008/9/22 | 8.7 | 2008/2/10 | 1.7 | 330 | 29.7 | 0 | 2008/9/28 | 74.9 | 22 | 1002.7 | 2477.8 | 569.9 | 126 | 1952.8 |
| 2009 | 23.8 | 36.1 | 2009/8/2 | 5.4 | 2009/1/14 | 1.6 | 330 | 26.9 | 310 | 2009/8/7 | 72.3 | 29 | 1002.3 | 1978.7 | 425.1 | 86 | 2094.0 |
| 2010 | 23.7 | 35.9 | 2010/7/18 | 6.8 | 2010/1/13 | 1.4 | 10 | 25.5 | 10 | 2010/9/19 | 74.7 | 22 | 1003.1 | 2054.4 | 554.6 | 131 | 1886.1 |

資料來源：中央氣象局



## 表 2-3　梧棲氣象站 1999-2010 年之氣象觀測資料統計表

| 年份 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最高溫度日期 | 最低溫度(℃) | 最低溫度日期 | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 最大瞬間風速日期 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 23.1 | 33.9 | 1999/5/18 | 6.8 | 1999/12/22 | 5.2 | N | 31.4 | 0 | 1999/12/19 | 75.3 | 30 | 1009.3 | 973.0 | 429.8 | 86 | 1906.4 |
| 2000 | 22.8 | 35.4 | 2000/7/6 | 9.1 | 2000/1/29 | 5.3 | 360 | 43.3 | 60 | 2000/11/1 | 78.8 | 39 | 1008.7 | 1244.7 | 598.5 | 81 | 2194.1 |
| 2001 | 23.1 | 34.8 | 2001/8/28 | 7.9 | 2001/12/30 | 4.7 | 30 | 30.4 | 70 | 2001/2/24 | 78.3 | 19 | 1008.9 | 1949.1 | 549.6 | 83 | 2241.7 |
| 2002 | 23.7 | 35.1 | 2002/6/27 | 7.8 | 2002/1/6 | 4.7 | 20 | 29.5 | 70 | 2002/12/26 | 75.8 | 28 | 1010.0 | 1080.0 | 311.3 | 72 | 2345.8 |
| 2003 | 23.4 | 35.3 | 2003/9/1 | 8.8 | 2003/1/6 | 5.0 | 10 | 27.6 | 20 | 2003/12/19 | 77.9 | 27 | 1010.1 | 513.0 | 279.6 | 52 | 2396.5 |
| 2004 | 23.0 | 36.9 | 2004/7/1 | 7.4 | 2004/1/24 | 4.9 | 360 | 28.6 | 220 | 2004/7/3 | 77.1 | 37 | 1009.7 | 1325.1 | 424.8 | 79 | 2426.4 |
| 2005 | 22.8 | 33.2 | 2005/9/14 | 7.0 | 2005/12/23 | 4.8 | 350 | 48.6 | 320 | 2005/9/1 | 76.5 | 29 | 1009.9 | 1784.4 | 542.1 | 91 | 2125.4 |
| 2006 | 23.3 | 33.8 | 2006/7/31 | 9.2 | 2006/1/7 | 4.6 | 350 | 30.5 | 10 | 2006/3/12 | 77.1 | 26 | 1009.7 | 1372.6 | 501.7 | 91 | 2126.7 |
| 2007 | 23.2 | 34.7 | 2007/9/30 | 8.5 | 2007/1/29 | 4.6 | 350 | 46.4 | 320 | 2007/10/6 | 78.9 | 26 | 1009.4 | 2203.7 | 522.7 | 93 | 2263.8 |
| 2008 | 22.9 | 34.3 | 2008/8/22 | 8.9 | 2008/2/13 | 4.8 | 350 | 46.1 | 0 | 2008/9/28 | 77.9 | 29 | 1009.7 | 1613.5 | 451.4 | 90 | 2173.2 |
| 2009 | 23.4 | 35.4 | 2009/8/2 | 7.5 | 2009/1/11 | 4.6 | 10 | 41.3 | 360 | 2009/8/7 | 74.7 | 36 | 1009.3 | 997.3 | 308.4 | 79 | 2261.8 |
| 2010 | 23.0 | 34.2 | 2010/9/8 | 7.6 | 2010/1/14 | 4.5 | 10 | 37.5 | 360 | 2010/9/19 | 76.6 | 29 | 1010.1 | 1182.4 | 434.2 | 105 | 2055.6 |

資料來源：中央氣象局

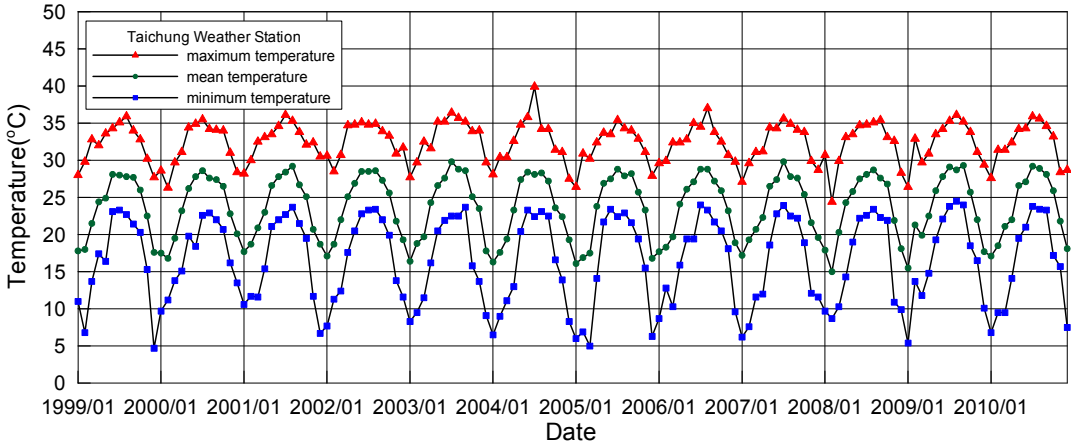



**圖 2-2　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均氣溫、最高氣溫及最低氣溫之月統計圖**

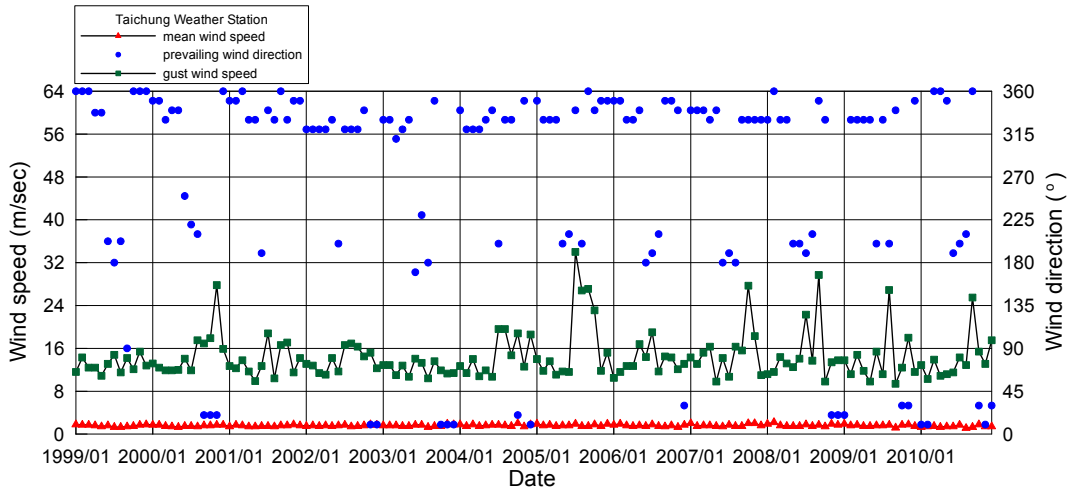



**圖 2-3　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均風速、最多風向及瞬間最大風速之月統計圖**

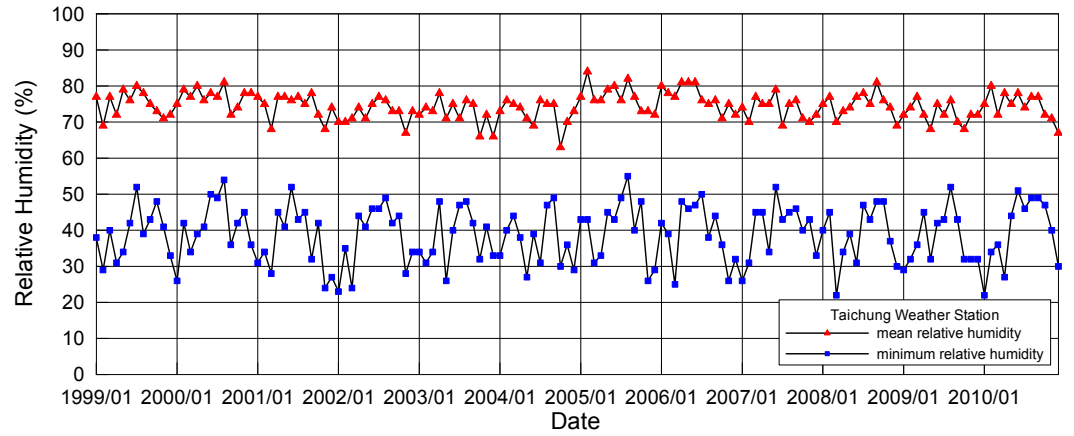



**圖 2-4　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均相對濕度及最小相對濕度之月統計圖**

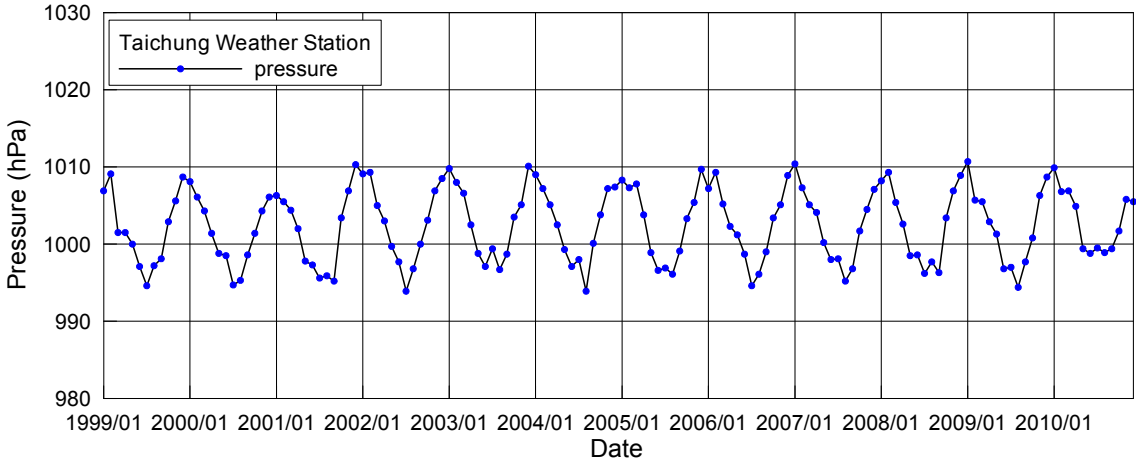



**圖 2-5　臺中氣象站 1999 年至 2010 年平均氣壓之月統計圖**

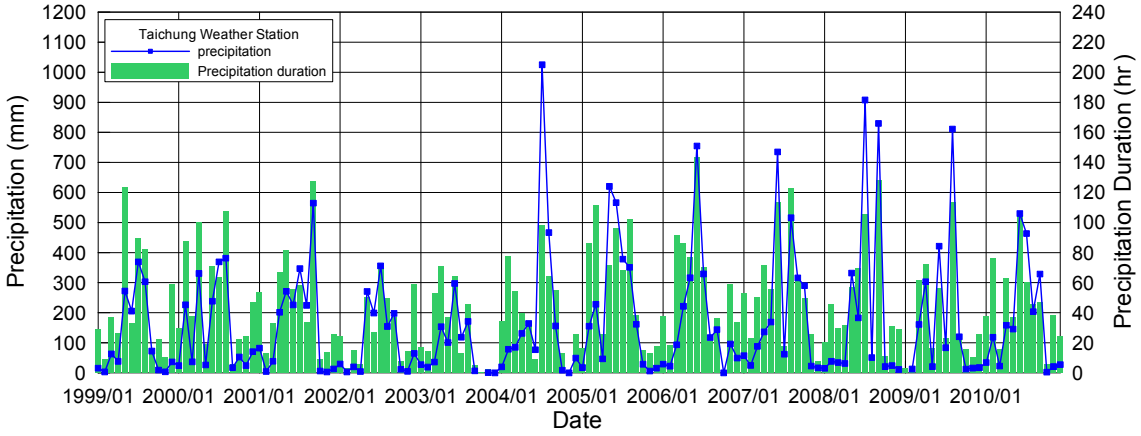



**圖 2-6　臺中氣象站 1999 年至 2010 年降水量及降水時數之月統計圖**

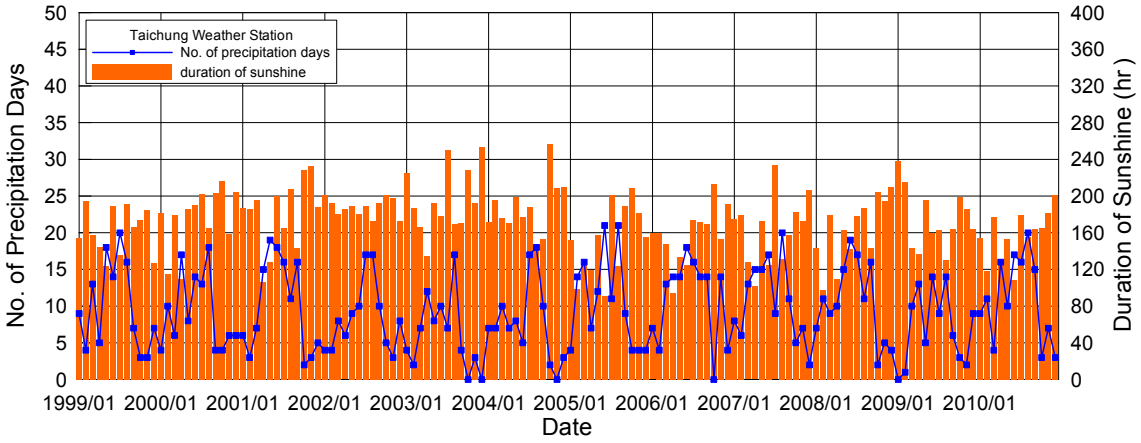



**圖 2-7　臺中氣象站 1999 年至 2010 年降水日數及日照時數之月統計圖**

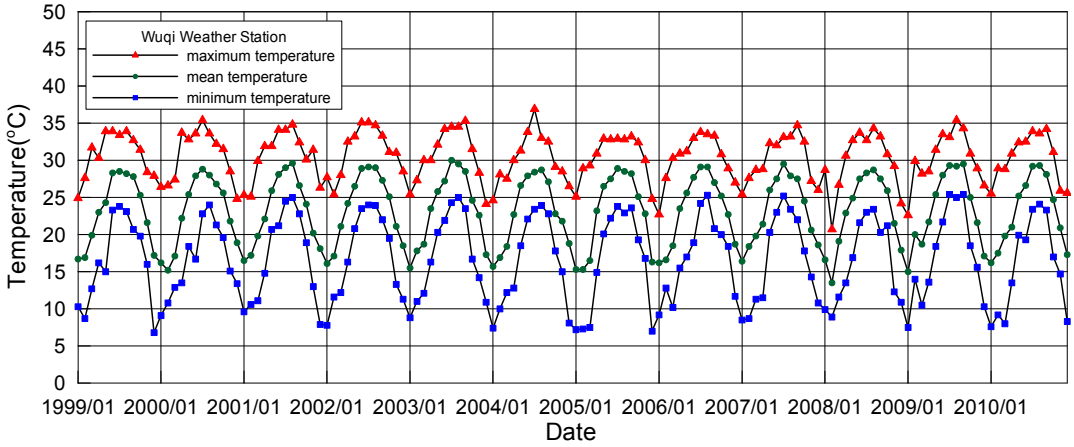



**圖 2-8　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均氣溫、最高氣溫及最低氣溫之月統計圖**

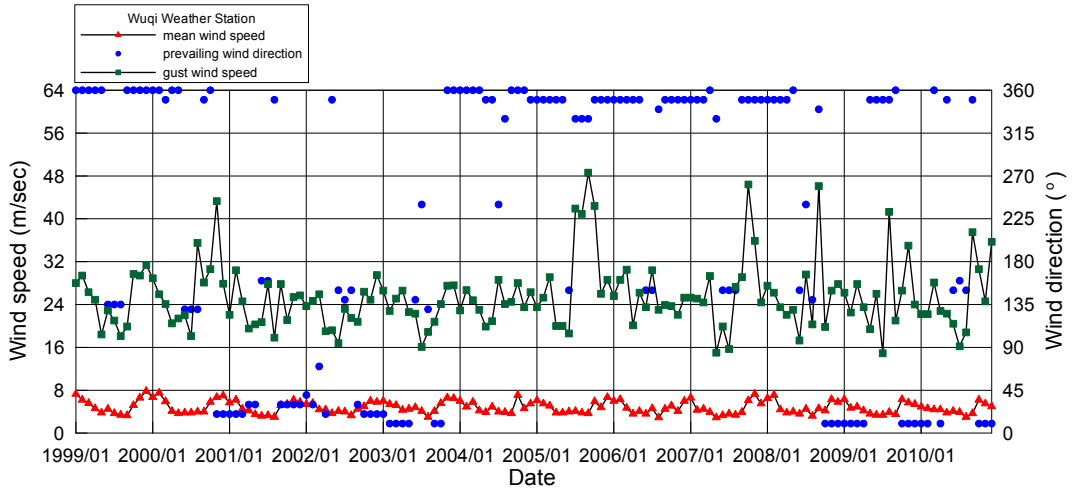



**圖 2-9　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均風速、最多風向及瞬間最大風速之月統計圖**

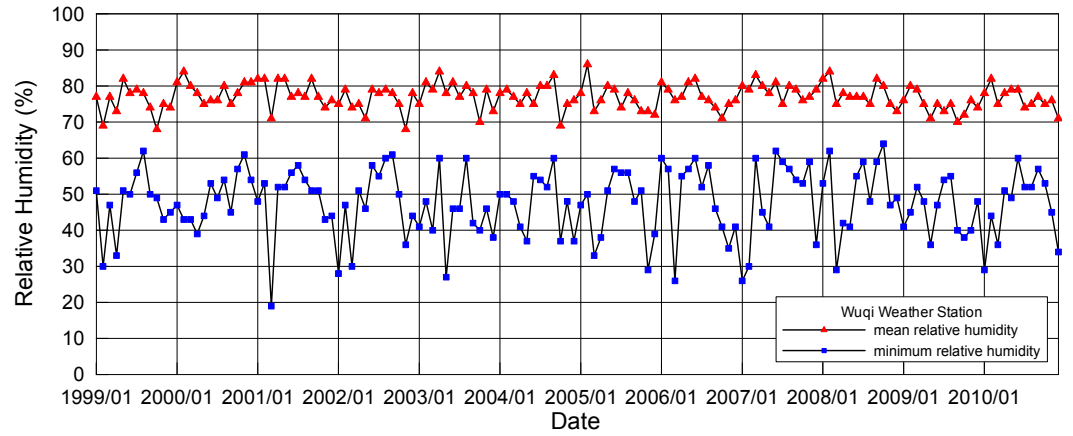



**圖 2-10　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均相對濕度及最小相對濕度之月統計圖**

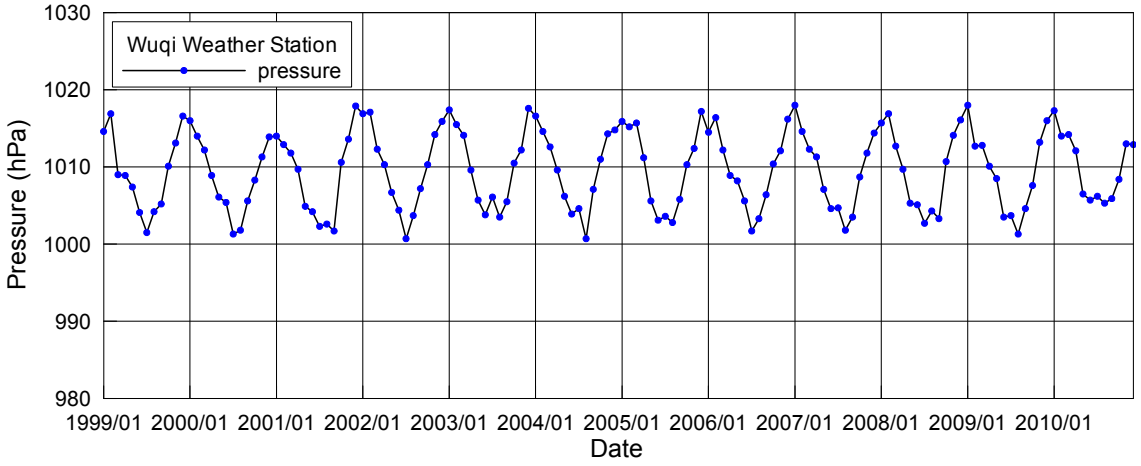



**圖 2-11　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年平均氣壓之月統計圖**

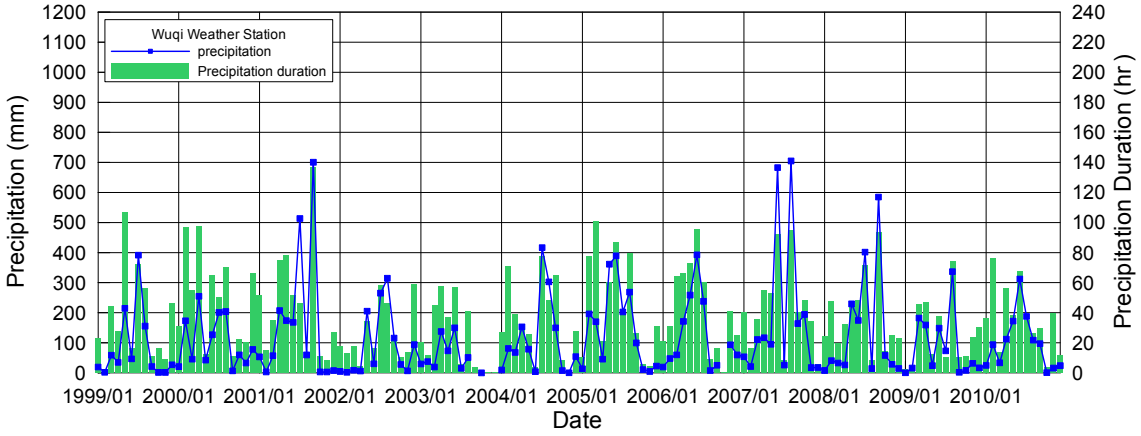



**圖 2-12　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年降水量及降水時數之月統計圖**

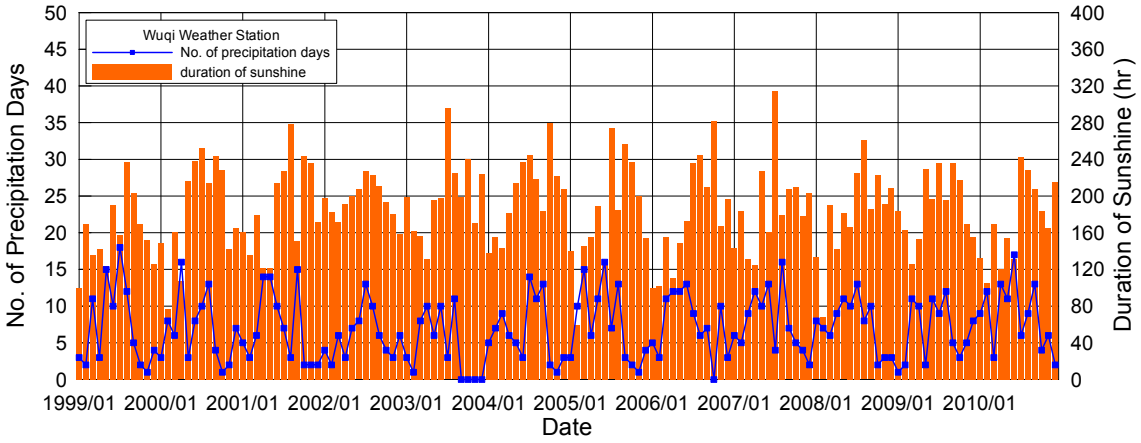



**圖 2-13　梧棲氣象站 1999 年至 2010 年降水日數及日照時數之月統計圖**

## 2.3 海象資料之統計分析

在海象方面，港灣技術研究中心在臺中港附近海域設有觀測站，觀測項目有：潮位、海流、風及波浪，以下就各觀測項目之統計結果分別說明。

### 2.3.1 風

本研究收集港灣技術研究中心自 2001 年 7 月至 2010 年 12 月期間的風觀測資料，歷年風速及風向之統計結果如表 2-4 所示。由表 2-4 可知，港區附近主要風向為北至東向，約佔歷年觀測的 62.4%；其次為南至西向，約佔歷年觀測的 19.1%。風速小於 5 m/sec 以下者，約佔歷年觀測的 52.9%；風速介於 5-10 m/sec 之間者，約佔歷年觀測的 27.5%；風速介於 10-15 m/sec 之間者，約佔歷年觀測的 13.5%；風速大於 15 m/sec 以上者，約佔歷年觀測的 6.1%。歷年之平均風速為 6.2 cm/sec；歷年最大風速為 37.5 m/sec，其風向為北北西向。

**表 2-4　臺中港 2001 年至 2010 年風之風速及風向統計表**

| 年份 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2001 | 5.8 | 21.3 | NNE | 53.6 | 27.5 | 16.6 | 2.4 | 66.2 | 10.8 | 13.4 | 9.5 | 0.2 |
| 2002 | 5.6 | 26.5 | NNE | 59.2 | 26.0 | 8.9 | 5.9 | 59.3 | 12.6 | 18.8 | 9.2 | 0.1 |
| 2003 | 5.1 | 17.8 | NNE | 60.0 | 26.7 | 12.5 | 0.8 | 62.6 | 10.0 | 18.7 | 8.7 | 0.1 |
| 2004 | 5.2 | 17.9 | NNE | 57.7 | 29.6 | 12.3 | 0.4 | 65.2 | 9.4 | 15.8 | 9.6 | 0.0 |
| 2005 | 5.3 | 27.3 | NNE | 60.2 | 25.2 | 13.2 | 1.4 | 62.1 | 9.4 | 19.6 | 8.9 | 0.0 |
| 2006 | 5.3 | 18.7 | NNE | 57.5 | 28.8 | 12.0 | 1.8 | 64.3 | 9.2 | 19.6 | 6.9 | 0.1 |
| 2007 | 5.3 | 23.3 | NNE | 59.6 | 26.2 | 12.5 | 1.7 | 60.6 | 12.2 | 19.3 | 7.7 | 0.2 |
| 2008 | 9.1 | 37.5 | NNE | 32.2 | 32.9 | 15.3 | 19.7 | 55.8 | 4.6 | 28.9 | 10.7 | 0.0 |
| 2009 | 5.6 | 26.2 | NNE | 60.6 | 21.2 | 11.6 | 6.4 | 65.2 | 7.6 | 14.3 | 13.0 | 0.2 |
| 2010 | 9.3 | 30.3 | NNE | 28.7 | 30.6 | 20.4 | 20.3 | 62.8 | 6.7 | 22.8 | 7.7 | 0.0 |
| 統計值 | 6.2 | 37.5 | NNE | 52.9 | 27.5 | 13.5 | 6.1 | 62.4 | 9.2 | 19.1 | 9.2 | 0.1 |

資料來源：港灣技術研究中心

在月統計部分，圖 2-14 為歷年逐月之風速及風向統計圖，由圖 2-14 可知，歷年之月平均風速介於 2.5 m/sec 至 7 m/sec 之間，月平均風速大於 10 m/sec 以上者皆發生在冬季，盛行風向多集中在北至東北向。圖 2-15 為臺中港歷年逐月之風速及風向統計分布圖，由圖 2-15 顯示，在夏季時風速小於 5 m/sec，風向介於南至西向所佔的比例較大；在冬季時風速大於 5 m/sec，風向介於北至東向所佔的比例較大。

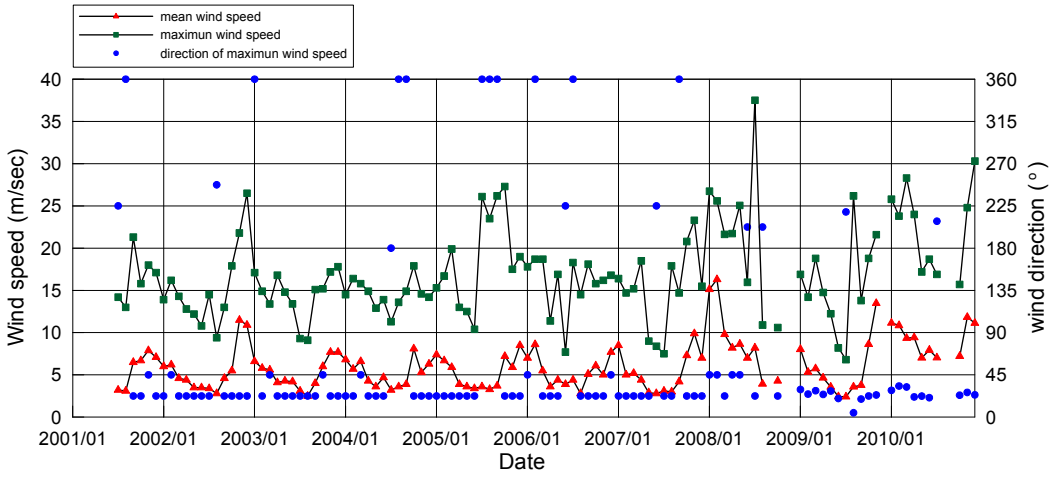



**圖 2-14　臺中港 2001 年至 2010 年風速及風向之月統計圖**

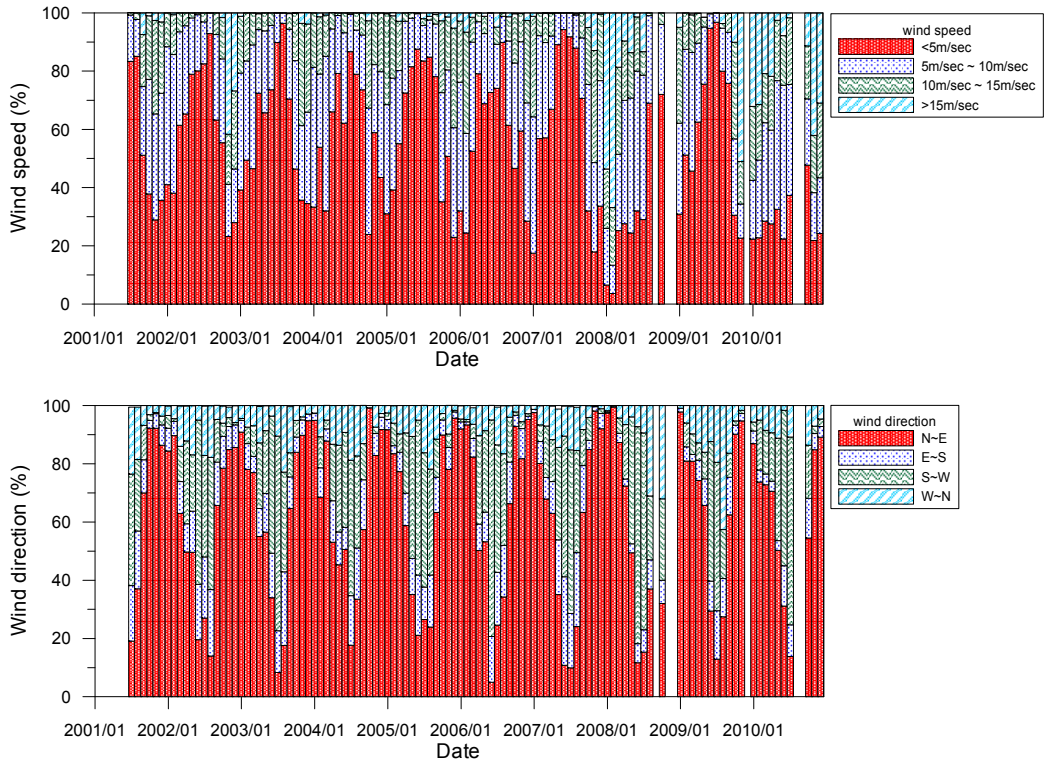



**圖 2-15　臺中港 2001 年至 2010 年風速及風向之月統計分布圖**

### 2.3.2 海流

臺中港海岸流況主要由沿岸流、風驅流、潮流及黑潮所組成，本研究收集港灣技術研究中心自 2003 年 8 月至 2010 年 12 月期間的海流觀測資料，歷年海流之流速及流向的統計結果如表 2-5 所示。由表 2-5 可知，港區附近主要流向為西至北向，約佔歷年觀測的 54.1%；其次為南至西向，約佔歷年觀測的 23.1%。流速小於 25 cm/sec 以下者，約佔歷年觀測的 26%；流速介於 25-50 cm/sec 之間，約佔歷年觀測的 37.4%；流速介於 50-100 cm/sec 之間，約佔歷年觀測的 32.1%；流速大於 100 cm/sec 以上者，約佔歷年觀測的 4.5%。歷年之平均流速為 45.1 cm/sec；最大流速為 248.3 cm/sec，其流向為西向。

**表 2-5　臺中港 2003 年至 2010 年海流之流速及流向統計表**

| 年份 | 平均流速 (cm/sec) | 最大流速 | | 流速 <25cm/sec (%) | 流速 25~50cm/sec (%) | 流速 50~100cm/sec (%) | 流速 >100cm/sec (%) | 流向 N~E (%) | 流向 E~S (%) | 流向 S~W (%) | 流向 W~N (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 流速 (cm/sec) | 流向 (°) | | | | | | | | |
| 2003 | 40.8 | 153.8 | W | 34.6 | 34.9 | 26.3 | 4.3 | 23.7 | 7.2 | 18.8 | 50.3 |
| 2004 | 45.3 | 173.0 | W | 27.0 | 34.3 | 34.7 | 4.0 | 10.2 | 7.6 | 19.1 | 63.1 |
| 2005 | 49.2 | 248.3 | W | 19.9 | 36.9 | 37.7 | 5.5 | 9.3 | 1.4 | 16.2 | 73.2 |
| 2006 | 45.9 | 171.9 | W | 26.1 | 35.4 | 32.8 | 5.7 | 5.4 | 0.7 | 26.8 | 67.1 |
| 2007 | 43.5 | 193.9 | WSW | 24.7 | 38.8 | 34.2 | 2.3 | 10.8 | 2.1 | 22.1 | 64.9 |
| 2008 | 51.3 | 240.2 | WNW | 23.0 | 33.8 | 35.0 | 8.1 | 17.5 | 19.4 | 26.1 | 37.0 |
| 2009 | 45.5 | 189.0 | WNW | 24.9 | 39.4 | 31.5 | 4.2 | 28.1 | 0.9 | 30.1 | 41.0 |
| 2010 | 39.1 | 168.8 | WSW | 27.9 | 45.7 | 24.5 | 1.8 | 36.8 | 1.6 | 25.4 | 36.2 |
| 統計值 | 45.1 | 248.3 | W | 26.0 | 37.4 | 32.1 | 4.5 | 17.7 | 5.1 | 23.1 | 54.1 |

資料來源：港灣技術研究中心

在月統計部分，圖 2-16 為歷年逐月之流速及流向統計圖，由圖 2-16 可知，歷年之月平均流速介於 30 cm/sec 至 70 cm/sec 之間，最多流向多集中在西至北向。圖 2-17 為臺中港海流歷年逐月之流速及流向統計分布圖，由圖 2-17 顯示，流速在個組距上的比例分布互有消長，流向介於西至北向所佔的比例較大。

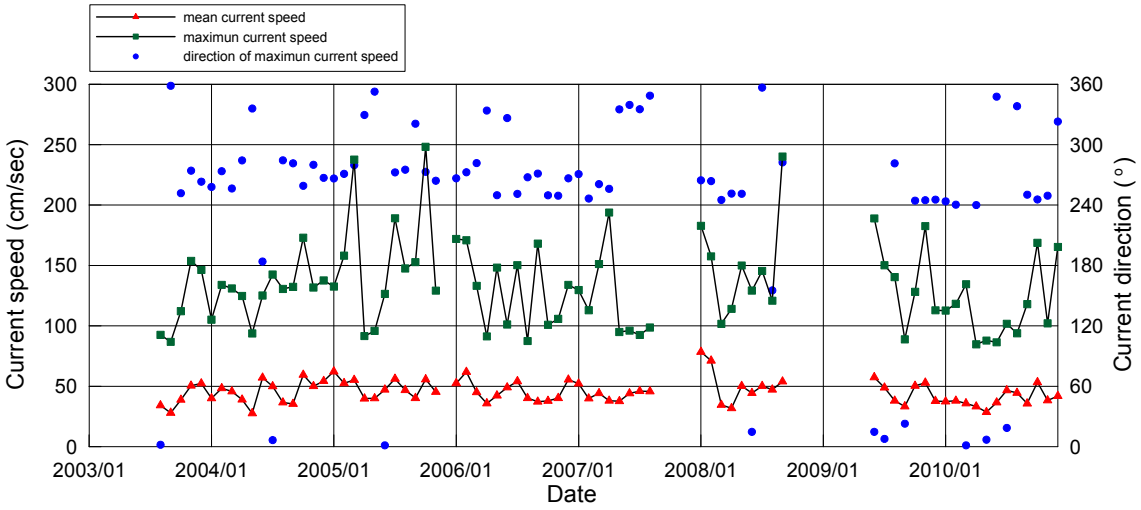



**圖 2-16　臺中港 2003 年至 2010 年海流流速、流向及最大流速之月統計**

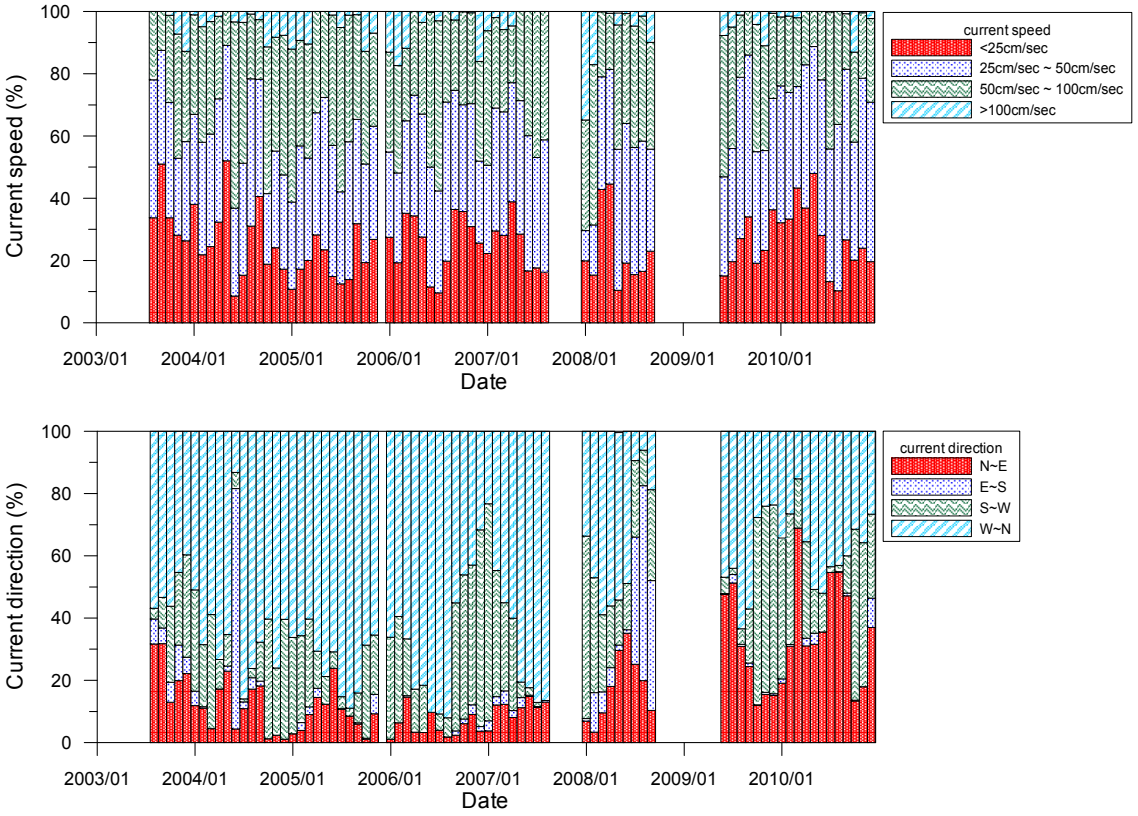



**圖 2-17　臺中港 2003 年至 2010 年海流流速、流向及最大流速之月統計分布圖**

### 2.3.3 波浪

本研究收集港灣技術研究中心自 2003 年 8 月至 2010 年 12 月期間的波浪觀測資料，歷年之波高、週期及波向的統計結果如表 2-6 所示。由表 2-6 可知，港區附近主要波向為北至東向，約佔歷年觀測的 65.2%；其次為西至北向，約佔歷年觀測的 25.7%。$H_{1/3}$ 波高小於 0.5 m 以下者，約佔歷年觀測的 12.3%；$H_{1/3}$ 波高介於 0.5 m 至 1 m 之間者，約佔歷年觀測的 27.1%；$H_{1/3}$ 波高介於 1 m 至 5 m 之間者，約佔歷年觀測的 60.3%；$H_{1/3}$ 波高大於 5 m 以上者，約佔歷年觀測的 0.3%。$T_{1/3}$ 週期集中在 8 秒以內，小於 6 sec 以下者，約佔歷年觀測的 41.6%；介於 6 sec 至 8 sec 之間者，約佔歷年觀測的 48.4%。歷年之平均 $H_{1/3}$ 波高為 1.56 m；平均 $T_{1/3}$ 週期為 6.4 sec；歷年最大 $H_{1/3}$ 波高為 8.44 m，其週期為 11.1 sec，發生於 2010 年 12 月 16 日。

在月統計部分，圖 2-18 為歷年逐月之 $H_{1/3}$ 及 $T_{1/3}$ 統計圖，由圖 2-18 可知，歷年之月平均 $H_{1/3}$ 小於 3 m 以下，月平均 $T_{1/3}$ 介於 4.9 sec 至 7.8 sec 之間，其中 2005 年 7 月及 8 月之 $T_{1/3}$ 大於 11 sec。圖 2-19 為臺中港歷年逐月之波高、週期及波向統計分布圖，由圖 2-19 顯示，在夏季時波向介於西至北向所佔的比例較大；在冬季平均時波向介於北至東向所佔的比例較大。

## 表 2-6　臺中港 2003 年至 2010 年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年份 | $H_{1/3}$ 平均值 (m) | $T_{1/3}$ 平均值 (sec) | $H_{1/3}$ | | | $H_{1/3}$ <0.5m (%) | $H_{1/3}$ 0.5~1m (%) | $H_{1/3}$ 1~5m (%) | $H_{1/3}$ >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | $T_{1/3}$ <6sec (%) | $T_{1/3}$ 6~8sec (%) | $T_{1/3}$ 8~10sec (%) | $T_{1/3}$ >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2003 | 1.61 | 5.5 | 5.92 | 5.6 | NNE | 16.7 | 23.4 | 59.9 | 0.0 | 79.0 | 0.5 | 3.3 | 17.2 | 83.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2004 | 1.53 | 6.1 | 7.50 | 6.2 | WSW | 17.7 | 21.8 | 60.4 | 0.1 | 71.7 | 0.3 | 4.6 | 23.4 | 56.1 | 35.3 | 7.6 | 1.0 |
| 2005 | 1.50 | 7.6 | 6.96 | 8.9 | N | 12.8 | 25.8 | 60.8 | 0.5 | 63.3 | 0.2 | 8.1 | 28.5 | 29.6 | 60.9 | 7.6 | 0.5 |
| 2006 | 1.54 | 6.5 | 4.93 | 12.1 | N | 7.7 | 26.8 | 65.6 | 0.0 | 67.9 | 0.1 | 4.8 | 27.0 | 32.0 | 54.3 | 12.9 | 0.9 |
| 2007 | 1.35 | 6.1 | 6.74 | 9.8 | - | 16.4 | 32.8 | 50.3 | 0.6 | 42.5 | 1.5 | 5.1 | 30.8 | 35.7 | 57.9 | 6.1 | 0.0 |
| 2008 | 1.79 | 6.4 | 7.29 | 10.8 | N | 11.7 | 30.4 | 57.3 | 0.6 | 57.0 | 0.9 | 12.1 | 30.0 | 31.8 | 55.8 | 11.8 | 0.5 |
| 2009 | 1.48 | 6.6 | 7.78 | 8.7 | - | 13.8 | 27.0 | 58.8 | 0.4 | 68.3 | 0.0 | 3.6 | 28.2 | 28.1 | 56.8 | 13.7 | 1.4 |
| 2010 | 1.65 | 6.4 | 8.44 | 11.1 | 5.4 | 1.2 | 28.9 | 69.6 | 0.2 | 72.2 | 0.1 | 7.6 | 20.2 | 36.7 | 49.1 | 13.6 | 0.6 |
| 統計值 | 1.56 | 6.4 | 8.44 | 11.1 | 5.40 | 12.3 | 27.1 | 60.3 | 0.3 | 65.2 | 0.4 | 6.1 | 25.7 | 41.6 | 48.4 | 9.2 | 0.6 |

資料來源：港灣技術研究中心

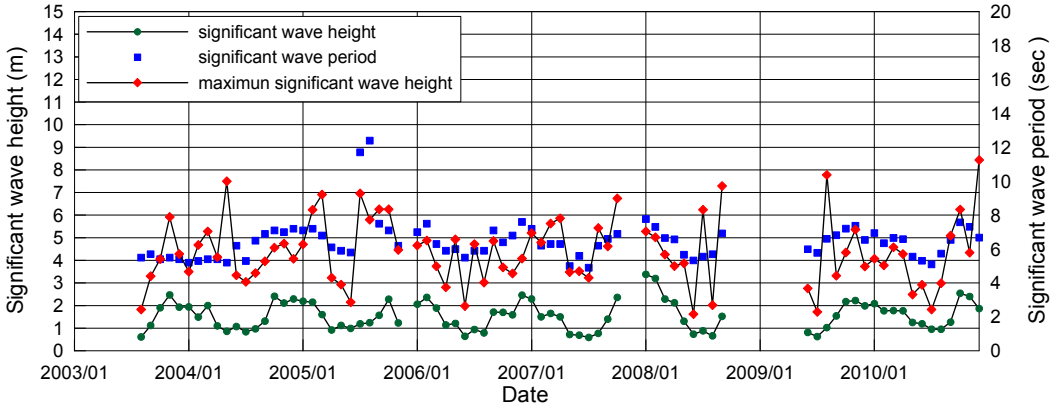



**圖 2-18　臺中港 2003 年至 2010 年平均示性波高、平均週期及最大示性波高之月統計**

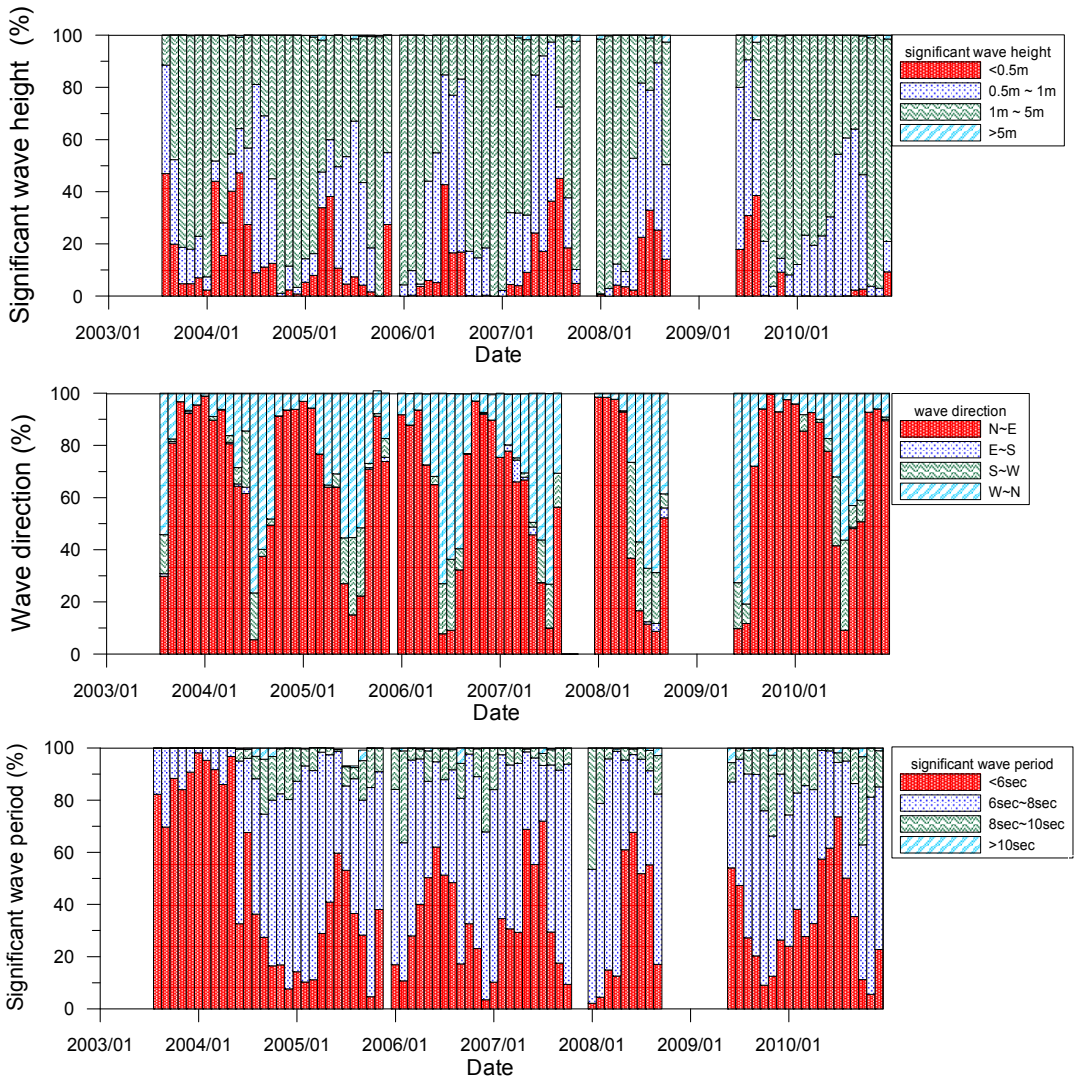



**圖 2-19　臺中港 2003 年至 2010 年平均示性波高、平均週期及波向之月統計分布圖**

### 2.3.4 潮位

臺中港之潮汐每日漲落 2 次，本研究收集中央氣象局自 1999 年 1 月至 2010 年 12 月期間的潮位觀測資料，其中 1999 年 11 月至 2002 年 12 月因碼頭改建暫停潮位觀測，故缺潮位觀測資料，歷年潮位資料之統計結果如表 2-7 所示。由表 2-7 之統計結果可知，自 1999 年至 2010 年期間，其平均潮差為 375 公分，大潮平均潮差為 463 公分，最大潮差為 619 公分。最大潮差、大潮平均潮差及平均潮差之月統計圖請參考圖 2-20。

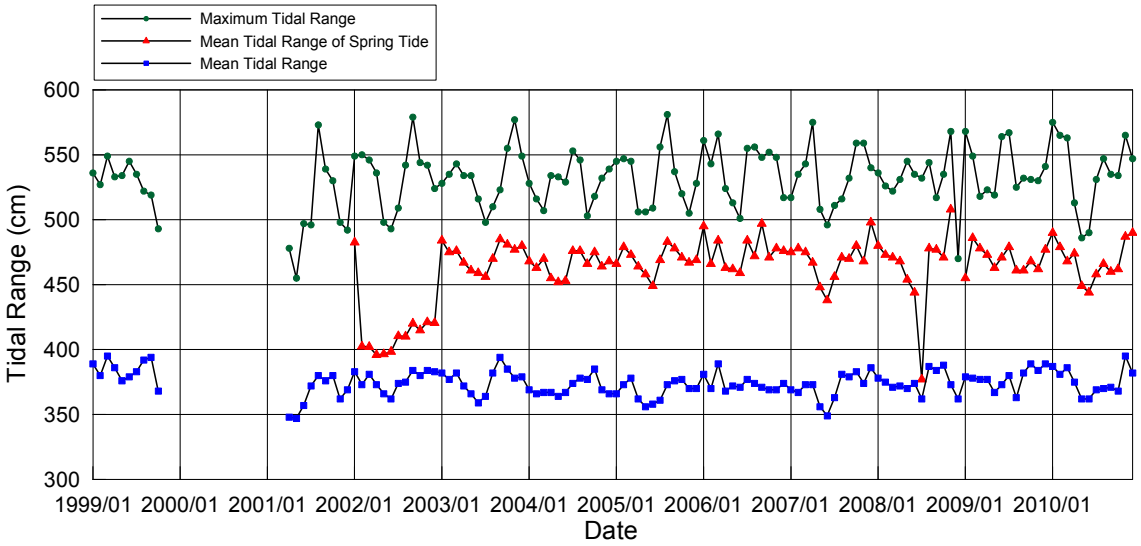



**圖 2-20　臺中港 1999 年至 2010 年最大潮差、大潮平均潮差及平均潮差之月統計圖**

## 表 2-7　臺中港 1999-2010 年潮位資料統計

| 年份 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | 最低低潮位 LLWL | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生時間 | 潮高 | 發生時間 | 潮高 | | | |
| 1999 | 284 | 475 | 91 | — | — | 3 月 20 日 | 557 | 1 月 3 日 | -26 | 384 | — | 583 |
| 2000 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2002 | 297 | 484 | 108 | 492 | 77 | 9 月 7 日 | 588 | 1 月 30 日 | -25 | 376 | 415 | 613 |
| 2003 | 299 | 486 | 109 | 519 | 46 | 9 月 27 日 | 573 | 12 月 24 日 | -13 | 377 | 473 | 586 |
| 2004 | 305 | 490 | 119 | 521 | 55 | 8 月 30 日 | 580 | 1 月 23 日 | -10 | 371 | 466 | 590 |
| 2005 | 13 | 197 | -172 | 232 | -237 | 8 月 21 日 | 291 | 1 月 12 日 | -305 | 369 | 469 | 596 |
| 2006 | 15 | 201 | -172 | 237 | -239 | 7 月 14 日 | 298 | 1 月 2 日 | -297 | 373 | 476 | 595 |
| 2007 | 5 | 189 | -182 | 223 | -246 | 4 月 17 日 | 274 | 12 月 26 日 | -302 | 371 | 469 | 576 |
| 2008 | 8 | 193 | -181 | 225 | -239 | 9 月 1 日 | 276 | 1 月 23 日 | -299 | 374 | 464 | 575 |
| 2009 | 13 | 201 | -177 | 232 | -237 | 9 月 19 日 | 300 | 1 月 13 日 | -319 | 378 | 469 | 619 |
| 2010 | 18.9 | 205 | -171 | 240 | -229 | 9 月 9 日 | 305 | 1 月 2 日 | -307 | 376 | 469 | 612 |
| 統計值 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 375 | 463 | 619 |

潮高單位：公分

基準面：1999 年：+707.7cm 水準點標高(基隆 MSL)+621.8cm。

2002 年：+618.75cm 水準點標高(基隆 MSL)+351.25cm。

2003 年：+719.37cm 水準點標高(基隆 MSL)+351.25cm。

2004 年：基準面相對 KP：-268.12cm。

2005 年~2010 年：基準面相對 KP：0cm。

資料來源：中央氣象局。

## 2.4 颱風資料

臺灣處於熱帶與亞熱帶的之間，由過去長期的觀測顯示平均每年約有 3.5 次颱風侵襲臺灣海域。近年來，隨著全球暖化效應及海洋氣候變遷的影響，颱風侵襲臺灣之次數也相對增加，自 1999 年至 2010 年期間共有 76 個颱風侵襲臺灣海域，平均每年約有 6.3 次颱風侵襲臺灣海域。因此颱風資料的收集與分析對海域水質環境、海岸防災預警、及海岸管理極為重要。

本研究根據過去 12 年中央氣象局曾發布颱風警報的颱風資訊，彙整 76 個颱風資料，彙整項目包括颱風名稱、颱風警報發佈期、颱風路徑與強度、近中心最大風速、中心最低氣壓等等相關資訊，詳請參閱表 2-8。本研究所彙整的 71 個颱風案例中，如按圖 2-21 之颱風路徑分類，可得知各颱風路徑的發生次數統計，如表 2-9 所示。該表顯示，在侵臺的九類颱風路徑中，其他特殊路徑發生的次數最多，共發生 32 次佔 42.1%；其次為第三類的颱風，佔 13.2%；其他各類的颱風路徑之發生次數及所佔的百分比，詳請參閱表 2-9。

以 2010 年的颱風資料為例，2010 年中央氣象局共發佈 5 次颱風警報，分別為萊羅克(LIONROCK)、南修(NAMTHEUN)、莫蘭蒂(MERANTI)、凡那比(FANAPI)及梅姬(MEGI)，侵襲臺灣的時間集中在 8 月底至 10 月之間，以侵臺颱風路徑分類：萊羅克、梅姬颱風為第九類路徑；凡那比颱風為第四類路徑，各颱風之詳細資料請參考本節後面敘述。

## 表 2-8　1999 年至 2010 年侵臺颱風基本資訊一覽表

| 颱風編號 | 中文名稱 | 英文名稱 | 警報期間 | 強度 | 侵臺颱風路徑(九類) | 近中心最低氣壓(hPa) | 近中心最大風速(m/sec) | 七級風暴風半徑 | 十級風暴風半徑 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 199906 | 瑪姬 | MAGGIE | 06/04～06/06 | 中度 | 5 | 965 | 38 | 250 | 100 |
| 199911 | 山姆 | SAM | 08/19～08/21 | 中度 | -- | 970 | 33 | 200 | 50 |
| 199920 | 丹恩 | DAN | 10/04～10/09 | 中度 | 7 | 968 | 38 | 250 | 80 |
| 200004 | 啟德 | KAI-TAK | 07/06～07/10 | 中度 | 6 | 965 | 35 | 150 | -- |
| 200010 | 碧利斯 | BILIS | 08/21～08/23 | 強烈 | 3 | 930 | 53 | 300 | -- |
| 200012 | 巴比侖 | PRAPIROON | 08/27～08/30 | 中度 | 6 | 965 | 33 | 250 | -- |
| 200015 | 寶發 | BOPHA | 09/08～09/10 | 輕度 | 特殊路徑 | 990 | 23 | 180 | -- |
| 200019 | 雅吉 | YAGI | 10/23～10/26 | 中度 | -- | 970 | 33 | 180 | -- |
| 200020 | 象神 | XANGSANE | 10/30～11/01 | 中度 | 6 | 960 | 38 | 250 | -- |
| 200021 | 貝碧佳 | BEBINCA | 11/06～11/07 | 中度 | -- | 970 | 33 | 200 | -- |
| 200101 | 西馬隆 | CIMARON | 05/11～05/13 | 輕度 | 8 | 990 | 23 | 150 | -- |
| 200102 | 奇比 | CHEBI | 06/22～06/24 | 中度 | 7 | 965 | 35 | 200 | -- |
| 200104 | 尤特 | UTOR | 07/03～07/05 | 中度 | 5 | 960 | 38 | 350 | -- |
| 200105 | 潭美 | TRAMI | 07/10～07/11 | 輕度 | 4 | 995 | 20 | 80 | -- |
| 200107 | 玉兔 | YUTU | 07/23～07/24 | 中度 | -- | 962 | 38 | 180 | -- |
| 200108 | 桃芝 | TORAJI | 07/28～07/31 | 中度 | 3 | 962 | 38 | 250 | -- |
| 200116 | 納莉 | NARI | 09/13～09/19 | 中度 | 特殊路徑 | 960 | 40 | 150 | -- |
| 200116 | 納莉 | NARI | 09/08～09/10 | 中度 | 特殊路徑 | 960 | 40 | 150 | -- |
| 200119 | 利奇馬 | LEKIMA | 09/23～09/28 | 中度 | 4 | 965 | 35 | 180 | -- |
| 200121 | 海燕 | HAIYAN | 10/15～10/16 | 中度 | -- | 965 | 35 | 250 | -- |
| 200205 | 雷馬遜 | RAMMASUN | 07/02～07/04 | 中度 | -- | 950 | 45 | 300 | -- |
| 200208 | 娜克莉 | NAKRI | 07/09～07/10 | 輕度 | 9 | 987 | 20 | 80 | -- |
| 200216 | 辛樂克 | SINLAKU | 09/04～09/08 | 中度 | 1 | 950 | 43 | 300 | -- |
| 200302 | 柯吉拉 | KUJIRA | 04/21～04/24 | 強烈 | -- | 925 | 51 | 300 | 120 |
| 200305 | 南卡 | NANGKA | 06/01～06/03 | 輕度 | -- | 990 | 23 | 100 | -- |
| 200306 | 蘇迪勒 | SOUDELOR | 06/16～06/18 | 中度 | -- | 960 | 40 | 200 | 50 |
| 200307 | 尹布都 | IMBUDO | 07/21～07/23 | 中度 | -- | 935 | 48 | 300 | 120 |
| 200309 | 莫拉克 | MORAKOT | 08/02～08/04 | 輕度 | 4 | 990 | 23 | 100 | -- |
| 200311 | 梵高 | VAMCO | 08/19～08/20 | 輕度 | -- | 998 | 18 | 100 | -- |
| 200312 | 柯羅旺 | KROVANH | 08/22～08/23 | 中度 | -- | 970 | 33 | 250 | 100 |
| 200313 | 杜鵑 | DUJUAN | 08/31～09/02 | 中度 | 5 | 950 | 43 | 250 | 100 |
| 200319 | 米勒 | MELOR | 11/02～11/03 | 輕度 | 8 | 975 | 30 | 180 | -- |
| 200404 | 康森 | CONSON | 06/07～06/09 | 中度 | -- | 970 | 33 | 150 | -- |
| 200407 | 敏督利 | MINDULLE | 06/28～07/03 | 中度 | 6 | 942 | 45 | 250 | 100 |
| 200409 | 康柏斯 | KOMPASU | 07/14～07/15 | 輕度 | -- | 995 | 20 | 100 | -- |
| 200413 | 蘭寧 | RANANIM | 08/10～08/13 | 中度 | -- | 955 | 40 | 250 | 100 |
| 200417 | 艾利 | AERE | 08/23～08/26 | 中度 | 1 | 960 | 48 | 200 | 50 |
| 200420 | 海馬 | HAIMA | 09/11～09/13 | 輕度 | 6 | 998 | 18 | 100 | -- |
| 200421 | 米雷 | MEARI | 09/26～09/27 | 中度 | -- | 940 | 45 | 200 | 80 |

資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 表 2-8(續)　1999 年至 2010 年侵臺颱風基本資訊一覽表

| 颱風編號 | 中文名稱 | 英文名稱 | 警報期間 | 強度 | 侵臺颱風路徑(九類) | 近中心最低氣壓(hPa) | 近中心最大風速(m/sec) | 七級風暴風半徑 | 十級風暴風半徑 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200424 | 納坦 | NOCK-TEN | 10/23～10/26 | 中度 | 6 | 945 | 43 | 250 | 100 |
| 200427 | 南瑪都 | NANMADOL | 12/03～12/04 | 中度 | 9 | 940 | 45 | 250 | 100 |
| 200505 | 海棠 | HAITANG | 07/16～07/20 | 強烈 | 3 | 912 | 55 | 280 | 120 |
| 200509 | 馬莎 | MATSA | 08/03～08/06 | 中度 | 1 | 955 | 40 | 250 | 80 |
| 200510 | 珊瑚 | SANVU | 08/11～08/13 | 輕度 | -- | 985 | 25 | 200 | -- |
| 200513 | 泰利 | TALIM | 08/30～09/01 | 強烈 | 3 | 920 | 53 | 250 | 100 |
| 200515 | 卡努 | KHANUN | 09/09～09/11 | 中度 | -- | 950 | 43 | 200 | 80 |
| 200518 | 丹瑞 | DAMREY | 09/21～09/23 | 中度 | -- | 955 | 40 | 200 | 50 |
| 200519 | 龍王 | LONGWANG | 09/30～10/03 | 強烈 | 3 | 925 | 51 | 200 | 80 |
| 200601 | 珍珠 | CHANCHU | 05/16～05/18 | 中度 | 9 | 943 | 45 | 300 | 100 |
| 200603 | 艾維尼 | EWINIAR | 07/07～07/09 | 中度 | -- | 925 | 51 | 300 | 100 |
| 200604 | 碧利斯 | BILIS | 07/12～07/15 | 輕度 | 2 | 978 | 25 | 300 | -- |
| 200605 | 凱米 | KAEMI | 07/23～07/26 | 中度 | 3 | 960 | 38 | 200 | 50 |
| 200608 | 桑美 | SAOMAI | 08/09～08/10 | 中度 | -- | 935 | 48 | 180 | 80 |
| 200609 | 寶發 | BOPHA | 08/07～08/09 | 輕度 | 4 | 985 | 25 | 120 | -- |
| 200613 | 珊珊 | SHANSHAN | 09/14～09/16 | 中度 | -- | 945 | 43 | 200 | 80 |
| 200706 | 帕布 | PABUK | 08/06～08/08 | 輕度 | 4 | 980 | 28 | 150 | -- |
| 200707 | 梧提 | WUTIP | 08/08～08/09 | 輕度 | 3 | 992 | 18 | 100 | -- |
| 200708 | 聖帕 | SEPAT | 08/16～08/19 | 強烈 | 3 | 920 | 53 | 250 | 100 |
| 200712 | 韋帕 | WIPHA | 09/17～09/19 | 中度 | 1 | 935 | 48 | 200 | 80 |
| 200715 | 柯羅莎 | KROSA | 10/04～10/07 | 強烈 | 2 | 925 | 51 | 300 | 120 |
| 200723 | 米塔 | MITAG | 11/26～11/27 | 中度 | -- | 955 | 40 | 200 | 80 |
| 200807 | 卡玫基 | KALMAEGI | 07/16～07/18 | 中度 | 2 | -- | 33 | 120 | 50 |
| 200808 | 鳳凰 | FUNG-WONG | 07/26～07/29 | 中度 | 3 | -- | 43 | 220 | 80 |
| 200812 | 如麗 | NURI | 08/19～08/21 | 中度 | -- | -- | 40 | 220 | 80 |
| 200813 | 辛樂克 | SINLAKU | 09/11～09/16 | 強烈 | 2 | -- | 51 | 250 | 100 |
| 200814 | 哈格比 | HAGUPIT | 09/21～09/23 | 中度 | -- | -- | 45 | 280 | 100 |
| 200815 | 薔蜜 | JANGMI | 09/26～09/29 | 強烈 | 2 | -- | 53 | 280 | 100 |
| 200903 | 蓮花 | LINFA | 06/19～06/22 | 輕度 | 9 | -- | 28 | 150 | -- |
| 200906 | 莫拉菲 | MOLAVE | 07/16～07/18 | 輕度 | -- | -- | 28 | 100 | -- |
| 200908 | 莫拉克 | MORAKOT | 08/05～08/10 | 中度 | 3 | -- | 40 | 250 | 100 |
| 200917 | 芭瑪 | PARMA | 10/03～10/06 | 中度 | 特殊路徑 | -- | 43 | 250 | 80 |
| 201006 | 萊羅克 | LIONROCK | 08/31～09/02 | 輕度 | 9 | 990 | 23 | 100 | -- |
| 201008 | 南修 | NAMTHEUN | 08/30～08/31 | 輕度 | -- | 995 | 18 | 80 | -- |
| 201010 | 莫蘭蒂 | MERANTI | 09/09～09/10 | 輕度 | -- | 990 | 23 | 100 | -- |
| 201011 | 凡那比 | FANAPI | 09/17～09/20 | 中度 | 4 | 940 | 45 | 200 | 80 |
| 201013 | 梅姬 | MEGI | 10/21～10/23 | 中度 | 9 | 935 | 48 | 250 | 100 |

資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

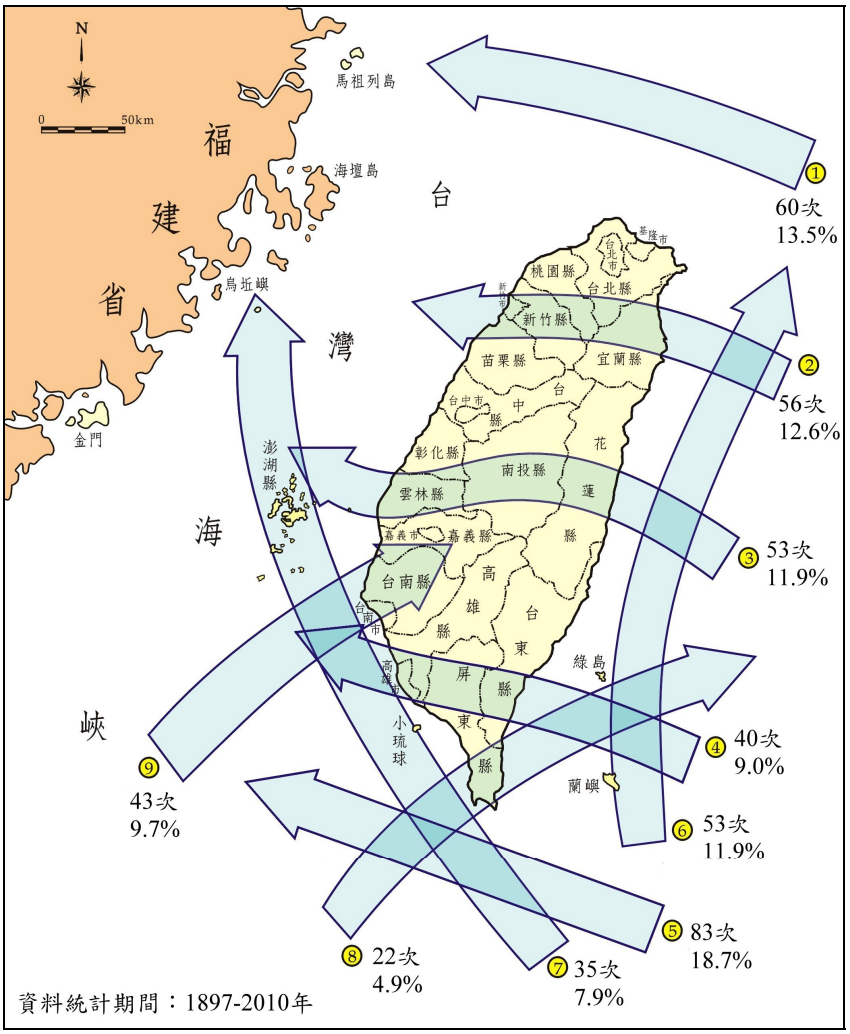



**圖 2-21　颱風路徑分類圖**

**表 2-9　1999 年至 2010 年期間颱風路徑分類統計表**

| 颱風路徑分類 | 發生次數 | 發生百分比 |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 5.3 % |
| 2 | 5 | 6.6 % |
| 3 | 10 | 13.2 % |
| 4 | 6 | 7.9 % |
| 5 | 3 | 3.9 % |
| 6 | 6 | 7.9 % |
| 7 | 2 | 2.6 % |
| 8 | 2 | 2.6 % |
| 9 | 6 | 7.9 % |
| 其他 | 32 | 42.1 % |
| 合計 | 76 | 100.0 % |

資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 1. 萊羅克颱風

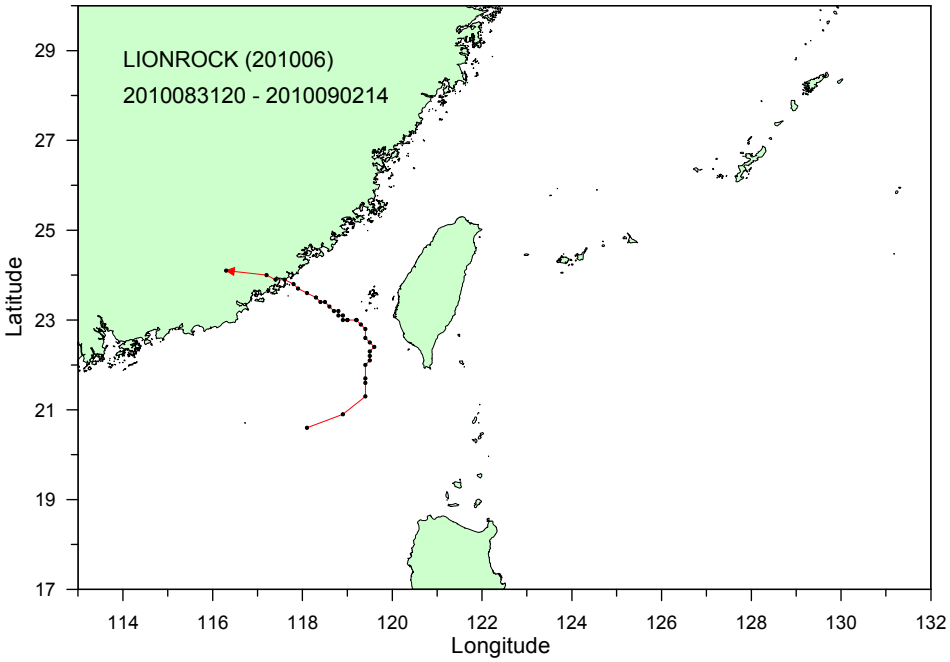



**圖 2-22　2010 年萊羅克颱風之路徑圖**

### 中央氣象局颱風警報發布概況

颱　風　名　稱：萊羅克(LIONROCK)
颱　風　編　號：1006
生　成　地　點：東沙島海面
侵(近)臺日期：2010 年 9 月 1 日
發　布　時　間：海上：8 月 31 日 20 時 30 分，陸上：9 月 1 日 2 時 30 分
解　除　時　間：海上：9 月 2 日 14 時 30 分，陸上：9 月 2 日 8 時 30 分
發　布　報　數：15
最　大　強　度：輕度
近中心最大風速：23.0 公尺/秒
侵臺路徑分類：9
登　陸　地　段：—
動　　態：生成後先向西北轉偏北方向移動，後因受到 8 號颱風南修影響，移動速度緩慢，31 日 20 時後速度加快並向東北轉北移動，9 月 1 日暴風圈接觸臺灣南部陸地後轉向偏西北移動，2 日 7 時左右由金門西南方進入福建。
災　　情：南部及東南部地區有輕微災情。
資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 2. 南修颱風

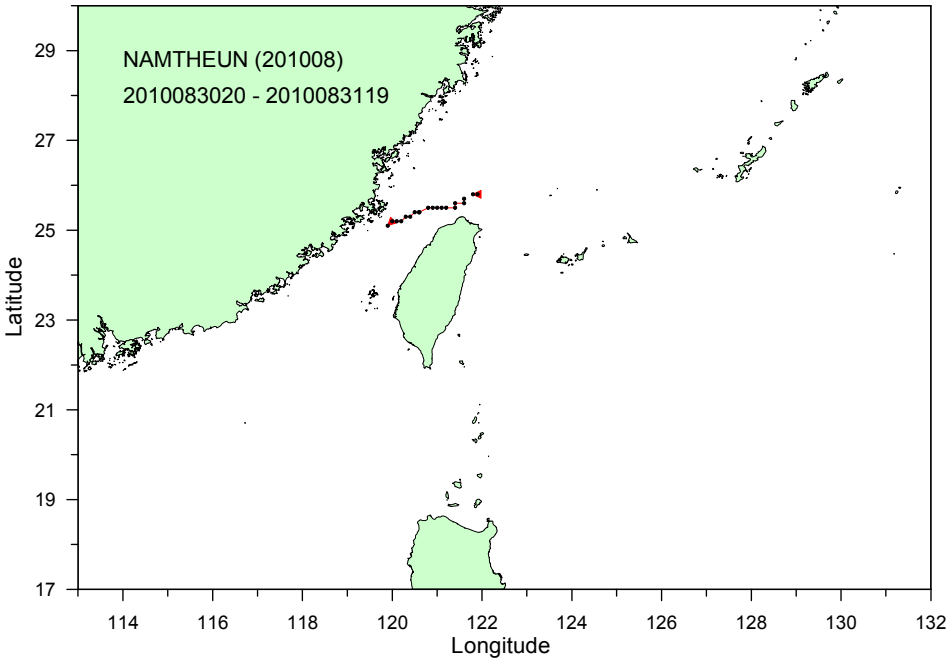



**圖 2-23　2010 年南修颱風之路徑圖**

### 中央氣象局颱風警報發布概況

颱　風　名　稱：南修(NAMTHEUN)
颱　風　編　號：1008
生　成　地　點：台灣北部海面
侵(近)臺日期：2010 年 8 月 31 日
發　布　時　間：海上：8 月 30 日 22 時 30 分，陸上：8 月 30 日 22 時 30 分
解　除　時　間：海上：8 月 31 日 20 時 30 分，陸上：8 月 31 日 20 時 30 分
發　布　報　數：9
最　大　強　度：輕度
近中心最大風速：18.0 公尺/秒
侵臺路徑分類：—
登　陸　地　段：—
動　　態：生成後向西緩慢移動，後因受到 6 號颱風萊羅克影響，逐漸轉向西南西移動，進入臺灣海峽後減弱為熱帶性低氣壓。
災　　情：未有重大災情發生。
資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 3. 莫蘭蒂颱風

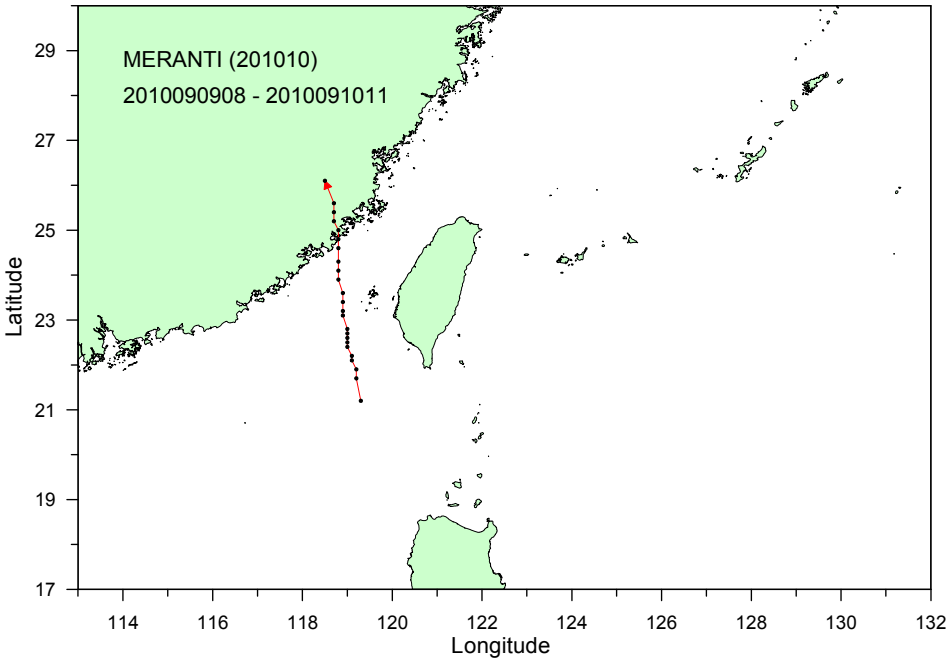



**圖 2-24　2010 年莫蘭蒂颱風之路徑圖**

### 中央氣象局颱風警報發布概況

颱　風　名　稱：莫蘭蒂(MERANTI)
颱　風　編　號：1010
生　成　地　點：巴士海峽
侵(近)臺日期：2010 年 9 月 9 日
發　布　時　間：海上：9 月 9 日 10 時 0 分，陸上：9 月 9 日 11 時 30 分
解　除　時　間：海上：9 月 10 日 11 時 30 分，陸上：9 月 10 日 8 時 30 分
發　布　報　數：10
最　大　強　度：輕度
近中心最大風速：23.0 公尺/秒
侵臺路徑分類：－
登　陸　地　段：－
動　　態：生成後偏北移動，10 日 4 時左右由福建進入大陸。
災　　情：未有重大災情發生。
資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 4. 凡那比颱風

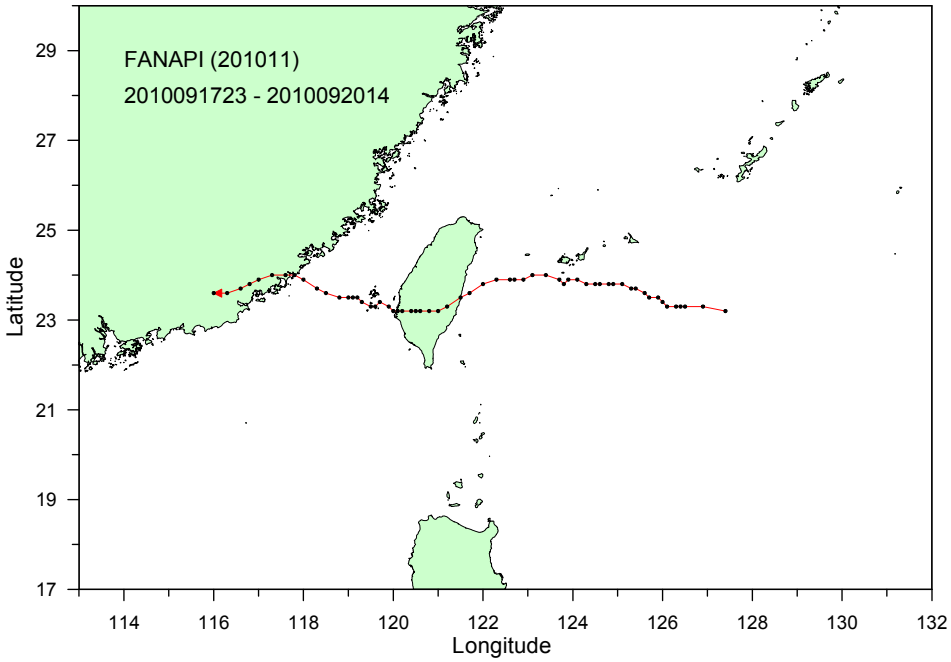



**圖 2-25　2010 年凡那比颱風之路徑圖**

### 中央氣象局颱風警報發布概況

颱　風　名　稱：凡那比(FANAPI)
颱　風　編　號：1011
生　成　地　點：琉球南方海面
侵(近)臺日期：2010 年 9 月 19 日
發　布　時　間：海上：9 月 17 日 23 時 30 分，陸上：9 月 18 日 5 時 30 分
解　除　時　間：海上：9 月 20 日 14 時 30 分，陸上：9 月 20 日 14 時 30 分
發　布　報　數：22
最　大　強　度：中度
近中心最大風速：45.0 公尺/秒
侵臺路徑分類：4
登　陸　地　段：花蓮豐濱
動　　態：生成後向東北緩慢移動，增強為中度颱風後緩慢向北轉北北西移動，之後轉為偏西移動，暴風圈接觸台灣陸地後逐漸轉向西南西至西南方向移動，19 日 8 時 40 分在花蓮縣豐濱鄉附近登陸，18 時左右由臺南附近進入臺灣海峽，20 日 7 時左右由福建進入大陸。
災　　情：受颱風影響，南部、東部地區降下豪雨，造成臺南、高雄及屏東等地區淹水，部分地區鐵、公路交通受阻。

資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 5. 梅姬颱風

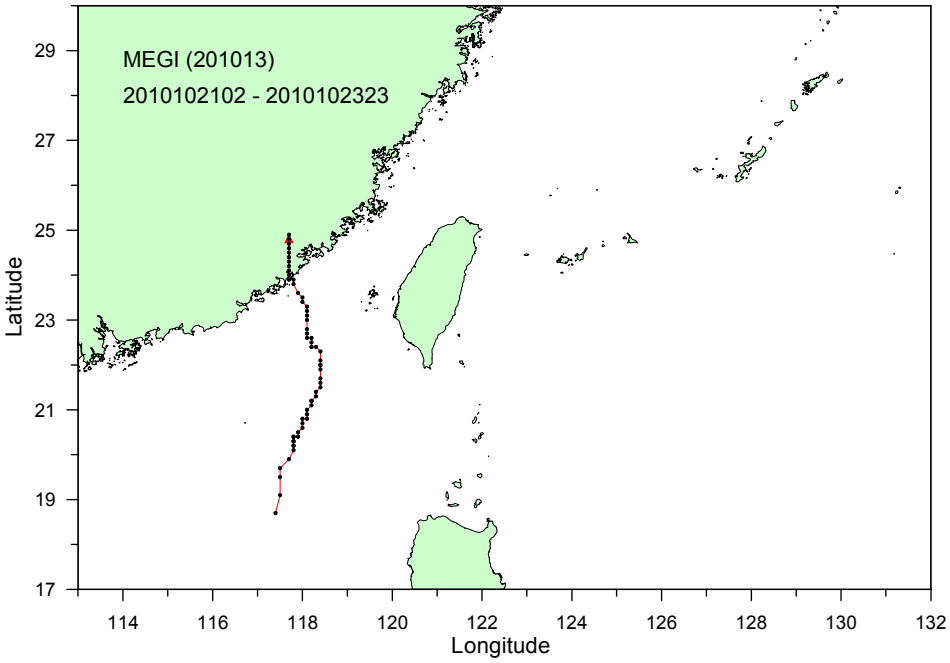



**圖 2-26　2010 年梅姬颱風之路徑圖**

### 中央氣象局颱風警報發布概況

颱　風　名　稱：梅姬(MEGI)
颱　風　編　號：1013
生　成　地　點：關島西南西方海面
侵(近)臺日期：2010 年 10 月 22 日
發　布　時　間：海上：10 月 21 日 2 時 30 分，陸上：10 月 21 日 17 時 30 分
解　除　時　間：海上：10 月 23 日 23 時 30 分，陸上：10 月 23 日 23 時 30 分
發　布　報　數：24
最　大　強　度：中度
近中心最大風速：48.0 公尺/秒
侵臺路徑分類：9
登　陸　地　段：－
動　　態：生成後先向西北轉西北西方向移動，強度逐漸增為強烈颱風之後由西轉西南西方向，穿過呂宋島後減弱為中度颱風並逐漸由西北西轉向偏北移動，進入臺灣海峽後轉向北北西移動，23 日 13 時 10 分左右由福建進入大陸。
災　　情：受東北季風及颱風影響，北臺灣降下豪雨，造成宜蘭地區淹水、土石流及蘇花公路多處坍方等嚴重災情。

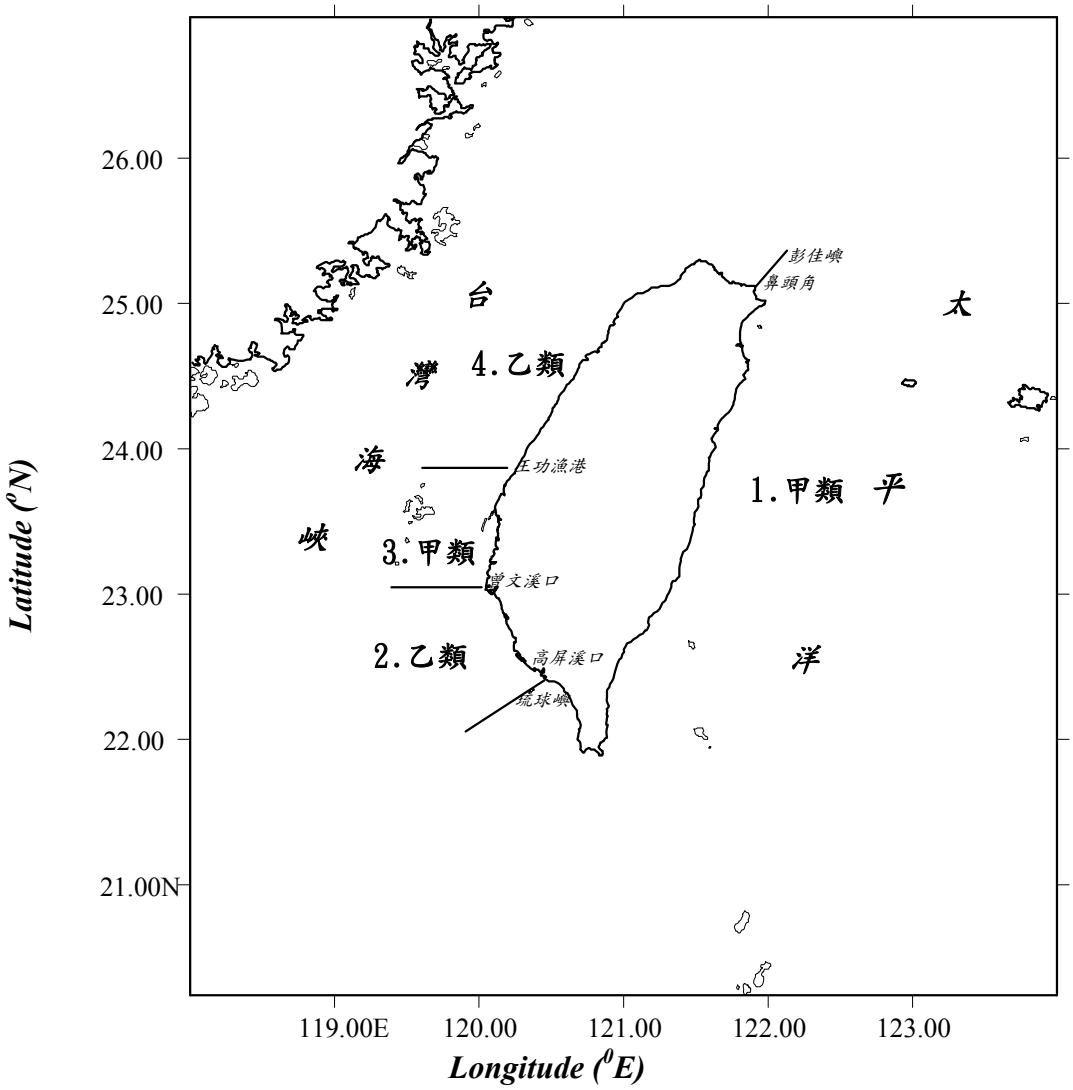
資料來源：中央氣象局，http://www.cwb.gov.tw/

## 2.5 海域水質

臺中港海域水質調查參考資料，包括民國 78 年臺中港工業區開發時的環境調查、民國 79 年環保署港灣污染整治規劃之調查、台電公司「臺中發電廠環境監測報告」(2002)、行政院環保署於 1995~2010 年辦理之「臺灣北部、中部、南部海域水質監測現況」、以及港務局進行「臺中港港口第二期擴建工程計畫環境監測」(1999)、「南填方區(I)圍堤及航道浚深拓寬工程環境監測」(1999)、「臺中港區環境調查監測分析」(1996~2009)以及中興公司「海渡火力發電廠開發計畫環境影響評估」(1999)，茲將調查成果摘要說明如下:

### 2.5.1 臺中港外海水質

由圖 2-27 臺灣地區沿海水域水體分類圖可知，臺中海域屬於王功漁港向西延伸至鼻頭角向澎佳嶼延伸線間之乙類海域。依民國 90 年 12 月 26 日修正發布之「海域環境分類及海洋環境品質標準」，乙類海域水體水質標準詳如表 2-10 所示。根據行政院環保署於 1995~2000 年辦理之「臺灣北部、中部、南部海域水質監測現況」水質調查結果統計(表 2-11)顯示，中部海域大多符合乙類海域水質標準。整體而言，此海域水體環境品質尚佳，除水溫呈季節性變化外，其餘各項目平均值變化均不大，亦無季節性變化。




| 海　　域　　範　　圍 | 水體分類 |
|---|---|
| 鼻頭角向彭佳嶼延伸至高屏溪口向琉球嶼延伸線間海域 | 甲 |
| 高屏溪口向琉球嶼延伸至曾文溪口向西延伸線間海域 | 乙 |
| 曾文溪口向西延伸線至王功漁港向西延伸線間海域 | 甲 |
| 王功漁港向西延伸線至鼻頭角向彭佳嶼延伸線間海域 | 乙 |
| 澎湖島海域 | 甲 |
| 備註：在右列之一海域水體內之河川、區域排水出海口或廢水管線排放口出口半徑二公里之範圍內之水體得列為次一級之水體。 | |

(中華民國九十年十二月月二十六日(九０)環署水字第００八一七五０號公告)

**圖 2-27　臺灣沿海海域水體分類圖**

# 表 2-10　地面水體分類及水質標準

地面水體分類及水質標準：行政院環境保護署 87.01.21，環署水字第 02599 號(87.6.24 增修訂)
海域環境分類及海洋環境品質標準：行政院環境保護署 90.12.26，環署水字第0081750號

| 水體分類基準值[1] / 水質項目 | | 甲類 | | 乙類 | | 丙類 | | 丁類 | 戊類 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 河川湖泊 | 海域 | 河川湖泊 | 海域 | 河川湖泊 | 海域 | 河川湖泊 | 河川湖泊 |
| 保護生活環境相關環境基準 | | | | | | | | | |
| pH 值 | | 6.5-8.5 | 7.5-8.5 | 6.0-9.0 | 7.5-8.5 | 6.0-9.0 | 7.0-8.5 | 6.0-9.0 | 6.0-9.0 |
| 溶氧 | | ≥6.5 | ≥5.0 | ≥5.5 | ≥5.0 | ≥4.5 | ≥2.0 | ≥3.0 | ≥2.0 |
| 大腸桿菌群 | | ≤50 | ≤1,000 | ≤5,000 | -- | ≤10,000 | -- | -- | -- |
| 生化需氧量 | | ≤1.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | ≤3.0 | ≤4.0 | ≤6.0 | -- | -- |
| 懸浮固體 | | ≤25 | -- | ≤25 | -- | ≤40 | -- | ≤100 | 無飄浮物且無油脂 |
| 氨氮 | | ≤0.1 | ≤0.3 | ≤0.3 | -- | ≤0.3 | -- | -- | -- |
| 總磷 | | ≤0.02 | ≤0.05 | ≤0.05 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 氰化物 | | -- | ≤0.01 | -- | ≤0.01 | -- | ≤0.02 | -- | -- |
| 酚類 | | -- | ≤0.01 | -- | ≤0.01 | -- | ≤0.01 | -- | -- |
| 礦物性油脂 | | -- | ≤2.0 | -- | ≤2.0 | -- | -- | -- | -- |
| 保護人體健康相關環境基準 | | 水質項目 | | | | | | | |
| 重金屬 | 鎘 | ≤0.01 | | | | | | | |
| | 鉛 | ≤0.1 | | | | | | | |
| | 鉻(六價) | ≤0.05 | | | | | | | |
| | 砷 | ≤0.05 | | | | | | | |
| | 汞 | ≤0.002 | | | | | | | |
| | 硒 | ≤0.05 | | | | | | | |
| | 銅 | ≤0.03 | | | | | | | |
| | 鋅 | ≤0.5 | | | | | | | |
| | 錳 | ≤0.05 | | | | | | | |
| | 銀 | ≤0.05 | | | | | | | |
| 農藥 | 有機磷劑+氨基甲酸鹽[2] | ≤0.1 | | | | | | | |
| | 安特靈 | ≤0.0002 | | | | | | | |
| | 靈丹 | ≤0.004 | | | | | | | |
| | 毒殺芬 | ≤0.005 | | | | | | | |
| | 安殺番 | ≤0.003 | | | | | | | |
| | 飛佈達及其衍生物(Heptachlor, Heptachlor epoxide) | ≤0.001 | | | | | | | |
| | 滴滴涕及其衍生物(DDT, DDD, DDE) | ≤0.001 | | | | | | | |
| | 阿特靈、地特靈 | ≤0.003 | | | | | | | |
| | 五氯酚及其鹽類 | ≤0.005 | | | | | | | |
| | 除草劑[3] | ≤0.1 | | | | | | | |

備註：整理自地面水體分類及水質標準(87.06.24.修正)與海域環境分類及海洋環境品質標準(90.12.26.訂定)

1.保護人體健康相關環境基準值係以對人體具有累積性危害之物質，具體標示其基準值。

2.基準值以最大容許值表示。

3.全部公共水域一律適用。

4.其他有害水質之農藥，其容許量由中央主管機關增訂公告之。

附註：(1)各水質項目之單位：pH 值無單位，大腸桿菌群 CFU／100 mL，其餘均為 mg/L。

(2)有機磷質係指巴拉松、大利松、達馬松、亞素靈、一品松，氨基甲酸鹽係指滅必蝨、加保扶、納乃得。

(3)除草劑係指丁基拉草、巴拉刈、2,4-地。

## 表 2-11　臺灣北、中、南部海域水質調查統計表

| 海域<br>調查項目 | 北部(含宜蘭海域)<br>宜蘭(87 年 3 月~89 年 3 月)<br>北部(87 年 12 月~88 年 11 月) | | 中部<br>中部沿海海域<br>(84 年 8 月 ~89 年 3 月) | | 南部<br>南部沿海海域<br>(86 年 9 月 ~89 年 5 月) | | 全部<br>(84 年 8 月 ~89 年 5 月) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 測值範圍 | 合格/樣品數 | 測值範圍 | 合格/樣品數 | 測值範圍 | 合格/樣品數 | 測值範圍 | 合格/樣品數 |
| 酸鹼值 | 7.34~9.0 | 256/260<br>(98.5%) | 7.85~8.40 | 492/492<br>(100%) | 7.3~8.56 | 350/352<br>(99.4%) | 7.3~9.0 | 1098/1104<br>(99.5%) |
| 溶氧<br>(mg/L) | 3.63~ | 162/164<br>(98.8%) | 2.56~9.46 | 489/492<br>(99.4%) | 0~12.9 | 329/352<br>(93.5%) | 0~12.9 | 980/1008<br>(97.2%) |
| BOD<br>(mg/L) | ND~3.2 | 47/48<br>(97.9%) | ND~5.8 | 455/492<br>(92.5%) | ND~14.5 | 302/352<br>(85.8%) | ND~14.5 | 804/892<br>(90.1%) |
| 大腸桿菌<br>(CFU/100mL) | 0~ | 113/116<br>(97.4%) | 0~24000 | 483/492<br>(98.2%) | 0~200000 | 350/352<br>(99.4%) | 0~200000 | 946/960<br>(98.5%) |
| 銅<br>(μg/L) | ND~26 | 80/80<br>(100%) | <0.5~12.6 | 378/378<br>(100%) | ND~1614.3 | 316~352<br>(89.8%) | ND~1614.3 | 774/810<br>(95.6%) |
| 鋅<br>(μg/L) | ND | 77/80<br>(98.8%) | ND~60.7 | 376/378<br>(99.5%) | ND~95.1 | 344/352<br>(97.7%) | ND~126.2 | 797/810<br>(95.6%) |
| 鉛<br>(μg/L) | ND~44.4 | 80/80<br>(100%) | ND~55 | 360/360<br>(100%) | ND~55 | 352/352<br>(100%) | ND~55 | 792/792<br>(100%) |
| 鎘<br>(μg/L) | ND~26.3 | 79/80<br>(98.8%) | ND~2.3 | 360/360<br>(100%) | ND~26.3 | 352/352<br>(100%) | ND~26.3 | 791/792<br>(99.9%) |
| 鉻<br>(μg/L) | — | 48/48<br>(100%) | ND~1.6 | 360/360<br>(100%) | ND~10.3 | 352/352<br>(100%) | ND~10.3 | 760/760<br>(100%) |
| 汞<br>(μg/L) | ND~2.08 | 79/80<br>(98.8%) | ND~19.0 | 350/360<br>(97.2%) | ND~19.0 | 310/352<br>(88.1%) | ND~19.0 | 739/793<br>(93.3%) |
| 砷<br>(μg/L) | ND~4.4 | 80/80<br>(100%) | <0.5~8.0 | 360/360<br>(100%) | ND~9.0 | 352/352<br>(100%) | ND~9.0 | 792/792<br>(100%) |
| 硒<br>(μg/L) | — | — | — | — | ND~3.6 | 102/102<br>(100%) | ND~3.6 | 102/102<br>(100%) |
| 全部 | 1101/1116<br>(98.7%) | | 4463/4524<br>(98.7%) | | 3811/3974<br>(95.9%) | | 9375/9614<br>(97.5%) | |

註：1.雖宜蘭沿海海域監測期與北部沿海海域不同，為了瞭解整個北部海域的海水現況，將其併入北部中討論。
2.—：表未檢測
3.ND 表低於其檢測極限

依據環保署 96 與 99 年度環境水質監測年報中可知，96 年度臺灣近海 19 處海域(104 個測站)的水質監測結果，以海域環境分類與海洋環境品質標準相關的監測項目：pH、溶氧量、鉛、銅、汞、鋅、鎘等 7 個水質監測項目計算其合格率，總合格率為 99.9%。以各監測項目分析比較，96 年度沿海海域水質的 pH 值合格率為 99.3%；溶氧量合格率

為 100%，重金屬部分包括鎘、銅、鉛、鋅與汞等項目的合格率均為100%。整體而言，96 年度海域水質狀況普遍良好，其中不合格之項目為 pH，出現於高屏溪口與大鵬灣沿海，而中部海域均能符合標準。而97 年的 7 個水質監測項目分析結果顯示，其總合格率為 99.9%，同樣仍以高屏溪口沿海海之東港溪出海口 pH 略偏低(97 年第 4 季，pH：7.4)未能符合。

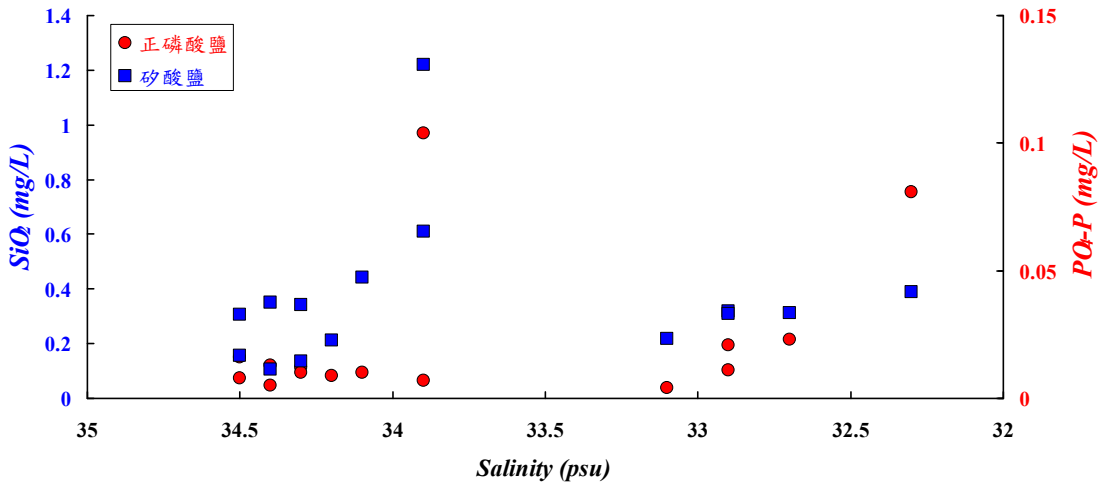
而 98 年總達成率為 99.9%，其中 pH 值達成率為 99.8%；溶氧量達成率為 99.5%，重金屬部分包括鎘、銅、鉛、鋅與汞等項目的達成率均為 100%。98 年之全年達成率與 95 年至 97 年維持相同，皆為 99.9 %。其中臺中港沿海於 98 年 4 季次之海洋環境品質標準達成率為 100 %，全國僅高屏溪口出海口於第 3 季與第 4 季溶氧略低(DO：4.0, 4.2 mg/L)；以及大鵬灣內於第 2 季 pH 值偏高(pH：8.7)而不符標準。整體而言，98 年海域水質狀況普遍良好。

99 年度各季海域水質監測結果顯示，第 1 季至第 4 季海域水質監測成果資料分析，在全台灣近海 104 處海域測站中，就所監測項目與海域環境分類及海洋環境品質標準相關的 pH、溶氧量、鉛、銅、汞、鋅、鎘等 7 項參數加以比較，全部項目之整體合格率達 99.9%，海域水質狀況普遍良好；其中 99 年度台灣沿海區域 pH 監測結果介於 7.6 至 8.4；溶氧量的監測結果介於 4.7 至 10.6 mg/L；重金屬鎘的監測結果介於 ND 至 0.0002 mg/L；重金屬鉛的監測結果介於 ND 至 0.0037mg/L；重金屬汞的監測結果介於 ND 至 0.0008 mg/L；重金屬銅的監測結果介於 ND 至 0.0085 mg/L；重金屬鋅的監測結果介於 ND 至 0.0226 mg/L，本年度除了溶氧量的合格率為 99.5%之外(二仁溪口及東港溪出海口溶氧量不符合其所屬的水體分類水質標準)，其他各監測項目的合格率皆為 100.0%。

由環保署於臺中港沿海設置之 5 處海域水質測站，歷次之水質監測結果顯示(民國 86 年 7 月至 99 年 12 月)，其 pH 均能符合其所屬之乙類海域水質標準，溶氧量亦可符合標準。而早期(86 年 7 月至 90 年 9 月)

總磷於臺中港沿海一與沿海二測站曾高於參考之甲類海域標準(乙類無標準)，氨氮(94 年 3 月至 99 年 12 月)則均能符合參考之甲類標準。重金屬方面臺中港沿海二曾出現 1 次銅略高於海域標準外，其餘均能符合標準。此外，歷年曾多次出現正磷酸鹽偏高且高於總磷標準之情形。

而環保署於 100 年度 3 月及 5 月與 8 月之臺中港沿海 5 測站監測結果(表 2-12)於一般水文方面(水溫、鹽度、酸鹼度與溶氧量)均無異常，酸鹼度變化不大，介於 8.1～8.2 之間，溶氧量則介於 6.2～8.8 mg/L，均可符合乙類海域水質標準。懸浮固體物濃度亦無異常，介於<2.0～7.9 mg/L 之間；營養鹽方面其氨氮介於<0.01～0.19 mg/L，無異常且可符合參考之甲類海水標準(乙類海域無標準)，磷方面正磷酸鹽於 3 月採樣時，其大肚溪口外 4 海浬處(測值 0.104 mg/L)有略微偏高且超出參考之甲類海水標準(乙類海域無標準)之情形，由該處鹽度略微偏低且矽酸鹽濃度相對其他測站為最高顯示，採樣當時該處表層海水可能受到來自大肚溪河水的影響，導致正磷酸鹽略微升高(圖 2-28)，8 月於大安溪口亦出現正磷酸鹽略高。重金屬方面於銅、鎘、鉛、鋅、鉻與汞方面皆無異常且均能符合海域水質標準。




資料來源：行政院環保署「臺灣北部、中部、南部海域水質監測現況」

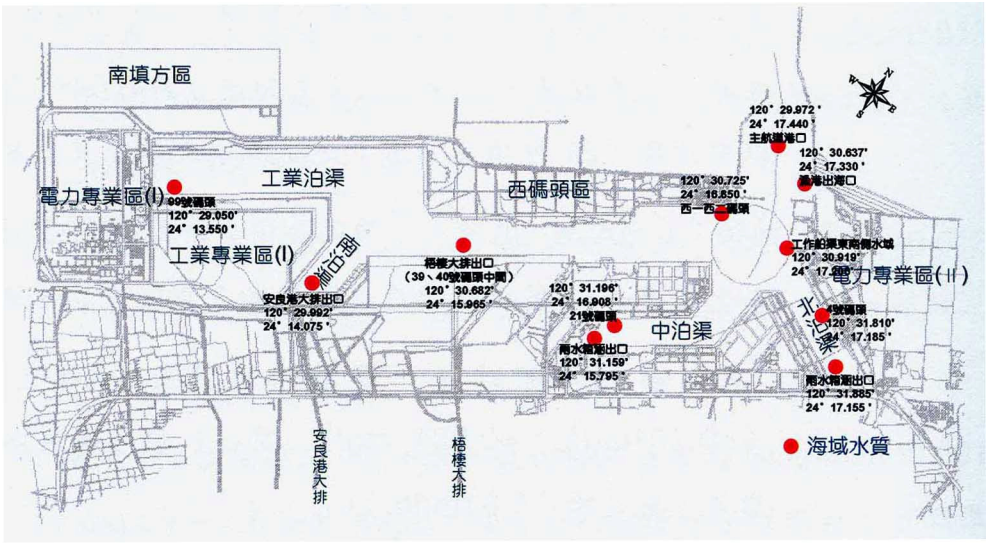
**圖 2-28　2011 年臺中港沿海環保署測站水質矽酸鹽與正磷酸鹽對鹽度分布圖(資料來源：環保署水體資料庫)**

# 表 2-12　臺中沿海 2011 年海域水質檢測結果(環保署水體品質資料庫)

| 測站名稱 | 採樣日期 | 時間<br>時:分 | 採樣深度<br>(m) | 氣溫<br>(℃) | 水溫<br>(℃) | 鹽度<br>(psu) | 酸鹼值 | 溶氧(電極法)<br>(mg/L) | 懸浮固體<br>(mg/L) | 葉綠素a<br>(μg/L) | 硝酸鹽氮<br>(mg/L) | 亞硝酸鹽氮<br>(mg/L) | 正磷酸鹽<br>(mg/L) | 氨氮<br>(mg/L) | 矽酸鹽<br>(mg/L) | 鎘<br>(mg/L) | 鉻<br>(mg/L) | 銅<br>(mg/L) | 鉛<br>(mg/L) | 鋅<br>(mg/L) | 汞<br>(mg/L) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 大安溪口 | 2011/3/14 | 12:48 | 1 | 21.0 | 24.2 | 34.4 | 8.2 | 7.1 | <2.0 | 0.6 | 0.01 | 0.002 | 0.013 | 0.01 | 0.350 | 0.00002 | <0.001 | 0.0007 | 0.0001 | 0.0025 | <0.0003 |
| 臺中港沿海一 | | 12:07 | 1 | 20.2 | 24.6 | 34.3 | 8.2 | 7.0 | <2.0 | 0.6 | <0.01 | 0.002 | 0.010 | <0.01 | 0.342 | 0.00002 | <0.001 | 0.0011 | 0.0001 | 0.0023 | <0.0003 |
| 臺中港沿海二 | | 11:48 | 1 | 19.6 | 23.4 | 34.1 | 8.2 | 7.2 | <2.0 | 1.1 | 0.02 | 0.005 | 0.010 | 0.01 | 0.442 | 0.00001 | <0.001 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0016 | <0.0003 |
| 大肚溪口 | | 11:19 | 1 | 19.2 | 23.2 | 33.9 | 8.2 | 7.3 | <2.0 | 1.0 | 0.05 | 0.010 | 0.007 | 0.04 | 0.610 | 0.00001 | <0.001 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0019 | <0.0003 |
| 大肚溪口外 4 海浬 | | 11:00 | 1 | 19 | 23.2 | 33.9 | 8.2 | 7.2 | 2.0 | 1.2 | 0.16 | 0.031 | ***0.104*** | 0.19 | 1.22 | 0.00003 | <0.001 | 0.0005 | 0.0003 | 0.0027 | <0.0003 |
| 大安溪口 | 2011/5/17 | 08:10 | 1 | 25.9 | 25.2 | 34.5 | 8.1 | 8.0 | 2.3 | 3.3 | <0.001 | <0.001 | 0.016 | 0.12 | 0.156 | 0.00001 | <0.001 | 0.0003 | 0.0001 | 0.001 | <0.0003 |
| 臺中港沿海一 | | 07:19 | 1 | 25.4 | 25.9 | 34.2 | 8.1 | 8.8 | <2.0 | 4.5 | 0.05 | 0.002 | 0.009 | 0.01 | 0.212 | 0.00002 | <0.001 | 0.0003 | <0.0001 | 0.0015 | <0.0003 |
| 臺中港沿海二 | | 07:03 | 1 | 25.2 | 25.5 | 34.4 | 8.1 | 8.7 | <2.0 | 4.1 | 0.02 | 0.001 | 0.005 | 0.02 | 0.105 | 0.00002 | <0.001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0015 | <0.0003 |
| 大肚溪口 | | 10:37 | 1 | 24.1 | 25.8 | 34.3 | 8.2 | 8.1 | 7.5 | 7.7 | 0.04 | 0.002 | 0.012 | 0.03 | 0.136 | 0.00002 | <0.001 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0016 | <0.0003 |
| 大肚溪口外 4 海浬 | | 10:19 | 1 | 24.1 | 25.1 | 34.5 | 8.2 | 8.0 | 5.0 | 4.7 | 0.01 | <0.001 | 0.008 | 0.02 | 0.306 | 0.00002 | <0.001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0013 | <0.0003 |
| 大安溪口 | 2011/8/16 | 09:00 | 1 | 25.9 | 30.5 | 32.3 | 8.1 | 6.2 | 5.1 | 3.8 | 0.04 | 0.003 | ***0.081*** | 0.03 | 0.388 | 0.00002 | <0.001 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0016 | <0.0003 |
| 臺中港沿海一 | | 08:14 | 1 | 25.4 | 30.1 | 32.9 | 8.1 | 6.2 | 2.9 | 3.1 | 0.03 | 0.003 | 0.011 | 0.03 | 0.318 | 0.00003 | <0.001 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0016 | <0.0003 |
| 臺中港沿海二 | | 07:59 | 1 | 25.2 | 30.1 | 33.1 | 8.1 | 6.3 | 2.3 | 1.3 | 0.01 | 0.002 | 0.004 | 0.02 | 0.218 | 0.00002 | <0.001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.001 | <0.0003 |
| 大肚溪口 | | 11:20 | 1 | 24.1 | 30.4 | 32.9 | 8.1 | 6.2 | 6.4 | 2.2 | 0.02 | 0.003 | 0.021 | 0.04 | 0.310 | 0.00002 | <0.001 | 0.0004 | 0.0005 | 0.0017 | <0.0003 |
| 大肚溪口外 4 海浬 | | 10:56 | 1 | 24.1 | 30.3 | 32.7 | 8.1 | 6.4 | 3.6 | 1.5 | 0.02 | 0.003 | 0.023 | 0.04 | 0.311 | 0.00002 | <0.001 | 0.0004 | 0.0007 | 0.0057 | <0.0003 |

### 2.5.2 臺中港港內水質

臺中港務局自民國 85 年起即委託檢測公司按季進行港區、以及上游各大、中排水路持續進行水質監測，依據「臺中港區環境調查監測分析」歷年報告(民國 85 年至民國 99 年)，各測站相關之監測位置如圖 2-29 所示。以下分別討論在各測站量測所得溶氧、生化需氧量、大腸菌、總磷、氨氮及懸浮固體等之濃度變化情形。




資料來源：臺中港務局「97 年度臺中港區環境調查監測分析」

**圖 2-29　臺中港港內海域水質監測點位圖**

## 1. 溶氧(DO)

圖 2-30 顯示各測站溶氧(DO)歷年監測結果。其中西碼頭港口(西一、西二)、中泊渠(21 號碼頭)、工業泊渠(99 號碼頭)、梧棲大排出口與安良港大排出口於 86～93 年調查期間皆曾出現不符合乙類海域水體水質標準之情形。惟自 95 年起，各測站溶氧監測值已多能符合乙類海域水體水質標準(≧5.0 mg/L)，溶氧約在 6.0~8.0 mg/L 間。

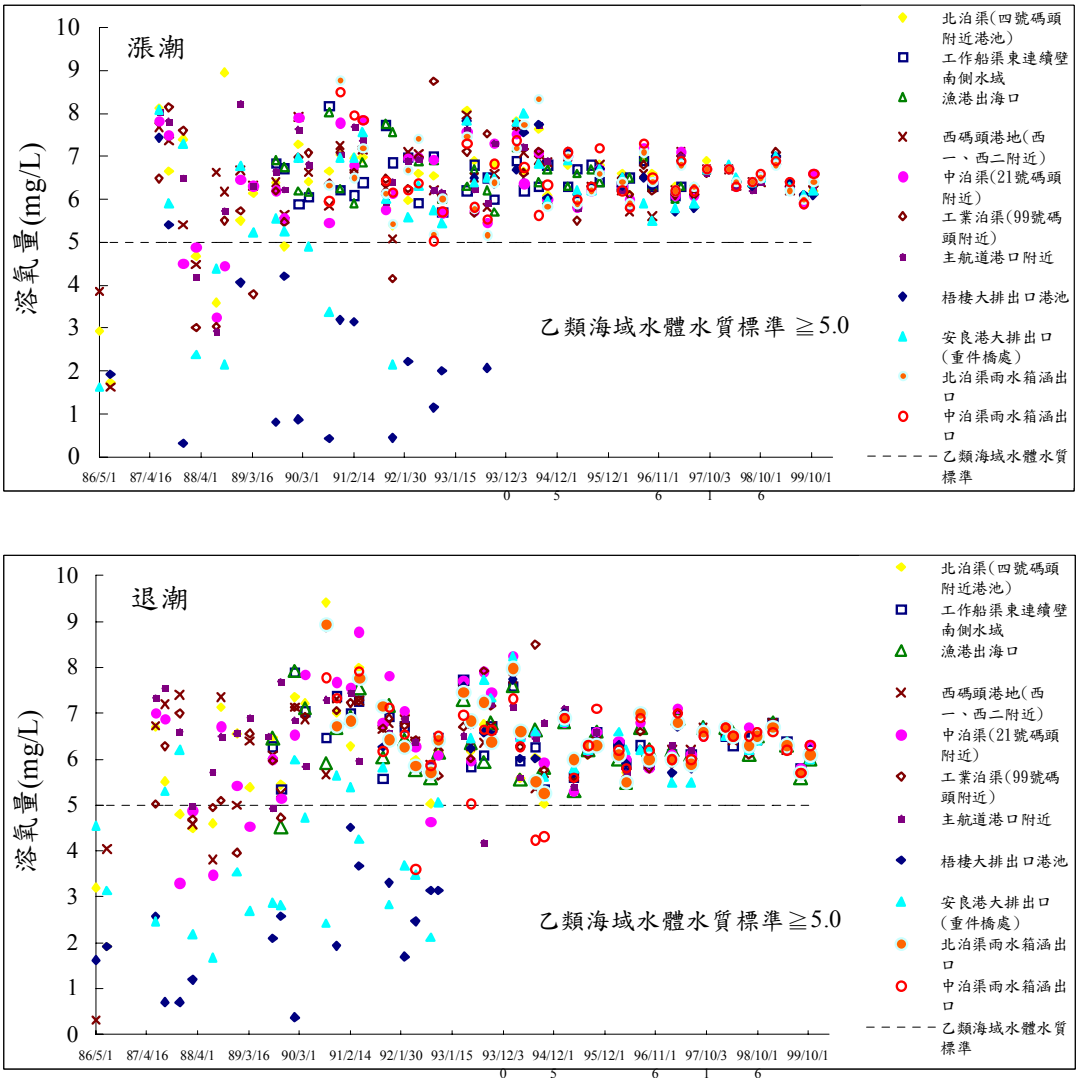



**圖 2-30　臺中港港內歷年溶氧量監測值**

## 2. 生化需氧量(BOD)

圖 2-31 顯示各測站生化需氧量(BOD)歷年監測結果。於 86～94 年調查期間，各測站生化需氧量測值大多無法符合乙類海域水體水質標準(≦3.0 mg/L)，尤以安良港大排出口與梧棲大排出口此二區域之生化需氧量測值相較高於其他區域，並曾於 88 年 12 月測得最高值 56.3 mg/L，此測值已超出乙類海域水體上限 19 倍，顯示此二區域水體中有機污染物濃度較高，需要消化污染物之需氧量多，水域中有機污染嚴重。自 95 年起，各測站生化需氧量超標之現象已明顯改善，各測站生化需氧量多數能符合乙類海域水體水質標準，且大多為<2.0 mg/L 測值。

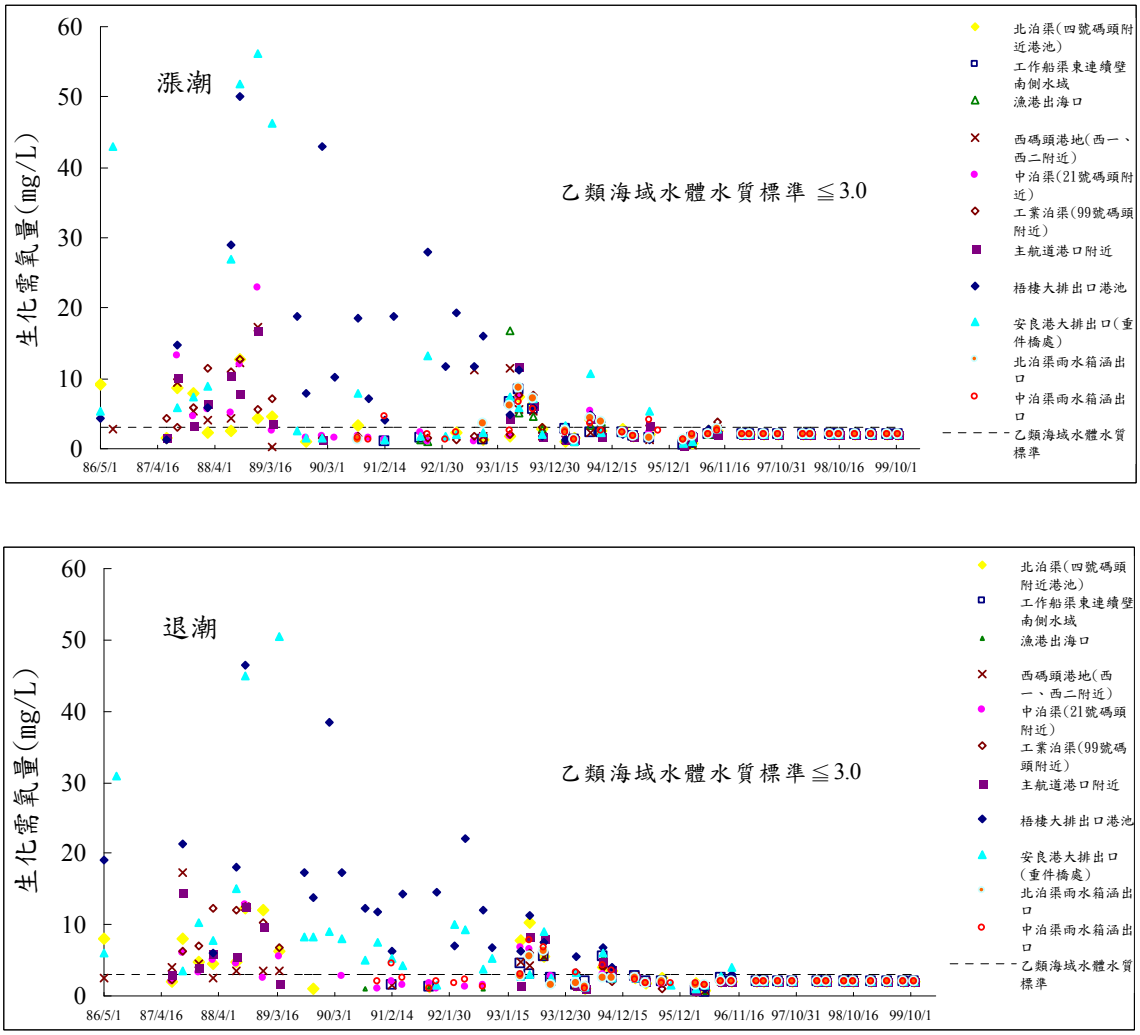



**圖 2-31　臺中港港內歷年生化需氧量監測值**

### 3. 大腸桿菌群

圖 2-32 顯示各測站大腸桿菌群歷年監測結果。比較各測站大腸桿菌群監測結果，以梧棲大排出口及安良港大排出口大腸桿菌群監測值明顯偏高，因海域之大腸桿菌群並無訂立乙類標準，若以海域最高標準(甲類)衡量，於 86~93 年梧棲大排出口及安良港大排出口此二區域大腸桿菌群皆大幅超出甲類海域水質標準(1000 CFU/100 mL)，顯示海水大腸桿菌群多源自於陸域水質帶入，整體水質最差。自 97 年起，各測站大腸桿菌群測值介於<10~370 CFU/100 mL，皆符合海域水質標準。

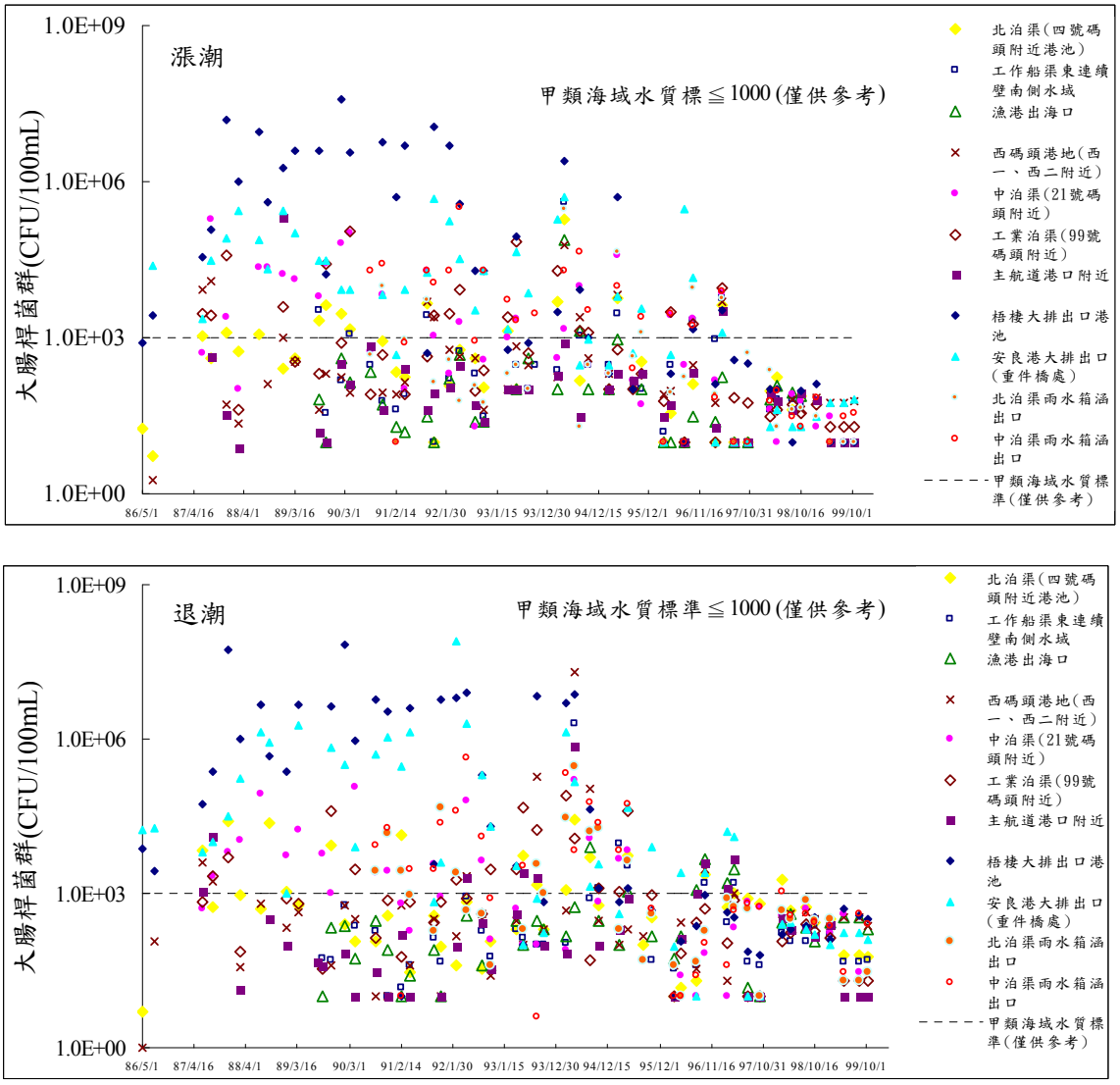



**圖 2-32　臺中港港內歷年大腸桿菌群監測值**

## 4. 氨氮

圖 2-33 顯示各測站氨氮歷年監測結果。各測站氨氮濃度以梧棲大排出口為最高，安良港大排出口次之，梧棲大排出口歷年漲退潮氨氮濃度約在 0.05～20.26 mg/L 間；安良港大排出口漲退潮氨氮濃度約在 0.05～5.3 mg/L 間，遠高於其他測站，此二水域氨氮濃度偏高易消耗水中溶氧而使水體呈厭氧狀態，水質環境變差，但自 97 年起梧棲大排出口與安良港大排出口氨氮濃度呈現逐漸下降並趨於穩定，水質漸趨改善。

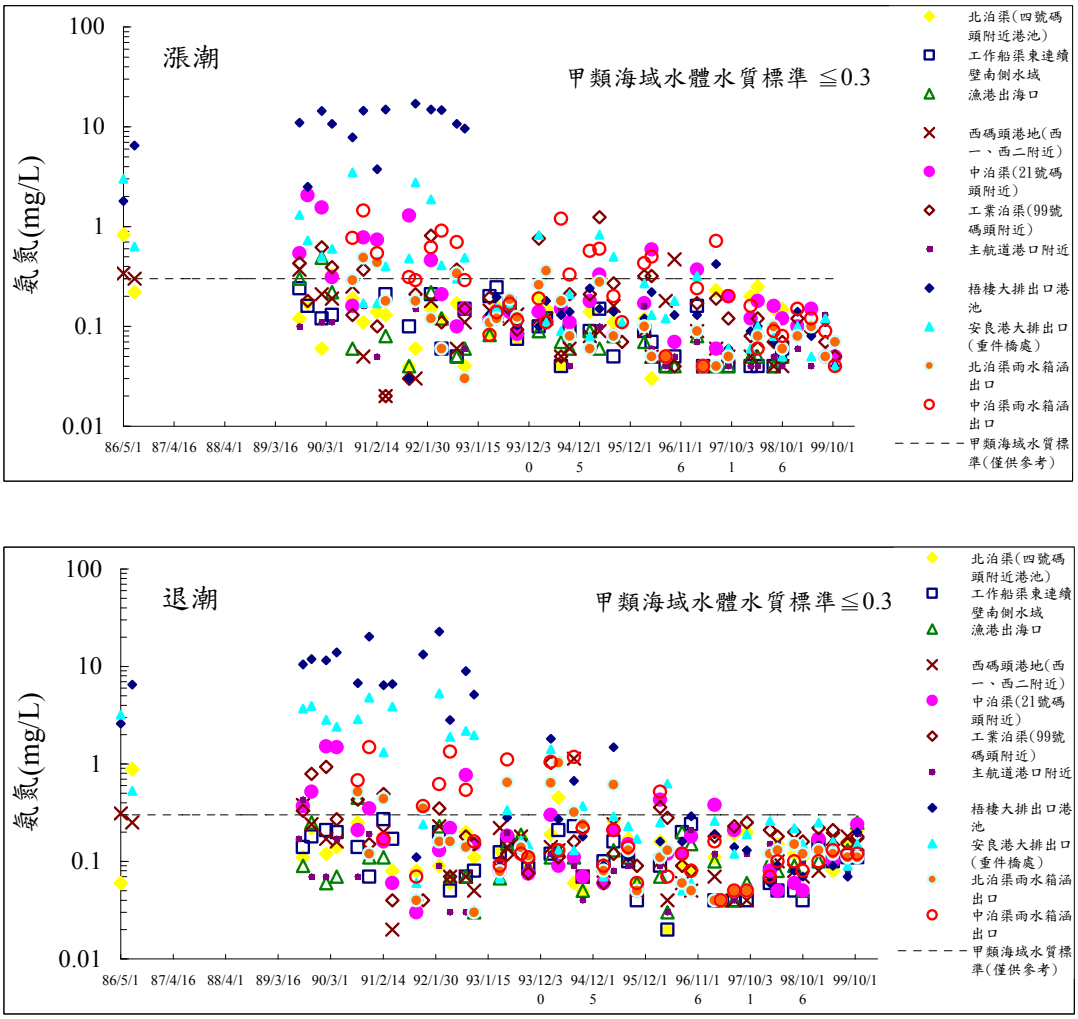
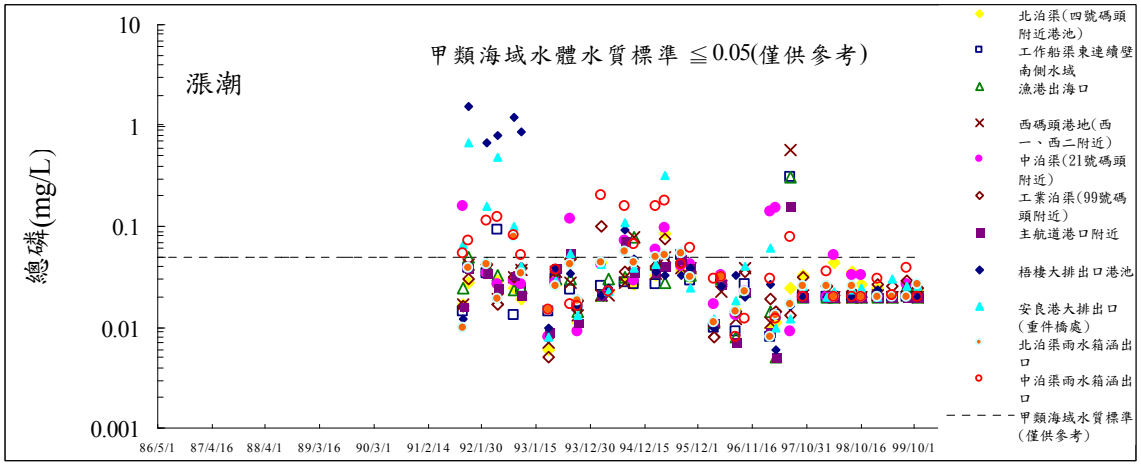



**圖 2-33　臺中港港內歷年氨氮監測值**

## 5. 總磷

圖 2-34 顯示各測站總磷歷年監測成果。歷年各測站總磷測值介於 <0.02 ~ 1.54 mg/L 之間，尤以梧棲大排出口與安良港大排出口處漲退潮總磷遠高於其他測站，由於水體藻類之生成量與磷之負荷有密切關聯，需注意總磷濃度過高易造成藻類繁生，衍生水域優養化問題。

整體而言，自 97 年底起各測點水質狀況漸趨穩定，且多符合乙類海域水體水質標準，而過去位居梧棲大排出口處與安良港大排出口處部分港域水質測項濃度偏高且超標之情形已獲改善，水質漸趨良好。



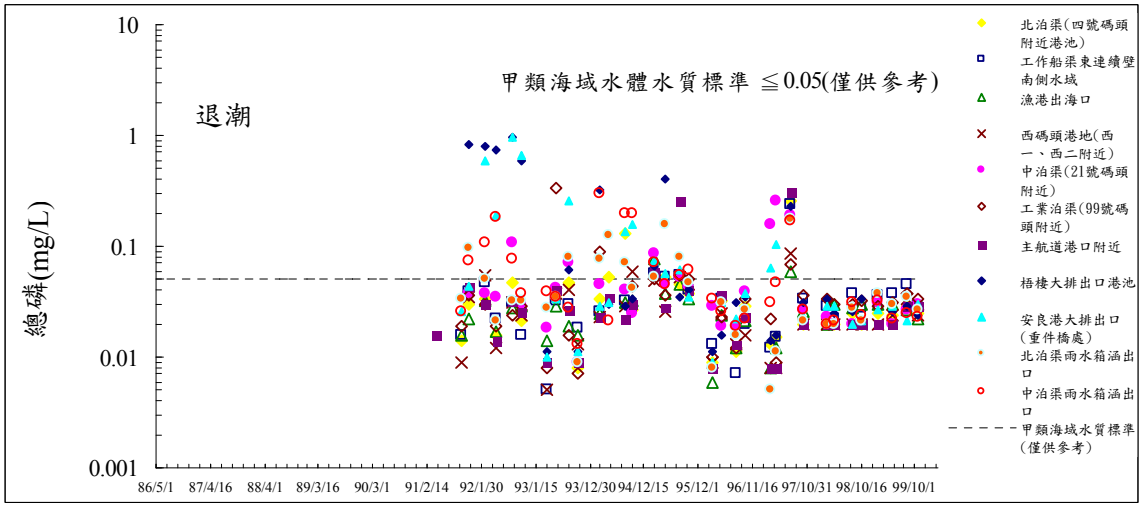




**圖 2-34　臺中港港內歷年總磷監測值**

## 6. 鹽度

圖 2-35 顯示各測站鹽度歷年監測結果。各測站之鹽度隨季節變化略有差異，在冬季時各測站鹽度測值普遍較高，春季、夏季較低，其中梧棲大排出口與安良港大排出口於 86 年及 92 年夏季調查期間皆曾出現鹽度偏低之情形，此外 98 年 8 月於退潮時亦出現鹽度略偏低，未來仍須特別注意其變動情形。

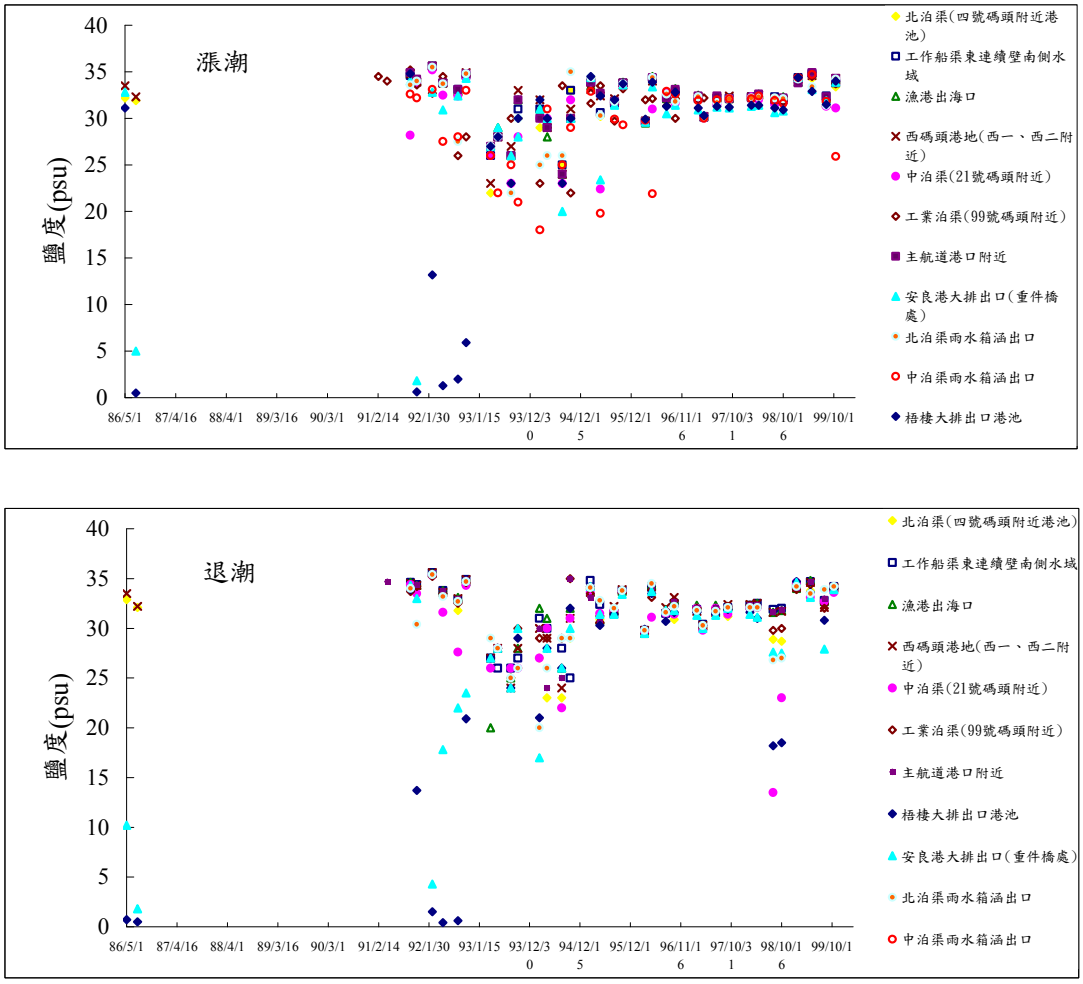



**圖 2-35　臺中港港內歷年鹽度監測值**

### 2.5.3 臺中港海域底質

由臺中港務局全球資訊網之臺中港區環境品質監測狀況顯示，其底泥污染調查項目包含總有機物與重金屬(銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鐵、鋁、錳及砷、汞)，調查資料自民國 96 至 99 年間(表 2-13、表 2-14、表 2-15、表 2-16)，其中 98 年度底泥監測結果，於有機物及重金屬濃度方面均較 97 年為明顯下降，推估可能為新沉積之泥砂吸附之污染物較少，導致新沉降之表層底泥重金屬濃度相對偏低。而 99 年度底泥監測結果無明顯異常現象，各測站間差異不顯著。各測點總有機物測值介於 0.155～0.532%，砷測值介於 5.50～9.62mg/kg，汞測值介於 N.D.～0.141 mg/kg，鉛測值介於 14.1～28.3 mg/kg，鋅測值介於 68.1～128 mg/kg，銅測值介於 13.5～36.8 mg/kg，鎘測值介於＜0.50 mg/kg，鉻測值介於 19.0～66.9 mg/kg，鐵測值介於 13600～39200 mg/kg，鋁測值介於 18400～22000 mg/kg，錳測值介於 200～460 mg/kg。

## 表 2-13　臺中港務局 96 年度底泥檢測結果

| 採樣位置 | 項目<br>日期 單位 | 總有機物<br>% | 砷<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 鉛<br>mg/kg | 鋅<br>mg/kg | 銅<br>mg/kg | 鎘<br>mg/kg | 鉻<br>mg/kg | 鐵<br>mg/kg | 鋁<br>mg/kg | 錳<br>mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 梧棲大排出口 | 96.04.27 | 2.26 | 10.80 | 0.292 | 37.1 | 120 | 37.5 | ND | 40.3 | 39100 | 24900 | 525 |
| 安良港大排出口 | 96.04.27 | 1.48 | 10.50 | 0.185 | 37.9 | 145 | 51.3 | ND | 40.3 | 36700 | 22400 | 426 |
| 南迴轉池 | 96.04.27 | 1.25 | 11.70 | 0.565 | 51.5 | 198 | 47.0 | 0.18 | 72.7 | 38300 | 23800 | 360 |
| 102 號碼頭 | 96.04.27 | 0.55 | 9.98 | 0.520 | 51.2 | 180 | 44.7 | 0.17 | 68.9 | 38600 | 24700 | 375 |
| 西一西二碼頭 | 96.04.27 | 1.25 | 10.40 | 0.507 | 36.5 | 157 | 29.4 | ND | 51.8 | 36500 | 22400 | 441 |
| 北迴轉池 | 96.04.27 | 0.04 | 9.45 | 0.281 | 31.6 | 126 | 33.1 | ND | 47.1 | 37400 | 23400 | 441 |
| 6 號碼頭 | 96.04.27 | 1.25 | 11.00 | 0.157 | 35.3 | 122 | 36.5 | ND | 43.7 | 39100 | 24500 | 525 |
| 22 號碼頭 | 96.04.27 | 0.98 | 11.30 | 0.161 | 51.5 | 178 | 46.0 | 0.17 | 75.8 | 37100 | 23400 | 357 |
| 梧棲大排出口 | 96.08.03 | 0.78 | 7.85 | 0.270 | 26.7 | 175 | 32.2 | ND | 52.2 | 39400 | 23200 | 463 |
| 安良港大排出口 | 96.08.03 | 0.31 | 7.71 | 0.200 | 27.1 | 154 | 28.3 | ND | 55.8 | 30900 | 17900 | 377 |
| 南迴轉池 | 96.08.03 | 0.31 | 8.71 | 0.180 | 27.8 | 144 | 28.3 | 0.166 | 57.1 | 33600 | 19600 | 391 |
| 102 號碼頭 | 96.08.03 | 0.34 | 8.84 | 0.170 | 30.4 | 149 | 31.2 | ND | 56.5 | 28300 | 15600 | 362 |
| 西一西二碼頭 | 96.08.03 | 0.46 | 8.25 | 0.160 | 28.2 | 147 | 30.2 | 0.164 | 45.6 | 34500 | 20200 | 410 |
| 北迴轉池 | 96.08.03 | 1.00 | 9.10 | 0.160 | 29.5 | 148 | 31.2 | ND | 61.1 | 33900 | 19600 | 400 |
| 6 號碼頭 | 96.08.03 | 0.74 | 7.39 | 0.170 | 25.2 | 132 | 37.6 | ND | 42.6 | 36500 | 21700 | 446 |
| 22 號碼頭 | 96.08.03 | 0.54 | 8.13 | 0.180 | 27.4 | 142 | 27.4 | ND | 57.6 | 37000 | 22200 | 406 |

監測期間：96/01～96/12

## 表 2-14　臺中港務局 97 年度底泥檢測結果

| 採樣位置 | 項目<br>日期　單位 | 總有機物<br>% | 砷<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 鉛<br>mg/kg | 鋅<br>mg/kg | 銅<br>mg/kg | 鎘<br>mg/kg | 鉻<br>mg/kg | 鐵<br>mg/kg | 鋁<br>mg/kg | 錳<br>mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 梧棲大排出口 | 97.03.07 | 0.495 | 9.61 | 0.21 | 31.3 | 157 | 34.3 | ND | 40.7 | 37800 | 22900 | 357 |
| 安良港大排出口 | 97.03.07 | 0.152 | 8.64 | 0.18 | 26.9 | 136 | 31.1 | ND | 35.6 | 36700 | 22500 | 310 |
| 南迴轉池 | 97.03.07 | 0.571 | 10.0 | 0.16 | 31.6 | 156 | 35.4 | ND | 41.0 | 42000 | 26900 | 348 |
| 102 號碼頭 | 97.03.07 | 0.609 | 9.70 | 0.14 | 27.6 | 144 | 32.3 | ND | 40.1 | 37600 | 23300 | 380 |
| 西一西二碼頭 | 97.03.07 | 0.685 | 10.4 | 0.18 | 32.0 | 120 | 35.9 | ND | 41.3 | 33200 | 20600 | 293 |
| 北迴轉池 | 97.03.07 | 0.647 | 9.94 | 0.14 | 27.2 | 146 | 30.3 | ND | 38.6 | 28100 | 16200 | 239 |
| 6 號碼頭 | 97.03.07 | 0.609 | 9.51 | 0.15 | 29.8 | 140 | 31.9 | ND | 38.9 | 31600 | 18600 | 292 |
| 22 號碼頭 | 97.03.07 | 0.571 | 9.50 | 0.18 | 28.0 | 155 | 30.3 | ND | 38.5 | 40900 | 25200 | 376 |
| 梧棲大排出口 | 97.07.15 | 0.647 | 8.92 | ND | 32.7 | 159 | 36.1 | ND | 58.9 | 37100 | 23900 | 444 |
| 安良港大排出口 | 97.07.15 | 0.685 | 9.09 | ND | 33.1 | 158 | 36.9 | ND | 58.8 | 37700 | 24100 | 447 |
| 南迴轉池 | 97.07.15 | 1.14 | 8.07 | ND | 32.4 | 164 | 36.4 | ND | 69.8 | 36600 | 23000 | 467 |
| 102 號碼頭 | 97.07.15 | 0.532 | 8.96 | ND | 32.8 | 158 | 36.8 | ND | 62.3 | 37000 | 23700 | 442 |
| 西一西二碼頭 | 97.07.15 | 0.038 | 8.84 | ND | 32.3 | 174 | 36.7 | ND | 64.2 | 38000 | 24000 | 469 |
| 北迴轉池 | 97.07.15 | 0.647 | 9.07 | ND | 31.5 | 157 | 35.0 | ND | 60.0 | 33500 | 22000 | 477 |
| 6 號碼頭 | 97.07.15 | 0.685 | 8.48 | ND | 30.7 | 147 | 34.5 | ND | 57.6 | 37400 | 23700 | 474 |
| 22 號碼頭 | 97.07.15 | 0.609 | 8.44 | ND | 32.8 | 155 | 36.6 | ND | 59.0 | 36000 | 22700 | 462 |

監測期間：97/01～97/12

## 表 2-15　臺中港務局 98 年度底泥檢測結果

| 採樣位置<br>項目<br>日期　單位 | 總有機物<br>% | 砷<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 鉛<br>mg/kg | 鋅<br>mg/kg | 銅<br>mg/kg | 鎘<br>mg/kg | 鉻<br>mg/kg | 鐵<br>mg/kg | 鋁<br>mg/kg | 錳<br>mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 梧棲大排出口 | 98.04.30 | 0.226 | 5.98 | 0.26 | 17.8 | 88.7 | 25.5 | <0.50 | 19.8 | 21000 | 13000 | 182 |
| 安良港大排出口 | 98.04.30 | 0.151 | 6.61 | 0.514 | 19.2 | 86.5 | 26.3 | <0.50 | 20.1 | 21100 | 12500 | 170 |
| 南迴轉池 | 98.04.30 | 0.151 | 6.19 | 0.495 | 16.8 | 78.9 | 18.8 | <0.50 | 15.3 | 21200 | 13700 | 178 |
| 102 號碼頭 | 98.04.30 | 0.075 | 6.12 | 0.585 | 10.5 | 55.6 | 13.0 | <0.50 | 10.2 | 21500 | 13000 | 177 |
| 西一西二碼頭 | 98.04.30 | 0.151 | 6.06 | 0.205 | 14.6 | 74.1 | 23.8 | <0.50 | 16.6 | 21700 | 13200 | 175 |
| 北迴轉池 | 98.04.30 | 0.038 | 7.78 | 0.291 | 20.0 | 94.6 | 23.6 | <0.50 | 20.9 | 21900 | 13100 | 169 |
| 6 號碼頭 | 98.04.30 | 0.151 | 6.74 | 0.155 | 19.5 | 99.2 | 30.8 | <0.50 | 22.2 | 21100 | 12800 | 164 |
| 22 號碼頭 | 98.04.30 | 0.113 | 6.00 | 0.172 | 17.4 | 93.8 | 30.0 | <0.50 | 21.5 | 20800 | 12800 | 171 |
| 梧棲大排出口 | 98.08.19 | 0.757 | 9.37 | 0.174 | 22.3 | 83.2 | 22.1 | <0.50 | 23.1 | 26000 | 19200 | 127 |
| 安良港大排出口 | 98.08.19 | 0.606 | 9.32 | 0.197 | 18.1 | 80.6 | 25.0 | <0.50 | 23.7 | 25600 | 17200 | 127 |
| 南迴轉池 | 98.08.19 | 0.303 | 9.25 | 0.190 | 18.6 | 85.4 | 21.0 | <0.50 | 20.2 | 25500 | 19400 | 126 |
| 102 號碼頭 | 98.08.19 | 0.379 | 9.51 | 0.226 | 13.3 | 62.8 | 15.5 | <0.50 | 14.1 | 25000 | 17900 | 124 |
| 西一西二碼頭 | 98.08.19 | 0.151 | 6.17 | 0.133 | 11.9 | 70.2 | 13.1 | <0.50 | 19.6 | 18500 | 12500 | 142 |
| 北迴轉池 | 98.08.19 | 0.757 | 10.0 | 0.257 | 25.0 | 90.2 | 25.0 | <0.50 | 23.8 | 24300 | 17800 | 119 |
| 6 號碼頭 | 98.08.19 | 0.606 | 9.73 | 0.212 | 17.6 | 90.0 | 23.7 | <0.50 | 25.3 | 24000 | 17300 | 122 |
| 22 號碼頭 | 98.08.19 | 0.454 | 9.06 | 0.214 | 15.6 | 86.7 | 24.6 | <0.50 | 23.2 | 24400 | 17800 | 118 |

監測期間：98/01～98/12

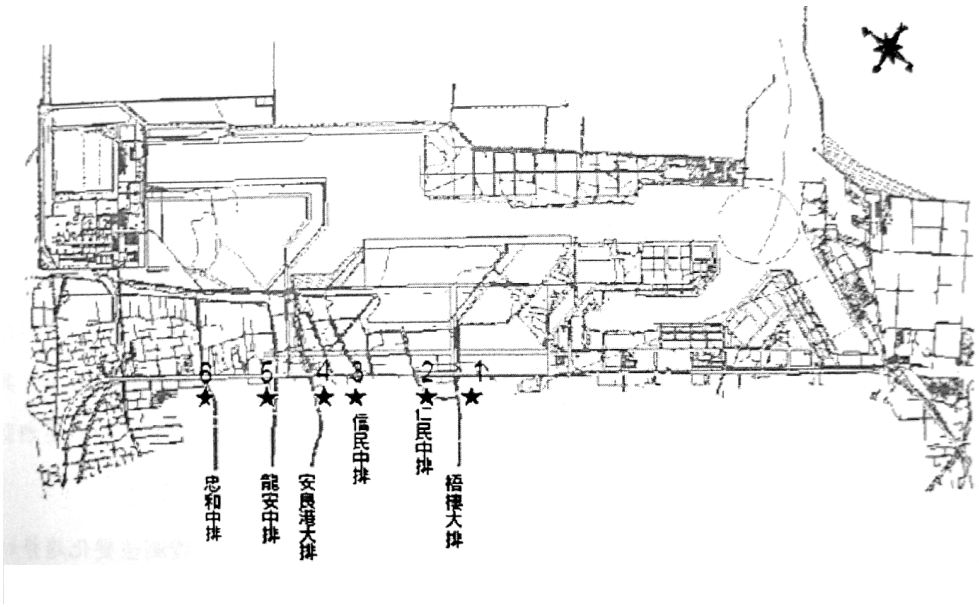
## 表 2-16　臺中港務局 99 年度底泥檢測結果

| 採樣位置 | 項目<br>日期　單位 | 總有機物<br>% | 砷<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 鉛<br>mg/kg | 鋅<br>mg/kg | 銅<br>mg/kg | 鎘<br>mg/kg | 鉻<br>mg/kg | 鐵<br>mg/kg | 鋁<br>mg/kg | 錳<br>mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 梧棲大排出口 | 99.01.29 | 0.233 | 5.53 | 0.165 | 16.4 | 98.6 | 21.0 | <0.50 | 29.2 | 37500 | 22000 | 442 |
| 安良港大排出口 | 99.01.29 | 0.272 | 6.21 | 0.210 | 25.0 | 105 | 31.4 | <0.50 | 32.8 | 38500 | 20700 | 453 |
| 南迴轉池 | 99.01.29 | 0.194 | 9.32 | 0.111 | 22.4 | 118 | 28.2 | <0.50 | 66.9 | 38800 | 21500 | 446 |
| 102 號碼頭 | 99.01.29 | 0.466 | 7.03 | 0.246 | 14.1 | 74.6 | 18.1 | <0.50 | 41.2 | 36500 | 21800 | 431 |
| 西一西二碼頭 | 99.01.29 | 0.310 | 6.35 | 0.125 | 20.6 | 80.1 | 21.8 | <0.50 | 36.4 | 38400 | 21700 | 439 |
| 北迴轉池 | 99.01.29 | 0.155 | 9.62 | 0.151 | 28.3 | 128 | 25.6 | <0.50 | 60.4 | 39200 | 21400 | 460 |
| 6 號碼頭 | 99.01.29 | 0.349 | 8.82 | 0.158 | 26.7 | 120 | 33.2 | <0.50 | 49.9 | 39000 | 21600 | 441 |
| 22 號碼頭 | 99.01.29 | 0.427 | 7.54 | 0.147 | 18.7 | 90.4 | 36.8 | <0.50 | 44.2 | 38700 | 21600 | 433 |
| 梧棲大排出口 | 99.08.10 | 0.267 | 5.50 | N.D. | 15.7 | 105 | 18.4 | <0.50 | 19.0 | 13600 | 18600 | 207 |
| 安良港大排出口 | 99.08.10 | 0.497 | 5.95 | 0.139 | 14.5 | 68.6 | 13.6 | <0.50 | 21.5 | 14000 | 18900 | 215 |
| 南迴轉池 | 99.08.10 | 0.304 | 6.12 | N.D. | 15.4 | 68.1 | 13.5 | <0.50 | 42.7 | 14300 | 19000 | 211 |
| 102 號碼頭 | 99.08.10 | 0.532 | 5.67 | 0.119 | 15.9 | 77.2 | 14.2 | <0.50 | 31.6 | 13700 | 18400 | 200 |
| 西一西二碼頭 | 99.08.10 | 0.230 | 5.81 | 0.137 | 19.8 | 114 | 23.4 | <0.50 | 27.2 | 13900 | 19000 | 209 |
| 北迴轉池 | 99.08.10 | 0.419 | 6.50 | 0.121 | 19.0 | 95.3 | 17.5 | <0.50 | 38.4 | 14900 | 19700 | 225 |
| 6 號碼頭 | 99.08.10 | 0.382 | 5.84 | 0.141 | 20.7 | 109 | 21.0 | <0.50 | 34.3 | 13700 | 18900 | 221 |
| 22 號碼頭 | 99.08.10 | 0.343 | 6.72 | 0.109 | 19.2 | 91.3 | 17.7 | <0.50 | 34.7 | 15400 | 19600 | 226 |

監測期間：99/01～99/12

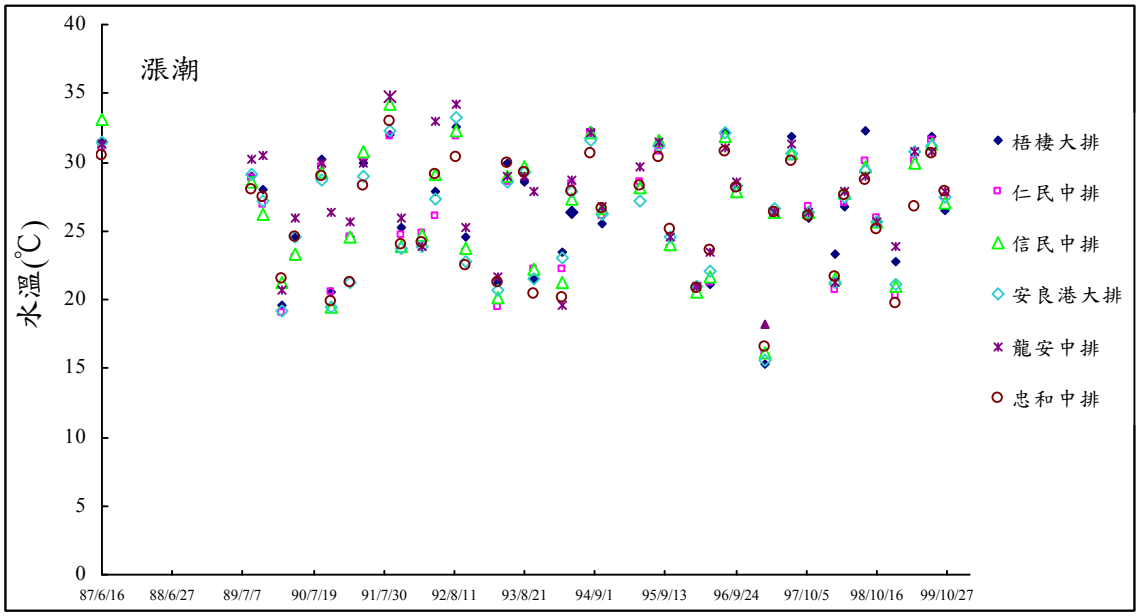
## 2.6 陸域水質

臺中港區港池呈狹長型，長約 7~8 km，水域寬度則僅約 0.5 km，水質由於受到上游排水路家庭及工業廢水排入港內，加以港內潮汐漲退之影響，致港內水質變化較大。依據臺中港務局「臺中港區環境調查監測分析」歷年調查結果(監測位置如圖 2-36 所示)，由民國 87 年至 99 年期間流入臺中港的各大排與中排水質變化如圖 2-37 至圖 2-44 所示。整體而言，陸域水質狀況不佳，各中、大排水路除了生活、畜牧污水排入外，又因緊鄰工業區，亦可能受工業廢水影響。在溶氧、生化需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群、氨氮及總磷等項目多無法符合「陸域水體水質標準」，且以溶氧時常出現偏低(圖 2-39)；而生化需氧量(圖 2-40)及大腸桿菌群(圖 2-42)常遠高標準值，顯示上游排水路受到來自生活、畜牧污水嚴重污染。




資料來源：臺中港務局「97 年度臺中港區環境調查監測分析」

**圖 2-36　陸域水質監測點位圖**



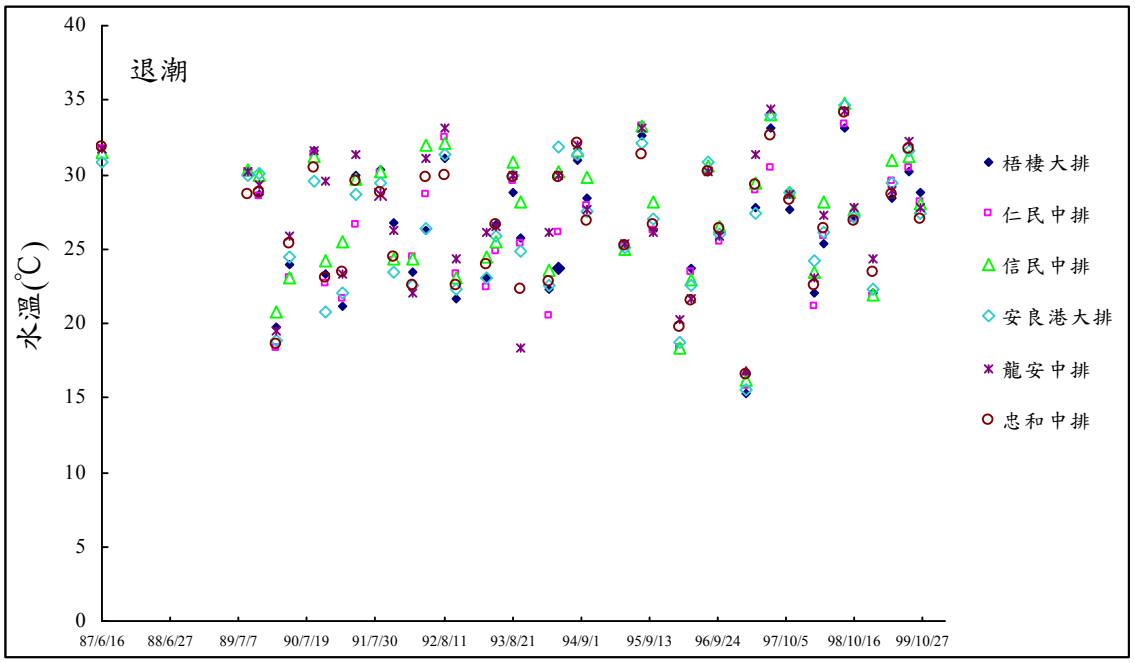
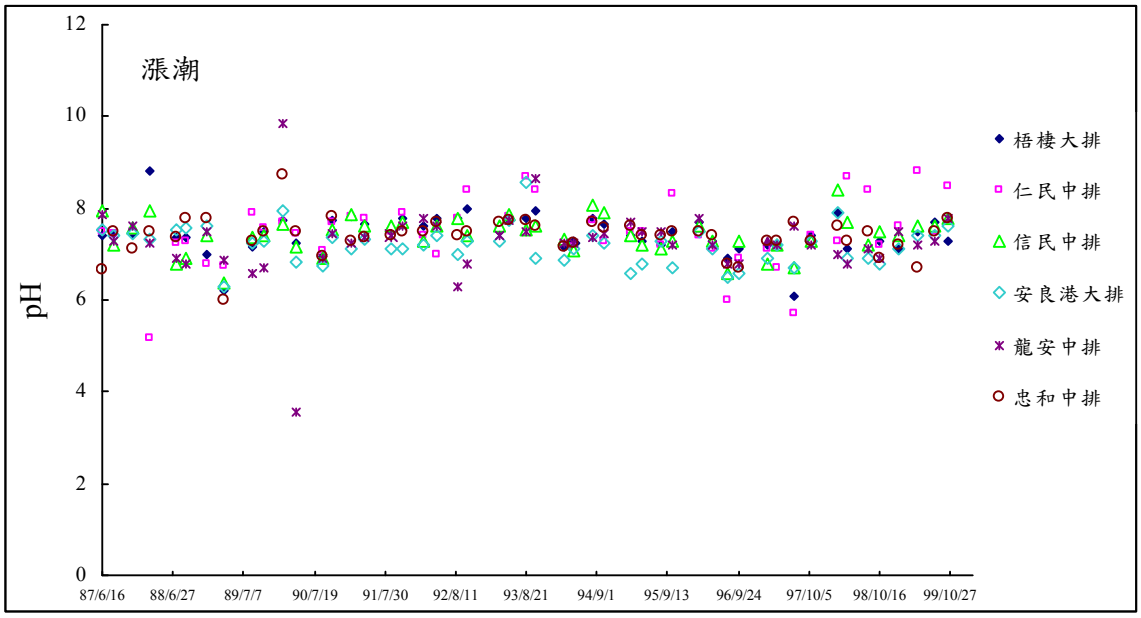




**圖 2-37　上游陸域水質之歷年水溫監測值**



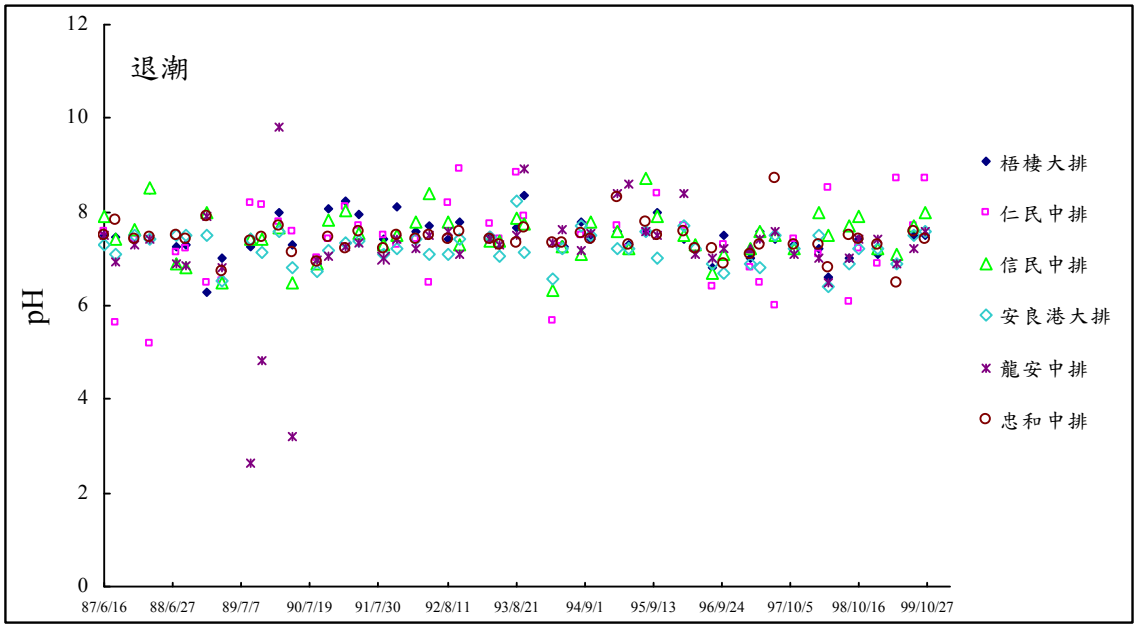
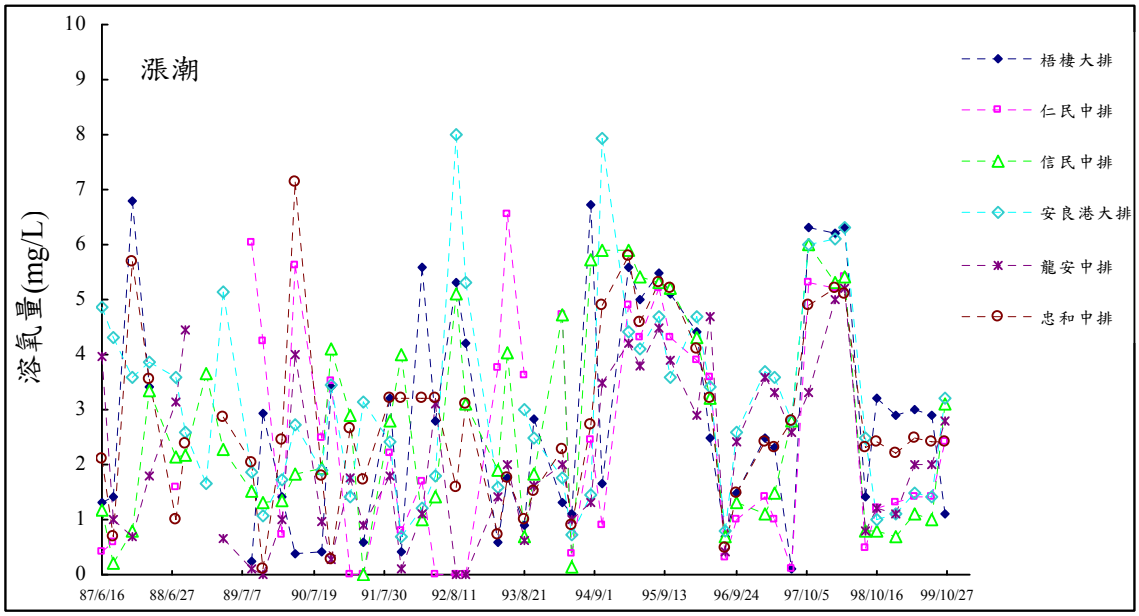




**圖 2-38　上游陸域水質之歷年 pH 監測值**



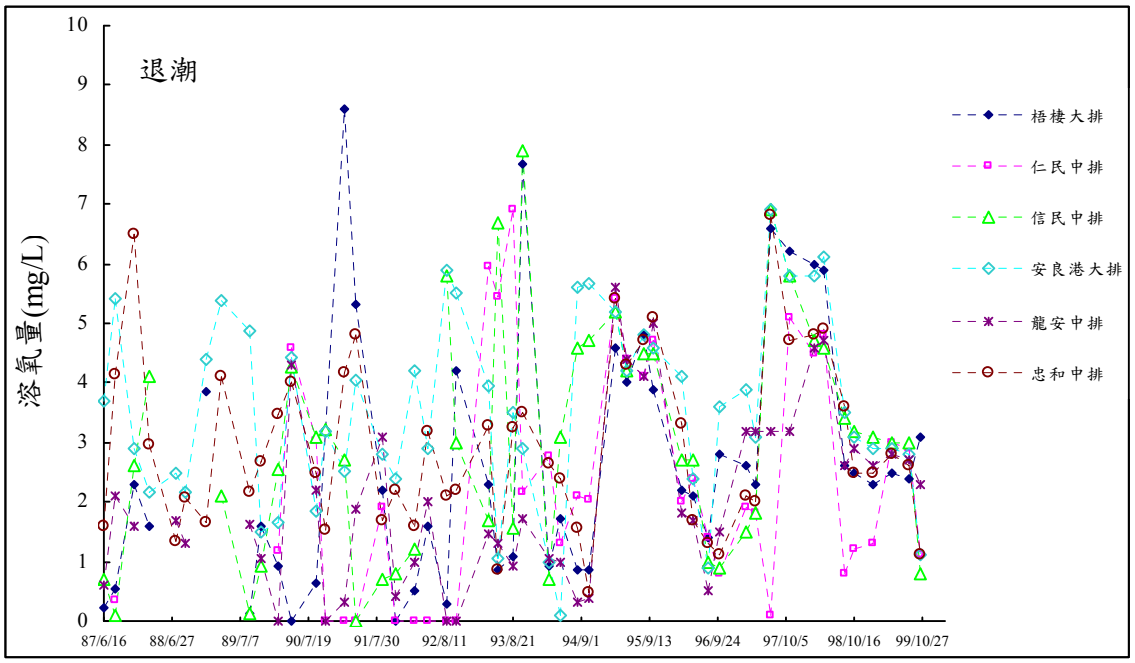
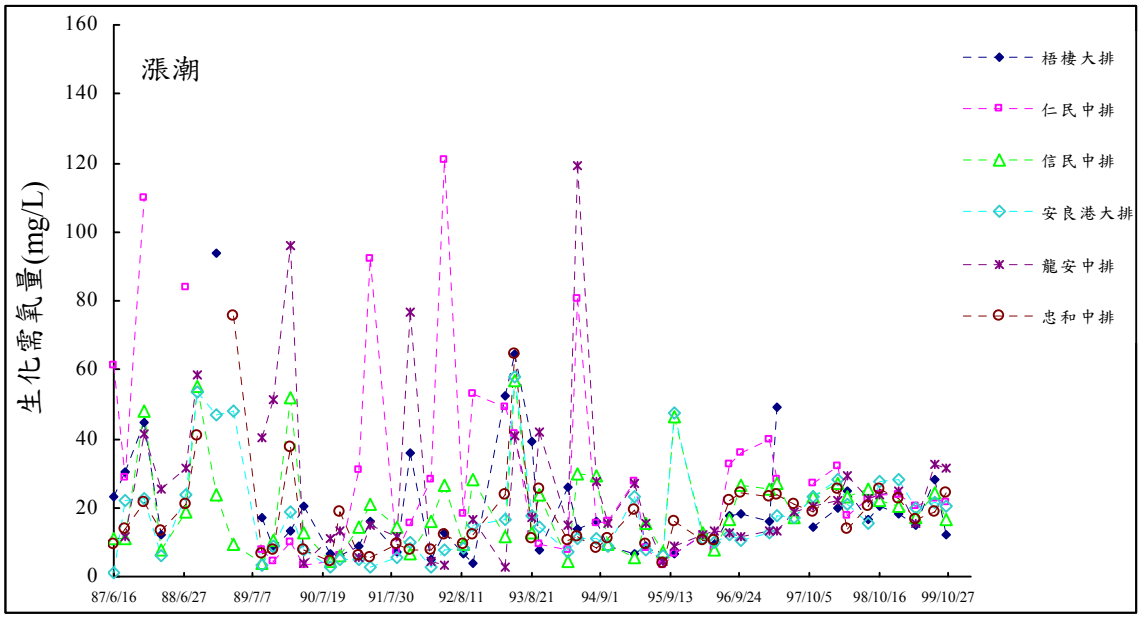




**圖 2-39　上游陸域水質之歷年溶氧量監測值**



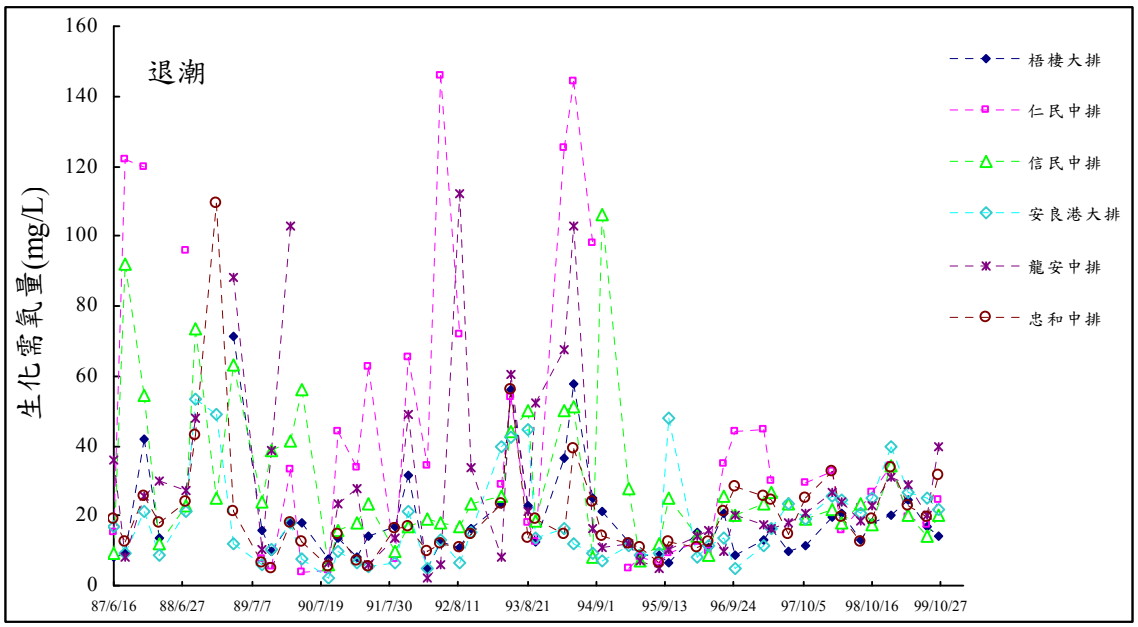
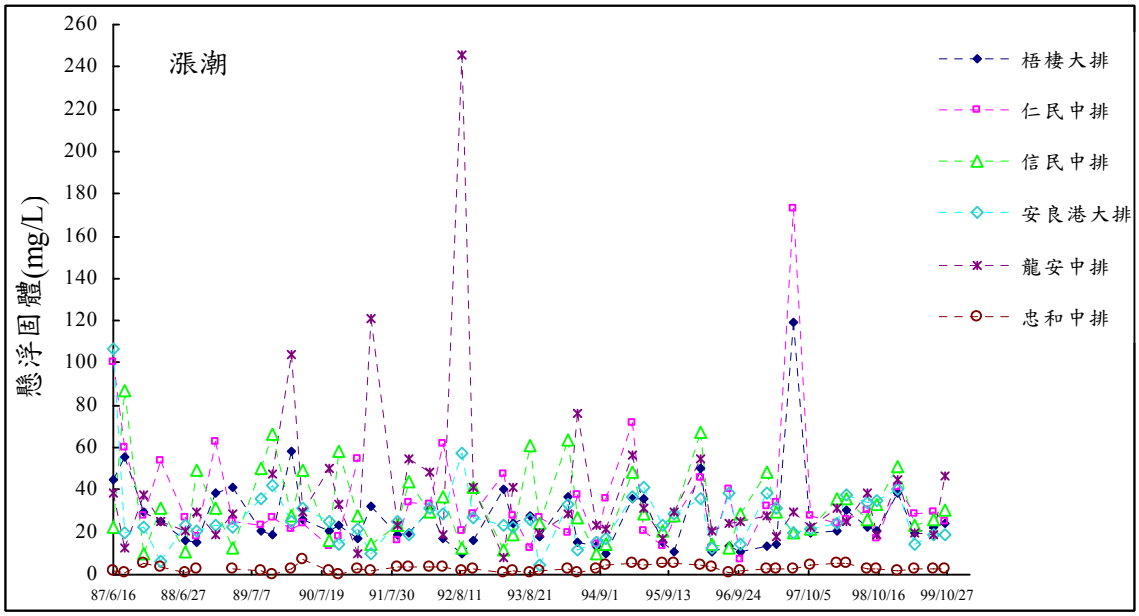




**圖 2-40　上游陸域水質之歷年生化需氧量監測值**



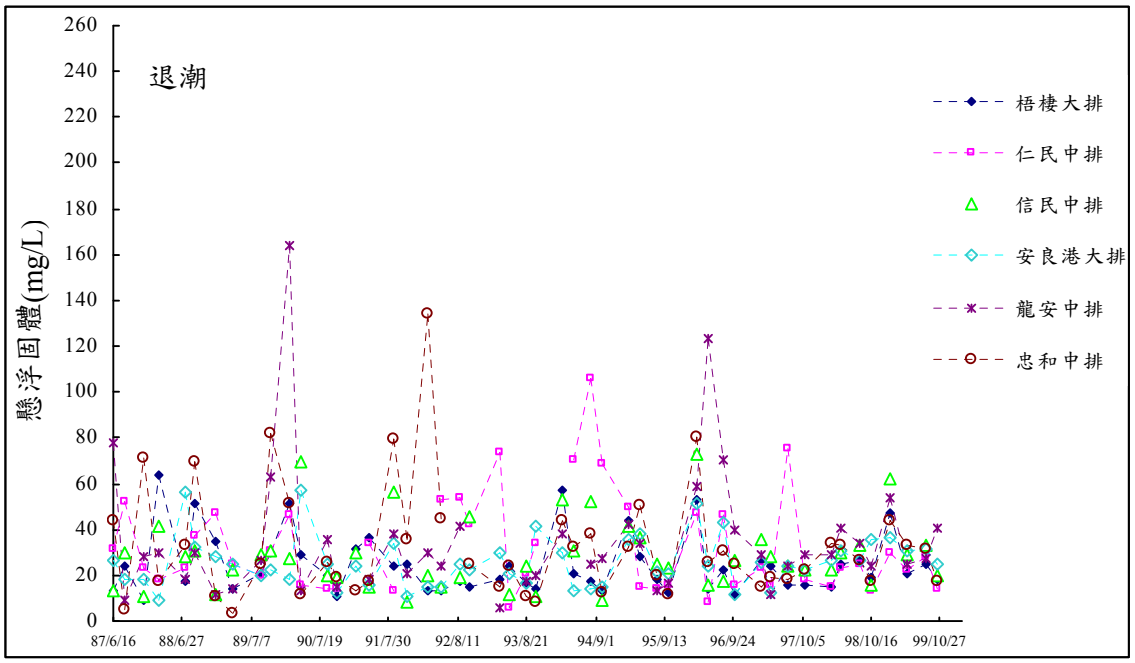
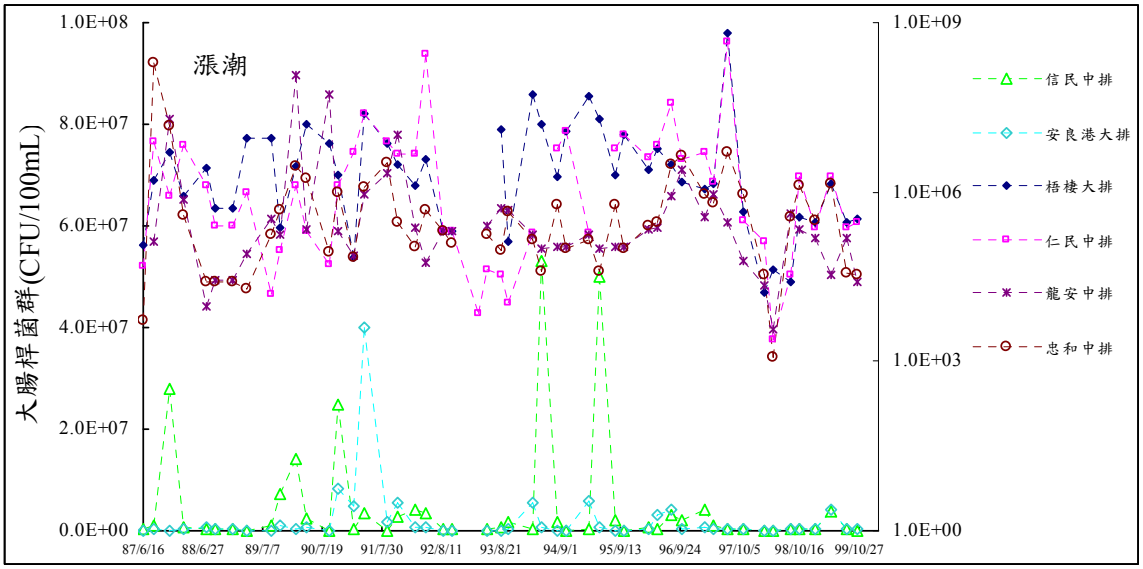




**圖 2-41　上游陸域水質之歷年懸浮固體監測值**



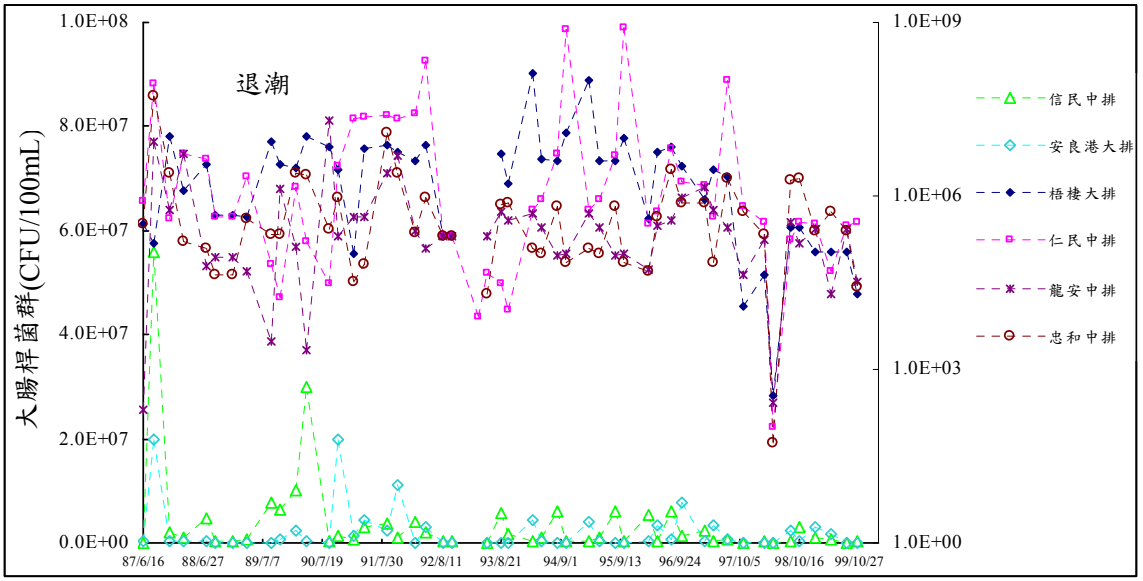
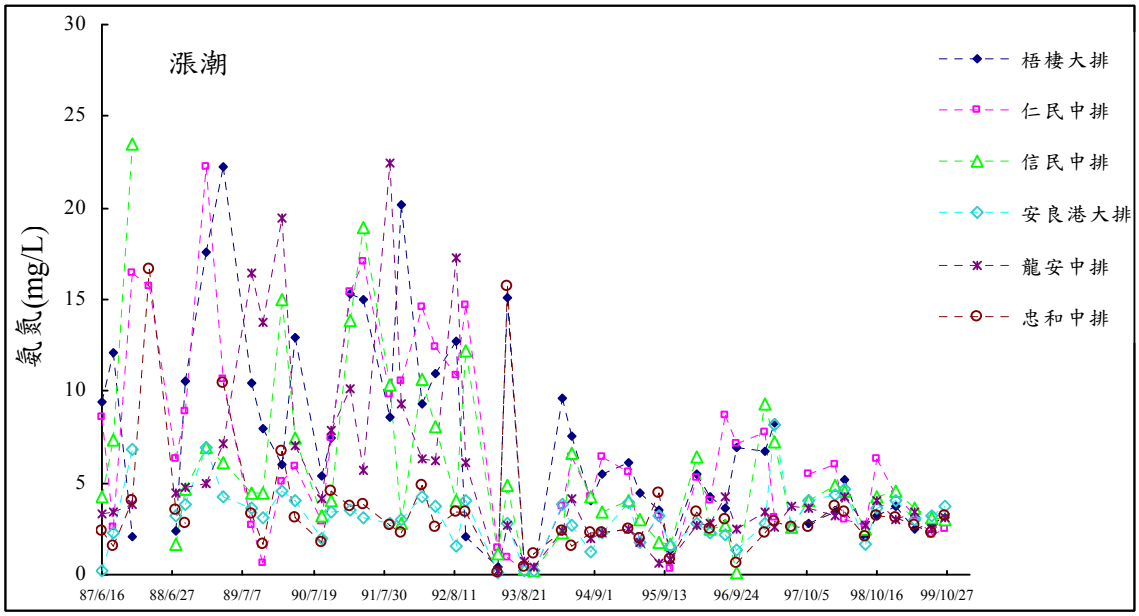




**圖 2-42　上游陸域水質之歷年大腸桿菌群監測值**



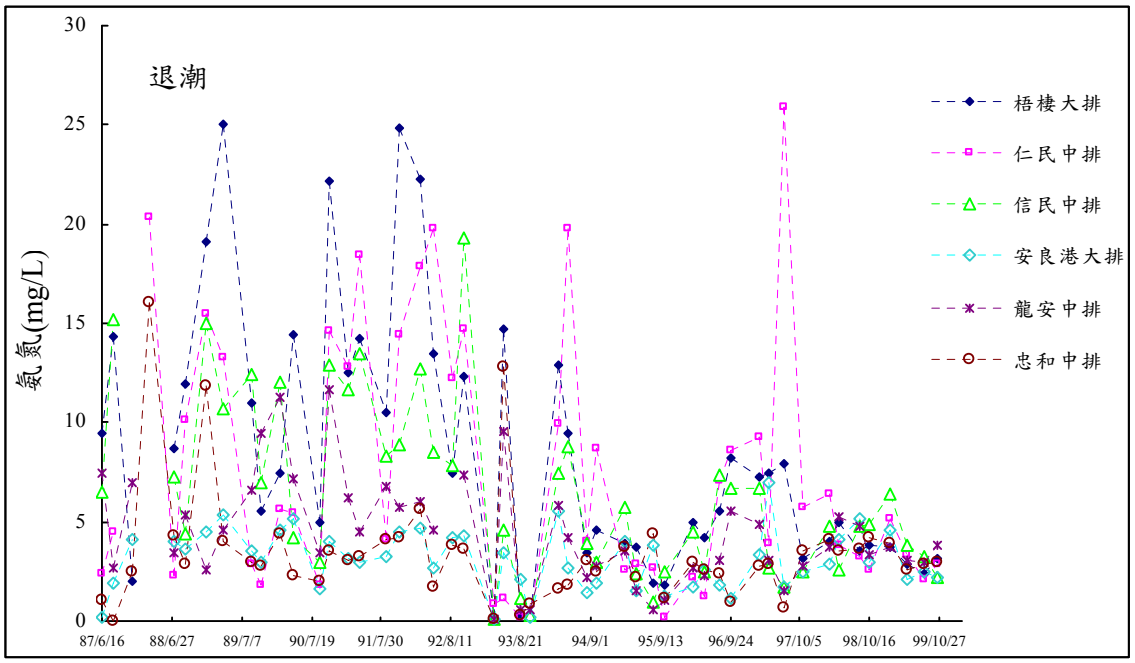
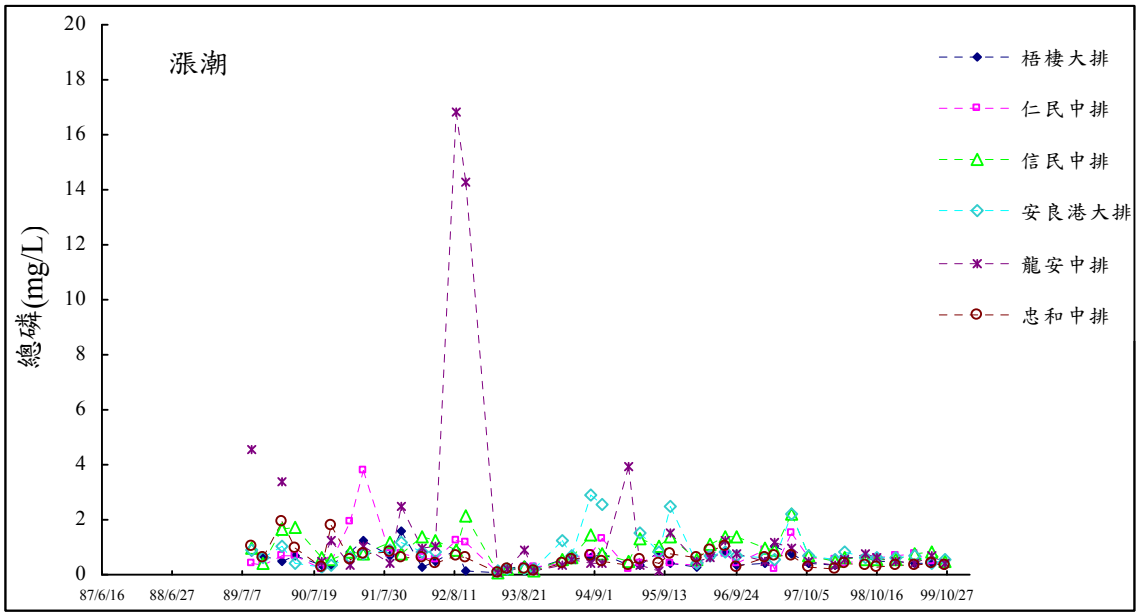




**圖 2-43　上游陸域水質之歷年氨氮監測值**



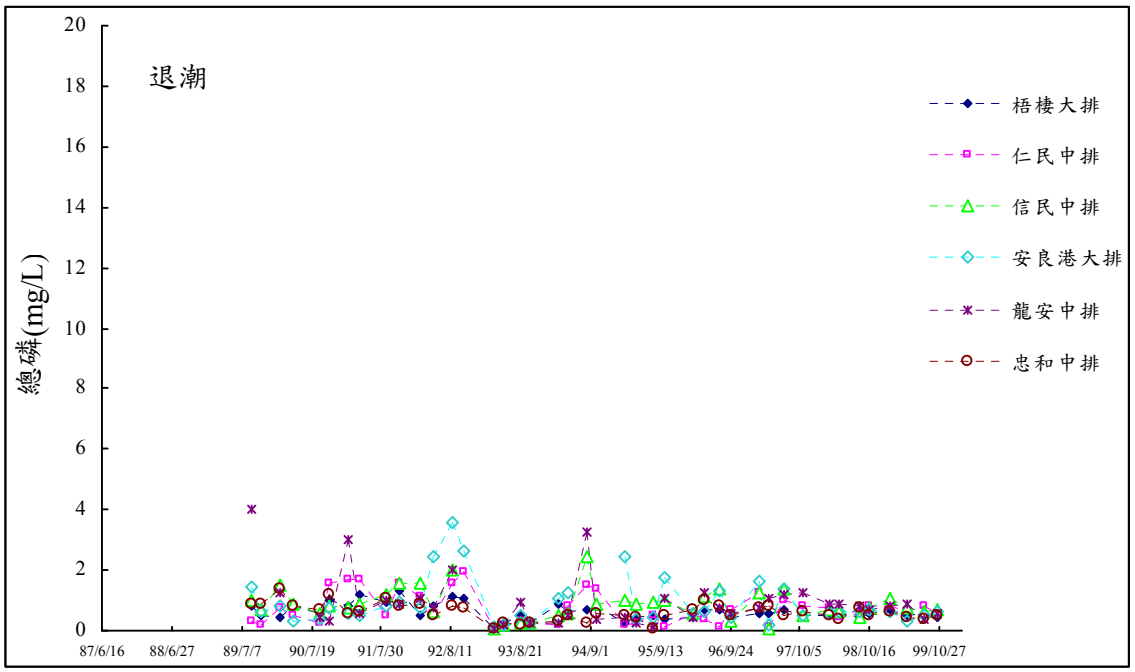




**圖 2-44　上游陸域水質之歷年總磷監測值**

## 2.7 海域生態

臺中港環境監測調查分析計畫為此區域海域生態相關資料中時間序列較完整之研究，在本研究分析臺中港海域生態變化趨勢時係以臺中港環境監測調查分析計畫之海域生態監測項目為主要之資料來源。臺中港環境監測調查分析計畫自民國 92 年起開始進行海域生態監測，至民國 98 年間計有 7 年之海域生態資料。

其中依據臺中港務局 98 年度環境調查結果顯示(http://www.tchb.gov.tw/Data/default.htm)，浮游植物的群聚結構穩定而不易受環境影響，浮游植物的物種豐富且無明顯優勢種類的出現。浮游動物的群聚結構雖會受到環境的影響而改變，但衝擊較小，其優勢種為哲水蚤。全年皆可捕獲環節、軟體及節肢動物，相較與港區外，港區內的底棲生物比較容易受環境影響而改變。魚類方面全年皆可捕獲仰口鯛及日本帶魚，底棲魚類群聚穩定不易受環境影響。

另由 99 年度海域生態調查結果顯示，臺中港附近海域浮游植物的物種豐富，個體數年平均值皆在 104 cell/L。本海域 4 個季節皆可採集到魚卵，顯示為魚類的產卵場；浮游動物物種的第 1、2 季的均勻度指數平均為 0.75 及 0.77，顯示種間個體數分布均勻，第 3、4 季所捕獲的浮游動物，因受哲水蚤數量偏高而使其浮游動物的分布較不均勻。由聚類分析圖分析的結果顯示，臺中港附近海域之底棲生物的群聚結構整體而言可區分港區內與港區外，港外區域尚有地緣關係，港內測站的群聚結構分區不顯著，因此環境改變對港區內的影響較港區外為大；底棲生物就採獲量最高的種類來看，第 1 季為明亮櫻蛤最高，第 2 季是明亮櫻蛤、海膽最高，第 3 與第 4 季則是以虎斑烏賊為優勢種類，物種的均勻度受某一種類的大量出現而導致其分布不均。臺中港附近海域底棲魚類的群聚結構，港區外的 3 個測站具有地緣關係，因此群聚結構穩定不易受到環境影響而改變。各測站優勢種生物重金屬含量大致符合國內外所訂定之水產重金屬含量最大限量標準。

此外，依據「臺中港西一號碼頭後線第三儲槽及附屬設施興建工程環境影響說明書(95 年度)」中顯示，當時曾於 93 年 4 月 2 日(第 1 季)、5 月 23 日(第 2 季)、8 月 20 日(第 3 季)及 10 月 10 日(第 4 季)，共進行 4 季次海域生態調查(測站如圖 2-45)進行調查，其結果摘述如下：

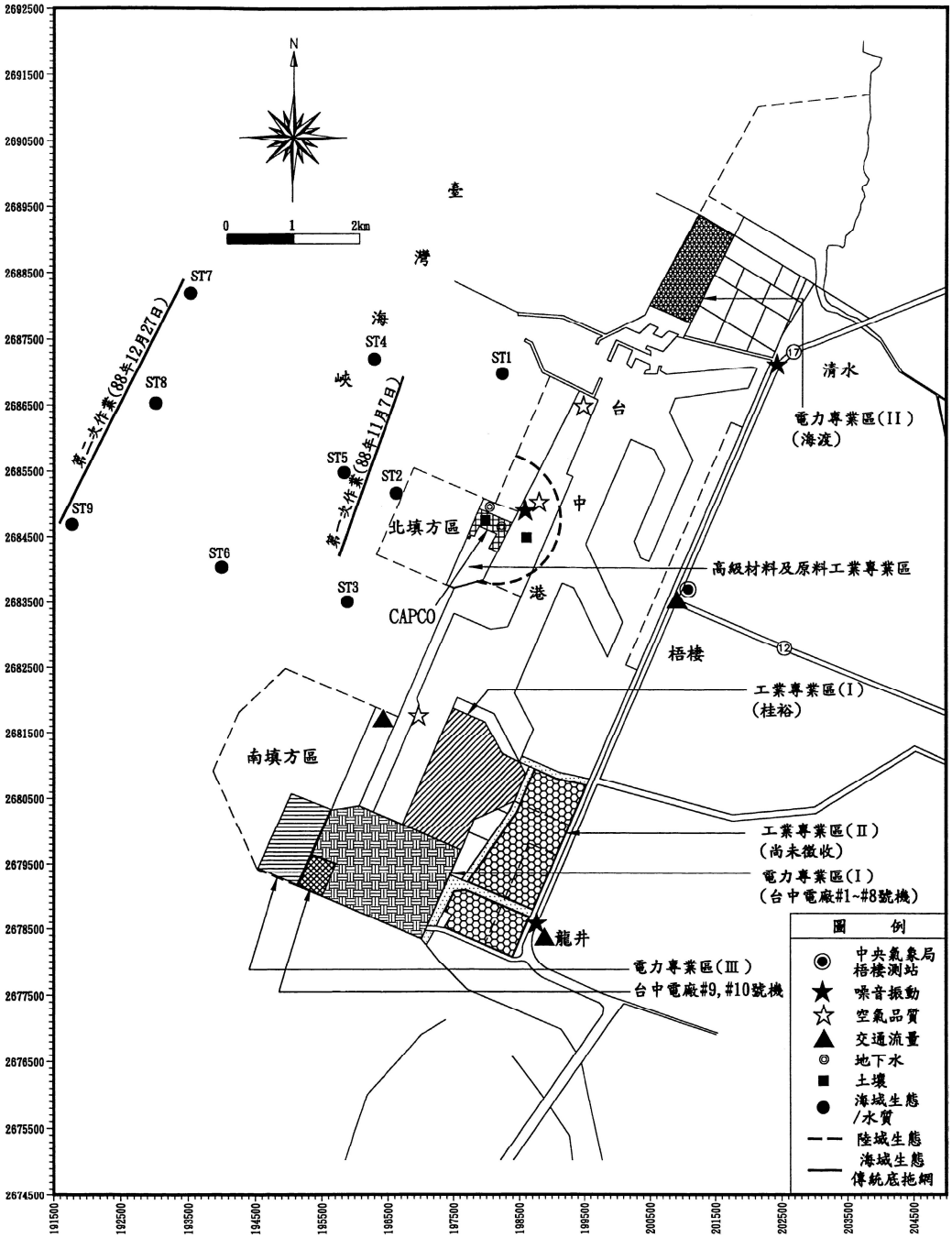



**圖 2-45　臺中港西一號碼頭後線第三儲槽及附屬設施興建工程環境影響說明書海域生態監測站位置分布圖**

### 2.7.1 浮游植物

第 1 季採樣時總計採得 50 屬 126 種浮游植物，其中以金黃藻門(CHRYSOPHYTA)矽藻綱(Bacillariophyceae)之藻類為主;在較靠近港池之測站中採得矽藻 42 屬 85 種，離岸測站採得矽藻 40 屬 94 種。第 2 季採樣時總計採得 41 屬 99 種浮游植物，其中以金黃藻門矽藻綱之藻類為主；較靠近港池之測站採得矽藻 34 屬 84 種，離岸測站採得矽藻 27 屬 59 種。第 3 季採樣時總計採得 36 屬 77 種浮游植物，其中以金黃藻門矽藻綱之藻類為主；較靠近港池之測站採得矽藻 31 屬 64 種，離岸測站採得矽藻 27 屬 49 種。第 4 季採樣時總計採得 36 屬 76 種浮游植物，其中以金黃藻門矽藻綱之藻類為主；較靠近港池之測站採得矽藻 32 屬 57 種，離岸測站採得矽藻 29 屬 57 種。

### 2.7.2 浮游動物

全年浮游動物調查結果總計採得 7 大類 17 種浮游動物，依百分比為序分別為節肢動物門(ARTHROPODA)甲殼綱(Crustacea) 83.23%、腔腸動物門(COELENTERATA) 6.21%、毛顎動物門(CHAETOGNATHA) 3.91 %、被囊亞門(TUNICATA) 2.39%、軟體動物門(MULLUSCA) 1.79%及環節動物門(ANNELIDA)多毛類綱(Polychaeta 0.71%。最優勢浮游動物為節肢動物門甲殼綱的哲水蚤(*Calanus fimmachicus*)、其次為太平洋紡錘金蚤(*Acartia pacifica*)、再其次為對蝦科(Penaeidae)幼生及螢蝦科(Luciferidae)生物。以浮游動物數量而言，水溫較高之季節，生物量也較高。

### 2.7.3 底棲生物

底棲生物調查期間共計採獲腔腸動物門(COELENTERATA)、環節動物門(ANNELIDA)、節肢動物門(ARTHROPODA)甲殼綱(Crustacea)、軟體動物門(MOLLUSCA)、棘皮動物門

(ECHINODERMATA)及脊索動物門(CHORDATA)魚上綱(Pisces)等六大類計 26 種底棲生物。其中以甲殼綱生物被採集到的種類最多，共計採得 10 種；其次為軟體動物門生物，共計採得 9 種。甲殼綱生物中，以槍蝦(*Alpheus lobidens*)、角突仿對蝦(*Parapenaeopsis cornuta*)及中型毛蝦(*Acates intermedius*)等 3 種為最多。若按採樣區位劃分：臨近臺中港之測站中，係以軟體動物門之櫻蛤幼貝(*Moerella* sp.)為最優勢種，約佔 25.22%；其次為環節動物門的強鱗蟲(*Sthenolepis* sp.)，約佔 19.35%；再其次為軟體動物之白豆厚唇螺(*Ringicula doliaria*)，約佔 15.54%。離岸之測站則以甲殼類之長角彷對蝦(*Parapenaeopsis haradwickii*)為最優勢種，約佔 40.83%；其次為斷脊似口蝦蛄(*Oratosquillina interrupta*)，約佔 15%。

### 2.7.4 魚類

魚類調查係以流刺網在表、中水層進行採樣，另外再以底拖採集底層魚類標本。表層共採得 1 目 2 科 2 種之魚類標本，中層共採得 5 目 15 科 18 種之魚類標本，底層共採得 4 目 4 科 4 種之魚類標本，合計全水層共採得 5 目 15 科 18 種之魚類。最優勢之魚種為粗紋鰨(*Leiognathus lineolatus*)，共採得 5498 尾；其次為杜氏綾鯷(*Thryssa dussumien*)，共採得 104 尾；再其次為丁氏叫姑魚(*Johnius distincus*)，共採得 58 尾；排名為第四優勢種的魚類為大頭花桿狗母(*Trachinocephalus myops*)數量為 41 尾。

### 2.7.5 生態指數變化

由於臺中港環境監測調查分析計畫在 92 年至 97 年執行期間，海域生態調查所使用之採樣方法並非一致，因此在解析臺中港海域生態資料時，難以進行定量之分析比較。故在本研究中，主要分析臺中港海域生態系統之物種多樣性歧異度、優勢度及均勻度等相對生態指數之變化。

在分析臺中港海域生態系統之物種多樣性時，係使用Shannon-Wiener歧異度指數(Shannon-weiner diversity index: $H'$)，以下為此多樣性歧異度指數之計算公式：

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \log_2 P_i \quad \text{.....(2-1)}$$

其中：

$S$：各群聚中所記錄到之生物種數

$P_i$：各群聚中第 i 種物種所佔的數量百分比

在應用上 Shannon-Wiener 歧異度指數(或稱多樣性指數)可綜合反映一群聚內生物種類之豐富度及個體數在種間分配是否均勻。若$H'$值愈大，則表示群聚間種數愈多或種間分配較均勻，也就是此生態系統之歧異度較大，為一較複雜之生態系統。而 Margalef's 的豐富度指數(Margalef's richness index)係指一個群落或環境中物種數目的多寡，亦表示生物群聚(或樣品)中種類豐富程度的指數。

$SR = (S\text{-}1) / (ln\ N)$

$S$: 各群聚中所記錄到之生物種數

$N$: 各群聚中所有種類的個數

在分析臺中港海域生態系統之物種優勢度時，係使用 Simpson 優勢度指數(Simpson dominance index: $C$)，以下為此優勢度指數之計算公式：

$$C = \sum_{i=1}^{S} (N_i / N)^2 \quad \text{.....(2-2)}$$

$S$：各群聚中所記錄到之生物種數

$N_i$：為第 i 種生物之個體數

$N$：所有種類之個體數

當 $C$ 值愈低時，表示其優勢度愈大，也就是此生態系統具有某些特別優勢的物種存在。

在分析臺中港海域生態系統之物種均勻度時，係使用 Shannon-Wiener 均勻度指數(Evenness index: $E$)，以下為此均勻度指數之計算公式：

$$E = H'/\log_2 S \quad \text{.....(2-3)}$$

$S$：各群聚中所記錄到之生物種數

$H'$：Shannon-Wiener 歧異度指數的值

$E$ 值愈大，表示此生態系統中生物個體數量在種間分配較均勻。

圖 2-46 為臺中港海域浮游植物生態歧異度變化趨勢。圖中實線代表臺中港內浮游植物 Shannon-Wiener 歧異度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外浮游植物歧異度指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之浮游植物歧異度指數隨時間之變動趨勢。由此圖可看出臺中港海域浮游植物生態歧異度變動在港內外具有相當程度之一致性，當港外浮游植物生態歧異度指數下降時，港內浮游植物生態多樣性歧異度指數也會隨之下降。浮游植物 Shannon-Wiener 歧異度指數在歷年來多保持在 2 與 6 之間。相對而言，2003 與 2004 年浮游植物歧異度指數無明顯變化；但在 2005 至 2006 年間，浮游植物歧異度指數有值較低且變動較大之趨勢。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月) 浮游植物歧異度指數常會出現相對低點。

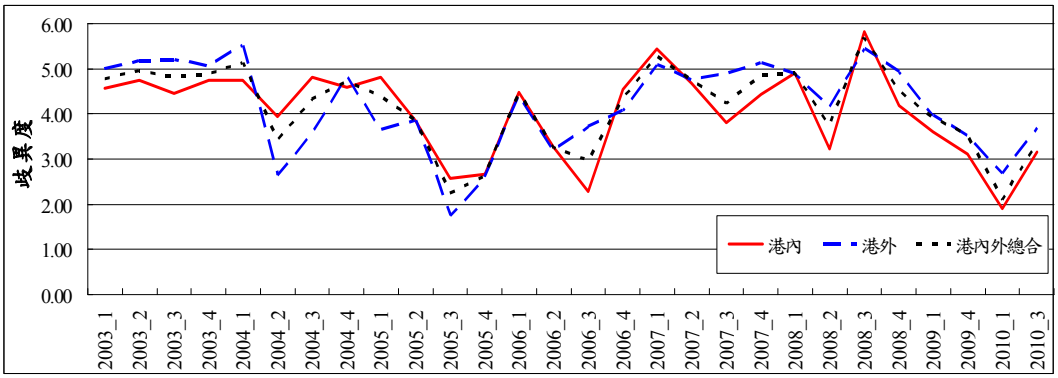



**圖 2-46　臺中港海域浮游植物生態多樣性歧異度變化趨勢**

圖 2-47 為臺中港海域浮游動物生態多樣性歧異度變化趨勢。圖中實線、長虛線及短虛線分別代表臺中港內、港外及港內外合併之浮游動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數隨時間之變動趨勢。與浮游植物之狀況相似，由圖中可看出臺中港海域浮游動物生態多樣性變動在港內外具有相當程度之一致性，當港外浮游動物生態多樣性歧異度指數下降時，港內浮游動物生態多樣性歧異度指數也會隨之下降。浮游動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數在歷年來多保持在 1 與 4 之間，相對而言，2003 年浮游動物 Shannon-Wiener 多樣性指數歧異度較低，但在 2004 年以後，浮游動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數呈波動性穩定之狀況。若按季比較，臺中港海域浮游動物生態多樣性變化與浮游植物生態多樣性變化幾乎呈相反之趨勢，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月) 浮游動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數常會出現相對高點。

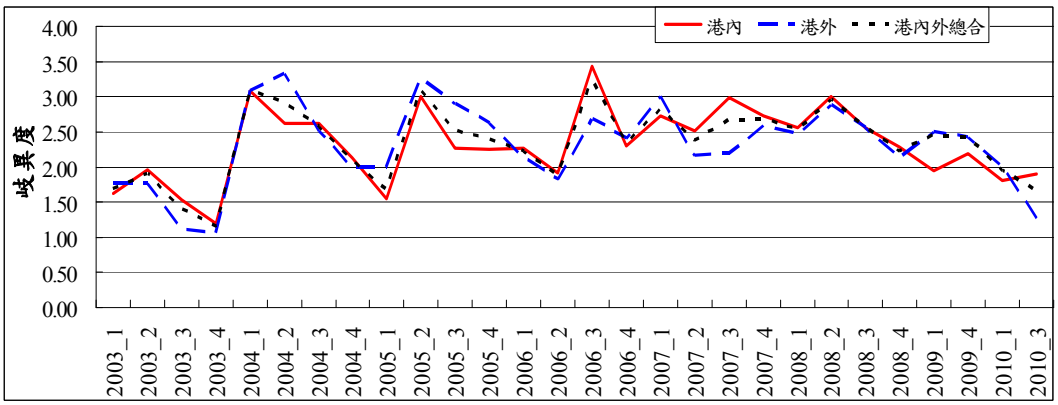



**圖 2-47　臺中港海域浮游動物生態多樣性歧異度變化趨勢**

臺中港海域底棲動物生態多樣性歧異度變化趨勢如圖 2-48 所示。圖中實線代表臺中港內底棲動物 Shannon-Wiener 多樣性指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外底棲動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之底棲動物 Shannon-Wiener 多樣歧異度性指數隨時間之變動趨勢。與浮游植物及浮游動物比較，底棲動物生態多樣性歧異度變化趨勢較複雜，不但波動程度較為劇烈，港內及港外也常呈不一致之狀況。整體而言，底棲動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數介於 0 與 5 之間，且自 2003

年起呈下滑之狀況，此下滑之狀況自 2006 年起趨緩。若比較季別變化，臺中港底棲動物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數與浮游植物狀況類似，常在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月)出現相對低點。

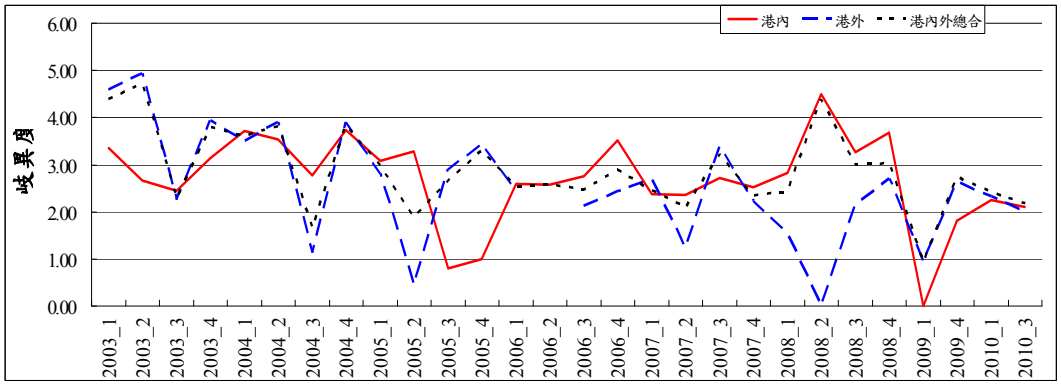



**圖 2-48　臺中港海域底棲動物生態多樣性歧異度變化趨勢**

圖 2-49 為臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合之生態多樣性歧異度變化趨勢。圖中實線代表臺中港內之綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外之綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數隨時間之變動趨勢。由此圖可看出臺中港海域綜合生態多樣性歧異度變動趨勢與圖 2-44 之臺中港內浮游植物 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數變動趨勢幾乎一致。而且港內港外也呈同步變動之狀況：當港外綜合生態多樣性歧異度指數下降時，港外綜合生態多樣性歧異度指數也會隨之下降。綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數在歷年來多保持在 2 與 6 之間，相對而言，2003 與 2004 年綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數無明顯變化，但在 2005 至 2006 年間，綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數有較低且變動較大之趨勢。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月) 綜合 Shannon-Wiener 多樣性歧異度指數常會出現相對低點。

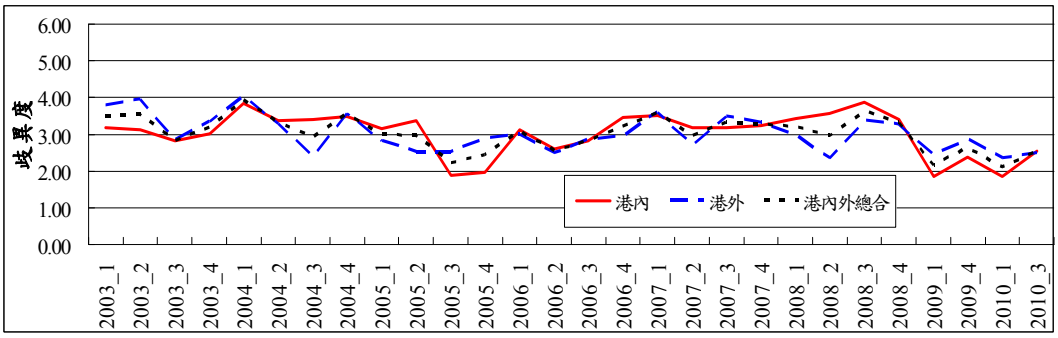



**圖 2-49　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度多樣性變化趨勢**

Simpson 優勢度指數為常被引用之生態系統優勢度指標，其值愈高表示其優勢度愈大，也就是此生態系統具有某些特別優勢的物種存在。圖 2-50 為臺中港海域浮游植物生態優勢度指數變化趨勢。圖中實線代表臺中港內浮游植物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外浮游植物 Simpson 優勢度指數指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併浮游植物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢。由圖 2-48 可看出，臺中港海域浮游植物生態優勢度變動在港內外呈現相當程度之一致性，當港外浮游植物生態優勢度指數上升時，港內浮游植物生態優勢度指數也會隨之上升。浮游植物 Simpson 優勢度指數在歷年資料中多保持在 0 與 0.4 之間。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月) 浮游植物 Simpson 優勢度指數常會出現相對高點，若以 2006 年第 1 季為界，之前時段，當浮游植物 Simpson 優勢度指數相對高點出現時，港外浮游植物優勢度指數明顯比港內浮游植物優勢度指數高；相反的自 2006 年第 1 季以後當浮游植物 Simpson 優勢度指數相對高點出現時，港內浮游植物優勢度指數明顯比港外浮游植物優勢度指數高。

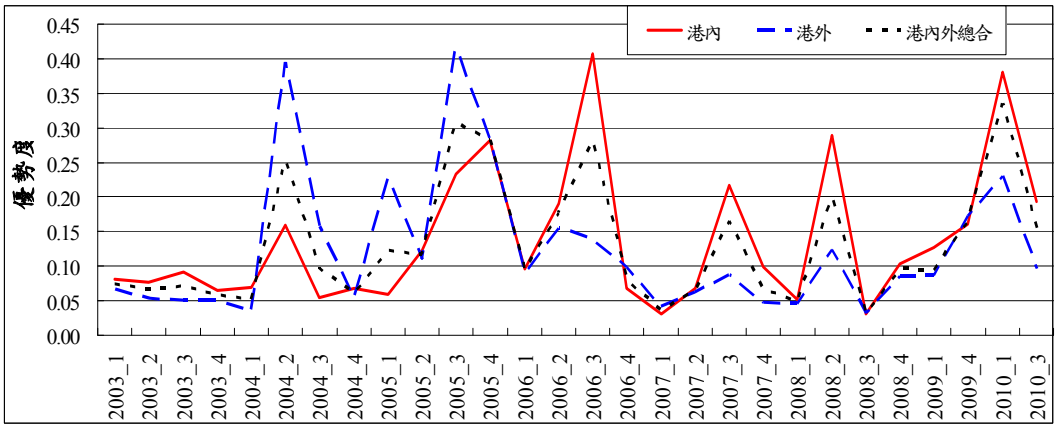



**圖 2-50　臺中港海域浮游植物生態優勢度變化趨勢**

圖 2-51 為臺中港海域浮游動物生態優勢度指數變化趨勢。圖中實線代表臺中港內浮游動物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外浮游動物 Simpson 優勢度指數指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之浮游動物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢。由圖 2-49 可看出，臺中港海域浮游動物生態優勢度變動在港內外相當程度之一致性，當港內浮游動物生態優勢度指數上升時，港外浮游動物生態優勢度指數也會隨之上升。浮游動物 Simpson 優勢度指數在歷年來多保持在 0 與 0.7 之間，2003 年浮游動物生態優勢度指數介於 0.4 與 0.7 之間，往後之年間臺中港浮游動物生態優勢度指數降至 0.1 至 0.4 之間。若比較各季資料，在第 1 季(1 至 3 月)及第 4 季(10 至 12 月) 臺中港浮游動物 Simpson 優勢度指數常會出現相對高點。

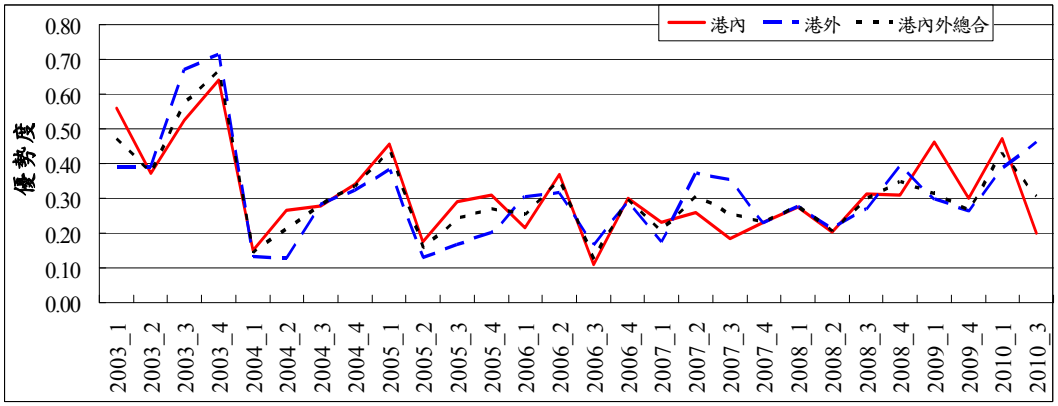



**圖 2-51　臺中港海域浮游動物生態優勢度變化趨勢**

臺中港海域底棲動物 Simpson 優勢度指數變化趨勢如圖 2-52 所示。圖中實線代表臺中港內底棲動物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外底棲動物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之底棲動物 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢。與浮游植物及浮游動物比較，底棲動物 Simpson 優勢度指數變化趨勢較複雜，不但波動程度較為劇烈，港內及港外也常呈不一致之狀況。整體而言，底棲動物 Simpson 優勢度指數之值介於 0 與 1 之間。若比較季別變化，臺中港底棲動物 Simpson 優勢度指數常在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月)出現相對高點，且在相對高點出現時，多以臺中港外海域底棲動物優勢度為最高。

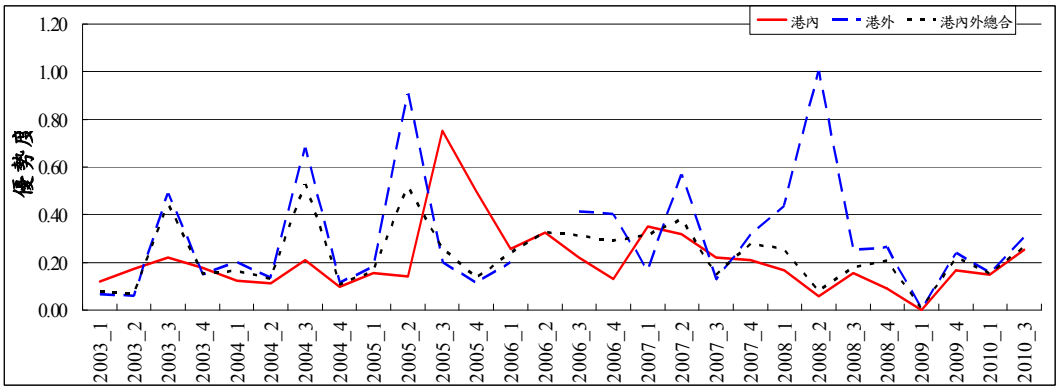



**圖 2-52　臺中港海域底棲動物生態優勢度變化趨勢**

臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物資料綜合所計算出之 Simpson 優勢度指數變化趨勢如圖 2-53 所示。圖中實線、長虛線與短虛線分別代表臺中港內、港外及港內外合併海域之綜合 Simpson 優勢度指數隨時間之變動趨勢。與前述綜合生態多樣性歧異度變動趨勢情況類似；臺中港海域綜合生態優勢度變動趨勢與圖 2-48 之臺中港內浮游植物優勢度變動趨勢幾乎一致。綜合 Simpson 優勢度指數在歷年來多保持在 0 與 0.4 之間。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月)綜合 Simpson 優勢度指數常會出現相對高點，若以 2006 年第 1 季為界，之前時段，當綜合 Simpson 優勢度指數相對高點出現時，港外綜合優勢度指數明顯比港內綜合優勢度指數高；相反的自 2006 年第 1 季以後當綜合 Simpson 優勢度指數相對高點出現時，港內綜合優勢度指數明顯比港外綜合優勢度指數高。

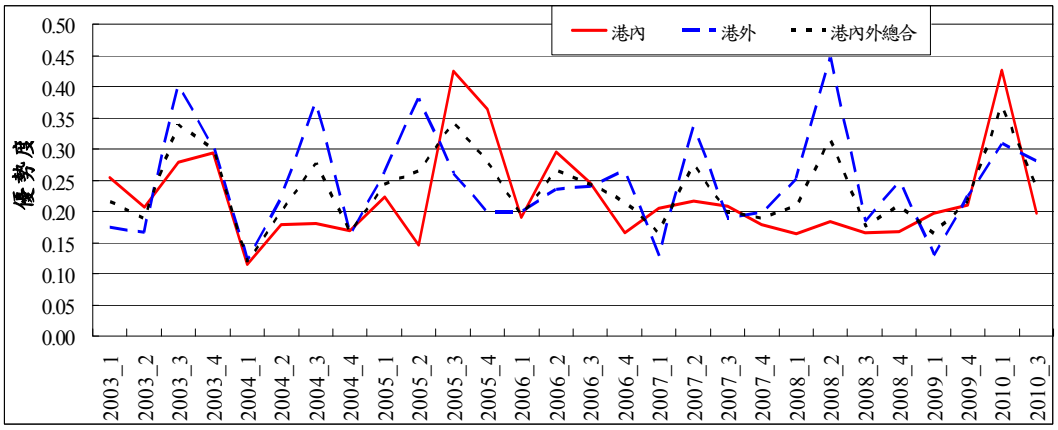



**圖 2-53　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態優勢度變化趨勢**

在分析臺中港海域生態系統之物種均勻度時，係使用 Shannon-Wiener 均勻度指數。圖 2-54 至圖 2-57 分別為臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物及三項綜合之 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間變動之趨勢。

臺中港海域浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間變動之趨勢如圖 2-54 所示。圖中實線、長虛線及短虛線分別代表臺中港內、港外及港內外合併之浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間之變動趨勢。由圖 2-54 可看出，臺中港海域浮游植物生態均勻度變動在港內外相當程度之一致性，當港內浮游植物生態多樣性歧異度指數下降時，港外浮游植物生態多樣性指數也會隨之下降。浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數在歷年來多保持在 0.3 與 0.9 之間，相對而言，前兩年及最後兩年浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數無明顯變化，但在 2005 至 2006 年間，浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數有較低且變動較大之趨勢。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3 季(7 至 9 月) 浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數常會出現相對低點。若再仔細觀察浮游植物 Shannon-Wiener 均勻度指數出現相對低點之時間點，可發現：若在 2006 年之前，則以港外之浮游植物均勻度指數相對港內為較低；若在 2006 年之後，則以港內之浮游植物均勻度指數相對港外為較低。

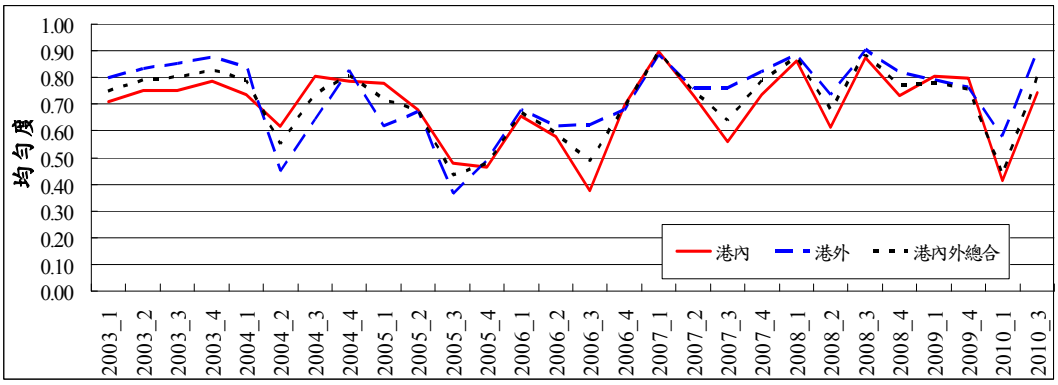



**圖 2-54　臺中港海域浮游植物生態均勻度變化趨勢**

圖 2-55 為臺中港海域浮游動物生態均勻度變化趨勢。圖中實線、長虛線及短虛線分別代表臺中港內、港外及港內外合併之浮游動物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間之變動趨勢。臺中港海域浮游動物 Shannon-Wiener 均勻度指數除 2009 年外，歷年來於 2008 年以前多保持在 0.2 與 1.0 之間。相對而言，2003 年臺中港海域浮游動物 Shannon-Wiener 均勻度指數較低，約介於 0.2 至 0.5 之間。而在 2004 年以後，浮游動物 Shannon-Wiener 均勻度指數波動性緩降之狀況，其中 2004 年至 2006 年約在 0.4 至 1.0 之間振盪，2007 年以後則較為穩定，約在 0.5 至 0.7 之間變動。

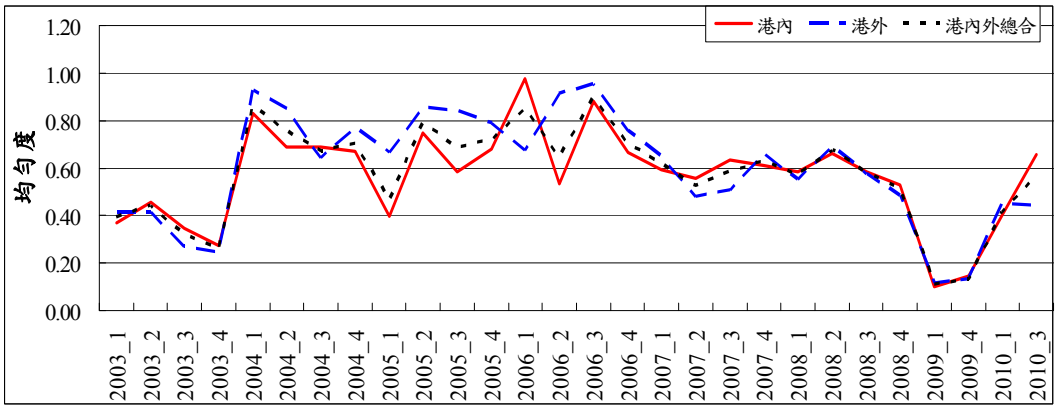



**圖 2-55　臺中港海域浮游動物生態均勻度變化趨勢**

臺中港海域底棲動物生態均勻度變化趨勢如圖 2-56 所示。圖中實線代表臺中港內底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間之變動趨勢；長虛線代表臺中港外底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間

之變動趨勢；而短虛線則代表臺中港內外合併之底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度指數隨時間之變動趨勢。臺中港海域底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度變化趨勢較複雜，不但波動程度較為劇烈，港內及港外也常呈不一致之狀況。若單比較臺中港外底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度變化趨勢，可發現 2006 年前後底棲動物均勻度之變化趨勢有差異：在 2006 年之前臺中港外底棲動物 Shannon-Wiener 均勻度指數波動程度較為劇烈；但 2006 年以後，底棲動物均勻度指數波動程度變緩。另外，若再詳細分析港內外底棲動物均勻度指數波動程度，則可發現港內之狀況與港外相反：在 2006 年之前底棲動物均勻度指數波動程度較緩；2006 年以後，底棲動物均勻度指數波動程度波動較大。整體而言，底棲動物之 Shannon-Wiener 均勻度指數介於 0.1 與 1.0 之間，底棲動物均勻度指數波動程度係以港外大於港內，但 2009 年無論港內外均出現歷年之最低情形，且 2006 年以後，港內與港外之底棲動物均勻度指數波動程度漸趨一致，但是波動相位相反。

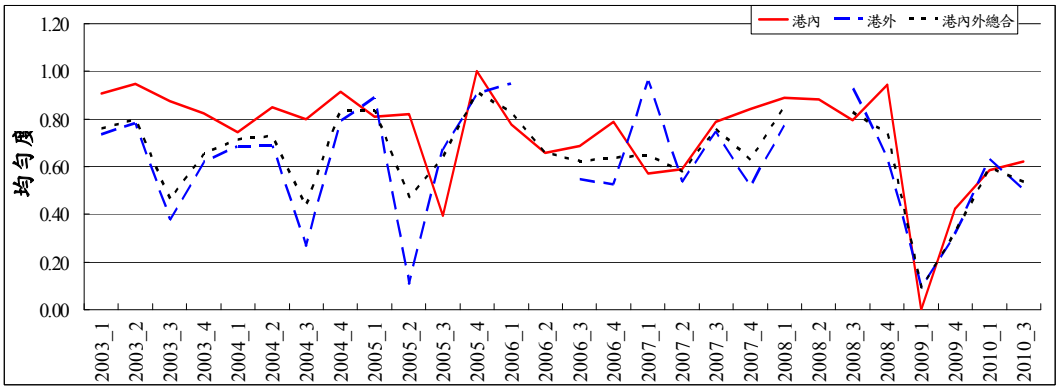



**圖 2-56　臺中港海域底棲生物生態均勻度變化趨勢**

與先前多樣性歧異度及優勢度之狀況相同，圖 2-57 之臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物資料綜合所計算出之 Shannon-Wiener 均勻度指數變化趨勢與圖 2-54 之臺中港浮游植物之均勻度變動趨勢幾乎一致。綜合 Shannon-Wiener 均勻度指數在歷年來多保持在 0.3 與 0.9 之間，相對而言，前兩年及最後兩年綜合 Shannon-Wiener 均勻度指數無明顯變化，但在 2005 至 2006 年間，綜合 Shannon-Wiener 均勻度指數有較低且變動較大之趨勢。若按季比較，在第 2 季(4 至 6 月)及第 3

季(7 至 9 月) 綜合 Shannon-Wiener 均勻度指數常會出現相對低點。若觀察綜合 Shannon-Wiener 均勻度指數出現相對低點之時間點，可發現:若在 2006 年之前,則以港外之綜合均勻度指數為最低值;若在 2006 年之後，則以港內之綜合均勻度指數為最低值。

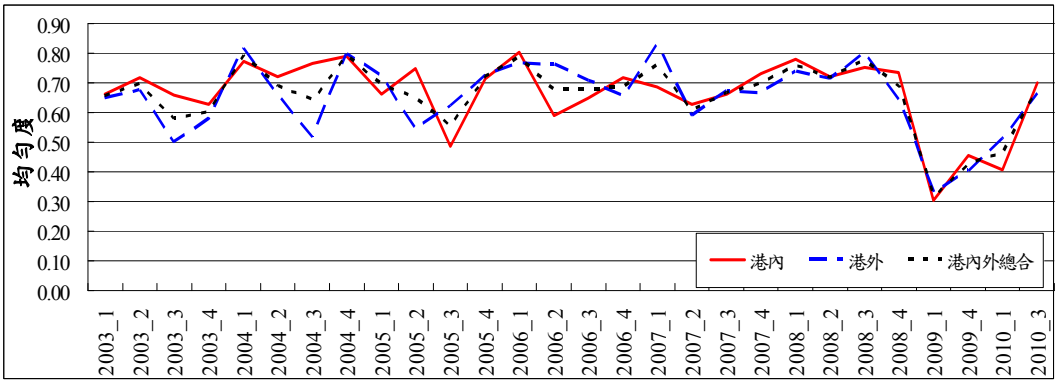



**圖 2-57　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態均勻度變化趨勢**

歷年臺中港域生態指數變動以時間序列統計解析後顯示，浮游動、植物與底棲生物整體多樣性指數-歧異度變化顯示有很明顯之季節性變動，季節性變動多呈現每年第 2 季(4~6 月)最低，第 4 季(10~12 月)最高之趨勢(圖 2-58)。濾除季節性變動後，長期趨勢呈現高低起伏不一且維持在一定變動範圍內，無特別明顯之升高或降低趨勢(圖 2-59)。經濾除季節性變動成份後，整體生態指數變動長期趨勢呈現高低起伏不一且維持在一定變動範圍內，無特別明顯之升高或降低趨勢。由生物指標之時間序列分析結果顯示，本海域生態之長期變動，主要係受季節性之影響。

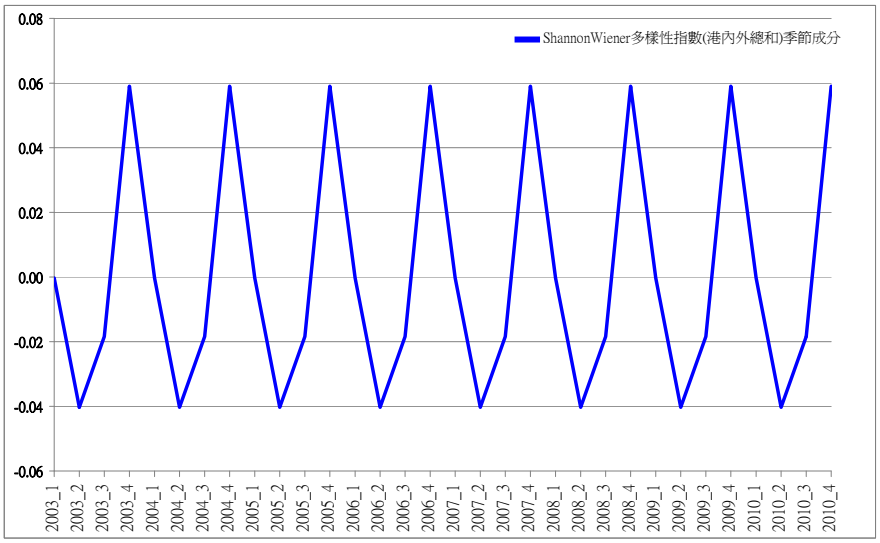



**圖 2-58　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度變化時間趨勢**

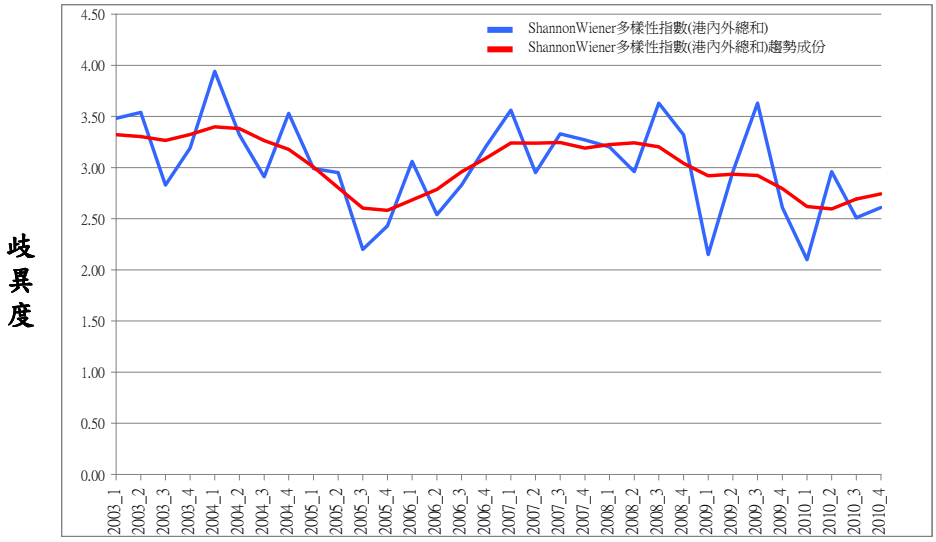



**圖 2-59　臺中港海域浮游植物、浮游動物及底棲動物綜合生態歧異度變化濾除季節變動成份之趨勢**

## 2.8 船舶壓艙水議題

近年來，外來種侵襲事件頻傳，大多歸因於國際貿易的發展人為活動增加，因而加快物種散播至其他區域(Mack and Lonsdale, 2001)。全球 80%~90%的貿易是經由海洋所運送，海運為全球經濟流通的主要

關鍵，在船舶運輸的同時，每年也運送大約 30-50 億噸的壓艙水(IMO, 2008)。由此可知，航運運輸量的變化與全球壓艙水運送量彼此相互影響，而世界各地的海洋環境也因航運運輸量的成長使得受生物侵襲威脅可能性增加。以美國海洋與海岸環境為例，Ruiz et al. (2000)便指出航運是導致該國家海域受到生物侵襲的主要原因，對海岸生態而言，船舶進出某區域的次數，代表物種透過船舶壓艙水或船殼傳遞的機會多寡(Verling et al., 2005)，而透過壓艙水所釋放之物種則是最常見外來種生物傳播方法之一(Ruiz et al., 1997)。

### 2.8.1 壓艙水引進外來種之影響

在 1900 年以前，船舶所使用的固體壓艙物一般為石塊、砂子和泥土，並在目的地裝貨時將壓艙物卸下(Mills et al., 1993)，由於固體壓艙物可能含有植物種子或樹幹，使得此時期之侵襲物種大多是植物。在 20 世紀後，開始廣泛地使用壓艙水做為船舶壓艙之物，特別是五大湖航道開通後，大量的外來種、浮游動植物移入五大湖流域(Ricciardi A. 2006)，壓艙水成為外來物種導入的原因之一。因壓艙水含有許多散佈在各區域中的多種生物(Harvey et al., 1999)，許多生物具有浮游體的生命週期以至於能透過壓艙水而傳遞(McGee et al., 2006)，其中因船舶運輸而意外導入的水生物種(Aquatic nuisance species, ANS)或外來種(Non-indigenous species, NIS)，如：舊金山灣的亞洲蛤(Asian Clam, *Potamocorbula amurensis*)、美國聖勞倫斯五大湖的斑馬貽貝(Zebra mussels, *Dreissena polymorpha*)以及黑海的櫛水母(Comb jelly, *Mnemiopsis leidyi*)都是相當有名的例子(Carlton and Geller, 1993)。目前更有研究指出壓艙水能運送珊瑚病原體(Aguirre-Macado et al., 2008)。此外，壓艙水櫃還能運送浮游植物囊胞體(Cyst-forming Phytoplankton ) (Hallegraeff et al., 1991; Hallegraeff et al., 1992; Hamer et al., 2001; Macdonald and Davidson, 1998; McCollin et al., 2000)，致使壓艙水成為有害藻華增生的原因之一(Smayda, 2007)，例如 Bolch and Salas(2007)便以分子技術驗證 *G. Catenatum* 是從日本瀨戶內海經由船舶壓艙水導

入紐西蘭和澳洲東南方海域，證實壓艙水具有裝載運送動植物的能力。而伴隨著航運發展與壓艙水的使用，促使國際間因船舶壓艙水導入外來種之情形日漸嚴重，亦使得外來種所造成之生態或經濟衝擊更為廣泛。

### 2.8.2 壓艙水相關法規訂定

水生物透過壓艙水入侵到新環境、陸源污染、水生物資源過度開發、海洋棲息地物理性改變及破壞等，為當前海洋面臨的四大威脅。1980 年代以來，聯合國及國際海事組織開始重視海洋環境保護問題，制定了一系列公約、大會決議案和指導性文件，加強船舶壓艙水控制和管理，例如：1982 年《聯合國海洋法公約》(United Nations Convection of the Law Of the Sea，UNCLOS)；1992 年《生物多樣性公約》(Convention on Biological Diversity, CBD)，聯合國環境與發展大會要求國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)考慮制訂有關壓艙水排放規則；1993 年 IMO A .774(18)號決議，將解決有害水生物和病原體傳播置於重要地位；1997 年，國際海事組織制定《關於控制和管理船舶壓艙水，減少有害水生物和病原體傳播的指導方針》；2004 年，於英國倫敦召開國際海事組織大會，通過《國際船舶壓艙水和底質控管公約》(The International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water & Sediments ，BWM Convention)，為壓艙水及其底泥的管理和控制提供了具有法律約束力的規定。

#### 1. 聯合國海洋法公約

聯合國海洋法公約中有許多規範是為了避免各國「傳播有害生物體」及「透過船舶壓艙水操作成為傳輸途徑」這些行為的「權利」與「責任」而制定，當各個沿海國有了聯合國海洋法公約所賦予的權利之後，便可以進行相關國內法律的制定，進一步對於權責範圍內的區域進行壓艙水管理。聯合國海洋法公約第 192 條中提及：「各國皆有保護及維護海洋環境的義務」，並於第 194 條第一項及第五項明確說明，

各國必須採取一些必要措施，用來防止、減少和控制海洋環境污染的來源，並且保護稀有及脆弱的海洋生態系統、防止海洋生物族群減少或受到威脅、甚至是有滅絕危機的海洋生物之棲息地。於第 196 條第一項中提及：「各國應採取一切必要措施以防止、減少和控制由於在其管轄或控制下使用技術而造成的海洋環境污染，或由於故意或偶然在海洋環境某一特定部分引進外來的或新的物種，致使海洋環境可能發生重大和有害的變化」，其重點在於「採取措施」，港口國有權利對於防止壓艙水污染採取必要的管理措施，透過制定國內法或是港口國管制標準，皆能有效達到管理之效。故各國就已注意到應對於保護海洋環境做出規範，並在之後的《生物多樣性公約》中做出相關保護的目標，其中通過船舶壓艙水轉移的有害水生物和病原體、外來物種對於生物多樣性的威脅等議題在 1998 年《生物多樣性公約締約國大會(COP4)VI/5》做出決議，並且於 2002 年《生物多樣性公約締約國大會(COP6)VI/23》決議，內容針對關於海洋和海岸生態系統的保護及永續性利用、外來物種對生態系統、棲息地和本土物種的威脅等。

**2. 生物多樣性公約**

《生物多樣性公約》確保生物多樣性的保育與永續利用，透過適當的資金，公平合理分配基因資源使用所獲得的利益，包括基因資源取得的管道及相關科技的移轉。各締約國應配合其特殊國情與能力，整合相關部門的策略、計畫及方案以達生物多樣性保育及永續利用。恢復與重建瀕臨絕滅的物種，採行措施以保護區域內的多樣性生物資源。

「生物多樣性」是泛指了所有形形色色的生物體，這些來源包括陸地、海洋和其他水生生態系統以及多樣區域所構成的生態綜合體；範圍包括物種本身群體、與其他物種之間的互動、以及和生態系統交互的各式多樣性，而其中「生態系統」是指植物、動物和微生物群落再加上無生命環境綜合起來，形成一個生態互相交互作用而形成的一個動態複合體。因此，海洋即是一個充滿生物多樣性的大型生態系統，

裡面包含各式各樣動物、植物、微生物，形成複雜的動態生態系，因為範圍太過廣大，又可再大致區分成大洋生態區、沿岸生態區...等等。而海洋生態環境也在 1995 年時通過了《雅加達宣言保育及永續利用海洋和海岸生物多樣性》，特別針對海洋對於《生物多樣性公約》實際執行面上作出整合的全球性方案。

各個沿海國在執行《生物多樣性公約》時，其最終目標仍以不牴觸《聯合國海洋法公約》為原則，並確保在任何形式和目的下所建立的目標及執行方式，都將仍以《聯合國海洋法公約》的架構下進行，因此《生物多樣性公約》對於壓艙水的管理架構也會與《聯合國海洋法公約》類似。

不同於《聯合國海洋法公約》的給予各國立法及管理的權利，《生物多樣性公約》特別在意的是「外來物種」的影響，因此在第 8 條就有對保護原生物種做出明確的規範：「防止引進、控制或消除那些威脅到生態系統、棲地或物種的外來物種」於是，當交換壓艙水時有可能將外來物種引進原生環境時，《生物多樣性公約》所約束的效力就產生了，便可以依據此條法規訂定管理政策。

除了管理政策，管轄範圍也是相當重要的一環，相較於《聯合國海洋法公約》對於範圍管轄的限制，《生物多樣性公約》對於管轄區的分界較為寬鬆，可以從第 4 條中看到：「以不妨礙其他國家權利為限，除非本公約另有明文規定，本公約規定應按下列情形對每一個締約國適用：在該國管轄或控制下開展的過程和活動，不論其影響發生在何處，此種過程和活動可位於該國管轄區內也可在國家管轄區外。」也就是說在不妨礙他國利益的情形下，各國皆可以盡其所能實行生物多樣性公約的精神，並訂出管理辦法來保護生物多樣性，就因如此，便可以應用在管理進港船舶的壓艙水交換上，在沒有違反他國利益前提之下，盡可能對於壓艙水採取管理及監測，用以達到防止外來物種入侵及維護本國生物多樣性的雙重目標。

### 3. 國際船舶壓艙水及底質控管公約

制訂國際船舶壓艙水和底質控管公約從 1992 年「聯合國環境與發展大會」(United Nation Conference on Environment and Development, UNCED)要求國際海事組織考慮通過適當的壓艙水排放規定；並公布《里約環境與發展宣言》，其中第 15 條規定：「為了保護環境，各國應根據他們的能力廣泛採取預防性措施。凡有可能造成嚴重的或不可挽回的損害的地方，不能把缺乏充分的科學肯定性作為理由，推遲採取防止環境惡化的措施」；國際海事組織也於 1993 年通過 A.774(18)決議；之後在 1995 年海洋環境保護委員會(Maritime Environment Protection Committee，MEPC)通過《MEPC.67》第 37 號決議；1997 年國際海事組織 A.868(20)大會決議，要求各國政府採取行動，展現解決有害水生物和病原體轉移的決心；2002 年《世界高峰會永續發展行動計畫》(World Summit on Sustainable Development – Plan of Implementation, WSSD)，促使各國加快制訂法源來解決壓艙水引入外來生物的問題，並在 2004 年訂定《國際船舶壓艙水和底質控管公約》。

國際船舶壓艙水和底質控管公約正文共 22 條，除調解爭端、簽署、批准、接受、核准和加入、生效、修正、退出、保存等常規條款，以及定義、適用範圍、技術幫助、合作及區域合作、訊息交流、文字等一般性法律條款外，還包括一般責任，控制有害水生物和病原體通過船舶壓艙水及沉澱物轉移，沉澱物的收受設施，科學技術研究和監測，檢驗與發證，違規，船舶檢查，違規的探查和船舶控制，控制行動的通知，對船舶的不當延誤等技術性條款。

本公約自 2004 年 6 月 1 日起至 2005 年 5 月 31 日在國際海事組織總部開放供各國簽署，之後繼續開放供各國加入，且將在世界商船總噸位 35%以上且至少 30 個國家簽署、批准、接受、核准後，即可於 12 個月後正式生效，截至目前為止(2010 年 12 月)已有 27 個國家簽署，總噸位占 25.32%。這當中，如果一國中由兩個或多個實行不同法律體系的行政區組成(像是所屬群島等)，則在加入公約時，該國可以聲明本

公約適用的行政區範圍，並且可以在任何時間進行修改，但任何此類聲明都應以書面形式通知國際海事組織，並申明本公約適用的行政區或區域。

有關於名詞定義，舉凡像是「壓艙水」、「壓艙水管理」、「有害水生物及病原體」、「底泥」、「船舶」等專有名詞，當中皆有明確規範，以供後續公約中遇有相關名詞時使用，避免產生模糊地帶而有紛爭。一般船舶共同遵守的義務中包含了公約的共同目標：「防止、最大限度地減少，最終消除有害水生物和病原體的轉移」各個公約國應當承諾全面性的實施本公約規定，而公約附則也包含在其中，這代表著當公約正式生效後，其中的附則(Annex)及指導方針(Guidelines)也一併適用。此外亦鼓勵各國的船舶盡可能避免裝載到含有有害水生物和病原體的壓艙水及底質，並且要求各國合作，達到跨國、跨區域管轄許可權的管理，以解決敏感、脆弱或是受到威脅的海洋生態系統及生物多樣性。

對於船旗國船舶的部分，除非有另外指明特殊的例外，否則公約將一體適用於「有懸掛會員國國旗的船舶」以及「無懸掛會員國國旗，但是在該會員國權力下經營營運的船舶」，若是船舶本身設計建造就已經無壓載艙也無攜帶壓艙水，或是會員國船舶在該國國家管轄水域內操作壓艙水，便不適用本公約；軍艦、軍用輔助船或是一會員國所擁有、營運的非商業性質船舶，也可以免除於本公約的範圍，但仍應在可行的狀況下積極配合；此外若裝載於壓載艙的壓艙水永久不排放，屬於永久性壓艙水，也是在本公約適用範圍之外。

# 第三章　近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性

污染質在臺中港區之稀釋與擴散傳輸的快慢，關係其水體水質的優劣，而臺中港區水質之擴散傳輸作用主要係由潮汐之漲落所造成之海流運動所控制。本年度將新建立三維水理之數值模式，使用本年度於台中港南北兩側所設立之海流測站來率定與驗證去年度所建立之二維或今年度新建立之三維水動力模式，並藉由二維或三維水理模式來模擬分析臺中港區海域之水動力情形。

## 3.1 二維水動力控制方程式

將三維的運動方程式與連續方程式由海底積分至海面，同時加入底部和表面的邊界條件，則可得到下列的平面二維流場控制方程式：

### 1. 連續方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial (HU)}{\partial x}+\frac{\partial (HV)}{\partial y}=0 \quad \text{.....(3-1)}$$

### 2. *x*、*y* 方向運動方程式

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}-fV+g\frac{\partial \zeta}{\partial x}+g\frac{U(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H} \quad \text{.....(3-2)}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_x^s-(E_{xx}\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 U}{\partial y^2})=0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+fU+g\frac{\partial \zeta}{\partial y}+g\frac{V(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H} \quad \text{.....(3-3)}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_y^s-(E_{yy}\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+E_{yx}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2})=0$$

以上諸式中

$x$、$y$　為右手直角座標，$x$、$y$隨邊界而定其方向

$U$、$V$　為相對於$x$、$y$方向之水深平均流速分量

$t$　為時間

$\rho$　為海水密度

$g$　為重力加速度

$E_{xx}, E_{yy}, E_{xy}, E_{yx}$　為渦動粘性係數

$f$　地球自轉之柯氏力係數

$\tau_x^s, \tau_y^s$　為表面風剪力分量

$C$　為 Chezy 係數，隨水深而變化

$$U = \frac{1}{H}\int_{-d}^{\zeta} u dz$$

$$V = \frac{1}{H}\int_{-d}^{\zeta} v dz$$

$$H = \zeta + d$$

$d$：水深

$\zeta$：自由水面的高度

$$f = 2\Omega \sin\phi$$

$\phi$為緯度

$\Omega$為地球自轉的角速度

$$\tau_x^s = \rho_a \theta \omega^2 \sin\varphi$$

$$\tau_y^s = \rho_a \theta \omega^2 \cos\varphi$$

$\theta$=為風力係數$\approx 0.0026$

$\omega$=風速

$\rho_a$：空氣密度

$\varphi$：為風向與 $y$ 軸之夾角

上述連續與運動方程式將以 ADI 計算技巧來求解。模式中必須率定的參數主要為底床摩擦係數(Chezy 係數)與渦動粘性係數。在潮間帶乾濕地變化的處理部份，由於 ADI 計算技巧為雙掃法，其在計算過程中需要依續解 $x$ 與 $y$ 方向之矩陣，因此模式中假設當隔網點在 $x$ 或 $y$ 方向之平均水深小於 0.1 公尺時，其相對之流速分量 $u$ 或 $v$ 將設為零。

## 3.2 三維模式之理論與建立

### 3.2.1 基本方程式

在河口或近岸海域，海流主要在水平方向流動，此時海流在水深方向的加速度遠小於重力加速度，因此其值可被忽略，而水深方向之動量方程式將可簡化成靜水壓方程式。若再對海水之密度變化做 Boussinesq 假設，則主導近岸海域海流運動之控制方程式可以表示如下：

**1. 動量方程式：**

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial (uu)}{\partial x}+\frac{\partial (uv)}{\partial y}+\frac{\partial (uw)}{\partial z}-fv+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}\right)=0 \quad \text{.....(3-4)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial (uv)}{\partial x}+\frac{\partial (vv)}{\partial y}+\frac{\partial (vw)}{\partial z}+fu+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}-\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z}\right)=0 \quad \text{.....(3-5)}$$

$$\frac{\partial p}{\partial z}+\rho g=0 \quad \text{.....(3-6)}$$

**2. 連續方程式：**

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \quad \text{.....(3-7)}$$

**3. 狀態方程式：**

$$\rho = fn(s,\mathbf{T}) \quad \text{.....(3-8)}$$

**4. 鹽度與溫度之擴散傳輸方程式：**

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial (us)}{\partial x}+\frac{\partial (vs)}{\partial y}+\frac{\partial (ws)}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial s/\partial x)]}{\partial x} -\frac{\partial [D_y(\partial s/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa(\partial s/\partial z)]}{\partial z}=0 \quad \text{.....(3-9)}$$

$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial t}+\frac{\partial (u\mathbf{T})}{\partial x}+\frac{\partial (v\mathbf{T})}{\partial y}+\frac{\partial (w\mathbf{T})}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial \mathbf{T}/\partial x)]}{\partial x} -\frac{\partial [D_y(\partial \mathbf{T}/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa'(\partial \mathbf{T}/\partial z)]}{\partial z}=0 \quad \text{.....(3-10)}$$

以上諸式中，$x$、$y$、$z$為右手直角座標 ，$u$、$v$、$w$為相對於$x$、$y$、$z$方向之流速分量，$p$表壓力， $s$表鹽度， $\mathbf{T}$表溫度，$\tau_{xx}$、$\tau_{xy}$、$\tau_{xz}$、$\tau_{yx}$、$\tau_{yy}$、$\tau_{yz}$表紊流剪應力，$D_x$、$D_y$、$\kappa$(或$\kappa'$)分別表鹽度或溫度在 $x$、$y$、$z$ 方向之離散係數。

### 3.2.2 三維水層平均模式

若將海域水體劃分成圖 3-1 所示的控制體，則可對上節之控制方程式於每一水層做垂直積分，並將紊流剪應力項以交換係數及流速梯度參數化，如此可得相對於圖 3-1 所示第 $k$ 水層之水層平均方程式，表示

如下：

$$\frac{\partial(hU)}{\partial t}+\frac{\partial(hUU)}{\partial x}+\frac{\partial(hUV)}{\partial y}+(WU)_{k-1/2}$$
$$-(WU)_{k+1/2}-fhV+\frac{h}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}-(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k-1/2}+(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k+1/2} \quad \text{.....(3-11)}$$
$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial x}(hA\frac{\partial U}{\partial x})-\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial y}(hA\frac{\partial U}{\partial y})=0$$

$$\frac{\partial(hV)}{\partial t}+\frac{\partial(hUV)}{\partial x}+\frac{\partial(hVV)}{\partial y}+(WV)_{k-1/2}$$
$$-(WV)_{k+1/2}-fhU+\frac{h}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}-(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k-1/2}+(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k+1/2} \quad \text{.....(3-12)}$$
$$-\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial x}(hA\frac{\partial V}{\partial x})-\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial y}(hA\frac{\partial V}{\partial y})=0$$

$$W_{k-1/2}-W_{k+1/2}=-\frac{\partial(hU)}{\partial x}-\frac{\partial(hV)}{\partial y} \quad \text{.....(3-13)}$$

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t}+\frac{\partial(hUS)}{\partial x}+\frac{\partial(hVS)}{\partial y}+(WS)_{k-1/2}$$
$$-(WS)_{k+1/2}-\frac{\partial}{\partial x}(hD_x\frac{\partial S}{\partial x})-\frac{\partial}{\partial y}(hD_y\frac{\partial S}{\partial y}) \quad \text{.....(3-14)}$$
$$-(\kappa\frac{\partial S}{\partial z})_{k-1/2}+(\kappa\frac{\partial S}{\partial z})_{k+1/2}=0$$

$$\frac{\partial(hT)}{\partial t}+\frac{\partial(hUT)}{\partial x}+\frac{\partial(hVT)}{\partial y}+(WT)_{k-1/2}$$
$$-(WT)_{k+1/2}-\frac{\partial}{\partial x}(hD_x\frac{\partial T}{\partial x})-\frac{\partial}{\partial y}(hD_y\frac{\partial T}{\partial y}) \quad \text{.....(3-15)}$$
$$-(\kappa'\frac{\partial T}{\partial z})_{k-1/2}+(\kappa'\frac{\partial T}{\partial z})_{k+1/2}=0$$

式中 $U$ 和 $V$ 為水層平均流速在 $x$ 和 $y$ 方向之分量，$W$ 為水深方向之流速，$h$ 為水層厚度，$S$ 和 $T$ 分別為水層平均鹽度與溫度，$A$ 為水平動量

交換係數。在本文模式，水平動量交換係數將以 Liu and Nelson 所建議之式(3-16)來計算：

$$A=\gamma\left|\frac{\partial\omega}{\partial x}+\frac{\partial\omega}{\partial y}\right|\Delta\ell^3 \quad \text{.....(3-16)}$$

式中$\gamma$為一常數，$\omega$是 $z$ 方向之渦度($\omega=\frac{\partial V}{\partial x}-\frac{\partial U}{\partial y}$)，$\Delta\ell$為控制體之水平尺度。

本研究使用之水平溫、鹽度離散係數$D_x$與$D_y$則選取與水平動量交換係數相同，而式(3-11)與式(3-12)中之垂直動量交換，本文以式(3-17)與式(3-18)表示，

$$\begin{aligned}&-(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k-1/2}+(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k+1/2}\\&=-(E\frac{\partial U}{\partial z})_{k-1/2}+(E\frac{\partial U}{\partial z})_{k+1/2}\end{aligned} \quad \text{.....(3-17)}$$

$$\begin{aligned}&-(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k-1/2}+(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k+1/2}\\&=-(E\frac{\partial V}{\partial z})_{k-1/2}+(E\frac{\partial V}{\partial z})_{k+1/2}\end{aligned} \quad \text{.....(3-18)}$$

式中 $E$ 為垂直動量交換係數，根據 Leendertse and Liu，其可表為：

$$E=\upsilon\left|\frac{\partial\mathbf{V}}{\partial z}\right|\exp(-rm\,R_i) \quad \text{.....(3-19)}$$

式中$\mathbf{V}=(U^2+V^2)^{1/2}$，$rm$ 為一常數，Mamayev 建議使用 $rm$ 值為 0.4；而$\upsilon=L^2$，本文使用 $L$ 為：

$$L=\begin{cases}K_vZ & if\ Z\le Z_d\\ K_vZ_d & if\ Z>Z_d\end{cases} \quad \text{.....(3-20)}$$

其中 $Z$ 為由底床算起之水深，$Z_d$ 為 1/5 水深，$K_V$ 為一常數。式(3-19)中之 $R_i$ 為 Richardson 常數，其定義為：

$$R_i = -\frac{g}{\rho}\frac{\partial \rho/\partial z}{(\partial \mathbf{V}/\partial z)^2} \quad \text{.....(3-21)}$$

根據 Leendertse and Liu，本研究亦使用式(3-19)、(3-20)、(3-21)計算水深方向之溫、鹽度離散係數 $\kappa$ 與 $\kappa'$，惟 Mamayev 建議計算溫、鹽度之離散係數應使用 *rm* 值為 0.8。

此外，在表層與底層水層連續方程式與動量方程式與式(3-11)、(3-12)、(3-13)略有不同。在表層水層，連續方程式將變成：

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \sum_{k=1}^{b}\left\{\frac{\partial (hU)}{\partial x} + \frac{\partial (hV)}{\partial y}\right\}_k = 0 \quad \text{.....(3-22)}$$

式中 $\xi$ 為自由水面之水位高度，$b$ 為水層總數。而在表層水層，動量方程式中之 $(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k-1/2}$ 與 $(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k-1/2}$ 將由風剪應力代替，即：

$$(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k-1/2} = \frac{\rho_a}{\rho} C^* W_{10}^2 \sin\theta \quad \text{.....(3-23)}$$

$$(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k-1/2} = \frac{\rho_a}{\rho} C^* W_{10}^2 \cos\theta \quad \text{.....(3-24)}$$

式中 $\rho_a$ 為空氣密度，$W_{10}$ 為 10 公尺高度之風速， $\theta$ 為風向與模式 $y$ 軸之夾角，$C^*$ 為風阻力係數。在底層水層，動量方程式中之 $(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k+1/2}$ 與 $(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k+1/2}$ 將由底床剪應力代替，即：

$$(\frac{1}{\rho}\tau_{xz})_{k+1/2} = g\frac{U(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2} \quad \text{.....(3-25)}$$

$$(\frac{1}{\rho}\tau_{yz})_{k+1/2} = g\frac{V(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2} \quad \text{.....(3-26)}$$

其中 $C$ 為底床磨擦係數，本文使用 $C = C_0 d^{1/6}$，其中 $d$ 為水深，$C_0$ 為常數，$C_0$ 需由模式率定得之。

而式(3-11)與式(3-12)中的表層壓力梯度項 $\frac{\partial p}{\partial x}$、$\frac{\partial p}{\partial y}$ 可表為：

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial p_1}{\partial x} &= g\rho_1\frac{\partial \xi}{\partial x} + 1/2gh_1\frac{\partial \rho_1}{\partial x}\\ \frac{\partial p_1}{\partial y} &= g\rho_1\frac{\partial \xi}{\partial y} + 1/2gh_1\frac{\partial \rho_1}{\partial y}\end{aligned}\right\} k=1 \quad \text{.....(3-27,3-28)}$$

式中 $\rho_1$ 為表層之水層平均密度。其它水層之壓力梯度項則可表為：

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial p_k}{\partial x} &= \frac{\partial p_{k-1}}{\partial x} + gh_{k-1/2}\frac{\partial \rho_{k-1/2}}{\partial x}\\ \frac{\partial p_k}{\partial y} &= \frac{\partial p_{k-1}}{\partial y} + gh_{k-1/2}\frac{\partial \rho_{k-1/2}}{\partial y}\end{aligned}\right\} k=2\ldots b \quad \text{.....(3-29,3-30)}$$

式中 $\rho_{k-1/2} = (\rho_{k-1}+\rho_k)/2$，$\rho_k$ 為第 $k$ 層之水層平均密度。

至於狀態方程式，本文選用式(3-31)作為海水密度與溫、鹽度之關係式。

$$\begin{aligned}\rho &= (5890+38T-0.375T^2+3S)/\\ &[(1779.5+11.25T-0.0745T^2)-(3.8+0.01T)S \quad \text{.....(3-31)}\\ &+0.698(5890+38T-0.375T^2+3S]\end{aligned}$$

本文模式使用圖 3-1 所示之控制體，並以顯式的蛙跳法求解。由於蛙跳法受數值擴散效應的影響較小，故準確度較高，但相對的，此法的穩定度屬於邊緣穩定，因此當應用於長時間計算時，因為捨入誤差增加，常使得此法不穩定，故蛙跳法應用於長時間計算時，需加入平滑或過濾技巧(Smoothing or Filter Technique)以增加其穩定性。

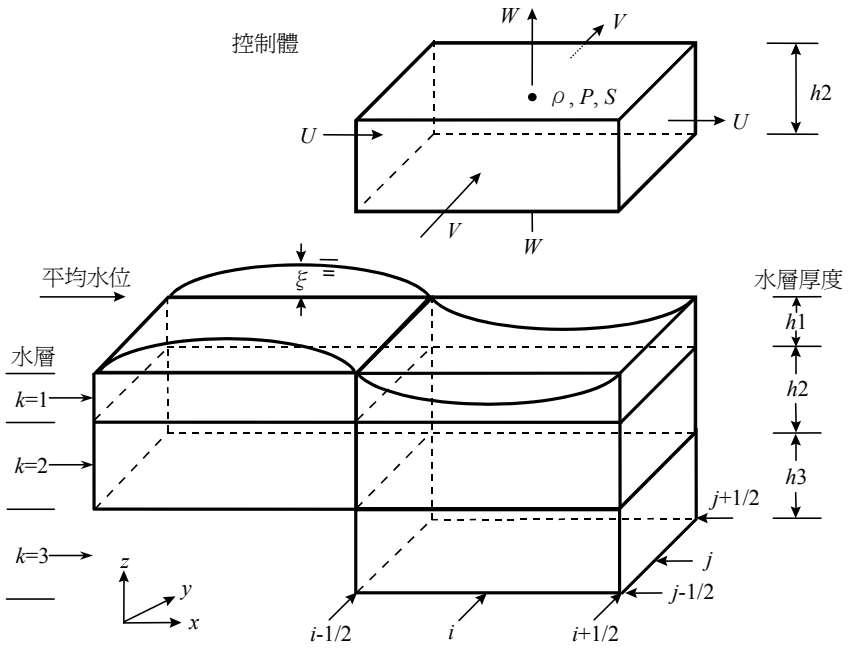



**圖 3-1　水理模式之控制體**

## 3.3 水理模式之率定驗證

水理數值模式之品質管制主要包括：(1)控制方程式之品管；(2)數值技巧之品管；(3)模式計算結果之品管。本計畫應用成大水工所發展之水理模式來模擬臺中港海域之流場特性，由於此模式已被廣泛的應用於許多地區，其在模式控制方程式與數值技巧方面之品管均已有相當程度之公信力。因此本模式之品管重點將只在於模式參數之率定與模擬結果之驗證。

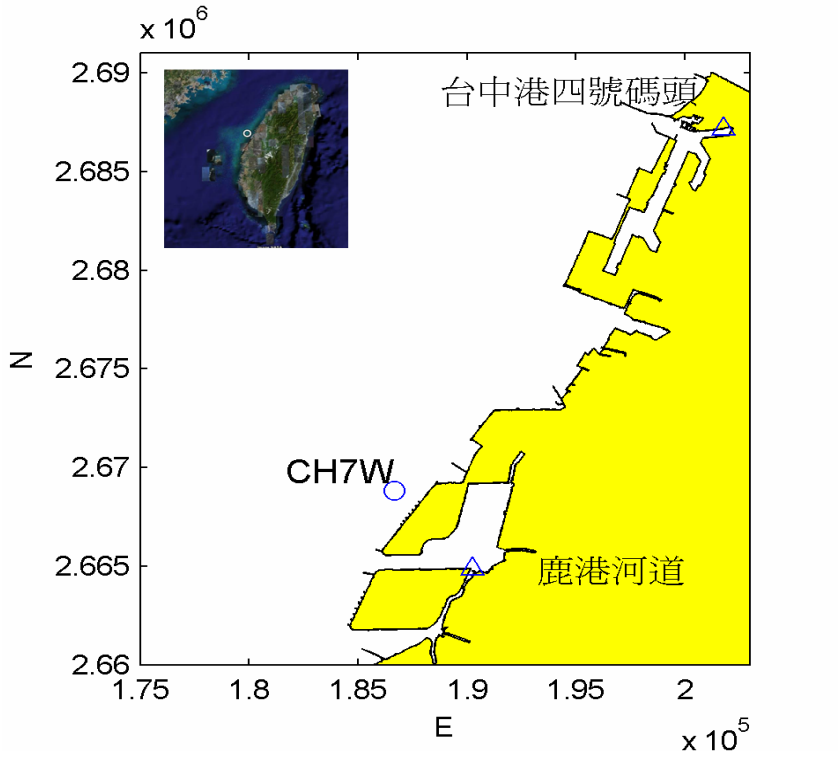
### 3.3.1 模式模擬區域之選取

模式在計算前須先將所欲模擬之區域網格化，網格大小之選取，一方面希望愈小愈好以增加解析度，另一方面又希望愈大愈好以減小所需的電腦記憶容量以及加快電腦運算速度。此外，模式開放邊界條件的選取亦為選擇模擬區域時所必須考量的因素之一。基本上是希望所選取模式領域的開放邊界有立即可用之水位或流量資料，以提供作為模式運算時所需的開放邊界條件。在此原則下，模式之開放邊界宜

選在有驗潮站之處，本計畫藉由二維或三維海潮流模式來模擬臺中港域之水位與潮流變化，其模擬範圍介於交通部設置之大安溪以南與成大水工試驗所設置之鹿港潮位站之間。同時，除了利用台中港與鹿港潮位站之水位資料作為海潮流模式之邊界條件外，本計畫另使用港灣技術研究中心近海海象數值模擬與預警系統(TaiCOMS)之台灣海域水動力 1 分網格預報模式結果，該模式已成功應用於台灣海域水位預報，其結果良好，可做為模式水位邊界條件之輸入。在本年度計畫中，使用成大水工所於彰濱海域之CH7W 定點海流觀測站(如圖 3-2 所示)以及港研中心於台中港南側所設立之海流測站作為模式率定與驗證之流場資料來源。模擬區域(如圖 3-3 方框所示)由北涵蓋臺中港海域至彰濱工業區崙尾區海域，其沿岸長度約為 41 km，向離岸範圍則延伸至水深-50 公尺處，長度約為 15 公里。圖 3-4 則為經座標轉換後之海潮流模擬範圍及地形水深分佈圖，模式領域在水平方向劃分為 411x149 個正方網格，每一網格之邊長為 100 公尺，在水深方向二維模式只有一層，而基於運算效率與模式穩定度之考量，三維模式則將分為 6 層，每層之厚度由上往下分別為 5 公尺、4 公尺、5 公尺、4 公尺、7 公尺與 8 公尺，其中海底底床所在水層之厚度將依實際水深而變，而其以下各層則視為陸地。因此為新建立之三維水理模式，故在本年度在於以建立與測試模式為主要目標。表 3-1 則詳列模式所運用之計算時間間距及地理座標之轉換參數。

**表 3-1　大區域海潮流模式之格網及計算條件**

| | |
|---|---|
| 模式面積 | 41.1 公里×14.9 公里 |
| 格網大小 | 100 公尺×100 公尺 |
| 格網數目 | 411×149 |
| 原點座標 (Twd 67) | E=191,800 N=2,663,500 |
| 轉角 (由正北向順時針) | 62° |
| 時間間距 | 1.0 秒 |




測站：臺中港四號碼頭與鹿港河道之驗潮站(△)；CH7W 定點海流觀測站(◯)

**圖 3-2　臺中港位置示意圖及測站位置圖**

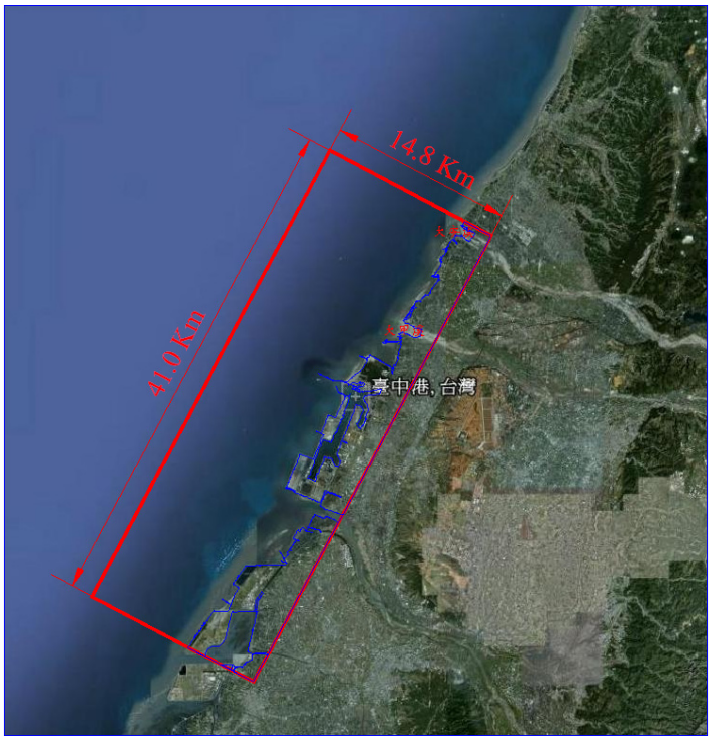



**圖 3-3　計畫範圍**

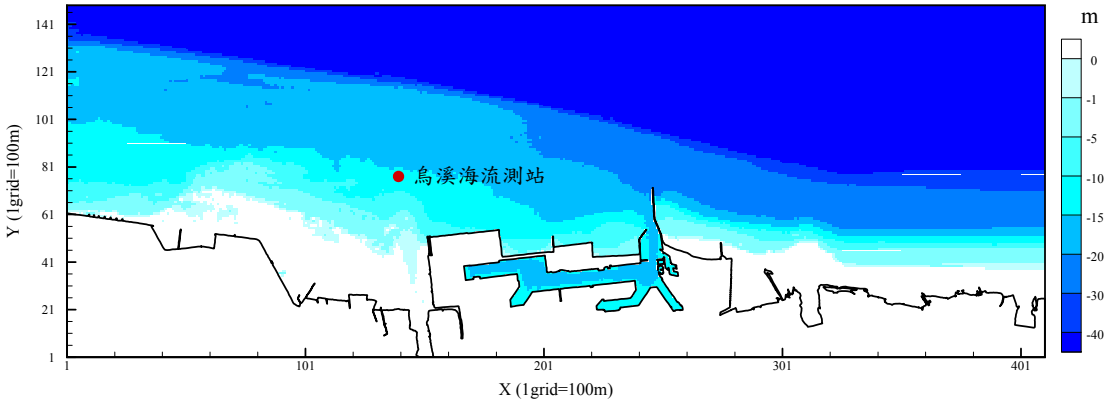



**圖 3-4　海潮流模式模擬範圍及地形水深分佈圖**

本文二維模式在與海岸線方向垂直之兩側邊界係使用實測水位作為邊界條件，在與海岸線方向平行之外海開放邊界則假設垂直邊界方向之流速為零。三維模式在與海岸線方向垂直之兩側邊界的表層水層亦使用實測水位作為邊界條件，並假設垂直邊界方向之流速梯度為零。在與海岸線方向平行之外海開放邊界，三維模式亦假設垂直邊界方向之速度為零。而在外海開放邊界處之鹽度則均假設為固定值。至於陸地邊界，本研究之二、三維模式都使用不滑動邊界條件。

水動力模式之主要參數包括渦動粘性係數及底床磨擦係數，這些參數值的選取將影響模式的穩定性及計算結果的準確性。一般來說，模式使用之參數值必須經由模式之率定來決定。

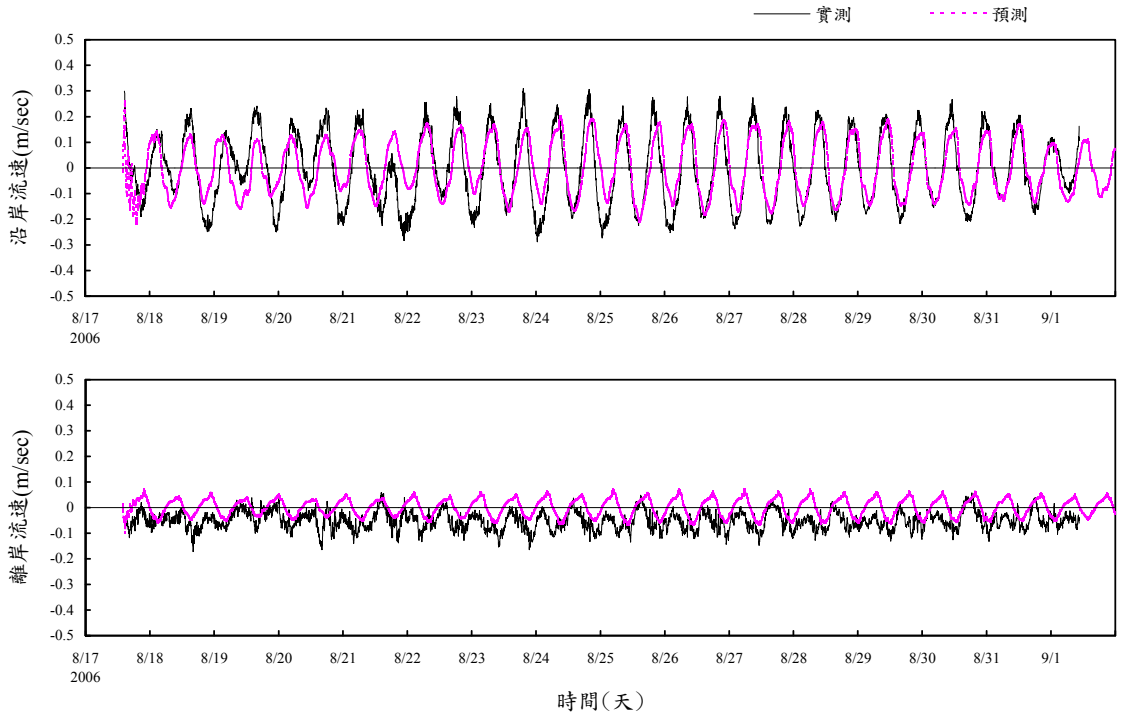
模式模擬範圍之選定與網格化為執行數值模擬之前處理工作，而模擬區域與網格大小之選取，需考慮模擬需求、電腦運算資源、開放邊界條件等因素。

### 3.3.2 水理模式之率定

本計畫在流場模式之率定方面，先利用彰濱海域之 CH7W 測站實測海潮流資料以及港研中心在今年度(2011)於台中港南側之海流測站實測海流資料來進行模式檢核與驗證。經多次測試，本文三維模式最後選定底床摩擦係數為 25，$\gamma$、$K_V$ 與 *rm* 等係數之值分別為 500、0.4 與 0.4 (計算鹽度時，使用 *rm* 值為 0.8)與渦動黏性係數為 100。而在二維模式之參數經過率定與驗證後，本文使用渦動黏性係數 $E_{xx}$ 與 $E_{yy}$ 為 $300\,m^2/\sec$，$E_{xy}$ 與 $E_{yx}$ 為 $100\,m^2/\sec$，而底床摩擦係數則選擇與三維模式相同。圖 3-5 為 CH7W 定點海流測站記錄與海潮流模擬結果，圖中針對沿岸流速及離岸流速成份分別進行比較，顯示模擬結果與實測值有相同的趨勢變化。圖 3-6 為烏溪海流測站記錄與海潮流模擬結果，圖中針對沿岸流速及離岸流速成份分別進行比較，顯示模擬結果與實測值頗為吻合，由此可驗證本模式可適切模擬臺中港至彰濱海域之大區域海潮流變化。圖 3-7 與圖 3-8 為所模擬之臺中港鄰近海域於漲、退潮時之流場向量圖，由模擬結果可知，漲潮時潮流分別從臺中港南北兩端向臺中港匯集。退潮時則由臺中港附近海域向南北兩端流出，此與交通部運輸研究所“近岸漂沙機制與防治研究(1/4)”第五章之結果趨勢一致。

應用經率定與驗證後之模式，本計畫將針對風場變化對於台中港海流影響進行初步之討論。一般而言，風場對於表層流場之影響較大，對於在沿近海區域，因為水深較淺，在風速較大時，風場亦會對海流計算結果造成一定程度的影響。在本年度計畫中，先使用均勻風速為驅動，針對不同風速大小以及不同風向等條件來進行討論。圖 3-9 為模式模擬在風向為 NNE，四種不同風速(0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec)時之海潮流流速大小與方向成果圖。模擬結果顯示，在 NNE 之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈大。圖 3-10 為模式模擬在風向為 SSW，四種不同風速(0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec)時之海潮流流速大小與方向成果圖。模擬結果顯示，在 SSW 之方向條

件下，風速愈大，則造成之海流流速愈小。圖 3-11~圖 3-13 為模式模擬在相同風速下(6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec)，不同風向(NNE 與 SSW)時之海潮流流速大小與方向成果圖。模擬結果顯示，在 SSW 之方向條件下，則造成之海流流速較 NNE 風向所造成之海流流速為小。以上結果均為單一水層之模擬結果。至於在不同水層下之模擬結果則如圖 3-14~圖 3-17 所示。圖 3-14 為在第一水層下，在風向為 SSW，四種不同風速(0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec)時之海潮流流速大小與方向成果圖。模擬結果顯示，在 SSW 之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈小。圖 3-15~圖 3-17 則為在第二~第四水層下之模擬結果圖。




(CH7W 測站，實測時間：2006 年 8 月 17 日~9 月 1 日)

**圖 3-5　模式預測與實測流速比較圖**

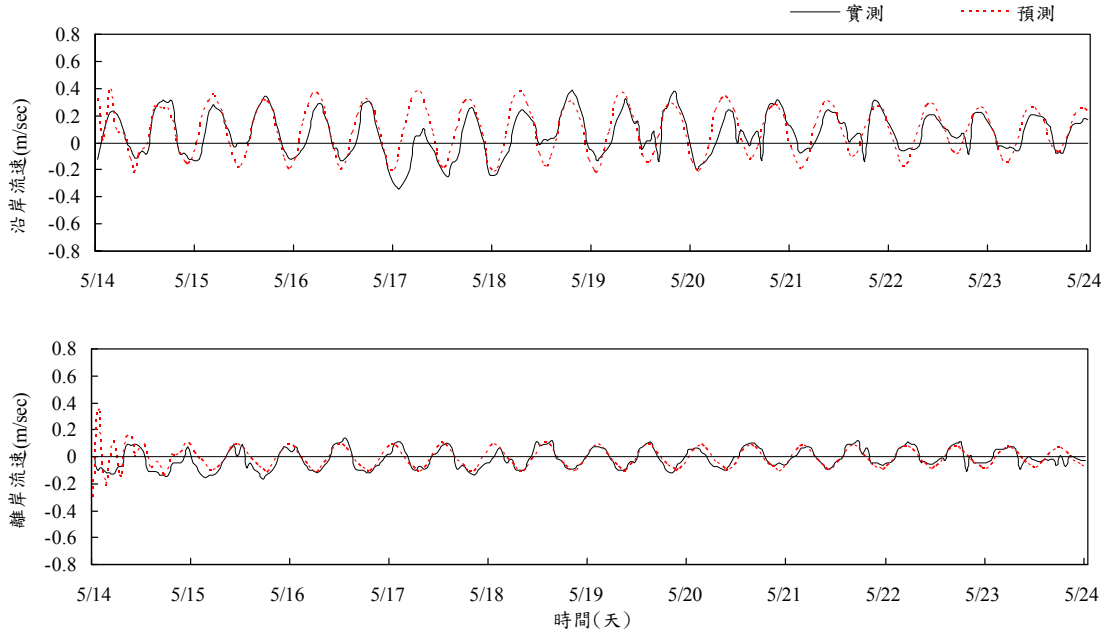



**圖 3-6　烏溪海流測站實測流速與模式預測比較圖**

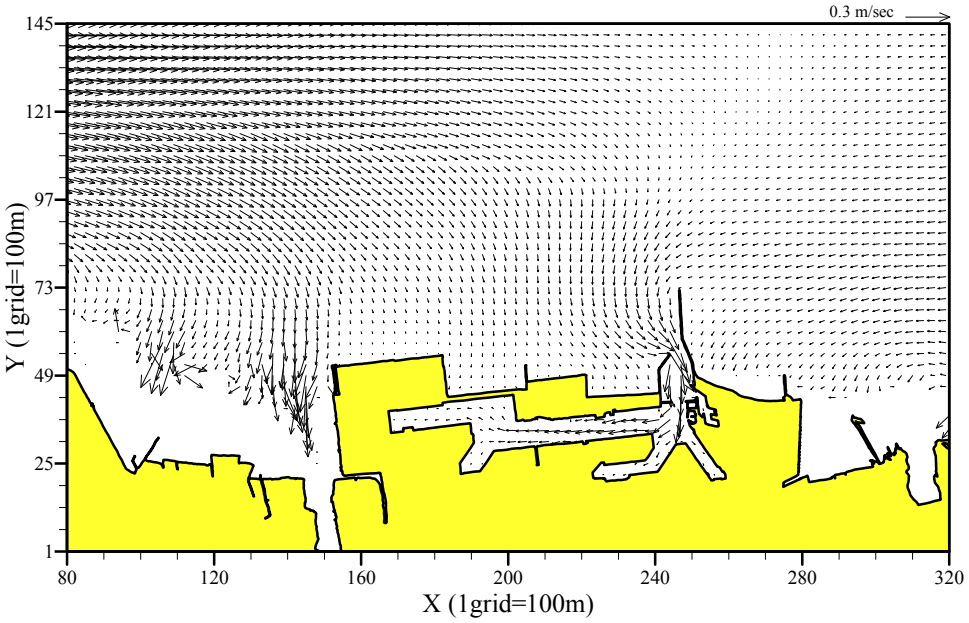



**圖 3-7　臺中港附近海域於漲潮時之流場分佈圖**

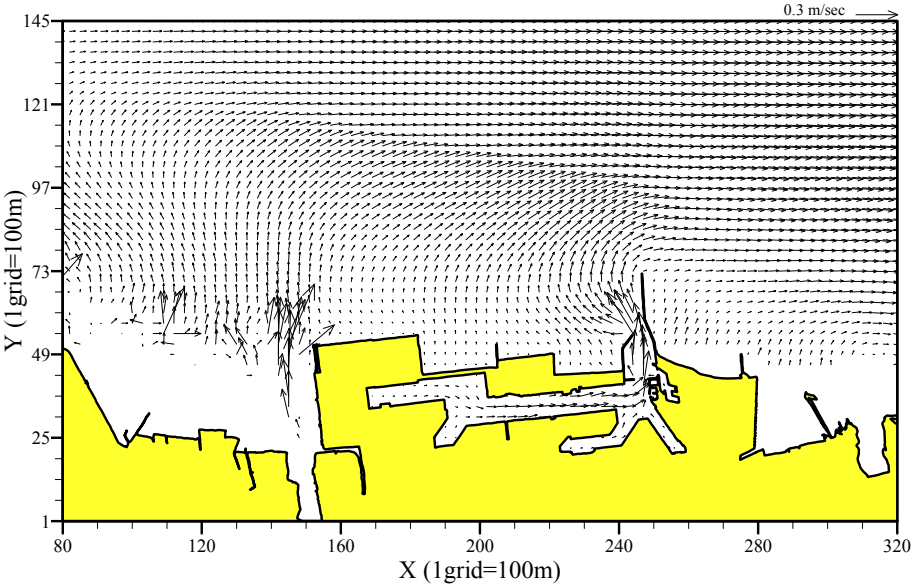



**圖 3-8　臺中港附近海域於退潮時之流場分佈圖**

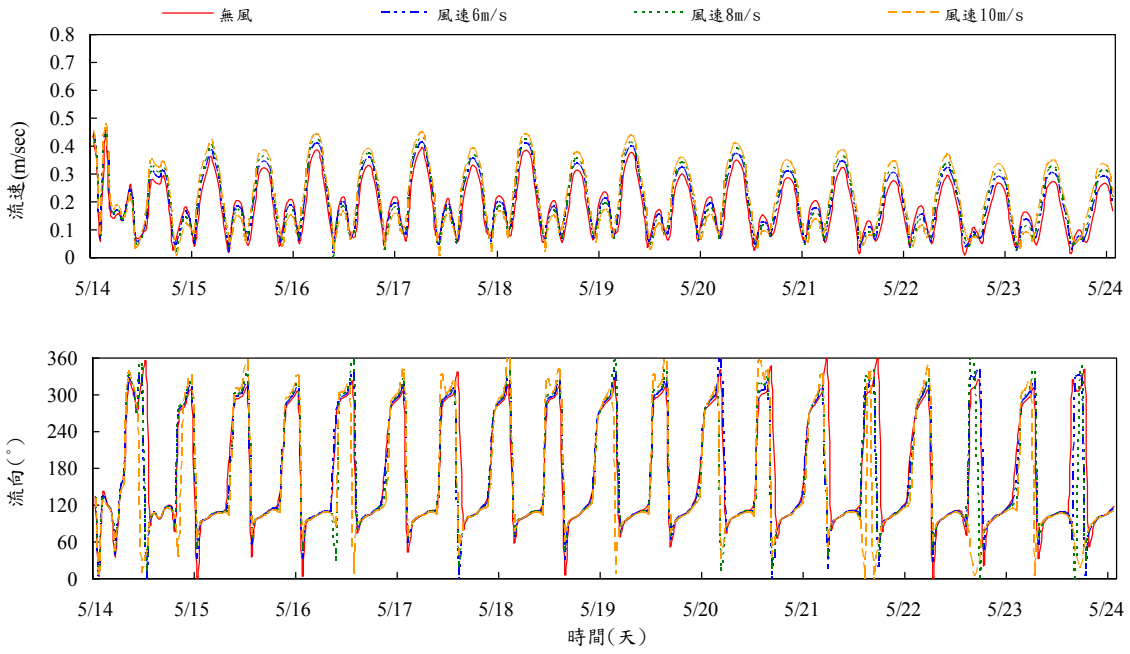



**圖 3-9　模式模擬在風向為 NNE，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

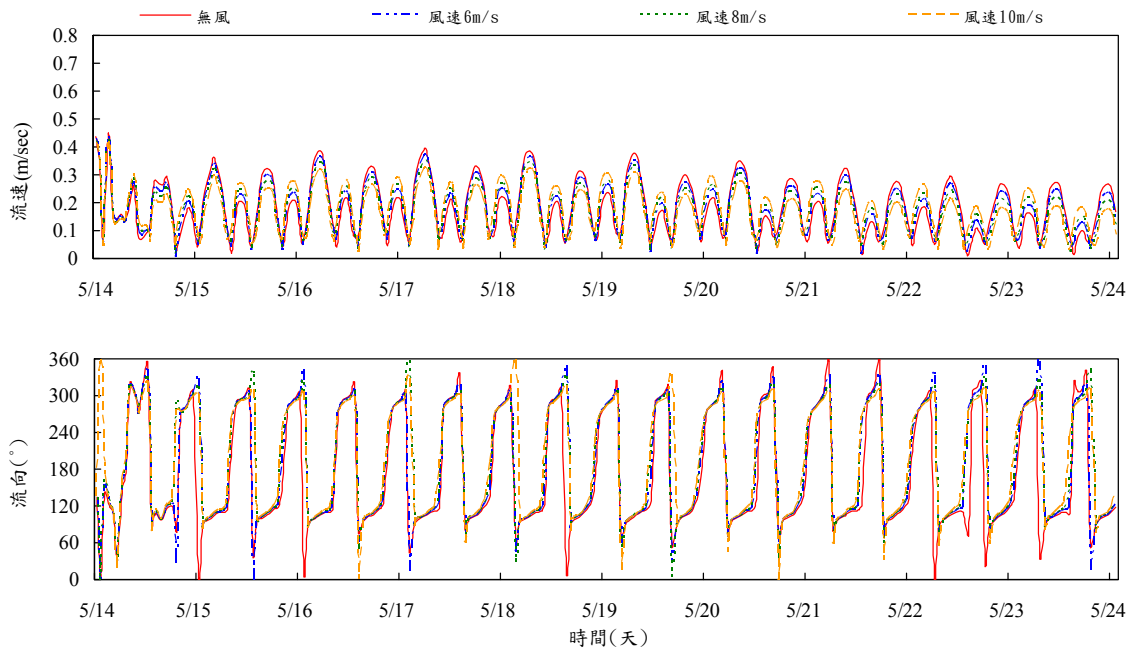



**圖 3-10　模式模擬在風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

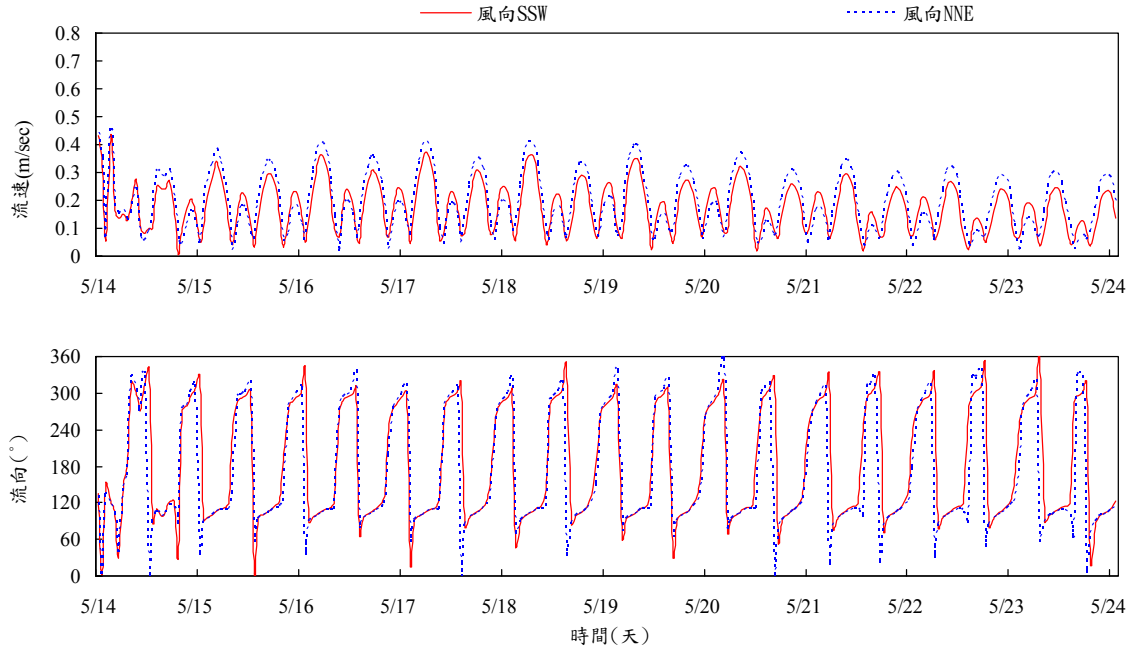



**圖 3-11　模式模擬在風速為 6 m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖**

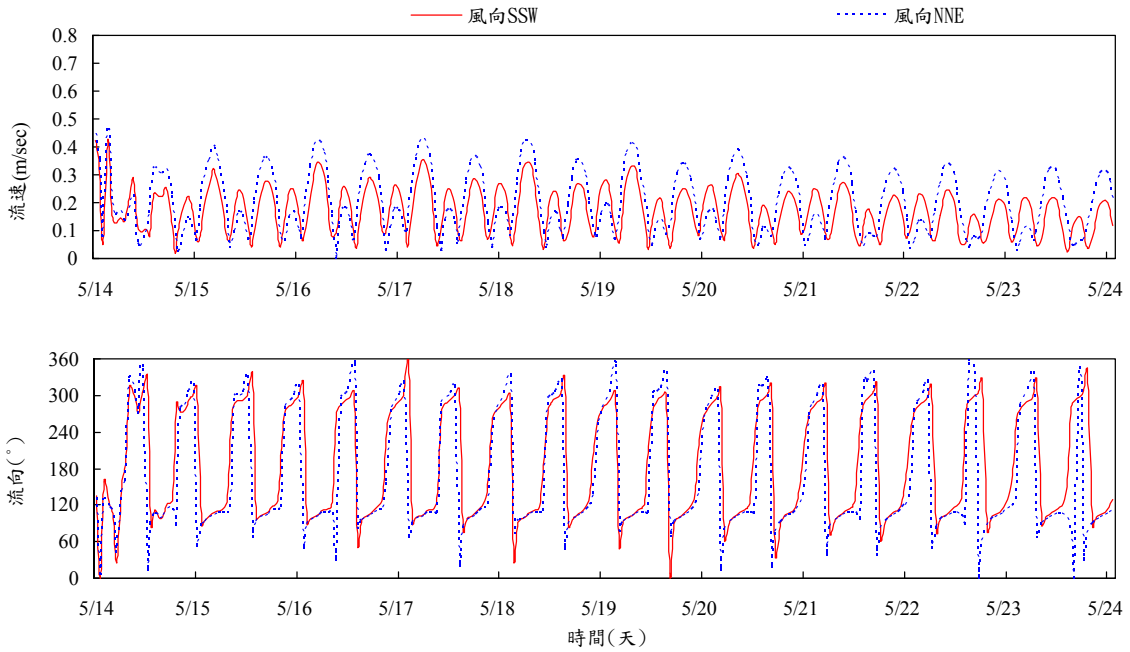



**圖 3-12　模式模擬在風速為 8m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖**

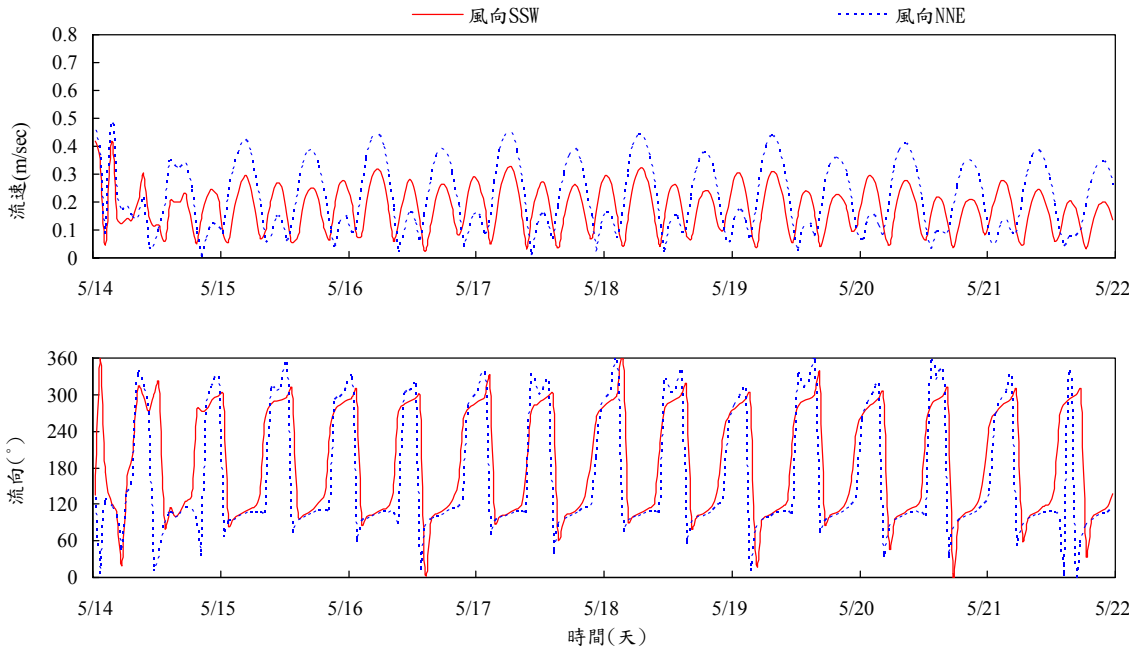



**圖 3-13　模式模擬在風速為 10 m/sec，NNE 與 SSW 風向時之海潮流流速大小與方向成果圖**

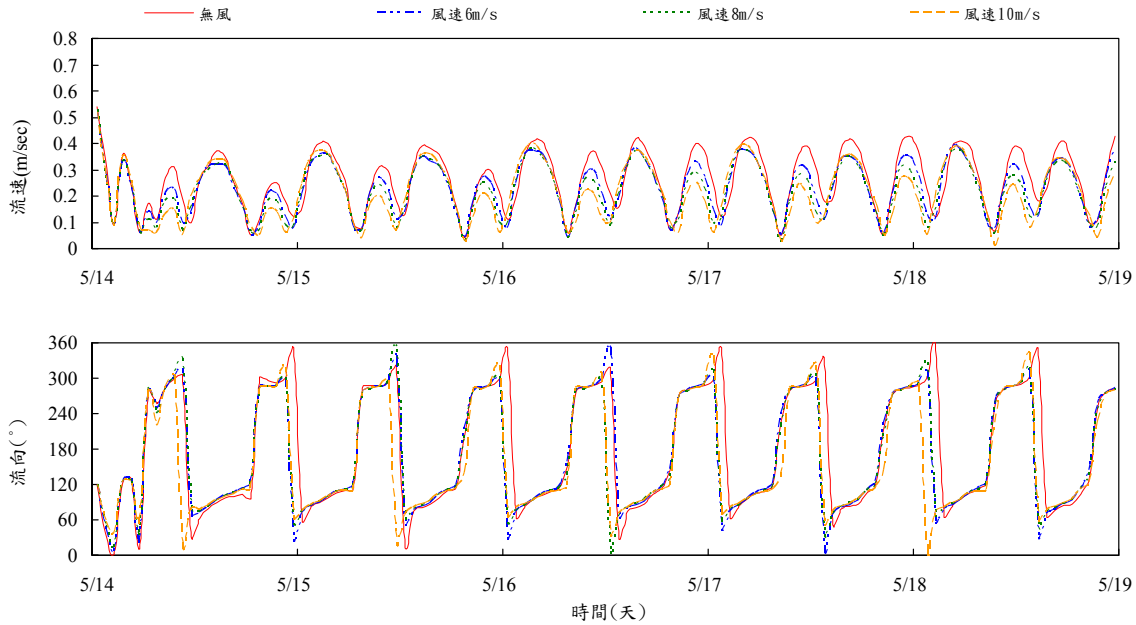



**圖 3-14　在第一水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

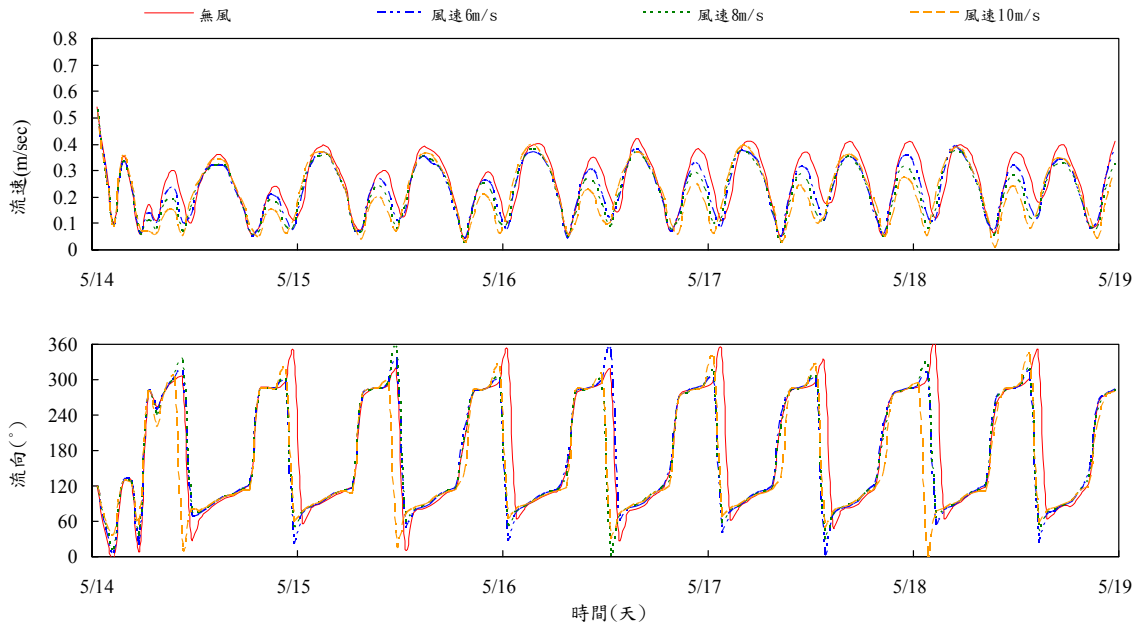



**圖 3-15　在第二水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

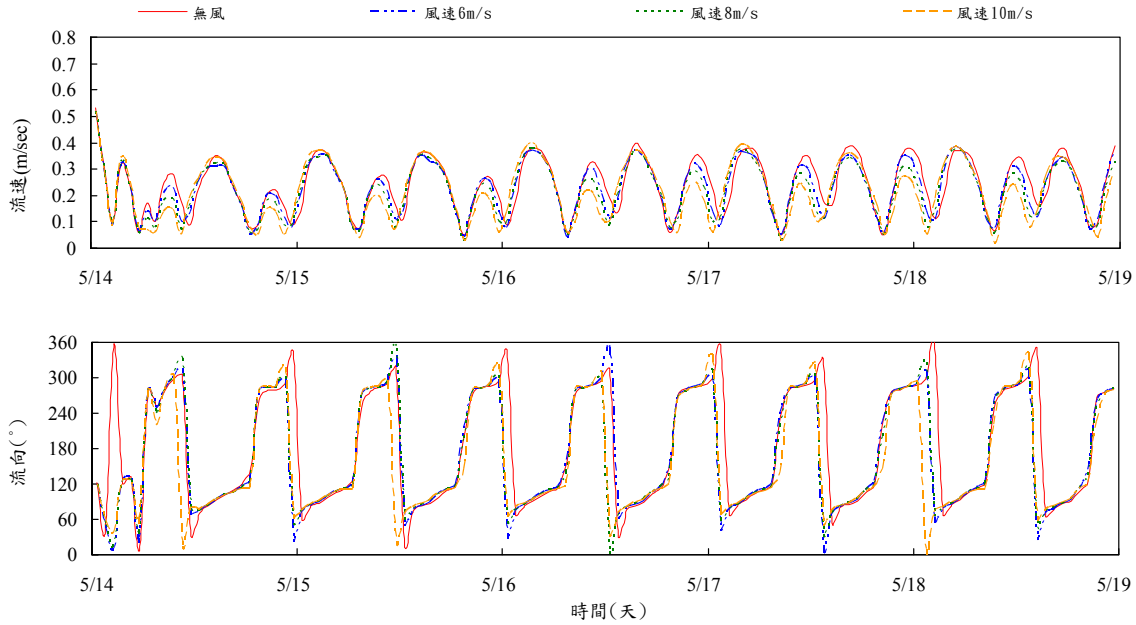



**圖 3-16　在第三水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

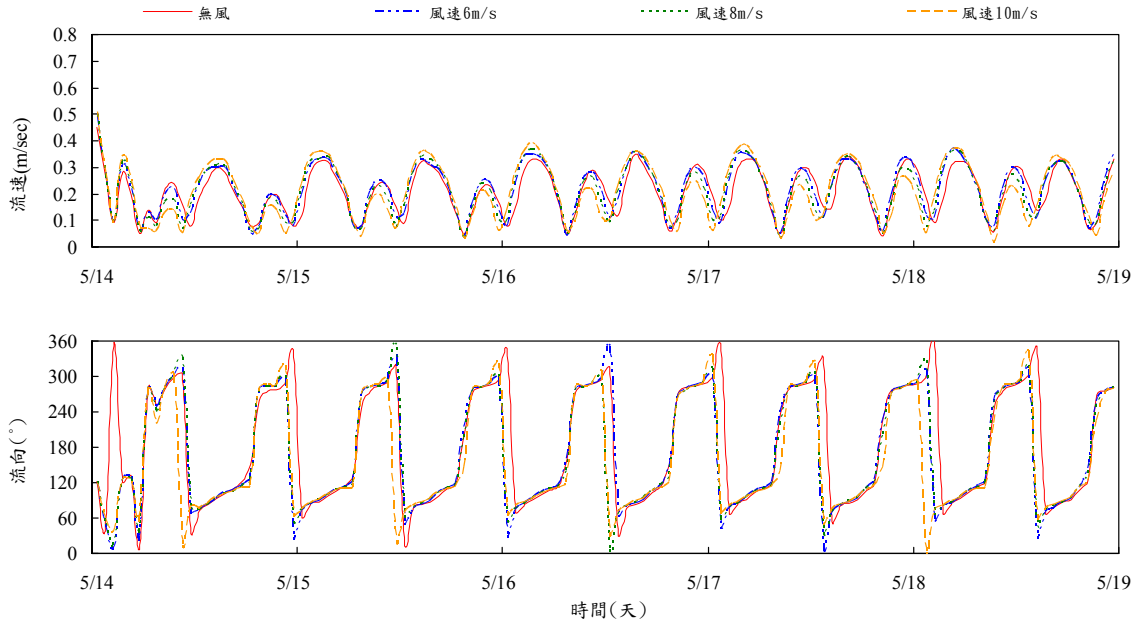



**圖 3-17　在第四水層下，風向為 SSW，0m/sec、6 m/sec、8 m/sec 與 10 m/sec 四種風速時之海潮流流速大小與方向成果圖**

# 第四章　臺中港港域水質與底質重金屬採樣調查及分析

港埠不當使用行為將對鄰港環境產生衝擊，以高雄港為例，世界各地貨櫃船往來頻繁，且港內有數個造船廠、修船場和漁港，其港域底質所蓄積之重金屬污染應當十分嚴重。由於重金屬因其具有毒性及累積性，且會透過生態食物鏈之生物濃縮作用，造成水體環境及水生態系統的破壞，甚至對於人體健康亦具有威脅性，故港埠活動可能產生的重金屬污染程度如何？需詳加調查。故本年度針對臺中港域水體與底質進行重金屬調查研究，以瞭解臺中港與鄰近海域之重金屬變動與分布特性，以評估其對海域環境品質之衝擊影響程度高低，並進一步提供管理決策者作為因應與改善。

本年度計畫係第3年持續在臺中港鄰港區域進行海域水體環境品質調查，同時於第3年增加港域與近海沉積物重金屬調查。為瞭解臺中港海域環境品質之長期變化，選擇自北起大甲溪南岸，南至大肚溪口，南北縱長約15公里，西至水深約25公尺內近岸水域，延續現有測站之調查。現階段海域水質已完成6次採樣調查，第1年度(民國98年)上半年於梅雨季節前後進行各1次近岸水域採樣調查；下半年則針對匯入臺中港域之主要排水進行1次之上、下游水質之24小時連續全潮觀測；第2年度(民國99年)採樣調查延續98年之近岸水域調查，上半年於3月23日至3月24日完成枯水期採樣，下半年則於豐水期之9月7日至9月8日完成臺中港鄰近海域水質調查，依據調查結果將可提供港灣附近水質分布之特性、影響水質之因素、以評估對生態環境之影響以及與自然條件的相關性。本年度(第3年度，民國100年)則著重於臺中港與鄰近海域之重金屬變動與分布特性調查研究，其中海域水質於豐、枯水期間各進行1次採樣，海域底質則於枯水期間進行1次採樣，本年度上半年枯水期之海域水質與底質調查已於4月7日完成年度之第1次採樣；下半年豐水期調查則於10月10日完成海域水質之年度第2次採樣。

## 4.1 測站規劃

### 4.1.1 測站設置原則

由環保署發佈之「海域環境監測及監測站設置辦法」(中華民國91年11月13日環署水字第0910077509號令)第二條明定海域環境監測站設置地點之原則為：

1. 主、次要河川入海口。
2. 重要污染源流入點。
3. 港灣、瀉湖。
4. 海洋污染防治法第十五條第一項所定之區域。
5. 一般海域水質之背景點。
6. 其他經中央主管機關指定之位置。

### 4.1.2 測站選定

本年度(100年度)計畫臺中港鄰港海域水質與底質測站設置主要依照上述原則所規劃，並參考本研究98與99年度之測站位置為測點選定之依據。此外，環保署(EPA)長期於臺中港外沿海海域設有5處水質測站，以及臺中港務局(THB)於此區域，亦設有港內2處與港外6處水質測站。

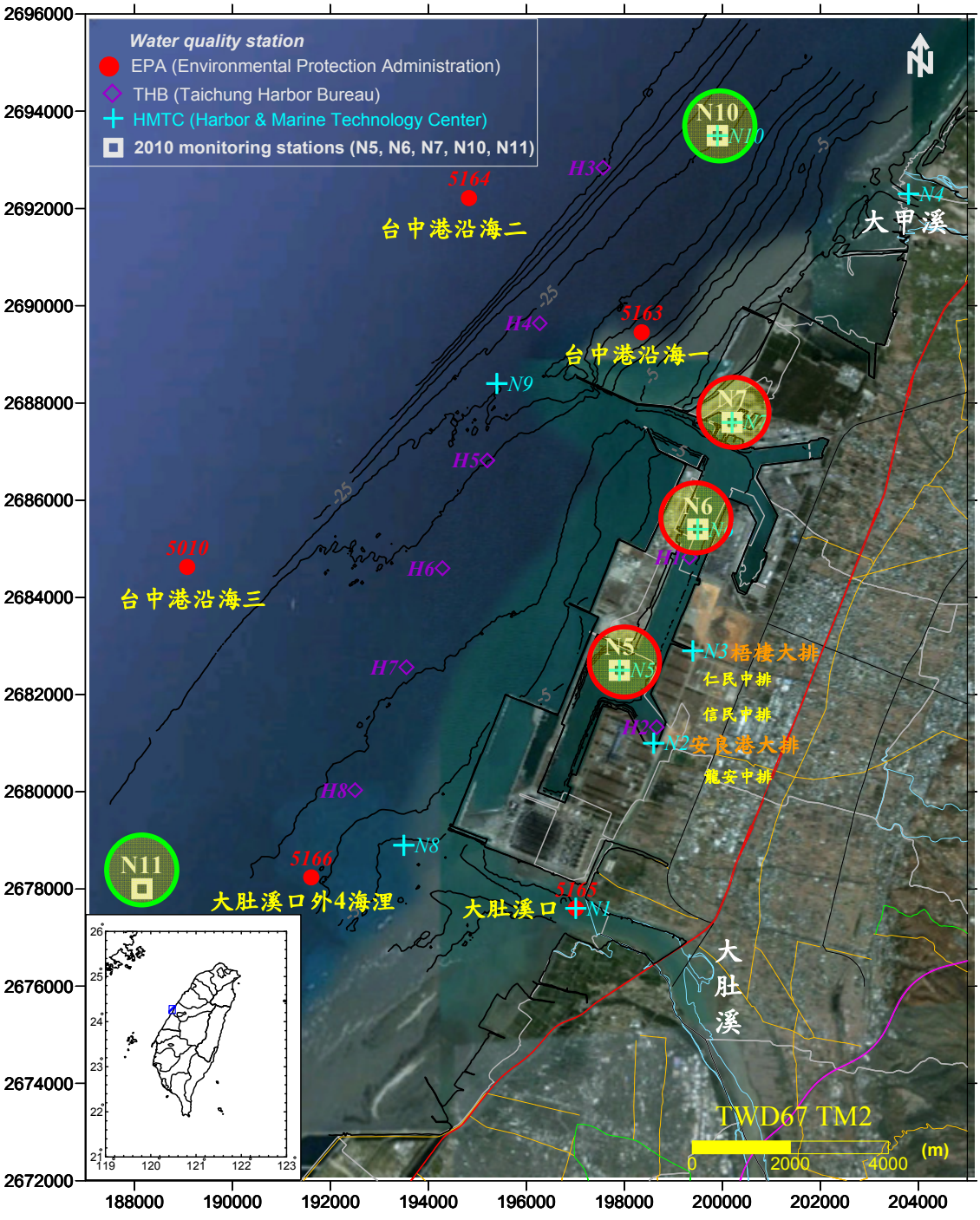
由於港域污染大多來自陸源性污染，而陸源性污染最常經由河川、排水路從河口向近岸海域傳送，除注入豐富的營養鹽類外，也伴隨過多的有機與無機方面的污染。而陸源污染物向海傳輸之影響程度與範圍，主要受潮汐漲退推移與海潮流之擴散傳送，多集中在近岸水深10m以內之區域，而更近岸之水深5m內淺水區，因近岸風浪翻攪而上下混合良好，分層現象不明顯。更深水域除非當地海域地形有特殊情況，造成水體交換不良外，一般至水深20m以上海水，受陸源淡水影響較不明顯。在水體渾濁程度方面，近岸淺水區變化較大，遠岸水深20m以外變化通常較不明顯。

基於上述考量後，本研究本年度(100年)水質與底質調查，乃參考前2年度測站位置選定原則，延續臺中港鄰港現有5處測站(港內3處與港

外2處)，進行表層海域水質與表層沉積物調查，點位座標如表4-1所示，位置如圖4-1所繪，圖示EPA表環保署長期於臺中港外沿海海域之水質測站，THB則代表臺中港務局於此區域所進行之海域水質及生態測站，HMTC則為本研究第1年度(98年)之海域與港區水質測點。

**表4-1　民國100年臺中港鄰港海域水質測站座標**

| 測站 | 位置 | | 二度分帶(TWD67) | | 緯度(TWD97) | | 經度(TWD97) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X(E) | Y(N) | 度 | 分 | 度 | 分 |
| N5 | 港域 | 臺中港區 | 197899 | 2682529 | 24 | 14.739 | 120 | 29.716 |
| N6 | | 臺中港區 | 199554 | 2685329 | 24 | 16.259 | 120 | 30.688 |
| N7 | | 梧棲漁港港區 | 200205 | 2687591 | 24 | 17.486 | 120 | 31.068 |
| N10 | 港外 | 大甲溪外海 | 199975 | 2692403 | 24 | 20.092 | 120 | 30.922 |
| N11 | | 大肚溪外海 | 188250 | 2678235 | 24 | 12.392 | 120 | 24.026 |




(本研究第3年：N5, N6, N7, N10, N11)

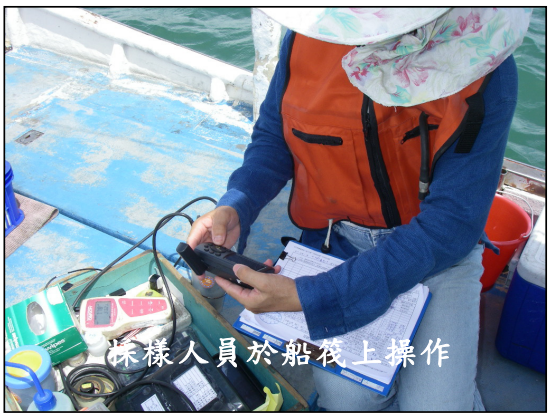
**圖4-1　100年度臺中港鄰港海域水質與生態測站位置**

## 4.2 海域水質調查方法

### 4.2.1 採樣方法

參照行政院環境保護署環境檢驗所之水中浮游植物採樣方法－採水法(NIEA E505.50C，民國92年9月18日環署檢字第 0920067727A 號公告，自92年12月18日起實施)使用之採水器取水樣。採集人員搭乘船筏至規劃測站以GPS定位後，以採水器採取各測站水體之表層(海水表面下1米處)水樣，依不同的分析項目，現場取樣後立即添加保存劑處理，加冰塊冷藏後運回實驗室進行分析。


採樣人員操作採水器取水樣


採樣人員於船筏上操作

### 4.2.2 採樣頻率

本年度(100年度)海域水質監測1年共2次，豐、枯水期間各1次，於第1年(民國98年)起迄今，已於98年4月29日、98年6月25日、98年9月14～15日(僅調查港內N2與N3)、99年3月23～24日與99年9月7日～8日；以及100年4月7日(海域水質與底質)與10月10日(海域水質)計共進行7次海域水質與1次海域底質採樣調查。

### 4.2.3 分析項目與檢測方法

#### 1. 海域水質監測項目

本研究所選擇之水質監測項目包含：

**【現場測定項目】：**

溫度、鹽度(含導電度)、氫離子濃度指數(或稱酸鹼度)、溶氧量、透明度。

**【實驗室檢測項目】**

大腸桿菌群、生化需氧量、懸浮固體物、氨氮、總磷及葉綠素a。重金屬(100年度新增項目)銅、鉛、鋅、鉻與砷、汞

**2. 海域水質檢測方法**

採用現場測定方式，對於無法現場測定之項目，則取樣回實驗室進行分析。現場採樣作業人員均依照「國立成功大學水工試驗所水質檢驗室」之「實驗室管理手冊」中樣品採集、運送等相關規定，以及遵守水工所水質室之「採樣標準作業程序」相關規定執行。水質分析主要依環保署公告之「水質檢驗方法」辦理。其方法依據與方法偵測極限等如表4-2所示，相關之方法依據與方法偵測極限、實驗室之品保/品管及檢驗室內一般品管原則說明詳見附錄二。

## 4.3 海域水質調查結果

本年度4月枯水期與10月豐水期間採樣監測結果詳如表4-3。其中原始分析數據存放水質實驗室，實際檢測分析之品管結果詳於附錄三。本報告另檢附正式之檢測報告書影本以供參考(附錄四)，此外現場採樣量測分析記錄表列於附錄五。以臺中港水域環境而言，受人為干擾與污染程度越低的環境水體與生態，可視為越接近自然的良好環境品質，故同時整理分析環保署長期於臺中港沿海及離岸較遠之外海環境水質測站(臺中港沿海二編號5164，於臺中港西北方，離岸約9km，水深約50m)數據作為比較分析。以下報告內容將針對檢測分析之結果就各檢驗項目作說明。

# 表4-2　水質檢測項目之方法與偵測極限等品質目標

| 項次 | 檢驗項目 | 檢驗方法 | 參考方法編號 | 方法偵測極限 | 精密性 (重複分析) | 回收率 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 查核樣品 | 添加標準品 |
| 1 | ◎[(1)]pH 值 | 電極法 | NIEA[(2)] W424.52A | — | ±0.1 | — | — |
| 2 | ◎溶氧量 | 電極法 | NIEA W455.51C | — | ≤10% | — | — |
| 3 | 鹽度 | 導電度法 | NIEA W447.20C*[(3)] | — | ≤5% | — | — |
| 4 | 濁度 | 濁度計法 | NIEA W219.52C | — | ≤25% | 85~115% | — |
| 5 | ◎導電度 | 導電度計法 | NIEA W203.51B | — | ≤3% | — | — |
| 6 | ◎水溫 | 溫度計法 | NIEA W217.51A | — | ≤3% | — | — |
| 7 | 透明度 | 水中透明度檢測方法 | NIEA E220.50C | — | — | — | — |
| 8 | ◎生化需氧量 | 水中生化需氧量檢測方法 | NIEA W510.54B | 2.0#[(4)] mg/L | ≤15% | 168~228 mg/L [(5)] | — |
| 9 | ◎大腸桿菌群 | 濾膜法 | NIEA E202.54B | 10# | ≤ 0.2 | — | — |
| 10 | ◎懸浮固體 | 103~105℃乾燥法 | NIEA W210.57A | 2.5# mg/L | ≤20% ≤10%[(7)] | — | — |
| 11 | 葉綠素 a | 丙酮萃取法/分光光度計分析法 | NIEA E507.02B | — | ≤25% | — | — |
| 12 | ◎氨氮[(8)] | 靛酚法 | NIEA W448.51B | 0.02 mg/L | ≤10% | 90~110% 80~120%[(9)] | 85~115% |
| 13 | ◎總磷 | 分光光度計/維生素丙法 | NIEA W427.53B | 0.005 mg/L | ≤10% | 85~115% | 75~125% |
| 14 | 海水(萃取法) (銅、鉛、鋅) | APDC 螯合 MIBK 萃取原子吸收光譜法 | NIEA W309.22A | 銅 0.0010 mg/L 鉛 0.0020 mg/L 鋅 0.0016 mg/L | ≤15% | 80~120% | 75~125% |
| 15 | 汞 | 冷蒸氣原子吸收光譜法 | NIEA W330.52A | 0.0001 mg/L | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 16 | ◎砷 | 自動化連續式原子吸收光譜法 | NIEA W434.53B | 0.0003 mg/L | ≤10% | 80~120% | 75~125% |
| 17 | 鉻 | 石墨爐式原子吸收光譜法 | NIEA W303.51A | 0.0004 mg/L | ≤20% | 80~115% | 75~125% |
| 18 | 底質粒徑 | 篩分析法 | ASTM(11) D422 | — | — | — | — |
| 19 | 底質總有機物 | 高溫爐 | NIEA R205.01C | — | ≤20% | 80~115% | 75~125% |
| 20 | 底質重金屬 (銅、鎘、鉛、鋅、鉻) | 微波消化原子吸收光譜法 | NIEA R355.00C* | 銅 2.03 mg/kg 鉛 10.5 mg/kg 鋅 4.72 mg/kg 鉻 3.34 mg/kg 鋁 0.1 mg/kg | ≤20% | 75~125% | 75~125% |
| 21 | 底質砷 | 砷化氫原子吸收光譜法 | NIEA S310.63C | 0.192 mg/kg | ≤11% | 75~125% | 75~125% |
| 22 | 底質汞 | 冷蒸氣原子吸收光譜法 | NIEA M317.02C | 0.020 mg/kg | ≤20% | 75~125% | 75~125% |

註：1.◎代表本檢驗室經環境保護署審查合格之許可項目及方法。
2.代表該檢測方法係環保署公告的方法。
3."*"代表該檢測方法係參考環保署公告的方法。
4. "#"表定量極限。
5.BOD的品質目標以濃度表示為168~228mg/L。
6.油脂分析值≧2.0mg/L時，加測礦物性油脂。
7.當樣品濃度<25mg/L時，管制值≤20%。當樣品濃度≥25mg/L時，管制值≤10%。
8.氨氮檢項於9910取得環保署許可認證資格。
9.表自990601開始適用之品管範圍。
10.表中各檢項方法偵測極限值原則上每年更新一次。
11.若本所因不可抗拒力(如天災、儀器故障)而未能執行檢測分析，本所將通知業主，並於樣品有效期限內轉委託經環保署認證之檢測單位或學術單位執行檢測，或其他業主同意的方式處理之。轉委託後之分析品質亦須符合上表中品質目標的規定。

# 表4-3　臺中港鄰港海域水質100年度2次採樣調查結果

調查日期：100年4月7日、10月10日

| 項目 | 調查日期 | pH | 水溫 | 導電度 | 鹽度 | 透明度 | 溶氧量 | 飽和度 | 生化需氧量 | 懸浮固體 | 大腸桿菌群 | 總磷 | 氨氮 | 葉綠素 a | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 單位 | 民國 | — | ℃ | μmho/cm | psu | m | mg/L | % | mg/L | mg/L | CFU/100mL | mg/L | mg/L | μg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| 方法 | 100年 | NIEA W424.52A | NIEA W427.51A | NIEA W203.51B | NIEA W447.20C | NIEA E220.50C | NIEA W455.51C | | NIEA W510.54B | NIEA W210.57A | NIEA E202.54B | NIEA W427.53B | NIEA W448.51B | NIEA E507.02B | NIEA W309.22A | NIEA W309.22A | NIEA W309.22A | NIEA W303.51A | NIEA W330.52A | NIEA W434.53B |
| 測站 | 月/日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N5 | 04/07 | 8.2 (8.222) | 23.3 | 49000 | 31.9 | 4.4 | 7.1 (7.12) | 100 | <2.0 (1.1) | 6.6 | 5.0E2 | **0.158** | 0.09 | 1.1 | 0.0037 | ND (0) | 0.0104 | <0.0010 (0.0007) | ND (0.0001) | 0.0016 |
| | 10/10 | 8.2(8.173) | 25.6 | 51900 | 34.1 | 4.4 | 5.3 (5.32) | 78.8 | <2.0 (1.0) | 4.4 | 95 | 0.040 | <0.06 (0.06) | 2.0 | 0.0030 | <0.0060 (0.0034) | 0.0056 | ND (0.0003) | ND (0) | 0.0011 |
| N6 | 04/07 | 8.1 (8.119) | 22.9 | 52600 | 34.5 | 5.5 | 7.1 (7.11) | 99.3 | <2.0 (0.3) | 5.7 | <10 | <0.020 (0.018) | 0.06 | 0.8 | 0.0041 | <0.0060 (0.0034) | 0.0058 | ND(0) | ND (0.0001) | 0.0014 |
| | 10/10 | 8.2(8.191) | 25.9 | 52000 | 34.3 | 5.4 | 5.5 (5.46) | 81.1 | <2.0 (0.7) | 8.2 | 35 | 0.035 | <0.06 (0.02) | 1.7 | 0.0036 | <0.0060 (0.0043) | 0.0135 | <0.0010 (0.0006) | ND(0) | <0.0010 (0.0010) |
| N7 | 04/07 | 8.2 (8.165) | 22.5 | 52700 | 34.6 | 4.5 | 7.0 (7.00) | 97.2 | <2.0 (0.6) | 8.1 | <10 | 0.022 | 0.07 | 0.8 | <0.0030 (0.0020) | <0.0060 (0.0042) | ND (0.0001) | ND(0) | ND (0.0001) | 0.0012 |
| | 10/10 | 8.1(8.131) | 26.5 | 51900 | 34.2 | 4.5 | 5.6 (5.57) | 83.7 | <2.0 (0.6) | 7.6 | 1.4E2 | 0.040 | <0.06 (0.04) | 1.1 | 0.0034 | <0.0060 (0.0039) | 0.0057 | 0.0012 | ND(0) | <0.0010 (0.0010) |
| N10 | 04/07 | 8.2 (8.176) | 22.9 | 52600 | 34.6 | 8.4 | 7.0 (7.03) | 98.2 | <2.0 (0.2) | 5.8 | <10 | 0.042 | 0.07 | 0.9 | <0.0030 (0.0028) | <0.0060 (0.0030) | ND (0.0002) | ND(0) | ND (0.0001) | 0.0013 |
| | 10/10 | 8.1 (8.113) | 26.5 | 51800 | 34.1 | 8.4 | 5.7 (5.73) | 85.3 | <2.0(1.4) | 7.8 | 20 | 0.033 | <0.06 (0.04) | 2.2 | 0.0041 | <0.0060 (0.0040) | 0.0064 | 0.0015 | <0.0003 (0.0002) | 0.0013 |
| N11 | 04/07 | 8.2 (8.169) | 22.9 | 52700 | 34.6 | 8.5 | 6.9 (6.93) | 96.1 | <2.0 (0.4) | 5.6 | <10 | <0.020 (0.014) | 0.07 | 0.3 | <0.0030 (0.0028) | <0.0060 (0.0023) | <0.0040 (0.0020) | ND (0.0003) | 0.0004 | 0.0012 |
| | 10/10 | 8.1 (8.114) | 26.4 | 51300 | 33.7 | 8.5 | 6.2 (6.25) | 89.1 | <2.0 (0.6) | 9.9 | <10 | 0.038 | 0.07 | 0.8 | 0.0037 | <0.0060 (0.0040) | 0.0100 | 0.0013 | ND (0) | <0.0010 (0.0010) |
| MDL | | — | — | — | — | — | — | | 2.0# | 2.5# | 10# | 0.005 | 0.02 | — | 0.0010 | 0.0020 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0003 |
| 乙類 | 海域 | 7.5-8.5 | 無 | 無 | 無 | 無 | ≧5.0 | | ≦3.0 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | ≦0.03 | ≦0.1 | ≦0.5 | ≦0.05 ($Cr^{6+}$) | ≦0.002 | ≦0.05 |
| 甲類 | 海域 | | | | | | | | ≦2.0 | | ≦1000 | ≦0.05 | ≦0.3 | | | | | | | |

備註：1.數據標示**粗體＋底線**表超出相關海水標準。“-”表不必分析。“#”表定量極限。

2.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。部份檢項出具方式說明如下：pH及DO檢項於報告值後以括號方式備註實測平均值(pH)及實際測值(DO)。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以“ND”表示，後方加註括號內數據表依數值修整原則處理後之實際測值。如實際測值小於或等於零，則以“0”表示。

3.報告值標示為<2.0( )(BOD)，2.0為該檢項的定量極限濃度，括號內數據表實際測值。

4.報告值標示為<0.020( )(總磷)或<0.0030( )(銅)或<0.0060( )(鉛)或<0.0040( )(鋅)或<0.0010( )(鉻)，前方數字分別為該檢項定量極限濃度，括號內數據表由外插方式求得之測值。

100 年 4 月枯水期與 10 月豐水期調查結果顯示，港區內 N5、N6、N7 計 3 處測點之港域水質因較易受陸源性影響，如介於梧棲大排與安良港大排之間測點 N5，於 4 月枯水期間其鹽度與導電度相對最低，而總磷則出現最高之現象。此外，其生化需氧量與大腸桿菌群；以及重金屬鋅、鉻與砷相對略高。臺中港外大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)兩海域測點之水質則相對穩定且污染程度低，均可符合所屬之乙類海域水質標準，重金屬亦無異常。依據國際海事組織(IMO)於 2003 年指出，海洋污染來源主要源自於陸源排水污染，臺中港區內水體，同樣亦受到河川排水污染流入所影響，因此建請環保主管機關持續推動執行河川流域之污染削減等整治工程，同時進行工業廢水、家庭污水與畜牧廢水管制，持續巡查及取締。工廠產生之廢(污)水須依規定納入污水下水道系統處理，且其污水排水設備及排放水質、水量須經審查及查驗通過後始得排放；港口環保管理單位亦應加強宣導與查緝來自船舶可能之污染排放，以避免造成近岸水體品質不佳。

本計畫於 98 年起進行海域水質調查結果如表 4-4 所示，以下依序說明。

**1. 酸鹼度-氫離子濃度指數(pH)**

氫離子濃度指數係指水中氫離子濃度倒數的對數值。一般自然水之 pH 值多在中性或略鹼性範圍，若水受到工業廢水或礦場廢水污染時，其 pH 值可能產生明顯的變化；pH 值會影響生物的生長、物質的沈澱與溶解、水及廢水的處理等。海水之 pH 偏鹼性，主要受到碳酸鹽與鋁矽酸鹽類所控制，一般介於 7.5～8.4 之間，約為 8.2。大體而言，水體 pH 值除了受水質污染等外來因素的影響外，尚與水中生物活動情形有關，當生物體進行呼吸作用時，釋出二氧化碳，造成水體中 pH 值下降，當進行光合作用時，吸入二氧化碳，造成 pH 值上升。水中 pH 值常受廢污水影響，故 pH 值可當作污染指標之一。海水具有很強的緩衝性，全球表面海水的 pH 通常在 7.8 至 8.2 間，很少有超出此範圍。

# 表 4-4　98 年至 100 年臺中港鄰港海域水質調查結果

| 監測項目 \ 監測日期 | | 本研究監測 | | | | | | | 環保署監測 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 98 年 | | | 99 年 | | 100 年 | | 86~100 年 |
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 | 第 4 次 | 第 5 次 | 第 6 次 | 第 7 次 | 臺中港沿海二 |
| | | 98/4/29 | 98/6/25 | 98/9/14~9/15 | 99/3/23~3/24 | 99/9/7~9/8 | 100/4/7 | 100/10/10 | 86/7/8~100/5/17 |
| pH | 範圍<br>(平均) | 8.1~8.3<br>(8.3) | 8.1~8.2<br>(8.1) | 7.1~8.3<br>(7.8) | 8.07~8.27<br>(8.19) | 8.16~8.21<br>(8.19) | 8.12~8.22<br>(8.17) | 8.11~8.19<br>(8.14) | 8.0~8.3<br>(8.18) |
| 鹽度<br>(psu) | 範圍<br>(平均) | 10.9~33.5<br>(29.7) | 28.2~33.0<br>(32.2) | 1.8~33.1<br>(19.7) | 34.3~35.5<br>(34.9) | 32.2~33.0<br>(32.8) | 31.9~34.6<br>(34.0) | 33.7~34.3<br>(34.1) | 31.4~35.7<br>(33.7) |
| 水溫<br>(℃) | 範圍<br>(平均) | 24.6~26.4<br>(25.6) | 29.2~31.7<br>(30.3) | 28.8~31.7<br>(30.0) | 23.6~24.8<br>(24.2) | 29.8~32.1<br>(31.4) | 22.5~23.3<br>(22.9) | 25.6~26.5<br>(26.2) | 17.8~31.4<br>(25.6) |
| 導電度<br>(μmho/cm) | 範圍<br>(平均) | 18300~51000<br>(45510) | 43600~50200<br>(48970) | 3510~55200<br>(32459) | 52300~53800<br>(53060) | 48900~50100<br>(49760) | 49000~52700<br>(52920) | 51300~52000<br>(51780) | 未提供 |
| 懸浮固體物<br>(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 5.4~32.0<br>(11.5) | 6.9~58.6<br>(13.3) | 5.6~63.5<br>(20.1) | 2.5~7.6<br>(4.4) | 9.2~16.9 (13.0) | 5.6~8.1<br>(6.4) | 4.4~9.9<br>(7.6) | <2.0~45.0<br>(9.2) |
| 透明度<br>(m) | 範圍<br>(平均) | 0.5~2.5<br>(1.8) | 0.7~2.1<br>(1.5) | 調查透視度 | 1.3~6.7<br>(3.6) | 1.2~6.6<br>(3.5) | 4.4~8.5<br>(6.3) | 4.4~8.5<br>(6.2) | 未監測 |
| 溶氧量<br>(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 6.6~10.8<br>(8.3) | 6.2~7.4<br>(6.5) | 1.7~11.5<br>(6.2) | 6.53~9.14<br>(7.37) | 4.37~6.55<br>(5.14) | 6.93~7.12<br>(7.04) | 5.32~6.25<br>(5.7) | 5.9~8.4<br>(6.9) |
| 溶氧飽和度(%) | 範圍<br>(平均) | 92.7~130<br>(109) | 97.2~117<br>(101) | 24.3~151<br>(87.9) | 97.5~132<br>(108) | 70.7~98.5<br>(81.1) | 96.1~100<br>(98.2) | 78.8~89.1<br>(83.6) | 未提供 |
| 生化需氧量<br>(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 2.5~4.5<br>(3.7) | <2.0<br>(<2.0) | <2.0~63.6<br>(10.0) | <2.0<br>(<2.0) | <2.0<br>(<2.0) | <2.0(0.2~1.1)<br>(<2.0(0.5)) | <2.0(0.6~1.4)<br>(<2.0(0.9)) | 0.1~1.0<br>(0.5) |
| 大腸桿菌群<br>(CFU/100 mL) | 範圍<br>(平均) | <10~$1.4\times10^4$<br>($1.6\times10^3$) | <10~$3.9\times10^3$<br>($4.9\times10^2$) | $4.9\times10^2$~$1.2\times10^8$<br>($1.3\times10^7$) | <10~$1.8\times10^4$<br>($3.6\times10^3$) | <10~$2.5\times10^2$<br>(73) | <10~$5.0\times10^2$<br>($1.1\times10^2$) | <10~$1.4\times10^2$<br>(60) | <10~$6.2\times10^3$<br>($5.5\times10^2$) |
| 總磷(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 0.022~0.144<br>(0.050) | 0.038~0.090<br>(0.054) | 0.048~1.87<br>(0.622) | <0.020~0.048<br>(0.031) | 0.024~0.048<br>(0.034) | <0.020(0.014)~0.158<br>(0.051) | 0.033~0.040<br>(0.037) | 0.010~0.054<br>(0.021) |
| 氨氮(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 0.04~0.43<br>(0.11) | 0.11~0.46<br>(0.24) | 0.09~5.41<br>(2.16) | <0.05~0.12<br>(0.07) | ND(<0.02)~0.09<br>(0.06) | 0.06~0.09<br>(0.07) | <0.06(0.02)~0.07<br>(0.05) | 0.01~0.13<br>(0.03) |
| 葉綠素 a(μg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 0.5~2.2<br>(1.3) | 0.6~10.3<br>(3.7) | 0.3~1.1<br>(0.8) | 0.8~2.2<br>(1.6) | 0~17.5<br>(1.4) |

## 表 4-4(續 1)　98 年至 100 年臺中港鄰港海域水質調查結果

| 監測日期 / 監測項目 | | 本研究監測 | | | | | | | 環保署監測 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 98 年 | | | 99 年 | | 100 年 | | 86~100 年 |
| | | 第 1 次 | 第 2 次 | 第 3 次 | 第 4 次 | 第 5 次 | 第 6 次 | 第 7 次 | 臺中港沿海二 |
| | | 98/4/29 | 98/6/25 | 98/9/14~9/15 | 99/3/23~3/24 | 99/9/7~9/8 | 100/4/7 | 100/10/10 | 86/7/8~100/5/17 |
| 銅(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | <0.0030(0.0020)~0.0041<br>(0.0031) | 0.0030~0.0041<br>(0.0036) | 0.0001~0.0335<br>(0.0022) |
| 鉛(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | ND<0.0004(0)~<0.0060(0.0042)<br>(0.0026) | <0.00060(0.0034)~<0.0060(0.0043)<br>(0.0039) | 0.0001~0.0090<br>(0.0017) |
| 鋅(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | ND<0.0016(0.0001)~0.0104<br>(0.0037) | 0.0056~0.0135<br>(0.0082) | <0.0005~0.0550<br>(0.0065) |
| 總鉻(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | ND<0.0004(0)~<0.0010(0.0007)<br>(0.0002) | ND<0.0004(0.0003)～0.0015<br>(0.0010) | <0.001~0.009<br>(0.0015) |
| 汞(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | ND<0.0001(0.0001)~0.0004<br>(0.00016) | ND<0.0001(0)~<0.0003(0.0002)<br>(0.00004) | <0.0003~0.0019<br>(0.00059) |
| 砷(mg/L) | 範圍<br>(平均) | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 未監測 | 0.0012~0.0016<br>(0.0013) | <0.0010(0.0010)~0.0013<br>(0.0012) | 0.0008~0.0014<br>(0.0010) |

除非有很強之酸鹼性物質進入海水中，才會使海水之 pH 值改變，此外當 pH 偏低時，常伴隨高濃度之重金屬，因此量測 pH 也同時代表有無毒性無機重金屬之先驅指標。

本年度採樣調查結果如下所示，各測站之 pH 值與第 1 年(98 年度)與第 2 年(99 年度)採樣監測結果相較變動不大，皆屬於中性偏鹼範圍，4 月枯水期與 10 月豐水期採樣監測結果均能符合乙類海域水質標準(7.5～8.5)，4 月在港區內各海域測點(N5、N6、N7)之 pH 值介於 8.12～8.22 之間；10 月介於 8.13～8.19，全數符合乙類海域水質標準(7.5～8.5)；而港區外 2 海域測點(N10、N11)之 pH 值亦與環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之酸鹼度平均測值相近，水質穩定且無異常。

**2. 導電度(Electrical conductivity, EC)**

導電度表示水傳導電流能力，導電度與水中離子總濃度、移動性、價數、相對濃度及水溫等有關。通常導電度愈高，表示水中電解質含量較多。由於大部分鹽類都可電離，因此導電度也可表示水中總溶解固體的多寡。導電度太高對灌溉有不良的影響，因此導電度為灌溉水質之重要指標項目之一。常用於估計水中溶解物質離子化的數量，由導電度可間接計算出天然水之總溶解固體量及水質的礦化程度，所以導電度亦可當做水污染之指標。導電度與水中總離子濃度及移動速度有關，在同一溫度下，水中溶解離子之濃度與導電度大致成正比，一般純水之導電度(25℃)約為 1μmho/cm；雨水、新鮮地下水及海水分別為 5～30 μmho/cm、30～2000 μmho/cm 及 45000～55000 μmho/cm 之間。

本年度採樣調查結果如下，各海域測站於 4 月枯水期採樣監測之導電度測值介於 49000～52700 μmho/cm；10 月豐水期介於 51300～52000 μmho/cm 間，監測結果皆處於正常海水值 45000～55000 μmho/cm 之變動範圍內，100 年 10 月豐水期以港外兩測站導電度相對港內為略低，10 月豐水期之導電度平均值亦相對低於 4 月枯水時期，100 年度

整體測站導電度平均值 51850 μmho/cm，介於第 1 年(98 年度)與第 2 年(99 年度)變動範圍且無異常。

### 3. 鹽度(Salinity)

鹽度之原來定義乃指 1 公斤海水中所含溶解之無機物的克數，即所含鹽類的重量，舊單位為千分之一(ppt)，新單位則為 psu (practical salinity unit)，而目前國際海洋研究調查上則可將單位省略。鹽度可由導電度計量測直接換算，與導電度成正比關係。自然水體之鹽度介於 0-40 psu，地下水之鹽度變化頗大，若受到鹽化程度很高時，亦可能高於海水，全球海水之鹽度變化在 33～37 psu 之間，平均 35 psu，而正常海水鹽度應在 33～35 psu 之間。大洋海水基本上是清澈、偏鹼性、無陸源污染物與營養鹽極低之穩定水體,正常海水鹽度介於 33～35 psu 之間，較陸源淡水高出很多，因此鹽度測定代表陸地水進入海洋之比例，因此為重要之水質指標。

本年度採樣調查結果如下所示，各海域測站於 4 月枯水期採樣監測之鹽度測值介於 31.9～34.6 psu 間；10 月豐水期間介於 33.7～34.3 psu，鹽度變化之趨勢與導電度大致相似，100 年整體測站鹽度平均值 34.1 psu，較第 1 年(98 年度)3 次採樣監測結果高，而本年度 4 月枯水期與第 2 年(99 年度)2 次採樣監測結果均顯示，港區外 N10(大甲溪外海)、N11(大肚溪外海)2 測點之鹽度測值，相對於港區內易受內陸排水影響之 3 處測點(N5、N6、N7)為略高，另港外測點鹽度變化，介於環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)變動範圍內。

### 4. 水溫(Water temperature)

水溫與水體之密度、黏滯度、蒸汽壓力、溶液表面張力、固體或氣體之活動速度，如腐蝕、溶解度、生化需氧量及微生物繁殖、死亡等情形，均有密切之關係。水溫變化主要受季節循環所影響，而受日照之影響，表層水溫大多高於底層。就目前的狀況而言，調查範圍內的海域並未存有大型的熱污染源，其溫度的變動主要受自然大氣循環

與氣候變化所影響。

本年度採樣調查結果如下所示，各海域測站於 4 月枯水期採樣監測之水溫測值介於 22.5～23.3 ℃；10 月豐水期間介於 25.6～26.5 ℃，100 年整體測站平均水溫 24.5℃，略低於第 1 年(98 年度)3 次與第 2 年(99 年度)2 次採樣監測總平均值 28.6℃，本年度各測站之水溫溫差不大，介於環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)變動範圍內。臺中港鄰近海域整體水溫的變動呈現季節性的變化，以夏秋季節水溫較高、冬春季時期的水溫則相對較低，由本研究歷年調查的水溫高低差異顯示，最高水溫可達 32.1℃(99 年 9 月)，最低水溫則為 22.5℃(100 年 4 月)，而由環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)監測數據顯示，則外海海域水溫最低可以達到 17.8℃(99 年 1 月)。

**5. 透明度(Transparency, SD)、透視度(Visual transparency / Light Transmittance)、懸浮固體( Suspended solids, SS )**

透明度、透視度與懸浮固體為水體清澈程度的指標。大致上仍是以近岸處透明度較低，遠岸處透明度較高。水體中之濁度主要由懸浮固體如泥、砂和微小之有機或無機物質、浮游生物等及極微細之生物所引起。海水的混濁度對水體中之生物成長影響很大，過於混濁的海水將對生物有不利之影響。其中懸浮顆粒為污染物的承載者，高濁度時通常也伴隨高數量之細菌，因此濁度與懸浮固體亦為海水之重要指標之一。近海之懸浮固體分布與海流有相當大的關係，當波浪運動在海域底床上形成邊界層流場時，將使底質產生擾動而往上傳輸。惟但海中之波浪多呈紛紜狀態，大波之擾動性強，形成底質向上之傳輸營力，小波則造成橫向之輸砂行為。實際上由潮汐變化所衍生的潮流對輸砂亦有相當大的影響，而於邊界層所產生的渦流將促進懸浮質向上傳輸，經此流場機制所產升之懸浮固體分布特性應為深水時濃度由上往下漸增，淺水時則可能因波浪擾動力增大而呈均勻化分布，在碎波帶內則呈均勻化分布，而調查區域內若有河川匯入則波流交互作用將使懸浮固體分布更為複雜。

本年度採樣調查結果如下所示，各海域測站於 4 月枯水期採樣監測之懸浮固體物測值介於 5.6～8.1 mg/L；10 月豐水期介於 4.4～9.9 mg/L，100 年整體測站平均測值 7.0 mg/L，與環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之懸浮固體物平均測值 8.5 mg/L 為低。99 年度 9 月採樣平均測值雖較 3 月調查結果略增，但與第 1 年(98 年度)3 次採樣監測結果相比仍為低，整體透明度自 98 年起至 100 年隨之逐漸增高，以本年度 4 月與 10 月透明度達到最高。歷次港外懸浮固體最高值以南側靠近大肚溪口(N1)處相對最高(98/6：SS 58.6 mg/L)，應係較易受到來自陸源大肚溪口輸砂影響而導致懸浮固體物濃度較高；透明度則相對較低。

**6. 溶氧與溶氧飽和度 (Dissolved Oxygen; Dissolved Oxygen Saturation)**

自然水體因與大氣中之氧氣接觸而溶解於水中，這些氧氣稱為水中之溶氧。水中溶氧多寡主要受生物、物理與化學作用影響而變動。水中鹽分亦會影響氧之溶解度，鹽度越高其溶氧越低。海水中的溶氧主要受溫度與風浪的影響，溫度愈低，溶氧可達到之平衡值愈高，風浪愈大，溶氧愈易達到該溫度之飽和值，氧氣在海水中之溶解度隨鹽度、溫度增加而減少，在水溫 20℃之海水而鹽度 36.13 psu 時，其理論溶氧飽和值為 7.35 mg/L(同溫度時之純水溶氧飽和值則為 9.09 mg/L)，臺灣海域在冬季時期常因水溫較低及東北季風的風浪翻攪造成溶氧升高。

此外，一般海域的溶氧有二大特徵：一為上層的溶氧大多高於下層，二則為水深愈淺者其溶氧愈高。由於水中溶氧的來源主要是由大氣溶入水中或水中生物之光合作用，因此上層之溶氧較高；至於底層的溶氧則須視底棲生態系統之耗氣速率而定。一般而言，遭受污染的海域或河口區域，其底床上大都沉積耗氣性污泥，使底層水體的溶氧降低。由於波浪由深海傳入淺海時將因淺化效應使波浪產生碎波，增加水中溶氧。因此水深愈淺者，水中溶氧將因波浪淺化成碎波的機率

增加而增加。正常海水之溶氧應與大氣中之氧達成平衡，其含氧量應在飽和度之 95%至 105%之間，飽和溶氧與當時水溫、鹽度有關，而當水體中之藻類暴殖時，將形成溶氧之超飽和；另一相反情形為當水中有機污染物高時，將造成細菌分解而不斷消耗水中之溶氧，產生溶氧之不飽和與偏低。

本年度採樣調查結果如下所示，各海域測站於 4 月枯水期採樣監測之溶氧量介於 6.93～7.12 mg/L，溶氧飽和度介於 96.1~100%，平均 98.2%，接近飽和；而 10 月豐水期則相對較低，溶氧量介於 5.32～6.25 mg/L，溶氧飽和度介於 78.8~89.1%，平均 83.6%，呈現未飽和之狀態。港內外各測站測值均介於環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍且無異常。99 年度於 3 月調查時，港區內外 5 處海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之溶氧值全數符合乙類海域水質標準(>5 mg/L)，惟介於梧棲大排與安良港大排間測站 N5 之溶氧飽和度達 135%，有過飽和之現象，推測是港區內營養鹽(碳、氮、磷)豐富，水中藻類光合作用旺盛而產生大量氧氣所致；在 99 年 9 月調查時，港區內 3 處測點(N5、N6、N7)之溶氧值則略低於乙類海域水質標準(≥5 mg/L)，且其表面海水之溶氧呈不飽和狀態，溶氧量僅約飽和時之 70.7%～73.6%，顯示港內水體易受陸源營養鹽輸入，導致其溶氧變動較港外為劇烈。

### 7. 生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, $BOD_5$)

生化需氧量為水中有機性污染狀況的量化指標。此法以好氧性細菌氧化分解水中有機物所消耗的氧量來表示水中的有機物量。一般此過程可分為二階段：第一階段為分解有機碳化合物的耗氧，第二階段則為硝化作用的耗氧。目前係以 20℃，5 日的生化需氧量為管制基準，未遭受污染的自然水體生化需氧量大都介於 0 ～ 2 mg/L，若超過 3 mg/L 則顯示此水體已遭受污染。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查結果如下所示，港區內外 5 處海域測站(N5、N6、N7、N10、N11)於 4 月與 10 月採樣監測

期間，生化需氧量測值皆<2.0 mg/L，均可符合乙類海域水質標準(≦3.0 mg/L)，且與環保署外海環境水質測站(臺中港沿海二)之歷次(僅 86~87 年有調查)生化需氧量測值相近且無異常，而第 1 年(98 年度)海域部分測站偶有超過標準之情形，最高濃度可達 63.6 mg/L，此乃出現於匯入臺中港域之主要排水路上、下游水質之 24 小時連續全潮觀測時所測得，顯示匯入港域內之排水仍有受到來自內陸排水之農畜牧業廢水及/或家庭生活污水之污染。於第 2 年(99 年度)及本年度與港域及港外調查期間則呈現未有異常偏高之情形，顯示有機性污染程度於臺中港域與港外水體有逐漸改善的趨勢。

**8. 大腸桿菌群(Coliform Group)**

大腸桿菌群根據環檢所 NIEA E202.53B 水中大腸桿菌群檢測方法中定義其英文學名為 Coliform group。而大腸桿菌群係大腸桿菌與大腸桿菌類似性質之細菌總稱，常存於溫血動物之腸管內，並與糞便一起排出體外。如水中含有大量的大腸桿菌群類，則顯示出水體近期內可能遭受人類或動物排泄物的污染。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查結果如下所示，因海域之大腸桿菌群並無訂立乙類標準，若以海域最高標準(甲類)作為參考比較，在本年度除港區內介於梧棲大排與安良港大排間之 N5 測值略高外，其餘均<10 CFU/100 mL，且皆未超出甲類海水標準(≦ 1000 CFU/100 mL)。港內 N5 測站曾於 99 年度 3 月因受局部陸源污染輸入之影響，而有超出甲類海域水質標準 18 倍之情形外，其餘港區內外 4 處海域測點(N6、N7、N10、N11)之大腸桿菌群於 2 次採樣監測均低於甲類上限值，整體測站平均測值 $1.9\times10^3$ CFU/100 mL，雖高於環保署外海環境水質測站(臺中港沿海二)大腸桿菌群平均測值 $5.5\times10^2$ CFU/100 mL(86～87 年度)，但與第 98 年度大腸桿菌群年平均值 $5.9\times10^6$ CFU/100 mL 相比為低且有明顯下降之趨勢，本年度於 10 月豐水期平均測值呈現持續降低。

## 9. 總磷(Total Phosphorus, TP)

海水中之磷酸鹽、矽酸鹽、亞硝酸鹽與銨鹽等一般稱為營養鹽，這些鹽類被海洋植物吸收，成為植物生長之組成部份。一般中緯度大洋營養鹽濃度顯示出季節性變化，北半球因夏季光合作用旺盛，植物攝取量大且水體成層，下層營養鹽補充困難，造成上層營養鹽偏低；冬季則因有機物分解大於光合作用所需，營養鹽再生顯著，加上表層海水冷卻產生垂直混合，下層營養鹽補充之故，使得上層營養鹽升高，因此一般大洋夏季表層海水營養鹽降低，冬季升高。而近岸區則除受生物生長季節性變化等因素所影響外，另外受到陸源營養鹽輸出變動所控制。海洋之營養鹽分布，一般於表層之磷酸鹽、硝酸鹽與矽酸鹽濃度較低，在水深淺於 1000 m 以內，隨深度增加而變高，在深於 1000 m 以上，營養鹽濃度隨深度變化不大。

磷在自然水體通常以磷酸鹽型態存在，磷酸鹽可分為正磷酸鹽(orthophosphate)、聚磷酸鹽(polyphosphate)、及有機磷酸鹽(organic phosphate)。正磷酸鹽可直接被生物所利用，而聚磷酸鹽則需水解成正磷酸鹽才可被生物利用，但水解過程非常緩慢。由於水體藻類的生成量及磷的負荷之間有密切關聯，因此控制磷源是有效抑制優養化之重要手段之一。目前國內的水體水質標準中對於海域水體中的總磷甲類海域水質標準為 0.05 mg/L。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查結果如下所示，4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之總磷測值介於 <0.020(0.016)～0.158 mg/L，平均測值 0.051 mg/L；10 月介於 0.033～0.040 mg/L，平均測值 0.037 mg/L，因總磷無乙類海域水質標準，若以海域最高標準(甲類)作為參考比較，在本年度 4 月枯水期採樣監測中，港外 2 測站之總磷測值均低於甲類上限值(≦0.05 mg/L)，且在環保署外海環境水質測站(臺中港沿海二)之歷次總磷監測變動範圍內，港區內介於梧棲大排與安良港大排間之 N5 測值則偏高，達 0.158 mg/L，為甲類海水標準之 3 倍。介於梧棲大排與安良港大排之間測點 N5，於 4 月

枯水期間其鹽度與導電度相對最低，而總磷則出現最高之現象(0.158 mg/L)，顯示採樣當時此處水體受到相對較多之淡水之影響，而由上游陸域水質之歷年總磷監測結果，其梧棲大排與安良港大排於民國 87 年至 99 年間，漲、退潮之總磷平均濃度高達 0.731 mg/L，遠高於港域可知，港域之總磷偏高之污染來源，應與匯入港區之排水中，來自生活污水含磷清潔劑，以及農畜牧業使用含磷肥料污染水質所致。

**10. 氨氮(Ammonia nitrogen, $NH_3$-N)**

氮在自然水體中以有機氮、氨氮、硝酸氮、亞硝酸氮等型態存在。剛受污染的水體中，氮大部份以有機氮及氨氮型式存在，經過細菌分解後，有機氮會分解成氨氮，而氨氮經硝化作用後則轉變為硝酸氮及亞硝酸氮。氮的污染來源包括動物體的排泄物與殘骸、工業廢水、垃圾滲出水以及土壤中施用的氮肥(硝酸鹽氮)。通常在清潔水域中的氮含量不高，若水體剛受污染時，其有機氮與氨氮濃度會偏高；若經過一段時間的分解後，則硝酸鹽氮的濃度會增高。若水體中含大量的氨氮及有機氮時，將會消耗水中的溶氧，使水體呈厭氧狀態，硝酸鹽氮則經由還原作用，轉變成氨氮及氮氣。目前國內的水體水質標準中對於海域水體中的氨氮甲類海域水質標準為 0.3 mg/L。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查結果如下所示，4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之氨氮測值介於 0.06～0.09 mg/L；10 月介於<0.06(0.02)～0.07 mg/L。因氨氮無乙類海域水質標準，若以海域最高標準(甲類)作為參考比較，各測站之氨氮測值於本年度 4 月與 10 月調查結果均低於甲類上限值(≦0.3 mg/L)，平均測值 0.07 mg/L，高於環保署外海環境水質測站(臺中港沿海二)之歷次氨氮平均測值 0.03 mg/L，但與第 1 年(98 年度)3 次採樣監測結果相比為低且有下降之趨勢。

**11. 葉綠素a(Chlorophyll a)**

葉綠素是植物參與光合作用的主要色素，它存在植物細胞內的葉

綠體中。葉綠素吸收紅光和藍光並反射綠光，使植物呈現綠色。葉綠素依化學構造的不同有若干形式，包括葉綠素 a、葉綠素 b、葉綠素 c、葉綠素 d 等，其中最重要的一種是葉綠素 a，它存在於植物、綠藻和藍綠菌中。通常藉由水體之營養鹽、透明度、及葉綠素 a 等可用以判斷水體優養之程度。美國環保署(US EPA, 1973)以葉綠素 a 為基準之營養分級標準，將水庫湖泊等區分為優養(Eutrophic)、中養(Mesotrophic)以及貧養(Oligotrophic)，其中以葉綠素 a 測值>10 μg/L 定為優養(Eutrophic)，4～10 μg/L 定為中養(Mesotrophic)以及<4 μg/L 定為貧養(Oligotrophic)。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查顯示，4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之葉綠素 a 測值介於 0.3～1.1 μg/L；10 月介於 0.8～2.2 μg/L，與環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)歷次相比，10 月之平均測值略有升高，但仍在其最大變動範圍內。本年度 4 月採樣監測結果與第 2 年(99 年度)相同，皆以港區外之 N11(大肚溪外海)測點為最低，而以港區內介於梧棲大排與安良港大排間之 N5 測點為最高；10 月時則以大甲溪外海較高。以 USEPA 葉綠素 a 為基準之營養分級顯示，本年度港區內 N5 測站由 99 年 9 月之優養降為貧養水體外，其餘港區內外 4 處海域測站(N6、N7、N10、N11)仍屬於貧養水體。

**12. 重金屬銅(Copper, Cu)**

銅為一種豐富的親顆粒金屬，河川中的銅 50%～80%都被吸附固定在水中懸浮固體物上，形成不溶解狀態。銅為人體必需元素，其毒性對人體不具累積性危害，但吸收過量亦會造成肝腎和中樞神經傷害，而對水生生物而言，當銅的濃度接近 1.0 mg/L 時會使魚類中毒。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查顯示均可符合海水標準(≤0.03)，以港區內測站濃度相對較港外為高。4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬銅測值介於<0.0030(0.0020)～0.0041 mg/L；10 月介於 0.0030～0.0041 mg/L，均在環保署長期外海環

境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍內，但平均濃度仍相對略高於其外海水質測站(臺中港沿海二)。

**13. 重金屬鉛(Lead, Pb)**

在天然水體中，鉛有許多種存在的形式，鉛具有累積、代謝性毒性，鉛化合物一般難溶於水，而且容易被吸附沉澱。主要來自蓄電池製造業之廢水或廢棄物處理不當而排出時，含量偏高的鉛會污染水體；而汽油中添加之鉛化合物，於燃燒時形成含鉛粒狀污染物逸散至空氣，最後降至地表或因雨水淋洗帶進水體，也會造成水中鉛含量增加。

本年度於4月枯水期與10月豐水期採樣調查顯示均可符合海水標準(≤0.3)，4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬鉛測值介於 ND<0.0004(0)～<0.0060(0.0042) mg/L；10 月介於<0.0004(0.0034)～0.0043 mg/L，均在環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍內，但平均濃度仍相對略高於其外海水質測站(臺中港沿海二)。

**14. 重金屬鋅(Zinc, Zn)**

鋅乃現代文明中，家庭常用的四種金屬之一(鐵、銅、鉛、鋅)，常被用來鍍在鐵的外層以防止鐵生銹。鋅為人體之必需元素之一，其對人體的毒性很低，但對魚類或水生生物之毒性卻很大，致死濃度約小於 0.1 mg/L，魚卵則為 0.4 mg/L。

本年度於4月枯水期與10月豐水期採樣調查顯示均可符合海水標準(≤0.5)，以港區內測站濃度相對較港外為高。4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬鋅測值介於 ND<0.0016(0.0001)～0.0104 mg/L；10 月介於 0.0056～0.0135 mg/L，均在環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍內，但 10 月平均濃度仍相對略高於其外海水質測站(臺中港沿海二)。

**15. 重金屬鉻(Chromium, Cr)**

鉻是人體必需的微量元素，三價的鉻是對人體有益的元素，而六價鉻則為有毒。接觸六價鉻也可發生鉻性皮炎及濕疹，誤食入六價鉻化合物可引起口腔粘膜增厚，水腫形成黃色痂皮，反胃嘔吐，有時帶血，劇烈腹痛，肝腫大，嚴重時使循環衰竭，失去知覺，甚至死亡。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查顯示總鉻(三價鉻+六價鉻)均可符合海水標準($Cr^{6+}$≤0.05)。4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬鉻測值介於 ND<0.0004(0)～<0.0010(0.0007)；10 月介於 ND<0.0004(0.0003)～0.0015，均在環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍內且無異常。

**16. 汞(Mercury, Hg)**

汞為全球第一級污染物質，為水體中污染最廣泛的一種重金屬毒物，進入水域的汞主要有三種形式，分別為金屬、無機汞化合物及有機汞化合物。無機汞可藉由水中微生物作用而轉換成有機汞，毒性因而增加。汞是累積性毒物，對人體健康傷害性極大，有機汞和無機汞主要影響分別為中樞神經系統和腎臟傷害等。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查顯示均可符合海水標準(≤0.002)。4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬汞測值介於 ND<0.0001(0.0001)～0.0004；10 月介於 ND<0.0001(0)～<0.0003(0.0002)，均在環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之監測變動範圍內且無異常。

**17. 砷(Arsenic, As)**

砷有+5、+3、0、-3 等四種不同價態存在，在水中一般以砷化合物形態存在，如在溶氧量及 pH 值均較高的表水層水域中，砷幾乎都以+5 價的砷酸鹽形式存在；相反地，在溶氧量與 pH 值均較低的深層水域中，砷幾乎以+3 價的砷酸鹽或硫化砷形式存在。砷化物為毒性甚強之物質，砷對人體之長期危害主要包括烏腳病、癌症(皮膚癌、肺臟癌、膀胱癌)、心臟病、糖尿病與高血壓等。

本年度於 4 月枯水期與 10 月豐水期採樣調查顯示均可符合海水標準(≤0.05)。4 月在港區內外各海域測點(N5、N6、N7、N10、N11)之重金屬砷測值介於 0.0012～0.0016；10 月介於<0.0010(0.0010)～0.0013，與環保署長期外海環境水質測站(臺中港沿海二)之測值(86～87 年)相近，但港區內外各海域測點仍相對略高於其外海水質測站(臺中港沿海二)。

臺灣地區地處亞熱帶，屬於海島型氣候，除易逢颱風或是暴雨沖刷造成水質不佳外，也易受人為干擾與污染而影響環境水體與生態，而海岸水體環境具有高度敏感性，且各海域涵容能力受地區之海象、地形、污染源之影響也不盡相同，例如高緯度地區或熱帶海域、大洋或近海環境均有所差異，因此並無一客觀特定之標準，可以明確地界定出海域水體對污染物負荷之臨界值，若以國內海域水質分類之評比標準，主要以酸鹼度(pH)、溶氧、氨氮、總磷、大腸桿菌群與生化需氧量等化學、生物性指標劃分為甲類、乙類、丙類海域，而為讓民眾瞭解海灘水質，做為親水活動參考，現階段參考香港及美國泳灘水質監測發佈方式，主要以甲類海域之海洋環境品質標準—大腸桿菌群之菌落數在 1000 CFU/100mL 以下(以下簡稱「符合甲類」)，為判定依據，而高於此等級則列為不宜親水活動。符合甲類者，再以腸球菌群(≦50 MPN/100 mL 或>50 MPN/100 mL)區分為優良或普通，作為娛樂用水水質之「優良、普通或不宜親水」之 3 分級。

總而言之，選定之水質參數在水體品質之應用上有不同程度之意義，雖可簡易地判斷污染程度，但不易即時反應水質異常之敏感度，也相形喪失了對污染源頭採取適當污染行為管制措施之先機，為確保海洋環境永續性經營，仍待相關主管單位納入污染排放量與相對水體涵容能力之管理觀點，以利反應實際海域水體污染負荷，建立實質水質管理績效指標。

臺中港水域環境之水體分類係被公告為「乙類水體水質標準」海域，歸納環保署近海海域水質自民國 86 年 7 月～100 年 5 月長期監測結

果，以監測項目與海洋環境品質標準相關之 pH、溶氧量、生化需氧量、鉛、銅、鋅、鎘、鉻、汞與砷計 10 個水質項目計算合格率，臺中港沿海海域水質總合格率為 99.6%。以各監測項目分析比較，pH 值(圖 4-2)、溶氧量(圖 4-3)、生化需氧量合格率均為 100%；重金屬部分鉛、汞、鋅及鎘等項目之合格率亦皆為 100%；重金屬銅有 1 個樣品不符合水質標準(圖 4-4)，合格率為 99.6%；汞亦曾出現 1 次不符合水質標準，合格率為 99.5%。由環保署長期監測結果與本研究 98、99 年及 100 年 4 月與 10 月調查結果皆顯示，臺中港鄰近海域水質狀況普遍良好，如本研究臺中港外大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)兩海域測點之水質穩定且污染程度低，僅港區內 N5、N6、N7 等 3 處測點之海域水體因較易受陸源性污染，如梧棲大排與安良港大排等注入港域之影響，偶有生化需氧量與大腸桿菌群偏高之現象外，大部分水質檢項並無特別異常之處。此外，臺中港沿海一測站表層水，曾在 2010 年 5 月(圖 4-2)測得其 pH 略偏低(7.6)，分析當時該處其他水質檢項如溶氧量與營養鹽類，以及重金屬均未發生異常，僅鹽度略有降低推測，可能係受到部分淡水的(pH 相對海水為較低)影響，導致 pH 值出現偏低，但仍可符合國內海域水質標準。然而礙於現有資料有限，尚無法進一步深入探究其真正原因。

99 年度於臺中縣清水鎮之大甲溪出海口－高美濕地曾發生遭致疑似不肖業者非法傾倒廢油污染案，該污染事件係 99 年 6 月 29 日晚間於清水大排出海口附近出現大片油污，經環保署與臺中縣環保局等相關單位緊急應變及油污清理後，現場油污已獲得阻絕圍堵，經初步估計廢油污染面積約 1,000 平方公尺。另經空勤總隊及海巡單位於空中及海面查察，未發現有油污擴散情形。而由環保署 99 年 8 月與本研究 99 年 9 月調查結果顯示，臺中港外海域水質並無特別異常之處。

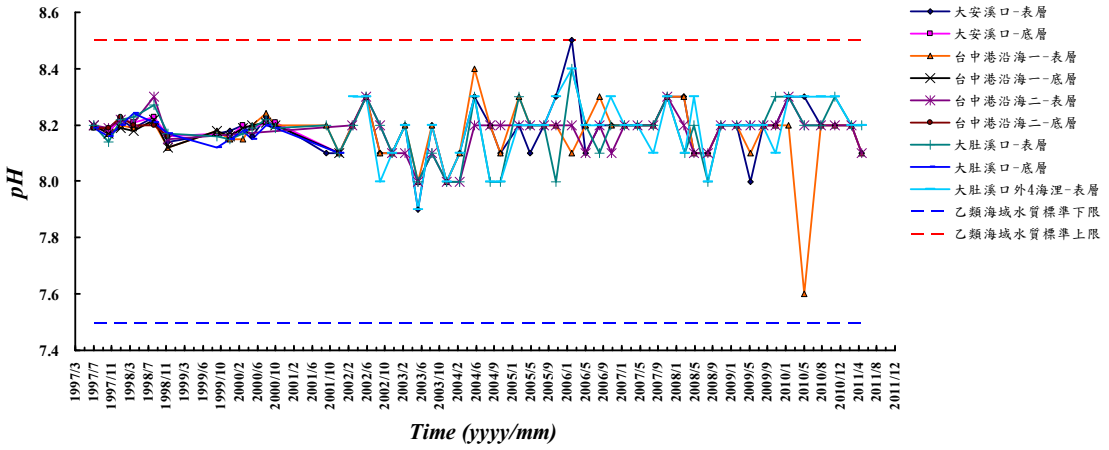



圖 4-2　臺中港鄰近沿海海域之歷年酸鹼度變化

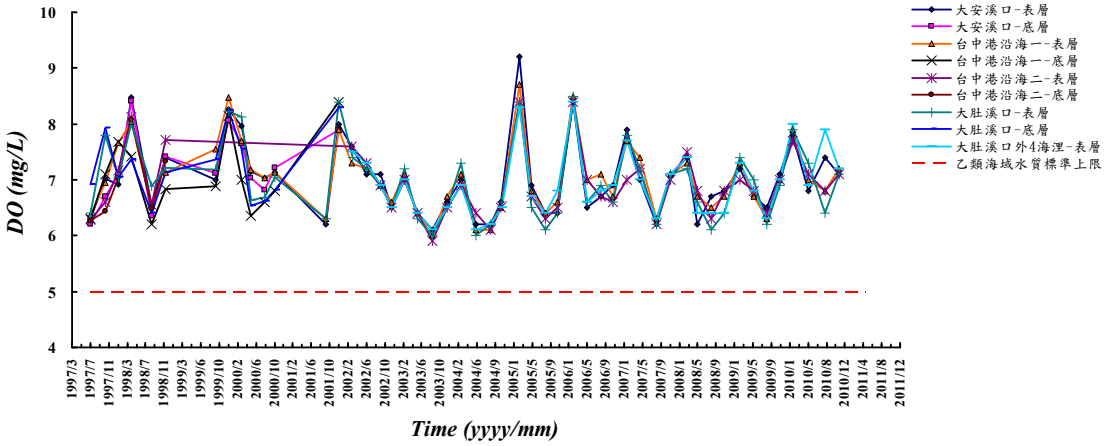



圖 4-3　臺中港鄰近沿海海域之歷年溶氧量變化

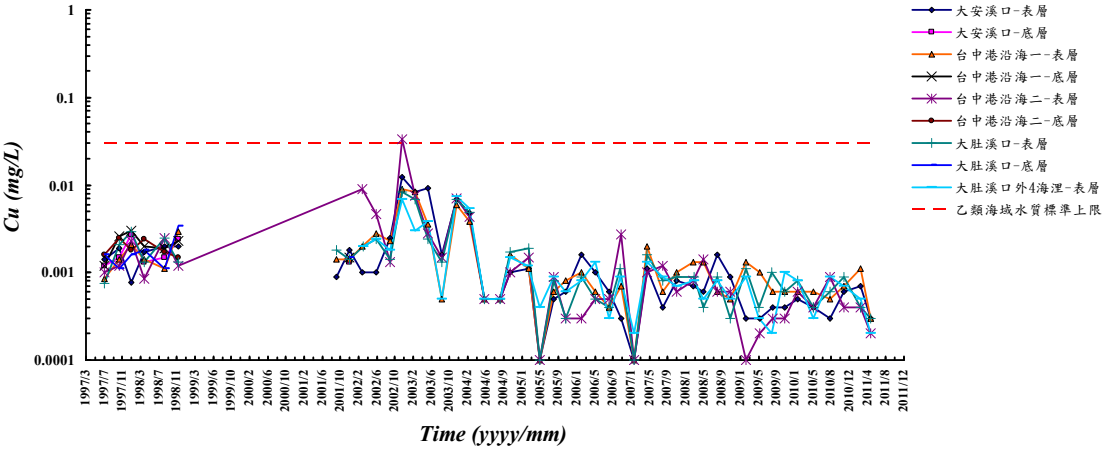



圖 4-4　臺中港鄰近沿海海域之歷年重金屬銅變化

## 4.4 海域底質調查方法

### 4.4.1 採樣方法

參照環保署環檢所之底泥採樣方法 (NIEA S104.30C)使用底質採樣器採集表層沉積物。採集人員搭乘船筏至規劃測站以 GPS 定位後，以底質採樣器採取各測站之表層沉積物樣品，以夾鏈袋裝樣後並於冰桶內加冰塊冷藏後運回實驗室進行分析。

### 4.4.2 採樣頻率

本年度(100 年度)海域底質監測僅於枯水期間進行 1 次，已於 100 年 4 月 7 日完成 1 次海域底質採樣調查。

### 4.4.3 分析項目與檢測方法

#### 1. 海域底質監測項目

包含沉積物粒徑、總有機物以及重金屬銅、鉛、鋅、鉻、砷、汞與鋁。

#### 2. 海域底質檢測方法

除沉積物粒徑分析採 American Society for Testing and Materials (ASTM) D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils 外，其餘主要依環保署公告之 NIEA 檢驗方法辦理。

## 4.5 海域底質調查結果

本年度 4 月枯水期間採樣監測結果詳如表 4-5，以下將針對各檢驗項目之分析結果作說明。

# 表 4-5 臺中港鄰港海域底質 100 年4 月枯水期採樣調查結果

調查日期：100年4月7日

| 項目 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鋁 | 粒徑 | | gravel | sand | silt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 單位 | mg/kg | Mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | mg/kg | D50(mm) | Dm(mm) | (%) | (%) | (%) |
| 方法<br>測站 | NIEA R355.00C | NIEA R355.00C⊕ | NIEA R355.00C | NIEA R355.00C | NIEA M317.02C | NIEA S310.63C | NIEA R205.01C | NIEA R355.00C | ASTM D422 - 63 | | | | |
| N5 | 32.1 | 34.7 | 112 | 32.9 | 0.080 | 11.9 | 1.93 | 11500 | 0.066 | 0.081 | 0 | 43.8 | 56.2 |
| N6 | 31.6 | 37.0 | 112 | 33.6 | 0.129 | 12.4 | 2.64 | 13500 | 0.004 | 0.018 | 0 | 6.25 | 93.8 |
| N7 | 73.1 | 31.5 | 127 | 20.0 | 0.081 | 10.6 | 2.61 | 13200 | 0.006 | 0.022 | 0 | 7.47 | 92.5 |
| N10 | <10.0(8.56) | <30.0(17.7) | 54.2 | 15.6 | 0.071 | 8.59 | 2.43 | 11700 | 0.045 | 0.052 | 0 | 18.9 | 81.1 |
| N11 | <10.0(6.58) | <30.0(17.6) | 36.9 | 10.7 | ND(<0.020) | 15.4 | 1.62 | 9610 | 0.409 | 0.467 | 0 | 99.7 | 0.334 |
| MDL | 2.03 | 10.5 | 4.72 | 3.34 | 0.020 | 0.192 | 無 | 0.1 | 0.066 | 0.081 | 0 | 43.8 | 56.2 |
| 下限值 | 50 | 48 | 140 | 76 | 0.23 | 11 | 無 | 無 | 無 | | | | |
| 上限值 | 175 | 161 | 384 | 233 | 0.87 | 33 | 無 | 無 | | | | | |
| 監測基準 | 220 | 1000 | 1000 | 175 | 10 | 30 | 無 | 無 | | | | | |
| 管制標準 | 400 | 2000 | 2000 | 250 | 20 | 60 | 無 | 無 | | | | | |
| TEL | 18.7 | 30.24 | 124 | 52.3 | 0.13 | 7.24 | 無 | 無 | | | | | |
| PEL | 108 | 112 | 271 | 160 | 0.70 | 41.6 | 無 | 無 | | | | | |
| ERL | 34.0 | 46.7 | 150 | 81.0 | 0.15 | 8.2 | 無 | 無 | | | | | |
| ERM | 270 | 218 | 410 | 370 | 0.71 | 70.0 | 無 | 無 | | | | | |

備註：1.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以 “ND” 表示。

2.報告值標示為<10.0( )(銅)或<30.0( )(鉛)，前方數字分別為該檢項的定量極限，括號內數據表實際測值。

3.國內尚無海域底質相關品質標準，檢測結果參考底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法本草、國內土壤污染之監測基準與管制標準；以及國外NOAA之相關海洋沉積物底質規範快速篩選參考表。

TEL: Threshold Effects Level(影響門檻值-小於此值應不會對生物造成危害)　　ERL: Effect Range-Low(低影響範圍)

PEL: Probable Effect Level(可能影響範圍-超過此值會經常地對生物造成危害)　　ERM: Effect Range-Medium(中影響範圍)

資料來源：The SQuiRT cards should cited as: “Buchman, M. F.., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoriation Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pages.”

## 1. 粒徑分析(Grain size distribution)

臺中海域底床質粒徑調查，係以海底底床表層拖曳採得之沉積物樣品進行粒徑分析，表 4-6 為粒徑分析結果，圖 4-5 為採樣粒徑分析後之粒徑累積曲線分布圖，其中 X 軸坐標是粒徑(mm)，Y 軸坐標係指累積重量的百分比(%)。

**表 4-6　臺中港鄰港海域底質 100 年4 月枯水期粒徑分析結果**

調查日期：100年4月7日

| Station | D10 (mm) | D16 (mm) | D25 (mm) | D30 (mm) | D50 (mm) | D60 (mm) | D75 (mm) | D84 (mm) | D90 (mm) | Dm (mm) | Cu | gravel (%) | sand (%) | silt (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 0.005 | 0.013 | 0.036 | 0.044 | 0.066 | 0.08 | 0.105 | 0.13 | 0.156 | 0.081 | 15.662 | 0 | 43.8 | 56.2 |
| N6 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.006 | 0.01 | 0.017 | 0.035 | 0.018 | 6.860 | 0 | 6.25 | 93.8 |
| N7 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.006 | 0.008 | 0.015 | 0.025 | 0.049 | 0.022 | 6.381 | 0 | 7.47 | 92.5 |
| N10 | 0.002 | 0.003 | 0.007 | 0.012 | 0.045 | 0.052 | 0.065 | 0.081 | 0.109 | 0.052 | 33.923 | 0 | 18.9 | 81.1 |
| N11 | 0.249 | 0.278 | 0.327 | 0.349 | 0.409 | 0.44 | 0.513 | 0.585 | 0.727 | 0.467 | 1.765 | 0 | 99.7 | 0.334 |

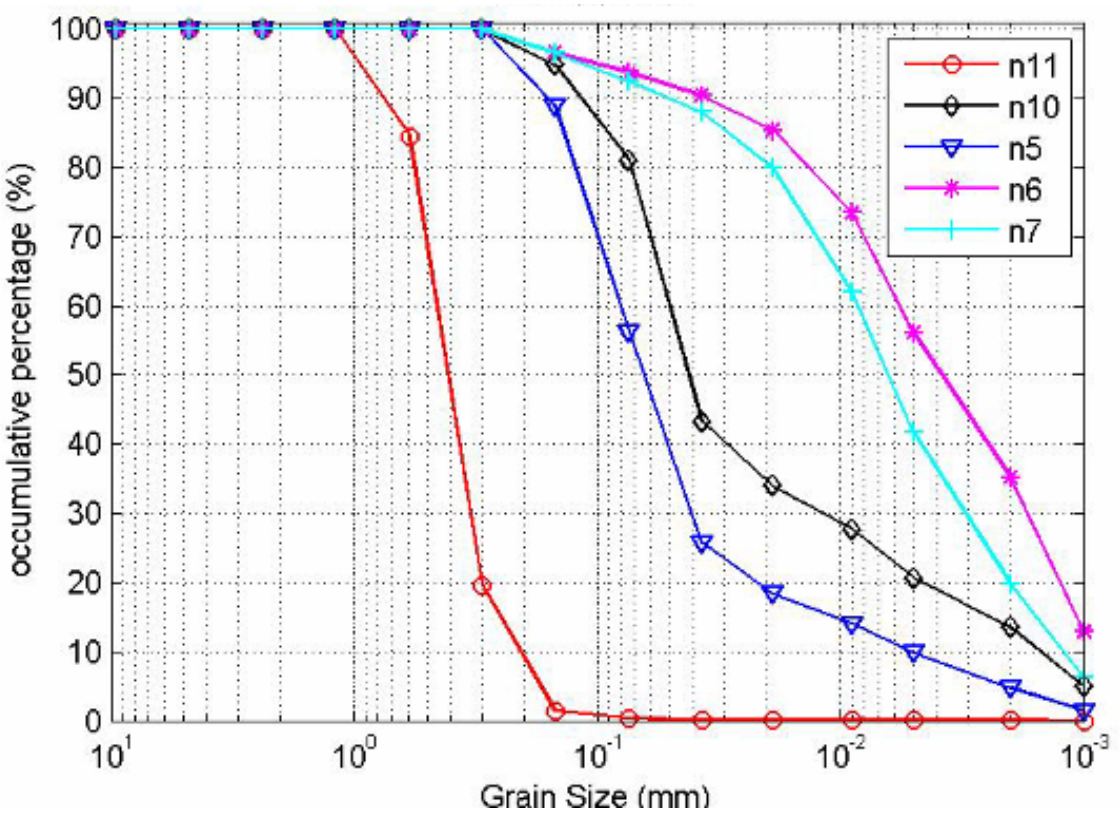



**圖4-5　臺中港鄰港海域底質100年4月枯水期粒徑累積曲線分布圖**

底質沉積物採樣經烘乾後，採用美國統一土壤分類法(ASTM)進行

粒徑分析，採取的砂樣進行粒徑分析後，分別求出有效粒徑($d_{10}$、$d_{25}$、$d_{60}$、$d_{75}$)、中值粒徑$d_{50}$、平均粒徑$d_m$及均勻係數$C_u$，並依粒徑分布將砂樣顆粒予以分類，其分類標準參考如表 4-7 所示。

**表 4-7　底質粒徑大小等級分類 Udden-Wentworth 分類**

| Size grade | Udden-Wentworth | Diameter in millimeters |
|---|---|---|
| *Cobbles* | Cobbles | > 64 |
| *Pebbles* | Pebbles | 4 ~ 64 |
| *Granules* | Granules | 2 ~ 4 |
| *Sand* | Very coarse sand | 1 ~ 2 |
| | Coarse sand | 0.5 ~ 1 |
| | Medium sand | 0.25 ~ 0.5 |
| | Fine sand | 0.0125 ~ 0.25 |
| | Very fine sand | 0.0625 ~ 0.125 |
| *Silt* | Silt | 0.0039 ~ 0.0625 |
| *Clay* | Clay | < 0.0039 |

資料來源：Tanner (1969)

由表 4-6 中對照沉積物粒徑分類(Udden-Wentworth 分類法，Tanner, 1969)可知，本年度 4 月枯水期間中值粒徑(d50)介於 0.004 mm ~ 0.409 mm 之間，粒徑大小分屬於粉砂(silt: 0.0039 ~0.0625 mm )、極細砂(very fine sand: 0.0625 ~ 0.125 mm)、細砂(fine sand: 0.125 ~ 0.25 mm)至中砂(medium sand: 0.25 ~ 0.50 mm)等級。其中以大肚溪外海測站 N11 之中值粒徑最高，港域內之測站 N6 則較低。

### 2. 總有機物(Total organic matter)

臺中海域底床質總有機物調查結果，本年度 4 月枯水期，有機質介於 1.62～2.64%，平均 2.25%。整體以大肚溪外海測站 N11 相對較低，而港域內 N6 則最高。

### 3. 重金屬(銅、鉛、鋅、鉻)與砷、汞及鋁

本年度 4 月枯水期調查結果，底質重金屬銅含量介於<10.0(6.58)

～73.1 mg/kg，平均 30.4 mg/kg；鉛含量介於<30.0(17.6)～37.0 mg/kg，平均 27.7 mg/kg；鋅含量介於 36.9～127 mg/kg，平均 88.4 mg/kg；鉻含量介於 10.7～33.6 mg/kg，平均 22.6 mg/kg；砷含量介於 8.59～15.4 mg/kg，平均 11.8 mg/kg；汞含量介於 ND(<0.020)～0.129 mg/kg，平均 0.076 mg/kg。鋁含量則介於 9610～13500 mg/kg，平均 11902 mg/kg。除砷含量於大肚溪外海測站 N11 相對最高外，其餘項目均以港內為較高。

重金屬檢測結果與臺灣主要河口、港灣及沿海沉積物中重金屬平均含量(表 4-8)相比，銅、鉛、鋅與鉻方面，本調查與臺灣海峽(背景)與臺灣主要河口，以及沿海沉積物中重金屬平均含量差異不大，均在同一變動範圍內，並無特別異常之處。此外，另與基隆港及高雄港底質重金屬相比，臺中海域底質重金屬銅、鉛、鋅與鉻含量，於本年度 4 月枯水期間測值多低於基隆港及高雄港。

國內目前對於海域底質並未訂定相關環境標準，若以國內現有之土壤相關重金屬標準為比較參考，本次調查結果均低於土壤污染之監測基準與管制標準；此外，若與預告訂定「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」草案中之底泥品質指標上限值(底泥品質指標項目濃度高於上限值者，目的事業主管機關應針對該項目增加檢測頻率，並通知農業、衛生主管機關檢測生物體內污染物質)與下限值(底泥品質指標項目濃度高於下限值但低於上限值者，目的事業主管機關應針對該項目增加檢測頻率)相比，均低於其上限值。而在國外方面，加拿大安大略省曾訂定底泥品質基準值(sediment quality guidelines)，係基於一系列當地底泥及底棲生物的篩選濃度(screening level concentration)所建立出來，所謂篩選濃度係指特定污染物在底泥中，所推估出來能維持 95%底棲生物存活之最高濃度，加拿大安大略省之底泥品質基準值主要有兩個影響濃度水準：

(1) 最低影響濃度水準：係指污染物對底棲生物開始有明顯毒性效應時之最低濃度。

(2) 嚴重影響濃度水準：係指污染物在該濃度會明顯造成大部分底棲生物之死亡。

各底質重金屬之最低與嚴重影響濃度分別為：

| 單位：mg/kg | Zn | Cd | Pb | Cu | Ni | Cr | Hg | As |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 最低影響濃度 | 120 | 0.6 | 31 | 16 | 16 | 26 | — | 6 |
| 嚴重影響濃度 | 820 | 10 | 250 | 110 | 75 | 110 | — | 33 |

註：—表無標準。

**表 4-8　臺灣主要河口、港灣及沿海沉積物中重金屬平均含量**

| 地區 | 重金屬含量(ppm) | | | | | | 採樣時間 | 資料來源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 鋅 | 鎘 | 鉛 | 銅 | 鎳 | 鉻 | | |
| 臺灣海峽(背景) | 61 | N.D. | N.D. | 12 | 28 | 40 | -- | 陳汝勤(1984) |
| 花蓮沿海 | 61 | 0.059 | 16 | 29 | 32 | 88 | 1983 | 陳汝勤(1984) |
| 淡水河口及沿海 | 173 | 0.042 | 41 | 69 | 55 | 81 | 1985 | Su et al(1985) |
| | 84 | 0.040 | 14 | 16 | 31 | 31 | 1989 | 2-10 TSR(1989) |
| 中港溪沿海 | 56 | 0.033 | 13 | 12 | 24 | 44 | 1987 | 2-12 CKC(1987) |
| 臺中港沿海 | 44 | 0.035 | 18 | 9 | 15 | 24 | 1989 | 1-15 TPC(1989) |
| 大肚溪河口 | 42 | 0.067 | 17 | 21 | 11 | 29 | 1978 | 1-15 TTC(1978) |
| 彰化沿海 | 62 | 0.051 | 19 | 9 | 13 | 32 | 1980 | 1-19 CHI(1980) |
| 急水溪河口 | 48 | 0.020 | 3 | 10 | 33 | 44 | 1984 | 2-13 CSC(1984) |
| 嘉義沿海 | 85.4 | 0.063 | 18.1 | 20.6 | 32.1 | 46.5 | 1975 | 陳汝勤(1984) |
| 二仁溪河口及沿海 | 69 | 0.043 | 14 | 18 | 32 | 52 | 1986 | 2-11 EJC(1986) |
| | 148 | 0.058 | 25 | 81 | -- | 48 | 1988 | Tsai et al(1988) |
| 高雄林園沿海 | 79 | 0.078 | 21 | 37 | 45 | 67 | 1976 | 2-06 LYI(1976) |
| | 90 | 0.094 | 21 | 16 | 12 | 46 | 1977 | 2-04 TLQ(1979) |
| | <0.07 | 0.13 | 11 | 9 | -- | -- | 1985 | 2-07 LYI(1985) |
| 屏南沿海 | 107 | 0.052 | 21 | 21 | 26 | 61 | 1982 | 陳汝勤(1984) |
| 左營放流管海域 | 71 | 1.18 | 29 | 4.7 | 43 | 21 | 1988 | 2-01 TYQ(1988) |
| | 96 | 1.62 | 14 | 12 | 17 | 25 | 1989 | 2-02 KHQ(1989) |
| 中洲放流管海域 | 124 | 1.710 | 16 | 14 | 18 | 31 | 1989 | 2-02 KHQ(1989) |
| 大林蒲放流管海域 | 74 | 1.42 | 13 | 8 | 17 | 23 | 1989 | 2-02 TLQ(1989) |
| 基隆港 | 152 | N.D. | N.D. | 90 | 24 | 47 | 1980 | 陳汝勤(1984) |
| | 340 | 0.060 | 73 | 285 | 22 | 42 | 1989 | 2-19 KLH(1989) |
| 高雄港 | 511 | 0.082 | 68 | 74 | 59 | 98 | 1977 | 陳汝勤(1984) |
| | 477 | 3.0 | 53 | 160 | 83 | 87 | 1987 | 2-23 KHH(1988) |

資料來源：環保署「臺灣地區海域環境品質監測站網設置規劃」報告，民國 80 年 6 月。

由 4 月調查結果顯示，臺中海域表層沉積物重金屬含量，與加拿大安大略省之底泥品質標準相比，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與砷之所有測值均介於最低影響濃度與嚴重影響濃度之間。

此外美國國家海洋大氣管理局(National Ocean and Atmosphere Administration, NOAA)曾對底質訂定基準。NOAA 匯集各種調查結果組成一資料庫，將各化學物質對生物造成影響事件中，底質濃度的第 10 百分位數定為低影響範圍(Effect Range Low, ERL)，第 50 百分位數定為中影響範圍(Effect Range Medium, ERM)。此外 NOAA 有快速篩選參考表(Screening Quick Reference Table, SQuiRTs)，其中訂有影響門檻值(Threshold Effect Level, TEL)及可能影響值(Probable Effect Level, PEL)。TEL 為資料庫內各化學物質對生物造成影響事件中，底質濃度的第 15 百分位數與未造成影響事件中位數之幾何平均值。

TEL 乃一下限門檻值，化學物質小於此值則應該不會對生物造成危害。PEL 為資料庫內各化學物質對生物造成影響事件中，底質濃度的第 50 百分位數與未造成影響事件中第 85 百分位數之幾何平均值。可能影響值(Probable Effect Level, PEL)則為上限門檻值，超過此值則會經常地對生物造成危害。介於 TEL 與 PEL 則偶有危害生物的情形發生。

加拿大環境部在環境品質指導方針(Canadian Environmental Quality Guidelines)也對海域底質制定基準，加拿大引用 NOAA 資料庫，設定過渡期底質基準(Intrim Sediment Quality Guideline, ISQG)與可能影響值(PEL)。其中 ISQG 與 NOAA 的 TEL 相似。利用此二值可將污染程度分類為極微(Minimal)、潛在(Potential)及顯著(Significant)。然而地域環境的變異將會影響到底質的特性，國外的底質基準乃依據該國的地理特性及生態環境所制定，在此僅可供參考。當在環境監測時，此類基準值需依當地水體的涵容能力(Assimilative capacity)及特有生物對該化學物質的敏感度等特性而作修正。上述相關底質基準制定門檻整理如表 4-9。

## 表 4-9　國外底質規範快速篩選參考表
## (SQuiRT: Screening Quick Reference Tables)

| 國家 / 單位 | 美國國家海洋大氣管理局 (National Ocean and Atmosphere Administration, NOAA) | | | | 加拿大環境部 (Department of Environment Canada) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 參數 | 海洋沉積物 (Marine Sediment) | | | | | |
| 底質 / 重金屬 | TEL | ERL | PEL | ERM | ISQG | PEL |
| 砷 | 7.24 | 8.2 | 41.6 | 70.0 | 7.24 | 41.6 |
| 鎘 | 0.68 | 1.20 | 4.21 | 9.60 | 0.7 | 4.2 |
| 鉻 | 52.3 | 81.0 | 160 | 370 | 52.3 | 160 |
| 銅 | 18.7 | 34.0 | 108 | 270 | 18.7 | 108 |
| 鉛 | 30.24 | 46.7 | 112 | 218 | 30.2 | 112 |
| 錳 | — | — | — | — | — | — |
| 汞 | 0.13 | 0.15 | 0.70 | 0.71 | 0.13 | 0.7 |
| 銀 | 0.73 | 1.00 | 1.77 | 3.70 | — | — |
| 鎳 | 15.9 | 20.9 | 42.8 | 51.6 | — | — |
| 硒 | — | — | — | — | — | — |
| 鋅 | 124 | 150 | 271 | 410 | 124 | 271 |

單位: mg/kg 乾重

TEL: Threshold Effects Level(影響門檻值-小於此值應不會對生物造成危害)

ERL: Effect Range-Low(低影響範圍)

PEL: Probable Effect Level(可能影響範圍-超過此值會經常地對生物造成危害)

ERM: Effect Range-Medium(中影響範圍)

ISQG: Interim Sediment Quality Guideline(過渡期底質基準)

資料來源：The SQuiRT cards should cited as: "Buchman, M. F.., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoriation Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pages."

4 月調查結果其臺中港海域底質重金屬均遠低於可能影響值(PEL)，超過此值(PEL)會經常地對生物造成危害，顯示目前臺中港海域之底質重金屬含量，未達會造成經常性對生物有危害之程度。

此外美國華盛頓州對於底質調查結果亦有制定一套相關標準，供其後續評估與是否應清除的準則，如表 4-10 所示。本年度 4 月臺中港海域重金屬調查結果與該表相比，臺中港內外各測站之銅、鉛、鋅、鉻與砷及汞，均符合美國華盛頓州之底質品質標準，皆未達到需要清除底質的程度。

**表 4-10　美國華盛頓州底質標準與清除基準**

| 項目 | 底質品質標準(mg/kg) | 底質清除基準(mg/kg) |
|---|---|---|
| 銅 | 390 | 390 |
| 鎘 | 5.1 | 6.7 |
| 鉛 | 450 | 530 |
| 鋅 | 410 | 960 |
| 鉻 | 260 | 270 |
| 汞 | 0.41 | 0.59 |
| 砷 | 57 | 93 |
| 銀 | 6.1 | 6.1 |
| 多氯聯苯 | 12 | 65 |

整體而言，4 月臺中港海域表層沉積物重金屬調查結果，無論與國內或國外相關沉積物重金屬參考資料相比，其表層沉積物重金屬濃度未達嚴重危害之程度。

# 第五章　水質整體變化趨勢與底質重金屬間之相關性分析

由於來自工業廢水中的重金屬，因其具有毒性及累積性，且會透過生態食物鏈之生物濃縮作用，造成水體環境及水生態系統的破壞，甚至對於人類之健康亦具有威脅性。自然界重金屬主要來自岩石礦物風化、侵蝕與火山噴發。某些重金屬乃生物賴以維生之重要元素，如鐵可幫助血紅素輸氧，此外生物對於重金屬具有高度聚集的作用，經由食物鏈進入生物體之重金屬極易以穩定之有機金屬狀態累積在體內，當累積程度超過生物所能忍受之特定限值，將導致生物體容易產生病變，例如 Cd 污染造成 1965 年日本爆發之痛痛病(Itai-Itai disease)；60 年代的水俣症(Minamata disease)則為廢水中的甲基汞所引起之人體中樞神經中毒。而這些環境水體中的重金屬污染傳輸流佈，最終將吸附與沉降累積於沉積物中，故於本年度開始加入底質重金屬調查研究分析。針對水質與底質重金屬相關調查結果，使用統計方法加以分析，以進一步瞭解其眾多水質檢項之間的主要變化情形，並嘗試找出具有代表性之水質參數來描述其水體品質變動。統計分析方法主要為主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)，此係採用 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows 軟體進行分析，嘗試從眾多水質參數中找出具有代表性之項目。

鄰近臺中港環境水體調查，於歷年各項水質執行之監測項目最多可達 15 項以上，其中包含一般水文之水質，如溫度、鹽度、溶氧與酸鹼度，此外亦針對可反映出來自有機污染物或營養鹽物質如大腸桿菌群、生化需氧量及氮、磷類等進行調查，在毒性化學物上亦有重金屬方面之監測，此外亦針對船舶用油方面之油脂進行檢測。若由一項項水質單獨逐一討論，可能不易窺得水體品質之變化特性，因此在此使用主成分分析法，利用少數幾個主成分來代替多數解釋變數，即主要是希望用較少的變數去分析原來資料中之大部分變異，而這些主成分

可用來作為資料解釋上之綜合性指標。同時可進一步由臺中港域之河川水質、海域水質、底質重金屬之監測資料，解析其環境水體與底質整體變化特性。

在本年度上半年枯水期間，已完成 1 次海域水質與底質重金屬調查，採樣時間為 100 年 4 月 7 日，下半年則未進行底質重金屬調查。

## 5.1 重金屬污染程度評估指標

欲瞭解臺中港及其鄰近海域環境水體是否有遭受來自人為之重金屬污染？其環境水體與沉積物重金屬污染程度如何？除可參考國外相關評估之門檻值進行比較分析外，其污染與否?若僅單獨以濃度高低來判斷，事實上仍不夠嚴謹且有待進一步探討。因為沉積物中重金屬濃度高低除了取決於污染程度外，亦與其來源背景值、沉積物的組成、有機質含量及顆粒大小有關。因此必須使用可評估之指標以作為研究之工具，來進一步瞭解是否有遭受重金屬污染。

### 5.1.1 富集因子(enrichment factor, EF)

評估沉積物重金屬污染的方法很多，其中較常用者為利用富集因子(enrichment factor)來評論。富集因子(Enrichment factor, EF)是以指數的概念，來反應環境污染的狀況與程度(Feng et al, 2004)。其定義分為兩部份，將樣品欲評估之金屬濃度除以樣品鋁金屬濃度得到樣品數值，另為欲評估之金屬背景值除以鋁金屬之背景值得到背景數值，最後將上述之樣品數值再除以背景數值求得指數即為富集因子(Taylor, 1964)，而鋁為地殼主要元素之一，在沉積物中濃度相當高，且不易受人為的因素影響，因此可作為沉積物重金屬背景校正之依據(Kemp and Wan, 1976)。富集因子(EF)之計算公式，乃參考 Taylor (1964)所發表的結果，全球地殼鋁平均值介於 8.07～8.23%，而本報告中之前段計算係採用一般慣用之全球地殼鋁平均值 8.20% (82,000 mg/kg)。

富集因子 $EF = (M_i / Al_i) / (M_c / Al_c)$ ..... (5-1)

$M_i$ 為樣品中某一金屬濃度值

$Al_i$ 為樣品中鋁金屬濃度值

$M_c$ 為地殼中某一金屬的平均濃度值

Alc 為地殼中鋁金屬的平均濃度值

其中 Mc / Alc 值是參考 Taylor(1964)所發表的結果計算所得。因沉積物中鋁的濃度極高，乃地殼主要元素之一，其含量較不會受人為因素影響(Kemp and Wan, 1976)，故可用來作為背景校正的依據。

使用富集因子概念時需要參考「背景值」，該背景值通常有兩種表達方式，其中一種方式為選擇測站較古老的沉積層，具有與表層沉積物相似的質地，但卻不含有因人為活動增加的金屬污染；另一種方式還可選擇附近區域或是地殼金屬含量的平均值(Cato, 1977)。根據發表的文獻中指出，若測站無法提供未受工業金屬污染數值的狀況下，還可選擇該區域資料庫內未受污染之金屬濃度值，來當作評估計算的背景值(Alexander *et al*., 1993)。故以富集因子作為評估工具事實上還可以根據不同的背景值，更進一步比較出地殼自然變化，例如利用頁岩內金屬的平均數值、地表岩石經風化作用所造成金屬濃度增高之平均值，或者是利用地殼金屬平均含量(Mil-Homens *et al*., 2006)。

當富集因子值等於 1 的情況下，表示樣品值與背景值相等，其代表該評估區域未受人為污染；若大於 1 表示樣品值大於背景值，其表示該評估區域受到人為污染，造成比值增大。利用富集因子來判斷人為污染可以更為明確，同時利用指數的特性可以對污染程度作分級。其重金屬富集程度等級高低如下：

| EF | 富集程度等級 | |
|---|---|---|
| < 1 | 無富集 | ( no enrichment) |
| < 3 | 輕微富集 | (minor enrichment) |
| 3～5 | 中度富集 | (moderate enrichment) |
| 5～10 | 中度至嚴重富集 | (moderately severe enrichment) |
| 10～25 | 嚴重富集 | (severe enrichment) |
| 25～50 | 非常嚴重富集 | (very severe enrichment) |
| > 50 | 極端嚴重富集 | (extremely severe enrichment) |

臺中港域(N5, N6, N7)與港外大甲溪外海(N10)及大肚溪外海(N11)於本年度之 4 月枯水期進行底質重金屬採樣檢測，與其重金屬富集程度計算結果如表 5-1，重金屬銅含量於港內介於 31.6～73.1 mg/kg，平均 45.6 mg/kg(EF: 3.5～8.3)；港外介於 6.58～8.56 mg/kg，平均 7.57 mg/kg(EF: 1.0～1.1)。鉛含量於港內介於 31.5～37.0 mg/kg，平均 34.4 mg/kg(EF: 15.7～19.8)；港外介於 17.6～17.7 mg/kg，平均 17.7 mg/kg(EF: 9.9～12.0)。鋅含量於港內介於 112～127 mg/kg，平均 117 mg/kg(EF: 9.7～11.4)；港外介於 36.9～54.2 mg/kg，平均 45.6 mg/kg(EF: 4.5～5.5)。鉻含量於港內介於 20.0～33.6 mg/kg，平均 28.8 mg/kg(EF: 1.2～2.3)；港外介於 10.7～15.6 mg/kg，平均 13.2 mg/kg(EF:0.9～1.1)。汞含量於港內介於 0.080～0.129 mg/kg，平均 0.097 mg/kg(EF: 6.3～9.8)；港外介於 0.020～0.071 mg/kg，平均 0.046 mg/kg(EF:2.1～6.2)。砷含量於港內介於 10.6～12.4 mg/kg，平均 11.6 mg/kg(EF: 36.6～47.1)；港外介於 8.59～15.4 mg/kg，平均 12.0 mg/kg(EF:33.4～73.0)。

由上述調查結果顯示，除砷以外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，整體以港域內底質相對較港外為高，而各富集因子計算結果，其富集的程度(表 5-2)。以鉻之富集程度相對最低，介於無～輕微富集；而砷富集程度相對最高，介於非常嚴重～極端嚴重富集；其餘如銅而言介於輕微～中度至嚴重富集；鉛為中度至嚴重～嚴重富集；鋅為中度～嚴重富集；汞為輕微～中度至嚴重富集。

本年度 4 月枯水期間底質重金屬調查，其臺中港域 3 處(N5、N6、

N7)與大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)計 2 處之富集程度相對偏高，介於非常嚴重～極端嚴重富集，初步可知臺中海域底質砷含量，相對於地殼平均含量而言有累積偏高之情形，且以大肚溪外海最高，同時此處之有機質與鋁含量相對最低。此外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞亦相對最低；底質粒徑方面則以此處之平均粒徑(Dm)及中值粒徑(D50)為最高，砂(sand)含量亦最高，明顯有別於其他 4 處之表層沉積物多以粉砂(silt)為主。

**表 5-1　100 年 4 月臺中港底質重金屬調查與富集因子(地殼鋁濃度平均值)**

| | | 銅 mg/kg | 鉛 mg/kg | 鋅 mg/kg | 鉻 mg/kg | 汞 mg/kg | 砷 mg/kg | 有機質 % | 鋁 mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 港內 | N | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Max | 73.1 | 37.0 | 127 | 33.6 | 0.129 | 12.4 | 2.64 | 13500 |
| | min | 31.6 | 31.5 | 112 | 20.0 | 0.080 | 10.6 | 1.93 | 11500 |
| | avg | 45.6 | 34.4 | 117 | 28.8 | 0.097 | 11.6 | 2.39 | 12733 |
| | N5 | 32.1 | 34.7 | 112 | 32.9 | 0.080 | 11.9 | 1.93 | 11500 |
| | N6 | 31.6 | 37.0 | 112 | 33.6 | 0.129 | 12.4 | 2.64 | 13500 |
| | N7 | 73.1 | 31.5 | 127 | 20.0 | 0.081 | 10.6 | 2.61 | 13200 |
| 港外 | N | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Max | 8.56 | 17.7 | 54.2 | 15.6 | 0.071 | 15.4 | 2.43 | 11700 |
| | min | 6.58 | 17.6 | 36.9 | 10.7 | 0.020 | 8.59 | 1.62 | 9610 |
| | avg | 7.57 | 17.7 | 45.6 | 13.2 | 0.046 | 12.0 | 2.03 | 10655 |
| | N10 | 8.56 | 17.7 | 54.2 | 15.6 | 0.071 | 8.59 | 2.43 | 11700 |
| | N11 | 6.58 | 17.6 | 36.9 | 10.7 | 0.020 | 15.4 | 1.62 | 9610 |
| | EF | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | | |
| 港內 | N5 | 4.2 | 19.8 | 11.4 | 2.3 | 7.1 | 47.1 | | |
| | N6 | 3.5 | 18.0 | 9.7 | 2.0 | 9.8 | 41.8 | | |
| | N7 | 8.3 | 15.7 | 11.3 | 1.2 | 6.3 | 36.6 | | |
| 港外 | N10 | 1.1 | 9.9 | 5.4 | 1.1 | 6.2 | 33.4 | | |
| | N11 | 1.0 | 12.0 | 4.5 | 0.9 | 2.1 | 73.0 | | |

**表 5-2　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集程度(地殼鋁濃度平均值)**

| 富集程度 | | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 港內 | N5 | 中度 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| | N6 | 中度 | 嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| | N7 | 中度至嚴重 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| 港外 | N10 | 輕微 | 中度至嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| | N11 | 輕微 | 嚴重 | 中度 | 無 | 輕微 | 極端嚴重 |

### 5.1.2 地質累積指數(index of geoaccumulation, *I*geo)

另一種評估沉積物重金屬污染方法為地質累積指數(index of geoaccumulation)，地質累積指數(*I*geo)乃德國科學家 Muller 於 1979 年所提出之一種評價環境水體中重金屬污染的定量指標。其公式為：

$$I\text{geo} = \log_2(Cn/1.5Bn) \quad \text{.....(5-2)}$$

其中 Cn 為元素 n 的濃度；Bn 為所測元素的平均地球化學背景值，通常為全球頁岩元素之平均含量；1.5 為修正係數，用來校正由風化等效應所引起的背景值差異。地質累積指數分為 7 個等級，0～6 級表示污染程度由無污染到極嚴重污染。

**表 5-3　地質累積指數與污染程度分級**

| Igeo　等級 | | 污染程度 | |
|---|---|---|---|
| <0 | 0 | 無 | None |
| 0~1, | 1 | 無至中度 | None to medium |
| 1~2 | 2 | 中度 | Moderate |
| 2~3 | 3 | 中度至嚴重 | Moderately to strong |
| 3~4 | 4 | 嚴重 | Strongly polluted |
| 4~5 | 5 | 嚴重至極嚴重 | Strong to very strong |
| >5. | 6 | 極嚴重 | Very strong |

**表 5-4　100 年 4 月臺中港底質重金屬地質累積指數與污染程度**

| Igeo | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | -1.22 | 0.21 | -0.27 | -2.19 | -2.91 | -0.33 |
| N6 | -1.25 | 0.30 | -0.27 | -2.16 | -2.22 | -0.27 |
| N7 | -0.04 | 0.07 | -0.09 | -2.91 | -2.89 | -0.50 |
| N10 | -3.13 | -0.76 | -1.32 | -3.27 | -3.08 | -0.80 |
| N11 | -3.51 | -0.77 | -1.87 | -3.81 | -4.91 | 0.04 |
| 等級 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
| N5 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N6 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N7 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N10 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N11 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無至中度(1) |

若由地質累積指數作為臺中港底質重金屬污染程度評估指標，則本年度 4 月枯水期海域底質調查結果多呈現無污染至中度污染，其中重金屬銅、鋅、鉻與汞與全球頁岩之平均含量相比，均為接近背景之無污染等級，此結果與前述指標富集因子相比，兩者存在差異性，且以富集因子分析所得到的分析所得到的重金屬污染程度等級，相對較地質累積指數來得高。

由國內學者(Fang *et al*., 2009)所做的東海(East China Sea)表層沉積物重金屬累積與污染程度研究指出，選用其富集因子作為污染程度指標時，建議應以調查研究區域之背景底質鋁濃度來作為地球化學校正參考濃度，而不用全球地殼鋁平均值較能反映出當地之重金屬污染情況。因此本研究海域若以大甲溪外海(N10)之底質鋁濃度(11,700 mg/L)作為背景校正參考值，而非以一般慣用之全球地殼鋁平均值 8.20%(82,000 mg/kg)來計算，則修正後結果如下：

**表 5-5　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集因子(大甲溪外海鋁濃度)**

| | EF | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 港內 | N5 | 0.6 | 2.8 | 1.6 | 0.3 | 1.0 | 6.7 |
| | N6 | 0.5 | 2.6 | 1.4 | 0.3 | 1.4 | 6.0 |
| | N7 | 1.2 | 2.2 | 1.6 | 0.2 | 0.9 | 5.2 |
| 港外 | N10 | 0.2 | 1.4 | 0.8 | 0.2 | 0.9 | 4.8 |
| | N11 | 0.1 | 1.7 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 10.4 |

**表 5-6　100 年 4 月臺中港底質重金屬富集程度(大甲溪外海鋁濃度)**

| | 富集程度 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 港內 | N5 | 無 | 輕微 | 輕微 | 無 | 輕微 | 中度至嚴重 |
| | N6 | 無 | 輕微 | 輕微 | 無 | 輕微 | 中度至嚴重 |
| | N7 | 輕微 | 輕微 | 輕微 | 無 | 無 | 中度至嚴重 |
| 港外 | N10 | 無 | 輕微 | 無 | 無 | 無 | 中度 |
| | N11 | 無 | 輕微 | 無 | 無 | 無 | 嚴重 |

由大甲溪外海底質鋁濃度修正後之結果，與地質累積指數評估法所得到的污染程度評估結果較為一致，顯示在運用不同工具指標來研究重金屬污染程度評估的方法上，需要考慮不同研究對象區域之環境背景差異加以修正，否則可能會造成評估結果可能提供錯誤之訊息。

大肚溪口外 4 海浬處底質砷(15.4 mg/kg)相對偏高之原因，推測可能與台灣本身地層地質特性有關，由台灣地層沉積物之砷含量分布研究顯示，其嘉南平原之濁水溪沖積扇南端地質鑽探分析岩心樣本總砷含量結果，介於 0.45～590 mg/kg (Liu *et al*., 2006)，大多數岩心樣本之總砷含量超過地殼中平均之總砷含量(1.8 mg/kg)。並由岩心總砷含量之分析結果可推測地質岩心之砷含量分布，可能與岩心質地及地質年代有關，而世界上嚴重砷污染地區如孟加拉與與印度西孟加拉邦(West Bengal)沉積物所含之砷濃度可高達 20～30 mg/kg (Nickson *et al*., 2000)。若能實際進行臺中港鄰近海域與河川底質砷之調查，將有助於進一步確實瞭解其成因。

整體而言，本研究初步調查結果顯示其底質砷含量略高應與台灣地層地質特性有關，即自然環境條件所致，除砷含量於大肚溪外海測站 N11 相對最高外，其餘項目均以港內為較高。仍低於環保署所預告之「底泥品質指標（草案）」之底泥品質指標上限值，以及低於國外如 NOAA 之可能造成底棲生物威脅之 ERM 門檻值。整體而言，臺中港海域並無台灣西南地區陸上抽取地下水飲用，導致砷中毒之烏腳病問題，但大肚溪外海底質砷濃度略高之問題，建議未來可進一步規劃調查，以瞭解其變動情形。

臺中港與高雄港同樣均為國內之四座國際商港之一，其港埠功能相近，且其港域底質重金屬調查資料詳盡，故作為與臺中港底質重金屬調查結果比較之參考。以高雄港底質重金屬污染程度研究為例，依高雄港沉積物中重金屬分布與累積之研究(楊博名，2009)顯示，高雄港區四條河川(愛河、第五船渠、前鎮河與鹽水港溪)流入口之表層與岩心沉積物之物化特性分析。監測點分別於四條河川流入口區域設置 9~11

個表層沉積物取樣測站及四條河川出海口與第一港口各設置 1 個岩心取樣測站，採樣時間為 2009 年 3～5 月，分析項目包括重金屬(Cd、Cr、Cu、Zn、Pb、Hg)、含水量、固定性固體物、揮發性固體物、總氮、總磷、總油脂、總有機碳與粒徑分析，該研究之目的乃藉由分析結果，評估其沉積物品質與河川對港區沉積物之影響範圍及影響程度。

該研究結果顯示，四條河川流入口區表層沉積物重金屬濃度分布分別為：愛河介於 0.15 mg/kg (Hg)至 962 mg/kg (Zn)之間；第五船渠介於 0.20 mg/kg (Cd)至 3,365 mg/kg (Zn)之間；前鎮河介於 0.15 mg/kg (Hg)至 627 mg/kg (Zn)之間；鹽水港溪則介於 0.24 mg/kg (Hg)至 1,820 mg/kg (Zn)之間。由四條河口區之重金屬等濃度擴散分布顯示，愛河與第五船渠主要以出海口外測站為中心點往四周散佈，而前鎮河與鹽水港溪則以出海口測站往港區擴散。沉積物岩心重金屬濃度分布情形為，第一港口介於 0.10 mg/kg (Hg)至 96.5 mg/kg (Zn)之間；愛河口介於 0.10 mg/kg (Cd)至 920 mg/kg (Zn)之間；第五船渠口介於 0.08 mg/kg (Cd)至 2,803 mg/kg (Zn)之間；前鎮河口介於 0.08 mg/kg (Cd)至 1,303 mg/kg (Cr)之間；鹽水港溪介於 0.03 mg/kg (Hg)至 2,990 mg/kg (Zn)之間。四條河川出海口沉積物岩心重金屬隨深度變化顯示，愛河口岩心沉積物重金屬濃度隨深度增加有逐漸增加之趨勢外，其餘三條河川之岩心沉積物重金屬濃度變化並無一定趨勢。利用計算各河口區表層及岩心沉積物重金屬之富集因子(Enrichment Factor, EF)顯示，愛河以 Cd、Cu、Pb、Zn 為中度嚴重(EF = 5～10)至嚴重(EF = 10～25)的等級，第五船渠以 Cd、Cu、Pb、Zn、Hg 為中度嚴重(EF = 5～10)至非常嚴重(EF = 25～50)的等級，前鎮河以 Cd、Cr、Cu、Pb、Zn 為中度嚴重(EF = 5～10)至嚴重(EF = 10～25)的等級，鹽水港溪以 Cu、Pb、Zn 為嚴重(EF = 10～25)的等級。依據該研究結果顯示，河川中上游沿岸之工業及城市污水的排放為重要污染源，由表層擴散發現各河川影響範圍包含整個河口區域，達到中度嚴重至非常嚴重的程度，而垂直岩心方面；愛河各金屬濃度隨深度而增加，顯示其整治工程已逐漸改善污染情形，另三條河川則仍持續累積。此與本年臺中港 4 月枯水期調查結果相比，臺

中港域與港外大甲溪外海及大肚溪外海底質重金屬 Cr，明顯相對較無富集累積之現象，其餘則大致相近之富集程度。此外，因缺乏高雄港底質 As 之數據而尚無法比較，但由國外海域底質相關環境標準相比，臺中港港內與海域 As 累積富集之影響程度，應不致於如富集因子(EF)所評估之如此嚴重，經參考前人研究以研究區域之沉積物背景鋁元素濃度取代一般常用之地殼鋁平均含量計算修正後顯示，臺中港海域海域底質調查結果多呈現無污染或輕微污染至中度污染。

## 5.2 海域水質與底質相關性分析

本年度 4 月已進行 1 次枯水期之海域水質與底質調查，由 4 月各項水質與底質數據經初步相關性統計分析後如表 5-7 所示。由其相關性分析結果顯示，4 月枯水期間來自海淡水混合比例之鹽度與生活畜牧污水之項目如生化需氧量、大腸桿菌群與氨氮、總磷明顯呈現高度負相關，反映出來自陸源淡水，仍為影響臺中港海域水體品質之主要因子，此外重金屬鋅、鉻與砷亦呈現高度負相關。

由臺中港務局「臺中港區環境調查監測分析」歷年調查結果顯示，流入臺中港的各大排與中排水質狀況不佳，各中、大排水路除了生活、畜牧污水排入外，又因緊鄰工業區，亦可能受工業廢水影響。在溶氧、生化需氧量、懸浮固體、大腸桿菌群、氨氮及總磷等項目多無法符合「陸域水體水質標準」，且以溶氧時常出現偏低；而生化需氧量(圖 2-40)及大腸桿菌群常遠高標準值，顯示上游排水路受到來自生活、畜牧污水嚴重污染。

而水體與沉積物同一重金屬方面，除水體中汞濃度與底質汞呈現負相關外，其餘兩兩間相關性不高，進一步檢視其相關性可發現，存在於水體中的汞與底質中的有機質含量與鋁呈現負相關，同時與底質砷、平均粒徑(與中值粒徑)及砂含量呈現高度負相關，顯示水體中汞含量高低可能與底質粗細有關；而底質汞含量則與底質中之有機質及鋁與粉砂呈現正相關；與底質中之平均粒徑(與中值粒徑)及砂含量呈現負

相關，即當底質顆粒偏細時，其底質中所含的有機質及鋁與汞含量亦相對較高。底質中砷含量高低由相關性分析則顯示與底質平均粒徑(與中值粒徑)及砂含量呈現正相關，可能代表底質砷與顆粒上的富集特性與汞相反，當底質顆粒偏粗時，相對可發現其底質砷亦較高。此微量金屬元素與其來源母岩風化後之礦物組成，以及搬運傳輸過程與環境中吸附或脫附等作用有關。其中主要以沉積物顆粒粒徑範圍與粒徑大小效應，決定控制著懸浮固體物與沉積物中所能運載微量金屬之含量。由前人的研究顯示，其沉積物粒徑粗細與微量金屬(trace metals)之間的汞關係可知，當細顆粒的含量所佔比例越高時，其沉積物中的汞含量亦相對偏高(圖 5-1)，此與本調查之結果相符。

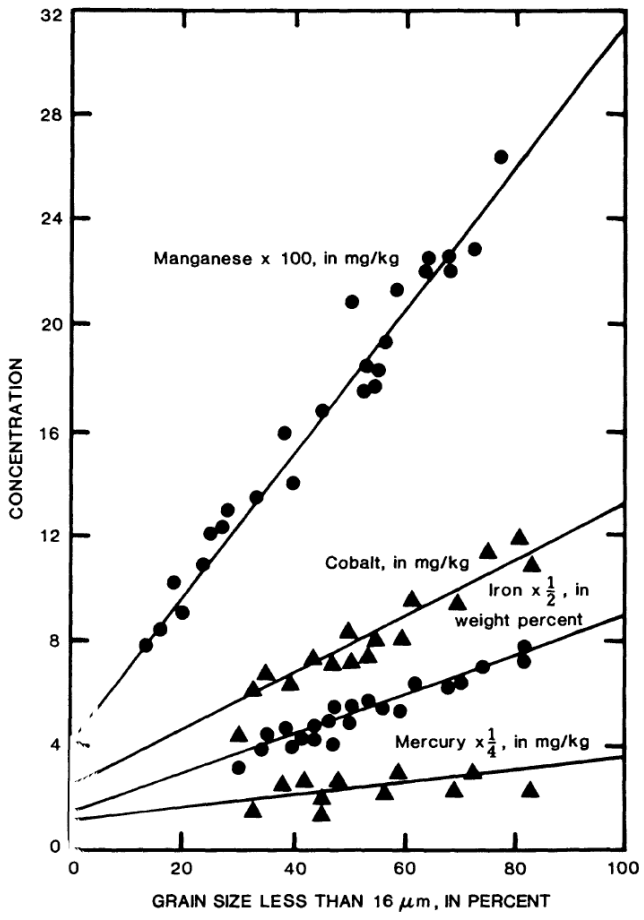



**圖 5-1　安斯河(Ems River)沉積物中金屬濃度與顆粒粒徑關係**
(Data from deGroot and others, 1982)

# 表 5-7　100 年 4 月枯水期臺中港海域水質與底質相關性分析

| | | 水質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 底質 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 酸鹼度 | 水溫 | 導電度 | 鹽度 | 透明度 | 溶氧 | 溶氧飽和度 | 生化需氧量 | 大腸桿菌群 | 懸浮固體 | 氨氮 | 總磷 | 葉綠素 a | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鋁 | D50 | Dm | Sand | Silt |
| 水質 | 酸鹼度 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 水溫 | 0.5502 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 導電度 | -0.7820 | -0.8010 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鹽度 | -0.7682 | -0.7974 | 0.9995 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 透明度 | -0.1287 | -0.0173 | 0.5048 | 0.5206 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧 | 0.0726 | 0.5358 | -0.5989 | -0.6029 | -0.6166 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧飽和度 | 0.1941 | 0.6308 | -0.6756 | -0.6763 | -0.5552 | 0.9890 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 生化需氧量 | 0.7504 | 0.4960 | -0.8986 | -0.9048 | -0.6881 | 0.3916 | 0.4354 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 大腸桿菌群 | 0.7905 | 0.7906 | -0.9995 | -0.9993 | -0.5084 | 0.5789 | 0.6554 | 0.9098 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 懸浮固體 | 0.2264 | -0.5050 | -0.1117 | -0.1157 | -0.6876 | -0.0222 | -0.0664 | 0.4636 | 0.1277 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 氨氮 | 0.9645 | 0.6455 | -0.9111 | -0.9037 | -0.3303 | 0.2652 | 0.3694 | 0.8837 | 0.9186 | 0.2477 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 總磷 | 0.8267 | 0.7897 | -0.9868 | -0.9815 | -0.4518 | 0.5998 | 0.6880 | 0.8563 | 0.9842 | 0.1179 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 葉綠素 a | 0.3869 | 0.3596 | -0.6218 | -0.6132 | -0.6067 | 0.8328 | 0.8565 | 0.4804 | 0.6065 | 0.3196 | 0.4797 | 0.6916 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 銅 | -0.1299 | 0.7251 | -0.4374 | -0.4475 | -0.1849 | 0.7534 | 0.7507 | 0.1456 | 0.4182 | -0.5842 | 0.0606 | 0.3808 | 0.3047 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.7745 | -0.9295 | 0.9029 | 0.8999 | 0.1221 | -0.3700 | -0.4760 | -0.7237 | -0.9028 | 0.2438 | -0.8543 | -0.8829 | -0.3141 | -0.4818 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鋅 | 0.3724 | 0.8279 | -0.8578 | -0.8688 | -0.5285 | 0.7529 | 0.7800 | 0.7113 | 0.8515 | -0.1510 | 0.5863 | 0.7900 | 0.4836 | 0.7981 | -0.7966 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉻 | 0.7950 | 0.8030 | -0.8990 | -0.9012 | -0.2498 | 0.2561 | 0.3463 | 0.8421 | 0.9068 | -0.0463 | 0.8885 | 0.8526 | 0.2200 | 0.3425 | -0.9596 | 0.7708 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 汞 | -0.0183 | 0.0000 | 0.2670 | 0.2615 | 0.6123 | -0.7625 | -0.7338 | -0.1882 | -0.2500 | -0.4045 | -0.1021 | -0.3379 | -0.9097 | -0.1888 | -0.0980 | -0.2160 | 0.1814 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 砷 | 0.4511 | 0.8452 | -0.8819 | -0.8836 | -0.4982 | 0.8755 | 0.9215 | 0.6540 | 0.8686 | -0.1309 | 0.6274 | 0.8696 | 0.7294 | 0.7643 | -0.7725 | 0.9340 | 0.6786 | -0.4677 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 底質 | 銅 | -0.0748 | -0.5410 | -0.0244 | -0.0370 | -0.8180 | 0.1591 | 0.0696 | 0.3661 | 0.0357 | 0.9261 | 0.0188 | -0.0028 | 0.3237 | -0.3495 | 0.3695 | -0.0485 | -0.1799 | -0.4967 | -0.0700 | 1 | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.1304 | 0.1206 | -0.4215 | -0.4415 | -0.9226 | 0.7641 | 0.6834 | 0.5033 | 0.4172 | 0.3916 | 0.1144 | 0.3483 | 0.5557 | 0.4936 | -0.0943 | 0.6357 | 0.1617 | -0.6019 | 0.5830 | 0.6409 | 1 | | | | | | | | | |
| | 鋅 | -0.0550 | -0.1323 | -0.3292 | -0.3440 | -0.9708 | 0.6304 | 0.5484 | 0.5025 | 0.3289 | 0.6862 | 0.1343 | 0.2910 | 0.6220 | 0.1581 | 0.0822 | 0.3913 | 0.0212 | -0.7186 | 0.3998 | 0.8590 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | |
| | 鉻 | -0.0281 | 0.4428 | -0.5746 | -0.5884 | -0.7663 | 0.9430 | 0.9003 | 0.4777 | 0.5611 | 0.0844 | 0.2136 | 0.5253 | 0.6859 | 0.7527 | -0.3247 | 0.8066 | 0.2898 | -0.6436 | 0.8192 | 0.3225 | 0.9178 | 0.7597 | 1 | | | | | | | |
| | 汞 | -0.4391 | -0.0091 | -0.0743 | -0.0837 | -0.6075 | 0.8179 | 0.7320 | -0.0112 | 0.0548 | 0.1231 | -0.2661 | 0.0690 | 0.6280 | 0.5308 | 0.2213 | 0.3413 | -0.2971 | -0.8104 | 0.4455 | 0.4157 | 0.7945 | 0.7391 | 0.8218 | 1 | | | | | | |
| | 砷 | -0.1151 | 0.1836 | -0.0119 | -0.0327 | 0.1301 | -0.3356 | -0.3515 | 0.1191 | 0.0272 | -0.3231 | -0.0345 | -0.1290 | -0.7086 | 0.2242 | -0.2542 | 0.2580 | 0.3797 | 0.8087 | -0.0869 | -0.2459 | -0.0270 | -0.2626 | -0.0933 | -0.4104 | 1 | | | | | |
| | 有機質 | -0.5542 | -0.5332 | 0.3773 | 0.3769 | -0.3689 | 0.3834 | 0.2880 | -0.3494 | -0.3918 | 0.3538 | -0.5193 | -0.3266 | 0.4447 | -0.0424 | 0.6874 | -0.2748 | -0.7357 | -0.7761 | -0.0967 | 0.5456 | 0.4325 | 0.5787 | 0.3388 | 0.7948 | -0.6812 | 1 | | | | |
| | 鋁 | -0.4727 | -0.3861 | 0.1325 | 0.1242 | -0.6531 | 0.5718 | 0.4655 | -0.0636 | -0.1444 | 0.4530 | -0.3521 | -0.1234 | 0.5473 | 0.1312 | 0.5034 | 0.0216 | -0.5049 | -0.8230 | 0.1330 | 0.6932 | 0.7216 | 0.8145 | 0.6041 | 0.9070 | -0.5287 | 0.9355 | 1 | | | |
| | D50 | 0.1176 | 0.1238 | 0.1467 | 0.1440 | 0.6247 | -0.7194 | -0.6696 | -0.1048 | -0.1304 | -0.4338 | 0.0293 | -0.2078 | -0.8386 | -0.1559 | -0.2309 | -0.1405 | 0.2976 | 0.9881 | -0.3704 | -0.5631 | -0.6311 | -0.7543 | -0.6304 | -0.8551 | 0.7814 | -0.8566 | -0.8983 | 1 | | |
| | Dm | 0.1036 | 0.1091 | 0.1541 | 0.1506 | 0.6101 | -0.7224 | -0.6761 | -0.1024 | -0.1374 | -0.4210 | 0.0191 | -0.2187 | -0.8475 | -0.1585 | -0.2189 | -0.1411 | 0.2919 | 0.9911 | -0.3782 | -0.5442 | -0.6159 | -0.7391 | -0.6246 | -0.8483 | 0.7943 | -0.8504 | -0.8870 | 0.9996 | 1 | |
| | Sand | 0.3324 | 0.3292 | -0.1071 | -0.1088 | 0.5141 | -0.5783 | -0.5055 | 0.1192 | 0.1233 | -0.4079 | 0.2700 | 0.0468 | -0.6785 | -0.0596 | -0.4641 | 0.0645 | 0.5266 | 0.9222 | -0.1523 | -0.5694 | -0.5475 | -0.6886 | -0.5036 | -0.8531 | 0.7698 | -0.9593 | -0.9464 | 0.9673 | 0.9644 | 1 |
| | Silt | -0.3324 | -0.3292 | 0.1071 | 0.1088 | -0.5141 | 0.5783 | 0.5055 | -0.1192 | -0.1233 | 0.4079 | -0.2700 | -0.0468 | 0.6785 | 0.0596 | 0.4641 | -0.0645 | -0.5266 | -0.9222 | 0.1523 | 0.5694 | 0.5475 | 0.6886 | 0.5036 | 0.8531 | -0.7698 | 0.9593 | 0.9464 | -0.9673 | -0.9644 | -1 |

# 第六章　壓艙水案例分析與初步建置外來侵襲物種資料庫

因船舶運輸運載壓艙水至世界各地，然而壓艙水內含生物體，藉運輸打破生物自然隔閡，提供許多物種突破大自然的限制，加上科技發展使航行速度提高，航抵目的港的天數隨之減少，使得生物存活率提高，物種互相傳播的現象更為顯著。1970-1980 年代就有許多藉由壓艙水而將原生於各洲地區物種導入其他洲區之事件發生，例如由非洲與澳洲傳入義大利的藻類 Desdemona omata 以及日本引入加州的十腳類動物 Salmoneus gracllipes (Carlton and Geller, 1993)。因此，藉由船舶壓艙水的排放導致外來種入侵的情形逐漸普遍。當壓艙水中含有海洋生物時便會對環境造成潛在的威脅，破壞當地的生物多樣性，據 Calton et al. (1993) 初估每日約有 3,000~4,000 種生物經由船運擴散至全球其他地區，Streftaris et al. (2005) 之估算值更高達每日 10,000 種。Fofonoff et al. (2003) 估計在北美的外來生物入侵中，約 50%~75%是藉由船舶航運所造成。其所造成生態上之影響，經常造成食物網結構變化等生態系統上之變遷，或是令物種瀕臨滅絕之傾向，嚴重時更將損耗人們所賴以維生之漁業經濟資源，不僅嚴重衝擊生態資源，對於經濟上之耗費更是龐大的威脅。

## 6.1 外來種案例蒐集

外來種生物侵襲所引發之生態衝擊與經濟耗費相當龐大，涵蓋環境與人類健康這兩方面。國際間主要藉由壓艙水導入外來種名單中，多是一些壓艙水管理時所不受歡迎且必須避免之特定物種，例如霍亂弧菌、水蚤、中國蟹與毒藻等，其所造成之衝擊現象皆相當明顯，根據世界自然保育聯盟（International Union for Conservation of Nature, IUCN）中的外來種專家群（The Invasive Species Specialist Group, ISSG）列舉的世界前百大嚴重入侵物種名單中，其中透過壓艙水造成物種入

侵的海洋生物非常多，其中列舉出 10 大物種及對於環境所造成的影響如表 6-1 所示，以下介紹五種經由壓艙水引入之外來物種。

**表 6-1　IUCN 所列十大海洋入侵物種**

| 名　稱 | 來源地 | 受影響地 | 影　　響 |
|---|---|---|---|
| 霍亂弧菌<br>Vibrio cholerae | 各地 | 南美洲<br>墨西哥灣<br>南非 | 過去只發現於孟加拉，但經由壓艙水已入侵南非、墨西哥灣等地。如祕魯 1991 在三個港口同時發生感染，並擴及南非，使百萬人受感染，1994 年死亡人數逾萬。 |
| 支角目水蚤<br>Cercopagis pengoi | 黑海<br>裏海 | 波羅的海 | 繁殖成大量的浮游動物群體造成漁網及拖網堵塞，造成經濟影響。 |
| 中華絨螯蟹<br>Eiocheir sinensis | 北亞 | 西歐<br>波羅的海<br>北美西海岸 | 因繁殖而大量群體遷徙，在河堤及碼頭築巢造成底泥增加，並捕食當地原生魚類和無脊椎物動物，造成當地物種滅絕形成漁業問題。 |
| 毒藻<br>(赤/褐/綠潮) | 各地 | 有許多種類<br>透過船舶壓<br>艙水傳遞 | 可能形成有害藻華，會因物種而有所不同，有的可能造成大量氧氣消耗始大量海中生物死亡，釋放出毒性物質或黏液，造成海灘腐臭對觀光休閒業形成影響。而有的會影響濾食性生物並漁場關閉。人類接觸到這些受污染的濾食性生物就可能生病或死亡。 |
| 新口黑蝦虎魚<br>Neogobius<br>melanostomus | 黑海<br>亞速海<br>裏海 | 波羅的海<br>北美 | 在新環境高度適應，繁殖及散播快速，會與當地的重要經濟魚類搶食，且捕食當地魚類的卵及幼魚。一季當中可以產卵好幾次，且水質很糟糕也不影響。 |
| 淡海櫛水母<br>Mnemiopsis leidyi | 美國<br>東海岸 | 黑海<br>亞速海<br>裏海 | 在良好的水體中會快速繁殖（自體繁殖、雌雄同體），過度捕食浮游動物，並改變食物網及生態系統，使黑海及亞速海在 90 年代漁場快速崩解，造成重大的社會和經濟問題，類似的情況現在也發生在裏海。 |
| 北太平洋海星<br>Asterias<br>amurensis | 北亞 | 澳洲南部 | 繁殖成大量的群體，造成環境的比例失衡，也會捕食具有經濟價值的牡蠣、蛤蠣、扇貝等。 |
| 斑馬貽貝<br>Dreissena<br>polymorpha | 東歐<br>黑海 | 西、北歐<br>愛爾蘭<br>波羅的海<br>北美東部 | 大量生長在有堅硬表面的地方，且取代原生水生物種、改變棲息地、生態系統和食物網，在水管路及船舶形成嚴重的侵蝕現象，阻塞取水管線、閘門和灌溉溝渠。 |
| 亞洲昆布<br>Undaria<br>pinnatifida | 北亞 | 澳洲南部<br>紐西蘭<br>美國西海岸<br>歐洲<br>阿根廷 | 可行營養生殖或孢子繁殖，擴散十分快速，取代當地原生藻類和海洋生物相，改變棲息地、生態和食物網。可能因為空間競爭和棲地改變影響經濟貝類生態。 |
| 歐洲綠蟹<br>Carcinus maenus | 歐洲<br>大西洋<br>海岸 | 澳洲南部<br>南非<br>美國<br>日本 | 高度侵略性和適應性，因為有堅硬的外殼，所以抵抗力強和侵略性較強，可以與當地原生螃蟹匹敵甚至取代成為優勢種，且改變岩岸潮間帶的生態系。 |

資料來源: IUCN/SSC/ISSG (2004) “Global Invasive Species database”

### 6.1.1 斑馬貽貝 (*Dreissena polymorpha*)

斑馬貽貝原本生長於黑海、裏海與鹹海流域中(Gollasch and Leppäkoski, 1999)，可於湖、河與微鹹的瀉湖中生存，五到七月為繁殖期，繁殖快速有利於快速散佈，喜愛在平靜的上游水庫棲息(Busch et al., 1995)，並且需要適合的基質藉以附著，大多生長於硬底質尤其是岩石表面。其外殼為三角形有尖銳的外緣，最大長到 3 至 5 公分，一般斑馬貽貝的外殼殼體非常光亮有橫向深色條紋。

在 19 世紀時在黑海、裏海與亞速海發現斑馬貽貝(Stanczykowska, 1977)。斑馬貽貝經由內陸航道入德國，1826 年在波羅的海藉由木材船進入荷蘭鹿特丹(Kearnrey and Morton, 1970)，另外亦透過 Dnepr、Oginskil 水道進入 Neman 河，滲透入 Curonian 瀉湖與波羅的海東南部。目前已入侵俄羅斯西北部、中歐、西歐、南斯堪地那維亞、英國、愛爾蘭與北美，且此物種持續東進入侵西亞。圖 6-1 為斑馬貽貝。



**圖 6-1　斑馬貽貝**

斑馬貽貝的入侵途徑主要透過內陸航運擴張，特別 19 世紀，東歐與中歐的新的航運水道開通後，吸附於船殼遷徙至各地，且二戰後休閒船舶大增，亦間接助長其遷徙。如表 6-2 所示，因波羅的海高鹽度與寒冬之因素，使得斑馬貽貝開始減少，但仍持續散佈進入較溫暖的 Liivi 灣與 Peipsi 湖，並於芬蘭灣東部繁衍，全球氣候變遷亦為導致此大規

模的散佈的原因之一(Kull, 2005)。在德國，入侵水庫、河流與連接北海與波羅的海之海域，在 20 世紀中因水污染日益嚴重導致斑馬貽貝數量銳減，後來因水質的改善，1980 年後族群開始回復，目前密度高達每平方公尺有 40,000 隻(Böhmer et al., 2001)。

**表 6-2　斑馬貽貝繁衍地與入侵地點**

| 國家 | 未發現 | 未繁衍 | 很少 | 當地 | 普遍 | 非常普遍 | 未知 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 丹麥 | | | | ✓ | | | |
| 愛沙尼亞 | | | | | ✓ | | |
| 俄羅斯 | | | | | ✓ | | |
| 芬蘭 | | | | ✓ | | | |
| 法羅群島 | ✓ | | | | | | |
| 德國 | | | | | | ✓ | |
| 格陵蘭 | ✓ | | | | | | |
| 冰島 | ✓ | | | | | | |
| 拉脫維亞 | | | | | ✓ | | |
| 立陶宛 | | | | | ✓ | | |
| 挪威 | ✓ | | | | | | |
| 波蘭 | | | | | ✓ | | |
| 瑞士 | | | | ✓ | | | |

斑馬貽貝入侵對生態、社會與經濟造成嚴重的衝擊，以棲息地而言，因大規模入侵與當地物種競爭，雖受水域優氧化與藍綠藻影響而數量減少，但藉由水質淨化而快速繁衍，大量消耗浮游生物。在丹麥的 Esrom 湖，消耗約 18%的浮游生物(Hamburger et al., 1990)，影響到當地魚類生長。但因大量被鳥類捕食，目前斑馬貽貝對生態已非問題，但仍造成經濟與社會嚴重的影響；在基因方面，斑馬貽貝可能與會與 D. bugensis.雜交的風險，Dreissena 類有著多種型態且有在嚴峻的環境下迅速擴張族群的潛力，可能對北美水域造成長遠的影響(Mill et al., 1996)；對人類，則可能因其鋒利的外緣傷害到游泳者(Siessegger, 1970)；在經濟與社會影響，斑馬貽貝所帶來的影響正反皆有，如表 6-3，負面的影響為阻塞汲水管、纏繞船殼、阻礙航行與養殖漁業發展(Gollasch and Leppäkoski, 1999)。當斑馬貽貝死亡，他們的腐敗會加速侵蝕，進而影響到可飲用的湖水，近來易堵塞發電廠的冷卻系統(Bernauer et al., 1996)，另一負面影響為龐大的清理費用。如 1988 年夏

季，美國密西根的門羅水力發電廠（Monroe Power Plant, Michigan）進水管道減少了 25%的進水量；然後在十二月時，由於斑馬貽貝及碎冰的影響，電廠停止進水兩天，附近的部分工廠及學校也停止供水，花了 25 萬美元才重新運作，且預計要花費 600 萬以上設計新的取水系統，以防止貽貝的影響。且因其快速繁殖的特性，幾乎占據了美國 40%的內陸水域，入侵後所造成的環境影響十分巨大，估計光是花費在處理及防治被斑馬貽貝所占據的水路管線及水道估計未來 10 年的費用約是 1,000 億台幣，也耗費十分龐大的人力、物力在善後持續產生的問題。正面影響則成為魚類與鳥類的食物，碎貝殼也可成為肥料。

**表 6-3　斑馬貽貝的衝擊**

| 環境的改變 | 工業與休閒業的改變 |
|---|---|
| 纏繞於堅硬底質 | 管路堵塞 |
| 增加水質清淨度 | 纏繞船舶 |
| 水中大型植物增加 | 航標維護 |
| 改變底棲 | 造成游泳者撕裂傷 |
| 減少 unionid 的族群 | 市政供水 |
| 改變食物網 | 擾亂鳥類 |
| 纏繞水生植物 | 纏擾水閘門系統 |
| 改變磷循環 | 取水 |

資料來源：Minchin et al., 2002

為管理與控制斑馬貽貝的持續入侵，自 1960 年起陸續有量化評估法評估其所造成的影響，並研究相關處理辦法。學者建議可用化學方式控制斑馬貽貝，如受纏繞的管路可用氫氧化鈉清理，亦可清理纏繞在冷卻系統管路使管線溫度上升斑馬貽貝，加入氫氧化鈉可使其與管路分離(Siessegger, 1971)。控制的時機也很重要，理想的時機在於晚秋，因為此時正是幼蟲附著管路時期，且此時幼蟲小到可通過分子篩，應趁此時機消滅幼蟲。其他方式包含使其缺氧、熱處理、輻射、手刮、高壓噴射、防污塗料、臭氧、機械過濾、電流與聲波震動等，目前藉由其他生物捕食以控制斑馬貽貝的生長目前效果短暫且無效(Bially and MacIsaac, 2000)。

### 6.1.2 霍亂弧菌 (*Vibrio cholera*)

霍亂弧菌是革蘭氏陰性菌具有移動性，且菌體外觀呈彎曲桿狀。現在已知在水中的霍亂弧菌血清型超過兩百種，但只有 O1 與 O139 會造成傳染病，能拓殖在小腸並吸附於上皮細胞。O1 血清型更能分成兩種生物型，標準生物型 (Typical Biotype)與艾托生物型 (El Tor)。這兩種生物型的分別是依據對弧菌噬菌體及多黏菌素 B (polymyxin B)的敏感性來區分。主要生長於河口、湖、海洋與濕地等地區。



**圖 6-2　霍亂弧菌**

在非洲，1970 年霍亂弧菌四處散佈，致死率在 4%至 12%間，從 1991 年至 1996 年間，死亡案例仍頻傳，至 1996 年止，共有 26 個國家回報有霍亂弧菌致死事件(World Health Organization, 1997)。在拉丁美洲，1991 年開始在秘魯沿岸流行，泛美健康組織報告中提出，在 1991 至 1992 年間共有 6,500 件死亡案例，且隨著航運發達，散佈至厄瓜多爾、哥倫比亞、巴西、智利與墨西哥等地。在美國，1991 至 1992 年間，有毒的霍亂弧菌 *Vibrio cholera* O1 經由墨西哥灣的五艘貨船的壓艙水或引入水所引入，其中四艘曾經在有霍亂弧菌之疫區汲水，美國食品藥物管理署(Food and Drug Administration, FDA)在霍亂弧菌中分析出傳染病菌株，故要求入港船舶進入美國水域時皆須交換壓艙水(McCarthy and Khambaty, 1994)。

預防霍亂弧菌擴散除要求船舶在外海交換壓艙水外，亦須提供安

全飲用水、改善衛生與食品的安全性，亦可給予落後地區口服疫苗，可降低約 80%的風險(Sack et al., 2004)。

### 6.1.3 中華絨螯蟹 (*Eriocheir sinensis*)

方形的甲殼使其在歐洲螃蟹中容易分辨，一般甲殼寬達 5 至 7 公分，而成蟹最大可到 10 公分(Czerniejewski et al. 2003)，如圖 6-3，其可忍受受污染的水質，其生命周期受環境的鹽度影響，幼體時期生存於海水中，之後遷徙至上游。中華絨螯蟹原生長於海參崴與南中國間的溫帶與熱帶區，包含臺灣。其分布地區如圖 6-4 所示，而圖中黑點部份表已入侵地點(Gollasch et al. 1999)。



**圖 6-3　中華絨螯蟹**




**圖 6-4　中華絨螯蟹原生地與入侵地點**

此物種最初出現於 1912 年德國的 Aller 河，研判可能經由船舶引入(如：壓載艙或附著於船殼上等)，且當地氣候與鹽度適宜亦無競爭

者，且食物來源豐富，因此開始大量繁衍，該物種可能藉由波羅的海經基爾運河進行散佈，在歐洲河口的豐富度日漸上升，如鄰近北海的易北河、萊茵河、泰晤士河等。1950 年代亦入侵至法國的 Gironde 河，至 1953 到 1958 間擴散至鄰近的 Dordogne 與 Garonne 河(Hoestland 1959)而後開始入侵西班牙 Tagus 河、挪威奧斯陸、瑞典西海岸，最北到達芬蘭的 Bothnian 灣等地，自 1990 年代起在美國舊金山灣、密西西比河、五大湖與加拿大的聖羅倫斯河發現其蹤跡，表 6-4 列出歐洲分布區域。

**表 6-4　中華絨螯蟹繁衍地與入侵地點**

| 國家 | 未發現 | 未繁衍 | 很少 | 當地 | 普遍 | 非常普遍 | 未知 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 奧地利 | | ✓ | | | | | |
| 比利時 | | | | ✓ | | | |
| 捷克 | | ✓ | | | | | |
| 丹麥 | | | | ✓ | | | |
| 愛沙尼亞 | | | ✓ | | | | |
| 俄羅斯 | | ✓ | | | | | |
| 法羅群島 | ✓ | | | | | | |
| 德國 | | | | | | ✓ | |
| 格陵蘭 | ✓ | | | | | | |
| 冰島 | ✓ | | | | | | |
| 愛爾蘭 | | ✓ | | | | | |
| 拉脫維亞 | | ✓ | | | | | |
| 立陶宛 | | ✓ | | | | | |
| 荷蘭 | | | | | ✓ | | |
| 挪威 | | ✓ | | | | | |
| 波蘭 | | | | ✓ | | | |
| 瑞典 | | | | ✓ | | | |

因中華絨螯蟹可忍受較嚴苛的環境，其入侵對各方面造成衝擊，如在生態方面，影響淡水和河口生態系統，大量捕食當地物種如藻類、魚類與無脊椎動物等，並與當地物種競爭空間與食物，影響當地棲地，因中華絨螯蟹以洞穴為家，四處鑽洞導至河堤堤岸受侵蝕，或阻塞工業冷卻水與飲用水場入水孔的過濾器等。在歐洲與美國，幼年的中華絨螯蟹形成密集族群而且在潮間帶溪流中掘穴，此習性會破壞河岸的完整。中華絨螯蟹也可能阻礙取水灌溉和供水計劃。在加州，中華絨螯蟹造成水路改道，大批下游遷移螃蟹被困住，使魚無法通過造成魚

類死亡。在基因方面可能因為雜交而混種。在人類健康方面歐洲尚未傳出災情，但在亞洲其為人類肺部寄生蟲的宿主，因東方肺吸蟲主要寄宿在蝸牛或淡水螯蝦或螃蟹體中，若人類攝食，寄生蟲進入人體內會造成人類肺部與其他部位受損，並造成支氣管炎甚至影響神經系統。經濟與社會方面，在德國水域因河岸受侵蝕且中華絨螯蟹大量捕食養殖魚類，德國為控制中華絨螯蟹，至 1935 年至 2004 年，花費在清理河道、漁業損失、修補河岸侵蝕等費用，估計已花費約八千五百萬歐元，其他無法以金錢量化的損失還包含對生物多樣性的影響，搶食餌料和損害漁具阻礙商業和休閒垂釣。

以控制、消除並監測等方式管控中華絨螯蟹持續入侵，預防其入侵或減低其所造成的衝擊，可以捕獲方式買賣方式降低其產量，並可用來當誘餌釣鰻魚，生產魚粉或化妝產品。目前並無有效的根除方法，但發現中華絨螯蟹已開始改變習性，懷孕的中華絨螯蟹會遷徙至鹽度較低的地方繁殖。

### 6.1.4 新口黑蝦虎魚 (*Neogobius melanostomus*)

新口黑蝦虎魚為相當小型的底棲魚類，形似大蝌蚪的外觀，如圖 6-5 所示，各地大小不同，在勞倫森底特津河的公魚約 12 公分，雌魚約 11 公分，在 Gdansk 灣的公魚約 25 公分，雌魚約 19 公分，顏色呈黃灰色，有斑點。生活於半鹹水與淡水的環境中，常見其棲息於沙地、石底或底床沉澱物等地(Charlebois et al., 1997)。

原生於黑海、亞速海與 Marmara 海的淺水區域，如圖 6-6 所示，黑海南部因較少河流匯集使得鹽度較高，故豐富度較低。在 1950 年代末，在其他地方開始發現新口黑蝦虎魚的蹤跡，如鹹海，1985 年在莫斯科市的莫斯科河發現其蹤影，1990 首見於波羅的海，同年於美國五大湖亦發現此物種的入侵。目前為止新口黑蝦虎魚已嚴重入侵 Gdańsk 灣西半部，並迅速散佈至整個流域，如圖 6-7 所示，從原本 1990 年的 4km$^2$，兩年後快速擴張至 270km$^2$，而後因適合環境縮小，成長速度減

緩，至 2001 年已擴散至 400km$^2$。新口黑蝦虎魚原生地與其他分布地區距離甚遠，因此推判可能是藉由船舶壓艙水移動，根據推測新口黑蝦虎魚可能至 Gdańsk 灣產卵，其長成時間需 18 天，加上推測船舶時速至少 5km/h 至 7km/h，在歐洲航線內可使其在壓載艙孵化成長。

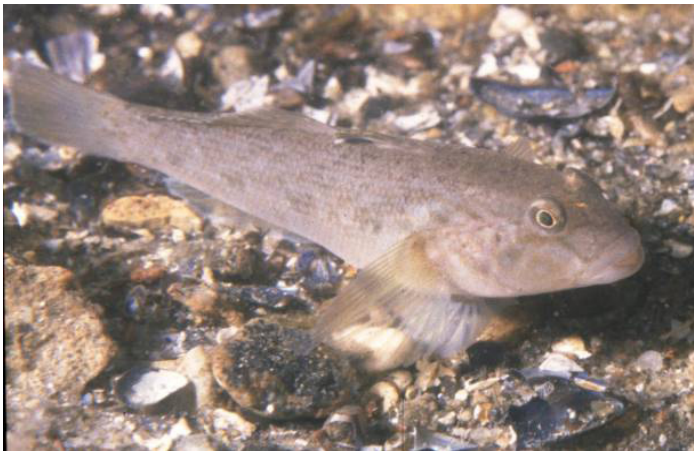


**圖 6-5　新口黑蝦虎魚**




**圖 6-6　新口黑蝦虎魚分布區域**

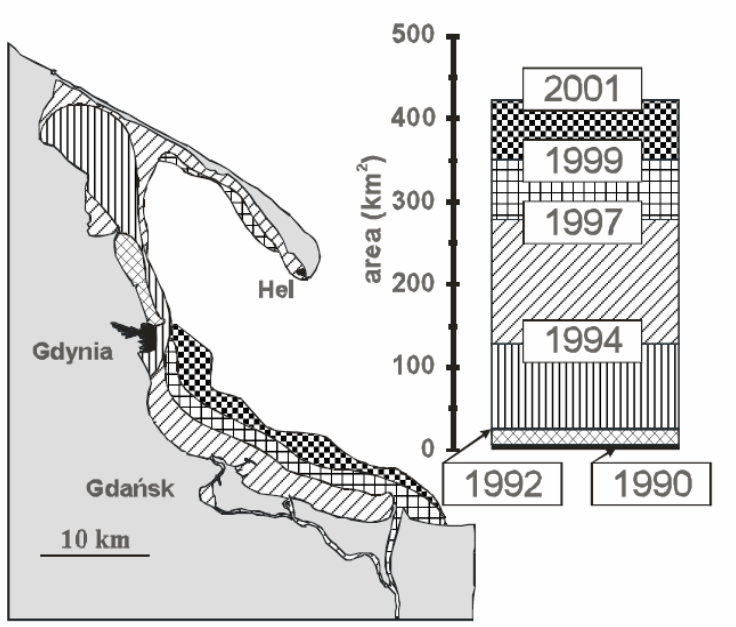



**圖 6-7　新口黑蝦虎魚入侵 Gdańsk 灣**

新口黑蝦虎魚目前分布地區如表 6-5 所示，主要在波蘭 Gdańsk 灣，但在德國、立陶宛、愛沙尼亞與芬蘭亦曾發現其蹤跡。

**表 6-5　新口黑蝦虎魚繁衍地與入侵地點**

| 國家 | 未發現 | 未繁衍 | 很少 | 當地 | 普遍 | 非常普遍 | 未知 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 丹麥 | ✓ | | | | | | |
| 愛沙尼亞 | | | ✓ | | | | |
| 俄羅斯 | ✓ | | | | | | |
| 芬蘭 | | | ✓ | | | | |
| 法羅群島 | ✓ | | | | | | |
| 德國 | | | ✓ | | | | |
| 格陵蘭 | ✓ | | | | | | |
| 冰島 | ✓ | | | | | | |
| 拉脫維亞 | | ✓ | | | | | |
| 挪威 | ✓ | | | | | | |
| 波蘭 | | | | | ✓ | | |
| 瑞典 | ✓ | | | | | | |

新口黑蝦虎魚所造成的衝擊主要在生態與社會經濟方面，1990 年代 Gdańsk 灣的淺水區主要是由 three-spined sticklebacks 所主宰，現在已由新口黑蝦虎魚所取代，與新口黑蝦虎魚同樣生長於淺水區的鰈魚 (*Platichthys flesus*)與 viviparous blenny (*Zoarces viviparous*)，改變其棲地

遠離新口黑蝦虎魚，其食物來源源自於雙殼類動物與節肢動物。有 60% 的新口黑蝦虎魚被黑鷗鷲所捕食。新口黑蝦虎魚雖未對當地漁業造成影響，但因其數量龐大容易造成近洋漁業的混獲，但此物種尚未有市場，影響漁民成功捕獲比目魚之數量。因新口黑蝦虎魚以過濾性生物為食，故其變成生物污染累積的載體之一，毒素累積在新口黑蝦虎魚體內被更大的魚種捕食，有可能因此傳給人類。

目前尚未嘗試過任何預防方法，但控制壓艙水與了解當地獵食者可視為預防方法之一，除了亞速海外沒有其他地方有效的控制住新口黑蝦虎魚的生長，在亞速海，新口黑蝦虎魚因不正常的鹽度增加使其幾近滅絕。

### 6.1.5 支腳目水蚤 (*Cercopagis pengoi*)

支腳目水蚤有一對觸角、四對胸足(前足為後足的 3 至 4 倍長)，雌蚤體長約 1.2 至 2 公厘，雄蚤長約 1.1 至 1.4 公厘，如圖 6-8 所示。支腳目水蚤為廣溫廣鹽性生物，可於半鹽水(17psu 以上)與淡水中發現其蹤跡，對溫度的忍受度介於 3 至 38℃間，主要分布於水體的上層，與其他支腳類生物類似，大多在夏季行無性繁殖，秋天水溫驟降時行有性繁殖，其生長情況取決於當地溫度，主要以小型甲殼類與浮游動物為食。此類生物大多分布於 Ponto-Caspian 區，與流進亞速海與鹹海的多瑙河、Dniester、Bug、聶伯河、Don 與窩瓦河等水體中，此外支腳目水蚤亦棲息在保加利亞的沿岸與土耳其。

支腳目水蚤首見於 1992 年愛沙尼亞南部的芬蘭灣與東北的 Riga 灣，1993 至 1994 年間陸續在 Riga 灣四處發現此物種，之後開始擴散至波羅的海、美洲安大略湖、密西根湖與紐約的 Fingerling 湖，據研究北美的支腳目水蚤入侵可能從波羅的海來之船舶壓艙水所引入 (Cristescu et al., 2001)。



**圖 6-8　支腳目水蚤**

支腳目水蚤入侵波羅的海後迅速蔓延，數量不斷攀升，目前已擴散至芬蘭灣、Riga 灣、Bothnian、Gdansk 灣、Baltic Proper、Väinameri、Åland 與斯德哥爾摩群島等地，如表 6-6 所列。在烏克蘭的第聶伯河上的水庫建成後支腳目水蚤開始滲透入 Kakhovka、Zaporozhsk、Kremenchug、Tsimlyansk 與 Veselovsk 水庫中，表示其有能力於淡水中繁衍。

**表 6-6　支腳目水蚤繁衍地與入侵地點**

| 國家 | 未發現 | 未繁衍 | 很少 | 當地 | 普遍 | 非常普遍 | 未知 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 丹麥 | ✓ | | | | | | |
| 愛沙尼亞 | | | | ✓ | | | |
| 俄羅斯 | | | | ✓ | | | |
| 芬蘭 | | | | ✓ | | | |
| 法羅群島 | ✓ | | | | | | |
| 德國 | | | ✓ | | | | |
| 格陵蘭 | ✓ | | | | | | |
| 冰島 | ✓ | | | | | | |
| 拉脫維亞 | | | | ✓ | | | |
| 立陶宛 | | | | ✓ | | | |
| 挪威 | ✓ | | | | | | |
| 波蘭 | | | ✓ | | | | |
| 瑞典 | | | | ✓ | | | |

支腳目水蚤入侵使 Riga 灣中的 Bosmina 水蚤數量大幅下降，在春夏兩季 Bosmina 數量較少時，支腳目水蚤開始與其競爭魚類與食物，

大量掠食浮游動物，打亂當地食物鏈食物競爭情況加劇(Kull 2005)。支腳目水蚤對年幼的 planktivorous 魚類而言為潛在的競爭者，兩者皆捕食浮游食草動物，並影響安大略湖、芬蘭灣與 Riga 灣的浮游動物群落(Benoit et al. 2002)，這些變化可能會導致浮游植物的攝食強度下降，使藻華增生，另一方面，在五大湖與安大略湖皆有研究顯示 zooplanktivorous 會捕食支腳目水蚤，意味著已有生物開始以支腳目水蚤為新的食物來源，特別是大型魚類，但對於小型魚類而言仍無法了解兩者間競爭的關係。

支腳目水蚤對人類影響，有研究報告指出，在俄羅斯有漁民在清理漁網時觸碰到支腳目水蚤而有過敏現象。在社會與經濟方面，支腳目水蚤時常附著於漁網、漁具等造成漁民經濟重大損失(Leppäkoski and Olenin 2000)，在波羅的海，如圖 6-9 所示，因支腳目水蚤大量生長而纏繞漁網與拖網，在芬蘭灣，此類生物纏繞對捕魚設備造成嚴重問題，甚至損失一座在涅瓦河北岸下游的漁場，在 1996 至 1998 年間至少損失五萬美元，這些損失導致在 Primorsk 區的捕獲量驟減，同樣的問題亦發生在芬蘭灣東部、Bothnian 海北部與立陶宛等地區。在波羅的海考慮到航運密集程度，目前芬蘭灣被列為支腳目水蚤活動的熱點，容易藉由海上運輸入侵各地脆弱的生態系中。



**圖 6-9　支腳目水蚤纏繞漁網**

在管理方面，一旦物種在當地繁衍，就難以控制入侵物種的分布並防止其蔓延，管理壓艙水排放與船殼纏繞問題可視為預防支腳目水

蚤入侵的方法，並以化學藥劑清洗漁網、漁具或其他設備等，減少支腳目水蚤的散佈。目前並沒有具體方式可以完全消除支腳目水蚤，只能預防其蔓延至其他淡水水域中，但目前愛沙尼亞環境保護署已出版介紹外來物種入侵書籍，與建立外來物種資料庫希望使更多人了解外來物種入侵的嚴重性，希望透過教育與宣傳與民眾一起預防外來物種入侵與蔓延。此外，亦建議船舶應執行國際海事組織之準則，在外海進行壓艙水交換，並備有壓艙水管理計畫且定期清理船體。

### 6.1.6 亞洲昆布 (*Undaria pinnatifida*)

為大型褐色海藻，分雌雄兩種型態，成熟的海藻不到一年的時間，長度可長 1.5 至 3 公尺，幾乎每天長一公分，如圖 6-10 所示，其密度每平分公尺可長 200 至 250 株，可重達 10 公斤以上。其為容忍度極高的投機物種，可生長在不同的深度，從潮間帶至淺海區，約 1 至 3 公尺深的海域發現，若為乾淨海水在 15 至 18 公尺處仍發現其蹤跡，但其無法生存於水體快速擾動的地方，需要有掩護體遮掩，附著在堅硬的底質如石頭、岩石、卵石與礁岩等地，並可迅速在有堅硬底質的新環境建立群落，如繩索、浮筒、船殼等。其最佳生長溫度需低於 12℃，亞洲昆布不特別偏好陽光區，只要少量光源即可生存。

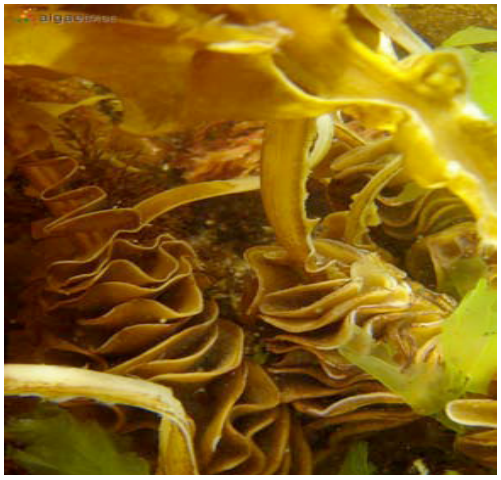


**圖 6-10　亞洲昆布**

原本長於日本海、西北太平洋沿岸，如日本、韓國、俄羅斯東南部與中國東部。在 1971 年被引入地中海的法國沿岸，可能為由日本進

口牡蠣時一起引入，之後開始擴散至布列塔尼與大西洋沿岸。1988 年在靠近西班牙的邊界鄰近法國的大西洋沿岸亦發現亞洲昆布，1990 年西班牙北部亦發現此物種據判斷應為牡蠣養殖所引入，1992 年義大利沿岸亦因養殖與航運關係引入此物種，1994 年入侵英國，推斷可能從法國經船舶運輸引入，1999 年亦在比利時與荷蘭水域發現，目前已擴散至世界各地，已在美國加州、阿根廷、澳洲與紐西蘭發現其蹤跡。表 6-7 列出亞洲昆布至 2006 年止其分布地區與管理情形。

**表 6-7　亞洲昆布分布區**

| 海洋 | 地區 | 途徑 | 第一次記錄 | 消除/管理 |
|---|---|---|---|---|
| 西北太平洋 | 日本(除了北海道東部與北部) | 原生地 | | |
| | 韓國 | 原生地 | | |
| | 俄羅斯東南部 | 原生地 | | |
| | 中國東部 | 原生地 | | |
| | 中國其他地區 | 養殖 | 1930 年代 | |
| | 臺灣 | 養殖 | 1981 | |
| 地中海北部 | 法國南部 | 附著在牡蠣上 | 1971 | |
| | 義大利東北部與南部 | 附著在牡蠣上或隨航運引入 | 1992 | 在威尼斯試著消除但失敗，但仍建議移除 |
| 東北大西洋 | 法國西北部 | 養殖 | 1983 | |
| | 西班牙北部 | 附著在牡蠣上 | 1990 | |
| | 英國南部 | 附著於休閒娛樂船上 | 1994 | 嘗試移除但失敗 |
| | 荷蘭 | 附著在牡蠣上或隨航運引入 | 1999 | 清除捕獲貽貝區域 |
| | 比利時 | 船舶 | 1999 | |
| | 葡萄牙 | | 1999 | |
| 西南大西洋與 Tasman 海 | 紐西蘭 | 航運(壓艙水或附著於船殼) | 1987 | 嘗試移除但效果有限 |
| | 澳洲 | 航運(壓艙水) | 1988 | 嘗試在海洋保護區移除並採收 |
| 西南大西洋 | 阿根廷 | 航運 | 1992 | 未嘗試移除，但建議移除 |
| 北太平洋 | 加州 | 航運 | 2000 | 在某些港區嘗試移除 |
| | 墨西哥 | | 2003 | |

亞洲昆布對各地影響正反兩面，歐洲地區因亞洲昆布的入侵對當地物種生長造成阻礙，因其生長茂密覆蓋底棲動植物，遮蔽生長所需的陽光，此外，亦會附著在海底貝類生物體上。在歐洲因其生長快速並可附著於堅硬物質上，忍受各種嚴苛環境，故可與當地大型藻類競爭，如 Saccorhiza polyschides，但亦因其高大型態亦可當成魚類的遮蔽所或為魚類所食。不僅在生態對當地物種有影響，因其生長的密度高且會附著在魚貝類身上，導致漁民難以捕獲，且其纏繞於繩索、養殖用的籠子、浮筒、船舶或港口設施上，不僅堵住汲水口，其沖上海灘會腐爛造成惡臭，影響觀光。在紐西蘭 Chatham Islands 使用熱處理與監測方法消除一艘沉船上附著的亞洲昆布，花費一百九十萬美金以上(Wotton et al. 2004)。但在日本與中國，亞洲昆布具有經濟價值，因含有豐富的纖維、低脂肪且富含維他命 B，故主要用於食材。

在管理方面，如表 6-7 所列，義大利政府曾試圖移除在威尼斯的亞洲昆布，但因移除時進入繁殖期，兩年後又再度繁衍，故學者建議應在孢子被釋放前進行大範圍的清除(Curiel et al., 2002)；英國政府清除在漢布爾碼頭的亞洲昆布植株，但無法完全清除，亦無法預防期持續在當地擴散(Fletcher & Manfredi 1995)；在紐西蘭，曾強制清除附著在船殼上的亞洲昆布並進行監測長達三年，但效果有限(ICES, 2001)。

### 6.1.7 藻類 (*Algae*)

此節以表列方式列出可能經由船舶壓艙水引入之藻類，並列出其原生地、物種描述、入侵途徑、地理分布、衝擊與管理方式等，介紹此種藻類之特性與入侵新環境後引發的反應。Global Invasion Species Database 列出有記錄的外來物種藻類，其中選出以壓艙水為傳播途徑之藻類。

#### 1. 亞歷山大藻 (*Alexandrium minutum*)

亞歷山大藻原生長於歐洲沿海水域，如東北大西洋、北海、波羅

的海、地中海和黑海，東南亞、南澳、紐西蘭(Guiry 2006)，如圖 6-11 所示。為有毒的單細胞藻，細胞為球形綠褐色，體積小(Bravo et al., 2006)。一般在春季繁殖，因此時水體穩定，營養條件適合囊胞發芽，生長受溫度，光照和養分供應影響。出現在溫帶的沿海及河口水域，具有廣鹽性和廣溫性，是地中海最普遍的麻痺性病毒物種，也是造成東南亞麻痺性病毒病害的兩個主要致病生物體之一，但侷限於沿海營養豐富的地方，特別是港口，河口或潟湖。野外的亞歷山大藻喜歡低鹽度和營養豐富的淡水(Vila et al., 2005)。




**圖 6-11　亞歷山大藻**

亞歷山大藻藉由塑膠漂浮物可能為潛在的傳播路徑，曾於 Catalan 海岸(西北地中海)發現藻類附著於漂浮物上，附著的藻類大部分為底棲的矽藻或小的腰鞭毛藻(<20 微米) (Maso et al., 2003)。另一傳播途徑為含有大量囊胞船舶壓載艙中的底泥或壓艙水。目前已入侵澳洲、土耳其、北美洲、英國、埃及、丹麥、馬來西亞、愛爾蘭、大洋洲、葡萄牙、臺灣、紐西蘭、大西洋、黑海、地中海、歐洲與瑞典等地，並對各方面造成衝擊，如生態方面，產生的毒素會降低橈足類生物繁殖；人類健康方面，產生的毒素會累積在浮游動物體內，吃了以後會導致人類和其他哺乳動物的麻痺性貝類中毒，此為神經性毒素，可能會導致人體肌肉癱瘓，出現神經系統症狀，嚴重時會死亡(Hallegraeff, 1993;Van Dolah 2000)；經濟與社會方面的影響，由於可能爆發疾病，爆發藻華地區附近的貝類養殖場，常被迫關閉，導致經濟損失。禁止採收野生貝類也會影響當地依賴貝類作為食物來源的族群。

澳洲為了解與管理此外來物種帶來的問題，利用分子工具檢測海洋樣本中存在的微生物，採用聚合酵素鏈鎖反應法(polymerase chain reaction, PCR)快速檢測和定量檢測，可檢測所有有毒的亞歷山大屬藻類。聚合酵素鏈鎖反應法在沿岸水質監測時有效且快速的偵測和量化目標浮游生物物種，亞歷山大藻被認澳洲確認為十大可能藉由船舶運輸散佈至國內水域，且可能傷害國內造成衝擊的物種。

**2. 杉葉蕨藻 (*Caulerpa taxifolia*)**

杉葉蕨藻原產於加勒比海的海岸、幾內亞灣、紅海、東非海岸、馬爾地夫、塞錫爾群島、印度洋北部海岸、南中國海、日本、夏威夷、斐濟、新加勒多尼亞與澳洲，如圖 6-12 所示。其為雄雌同株，在地中海以分株繁殖的方式進行無性繁殖。淡綠色的葉狀體具有水平的匍匐莖。直立分枝呈狹扁長形，通常不再分枝，具有二縱列羽狀排列的小羽枝。小羽枝扁平向上捲曲，尖端漸細。葉直徑 6-8mm，對寒冷容忍度高。棲息於岩石、沙子與海草的底部，常於深度 3-35 公尺被發現, 但在地中海中已有深至 100 公尺之記錄。



**圖 6-12 杉葉蕨藻**

杉葉蕨藻從摩納哥海洋博物館的廢水被引入地中海，目前已覆蓋超過 13,000 公頃的海底，亦在澳洲雪梨、南加州附近被發現。學者認為入侵種系源自澳大利亞，經由水族貿易散播到世界各處。杉葉蕨藻似乎已經由吸附在船錨上傳佈到整個地中海，新疫情的發生地點大多是港口及繫泊設施(Meinesz et. al, 2001b)。目前已被引進地中海、亞得

里亞海與美國西岸。發現於澳洲雪梨附近的杉葉蕨藻，不確定是原生的或引入的。

杉葉蕨藻對生態造成的衝擊如杉葉蕨藻入侵性極高，會導致其他種海藻、海草與無脊椎動物窒息或藉由競奪食物與光線，釋放毒素驅逐其他物種。此大型單一種植被，會嚴重減少本土物種多樣性與魚類棲息地。造成魚類棲息地減少。在地中海生態系中，杉葉蕨藻與 Posidonia oceanica 和 Cymodocea nodosa 競爭，使其減少；對經濟與社會方面的影響，如杉葉蕨藻會糾纏網具和船舶的螺旋槳，影響捕漁效率，阻止本土海草建立族群，幾乎排擠掉所有的海洋生物，影響當地漁夫的生計。吃杉葉蕨藻的魚，如地中海鯉科魚類(Sarpa salpa)，會把毒素累積在肉中，不適於人類食用(Meinesz and Hesse, 1991)。

美國為解決此外來物種採用化學方法。在加州使用塑膠防水帆布覆蓋並在下面注射液體的氯，控制費用與事後監測費用超過一百萬美金 (Anderson and Keppner, 2001； Carlton, 2001)。2004 年，在澳洲新南威爾斯在小範圍灑用 50kg/$m^2$ 的粗海鹽，一周內使杉葉蕨藻減少 70-95%，雖對當地海草與 infauna 有些微傷害，但豐富度六個月後已逐漸恢復。若要試用於大範圍，最好在比較冷的月份比較容易成功，雖不可能完全清除杉葉蕨藻，但當地政府仍持續監測控制此入侵藻類的動向(Anderson, 2000)；物理方法，在克羅埃西亞用黑色塑膠覆蓋杉葉蕨藻生長的地方，處理後無零星的再生。在法國地中海，潛水員手動清除成功地消除約 3.4$m^2$ 的杉葉蕨藻。

### 3. 鉤沙菜 (*Hypnea musciformis*)

鉤沙菜，為紅藻類分布在世界各地，為矮樹叢或鬆散交織的圓柱樹枝，高 10~20 公分，直徑 0.5~1.0 公分，頂端逐漸變得更細長，如圖 6-13 所示。分枝不規則變化，經常呈卷鬚狀，扭曲在其他藻類的周圍。軸的末端和分枝是扁平的具有寬的鉤。鉤沙菜分枝末端有鉤，附著到其他海藻和其他任何可用的基板上，當這個物種被從底部剝離，這些

鉤可能會留在原處重新生長。鉤沙菜常附生在亞潮間帶的珊瑚、石塊、貝殼上。



**圖 6-13　鉤沙菜**

鉤沙菜可能是藉由附著在島嶼之間旅行的船隻擴散。最近被引入夏威夷，已經迅速成為麻煩的入侵植物。鉤沙菜被發現出現在摩洛哥，西班牙，葡萄牙，南非，剛果，加納，幾內亞，烏拉圭，巴西，巴哈馬，古巴，開曼群島，巴拿馬，墨西哥，美國，加勒比海，古巴，埃及，土耳其，希臘，意大利，印尼，緬甸，孟加拉，印度，斯里蘭卡，巴基斯坦，伊朗，南非，新加坡，菲律賓，澳洲等地(Guiry & Dhonncha, 2005)。

引入鉤沙菜對生態造成的影響如下，因鉤沙菜較快的生長速度，能附生在其他藻類上，容易碎裂繁殖。漂流的碎片會黏附到其他藻類，引入夏威夷後，鉤沙菜成為瀕危物種綠蠵龜(Chelonia mydas)主食來源，生物學家擔心吃鉤沙菜會對綠蠵龜種群不利。在其他方面，不僅有負面衝擊，可使用硫酸銨澱析鉤沙菜可獲得少量蛋白質及豐富的凝集素，顯示它能抗真菌，可對抗紅色毛癬菌和炭疽病(Melo et al., 1997)。在巴西，鉤沙菜可被收割作為 K-Carrageenan 的原料，可作為洋菜類食品加工之用途，化妝品上加於護膚霜中，以增加產品對皮膚的黏著力。研究發現鉤沙菜被收割後每個月可恢復 87%，因此可供每 35 天收割一次(Faccini and Berchez, 2000)。在管理方面，將鉤沙菜用於其他用途，如上所述，可應用於醫藥、食品等。在巴西，除將鉤沙菜作為 K-Carrageenan 外並研究如何控制其快速生長的特性。

### 4. 裙帶菜 (*Undaria pinnatifida*)

裙帶菜原產於日本、中國與韓國，如圖 6-14 所示。裙帶菜是一種能長到 1-3 公尺的褐色海草。冬末至隔年初夏是孢子體時期，寒冷的冬天則是配子體時期。孢子體包括金褐色的葉狀體和淡褐色的葉柄。葉狀體具有 1-3 公分寬的皮帶狀中肋，縱貫整個葉狀體；中肋邊緣具有長度。裙帶菜能夠快速在新的或受干擾的海底土壤以及人工漂流物上定殖，能長在海草、鮑魚、雙殼貝的貝殼、無脊椎動物與附生植物地在其他海草上。。在海濱水底形成高密度和生命力旺盛的群落，隨著陽光照射變化可以從低潮線分布到 15 公尺深的水域。生長在寒冷的沿岸區域，水溫低於 12°C 時長得最好。

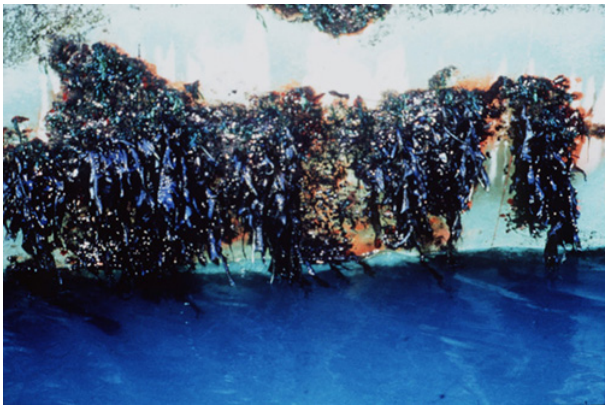


**圖 6-14　裙帶菜**

裙帶菜除自然散佈外，人為散佈藉由壓艙水或纏繞船身，靠船隻的移動四處散佈。目前已偶然地被引進澳洲、紐西蘭、塔斯梅尼亞、地中海(法國、義大利)、北大西洋與布列塔尼。對生態造成的影響如下，在生態方面，裙帶菜屬會改變當地的生態系統，尤其是沒有原生海草生存的環境，往往形成厚實的群落，爭奪原生動植物的陽光與生存空間；在經濟與社會影響方面，裙帶菜可能會對水產養殖業造成衝擊，因人們須花更多勞力和成本處理，包括魚籠、蚵架和養殖扇貝等設施的淤積、堵塞問題，堵塞嚴重的魚籠甚至會阻絕海水流動。大量的裙帶菜屬更會阻塞海岸養殖業的機械工具，減緩貽貝的生長。大量的纏繞住船隻也會造成降低船隻的效率。因此，裙帶菜的管理策略偏重減慢它的擴展與減少它散佈到新地點的機會。散佈載體的管理與瞭解，

可減緩它的散佈。學者認為用紫外線或高壓、熱處理，可有效地殺死孢子與細菌。

### 5. 大葉藻 (*Codium fragile ssp. Tomentosoides*)

大葉藻原生於亞洲太平洋地區。為大型多分枝的物種，如圖 6-15 所示，長度可達 1 公尺，重達 3.5 公斤。此藻類有多達 10 層的二叉分枝，圓柱形或圓柱形分枝。大葉藻能容忍很大的鹽度和溫度變化，使之能夠拓殖到各種環境。此藻類也生存和生長在潮間帶海浪沖刷的潮池，亦大量生長在碼頭木樁，繩索和海灘(Trowbridge, 1999)。



**圖 6-15　大葉藻**

大葉藻主要由貝類水產養殖，休閒船艇，以及運輸船舶船體引進到世界各地。分布於非洲、大洋洲、太平洋地區、歐洲、北美和南美等地(Begin and Scheibling, 2003)。在大葉藻追求穩定基底時，常把貝殼牡蠣、扇貝與文蛤當家，附著成株阻礙貝類移動與覓食，因此影響許多貝類社群，尤其是在西北大西洋海岸，已被記錄會改變底棲生物族群和棲息地造成嚴重的環境問題。

大葉藻的形態結構可能會增加沉積，一些大型無脊椎動物和魚類難以在此藻類之間移動生活；經濟與社會影響影響，在西北大西洋，地中海和紐西蘭，累積的大葉藻植群在沙灘上腐爛產生惡臭趕走遊客。長滿牡蠣苗床而將之窒息，防礙貝類開瓣，堵塞扇貝挖掘，並干擾蛤蜊採集工作，對水產養殖業造成嚴重的經濟問題，大葉藻亦污染

魚網，更換魚網或從貝類上清除藻類，會增加漁民收割和加工的勞力成本。藻類大量生長會污染碼頭樁，繩索和海灘與沿海地區，因而減少了市民使用。為管理此問題，Trowbridge (1999)建議使用機械清除技術，如拖網，砍筏，抽吸，可暫時減少密度，但族群會迅速回升。經由檢疫措施和公眾教育是防止大葉藻擴散唯一的途徑。

### 6. 鏈狀裸甲藻 (Gymnodinium catenatum)

鏈狀裸甲藻原生於東北太平洋，加利福尼亞灣，墨西哥。主要生存於河口或溫暖海域中，如圖 6-16 所示。

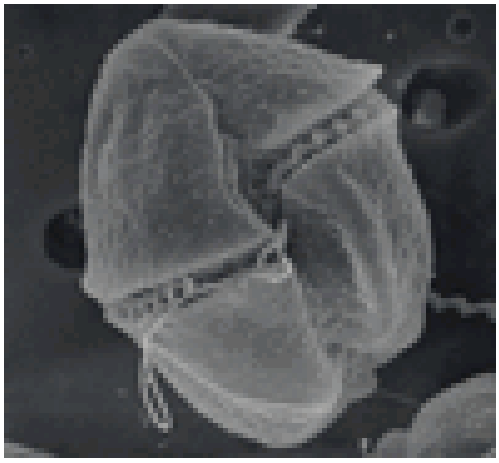


**圖 6-16　鏈狀裸甲藻**

鏈狀裸甲藻囊胞透過水產養殖或漁業活動入侵他地，或藉由船舶壓艙水轉移至另一新環境。已入侵澳洲、阿根廷、中國、歐洲、香港、日本、地中海、墨西哥、大西洋、西班牙、巴西、哥斯大黎加、古巴、義大利、南韓、北韓、紐西蘭、菲律賓、葡萄牙、新加坡、烏拉圭與委內瑞拉等地。對造成嚴重的死亡事件，在非洲外海與加州造成赤潮，產生麻痺性貝毒造成至少 100 起死亡事件。在馬薩特蘭，格雷羅和瓦哈卡，導致 460 人中毒，有 32 人死亡(Band-Schmidt et al., 2004)。紐西蘭已被麻痺性貝毒污染的貝類毒素嚴重毒害，有 500 人因此住院治療，至少造成 20 人死亡。在經濟與社會影響方面，在日本，此種所引起的赤潮造成養殖魚貝類大量死亡，每年至少一億日元的損失(GEOHAB, http://www.geohab.info)，對野生和養殖貝類產業造成威脅，由於農場關

閉造成經濟損失。

為管理鏈狀裸甲藻，可使用物理方法，如高壓電、熱處理或紫外線照射已抑制其生長；在化學方法方面，雖其暴露在淡水 24 小時會破壞細胞但無法破壞活性，故使用硫酸銅當控制劑放入壓艙水中可殺死鏈狀裸甲藻，但此法過於昂貴，另可採用過氧化氫，防止囊胞發芽，亦可利用氯或次氯酸鈉限制其生長。

### 7. 大紅海藻 (*Polysiphonia brodiei*)

大紅海藻原生於北美、歐洲和北非。為初級生產者或自營生物。經由光合作用固定碳，製造自己的食物。為暗紅褐色的大型海藻，高度一般在 4 至 12 公分，有時可達到 40 公分，如圖 6-17 所示。許多柔軟、絲狀的分枝，每個分枝有很多分叉的細毛。有四個圓形或橢圓形孢子囊，呈螺旋形排列在四分孢子體上部分枝的末端。大紅海藻通常出現在緊鄰低潮線的亞潮間帶，也會拓殖到碼頭和塔門等木製結構物，和繩索、浮標和船隻等浮動結構物，或長在其他物種上面，如紫殼菜蛤。在澳大利亞，紐西蘭和美國加州，大多從港口環境採集到。



**圖 6-17　大紅海藻**

大紅海藻經由船舶引入到北美，澳大利亞，紐西蘭、日本和北美。在加州和紐西蘭，大紅海藻常被發現附著在速度慢的駁船等船隻的船體，也會污染繩索和浮標和港口結構。澳洲為此展開兩年的研究，分析其破壞性與入侵能力，了解其特性進行控制。

## 6.2 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫

因外來種的引入所造成的損害相當龐大，不僅威脅著全球生物多樣性，更造成當地物種棲息地的消失或食物鏈的改變。Hayes et al. (2003)建立篩選外來物種之準則，以建置可能藉由船舶入侵澳洲的外來物種資料庫，此準則依序為：(1) 須由船舶運輸此途徑傳入；(2) 此傳入途徑仍然存在，因早期的壓艙物為固體，如石塊、木材等，但目前已不存在，故只探討仍存在之傳播路徑；(3) 此外來物種須對環境與經濟造成傷害；(4) 須為本土所沒有文獻記錄之物種(可搜尋現有資料庫，或詢問專家)。

圖 6-18 為 Hayes et al. (2003)在澳洲公眾科學與工業研究機構(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO)海洋研究部門之研究結果。圖 6-18 列出可能入侵澳洲之潛在物種，並列出其可能的入侵途徑，然因每個入侵物種所牽連的途徑眾多，無法判斷哪種途徑最為重要，但在列出的 33 種可能入侵澳洲的外來物種，有 94%是由壓艙水所引入，45%是附著於船殼所引入。在圖 6-18 中，代號 S3 為藉由壓艙水此途徑所引入，共有 31 種物種由此途徑引入，其中有 7 種確定為由壓艙水所引入，24 種可能是經由壓艙水引入，而本計劃則針對由壓艙水引入之外來物種做研究。

### 1. 研究方法

因外來物種有害的定義難以界定，且種類繁多，外來物種對各種生存環境有不同的生活方式，對於其所造成的衝擊與移轉至臺中港後所造成的衝擊是否與文獻上一致，仍需長時間的觀察，且在蒐集相關資料方面，有時很難判斷外來物種是否可經由壓艙水或其他途徑所引入。因此，本項目擬參考 Hayes et al. (2003)之準則，為臺中港建置可能入侵臺中港之外來物種資料庫，資料庫之建立流程如圖 6-19 所示。研究方法為文獻歸納分析法，藉由蒐集可能經壓艙水引入的外來物種相關文獻或水質生態報告，找出並瞭解此外來物種造成的環境、經濟…

等損害，進一步蒐集國外文獻或生態報告，瞭解各種外來物種的情況，並著重於浮游動植物之外來物種。

Potential "next pest" species identified in this study and their known (▲) or possible (•) vectors

| Species | Phylum | S1 | S3 | F1 | F2 | C | IR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Dinophysis norvegica* | Alveolates (Dinoflagellata) | | ▲ | | | | |
| *Hydroides dianthus* | Annelida | • | • | | • | | |
| *Marenzelleria viridis* | Annelida | | • | | | | |
| *Liza ramada* | Chordata | | ▲ | | | | |
| *Neogobius melanostomus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | • |
| *Pagrus major* | Chordata | | | | | | |
| *Siganus rivulatus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | |
| *Tridentiger bifasciatus* | Chordata | | • | | | | |
| *Blackfordia virginica* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Maeotias marginata* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Ampelisca abdita* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Balanus eburneus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Callinectes sapidus* | Crustacea | • | • | | | | • |
| *Charybdis japonica* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Hemigrapsus penicillatus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Hemigrapsus sanguineus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Limulus polyphemus* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Nippoleucon hinumensis* | Crustacea | | • | | | | |
| *Pseudodiaptomus marinus* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Rhithropanopeus harrisi* | Crustacea | • | • | | • | | |
| *Tortanus dextrilobatus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Crepidula fornicata* | Mollusca | • | • | | ▲ | | |
| *Ensis directus* | Mollusca | | • | | | | |
| *Limnoperna fortunei* | Mollusca | | • | | | | ▲ |
| *Mya arenaria* | Mollusca | • | • | ▲ | • | | |
| *Perna perna* | Mollusca | ▲ | • | | • | | |
| *Perna viridis* | Mollusca | • | • | | | | |
| *Petricolaria pholadiformis* | Mollusca | | • | | ▲ | | |
| *Grateloupia doryphora* | Rhodophyta | • | • | | ▲ | | |
| *Womersleyella setacea* | Rhodophyta | • | | | | | • |
| *Chaetoceros concavicornis* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Chaetoceros convolutus* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Pseudo-nitzschia seriata* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |

Vector categories: accidental with vessel fouling (S1); accidental with ballast water (S3); deliberate translocations of fish and shellfish to establish or support a new fishery (F1); accidental with deliberate translocations of fish and shellfish (F2); natural range expansion through man-made canals (C); deliberate and accidental release by individuals, such as aquarium discards (IR).

**圖 6-18　可能侵襲澳洲之外來物種(Hayes et al. 2003)**

由圖 6-19 可知，本研究主要從國內外文獻、國內外港域水質生態報告著手，之後在篩選準則方面，先確定此外來物種由船舶運輸傳入，並了解此外來物種須對環境與經濟造成傷害，最後依據文獻了解此外來物種是否曾出現入港船舶的上一港，最後列出可能入侵臺中港區的外來物種的名稱、國家、地點與造成的衝擊等。

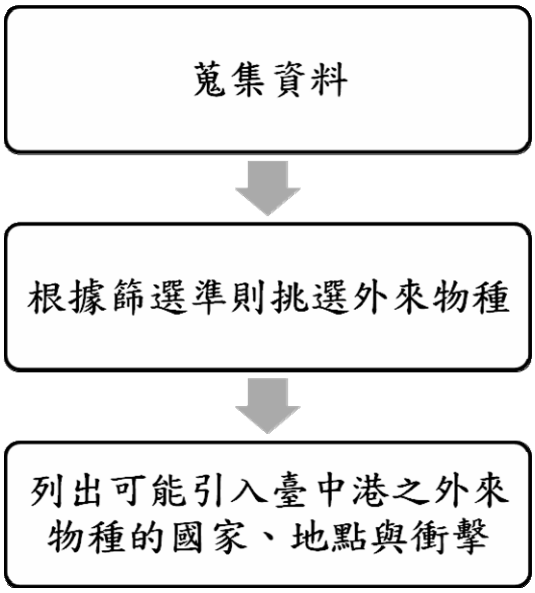



**圖 6-19　初步建置資料庫流程**

**2. 研究限制**

外來物種種類繁多，公約本身亦未對外來種做詳細之定義，然而公約中曾以舉例方指出藻類為易藉由壓艙水侵襲之外來種，且有害藻之入侵易造成重大環境影響，而藻類之生態資料亦相對較容易收集，故本研究主要著重於浮游動植物。其他之研究現制包括在文獻或報告難以判斷外來物種是否經由壓艙水或其他途徑所引入，而所蒐集之報告亦僅限中文與英文文獻；外來物種有害的定義難以界定，因外來物種對各種生存環境有不同的生活方式，對於外來物種在上一港所造成的衝擊與移轉至臺中港後是否有相同的影響，仍需長時間觀察。

## 6.3 資料庫建置

本研究根據 Hayes et al.(2003)篩選準則，篩選出如表 6-8 可能入侵之藻類，依照國家與地點分類。本表主要著重於亞洲爆發過藻華事件之地區，如日本、韓國、中國與菲律賓。

## 表 6-8　可能入侵臺灣之外來物種

| 國家 | 地點 | 港口 | 物種 | 時間 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|---|---|
| 日本 | 北浦灣、宮崎縣 | 宮崎港 | *Alexandrium catenella* | 1982 | Ogata and Kodama(1986) |
| | 播磨，瀨戶內海 | 佐伯港、中津、神田、門司、吳港、廣島、松山、秋津、新居濱、福山、大分港 | *Chattonella antiqua with fibrocapsa japonica* | 1987 | Okaichi(1989) |
| | 橫濱港 | 橫濱港 | *Cochlodinium sp.* | 1910-1911 | Taylor(1964) |
| | 宇和島灣 | 宇和島港 | *Gonyaulax polygramma* | 1994 | Koizumi et al. (1996) |
| | 鹿兒島灣 | 山川港、鹿兒島港 | *Gymnodinium sp.* | 1984 | Onoue et al. (1985) |
| | 瀨戶內海 | 佐伯港、中津、神田、門司、吳港、廣島、松山、秋津、新居濱、福山、大分港 | | 1985 | Okaichi(1989) |
| | 大亞灣 | | *Gymnodinium mikimotoi* | 1992 | (Koizumi et al., 1996) |
| | 福岡灣，福岡縣 | 博多、福滿、福岡 | *Heterocapsa circularisquama* | 1989 | Yamamoto and Tanaka (1990) |
| | 廣島灣 | 廣島、吳港 | | 1995, 1998 | Matsuyama et al. (1997), Matusyama(1999) |
| | 英虞灣 | 鳥羽港、松阪港 | | 2005 | (Miyazaki et al., 2005) |
| | 鹿兒島灣 | 山川港、鹿兒島港 | *Heterosigma akashiwo* | 1995 | (Khan et al., 1997) |
| | 長崎 | 長崎港、茂木港 | | 2006 | (Alamsjah et al., 2007 ) |
| | 日本內海、西日本 | | *Karenia digitata* | 1997 | Yang et al. (2000) |
| | 相模灣 | 千葉、橫濱、船橋、君津 | *Noctiluca scintillans* | 2004 | (Miyaguchi et al., 2006) |
| | 鹿兒島 | 山川港、鹿兒島港 | *Scrippsiella trochoidea* | 1995 | Khan et al. (1996) |
| | 廣島灣 | 廣島、吳港 | *Skeletonema costatum, Chaetoceros spp., Thalassiosira spp.* | 1990-1990 | (Itakura et al., 1997) |
| | 城ヶ島 | | *Skeletonema costatum, Prorocentrum minimum* | 1994 | (Kado and Kim, 1996) |

| 國家 | 地點 | 港口 | 物種 | 時間 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|---|---|
| 韓國 | Gamak Bay | | *Skeletonema costatum, Heterosigma akashiwo, Prorocentrum sp., Chaetoceros sp., Cochlodinium polykrikoides* | 1999-2006 | (Lee and Kim, 2008) |
| | 鎮海灣 | 馬山、釜山新港 | *Skeletonema costatum, Heterosigma akashiwo, Prorocentrum sp., Cochlodinium polykrikoides, Gymnodinium sp.* | 1999-2003 | |
| | | | *Chaetoceros spp., Leptocylindrus danicus, Pseudonitzschia pungens , Alexandrium spp., Chroomonas sp.* | 2002-2003 | (Kim et al., 2007) |
| | Miruk Island | | *Cochlodinium* | 2002 | (Lee et al., 2008) |
| | 鎮海灣 | 馬山、釜山新港 | *Gymnodinium sp.* | 1981 | Kim(1998) |
| | 南海 | | | 1992 | Kim et al. (1995) |
| | 丹東灣 | | *Polykrikoides* | 1988 | Kim(1998) |
| 中國 | 香港南丫島 | 香港 | *Dactyliosolen fragilissimus, Chaetoceros spp., Leptocylindrus danicus, Skeletonema costatum* | 2000 | (Lee et al., 2005) |
| | 香港吉澳 | | *Gonyaulax polygramma* | 2001 | |
| | 渤海 | 大連、天津、煙台、秦皇島 | *Prorocentrum minimum* | 1977 | Tseng et al. (1993) |
| | | | *Ceratium furca* | 1998 | (Wei et al., 2004) |
| | 渤海，長江河口 珠江河口 | 大連、天津、煙台、秦皇島、南通、鎮江、常熟 | *Gymnodrium sp., Noctiluca scintillans, Prorocentrum triestinum, Skeletonema costatum, Peridinium sp., Gyrodinium sp.* | 1999-2000 | |
| | 南中國海 | | *Phaeocystis cf. globosa* | 2002 | |
| | 珠江河口 | | *Gymnodinium cf. catenatum* | 1998 | (Tang et al., 2003) |

| 國家 | 地點 | 港口 | 物種 | 時間 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 中國 | | *Asterionella japonica, Protoperidinium quinquecorne, Scrippsiella trochoidea, Peridinium quinquecorn, Leptocylindrus danicus* | 1999-2004 | (Yu et al., 2007) |
| | | | *Rhizosolenia fragillissima, Chattonella marina, Scrippsiella trochoidea, Trichodesmium erythraeum* | | |
| | 南鹿列島 | | *Prorocentrum dentatum, Biddulphia aurita* | 2002-2004 | (姚等人，2006) |
| | 洞頭列島 | | *Skeletonema costatum, Prorocentrum mininum, Gymnodinium mikimotoi* | | |
| | 福建 | 廈門、福州、寧德、漳州、泉州、秀嶼 | *Cochlodinium sp.* | 1990 | Qi et al. (1993) |
| | 黃華 | 黃埔、南沙 | *Gymnodinium sp.* | 1989 | Xu et al .(1993) |
| | 南中國與香港 | 香港 | *Gymnodinium mikimotoi and Gymnodinium sp.* | 1998 | Yang and Hodgkiss (1999), Dickman(2000) |
| | 香港 | | *Gyrodinium sp.* | 1998 | (Lu and Hodgkiss1, 2008) |
| | | | *Karenia digitata* | 1997 | Yang et al. (2000) |
| | | | *Noctiluca scintillans* | 1992 | Ho and Hodgkiss(1992) |
| | 河北省 | | | 1989-1990 | Fengqi(1990), Chen and Gu(1993), Qi et al. (1993b) |
| | 舟山群島，浙江 | 浙江、南通、張家港、常熟 | *Prorocentrum sp.* | 2000 | ICES(2001) |

| 國家 | 地點 | 港口 | 物種 | 時間 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 福建與廣東省 | 廈門、福州、寧德、漳州、泉州、秀嶼、鹽田、赤灣、蛇口、汕頭、惠州、虎門、珠海、黃埔、廣州、媽灣、南沙 | *Phaeocystis globosa* | 1997 | Lu and Huang(1999) |
| | 山東 | | *Prymnsium parvum* | 1988-1990 | Yang et al.(1993) |
| | 天津 | 天津港 | *Prymnesium saltans* | 1983-1986 | Wang and Wang (1992), Edvardsen and Paasch(1998) |
| 菲律賓 | 呂宋島 -(Bolinao) | Bolinao 港 | *Prorocentrum minimum* | 2002 | (Diego-McGlone et al., 2008; Azanza et al., 2005) |

表 6-8 整理出曾爆發藻華之地區亦為我國入港船舶上一港常造訪之港口。根據表 6-8 之物種，整理出物種種類，表 6-9 列出上述物種已出現在由中研院生物多樣性研究中心所設立的臺灣物種名錄中之物種種類與名稱，在 38 種物種中，有 12 種物種已登記入臺灣物種名錄中，此 12 種物種中，矽藻門有兩隻，甲藻門與褐藻門各有四隻，隱藻門與藍菌門各一隻。其中甲藻門的 *Gyrodinium sp.*會產生麻痺性貝毒對人體造成危害。

**表 6-9　已存在於臺灣之物種**

| 物種 | 門 | 名稱 |
|---|---|---|
| *Asterionella japonica* | Bacillariophyta 矽藻門 | 日本星杆藻 |
| *Biddulphia aurita* | Bacillariophyta 矽藻門 | 長耳盒形藻 |
| *Ceratium furca* | Dinophyta 甲藻門 | 叉角藻 |
| *Chaetoceros sp.* | Ochrophyta 褐藻門 | |
| *Chroomonas sp.* | Cryptophyta 隱藻門 | |
| *Gyrodinium sp.* | Dinophyta 甲藻門 | |
| *Leptocylindrus danicus* | Ochrophyta 褐藻門 | 丹麥細柱藻 |
| *Noctiluca scintillans* | Dinophyta 甲藻門 | 夜光藻 |
| *Prorocentrum triestinum* | Dinophyta 甲藻門 | 三葉原甲藻 |
| *Skeletonema costatum* | Ochrophyta 褐藻門 | 中肋骨條藻 |
| *Thalassiosira spp.* | Ochrophyta 褐藻門 | |
| *Trichodesmium erythraeum* | Cyanobacteria 藍菌門 | 紅海束毛藻 |

表 6-10 列出未列入臺灣物種名錄，但已在周遭國家造成危害之物種，共有 26 種。其中，*Alexandrium catenella*、*Gymnodinium catenatum* 與 *Gymnodinium sp.*含有麻痺性貝毒，*Prorocentrum sp.*含有腹瀉性貝毒，這些含有毒性之藻類若進入魚類或人體體內，會造成中毒嚴重者將致死，故應對此類物種加以防範追蹤。

**表 6-10　可能入侵臺灣之物種**

| 物種 | 門 |
|---|---|
| *Alexandrium catenella* | Pyrrophycophyta |
| *Chattonella antiqua* | Ochrophyta |
| *Chattonella marina* | Ochrophyta |
| *Cochlodinium* | Myzozoa |
| *Cochlodinium polykrikoides* | Myzozoa |
| *Cochlodinium sp.* | Dinophyta |
| *Gonyaulax polygramma* | Dinophyta |
| *Dactyliosolen fragilissimus* | Bacillariophyta |
| *Fibrocapsa japonica* | Ochrophyta |
| *Gymnodinium catenatum* | Myzozoa |
| *Gymnodinium mikimotoi* | Dinophyta |
| *Gymnodinium sp.* | Dinoflagellata |
| *Heterocapsa circularisquama* | Dinophyta |
| *Heterosigma akashiwo* | Ochrophyta |
| *Karenia digitata* | Dinophyta |
| *Peridinium sp.* | Dinophyta |
| *Phaeocystis globosa* | Haptophyta |
| *Polykrikoides* | Dinophyta |
| *Prorocentrum dentatum* | Dinophyta |
| *Prorocentrum sp.* | Dinophyta |
| *Protoperidinium quinquecorne* | Dinophyta |
| *Prymnesium saltans* | Haptophyta |
| *Prymnesium parvum* | Haptophyta |
| *Pseudonitzschia pungens* | Bacillariophyta |
| *Rhizosolenia fragillissima* | Ochrophyta |
| *Scrippsiella trochoidea* | Dinophyta |

亞洲鄰近國家，如日本、韓國，藻華爆發事件亦頻傳，圖 6-20 顯示有毒渦鞭毛藻在日本與韓國分布情況，由圖可知，此四種有毒渦鞭毛藻遍佈日韓兩國，*Alexandrium tamarense* 主要分布於日本北部，*A. catenella* 主要分布日本南部，*Gymnodinium catenatum* 則位於瀨戶內海與八代海 (Fukuyo 1985, Matsuoka & Fukuyo 1994)。*A. tamarense* 於 1986 年首見於韓國 (Park 1991)，1992 年 Hallegraeff 與 Bolch 確認 *G. catenatum* 囊胞透過壓艙水傳入韓國，1995 年 Kim 等人亦確定 *G. catenatum* 囊胞入侵鎮海灣。壓艙水夾帶有毒渦鞭毛藻在日韓海灣，有毒藻華常爆發於早春至仲夏 (三月到六月)而後秋天 (九月至十一月)又再度爆發 (Ogata et al. 1986, Fukuyo 1985)，但每年藻爆發的地域廣度視水溫與降雨而定。

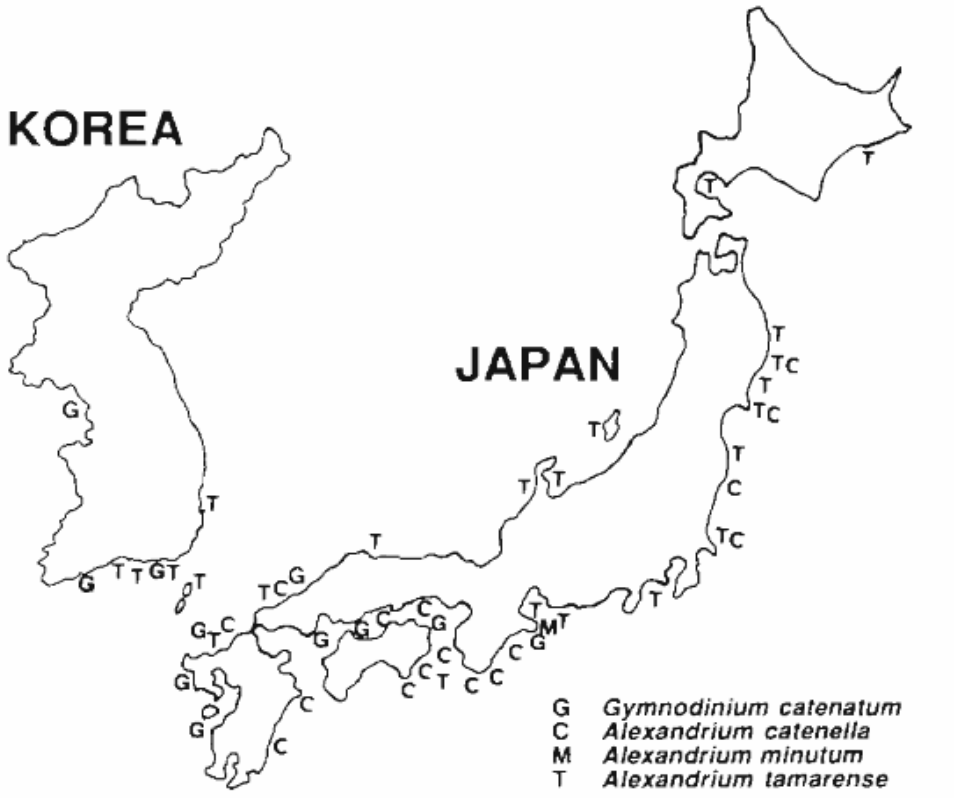



**圖 6-20　有毒渦鞭毛藻在日本與韓國分布情形**

澳洲方面，Hallegraeff and Bolch 於 1992 年調查 343 艘貨輪發現，65%的船舶壓載艙攜帶沉澱物，在這些沉澱物中有 50%含有渦鞭毛藻的囊胞，5%含有有毒渦鞭毛藻囊胞。且在已知的 80 種渦鞭毛藻中，有

53 種類群在沉澱物中被偵測到，有 20 種成功的發芽成長。其中，*G. catenatum* 與 *A. catenella* 被列為可能入侵臺灣之物種，而 *A. tamarense* 早已列入臺灣物種名錄中。*A. catenella*、*A. tamarense* 與 *G. catenatum* 此三種物種已被證實出現於澳洲壓艙水中。圖 6-21 列出已被船舶壓艙水引入有毒渦鞭毛藻的澳洲港口，圖 6-22 列出有毒渦鞭毛藻已繁殖之港口。在壓載的過程中囊胞可能已被埋入沉澱物中，這些囊胞可能在 10 至 20 年後開始萌芽成長。一旦有機體產生新階段的囊胞將有可能繁衍至別的水體且無法消除。如 *G. catenatum* 在 1972 年引入 Tasmania，花八年時間才爆發藻華並拓展至新環境生存 (Hallegraeff et al. 1991)。船舶壓艙水將外來物種引入後，藉由沿岸流與國內運輸散佈，並在合適的環境下生長爆發藻華衝擊養殖漁業。

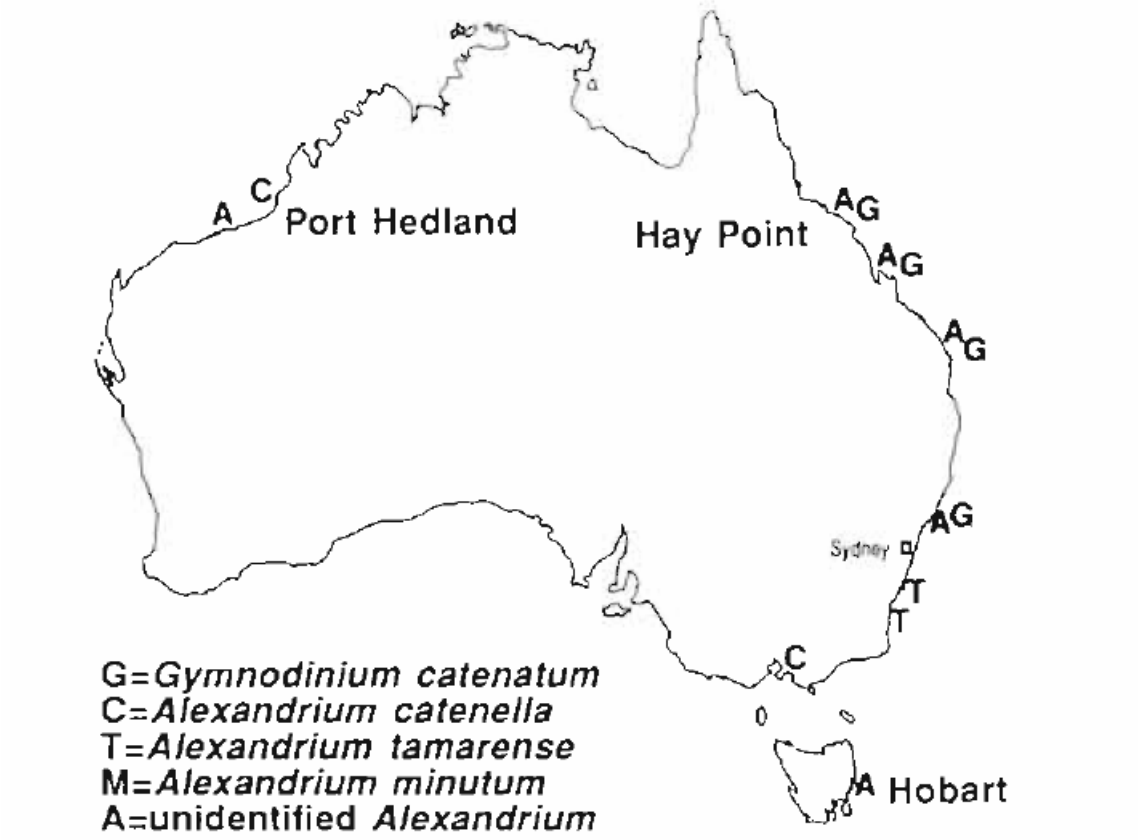



**圖 6-21　1987 年至 1995 年排放的壓艙水中含有毒渦鞭毛藻之港口**

在澳洲研究方面，瀏覽上百種物種，但只有 33 種物種符合挑選準則，根據研究分析，33 種物種中超過一半以上之物種造成多樣的衝擊，最主要的潛在衝擊為限制當地物種可使用的自然資源、漁獲量減少、衝擊生態、改變食物網等。

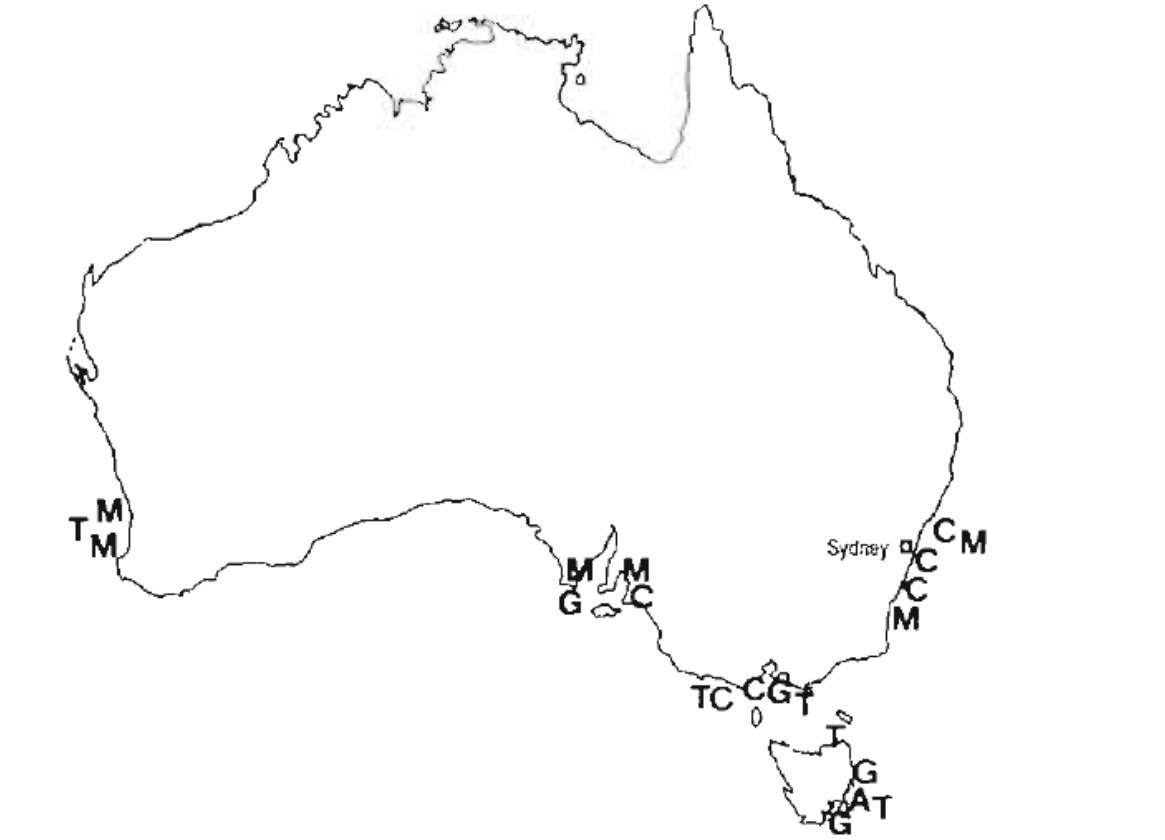



**圖 6-22　有毒渦鞭毛藻已繁殖之港口**

而本研究根據挑選準則所挑選出之 26 種可能入侵臺灣海域的物種，除被限制在英文文獻上外，各國對外來物種入侵的研究資料亦不齊全。表 6-10 所列出之物種雖在亞洲地區造成藻華，但若入侵臺灣是否會造成相同的衝擊或是更為嚴重，仍需時間觀察。雖然有些物種未列上名單，或在亞洲國家造成藻華，但仍有可能入侵臺灣海域。且此列表中之物種可能已有入侵臺灣之物種只是尚未被發現，或未被記錄至臺灣物種名錄中。

# 第七章　船舶風險分析與建立港口國管制程序

根據「鄰港水質環境調查研究(2/4)」(蔡等，2011)採用環境相似度法，比對全球各來源港口與臺中港海域內溫度與鹽度之相似程度，以相似程度之高低區分吻合之國家海域或港口，並加入航程分析，藉以了解距離對外來種存活的影響，距離越短則外來生物在壓載艙內尚未因環境條件改變而死亡之際即被排出，若環境條件與原有地區相似則有可能存活，故侵襲下一港之風險極高。經風險評估，分析上一港與臺中港之間的溫度、鹽度與航程三種因素，發現此五年間造訪臺中港的船舶中，中國香港為極度風險區港口之首。上述分析法的溫度與鹽度採用 2009-2010 勞氏港口指南內之港口海水密度，並經過轉換將港口分類，在此法中資料較粗略，且在轉換過程可能有些為誤差。本項目將採用群集分析法，先蒐集長期觀測資料，此資料由海上觀測站測量而得，較港口指南精確，利用此資料更進一步將被評為極度風險之港口做分類。

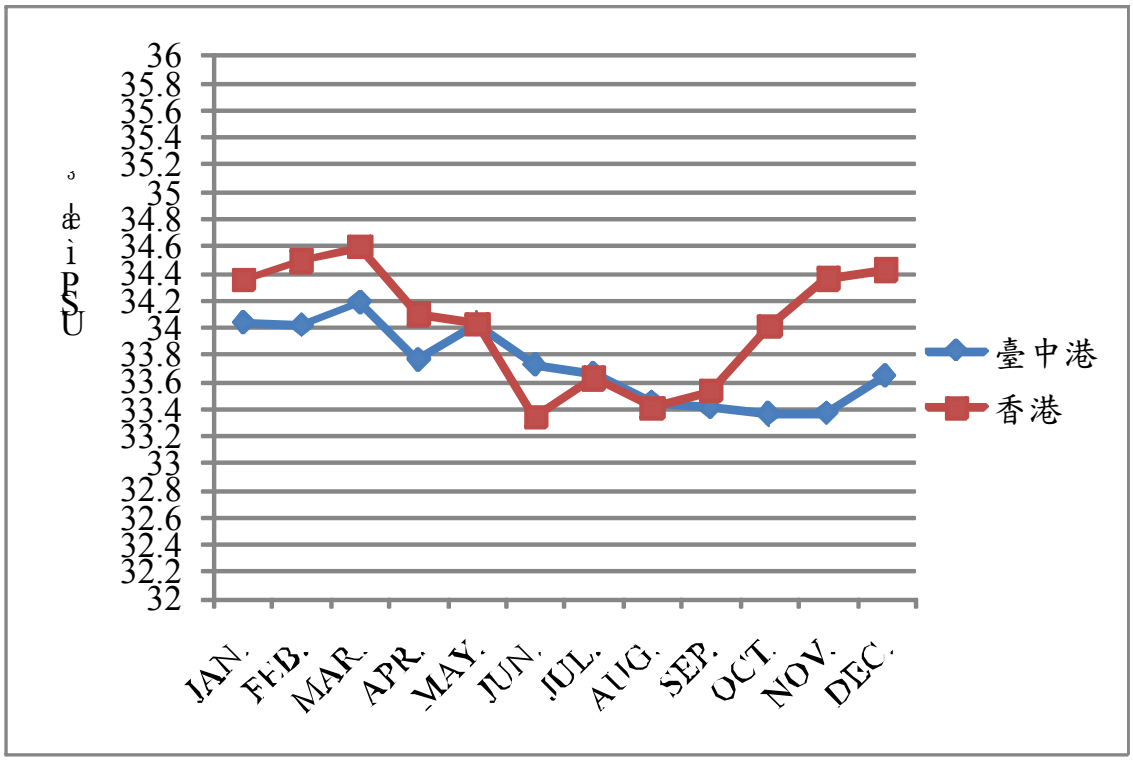
## 7.1 溫鹽資料蒐集與研究方法

本項目擬以美國海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)中的國家海洋資料中心(National Oceanographic Data Center, NODC)，蒐集各經緯度溫度與鹽度的長期觀測資料。資料內容包含經緯度、水深、各月份的溫度與鹽度…等，每個月皆有 41,458 個觀測點，依據這些觀測資料，採群集分析法，更可精確的分析各港口溫度、鹽度與臺中港相似的程度，但因有些觀測點並非位於港口，故選取較接近港口之觀測點資料以代表港口溫鹽值。群集分析依據所輸入的資料計算樣本間某些變項的距離，再依估算出來的距離將樣本分類。本項目採用群集分析(Cluster Analysis)中的階層分析法(Hierarchical Clustering Procedure)，將所輸入的樣本距離相近者集成一群，直到所有樣本整合成相同的一群為止，在形成群組過程中，樣本一旦分組，就不再脫離該組。

本計畫以臺中港與往來次數頻繁的香港為例，列出 NOAA 採樣點所得到之溫度與鹽度數據。表 7-1 列出臺中港與香港兩港經緯度與 NOAA 採樣點之經緯度，由表可知，實際港口位置與採樣點有些微差距，在緯度方面，NOAA 每一緯度即放一採樣點，在經度方面大致上亦為每一經度放一採樣點，但有些位置並未放置採樣點，故在經度方面距離稍遠。圖 7-1 與圖 7-2 繪出臺中港與香港鹽度與溫度變化，在鹽度方面，兩港變化不大，大多介於 33 至 34 之間，在溫度方面，我國緯度較高，故溫度較香港低 2 至 3 度左右，十月份之資料因檔案毀損故無此資料，在進行統計分析時會將此月份與以剔除。

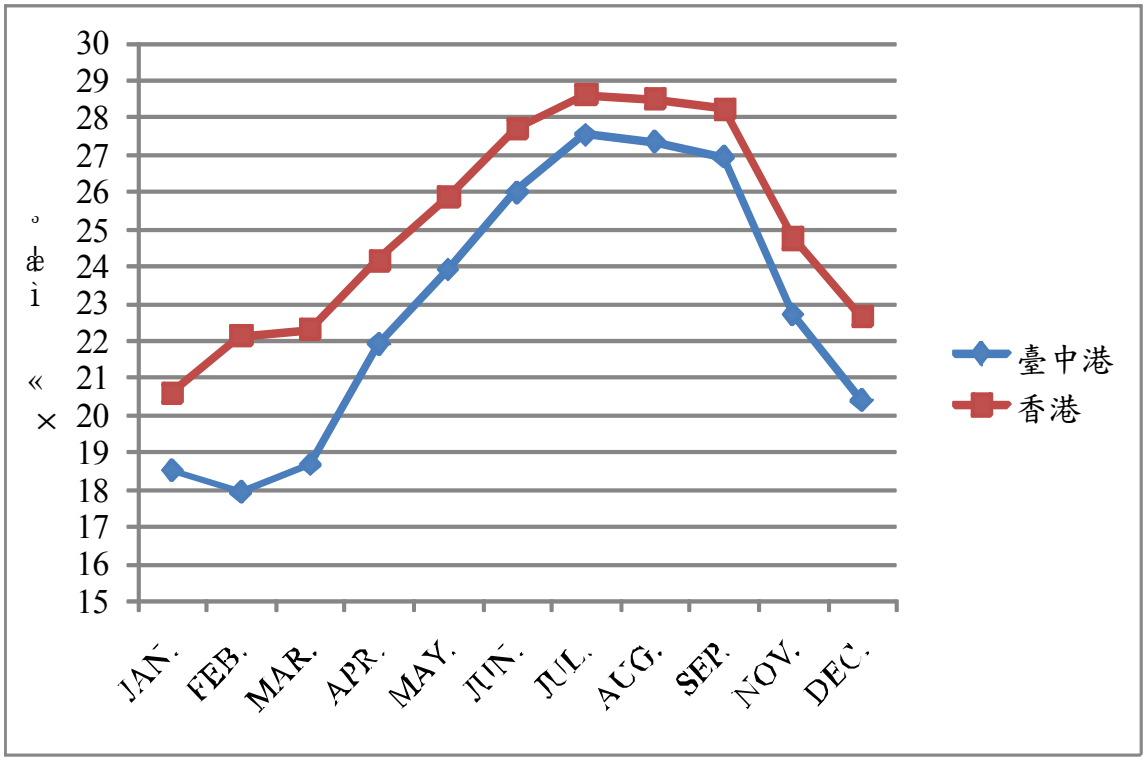
**表 7-1　港口經緯度**

| 國家 | 港口 | 緯度 | 經度 | 採樣緯度 | 採樣經度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 台灣 | TAICHUNG 臺中港 | 24.33N | 120.57E | 24.5N | 119.5E |
| 中國 | HONG KONG 香港 | 22.3N | 114.25E | 22.5N | 116.5E |




資料來源：http://www.nodc.noaa.gov/

**圖 7-1　臺中港與香港鹽度**




資料來源：http://www.nodc.noaa.gov/

**圖 7-2　臺中港與香港溫度**

進行群集分析前，加上臺中港共有 101 個港口，溫度與鹽度資料較龐大，故先採用因素分析法尋找出一組最能解釋變數的之間的共變關係的共同因素。因素分析 (Factor Analysis)在尋找一組最能解釋測量變數之間共變關係的共同因素，並且能夠估計每一個測量變數受到測量誤差影響的程度。因素分析所處理的是觀察變項之間的共變，亦即利用數學原理抽離一組觀察變項之間的共同變異成份，然後利用此共同成分反推觀察變數與此共同部分的關係。為了解一組測量變數適不適合進行因素分析，測量變數背後是否具有潛在構念，可檢視測量變數的相關情形。利用淨相關矩陣判斷變數之間是否具有高度關聯，當測量變數的兩兩相關在控制其他觀察變數所求得的淨相關矩陣(partial correlation)，表示各變項之間有明顯的共同因素，若淨相關矩陣有多數係數偏高，表示變數間關係不大不容易找到有意義的因素。淨相關矩陣的對角線為取樣適切性量數 (measures of sampling adequacy, MSA)，為該測量變數有關的所有相關係數與淨相關係數的比較值，該係數越大，表示相關情形良好，各量測變數的取樣適切性量數係數平

均後即為 KMO 量數 (Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy)，KMO 量數判斷原理如表 7-2，若 KMO 統計量 0.90 以上，表示應用因素分析為極佳，若 KMO 統計量 0.80 以上，表示良好，若 KMO 統計量 0.50 以下則表示無法接受採用因素分析法。

因素個數的決定以陡坡檢定法 (scree test)檢定，使用相對數量的比較，將每一因素依其特徵值排列，特徵質逐漸遞減，當因素的特徵值逐漸接近沒有變化時，代表特殊的因素已無法被抽離出來，當特徵值急劇增加時，代表有重要因素出現，亦即特徵值曲線變陡之時決定因素個數。

在因素分析最主要之步驟為基於主成分分析利用矩陣原理，在特定條件下對測量變數的相關矩陣進行對角轉換，使測量變數相關矩陣可縮減為一組直交的對角線特徵質矩陣，矩陣對角線上的向量稱為特徵值，代表各測量變數的線性整合分數的變異量，特徵值越大表該線性整合分數具有較大的變異量，又稱為解釋變異量 (explained variance)。所抽取的因素經轉換後使因素或成分具有清楚的區隔，能夠反映特定的意義，稱為轉軸。轉軸的目的在釐清因素與因素之間的關係，在轉軸後擴大的差異性與結構性。

**表 7-2　KMO 統計量判斷原理**

| KMO 統計量 | 因素分析適合性 |
|---|---|
| 0.90 以上 | 極佳的 |
| 0.80 以上 | 良好的 |
| 0.70 以上 | 中度的 |
| 0.60 以上 | 平庸的 |
| 0.50 以上 | 可悲的 |
| 0.50 以下 | 無法接受 |

群集分析將個體分為有意義的群組，目的是依據個體間的相似性將樣本分成幾群互相沒有交集的群組，同群組內個體相似性高，不同群組的個體相似性低。群集分析有主要兩大型式：分層法 (Hierarchical)與非分層 (Nonhierarchical)，而結合兩種方法者為兩階段法。分層法又

分為凝聚分層法 (Agglomerative)與分離分層法 (Divisive)，本計畫使用凝聚分層法，一開始為每一個體各為一群，最近的兩個體合成一群，依次結合使群組越來越少，最後所有個體結成一群，而分離分層法則開始時所有個體為一群，然後分為兩群、三群，直到每一個體為獨立一群為止，方向與凝聚分層法相法，此法較少使用。分群原理為群內差異小，群間差異大，因此需量化為指標即為距離，本計畫使用歐氏距離平方 (Squared Euclidean Distance)多維空間兩點的幾何距離為依據做分析，公式如下：

$$d(x,y)=\sum_{i=1}^{p}(x_i-y_i)^2 \quad \text{.....(7-1)}$$

## 7.2 群集分析

本計畫先以溫度與鹽度篩選出極度風險之港口共 100 個，與臺中港做群集分析，如表 7-3 所示，此 100 個港口位於中國、日本、南韓、巴西、南非、美國、埃及、紐西蘭、智利與澳洲等國。表 7-4 依國家分類，列出此 100 個港口之名稱。並使用從國家海洋資料中心所蒐集溫度與鹽度之觀測資料，進一步將所有港口分組，藉此方法挑選出環境與臺中港更相似之港口，以利後續之風險管理。

經溫度與鹽度篩選，從此 100 個極度風險之港口來訪之船舶數，如表 7-5 所示，以 94 年為例，原本有 5,697 艘次 (1,419 艘數)，經篩選後從極度風險港口來之船舶艘次為 1,706 (445 艘數)。高風險港口名稱詳見附錄六。

## 表 7-3　臺中港各國港口風險區分

| 風險等級 | 高風險區(6) | 中度風險區(5) | 低風險區(<5) |
|---|---|---|---|
| 總港口數 | 100 | 125 | 61 |
| 國家及港口數 | 中國 19<br>日本 50<br>南韓 9<br>巴西 1<br>南非 5<br>美國 2<br>埃及 1<br>紐西蘭 1<br>智利 1<br>澳洲 11 | 中國 22<br>日本 10<br>南韓 5<br>印尼 11<br>俄羅斯 5<br>馬來西亞 8<br>越南 5<br>澳洲 9<br>菲律賓 13<br>北韓 4<br>巴西 2<br>巴基斯坦 1<br>以色列 2<br>尼加拉瓜 1<br>印度 4<br>西班牙 1<br>沙烏地阿拉伯 1<br>孟加拉 1<br>阿根廷 1<br>柬埔寨 1<br>美國 5<br>泰國 7<br>紐西蘭 4<br>伊朗 1<br>新加坡 1 | 中國 3<br>日本 11<br>南韓 1<br>印尼 6<br>俄羅斯 1<br>紐西蘭 1<br>馬來西亞 5<br>越南 1<br>澳洲 2<br>巴西 2<br>巴拿馬 2<br>加拿大 1<br>印度 1<br>沙烏地阿拉伯 3<br>阿拉伯聯合大公國 1<br>科威特 1<br>美國 10<br>英國 1<br>埃及 1<br>烏克蘭 1<br>荷蘭 1<br>斐濟 1<br>獅子山 1<br>德國 1<br>緬甸 1<br>巴布亞新幾內亞 1 |

## 表 7-4　高風險區港口

| 國家 | 港口 | 國家 | 港口 | 國家 | 港口 |
|---|---|---|---|---|---|
| 臺灣 | TAICHUNG 臺中港 | 日本 | KUDAMATSU 下松 | 中國 | YANTIAN 廣東鹽田 |
| 日本 | CHIBA 千葉 | 日本 | HIROSHIMA 廣島 | 澳洲 | BUNBURY 本伯利 |
| 日本 | CHITA 知多 | 日本 | NAHA 那霸 | 澳洲 | KWINANA 卡那那 |
| 日本 | FUNABASHI 船橋 | 日本 | HIROHATA 喜若哈達 | 澳洲 | NEWCASTLE 紐塞 |
| 日本 | HIGASHIHARIMA 東播島 | 日本 | KANOKAWA 卡漏卡瓦 | 澳洲 | PORT ADELAID 阿得雷得港 |
| 日本 | HIBIKINADA 喜必 | 日本 | SHIMIZU 清水 | 澳洲 | BRISBANE 布里斯本 |
| 日本 | ATSUMI 寇見 | 日本 | KAGOGAWA 加古川 | 澳洲 | GERALDTON 基拉頓 |
| 日本 | KAINAN 開南 | 日本 | TOBATA 戶沺 | 澳洲 | PORT KEMBLA 坎布拉港 |
| 日本 | KANDA 神田 | 日本 | SAGANOSEKI 佐賀關 | 澳洲 | SHARK BAY 鯊灣 |
| 日本 | KAWASAKI 川崎 | 日本 | WAKAMATSU 若松港 | 澳洲 | WHYALLA 懷亞力 |
| 日本 | KOBE 神戶 | 日本 | MATSUYAMA 松山 | 澳洲 | FREMANTLE 佛利曼特 |
| 日本 | KOKURA 小倉 | 日本 | AMAGASAKI 尼崎 | 澳洲 | SYDNEY 雪梨 |
| 日本 | KURE 吳港 | 日本 | SENDAI 川內 | 南韓 | BUSAN 釜山 |
| 日本 | MOJI 門司 | 日本 | MISHIMA 米西瑪 | 南韓 | JEJU 濟州 |
| 日本 | OSAKA,大阪 | 日本 | NAOSHIMA 內西瑪 | 南韓 | KWANGYANG 光陽 |
| 日本 | NAGASAKI,長崎 | 日本 | HIKARI 光 | 南韓 | YEOSU 麗水 |
| 日本 | NAGOYA 名古屋 | 中國 | HONG KONG 香港 | 南韓 | MASAN 馬山 |
| 日本 | OITA 大分港 | 中國 | MACAO 澳門 | 南韓 | ONSAN 昂三 |
| 日本 | SAKAI 界(阪井) | 中國 | FUZHOU 福建福州 | 南韓 | ULSAN 蔚山 |
| 日本 | TOYOHASHI 托約哈 | 中國 | GUANGZHOU 廣東廣州 | 南韓 | WANDO 文度 |
| 日本 | TOKYO 東京 | 中國 | XIAMEN 福建廈門 | 南韓 | SAMCHONPO 三千浦 |
| 日本 | TSUKUMI 津久見 | 中國 | CHIWAN 廣東赤灣 | 紐西蘭 | TAURANGA 陶蘭加 |
| 日本 | YOKOHAMA 橫濱 | 中國 | SHANTOU 廣東汕頭 | 南非 | CAPETOWN 開普敦 |
| 日本 | ABOSHI 阿布希 | 中國 | XIUYU 福建秀嶼 | 南非 | RICHARDS BAY 理查灣 |
| 日本 | NIIHAMA 新居濱港 | 中國 | ZHANGZHOU 福建漳州 | 南非 | SALDANHA BAY 沙丹亞灣 |
| 日本 | KIMITSU 齊米粗 | 中國 | ZHOUSHAN 浙江舟山 | 南非 | DURBAN 德班 |
| 日本 | MIIKE 三池港 | 中國 | ZHUHAI 廣東珠海 | 南非 | EAST LONDON 東倫敦 |
| 日本 | MIZUSHIM 水島灘 | 中國 | WENZHOU 浙江溫州 | 美國 | LOS ANGELES 洛杉磯 |
| 日本 | HAKATA 博多 | 中國 | SHEKOU 廣東蛇口 | 美國 | LONG BEACH 長堤 |
| 日本 | SAKAISENBOKU 森布庫 | 中國 | QZHOU 福建泉州 | 智利 | VALPARAISO 法耳巴拉索 |
| 日本 | TOKUYAMA 德山 | 中國 | HUANGPU 廣東黃埔 | 埃及 | PORT SAID 塞得港 |
| 日本 | KAGOSHIM 鹿兒島 | 中國 | HUIZHOU 廣東惠州 | 巴西 | RIO DE JANEIRO, RJ 里熱內盧約 |
| 日本 | FUKUYAMA 福山 | 中國 | NINGDE 福建寧德 | | |
| 日本 | SAKAIDE 撒給地 | 中國 | HUMEN 廣東虎門 | | |

**表 7-5　溫鹽分析篩選後艘次與艘數**

| 年度 | 原艘次、數 | | 溫鹽分析 | |
|---|---|---|---|---|
| | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 |
| 94 | 5,697 | 1,419 | 1,706 | 445 |
| 95 | 5,857 | 1,464 | 1,857 | 490 |
| 96 | 6,462 | 1,492 | 2,456 | 586 |
| 97 | 6,330 | 1,492 | 2,402 | 571 |
| 98 | 6,462 | 1,422 | 2,739 | 587 |

表 7-6 為 101 個港口的敘述統計表，表中 S 代表鹽度，S 一月代表一月份的鹽度，T 代表溫度，T 一月代表一月份溫度，其於以此類推。由表可知平均鹽度介於 33.51 至 34.71 之間，溫度則介於 17.35℃至 25.39℃之間。標準差 （Standard Deviation）為統計分佈程度 （statistical dispersion）的測量，反映組內個體間的離散程度，較大的標準差，代表大部分的數值和其平均值之間差異較大；一個較小的標準差，代表這些數值較接近平均值，其中鹽度與平均值較接近離散程度較小，而溫度離散程度較大。

表 7-7 為 KMO 與 Barlett 檢定，主要用來判定此樣本是否適合進行因素分析，KMO 取樣適切性檢定為 0.803，接近 1，球型檢定卡方值為 8051.958，達顯著，此樣本適合進行因素分析。表 7-8 顯示，此 101 個港口各月份溫度與鹽度的變異量被共同因素解釋的比例，共同性越高，表示該變項與其他變項可測量的共同特質越多，表示越有影響力，在表中，二月的鹽度與九月溫度最有影響力。

## 表 7-6　進一步溫鹽分析之敘述統計表

敘述統計

| | 平均數 | 標準差 | 分析個數 |
|---|---|---|---|
| S 一月 | 34.64 | .672 | 101 |
| S 二月 | 34.70 | .696 | 101 |
| S 三月 | 34.71 | .714 | 101 |
| S 四月 | 34.58 | .849 | 101 |
| S 五月 | 34.52 | .946 | 101 |
| S 六月 | 34.18 | 1.157 | 101 |
| S 七月 | 33.85 | 1.209 | 101 |
| S 八月 | 33.51 | 1.405 | 101 |
| S 九月 | 33.63 | 1.234 | 101 |
| S 十月 | 34.09 | .983 | 101 |
| S 十一月 | 34.35 | .884 | 101 |
| S 十二月 | 34.52 | .771 | 101 |
| T 一月 | 17.93 | 3.263 | 101 |
| T 二月 | 17.38 | 4.079 | 101 |
| T 三月 | 17.35 | 4.222 | 101 |
| T 四月 | 18.43 | 4.024 | 101 |
| T 五月 | 20.12 | 3.311 | 101 |
| T 六月 | 21.64 | 3.913 | 101 |
| T 七月 | 23.96 | 3.397 | 101 |
| T 八月 | 25.39 | 3.792 | 101 |
| T 九月 | 24.77 | 3.571 | 101 |
| T 十一月 | 21.30 | 2.320 | 101 |
| T 十二月 | 19.66 | 2.419 | 101 |

## 表 7-7　因素分析之 KMO 與 Barlett 檢定

KMO 與 Bartlett 檢定

| | | |
|---|---|---|
| Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數。 | | .803 |
| Bartlett 球形檢定 | 近似卡方分配 | 8051.958 |
| | 自由度 | 253 |
| | 顯著性 | .000 |

**表 7-8　各港口溫鹽的共同性**

共同性

| | 初始 | 萃取 |
|---|---|---|
| S 一月 | 1.000 | .959 |
| S 二月 | 1.000 | .968 |
| S 三月 | 1.000 | .943 |
| S 四月 | 1.000 | .925 |
| S 五月 | 1.000 | .873 |
| S 六月 | 1.000 | .804 |
| S 七月 | 1.000 | .895 |
| S 八月 | 1.000 | .839 |
| S 九月 | 1.000 | .883 |
| S 十月 | 1.000 | .949 |
| S 十一月 | 1.000 | .949 |
| S 十二月 | 1.000 | .947 |
| T 一月 | 1.000 | .964 |
| T 二月 | 1.000 | .965 |
| T 三月 | 1.000 | .972 |
| T 四月 | 1.000 | .977 |
| T 五月 | 1.000 | .962 |
| T 六月 | 1.000 | .818 |
| T 七月 | 1.000 | .967 |
| T 八月 | 1.000 | .990 |
| T 九月 | 1.000 | .985 |
| T 十一月 | 1.000 | .965 |
| T 十二月 | 1.000 | .952 |

萃取法：主成份分析。

陡坡圖是用來協助決定因素的個數，當線行趨於平緩時，表示已無特殊因素值得抽取，圖 7-3 顯示，因素 1 至 3 之間有急速上升的趨勢，表示有特殊因素的存在，故萃取三項因素則已足夠解釋變數變異量。

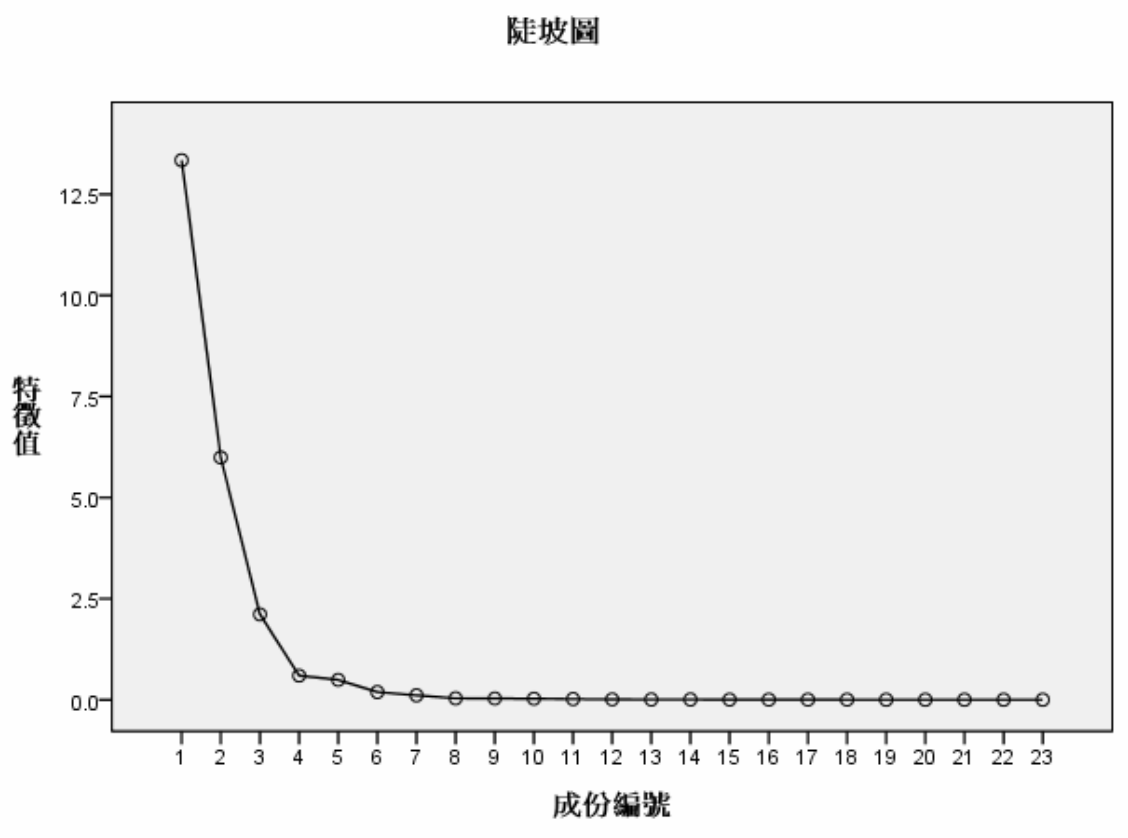



**圖 7-3　因素分析之陡坡圖**

表 7-9 用以說明因素分析所抽取的因素能夠解釋全體變數變異量的比例，在此次萃取中，得到四個主要因素，轉軸前，第一個因素可解釋 58.02%的變數變異量，第二個因素可解釋 26.054%的變數變異量，第三個因素可解釋 9.185%的變數變異量；轉軸後因素相對位置不變，但解釋的比重改變，第一個因素可解釋 42.865%的變數變異量，第二個因素可解釋 30.431%的變數變異量，第三個因素可解釋 19.962%的變數變異量，三個因素共可解釋 93.258%的變數變異量。

## 表 7-9　各因素的解說總變異量

解說總變異量

| 成份 | 初始特徵值 | | | 平方和負荷量萃取 | | | 轉軸平方和負荷量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總和 | 變異數的% | 累積% | 總和 | 變異數的% | 累積% | 總和 | 變異數的% | 累積% |
| 1 | 13.345 | 58.020 | 58.020 | 13.345 | 58.020 | 58.020 | 9.859 | 42.865 | 42.865 |
| 2 | 5.992 | 26.054 | 84.074 | 5.992 | 26.054 | 84.074 | 6.999 | 30.431 | 73.296 |
| 3 | 2.112 | 9.185 | 93.258 | 2.112 | 9.185 | 93.258 | 4.591 | 19.962 | 93.258 |
| 4 | .599 | 2.603 | 95.862 | | | | | | |
| 5 | .493 | 2.142 | 98.004 | | | | | | |
| 6 | .191 | .830 | 98.833 | | | | | | |
| 7 | .111 | .481 | 99.314 | | | | | | |
| 8 | .036 | .158 | 99.472 | | | | | | |
| 9 | .033 | .142 | 99.614 | | | | | | |
| 10 | .028 | .124 | 99.737 | | | | | | |
| 11 | .018 | .077 | 99.814 | | | | | | |
| 12 | .011 | .048 | 99.862 | | | | | | |
| 13 | .007 | .032 | 99.894 | | | | | | |
| 14 | .007 | .030 | 99.925 | | | | | | |
| 15 | .005 | .020 | 99.945 | | | | | | |
| 16 | .004 | .016 | 99.961 | | | | | | |
| 17 | .003 | .011 | 99.972 | | | | | | |
| 18 | .002 | .009 | 99.982 | | | | | | |
| 19 | .002 | .007 | 99.989 | | | | | | |
| 20 | .001 | .004 | 99.993 | | | | | | |
| 21 | .001 | .004 | 99.996 | | | | | | |
| 22 | .001 | .003 | 99.999 | | | | | | |
| 23 | .000 | .001 | 100.000 | | | | | | |

萃取法：主成份分析。

表 7-10 為成份矩陣，列出三個因素，但於轉軸前較不易看出影響各因素的溫度與鹽度的月份，經過轉軸後，如表 7-11 顯示，第一項因素主要受三、四月的鹽度影響，第二項因素主要受三、四月的溫度影響，第三項因素主要受八、九月的溫度影響。之後，利用此三項主要因素進行群集分析。表 7-12 為群集分析觀察值分析，主要有 101 個極度風險港口，無遺漏值。

## 表 7-10　因素分析之成份矩陣

成份矩陣 a

| | 成份 | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| S 一月 | .927 | -.171 | .268 |
| S 二月 | .907 | -.169 | .342 |
| S 三月 | .897 | -.144 | .344 |
| S 四月 | .832 | -.278 | .393 |
| S 五月 | .829 | -.240 | .359 |
| S 六月 | .823 | -.277 | .221 |
| S 七月 | .934 | -.146 | -.028 |
| S 八月 | .895 | -.054 | -.189 |
| S 九月 | .923 | -.062 | -.167 |
| S 十月 | .964 | -.134 | .031 |
| S 十一月 | .943 | -.149 | .195 |
| S 十二月 | .921 | -.170 | .263 |
| T 一月 | .816 | .447 | -.313 |
| T 二月 | .801 | .427 | -.375 |
| T 三月 | .789 | .461 | -.371 |
| T 四月 | .691 | .622 | -.335 |
| T 五月 | .490 | .833 | -.166 |
| T 六月 | .080 | .893 | .122 |
| T 七月 | -.281 | .868 | .367 |
| T 八月 | -.484 | .674 | .549 |
| T 九月 | -.427 | .719 | .534 |
| T 十一月 | .210 | .940 | .193 |
| T 十二月 | .644 | .724 | -.114 |

萃取方法：主成分分析。

a. 萃取了 3 個成份。

## 表 7-11　因素分析之轉軸後成份矩陣

轉軸後的成份矩陣 a

| | 成份 | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| S 一月 | .939 | .252 | -.119 |
| S 二月 | .961 | .201 | -.066 |
| S 三月 | .947 | .210 | -.045 |
| S 四月 | .954 | .064 | -.100 |
| S 五月 | .924 | .105 | -.093 |
| S 六月 | .858 | .155 | -.209 |
| S 七月 | .786 | .436 | -.295 |
| S 八月 | .647 | .562 | -.324 |
| S 九月 | .683 | .560 | -.321 |
| S 十月 | .838 | .428 | -.253 |
| S 十一月 | .909 | .315 | -.154 |
| S 十二月 | .932 | .252 | -.121 |
| T 一月 | .391 | .900 | -.021 |
| T 二月 | .351 | .914 | -.073 |
| T 三月 | .335 | .926 | -.044 |
| T 四月 | .232 | .954 | .117 |
| T 五月 | .101 | .881 | .418 |
| T 六月 | -.100 | .533 | .723 |
| T 七月 | -.262 | .184 | .930 |
| T 八月 | -.284 | -.150 | .942 |
| T 九月 | -.256 | -.082 | .955 |
| T 十一月 | .031 | .595 | .781 |
| T 十二月 | .282 | .868 | .344 |

萃取方法：主成分分析。

旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。

a. 轉軸收斂於 5 個疊代。

## 表 7-12　群集分析之觀察值

觀察值處理摘要 a,b

| 觀察值 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 有效 | | 遺漏 | | 總數 | |
| 個數 | 百分比 | 個數 | 百分比 | 個數 | 百分比 |
| 101 | 100.0 | 0 | .0 | 101 | 100.0 |

a. 歐基里得距離平方使用的

b. 均連法 (組間)

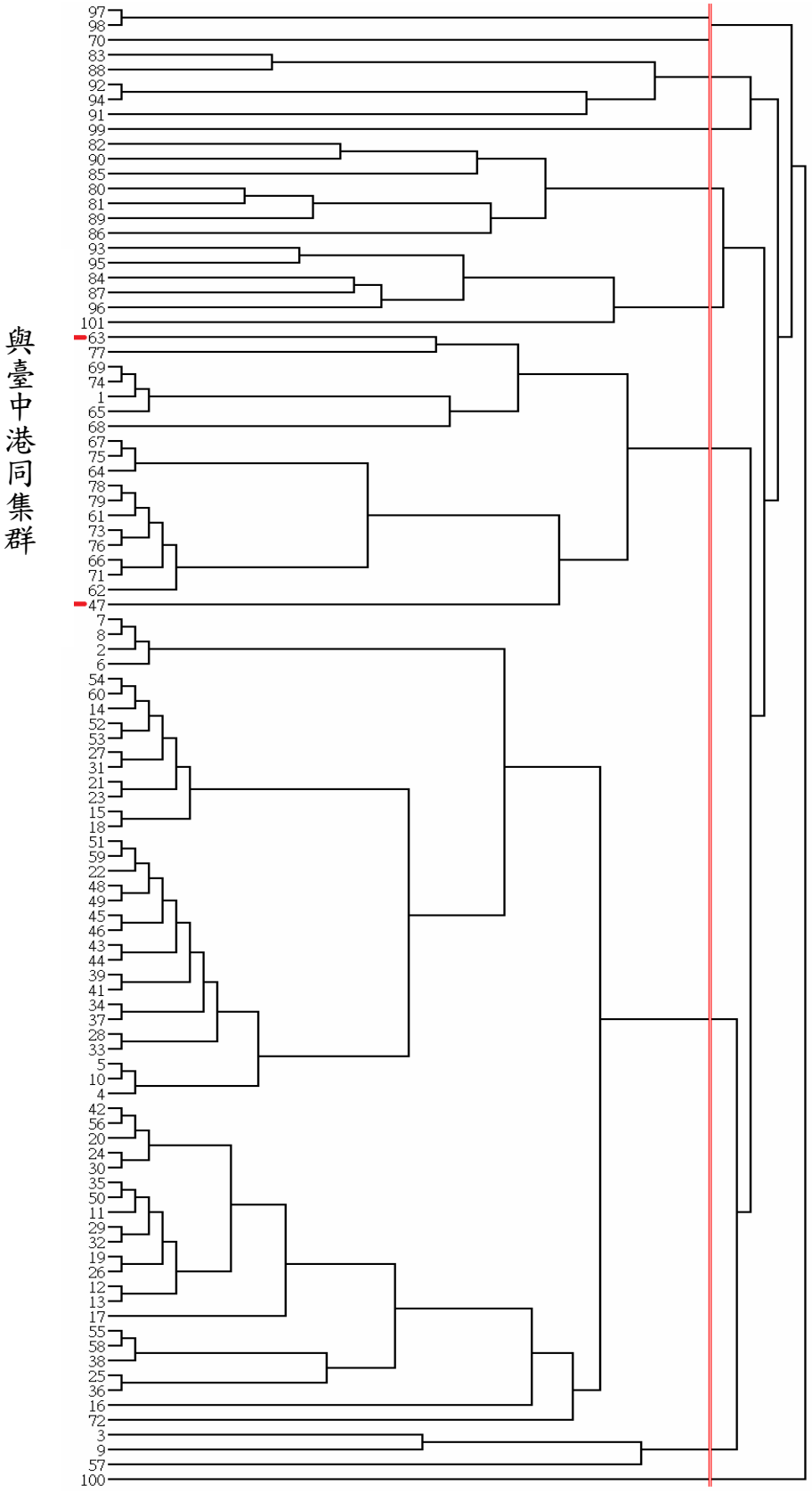
表 7-13 為群集分析表，將 100 個港口分為十群，與臺中港同列為一群的有香港、澳門、福建省的福州、廈門、秀嶼、漳州、泉州、寧德與廣東省的廣州、赤灣、汕頭、珠海、蛇口、黃埔、惠周、虎門和鹽田與日本的那霸港等 18 個港口；同屬第二群的港口共有 55 個港口；屬於第三群之港口有三個，位於南韓的濟州、文度與日本的川內；屬第四群的港口有三個，分屬紐西蘭的陶蘭加、南非的開普敦與沙丹亞灣，第五群之港口有 7 個為澳洲的本伯利、卡那那、紐塞、基拉頓、坎布拉港、佛利曼特與雪梨，第六群之港口有 2 個為澳洲的阿得雷得港與懷亞力，第七群之港口有 6 個為澳洲的布里斯本、鯊灣、南非的理查灣、德班與東倫敦和巴西的里約熱內盧，第八群之港口有 3 個為中國的浙江舟山、美國的洛杉磯與長堤，第九群之港口有 1 個為南太平洋上的法耳巴拉索，第十群之港口有 1 個為埃及塞得港。圖 7-4 為樹狀圖，由此圖可看出各港口群集過程，並了解港口間何者環境最相近，其中，紅線部分為界線，在距離 1.799 處分為十群，其中數字代號可由表 7-13 查得。圖 7-5 為冰柱圖，可依左列數字 20、40、60、80 與 100 依所需群集數，將各個港口分群，本計畫將此樣本分為十群，在 0 與 20 之間劃分，所區分出來之港口群與表 7-13 所列之群集相同。圖 7-6 以世界地圖顯示造訪臺中港之船舶上一港位置分佈圖，黑點、橘點與紅點為所有造訪臺中港船舶之上一港，橘點與紅點為經過第一次平均溫鹽分析後所篩選之港口，紅點為經過群集分析後之高風險港口位置。

表 7-14 列出經群集分析後，與臺中港同為一群集之 18 個港口來訪之船舶數，以 94 年為例，溫鹽分析後的船舶有 1,706 艘次 (445 艘數)，

進一步以群集分析篩選出的港口分析，共篩選出 802 艘次 (182 艘數)。之後，利用航運相關因素，如航程、船旗國、進港次數等因素，分別給予這些來訪船舶積分，依積分高低篩選出高風險船舶，使港口國管制官員得以針對高風船舶做檢查，以避免人力與管理資源的浪費。

## 表 7-13　群集分析總表

| 港口 | 群集 | 港口 | 群集 | 港口 | 群集 | 港口 | 群集 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1:TAICHUNG 臺中港 | 1 | 10:SAMCHONPO 三千浦 | 2 | 35:KIMITSU 齊米粗 | 2 | 9:WANDO 文度 | 3 |
| 47:NAHA 那霸 | 1 | 11:CHIBA 千葉 | 2 | 36:MIIKE, FUKUOKA 三池港 | 2 | 57:SENDAI, KAGOSHIMA 川 | 3 |
| 61:HONG KONG 香港 | 1 | 12:CHITA 知多 | 2 | 37:MIZUSHIM 水島灘 | 2 | 91:TAURANGA 陶蘭加 | 4 |
| 62:MACAO 澳門 | 1 | 13:FUNABASHI 船橋 | 2 | 38:NIIHAMA 新居濱港 | 2 | 92:CAPETOWN 開普敦 | 4 |
| 63:FUZHOU 福建福州 | 1 | 14:HAKATA 博多 | 2 | 39:SAKAISENBOKU 森布庫 | 2 | 94:SALDANHA BAY 沙丹亞灣 | 4 |
| 64:GUANGZHOU 廣東廣 | 1 | 15:HIBIKINADA 喜必 | 2 | 41:TOKUYAMA 德山 | 2 | 80:BUNBURY, WA 本伯利 | 5 |
| 65:XIAMEN 福建廈門 | 1 | 16:KAGOSHIMA 鹿兒島 | 2 | 42:ATSUMI, AICHI 寇見 | 2 | 81:KWINANA, WA 卡那那 | 5 |
| 66:CHIWAN 廣東赤灣 | 1 | 17:KAINAN 開南 | 2 | 43:FUKUYAMA 福山 | 2 | 82:NEWCASTLE, NS 紐塞(新 | 5 |
| 67:SHANTOU 廣東汕頭 | 1 | 18:KANDA 神田 | 2 | 44:SAKAIDE 撒給地 | 2 | 85:GERALDTON, WA 基拉頓 | 5 |
| 68:XIUYU 福建秀嶼 | 1 | 19:KAWASAKI, 川崎 | 2 | 45:KUDAMATSU 下松 | 2 | 86:PORT KEMBLA, NS 坎布拉 | 5 |
| 69:ZHANGZHOU 福建漳 | 1 | 20:KOBE, HYOGO 神戶 | 2 | 46:HIROSHIMA 廣島 | 2 | 89:FREMANTLE, WA 佛利曼 | 5 |
| 71:ZHUHAI 廣東珠海 | 1 | 21:KOKURA 小倉 | 2 | 48:HIROHATA 喜若哈達 | 2 | 90:SYDNEY, NS 雪梨 | 5 |
| 73:SHEKOU 廣東蛇口 | 1 | 22:KURE 吳港 | 2 | 49:KANOKAWA 卡漏卡瓦 | 2 | 83:PORT ADELAID 阿得雷得 | 6 |
| 74:QZHOU 福建泉州 | 1 | 23:MOJI 門司 | 2 | 50:SHIMIZU 清水 | 2 | 88:WHYALLA 懷亞力 | 6 |
| 75:HUANGPU 廣東黃埔 | 1 | 24:OSAKA,大阪 | 2 | 51:KAGOGAWA 加古川 | 2 | 84:BRISBANE 布里斯本 | 7 |
| 76:HUIZHOU 廣東惠州 | 1 | 25:NAGASAKI,長崎 | 2 | 52:TOBATA, FUKUOKA 戶 | 2 | 87:SHARK BAY, WA 鯊灣 | 7 |
| 77:NINGDE 福建寧德 | 1 | 26:NAGOYA 名古屋 | 2 | 53:SAGANOSEKI 佐賀關 | 2 | 93:RICHARDS BAY 理查灣 | 7 |
| 78:HUMEN 廣東虎門 | 1 | 27:OITA 大分港 | 2 | 54:WAKAMATSU 若松港 | 2 | 95:DURBAN 德班 | 7 |
| 79:YANTIAN 廣東鹽田 | 1 | 28:SAKAI, OSAKA 界(阪井) | 2 | 55:MATSUYAMA, EHIME 松 | 2 | 96:EAST LONDON 東倫敦 | 7 |
| 2:BUSAN 釜山 | 2 | 29:TOKYO 東京 | 2 | 56:AMAGASAKI, HYOGO 尼 | 2 | 101:RIO DE JANEIRO 里約熱 | 7 |
| 4:KWANGYANG 光陽 | 2 | 30:TOYOHASHI 托約哈西 | 2 | 58:MISHIMA 米西瑪 | 2 | 70:ZHOUSHAN 浙江舟山 | 8 |
| 5:YEOSU 麗水 | 2 | 31:TSUKUMI, OITA 津久見 | 2 | 59:NAOSHIMA 內西瑪 | 2 | 97:LOS ANGELES, CA 洛杉磯 | 8 |
| 6:MASAN 馬山 | 2 | 32:YOKOHAMA 橫濱 | 2 | 60:HIKARI 光 | 2 | 98:LONG BEACH, CA 長堤 | 8 |
| 7:ONSAN 昂三 | 2 | 33:ABOSHI 阿布希 | 2 | 72:WENZHOU 浙江溫州 | 2 | 99:VALPARAISO 法耳巴拉索 | 9 |
| 8:ULSAN 蔚山 | 2 | 34:HIGASHIHARIMA 東播 | 2 | 3:JEJU 濟州 | 3 | 100:PORT SAID 塞得港 | 10 |




與臺中港同集群

**圖 7-4　群集分析之樹狀圖**

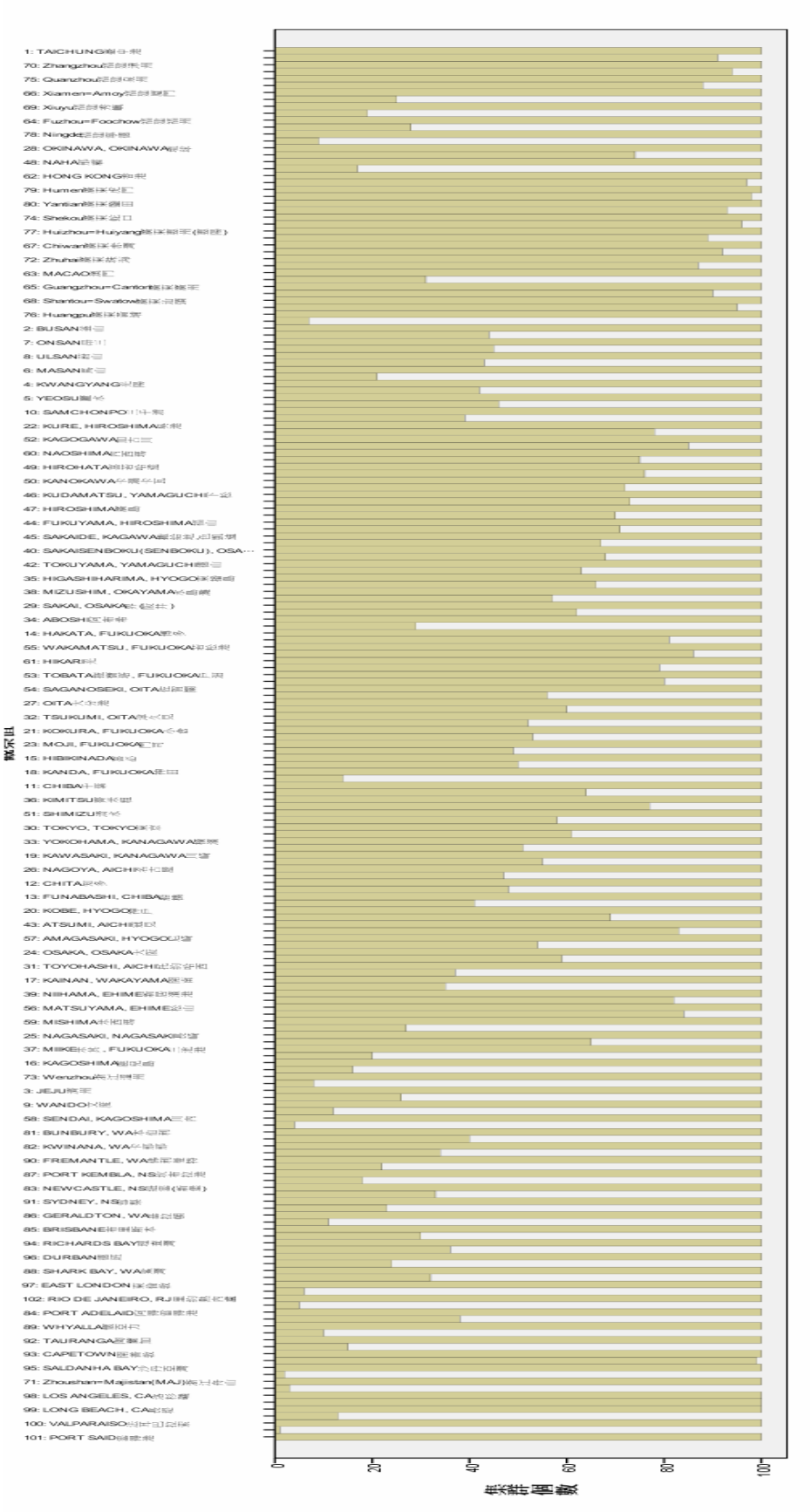



圖 7-5　群集分析之冰柱圖



圖 7-6　上一港高風險港口分佈圖

**表 7-14　群集分析篩選後艘次與艘數**

| 年度 | 溫鹽分析 | | 群集分析 | |
|---|---|---|---|---|
| | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 |
| 94 | 1,706 | 445 | 802 | 182 |
| 95 | 1,857 | 490 | 940 | 220 |
| 96 | 2,456 | 586 | 1,488 | 305 |
| 97 | 2,402 | 571 | 1,478 | 289 |
| 98 | 2,739 | 587 | 1,746 | 259 |

## 7.3 建立港口國管制程序

「鄰港水質環境調查研究(2/4)」(蔡等，2011)採用環境相似法，比較來源港與臺中港內溫度與鹽度相似程度，此法挑選出極度風險港口，但因來訪船舶從極度風險港口來的艘數眾多，而港口國管制人員有限，每年只能檢查大約兩百艘船舶，故為縮減船舶檢查數量，本項目進一步採用群集分析法，分析極度風險港口與臺中港，利用此方法以更精確的數據，縮減極度風險港口數目，並考量其他相關因子，如壓艙水量的多寡、是否為權宜船籍、船舶來訪次數…等，以篩選船舶檢查之數量，建立高風險船舶管理之優先順序。

篩選標準如表 7-15 與表 7-16，列出五項因素積分進行討論，包含航程、船旗國、壓艙水量、進港次數與藻華發生地，給上述因素相同之權重。因航程長短雖會影響生物在壓載艙內消長情形，但各種生物適應環境的能力不同，故僅以距離給予積分，在 0.5 天內可抵達給予三分，0.5 天以上給予一分；船旗國方面，則因船權宜船旗之國家管理較鬆散，故以懸掛權宜船旗之船舶為高風險船舶，給予三分，非懸掛權宜船旗之船舶為低風險船舶，給予一分；壓艙水量方面，船舶壓艙水之排放量端看貨物運載量，無法確切判斷每次靠港排出多少量、排放之壓艙水中是否百分之百含有外來物種等因素，故僅以船型是否能裝載大量壓艙水為依據，藉以判斷風險，故以貨櫃輪、雜貨輪此兩種可攜帶大量壓艙水之船型為高風險船舶；進港次數則視為進港次數越多，排放壓艙水機會越多，因此以一星期靠港約一次以上之船舶為高

風險船舶，給予三分，10 天至一個月靠港一次者為中度風險船舶給予兩分，一個月或以上來訪一次者視為低度風險船舶，給予一分；藻華發生地之判斷，則根據造訪船舶之上一港是否曾發生過藻華爆發事件做判斷，若曾發生過藻華事件，則此船舶之壓艙水可能受污染，故列為高風險船舶，給予三分，若未發生過藻華事件則視為低風險船舶，給予一分。總積分如(7-2)式所示，積分最高者為高風險船舶。根據上述五項相關因素分析，積分十分以上者列為高風險船舶，亦即每項因素皆呈現中度風險 (2 分)以上之船舶，港口國管制官員再根據風險針對高風險之入港船舶進行檢查，以符合現在港口國管制之能力。

$$S_{總積分}=S_{航程}+S_{船旗國}+S_{壓艙水量}+S_{進港次數}+S_{藻華發生地}\quad\text{.....(7-2)}$$

**表 7-15　風險評估要素**

| 風險 | 方法 | 原因 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|
| 來源風險 | 環境相似 | 若來源港與目的港溫度與鹽度越相近，當來源港的外來物種引入目的港時，越容易生存 | IMO, Gollasch (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 曾出現藻華區 | 壓艙水為主要傳遞外來物種途徑，若當地曾出現藻華，經船舶運送，在下一港排出易造成威脅 | Carlton (1985), McGee et al. (2006), Drake et al. (2005) |
| 船舶風險 | 航程 | 航程時間越長，在壓載艙的物種豐富度會下降 | Gollasch(2006), Gollasch et al. (2007) |
| | 船旗國 | 因權宜船旗國家管制較為鬆散，使懸掛權宜船旗之船舶在處理船舶安全與污染管理較不嚴謹 | ITF, 2010 |
| | 壓艙水 | 壓艙水量越大，可能攜帶更多的物種種類或數量 | Flagella et al. (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 入港頻率 | 外來物種入侵次數隨著船隻造訪次數增加而增加 | Ricciardi (2001), Gollasch and Leppäkoski (2007), McGee et al. (2006) |

**表 7-16　五項分析因素積分表**

| 評估因素 | 航程 | | 船旗國 | | 壓艙水量 | | 進港次數 | | | 藻華發生地 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <0.5 天 | >0.5 天 | 是 | 否 | >100 噸 | <100 噸 | >41 | 21-40 | 0-20 | 是 | 否 |
| 積分 (S) | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |

### 7.3.1 其他相關因素

經群集分析後，五年間的入港船舶介於 802 至 1,746 艘次 (182-305 艘數)間，但我國港口國管制在 2003 至 2006 年間，檢查船舶數不到 1%，管制官員人數無法負荷如此繁重的入港船舶檢查工作，故利用航程、船旗國、壓艙水量、進港次數與藻華發生地區等五項因素篩選船舶，以權重相等之積分方式，更進一步判斷這些船舶所帶來侵襲風險高低，藉以篩選出高風險船舶，以利港口國管制官員檢查。

**1. 航程**

若航程天數越短壓艙水內生物存活率較航程長者為高，提高外來物種藉由船舶壓艙水排放而進入港區的可能性 (Gollasch et al., 2000)。在船舶於海象平穩時之經濟航速 20 節，亞洲港口近則距離臺灣港口一百浬上下，如中國東南沿海港口，1 天以內即可抵達，遠則距離四、五千浬，如印度、孟加拉或伊朗等國的港口，大約需 10 天方能抵達。其他如美洲港口，近則距離五千浬以上如加拿大或美西港口，遠則如美東波特蘭距離 11,022 浬，需要約 23 天才能抵達臺灣，其他州別，如表 7-17 所示。表 7-18 列出群集分析後的 18 個港口距離臺中港之浬數與天數，各港皆可於一天內抵達臺中港。根據群集分析篩選後的港口大多落於中國東南沿海一帶與日本那霸港，距離臺中港約 100 至 500 浬之間，大約航行半天至一天內即可抵達臺中港，半天以內可抵達者視為高風險區積分三分，一天方能抵達者為低風險區積分一分。由高風險區駛入臺中港的船舶，其航線大多為亞洲航線 (東北亞航線、東南亞航線、大陸航線、東南-北亞航線、港澳航線、香港航線、高雄-廈門

-福州航線、兩岸直航)，少數為中東-波斯灣航線、印度洋航線、中美洲航線、北美西岸航線或環球航線。經篩選後，如表 7-19 所示，五年間航程為高風險之船舶共有 810 艘次 (54 艘數)，航程為低風險者共有 5,644 艘次 (1,201 艘數)，顯示雖然受分析之船舶大多數為亞洲航線，但程航仍需半天以上方能抵達臺中港。船舶各項詳細積分詳見附錄七。

**表 7-17　各洲距臺中港航程**

| 洲別 | 亞洲 | 美洲 | 歐洲 | 大洋洲 | 非洲 | 中東 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 距離(浬) | 101-5,060 | 5,274-11,022 | 1,280-13,655 | 2,059-16,749 | 6,385-10,288 | 5,099-6,853 |
| 天數 | 0.2-10.5 | 10.0-22.9 | 2.7-28.4 | 4.3-34.9 | 13.3-21.4 | 10.6-14.3 |

**表 7-18　經群集分析篩選之各港口與臺中港之距離**

| 港口 | 距離(浬) | 天數 | 港口 | 距離(浬) | 天數 |
|---|---|---|---|---|---|
| Naha 那霸 | 420 | 0.88 | Shekou 廣東蛇口 | 392 | 0.82 |
| Hong Kong 香港 | 377 | 0.77 | Quanzhou 福建泉州 | 113 | 0.24 |
| Macao 澳門 | 406 | 0.85 | Huangpu 廣東黃埔 | 440 | 0.92 |
| Fuzhou 福建福州 | 143 | 0.26 | Ningde 福建寧德 | 164 | 0.34 |
| Guangzhou 廣東廣州 | 440 | 0.92 | Humen 廣東虎門 | 437 | 0.91 |
| Xiamen 福建廈門 | 134 | 0.28 | Yantian 廣東鹽田 | 366 | 0.76 |
| Chiwan 廣東赤灣 | 392 | 0.82 | Zhangzhou 漳州 | 134 | 0.28 |
| Shantou 廣東汕頭 | 214 | 0.45 | Huizhou 廣東惠州 | 350 | 0.73 |
| Xiuyu 福建秀嶼 | 101 | 0.21 | Zhuhai 廣東珠海 | 406 | 0.85 |

**表 7-19　航程篩選後之艘次與艘數**

| 年份 | 艘次 | | | 艘數 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總艘次 | 積分 3 分 | 積分 1 分 | 總艘數 | 積分 3 分 | 積分 1 分 |
| 94 年 | 802 | 87 | 715 | 182 | 4 | 178 |
| 95 年 | 940 | 65 | 875 | 220 | 4 | 216 |
| 96 年 | 1488 | 62 | 1426 | 305 | 4 | 301 |
| 97 年 | 1478 | 51 | 1427 | 289 | 7 | 282 |
| 98 年 | 1746 | 545 | 1201 | 259 | 35 | 224 |
| 總計 | 6,454 | 810 | 5,644 | 1,255 | 54 | 1,201 |

**2. 船旗國**

船東因為經濟、政治或軍事利益而懸掛外國旗，而此類國家通常安全標準較低且管理鬆散，2010 年聯合國貿易暨發展會議年報指出前三大船旗國，第一名為巴拿馬，權宜旗船隊共有 8,100 艘，以載重噸 288.7 百萬噸，佔世界總噸位 22.63%，載重噸一年內成長 5.4%；第二為賴比瑞亞，權宜旗船隊共有 2,456 艘，以載重噸 142.1 百萬噸，佔世界總噸位 11.14%，載重噸成長 12.8%；第三為馬紹爾群島，權宜旗船隊共有 1,376 艘，以載重噸 77.8 百萬噸佔世界總噸位 6.1%，載重噸成長 13.7%，此三大船旗國亦為權宜船籍國。

國際運輸勞工聯盟 (International Transport Workers' Federation；ITF) 指出 32 個權宜船籍國家如表 7-20 所列，以美洲佔最多，有 13 個國家被列為權宜船旗國，其次為歐洲有 10 個國家被列入。表 7-21 列出進入臺中港船舶船型，與篩選後為權宜船旗之艘次，由表可知 94 至 98 年度由高風險港口入港之船舶艘次，有一半懸掛權宜船旗。以 98 年為例，1,746 艘次中就有 856 艘次懸掛權宜船旗，其中以懸掛巴拿馬旗之船舶最多，由圖 7-7 可得知，懸掛巴拿馬旗幟之船舶逐年增加，其次為賴比瑞亞亦緩慢成長，其他船旗國變動較穩定。由圖 7-8 可知，進入臺中港船舶懸掛權宜船旗之船舶佔一半以上，佔 33%的巴拿馬最多，其次為賴比瑞亞佔 11%，第三為塞浦路斯、馬紹爾群島與貝里斯各佔 2%，其他非權宜船旗之國家共佔 42%，臺灣船旗則佔其中的 9%。

## 表 7-20　全球權宜船旗之國家(ITF, 2010)

| 洲別 | 國名 | 英文 | 洲別 | 國名 | 英文 |
|---|---|---|---|---|---|
| 美洲 | 宏都拉斯 | Honduras | 亞洲 | 北韓 | North Korea |
| | 巴拿馬 | Panama | | 喬治亞 | Georgia |
| | 百慕達 | Bermuda(UK) | | 緬甸 | Myanmar (Burma) |
| | 巴哈馬 | Bahamas | 大洋洲 | 馬紹爾群島 | Marshall Islands |
| | 巴貝多 | Barbados | | 東加 | Tonga |
| | 貝里斯 | Belize | | 萬納度 | Vanuatu |
| | 開曼群島 | Cayman Islands(UK) | 歐洲 | 德國國際船舶 | German International Ship |
| | 安地卡及巴布達 | Antigua and Barbuda | | 法國國際船舶 | French International Ship |
| | 牙買加 | Jamaica | | 直布羅陀 | Gibraltar(UK) |
| | 聖文森 | St. Vincent | | 馬爾他 | Malta |
| | 荷屬安地列斯 | Netherlands Antilles | | 塞浦路斯 | Cyprus |
| | 玻利維亞 | Bolivia | 非洲 | 模里西斯 | Mauritius |
| 亞洲 | 黎巴嫩 | Lebanon | | 赤道幾內亞 | Equatorial Guinea |
| | 柬埔寨 | Cambodia | | 賴比瑞亞 | Liberia |
| | 蒙古 | Mongolia | | 科摩洛 | Comoros |
| | 斯里蘭卡 | Sri Lanka | | 聖多美普林西比 | Sao Tome and Principe |

**表 7-21　分析臺中港各船旗國艘次**

| 權宜船籍國 | 94 年 | 95 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 | 總艘次 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 臺灣 | 92 | 71 | 142 | 143 | 100 | 548 |
| 巴哈馬 | 7 | 4 | 20 | 26 | 7 | 64 |
| 巴拿馬 | 199 | 279 | 563 | 522 | 572 | 2,135 |
| 北韓 | 6 | 14 | 8 | 9 | 6 | 43 |
| 安地卡及巴布達 | 19 | 10 | 8 | 2 | 0 | 39 |
| 貝里斯 | 14 | 30 | 82 | 27 | 0 | 153 |
| 柬埔寨 | 4 | 12 | 30 | 55 | 24 | 125 |
| 馬紹爾群島 | 3 | 52 | 38 | 6 | 40 | 139 |
| 馬爾他 | 45 | 47 | 1 | 10 | 4 | 107 |
| 塞浦路斯 | 20 | 17 | 29 | 52 | 20 | 138 |
| 聖文森 | 32 | 29 | 13 | 6 | 23 | 103 |
| 賴比瑞亞 | 63 | 81 | 193 | 199 | 152 | 688 |
| 蒙古 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 6 |
| 開曼群島 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 萬納度 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 喬治亞 | 0 | 0 | 0 | 5 | 7 | 12 |
| 權宜船旗總艘次(未加臺灣) | 412 | 576 | 990 | 920 | 856 | 3,754 |
| 群集分析後艘次 | 802 | 940 | 1,488 | 1,478 | 1,746 | 6,454 |

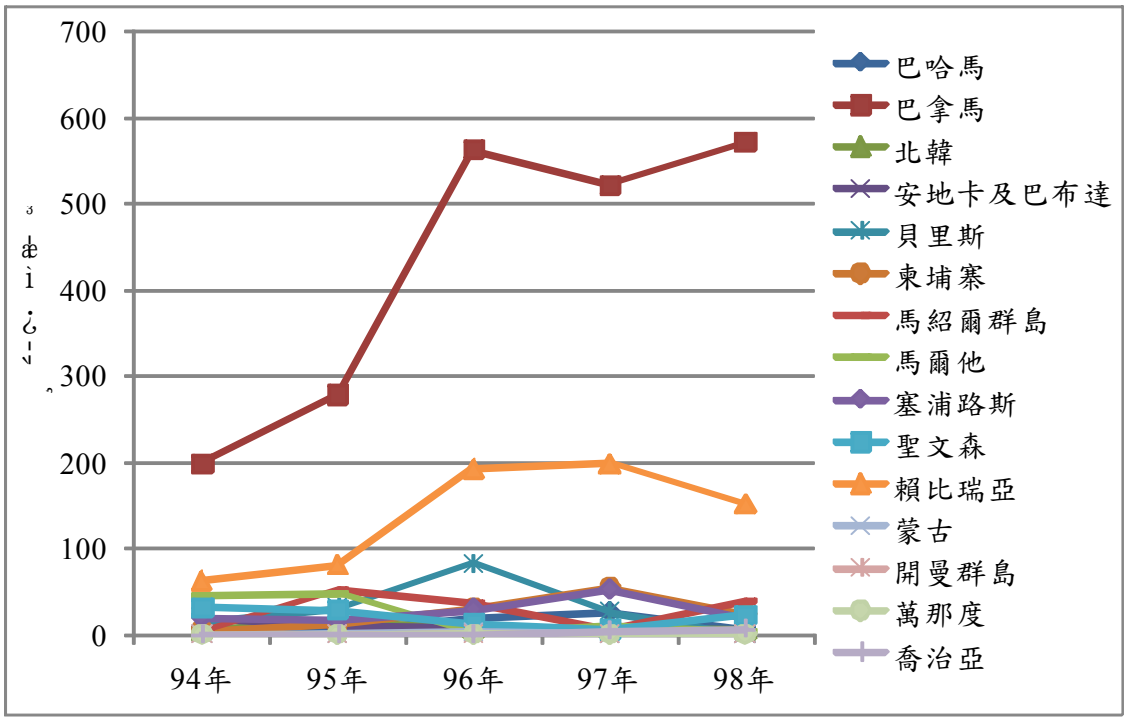



**圖 7-7　各權宜船旗國船舶的入港艘次**

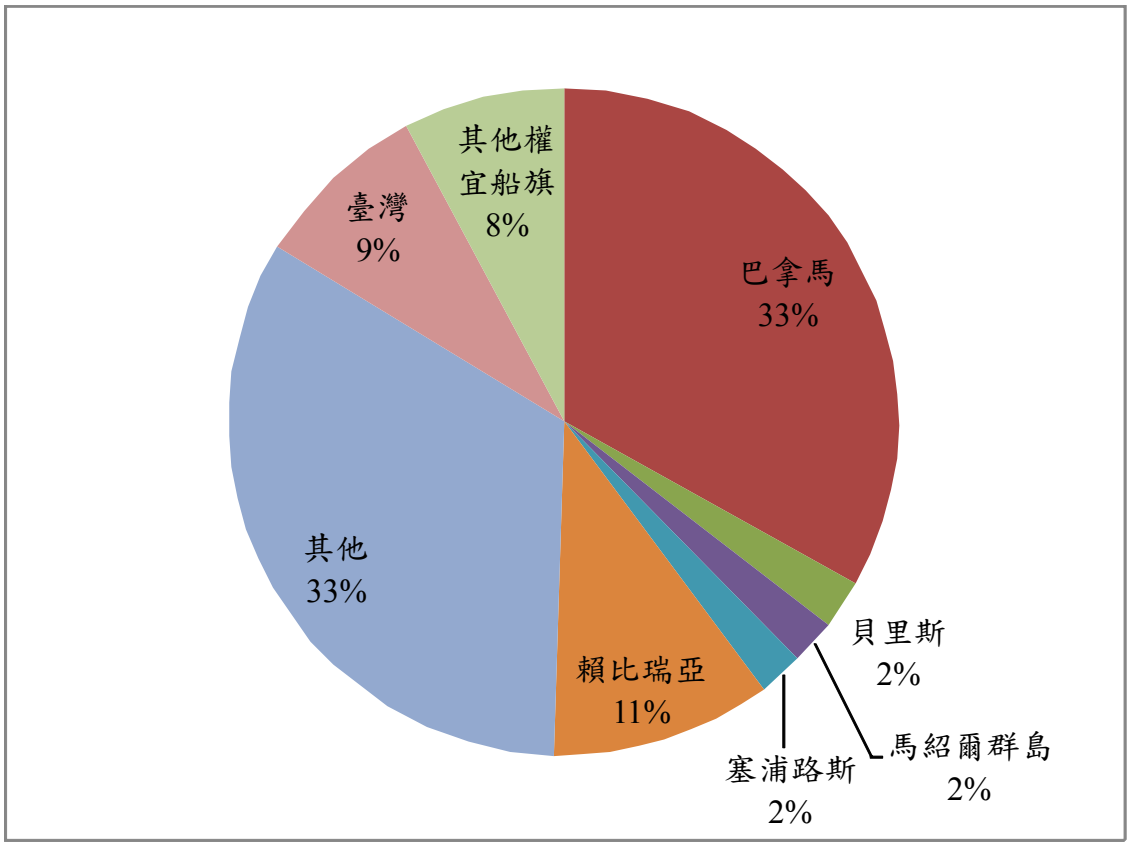



**圖 7-8　臺中港船旗國百分比**

表 7-22 列出進港船舶船型與船旗國之關係，由高風險港口入港的船舶所懸掛之船旗，在 32 個權宜船旗國中，共有 15 個權宜船旗國家的船舶造訪臺中港，包含美洲的巴哈馬、巴拿馬、貝里斯、開曼群島、安地卡及巴布達等，亞洲有北韓、柬埔寨、蒙古與黎巴嫩，歐洲有馬爾他、塞浦路斯等，非洲有賴比瑞亞、赤道幾內亞等，大洋洲有萬那度、馬紹爾群島。入港船型中，以貨櫃輪懸掛權宜船旗最多，佔所有權宜船 55.8%，其次為雜貨輪佔 22.5%，第三為散裝輪佔 15.1%。在船旗方面，貨櫃輪、油輪、雜貨輪和散裝輪以巴拿馬旗最多，賴比瑞亞的貨櫃輪居次，其他船型亦以賴比瑞亞居多，此五年間入臺中港之郵輪僅有一艘懸掛巴哈馬旗幟之船舶。整體而言，一半以上的入港船舶皆懸掛巴拿馬旗幟，且有逐年增加之趨勢，入港船型多為主要船型，如貨櫃輪、散裝輪與雜貨輪等。

**表 7-22　權宜船旗與船型**

| 權宜船籍國 | 貨櫃輪 | 油輪 | 雜貨輪 | 散裝輪 | 郵輪 | 其他 | 總艘次 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 巴哈馬 | 41 | 4 | 10 | 1 | 1 | 7 | 64 |
| 巴拿馬 | 931 | 148 | 535 | 501 | 0 | 20 | 2,135 |
| 北韓 | 0 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 37 |
| 安地卡及巴布達 | 31 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 39 |
| 貝里斯 | 0 | 12 | 188 | 9 | 0 | 0 | 209 |
| 柬埔寨 | 0 | 0 | 56 | 19 | 0 | 0 | 75 |
| 馬紹爾群島 | 128 | 4 | 3 | 0 | 0 | 3 | 138 |
| 馬爾他 | 102 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 108 |
| 塞浦路斯 | 137 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 138 |
| 聖文森 | 73 | 0 | 1 | 29 | 0 | 0 | 103 |
| 賴比瑞亞 | 652 | 5 | 1 | 0 | 0 | 30 | 688 |
| 蒙古 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6 |
| 開曼群島 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 萬那度 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 喬治亞 | 0 | 7 | 4 | 1 | 0 | | 12 |
| 總艘次 | 2,095 | 187 | 843 | 566 | 1 | 62 | 3,754 |
| 百分比 | 55.8% | 5% | 22.5% | 15.1% | 0% | 1.6% | 100% |

目前已有 27 國簽署壓艙水公約，如表 7-23 所示，有阿爾巴尼亞、巴西、埃及、馬紹爾群島、吐窪魯等，佔世界商船總噸位 25.32% (生效須 30 國簽署且總噸位超過 35%)，其中包含安地卡及巴布達、巴貝多與馬紹爾群島此三個被國際運輸勞工聯盟列為權宜船旗之國家，亦有許多國家國內已擬定管理方法，如最大的權宜船旗國巴拿馬、阿根廷、加拿大、立陶宛、祕魯等 15 個國家。

## 表 7-23　簽署壓艙水公約或擬定壓艙水管理辦法之國家

## (IMO, 2011；Lloyd's, 2009)

| 國家 | 簽署壓艙水公約 | 國內壓艙水管理辦法 |
|---|---|---|
| 阿爾巴尼亞 Albania | ● | |
| 安地卡及巴布達 Antigua & Barbuda | ● | |
| 阿根廷 Argentina | | ● |
| 澳洲 Australia | | ● |
| 巴貝多 Barbados | ● | |
| 巴西 Brazil | ● | ● |
| 加拿大 Canada | ● | ● |
| 智利 Chile | | ● |
| 庫克群島 Cook Islands | ● | |
| 克羅埃西亞 Croatia | ● | |
| 埃及 Egypt | ● | |
| 法國 France | ● | |
| 喬治亞 Georgia | | ● |
| 以色列 Isreal | | ● |
| 肯亞 Kenya | ● | |
| 吉里巴斯 Kiribati | ● | |
| 立陶宛 Lithuania | | ● |
| 賴比瑞亞 Liberia | ● | |
| 馬來西亞 Malaysia | ● | |
| 馬爾地夫 Maldives | ● | |
| 馬紹爾群島 Marshall Islands | ● | |
| 墨西哥 Mexico | ● | |
| 荷蘭 Netherlands | ● | |
| 紐西蘭 New Zealand | | ● |
| 奈及利亞 Nigeria | ● | |
| 挪威 Norway | ● | |
| 巴拿馬 Panama | | ● |
| 祕魯 Peru | | ● |
| 南韓 Republic of Korea | ● | |
| 聖克里斯多福 Saint Kitts and Nevis | ● | |
| 獅子山 Sierra Leone | ● | |
| 南非 South Africa | ● | |
| 西班牙 Spain | ● | |
| 瑞典 Sweden | ● | |
| 敘利亞 Syrian Arab Republic | ● | |
| 吐窪魯 Tuvalu | ● | |
| 美國 United States | | ● |
| 英國 United Kingdom | | ● |
| 俄羅斯 Russia | | ● |
| 烏克蘭 Ukraine | | ● |

註：●代表有簽署壓艙水公約的國家或已有國內壓艙水管理辦法

表 7-24 可知，五年間懸掛權宜船旗的入港船舶共有 3,754 艘次 (788 艘數)，而未懸掛權宜船旗的船舶則有 2,700 艘次 (467 艘數)。顯示臺中港入港船舶有一半以上懸掛管制鬆散的權宜船旗，應加以注意。

**表 7-24　船旗國篩選後之艘次與艘數**

| 年份 | 艘次 | | | 艘數 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總艘次 | 積分 3 分 | 積分 1 分 | 總艘數 | 積分 3 分 | 積分 1 分 |
| 94 年 | 802 | 412 | 390 | 182 | 115 | 67 |
| 95 年 | 940 | 576 | 364 | 220 | 150 | 70 |
| 96 年 | 1488 | 990 | 498 | 305 | 204 | 101 |
| 97 年 | 1478 | 920 | 558 | 289 | 177 | 112 |
| 98 年 | 1746 | 856 | 890 | 259 | 142 | 117 |
| 總計 | 6,454 | 3,754 | 2,700 | 1,255 | 788 | 467 |

### 3. 壓艙水

本研究使用歐洲模式推估各入港船舶載有之壓艙水量，根據各年度資料計算出各船型之平均載重噸，推算各船型之最大壓艙水櫃容量，藉此推估船上壓艙水量，船舶載有越多的壓艙水，可能排放越多的壓艙水，在水中可能含有大量外來物種，據此推測船舶風險高低。

表 7-25 列出 94-98 年度所有進入臺中港之船舶船型、船舶艘次與推估之壓艙水量。以 98 年為例，入港船舶船型中，貨櫃船高達 1,252 艘次，為所有船舶中入港艘次最多之船型，船上壓艙水載有 232 千噸；其次為散裝輪，共有 260 艘次，船上載有 503 噸壓艙水；雜貨船有 113 艘次，載有 10 千噸的壓艙水。雖然油輪載有大量壓艙水，但因我國為油品輸入國，在靠港時卸下油品需打入壓艙水，而非排放壓艙水，故在我國入港船舶中，以貨櫃輪與雜貨輪為排放壓艙水之兩大船型。圖 7-9 為所有入港船舶的總排放量，97 年稍微下降的原因，除入港艘次較少外，主要排放船型雜貨輪重噸亦較小，故該年度壓艙水稍微下降，整體而言，五年間排放量有上升之趨勢，從 133 千噸攀升至 263 千噸。圖 7-10 顯示所有船型各年度之排放量，由圖可知，貨櫃船排放量逐年上升，由 107,906 噸增加至 232,758 噸，為排放量最大之船型；其次為雜貨輪，排放量變動範圍介於 10,187 噸至 43,370 噸間，其他船型變動範圍較小。

# 表 7-25　臺中港歷年壓艙水排放量估算

| 年份 | 船型 | 年度進港船舶艘次 | | 船舶載重噸 | 每船最大壓艙水櫃容量 | 最大壓艙水櫃容量占載噸之百分比 | 年度最大壓艙水櫃容量 | 船上壓艙水體積 | 船上壓艙水量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 船舶 | % | (平均) | (平均) | (平均) | 載重噸 | 載重噸% | 載重噸 |
| 94年 | 貨櫃船 | 617 | 76.9 | 17,771 | 4,940 | 27.8 | 3,048,189 | 3.5 | 107,906 |
| | 客貨船 | 0 | 0.0 | 353 | 36 | 10.1 | 0 | 3.5 | 0 |
| | 雜貨船 | 84 | 10.5 | 17,823 | 5,169 | 29.0 | 434,180 | 3.5 | 15,370 |
| | 散裝船 | 25 | 3.1 | 45,648 | 1,735 | 3.8 | 43,366 | 0.1 | 51 |
| | 油輪 | 50 | 6.2 | 15,181 | 5,010 | 33.0 | 250,487 | 3.9 | 9,754 |
| | 郵輪 | 0 | 0.0 | 0 | 0 | 5.9 | 0 | 1.2 | 0 |
| | 特殊船舶 | 26 | 3.3 | 20,031 | 1,943 | 9.7 | 50,518 | 1.2 | 596 |
| | 總計 | 802 | 100.0 | | | | | | 133,677 |
| 95年 | 貨櫃船 | 673 | 71.6 | 18,673 | 5,191 | 27.8 | 3,493,606 | 3.4 | 119,481 |
| | 客貨船 | 0 | 0.0 | 626 | 63 | 10.1 | 0 | 3.4 | 0 |
| | 雜貨船 | 155 | 16.5 | 14,855 | 4,308 | 29.0 | 667,720 | 3.4 | 22,836 |
| | 散裝船 | 45 | 4.8 | 49,418 | 1,878 | 3.8 | 84,505 | 0.1 | 96 |
| | 油輪 | 41 | 4.4 | 14,293 | 4,717 | 33.0 | 193,384 | 3.8 | 7,275 |
| | 郵輪 | 0 | 0.0 | 318 | 19 | 5.9 | 0 | 1.1 | 0 |
| | 特殊船舶 | 26 | 2.7 | 19,275 | 1,870 | 9.7 | 48,611 | 1.1 | 554 |
| | 總計 | 940 | 100.0 | | | | | | 150,242 |
| 96年 | 貨櫃船 | 946 | 63.6 | 19,649 | 5,462 | 27.8 | 5,167,451 | 3.8 | 196,880 |
| | 客貨船 | 0 | 0.0 | 353 | 36 | 10.1 | 0 | 3.8 | 0 |
| | 雜貨船 | 312 | 21.0 | 12,581 | 3,648 | 29.0 | 1,138,329 | 3.8 | 43,370 |
| | 散裝船 | 147 | 9.8 | 43,745 | 1,662 | 3.8 | 244,360 | 0.1 | 310 |
| | 油輪 | 56 | 3.8 | 15,186 | 5,011 | 33.0 | 280,637 | 4.2 | 11,762 |
| | 郵輪 | 0 | 0.0 | 375 | 22 | 5.9 | 0 | 1.3 | 0 |
| | 特殊船舶 | 27 | 1.8 | 27,195 | 2,638 | 9.7 | 71,224 | 1.3 | 905 |
| | 總計 | 1,488 | 100.0 | | | | | | 253,227 |
| 97年 | 貨櫃船 | 942 | 63.7 | 19,714 | 5,480 | 27.8 | 5,162,623 | 3.5 | 178,111 |
| | 客貨船 | 0 | 0.0 | 291 | 29 | 10.1 | 0 | 3.5 | 0 |
| | 雜貨船 | 318 | 21.5 | 10,825 | 3,139 | 29.0 | 998,282 | 3.5 | 34,441 |
| | 散裝船 | 132 | 8.9 | 43,414 | 1,650 | 3.8 | 217,765 | 0.1 | 250 |
| | 油輪 | 57 | 3.9 | 16,862 | 5,564 | 33.0 | 317,174 | 3.8 | 12,037 |
| | 郵輪 | 0 | 0.0 | 308 | 18 | 5.9 | 0 | 1.2 | 0 |
| | 特殊船舶 | 29 | 2.0 | 17,070 | 1,656 | 9.7 | 48,018 | 1.2 | 552 |
| | 總計 | 1,478 | 100.0 | | | | | | 225,391 |
| 98年 | 貨櫃船 | 1,252 | 71.7 | 18,576 | 5,164 | 27.8 | 6,465,488 | 3.6 | 232,758 |
| | 客貨船 | 13 | 0.7 | 261 | 26 | 10.1 | 343 | 3.6 | 12 |
| | 雜貨船 | 113 | 6.5 | 8,635 | 2,504 | 29.0 | 282,969 | 3.6 | 10,187 |
| | 散裝船 | 260 | 14.9 | 42,412 | 1,612 | 3.8 | 419,031 | 0.1 | 503 |
| | 油輪 | 94 | 5.4 | 16,325 | 5,387 | 33.0 | 506,402 | 4.0 | 20,053 |
| | 郵輪 | 1 | 0.1 | 16,298 | 962 | 5.9 | 962 | 1.2 | 12 |
| | 特殊船舶 | 13 | 0.7 | 26,169 | 2,538 | 9.7 | 32,999 | 1.2 | 396 |
| | 總計 | 1,746 | 100.0 | | | | | | 263,921 |

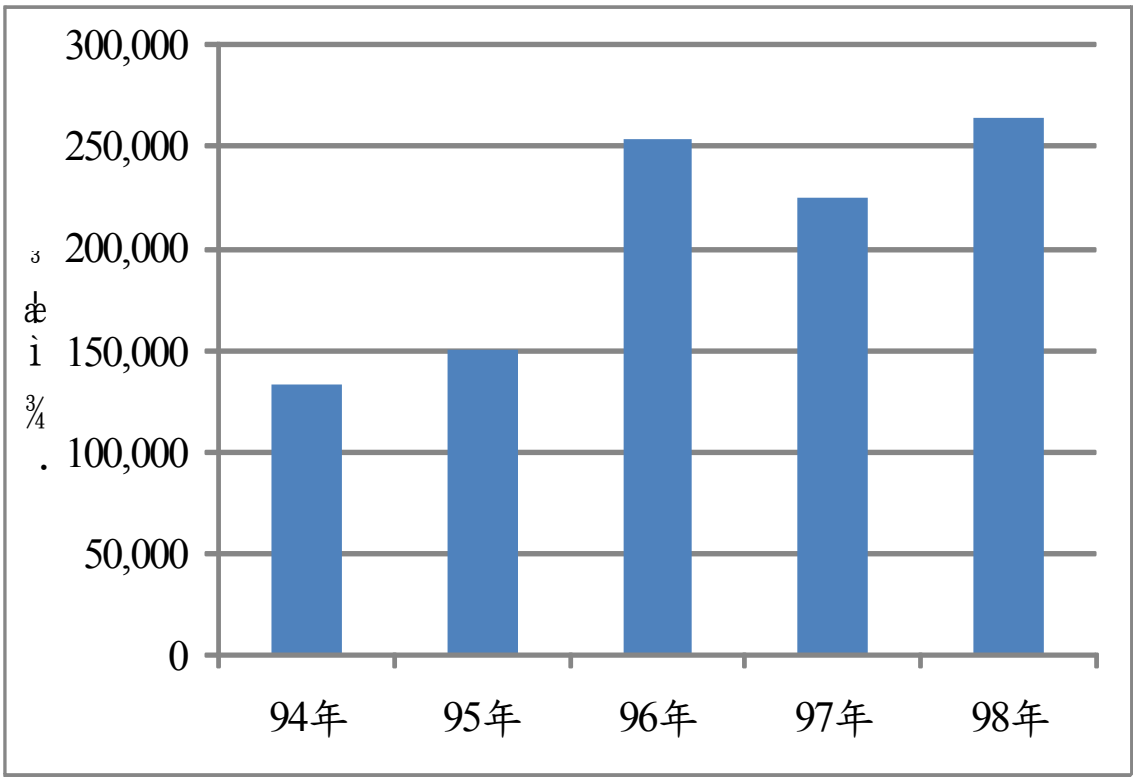



圖 7-9　臺中港 94-98 年度壓艙水總排放量

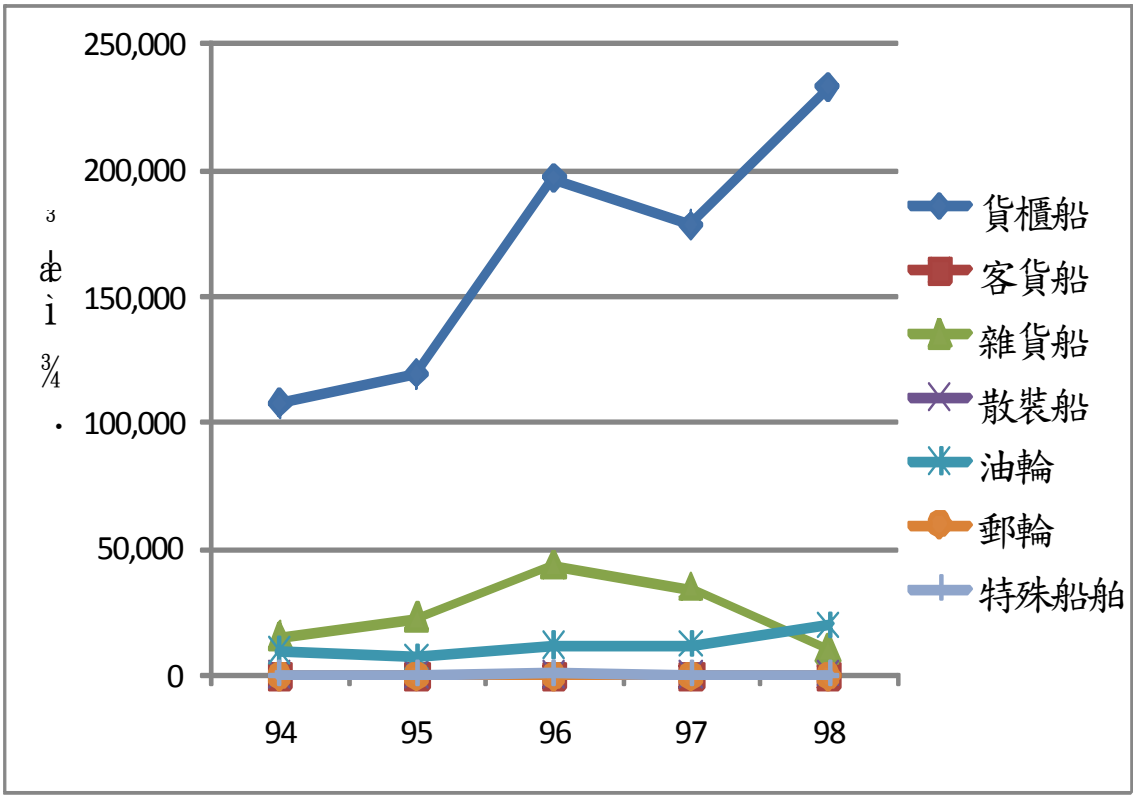



圖 7-10　臺中港 94-98 年度各船型壓艙水排放量

以整體排放量而言，如圖 7-11 所示，貨櫃輪排放量佔總排放量 82%，其次為雜貨輪 12%，油輪佔 6%，但油輪雖為排放量為第三大之船型，但因我國貿易型態之故，為油品進口國鮮少排放壓艙水，故壓艙水排放量以貨櫃輪與雜貨輪為主要排放船型。因此，以貨櫃輪與雜貨輪為排放量大之主要船型，以此兩種船型為高風險船舶，五年間船舶艘次如表 7-26 所示，共有 5,412 艘次 (841 艘數)入港，其他船型船舶則有 1,042 艘次 (414 艘數)入港，顯示排放量大之貨櫃輪與雜貨輪佔入港船舶 84%，故應針對此兩大船型船舶進行抽檢。

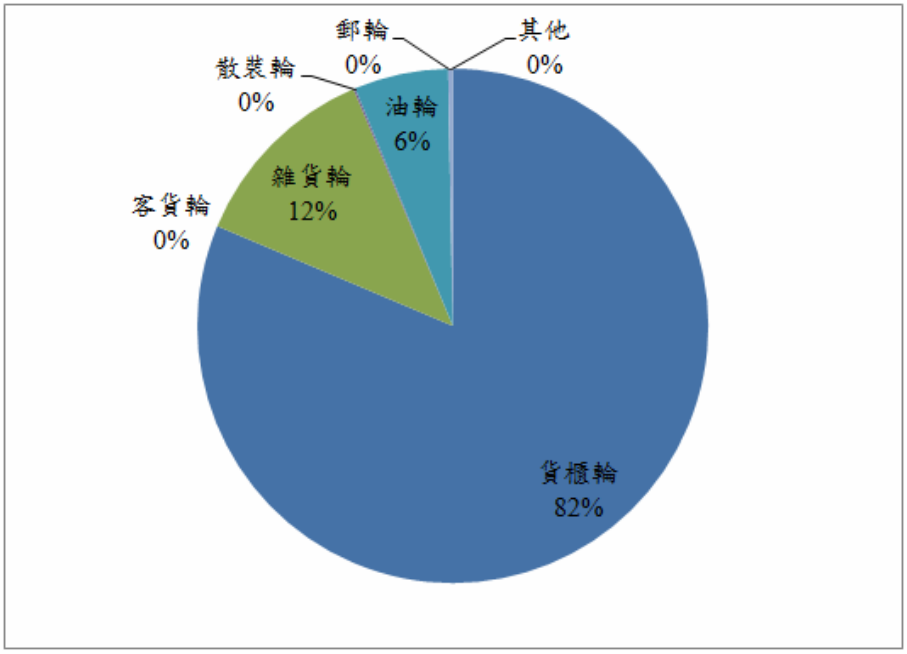



**圖 7-11　船舶種類與壓艙水排放量百分比**

**表 7-26　壓艙水量篩選後之艘次與艘數**

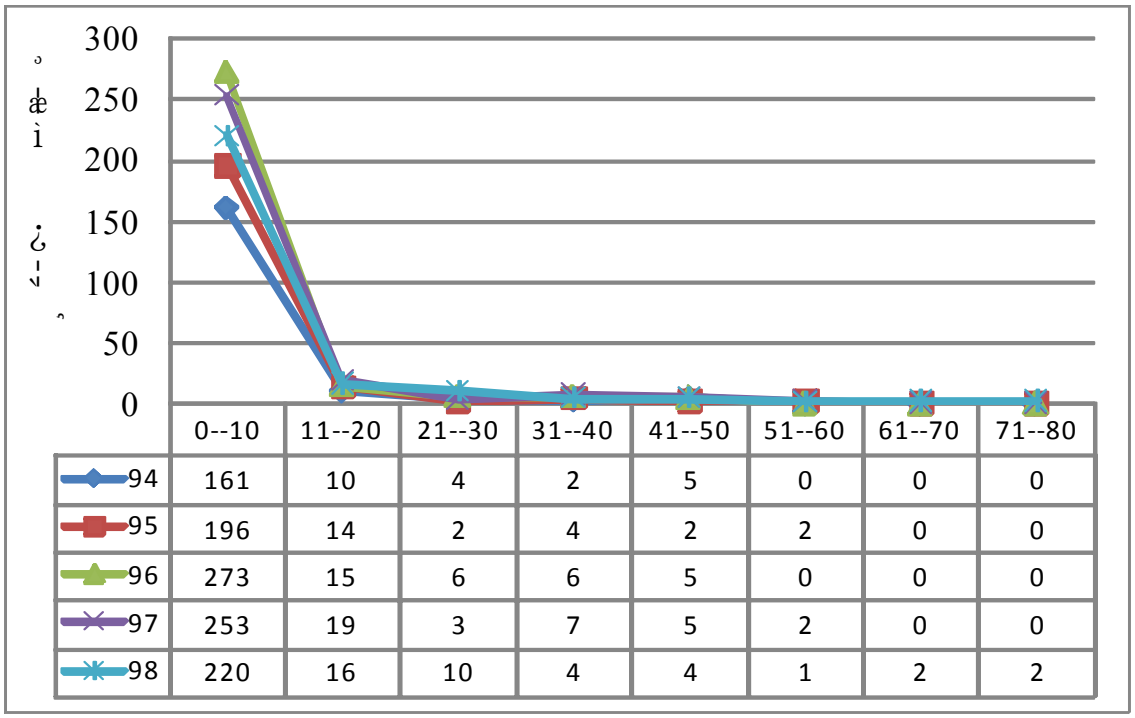
| 年份 | 艘次 | | | 艘數 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總艘次 | 積分<br>3 分 | 積分<br>1 分 | 總艘數 | 積分<br>3 分 | 積分<br>1 分 |
| 94 年 | 802 | 701 | 101 | 182 | 108 | 74 |
| 95 年 | 940 | 828 | 112 | 220 | 147 | 73 |
| 96 年 | 1488 | 1,258 | 230 | 305 | 216 | 89 |
| 97 年 | 1478 | 1,260 | 218 | 289 | 197 | 92 |
| 98 年 | 1746 | 1,365 | 381 | 259 | 173 | 86 |
| 總計 | 6,454 | 5,412 | 1,042 | 1,255 | 841 | 414 |

**4. 入港頻率**

雖進港次數與壓艙水量的排放多寡無直接相關，但若入港次數頻繁，將使管理上的困難度增加，風險亦可能隨之提高。表 7-27 列出各年度船舶入港艘次，其中以入港一次的船舶居多，每年皆有一百多艘船只入港一次，其他船舶入港次數介於 2 至 20 之間，入港次數超過 20 以上的船舶漸減，年入港次數超過 60 次以上，只在 98 年有四艘，表示這些船舶約一星期靠港一次，為近洋航線之船舶。圖 7-12 顯示，在 94 至 98 年間，船舶入港艘次大多在 10 次以內。以 98 年為例，就有 220 艘船入港次數少於 10 次以內；入港艘次介於 11 至 20 艘次的船有 16 艘；入港艘次介於 21 至 30 艘次的船則有 10 艘，隨著次數增加，入港船舶隨之遞減，入港次數介於 31 至 80 次者只剩 13 艘。

**表 7-27　各年度船舶進港次數**

| 進港次數 | 94 年 | 95 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 117 | 141 | 152 | 148 | 112 |
| 2 | 23 | 23 | 42 | 44 | 26 |
| 3 | 11 | 12 | 22 | 18 | 20 |
| 4 | 5 | 4 | 8 | 14 | 13 |
| 5 | 1 | 4 | 10 | 7 | 11 |
| 6 | 1 | 2 | 3 | 5 | 12 |
| 7 | 0 | 3 | 7 | 4 | 7 |
| 8 | 0 | 1 | 11 | 7 | 7 |
| 9 | 1 | 4 | 6 | 3 | 5 |
| 10 | 2 | 2 | 12 | 3 | 7 |
| 11-20 | 10 | 14 | 15 | 19 | 16 |
| 21-30 | 4 | 2 | 6 | 3 | 10 |
| 31-40 | 2 | 4 | 6 | 7 | 4 |
| 41-50 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| 51-60 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 61-70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 71-80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 艘數 | 182 | 220 | 305 | 289 | 259 |

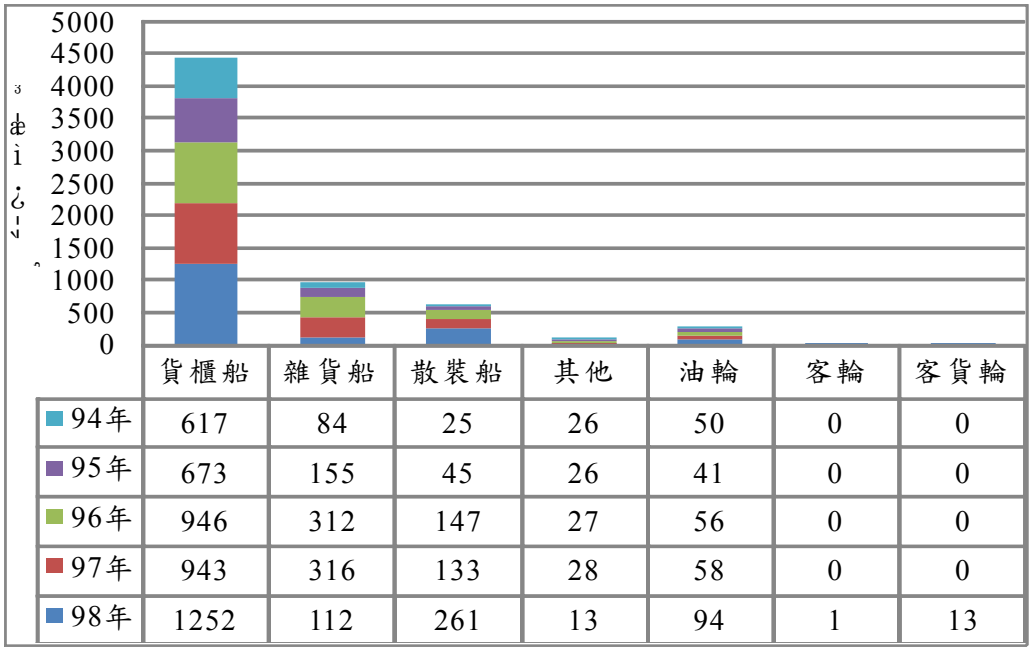



| | 0--10 | 11--20 | 21--30 | 31--40 | 41--50 | 51--60 | 61--70 | 71--80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94 | 161 | 10 | 4 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 95 | 196 | 14 | 2 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 96 | 273 | 15 | 6 | 6 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 97 | 253 | 19 | 3 | 7 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| 98 | 220 | 16 | 10 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 |

**圖 7-12　臺中港 94-98 年度船舶進港艘次**

在圖 7-13 顯示，所有入港船型中，以貨櫃船入港艘次居冠，從 94 年的 617 艘次攀升至 98 年的 1,252 艘次，其次為雜貨船，五年間將近 1,000 艘次入港，其後依序為散裝船入港 611 艘次，油輪為 299 艘次，其他類型船舶共為 120 艘次，而客輪與客貨輪只在 98 年有船舶從高風險港口來。表 7-28 將船型、艘次與上一港結合，了解上一港與船型之間的連結，表列港口皆為高風險港口，以船型分析，五年間共有 4,430 艘次的貨櫃輪從高風險港口來，佔 68.6%，其次為入港 987 艘次的雜貨輪，佔 15.2%；以港口而言，五年間共有 5,378 艘次的船舶上一港為香港，佔 83.3%，其次為廈門共有 398 艘次。整體而言，入港船舶以來自香港的貨櫃輪居冠，五年間共入港 3,695 艘次，佔總艘次一半以上，其次為來自香港的雜貨輪共有 942 艘次，第三為來自廈門的貨櫃輪有 359 艘次入港。表 7-29 列出五年間入港次數前五名之船舶，由表可知，船籍除國輪外，巴拿馬籍有兩艘，香港籍一艘；船型方面，貨櫃輪則佔四艘，另一艘為散裝輪，其中，有四艘船舶的上一港為香港，一艘為中國的福州。以船舶 A 為例，五年間入港次數高達 245 次，每年入港次數約 49 次，約每星期入港一次。根據上述資料可知此船舶為近洋航

線，亦為壓艙水排放主要船型，入港次數非常頻繁，又懸掛權宜船籍，故我國應針對上述船舶優先檢查。




| | 貨櫃船 | 雜貨船 | 散裝船 | 其他 | 油輪 | 客輪 | 客貨輪 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94年 | 617 | 84 | 25 | 26 | 50 | 0 | 0 |
| 95年 | 673 | 155 | 45 | 26 | 41 | 0 | 0 |
| 96年 | 946 | 312 | 147 | 27 | 56 | 0 | 0 |
| 97年 | 943 | 316 | 133 | 28 | 58 | 0 | 0 |
| 98年 | 1252 | 112 | 261 | 13 | 94 | 1 | 13 |

**圖 7-13　臺中港 94-98 年度各船型進港艘次**

**表 7-28　臺中港進港船舶的上一港與造訪次數**

| 港口 | 油輪 | 貨櫃輪 | 其他 | 散裝 | 雜貨輪 | 客貨船 | 客輪 | 總艘次 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 香港 | 272 | 3,695 | 117 | 351 | 942 | 0 | 1 | 5,378 |
| 澳門 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 廈門 | 0 | 359 | 1 | 17 | 9 | 12 | 0 | 398 |
| 福州 | 1 | 212 | 0 | 78 | 5 | 0 | 0 | 296 |
| 那霸 | 8 | 47 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 57 |
| 蛇口 | 1 | 76 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 79 |
| 黃埔 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 廣州 | 9 | 0 | 2 | 70 | 10 | 0 | 0 | 91 |
| 赤灣 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 寧德 | 0 | 0 | 0 | 43 | 9 | 0 | 0 | 52 |
| 泉州 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 |
| 汕頭 | 0 | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| 秀嶼 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 漳州 | 1 | 0 | 0 | 44 | 3 | 0 | 0 | 48 |
| 珠海 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 虎門 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 鹽田 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 總艘次 | 298 | 4,430 | 121 | 604 | 987 | 13 | 1 | 6,454 |

**表 7-29　前五大高造訪頻率船舶**

| | 船旗國 | 船型 | 次數 | 總噸位 | 上一港 |
|---|---|---|---|---|---|
| 船舶 A | 香港 | 貨櫃輪 | 245 | 3,970 | 福州 |
| 船舶 B | 巴拿馬 | 散裝船 | 142 | 9,948 | 香港 |
| 船舶 C | 台灣 | 貨櫃輪 | 139 | 12,404 | 香港 |
| 船舶 D | 巴拿馬 | 貨櫃輪 | 93 | 18,337 | 香港 |
| 船舶 E | 台灣 | 貨櫃輪 | 89 | 9,949 | 香港 |

表 7-30 列出入港船舶進港次數積分，入港超過 41 次者，亦即約每十天就靠港一次，有較多機會排放壓艙水，將此列為高風險船舶，五年間共有 1,479 艘次 (30 艘數)；積分兩分者為入港次數介於 21 至 40 次間，亦即十天至兩星期入港一次，五年內共有 1,422 艘次 (48 艘數)；入港次數少於 20 次者為低風險船舶，共有 3,553 艘次 (1,177 艘數)，顯示大部分船舶進港次數多在 20 次以下。

**表 7-30　入港次數積分表**

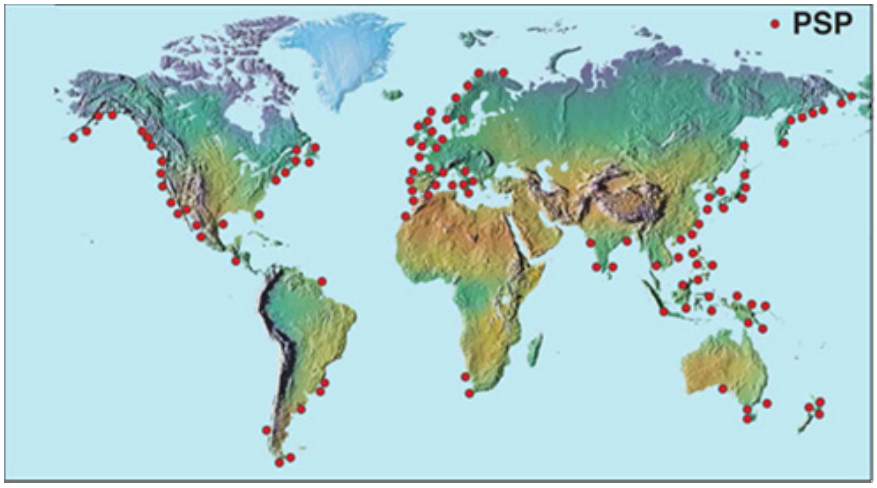
| 年份 | 艘次 | | | | 艘數 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總艘次 | 積分 3 分 | 積分 2 分 | 積分 1 分 | 總艘數 | 積分 3 分 | 積分 2 分 | 積分 1 分 |
| 94 年 | 802 | 221 | 172 | 409 | 182 | 5 | 6 | 171 |
| 95 年 | 940 | 194 | 193 | 553 | 220 | 4 | 6 | 210 |
| 96 年 | 1488 | 217 | 350 | 921 | 305 | 5 | 12 | 288 |
| 97 年 | 1478 | 337 | 319 | 822 | 289 | 7 | 10 | 272 |
| 98 年 | 1746 | 510 | 388 | 848 | 259 | 9 | 14 | 236 |
| 總計 | 6,454 | 1,479 | 1,422 | 3,553 | 1,255 | 30 | 48 | 1,177 |

## 5. 潛在入侵物種區

外來物種藉由船舶運輸如壓艙水、底泥、船殼纏繞或其他途徑入侵新環境，入侵成功與否端看外來物種對新環境的適應能力，若新環境與原棲地環境相似，則容易入侵成功且在當地進行繁衍，破壞當地的生態平衡。本計畫蒐集相關文獻了解各地發生外來物種入侵情形，並與進入臺中港船舶的上一港進行比較，以環境相似程度評斷外來物種是否容易入侵臺中港區，藉以預防或降低由船舶引入外來物種之機率。

世界各大港口外來物種入侵造成危害事件頻傳，除聯合國海事組織發佈的十大外來物種外，各地亦紛紛傳出外來物種入侵案例，如表 7-31 所示，列出東北亞近十幾年來外來物種入侵事件，以渦鞭毛藻與矽藻類之物種為主。由表可知，藻華大多發生於中國沿海、南韓與日本南部，其中，*Gymnodinium sp.*影響遍佈東北亞，造成大量魚類死亡。臺灣亦發生過藻華事件，1989 年發現塔馬亞歷山大藻 *Alexandrium tamaranse*，此種藻類含有麻痺性貝毒，若經由食物鏈進入人體內，會造成呼吸及循環系統麻痺性中毒。臺灣沿岸生物中，如紫貝 (西施舌貝)、海星、蟹類與螺類等皆發現有此種毒素存在，並造成食物中毒，而在所有中毒病例都曾食用西施舌貝，且從西施舌貝內檢測出麻痺性貝毒。圖 7-14 顯示世界各地港口皆受麻痺性貝毒 (Paralytic Shellfish Poisoning)影響，由以亞洲、歐洲與美西最為明顯。

經過篩選後之港口，大多位於中國東南沿海與日本南部，以廣東、福建兩省居多，位居這兩省的港口與臺中港環境極度相似，若引入外來物種易對臺灣環境造成威脅，然而這兩地皆曾傳出藻華事件，如 1990 年 *Cochlodinium sp.*造成大量魚類、鱔鰻、養殖石斑魚、黑鯛、小頸幼貝、海蜇等死亡，1997 年 *Phaeocystis globosa* 亦造成 60,000 噸的魚類死亡，日本亦曾傳出琉球及帛琉的夜光貝、海扇貝等都因藻華增生而使這些生物含有麻痺性貝毒。




資料來源：http://www.whoi.edu/

**圖 7-14　麻痺性貝毒分佈地**

## 表 7-31　東北亞藻華發生地與影響(Landsberg, 2007)

| 物種 | 生物致死事件 | 年份 | 地點 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|---|
| Alexandrium catenella | 造成鰶魚與紅雕死亡 | 1982 | 北浦灣、宮崎縣，日本 | Ogata and Kodama(1986) |
| Alexandrium tamaranse | 養殖蝦類死亡 | 1989 | 臺灣 | Su. et al. (1993) |
| C. marina | 魚類 | 1980s | 鹿兒島灣，日本 | Onoue et al. (1990) |
| chattonella antique with fibrocapsa japonica | 大量黃尾魚死亡 | 1987 | 播磨，瀨戶內海，日本 | Okaichi(1989) |
| Cochlodinium sp. | 魚類、養殖石斑等死亡 | 1990 | 福建，中國 | Qi et al. (1993) |
| Cochlodinium sp. | 魚類死亡 | 1910-1911 | 橫濱港，日本 | Taylor(1964) |
| Conyaulax polygramma | 珍珠牡蠣、扇貝、日本黃花魚、比目魚死亡 | 1994 | 宇和島灣，日本 | Koizumi et al. (1996) |
| Gymnodinium sp. | 軟體動物 | 1981 | 鎮海灣，南韓 | Kim(1998) |
| Gymnodinium sp. | 野生與養殖魚類 | 1984 | 鹿兒島灣，日本 | Onoue et al. (1985) |
| Gymnodinium sp | 魚類 | 1985 | 瀨戶內海，日本 | Okaichi(1989) |
| Gymnodinium sp. | 養殖蝦類與魚類 | 1989 | 黃華，中國 | Xu et al .(1993) |
| Gymnodinium sp. | 比目魚、底棲魚類死亡 | 1992 | 南韓的南海 | Kim et al. (1995) |
| Gymnodinium mikimotoi and Gymnodinium sp. | 大量養殖魚類、珊瑚鱒魚、石斑魚、紅雕等死亡 | 1998 | 南中國與香港 | Yang and Hodgkiss (1999), Dickman(2000) |
| Heterocapsa circularisquama | 大量牡蠣、貽貝、片蛤等死亡 | 1989 | 福岡灣，福岡縣，日本 | Yamamoto and Tanaka (1990) |
| Heterocapsa circularisquama | 36-38%大西洋牡蠣、5-36%珍珠牡蠣、10-55%的地中海貽貝死亡 | 1995 | 廣島灣，瀨戶內海，日本 | Matsuyama et al. (1997) |
| Heterocapsa circularisquama | 30-98%大西洋牡蠣、50-90%小頸幼貝死亡 | 1998 | 廣島灣，日本 | Matusyama(1999) |
| Karenia digitata | 養殖魚類紅雕、鉎魚、黃尾魚與竹筴魚死亡 | 1997 | 日本內海、西日本、香港 | Yang et al. (2000) |
| Noctiluca scintillans | 蝦類致病或死亡 | 1989-1990 | 河北省，中國 | Fengqi(1990), Chen anf Gu(1993), Qi et al. (1993) |
| Noctiluca scintillans | 魚類 | 1992 | 香港 | Ho and Hodgkiss(1992) |
| Polykirkoides | 魚類 | 1988 | 丹東灣，南韓 | Kim(1998) |
| Prorocentrum minimum | 魚類 | 1977 | 渤海灣，中國 | Tseng et al. (1993) |
| Prorocentrum sp. | 魚類 | 2000 | 舟山群島，浙江，中國 | ICES(2001) |
| Phaeocystis globosa | 60,000 噸的魚類死亡 | 1997 | 福建與廣東省，中國 | Lu and Huang(1999) |
| Prymnsium parvum | 魚類 | 1988-1990 | 山東，中國 | Yang et al.(1993) |
| Prymnesium saltans | 魚類 | 1983-1986 | 天津，中國 | Wang (1992), Edvardsen and Paasch(1998) |
| Scrippsiella trochoidea | 黃尾魚 | 1995 | 鹿兒島，日本 | Khan rt al. (1996) |

經群集分析篩選後的所有港口皆發生藻華事件，表 7-32 顯示所有船舶皆為高風險船舶，臺中港受藻華入侵機率極高，故針對從這些港口來的船舶優先進行檢驗。

**表 7-32　藻華區篩選後之艘次與艘數**

| 年份 | 艘次 | | | 艘數 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 總艘次 | 積分 3 分 | 積分 1 分 | 總艘數 | 積分 3 分 | 積分 1 分 |
| 94 年 | 802 | 802 | 0 | 182 | 182 | 0 |
| 95 年 | 940 | 940 | 0 | 220 | 220 | 0 |
| 96 年 | 1488 | 1488 | 0 | 305 | 305 | 0 |
| 97 年 | 1478 | 1478 | 0 | 289 | 289 | 0 |
| 98 年 | 1746 | 1746 | 0 | 259 | 259 | 0 |
| 總計 | 6,454 | 6,454 | 0 | 1,255 | 1,255 | 0 |

### 7.3.2 分析結果在港口國管制之應用

港口國管制是防止未受妥善管理的船舶進入港口的最後一道防線，一般來說檢查通常是針對於船舶配有的證書及文件進行核對，查看的項目如船舶與船員的實際狀況、機艙配備與住艙設施是否有達到國際要求標準以及基本的船舶衛生條件等，如果船舶上的各項證書齊全且有效，在加上各種檢視範圍皆屬於良好狀態下，便會終止檢查。目前我國港口檢查的內容包含了以下公約協定：《66/88 船舶載重線公約及議定書》(Load Line 66/88)、《69/82 船舶噸位丈量公約》(Tonnage 66/88)、《72/77 國際海上避免碰撞公約》(COLREG 72/77)、《73/78 防止船舶污染公約》(MARPLO 73/78)、《74 海上人命安全公約及 78/88/02 議定書》(SOLAS 74 as amended 78/88/2002 ISPS Code)、《76/81/96 第 174 號商船最低標準公約》(ILO Convention No. 147 76/81/96)、《78/95 海員培訓認證公約》(STCW 78/95)，並依公約內容規劃檢查細項。

目前的管制已經從單國各自訂定擴大到區域性的管制，《東京備忘錄》便是亞太地區最重要的共管制體系，涵蓋亞太區內 75%以上的營

運船舶總數，雖然台灣目前尚未成為備忘錄體系的一員，但台灣自 2001 年開始執行個別的港口國管制，接受檢查的船數逐年增加，說明了在台灣港口國管制官員在於實際執行檢查層面的成熟度越來越高，能夠更確實掌握船舶違反的項目並且要求進行改善。

由於壓艙水公約尚未生效，我國亦無相關管理壓艙水之國內法，然而為因應國際趨勢及保護我國海域安全，壓艙水之管理實屬必要，在現有港口國管制能量不足之情況下，依風險評估建立船舶壓艙水相關檢查之優先管理順序可達到選擇高風險船舶做重點式管理之近程目標。本研究經上述五項航運因素分析後，如表 7-33 所示，五年間原有 30,808 入港艘次 (7,289 艘數)，經過第一層環境相似度分析後，篩選出 11,160 艘次 (2,679 艘數)；再經第二層群集分析篩選，篩選出 6,454 艘 (1,255 艘數)；最後一層航運因素分析，篩選出 3,657 艘次 (603 艘數)。圖 7-15 以 98 年為例，經過層層篩選，共篩選出 9.3%的高風險入船舶

目前臺灣港口國管制在 2003 到 2006 年間，基隆、高雄、臺中和花蓮四港，共有 96,188 艘船舶入港，港口國管制官員總共進行 898 次隨機檢查，並擴及 75 國船旗，其中有 461 艘船舶被檢查出有缺失，並有 156 艘船舶遭到扣船 (Chiu, 2008)，四年間檢查船舶數不到 1%。港口國管制官員除了進行安全檢查外，若加入本計畫提出的壓艙水管制，將使港口國管制官員檢查任務更繁重，若參照東京備忘錄所制定之目標，檢查船舶總量 75%的船舶，在未經篩選前之前，五年間共有 30,808 艘次入港，平均一天入港 17 艘次，若為達成東京備忘錄目標每天需檢查 13 艘，依目前臺中港港口國管制官員人數只有 14 位，尚嫌不足。故根據上述研究方法在壓艙水管制方面篩選受檢船舶數，藉此篩選出高風險船舶，港口國官員將可針對此類船舶進行檢查。經本計畫風險評估流程篩選後，高風險船舶共有 3,657 艘次 (603 艘數)，亦即每年約有 121 艘次高風險船舶入港，港口國管制官員可針對此類船舶進行檢查，減少人力資源的浪費，並可更有效的管理船舶安全維護生態環境。

**表 7-33　各項分析之艘次與艘數**

| | 94 年 | 95 年 | 96 年 | 97 年 | 98 年 | 總共 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 原艘次 | 5,697 | 5,857 | 6,462 | 6,330 | 6,462 | 30,808 |
| 環境相似度分析艘次 | 1,706 | 1,857 | 2,456 | 2,402 | 2,739 | 11,160 |
| 群集分析艘次 | 802 | 940 | 1,488 | 1,478 | 1,746 | 6,454 |
| 五項因素分析後艘次 | 449 | 562 | 850 | 802 | 994 | 3,657 |
| 原艘數 | 1,419 | 1,464 | 1,492 | 1,492 | 1,422 | 7,289 |
| 環境相似度分析艘數 | 445 | 490 | 586 | 571 | 587 | 2,679 |
| 群集分析艘數 | 182 | 220 | 305 | 289 | 259 | 1,255 |
| 五項因素分析後艘數 | 77 | 110 | 153 | 131 | 132 | 603 |

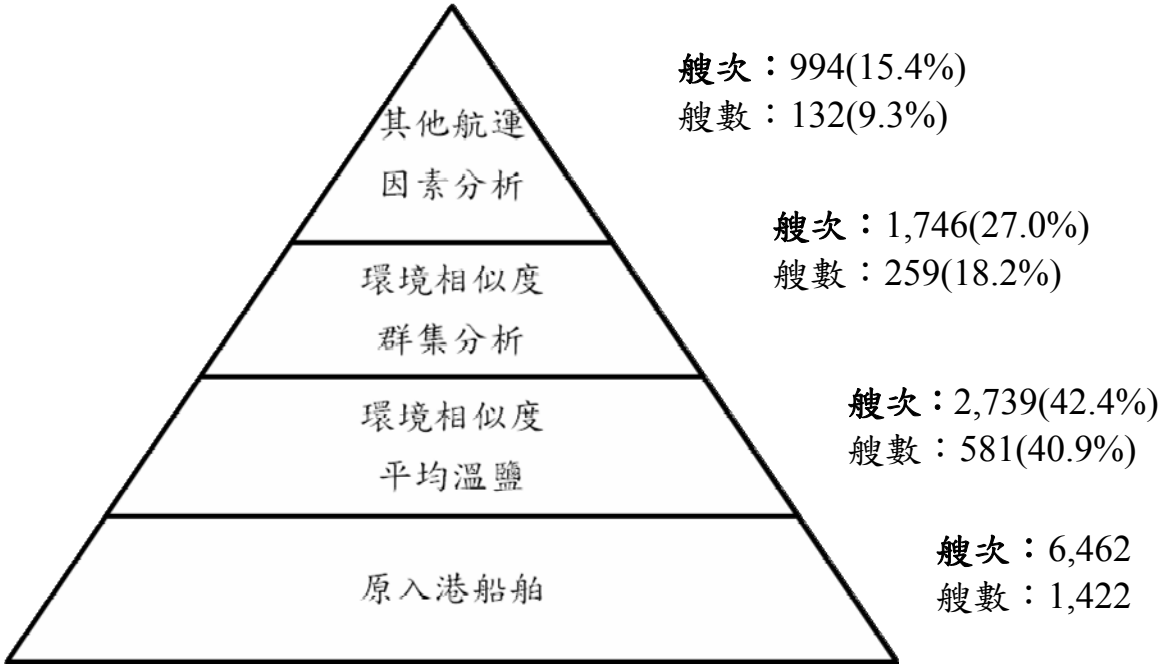



**圖 7-15　98 年各項分析結果**

# 第八章　結論與建議

本研究為針對臺中港附近海域進行水體採樣與分析，其工作範圍北起大甲溪南岸，南至大肚溪口，南北縱長約 15 公里，西至水深約 25 公尺內近岸水域。依據調查結果提出港灣附近水質分佈的特性與底質重金屬採樣調查及分析；以二維與三維水理模式探討臺中港域水動力之特性；建立藉由壓艙水導入臺中港之可能侵襲物種資料庫及研擬高風險船舶管理之優先順序。由歷史與本年度於臺中港鄰港海域水質調查結果分析與壓艙水案例分析，可獲得結論與建議如下：

## 8.1 結論

1. 本年度新建立三維水理之數值模式,使用本年度於臺中港南北兩側所設立之海流測站來率定與驗證去年度所建立之二維與今年度新建立之三維水動力模式,並藉由二維或三維水理模式來模擬分析臺中港區海域之水動力情形。經多次測試，本研究三維模式最後選定底床摩擦係數為 25， $\gamma$、$kv$與$rm$等係數之值分別為 500、0.4 與 0.4 (計算鹽度時，使用 rm 值為 0.8)與渦動黏性係數為 100。而在二維模式之參數經過率定與驗證後,本研究使用水平動量交換係數 $K_{xx}$與$K_{yy}$為 $300\,m^2/\sec$，$K_{xy}$與$K_{yx}$為 $100\,m^2/\sec$，而底床摩擦係數則選擇與三維模式相同。由模擬結果可知，漲潮時潮流分別從臺中港南北兩端向臺中港匯集。退潮時則由臺中港附近海域向南北兩端流出，此與交通部運輸研究所「近岸漂沙機制與防治研究(1/4)」(蔡等，2009)第五章之結果趨勢一致。

2. 應用經率定與驗證後之模式,本研究針對風場變化對於臺中港海流影響進行初步之討論。模擬結果顯示，在風向為 NNE 之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈大。在風向為 SSW 之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈小。另外在本研究之模擬風

場變化之條件下，上層流速會大於下層流速值，此皆證明了模式的合理性。

2. 100 年 4 月枯水期與 10 月豐水期調查結果顯示，港區內 N5、N6、N7 計 3 處測點之港域水質因較易受陸源性影響，如介於梧棲大排與安良港大排之間測點 N5，於 4 月枯水期間其鹽度與導電度相對最低，而受到來自內陸排水中，生活與農畜牧廢污水富含總磷導致其濃度升高。臺中港外大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)兩海域測點之水質則相對穩定且污染程度低，均可符合所屬之乙類海域水質標準，重金屬亦無異常。

3. 臺中港海域表層沉積物重金屬 4 月調查結果，整體並無異常偏高。除砷外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，以港域內底質相對較港外為高。以地殼平均鋁濃度計算結果顯示，富集程度以鉻相對最低，介於無～輕微富集；而砷富集程度則相對最高，介於非常嚴重～極端嚴重富集，以大肚溪外海最高，同時此處砂(sand)含量亦最高。

4. 由地質累積指數評估顯示，本年度 4 月枯水期海域底質調查結果多呈現無污染至中度污染，其中重金屬銅、鋅、鉻與汞與全球頁岩之平均含量相比，均為接近背景之無污染等級，此結果與前述指標富集因子(以地殼平均鋁濃度計算)相比，兩者存在差異性。若以調查區域之沉積物背景鋁元素濃度計算修正後顯示，臺中港海域海域底質調查結果，亦多呈現無污染或輕微污染至中度污染，此與地質累積指評估結果較為相符。

5. 海域水質與底質相關性分析顯示，4 月枯水期間來自海淡水混合之鹽度，以及生活畜牧廢污水之生化需氧量、大腸桿菌群與氨氮、總磷明顯呈現高度負相關，反映出來自陸源淡水，仍為影響臺中港海域水體品質之主要因子，此外重金屬鋅、鉻與砷亦呈現高度負相關。而水體與沉積物同一重金屬方面，除水體中汞濃度與底質汞呈現負相關外，其餘兩兩間相關性不高，進一步檢視其相關性可發

現，存在於水體中的汞與底質中的有機質含量與鋁呈現負相關，同時與底質砷、平均粒徑(與中值粒徑)及砂含量呈現高度負相關，顯示水體中汞含量高低應與底質粗細有關;而底質汞含量則與底質中之有機質及鋁與粉砂呈現正相關；與底質中之平均粒徑(與中值粒徑)及砂含量呈現負相關，即當底質顆粒偏細時，其底質中所含的有機質及鋁與汞含量亦相對較高。

6. 本研究根據澳洲篩選外來物種準則之程序，對進入臺中港貿易船舶之上一港所屬國家周圍海域，篩選出 38 種曾爆發過藻華事件之物種，其中共有 12 種已被列入中研院生物多樣性研究中心所設立的臺灣物種名錄中，其餘 26 種則未被列入名錄中。這些物種可能尚未入侵臺灣，抑或尚未被發現。其中 *Alexandrium catenella*、*Gymnodinium catenatum* 與 *Gymnodinium sp.*含有麻痺性貝毒，*Prorocentrum sp.*含有腹瀉性貝毒，這些含有毒性之藻類若進入魚類或人體體內會造成中毒，嚴重者將致死，故應對此類物種加以防範追蹤。

7. 本研究以壓艙水公約規範之環境相似度法為基礎，提出三層級之風險分析法，在臺中港五年間原有 30,808 入港艘次 (7,289 艘數)，經過第一層環境相似度分析後，篩選出 11,160 艘次 (2,679 艘數)；再經第二層群集分析篩選，篩選出 6,454 艘 (1,255 艘數)；最後一層航運因素分析，篩選出 3,657 艘次 (603 艘數)，亦即每年入港的高風險船舶有 121 艘數，約每三天有一艘高風險船舶入港。在評估出最高外來種侵襲風險之船舶後，有限的港口國管制能量就可用於針對此類船舶之檢查，如此可減少港口國管制官員之負擔，並可更有效的管理船舶安全維護生態環境。

## 8.2 建議

1. 本研究於今年度已初步建立了三維水理模式來模擬臺中港域的海流狀況，其模擬結果與文獻資料趨勢一致。未來建議能再利用更多的實測資料來進行驗證，以確認模式的準確性。

2. 由水質與沉積物重金屬調查結果顯示，其底質砷濃度有略微偏高之情形，無論由 NOAA(美國國家海洋大氣管理局)的底質規範快速篩選參考門檻值，與重金屬污染程度評估指標 EF(富集因子)及 Igeo(地質累積指數)皆顯示，調查區域內的底質砷含量略高，雖低於會經常地對生物造成危害的等級，但仍值得後續監測與追蹤。尤其是位於調查區域南側之大肚溪口外，其砷濃度最高且明顯高於港域內底質，因此建議後續可針對大肚溪口沿近海底質重金屬砷偏高的原因，進行更詳細的探討。

3. 本研究所挑選出 26 種可能入侵臺灣海域的物種，雖在其他亞洲地區造成藻華，但若入侵臺灣後之衝擊仍為未知數，且表列之物種可能已有入侵臺灣之物種只是尚未發現，或未被記錄至臺灣物種名錄中，因此，可藉由本研究篩選出高風險船舶進行採樣研究，是否壓艙水中含有此類物種，並針對這些物種進行追蹤，調查是否已進入臺灣海域或了解此物種習性，進一步防範其入侵。

4. 目前臺灣港口國管制在 2003 到 2006 年間，基隆、高雄、臺中和花蓮四港，共 96,188 艘船舶入港，港口國管制官員總共進行 898 次隨機檢查，四年間檢查船舶數不到 1%。若參照東京備忘錄所制定檢查船舶總量 75%之目標，在未經篩選前，平均一天入港 17 艘次，每天需檢查 13 艘，依目前臺中港港口國管制官員人數只有 14 位，尚嫌不足。故根據上述研究方法篩選受檢船舶數，針對此類船舶進行檢查。經評估流程篩選後，以 98 年為例，高風險船舶共有 132 艘數，亦即每三天才有 1 艘高風險船舶入港，港口國管制官員可針對此類船舶進行檢查，在管制方式亦可參考美澳制度建立壓艙水申

報程序，即在進港前強制申報壓載艙容積、壓艙水量、及上一港資料以利追蹤管制，如此可減少港口國管制官員之負擔，並可更有效的管理船舶安全維護生態環境。

5. 由於國內少有壓艙水方面之研究，且政府單位對壓艙水公約之認知亦較為不足，然而公約生效在即，國內卻尚未建立任何防範體系，故建議第四年可辦理壓艙水之成果發表或論壇，廣邀權益相關人如政府交通港務及環保部門、專家學者、運輸航商、水處理業者、環境非政府組織等，探討我國未來針對因應壓艙水公約及防止外來種入侵之管理策略。

## 8.3 成果效益與後續應用

1. 本計畫執行至第三年，已掌握匯入臺中港港域之陸域水質、港域水質與鄰近海域水質之污染特性與來源，以及長期變動趨勢，以及海域生態之變化趨勢。可作為決策者進行環境管理策略擬定之重要參考，同時可提供給中央與地方環保單位，進行水污染防治措施與環境監測計畫之調整與修正。

2. 本年度已完成海域水質與底質重金屬初步調查，可提供臺中港後續針對港域與港外底質重金屬可能對環境影響之評估，尤其是可能對底棲生態的危害程度評估。

3. 本研究完成外來種藉船舶壓艙水入侵之風險分析，建立高風險船舶管理之優先順序，並初步建立 26 種可能入侵臺灣海域的外來物種。後續可藉由本研究之風險分析，提供各港務局及相關單位做為未來港口國管制之參考依據，並可針對高風險船舶進行採樣研究，以瞭解外來種藉船舶壓艙水之入侵情形，或調查是否已進入臺灣海域以進一步防範其入侵。

# 參考文獻


1. 台灣電力股份有限公司，*臺中發電廠環境監測報告*，2002 年。
2. 交通部中央氣象局，*氣候資料年報－地面資料*，1999 年至 2009 年。
3. 交通部中央氣象局，*潮汐觀測資料年報*，1999 年至 2009 年。
4. 交通部台中港務局，*臺中港港口第二期擴建工程計畫環境監測* 1999 年。
5. 交通部台中港務局，*南填方區(I)圍堤及航道浚深拓寬工程環境監測*，1999 。
6. 交通部台中港務局，*臺中港區環境調查監測分析*。
7. 交通部運輸研究所，*台中港觀測風力資料專刊*(1994-2007 年)，2008 年 9 月。
8. 交通部運輸研究所，*港灣海氣地象觀測資料年報*，2001 年至 2009 年。
9. 交通部運輸研究所，*近岸漂沙機制與防治研究(1/4)*，2000 年。
10. 行政院環境保護署，*台灣北部、中部、南部海域水質監測現況* (www.epa.gov.tw) 。
11. 邱皓正(2010)*量化研究與統計分析 SPSS(PASW) 資料分析範例*，五南圖書出版公司，第五版。
12. 姚煒民、李超、郜鈞璋(2006)浙南海域的赤潮生物，*海洋通報*，第 25 卷第 3 期，頁 87-91。
13. 海渡電力事業股份有限公司，*海渡火力發電廠開發計畫環境影響評估*，1999 年。
14. 陳順宇(2004)*多變量分析*，華泰書局，第三版。

15. 楊博名(2009)*高雄港沉積物中重金屬分佈與累積之研究*，高雄海洋科技大學海洋環境工程系碩士論文。

16. 臺中港務局，*臺中港區環境調查監測分析正式報告書*(本文與附錄)，2009 年至 2010 年。

17. 億昇倉儲企業股份有限公司，*台中港西一號碼頭後線第三期儲槽及附屬設施興建工程環境影響說明書*，2006 年。

18. 中央氣象局全球資訊網 http://www.cwb.gov.tw。

19. Aguirre-Maxedo, M.L., Vidal-Martinez, V.M., Herrera-Silveira, J.A., Valdes-Lozana, D.S., Herrera-Rodriguez, M., Olvera-Novoa, M.A. (2008) "Ballast water as a vector of coral pathogens in the Gulf of Mexico: The case of the Cayo Arcas coral reef", *Marine Pollution Bulletin* Vol. 56:1570-1577

20. Alamsjah, M.A., Ishibe, K., Kim, D., Yamaguchi, K., Ishibashi, F., Fujita, Y., Oda, T. (2007) "Selective toxic effects of polyunsaturated fatty acids derived from Ulva fasciata on red tide phyotoplankter species", *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* Vol. 71(1):265-268

21. Alexander, C.R., Smith, R.G., Calder, F.D., Schropp, S.J., Windom, H.L. (1993) "The historical record of metal enrichments in two Florida estuaries," *Estuaries*, Vol. 16, pp. 62-637.

22. Anderson, L. W. J., and Keppner, S. (2001) "Caulerpa Taxifolia: Marine Algal Invader Provokes Quick Response in U.S. Waters," *ANS Digest*, Vol. 13, pp. 21-23.

23. Anderson, D.M., Hoagland, P., Kaoru, Y. (2000) "Estimated Annual Economic Impacts from HABs in the US", Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, September.

24. Azanza, R.V., Fukuyo, Y., Yap, L.G., Takayama, H. (2005) "Prorocentrum minimum bloom and its possible link to a massive fish kill in Bolinao, Pangasinan, Northern Philippines", *Harmful Algae* Vol. 4:519-524.

25. Band, S. C. J., Morquecho, L., Lechuga, D. C. H. and Anderson, D. M. (2004) “Effects of Growth Medium, Temperature, Salinity and Seawater Source on the Growth of Gymnodinium Catenatum (Dinophyceae) from Bahía Concepción, Gulf of California, Mexico,” *Journal of Plankton Research*, Vol. 26, pp. 1459-1470.

26. Benoit, H.P., Johannsson, O.E., Warner, D.M., Sprules, W.G., Rudstam, L.G. (2002) “Assessing the Impact of a Rrecent Predatory Invader: The Population Dynamics, Vertical Distribution, and Potential Prey of Cercopagis pengoi in Lake Ontario,” *Limnology and Oceanography*, Vol. 47, pp. 626-635.

27. Bernauer, D., Kappus, B. and Jansen, W. (1996) “Neozoen in Kraftwerksproben und Begleituntersuchungen am nördlichen Oberrhein,” In: Gebietsfremde Tierarten, Gebhardt, H., Kinzelbach, and Schmidt-Fischer, R. S. (eds.), *Landsberg*, pp. 87-96.

28. Begin, C., and Scheibling, R. E. (2003) “Growth and Survival of the Invasive Green Alga Codium Fragile ssp. tomentosoides in Tide Pools on a Rocky Shore in Nova Scotia,” *Botanica Marina*, Vol. 46, pp. 404-412.

29. Bially, A. and MacIsaac, H. J. (2000) “Fouling Mussels (Dreissena spp.) Colonize Soft Sediments in Lake Erie and Facilitate Benthic Iinvertebrates,” *Freshwater Biology*, Vol. 43, pp. 85-97.

30. Böhmer, H. J., Heger, T.and Trepl, L. (2001) “Fallstudien zu gebietsfremden Arten in Deutschland - Case studies on Aliens Species in Germany,” *Texte des Umweltbundesamtes*, Vol. 13, pp. 126-136.

31. Bolch, C.J.S., Salas, M.F.D. (2007) “A review of the molecular evidence for ballast water introduction of the toxic dinoflagellates Gymnodinium catenatum and the Alexandrium ‘‘tamarensis complex’’ to Australasia”, *Harmful Algae* Vol. 6:465-485.

32. Bravo, I., Garcés, E., Diogène, J., Fraga, S., Sampedro, N. and Figueroa, R. I. (2006) “Resting Cysts of the Toxigenic dinoflagellate genus Alexandrium in Recent Sediments from the Western

Mediterranean coast, including the First Description of Cysts of A. kutnerae and A. peruvianum," *Eur. J. Phycol*., Vol. 41, pp. 293-302.

33. Busch, D., Schuchardt, B., Kettler, J. and Steinweg, B. (1995) "Die Verbreitung der Muschelarten Dreissena polymorpha und Congria leucocephaeata in der Weser und ihre Eignung für ein passives Schwermetallbiomonitoring," *Die Weser*, pp. 109-122.

34. Carlton, J. T. (1985) "Transoceanic and Interoceanic Dispersal of Coastal Marine Organism: the Biology of Ballast Water," *Oceanography and Marine Biology: and Annual Review*, Vol. 23, pp. 313-371.

35. Carlton, J.T., Geller, J.B. (1993) "Ecological Roulette: The global transport of nonindigenous marine organisms", *Science* Vol. 261:78-82

36. Carlton, J. T. (2001) Introduced Species in U.S. Coastal Waters: Environmental Impacts and Management Priorities, Pew Oceans Commission, Arlington, Virginia.

37. Cato, I. (1977) "Recent Sedimentological and Geochemical Conditions and Pollution Problems in Two Marine Areas in Soutwestern Sweden," *Journal of International Economics*, Vol. 7, pp. 1-150.

38. Charlebois, P.M., Marsden, J.E., Goettel, R.G., Wolfe, R.K., Jude, D.J. and Rudnicka, S. (1997) The Round Goby, Neogobius melanostomus (Pallas), *A Review of European and North American Literature*, Illinois-Indiana Sea Grant Program and Illinois Natural History Survey, Illinois.

39. Chiu, R.H., Yuan, C.C. and Chen, K.K. (2008) "The Implementation of Port State Control in Taiwan," *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 16, No. 3, pp. 207-213.

40. Cristescu, M. E. A., Heber, P. D. N., Witt, J. D. S., MacIsaac, H. J. M. and Grigorovich, I. A. (2001) "An Invasion History for Cercopagis pengoi Based on Mitochondrial Gene Sequences," *Limnology and Oceanography*, Vol. 2, pp. 224-229.

41. Curiel, D., Guidetti, P., Bellemo, G., Scattolin, M., and Marzocchi, M. (2002) "The introduced Alga Undaria pinnatifida (Laminariales, Alariaceae) in the Lagoon of Venice," *Hydrobiologia*, Vol. 477, pp. 209-219.

42. Czerniejewski, P., Filipiak, J. and Radziejewska, T. (2003) "Body Weight and Morphometry of the Chinese Mitten Crab in the River Odra/Oder Estuary (North-Western Poland)," Acta Scientarum Polonorum. *Ser. Fisheries*, Vol. 2, pp. 29-39.

43. deGroot, A., Zshuppe, K. and Salomons, W. (1982) " Standardization of methods of analysis for heavy metals in sediments," *Hydrobiologia*, Vol. 92, pp. 689-695.

44. Dickman, M.D. (2000) "Hong Kong's Worst Fish Kill from a Red Tide," In: Ninth International Conference on Harmful Algal Blooms, Hallegraeff, G., ed., Hobart, Tasmania, Australia, pp. 1-12.

45. Diego-McGlone, M.L.S., Azanza, R.V., Villanoy, C.L., Jacinto, G.S. (2008) "Eutrophic waters, algal bloom and fish kill in fish farming areas in Bolinao, Pangasinan, Philippines", *Marine Pollution Bulletin* Vol. 57:295-301.

46. Drake, L.A., Jenkins, P.T. and Dobbs, F.C. (2005) "Domestic and International Arrivals of NOBOB (No Ballast on Board) Vessels to Lower Chesapeake Bay," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 50, pp. 560-565.

47. Faccini, A. L. and Berchez, F. (2000) "Management of Natural Beds and Standing Stock Evaluation of Hypnea musciformis (Gigartinales, Rhodophyta) in South-eastern Brazil," *Journal of Applied Phycology*, Vol. 2, pp. 101-103.

48. Fang, T-H., Li, T-Y., Feng, H-M. And Chen, H-Y. (2009) "Distribution and contamination of trace metals in surface sediments of the East China Sea," *Marine Environmental Research*, Vol. 68, pp. 178-187.

49. Feng, H., Han, X., Zhang, W. and Yu, L. (2004) "A Preliminary Study of Heavy Metal Contamination in Yangtze River Intertidal

Zone due to Urbanization," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 49, pp. 910-915.

50. Flagella, M. M., Soria, A. and Buia M.C. (2006) "Shipping Traffic and Introduction of Non-indigenous Organisms: Study Case in Two Italian Harbours," *Ocean & Coastal Management*, Vol. 49, pp. 947-960.

51. Fletcher, R.L. and Manfredi, C. (1995) "The Occurrence of Undaria pinnatifida (Phaeophyceae, Laminariales) on the South Coast of England," *Botanica Marina*, Vol. 38, pp. 355-358.

52. Fofonoff, P.W.(2003) "In ships or on ships? Mechanisms of transfer and invasion for non-indigeous species to the coasts of North America."*Invasive species: vectors and management strategies*. (Ed.) Ruiz, G.M. and Carlton J.T., Washington, DC, Island Press, 2003, pp. 152-82

53. Gollasch, S., Minchin, D., Rosenthal H., and Voigt, M. (1999) *Exotics Across the Ocean. Case Histories on Introduced Species: their General Biology, Distribution, Range Expansion and Impact*, Logos Verlag, Berlin.

54. Gollasch, S. and Leppäkoski, E (1999) *Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Nordic Council of Ministers*, Copenhagen.

55. Gollasch, S. and Leppäkoski, E. (2006) "Risk Assessment of Ballast Water Mediated Species Introductions – a Baltic Sea Approach," *Aquatic Invasion*, Vol. 2, pp. 313-340.

56. Gollasch, S. and Leppäkoski, E. (2007) "Risk Assessment and Management Scenarios for Ballast Water Mediated Species Introductions into the Baltic Sea" Aquatic Invasions, Vol. 2, pp. 313-340.

57. Gollasch, S., David M., Voigt, M., Dragsund, E., Hewitt, C. and Fukuyo, Y. (2007) "Critical Review of the IMO International Convention on the Management of Ships' Ballast Water and Sediments," *Harmful Alage*, Vol. 6, pp. 585-600.

58. Guiry, M.D. and Nic Dhonncha, E. (2005) Hypnea Musciformis, National University of Ireland, Galway.

59. Guiry, M.D. (2006) Species detail Alexandrium minutum Halim, National University of Ireland, Galway.

60. Hallegraeff, G.M., and Bolch, C.J. (1991) "Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships' ballast water.", *Marine Pollution Bulletin* Vol. 22:27-30.

61. Hallegraeff, G.M., and Bolch, C.J. (1992) "Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture", *Journal of Plankton Research* Vol. 14:1067-1084.

62. Hallegraeff, G.M. (1993) "A Review of Harmful Algal Blooms and Their Apparent Global Increase," *Phycologia*, Vol.32, pp. 79-99.

63. Hamburger K., Dall, P. C. and Jónasson, P. M. (1990) "The Role of Dreissena polymorha Pallas (Mollusca) in the Energy Budget of Lake Esrom, Denmark," *Verh. Internat. Verein. Liolmn*, Vol. 24, pp. 621-625.

64. Hamer, J.P., Lucas, I.A.N., McCollin. T.A. (2001) "Harmful dinoflagellate resting cysts in ships' ballast tank sediments: potential for introduction into English and Welsh waters", *Phycologia* , Vol 40:246-255.

65. Harvey, M., Gilbert, M., Gauthier. D., Reid. D.M. (1999) "A Preliminary Assessment of Risks for the Ballast Water-Mediated Introduction of Non-indigenous Marine Organisms in the Estuary and Gulf of St. Lawrence", *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Science*, Number 2268, Ottawa, ON. 56pp.

66. Hoestland, H. (1959) "Répartition Actuelle du Crabe Chinois (Eriocheir sinensis H. Milne Edwards) en France," *Bull. Franc. Piscicult*, Vol. 194, pp. 5-14.

67. Ho, K. C. and Hodgkiss, I. J. (1992) "Severe Fishkill in Hong Kong Caused by Noctiluca Scintillans," *Red Tide Newsletter*, Vol. 5, pp. 1-2.

68. Hayes, K.R. and Sliwa, C. (2003) “Identifying Potential Marine Pests-A Deductive Approach Applied to Australia,” *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 46, pp. 91-98.

69. ICES Cooperative Research Report (2007) *International Council for the Exploration of the Sea Conceil International pour I’Exploration de la Mer*, Copenhagen, Denmark.

70. ICES (International Council for the Exploration of the Sea) (2001). *Report of the ICES/IOC working group on harmful algal bloom dynamics*. ICES Copenhagen, Denmark, Vol. 4, pp. 1-35.

71. Itakura, S., Imai, I., Itoh, K. (1997) “Seed bank of coastal planktonic diatoms in bottom sediments of Hiroshima Bay, Seto Inland Sea, Japan” , *Marine Biology* , Vol. 128:497-508.

72. Kearney, M.P. and Morton, B.S. (1970) “The Distribution of Dreissena polymorpha (Pallas) in Britain,” *Journal of Conchology*, Vol. 27, pp. 97-100.

73. Kemp, M.C., Wan, H. Jr. (1976) “An elementary proposition concerning the formation of customs unions,” *Journal of International Economics*, Vol. 6, pp. 95-97

74. Khan, S., Arakawa, P. O. and Onoue, Y. (1996) “A Toxicological Study of the Marine Phytoflagellate, Chattonella Antiqua (Raphidophyceae),” *Phycologia*, Vol. 35, pp. 239-244.

75. Kluser,S., Giuliani, G., Bono, A. and Peduzzi, P. (2004) *Caulerpa Taxifolia, a Growing Menace for the Temperate Marine Environment*, United Nations Environment Programme, DEWA/GRID-Europe.

76. Kull, T. (2005) *Invasiivsed võõrliigid Eestis (in estonian), Keskkonnaministeerium*. Tallinn.

77. Leppäkoski, E., Olenin, S. (2000) “Non-native Species and Rates of Spread: Lessons from the Brackish Baltic Sea,” *Biological Invasions*, Vol. 2, pp. 151-163.

78. Lee, Y.J., Choi, J.K., Kim, E.K., Youn , S.H., Yang, E.J. (2008) “Field experiments on mitigation of harmful algal blooms using a

Sophorolipid-Yellow clay mixture and effects on marine plankton", *Harmful Algae* , Vol. 7:154-162.

79. Lee, M.O., Kim, J.K. (2008) "Characteristics of algal blooms in the southern coastal waters of Korea", *Marine Environmental Research*, Vol. 65:128-147.

80. Lee, Y.J., Choi, J.K., Kim, E.K., Youn , S.H., Yang, E.J. (2008) "Field experiments on mitigation of harmful algal blooms using a Sophorolipid-Yellow clay mixture and effects on marine plankton", *Harmful Algae* , Vol. 7:154-162.

81. Lee, J.H.W., Hodgkiss, I.J., Wong, K.T.M., Lam, I.H.Y. (2005) "Real time observations of coastal algal blooms by an early warning system", Estuarine, *Coastal and Shelf Science* , Vol. 65:172-190.

82. Liu, C.W., Wang, S.W., Jang, C.S. and Lin, K.H. (2006) "Occurrence of Arsenic in Ground Water in the Choushui River Alluvial Fan, Taiwan," *Journal of Environmental Quality*, Vol. 35, pp. 68-75.

83. Lloyd, (2009), *Ports & Terminals Guide*, Lloyd's Register Fairplay, Redhill, UK.

84. Lu, D. and Huang, W. (1999) "Phaeocystis Bloom in Southeast China Coastal Water 1997," *Harmful Algae News*, Vol. 19, pp. 9.

85. Macdonald, E.M., Davidson, R.D. (1998) "The occurrence of harmful algae in ballast discharges to Scottish ports and the effect of mid-water exchange in regional seas", In B. Reguera, J. Blanco, M. L. Fernandez, and T. Wyatt (ed.), Harmful algae. Xunta de Galicia and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Santiago de Compostela, Spain, p. 220-223

86. Mack, R.N., Lonsdale, W.M. (2001), "Humans as global plant dispersers: getting more than we bargained for", *BioScience* , Vol. 51:95-102.

87. Matsuyama, Y., Kimura, A., Fujii, H., Takayama, H. and Uchida, T. (1997) "Occurrence of A Heterocapsa Circularisquama Red Tide and Subsequent Damages in Shellfish in Western Hiroshima Bay, Seto

Inland Sea, Japan in 1995," *Bulletin Nansei National fish. Research Institute*, Vol. 30, pp. 189-207.

88. Matsuyama Y. (1999) "Harmful Effect of Dinoflagellate Heterocapsa Circularisquama on Shellfish Aquaculture in Japan," *Japan Agriculture Research Quarter*, Vol. 33, pp. 283-293.

89. Masó M., Garcés E., Pagès F. and Camp J. (2003) "Drifting Plastic Debris as a Potential Vector for Dispersing Harmful Algal Blooms (HAB) Species," *Scientia Marina*, Vol. 67, pp. 107-111.

90. McCarthy, S.A. and Khambaty, F.M. (1994) "International Dissemination of Epidemic Vibrio cholerae by Cargo Ship Ballast and Other Nonpotable Waters," American Society for Microbiology, Vol. 60, pp. 2597-2601.

91. McCollin, T.A., Hamer, J.P., Lucas I.A.N. (2000) "Transport of phytoplankton via ship's ballast into ports around England and Wales", In J. Pederson (ed.), Marine bioinvasions: proceedings of the first national conference. MIT, Cambridge, Mass, p. 282-288.

92. McGee, S., Piorkowski, R. and Ruiz, G. (2006) "Analysis of Recent Vessel Arrivals and Ballast Water Discharge in Alaska: Toward Assessing Ship-mediated Invasion Risk," Marine Pollution Bulletin, Vol. 52, pp. 1634-1635.

93. Meinesz, A. and Hesse, B. (1991) "Introduction et Invasion de l'algue Tropicale Caulerpa Taxifolia en Méditerranée Nord-occidentale," Oceanologia Acta 14, Vol. 4, pp. 415-426.

94. Meinesz, A., Belsher, T., Thibaut, T., Antolic, B., Mustapha, K. B., Boudouresque, C-F., Chiaverini, D., Cinelli, F., Cottalorda, J-M., Djellouli, A., El Abed, A., Orestano, C., Grau, A. M., Ivesa, L., Jaklin, A., Langar, H., Massuti-Pascual, E., Peirano, A., Tunesi, L., de Vaugelas, J., Zavodnik, N., Zuljevic, A. (2001) "The Introduced Green Algae Caulerpa Taxifolia Continues to Spread in the Mediterranean," Biological Invasions, Vol. 3, pp. 201-210.

95. Melo, V. M. M., Medeiros, D. A., Rios, F. J. B., Castelar, L. I. M. and Carvalho, A. D. (1997) "Antifungal Properties of Proteins

(agglutinins) from the Red Alga Hypnea Musciformis (Wulfen) Lamouroux," Botanica Marina, Vol. 40, pp. 281-284.

96. Mil-Homens, M., Stevensb, R.L., Abrantesa, F., Catoc, I. (2006) "Heavy Metal Assessment for Surface Sediments from Three Areas of the Portuguese Continental Shelf," Continental Shelf Research 26, Vol. 10, pp. 1184-1205.

97. Mills, E.L., Leach, J.H., Carlton, J.T. & Secor, C.L. (1993), "Exotic species in the Great Lakes: a history of biotic crises and anthropogenic introductions", Journal of Great Lakes Research 19:1-54.

98. Mills, E. L., Rosenberg, G., Spidle, A. P., Ludyanskiy, M., Pligin, Y. and May, B. (1996) "A Review of the Biology and Ecology of the Quagga Mussel (Dreissena bugensis), a Second Species of Freshwater Dreissenid Introduced to North America," Amer. Zool., Vol. 36, pp. 271-286.

99. Minchin, D., Lucy, F. and Sullivan, M. (2002) "Zebra Mussel: Impacts and Spread," In: Leppäkoski, E., Gollasch, S. and Olenin, S. (eds) Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 135-146.

100. Miyaguchi, H., Fujiki, T., Kikuchi, T., Kuwahara, V.S., Toda, T. (2006) "Relationship between the bloom of Noctiluca scintillans and environmental factors in the coastal waters of SagamiBay, Japan", Journal of Plankton Research 28(3):313-324.

101. Miyazaki, Y., Nakashima, T., Iwashita, T., Fujita, T., Yamaguchi, K., Oda, T. (2005) "Purification and characterization of photosensitizing hemolytic toxin from harmful red tide phytoplankton, Heterocapsa circularisquama", Aquatic Toxicology 73: 382-393.

102. Muller, G. (1979) "Schwermetalle in den sediments des Rheins-Veran-derngen seitt 1971," Umschan, Vol. 79, pp. 778-783.

103. Nickson, R.T., McArthur, J.M., Ravenscroft, P., Burgess, W.G. and Ahmed, K.M. (2000) “Mechanism of arsenic release to groundwater, Bangladesh and West Bengal,” Applied Geochemistry, Vol. 15(4), pp. 403-413.

104. Ogata, T. and Kodama. M. (1986) “Ichthyotoxicity Found in Cultured Media of Protogonyaulax spp.,” Marine Biology, Vol. 92, pp. 31-34.

105. Okaichi, T. (1989) “Red Tide Problems in the Seto Inland Sea, Japan,” In: Red Tides, Biology, Environmental Science and Toxicology, Okaichi, T., Anderson, D. M. and Nemoto, T. ed., New York: Elsevier, pp. 137-142.

106. Okaichi, T. (1989) “Red Tide Problems in the Seto Inland Sea, Japan,” In: Red Tides, Biology, Environmental Science and Toxicology, Okaichi, T., Anderson, D. M. and Nemoto, T. ed., New York: Elsevier, pp. 137-142.

107. Onoue, Y., Nozawa, K., Kumanda, K., Takeda, K. and Aramaki, T. (1985) “Toxicity of Cochlodinium ’78 Yatsushiro occurring in Yatsushiro Sea,” Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 51, pp. 147-151.

108. Onoue, Y., Haq, M.S. and Nozawa, K. (1990) “Separation of Neurotoxins from Chattonella Marina,” Nippon Suisan Gakkaishi, Vol. 56, pp. 695.

109. Qi, D., Huang, Y. and Wang, X. (1993) “Toxic Dinoflagellate Red Tide by a Cochlodinium sp. Along the coast of Fujian, China,” In: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, Smayda, T. J. and Shimizu, Y. eds., Elsevier, Amsterdam, pp. 235-238.

110. Ricciardi, A. (2001) “Facilitative Interaction among Aquatic Invaders: is an ‘Invasion Meltdown’ Occurring in the Great Lake?” Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, Vol. 58, pp. 2531-2525.

111. Ricciardi A. (2006) “Patterns of invasion in the Laurentian Great Lakes in relation to changes in vector activity”, Diversity and Distributions 12:425-433

112. Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D., Hines, A.H. (1997) “Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences”, American Zoologist 37:621-632

113. Ruiz, G.M., Fofonoff, P.W., Carlton, J.T., Wonham, M.J., Hines, A.H. (2000) “Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases”, Annual Review of Ecology and Systematics 31:481-531.

114. Sack, D.A., Sack, R.B., Nair, G.B. and Siddique, A.K. (2004), “Cholera,” The Lancet, Vol. 363, pp. 223-228.

115. Siessegger, B. (1970) “Schäden durch die Wandermuschel Dreissena polymorpha Pallas?” Münchner Medizinische Wochenschrift 112, Vol. 40, pp.1806-1807.

116. Siessegger, B. (1971) “Besteht durch die Wandermuschel Dreissena Polymorpha Pallas Eine Gefahr für den Bodensee und Sseine Anliegenden Wasserwerke?” Wasser/Boden/Luft, Vol. 7, pp. 34-40.

117. Smayda, T. J. (2007) “Reflections on the ballast water dispersal—harmful algal bloom paradigm”, Harmful Algae 6:601-622.

118. Stanczykowska, A. (1977) “Ecology of Dreissena Polymorpha (Pallas)(Bivalvia) in Lakes,” Pol. Arch. Hydrolbiol, Vol. 24, pp. 461-530.

119. Streftaris, N., Zenetos, A., Papathanassiou, E. (2005) “Globalizations in marine ecosystems: the story of non-indigenous marine species across European Seas”, Oceanography Marine Biology: Annual Review 43:419-453.

120. Tang, D.L., Kester, D.R., Ni, I.H, Qi, Y.Z., Kawamura, H. (2003) “In situ and satellite observations of a harmful algal bloom and water condition at the Pearl River estuary in late autumn 1998”, Harmful Algae 2:89-99.

121. Taylor, S. R. (1964) “Abundance of Chemical Elements in the Continental Crust: a New Table,” Geochim. Cosmochin. Acta, Vol. 28, pp. 1273-1285.

122. Tanner, W. F. (1969) “The particle size scale,” J. Sed. Petrol. Vol. 39, pp. 809–812.

123. Tseng, C.K., Zhou, M. J. and Zou, J. Z. (1993) “Toxic phytoplankton studies in China,” In: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, Smayda, T. J. and Shimizu, Y. ed., Elsevier, Amsterdam, pp. 347-352.

124. Trowbridge, C. D. (1999) An Assessment of the Potential Spread and Options for Control of the Introduced Green Macroalga Codium fragile ssp. tomentosoides on Australian Shores, Center for Research on Introduced Marine Pests and CSIRO Marine Research, Australia.

125. United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS (1982) http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

126. Van Dolah, F.M. 2000. “Marine Algal Toxins: Origins, Health Effects, and Their Increased Occurrence,” Environ. Health Prespect, Vol. 108, pp. 133-141.

127. Verling, E., Ruiz, R.M., Smith, L.D., Galil B., Miller, A. W., Murphy, K. R. (2005) “Supply-side invasion ecology: characterizing propagule pressure in coastal ecosystems”, Proceedings of the Royal Society 272:1249-1257

128. Vila, M., Giacobbe, M. G., Maso, M., Gangemi, E., Penna, A., Sampedro, N., Azzaro, F., Camp, J. and Galluzzi, L. (2005). “A Comparative Study on Recurrent Blooms of Alexandrium minutum in Two Mediterranean Coastal Areas,” Harmful Algae, Vol. 4, pp. 673-695.

129. Wei, G.F., Tang, D.L., Wang, S. (2004) “Harmful algal bloom causative collected from Hong Kong waters”, Hydrobiologia 512: 231-238.

130. World Health Organization (1997) “Cholera in 1996,” Weekly Epidemiological Record, Vol. 72, pp. 89-96.

131. Wotton, D.M. and Hewitt, C.L. (2004), “Marine Biosecurity Postborder Management: Developing Incursion Response Systems for New Zealand,” New Zeal. J. Mar. Fresh. Res., Vol. 38, pp. 553–559.

132. Xu, J., Zhu, M. and Liu, B. (1993) “The Formation and Environmental Characteristics of the Largest Red Tide in North China,” In: Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea, Smayda, T. J. and Shimizu, Y. ed., Elsevier, Amsterdam, pp. 359-36

133. Yamamoto, C. and Tanaka, Y. (1990) “Two Species of Harmful Red Tide Plankton Increased in Fukuoka Bay,” Bulletin Fukuoka Fish Experiment Station, Vol. 16, pp. 43-44.

134. Yang, Z.B., Takayama, H., Matsuoka, K. and Hodgkiss, I. J. (2000) “Karenia Digitata sp. Nov. (Gymnodiniales, Dinophyceae), a New Harmful Algal Bloom Species from the Coastal Waters of West Japan and Hong Kong,” Phycologia, Vol. 39, pp. 463-470.

135. Yang, Z.B. and Hodgkiss, I. J. (1999) “Massive Fish Killing by Gyrodinium sp.,” Harmful Algae News, Vol. 18, pp. 4-5.

136. Yu, J., Tang, D.L., Oh, I.S., Yao, L.J. (2007) “Response of Harmful Algal Blooms to Environmental Changes in Daya Bay, China”, Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences 18(5):1011-1027.

137. Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms http://www.geohab.info/

138. Global Invasion Species Database http://www.issg.org/database/welcome/

139. International Maritime Organization, http://www.imo.org/Pages/home.aspx

140. International Maritime Organization, IMO (2010) “International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water

and Sediments adopted in 2004”
http://www5.imo.org/SharePoint/mainframe.asp?topic_id=548

141. International Transport Workers' Federation,
http://www.itfglobal.org/index.cfm

142. International Transport Workers’ Federation

143. http://www.itfglobal.org/flags-convenience/flags-convenien-183.cfm

144. National Introduced Marine Pest Information System
http://adl.brs.gov.au/marinepests/index.cfm?fa=main.about

# 附錄一

# 臺中港區之海氣象資料統計表

## (一) 臺中及梧棲氣象站之氣象資料統計表

## 附表1-1　臺中氣象站1999年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999/01 | 17.8 | 28.0 | 11.0 | 1.8 | N | 11.6 | — | 77 | 38 | 1006.9 | 15.5 | 29.2 | 9 | 153.7 |
| 1999/02 | 18.0 | 29.8 | 6.8 | 1.7 | N | 14.3 | — | 69 | 29 | 1009.1 | 2.9 | 9.0 | 4 | 194.7 |
| 1999/03 | 21.5 | 32.8 | 13.7 | 1.7 | N | 12.4 | — | 77 | 40 | 1001.5 | 62.6 | 37.0 | 13 | 157.8 |
| 1999/04 | 24.4 | 32.0 | 17.4 | 1.6 | NNW | 12.4 | — | 72 | 31 | 1001.5 | 38.2 | 26.4 | 5 | 144.8 |
| 1999/05 | 24.9 | 33.6 | 16.4 | 1.4 | NNW | 10.9 | — | 79 | 34 | 1000.0 | 272.4 | 123.5 | 18 | 123.4 |
| 1999/06 | 28.1 | 34.3 | 23.1 | 1.6 | SSW | 13.1 | — | 76 | 42 | 997.1 | 205.5 | 33.0 | 14 | 188.9 |
| 1999/07 | 28.0 | 35.1 | 23.3 | 1.3 | S | 14.8 | — | 80 | 52 | 994.6 | 369.1 | 89.6 | 20 | 136.0 |
| 1999/08 | 27.8 | 35.9 | 22.7 | 1.3 | SSW | 11.5 | — | 78 | 39 | 997.2 | 302.9 | 81.9 | 16 | 191.3 |
| 1999/09 | 27.7 | 34.0 | 21.4 | 1.4 | E | 14.2 | — | 75 | 43 | 998.1 | 72.2 | 15.5 | 7 | 166.3 |
| 1999/10 | 26.0 | 32.8 | 20.3 | 1.5 | N | 12.1 | — | 73 | 48 | 1002.9 | 9.2 | 22.2 | 3 | 173.6 |
| 1999/11 | 22.5 | 30.2 | 15.3 | 1.7 | N | 15.4 | — | 71 | 41 | 1005.6 | 3.6 | 10.0 | 3 | 184.3 |
| 1999/12 | 17.6 | 27.7 | 4.7 | 1.8 | N | 12.8 | — | 72 | 33 | 1008.7 | 36.3 | 58.9 | 7 | 126.9 |
| 年統計 | 23.7 | 35.9 | 4.7 | 1.6 | N | 15.4 | — | 74.9 | 29 | 1001.9 | 1390.4 | 536.2 | 119 | 1941.7 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-2　臺中氣象站2000年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(°) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(°) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000/01 | 17.5 | 28.6 | 9.7 | 1.7 | 350 | 13.2 | 60 | 75 | 26 | 1008.1 | 24.0 | 29.7 | 4 | 181.7 |
| 2000/02 | 16.8 | 26.3 | 11.2 | 1.7 | 350 | 12.4 | 70 | 79 | 42 | 1006.1 | 226.3 | 87.4 | 10 | 115.2 |
| 2000/03 | 19.5 | 29.7 | 13.8 | 1.5 | 330 | 11.9 | 90 | 77 | 34 | 1004.3 | 36.8 | 37.2 | 6 | 179.5 |
| 2000/04 | 23.2 | 31.1 | 15.1 | 1.4 | 340 | 11.9 | 60 | 80 | 39 | 1001.4 | 330.6 | 100.1 | 17 | 109.5 |
| 2000/05 | 26.2 | 34.4 | 19.8 | 1.3 | 340 | 12.0 | 240 | 76 | 41 | 998.8 | 26.2 | 18.9 | 8 | 186.2 |
| 2000/06 | 27.8 | 34.9 | 18.4 | 1.5 | 250 | 14.1 | 280 | 78 | 50 | 998.5 | 238.2 | 70.6 | 14 | 190.3 |
| 2000/07 | 28.6 | 35.5 | 22.6 | 1.5 | 220 | 11.9 | 150 | 77 | 49 | 994.7 | 369.2 | 63.2 | 13 | 202.1 |
| 2000/08 | 27.6 | 34.2 | 22.9 | 1.4 | 210 | 17.5 | 120 | 81 | 54 | 995.3 | 381.3 | 107.7 | 18 | 165.6 |
| 2000/09 | 27.4 | 34.1 | 22.0 | 1.6 | 20 | 16.9 | 60 | 72 | 36 | 998.6 | 17.2 | 5.3 | 4 | 203.5 |
| 2000/10 | 26.5 | 34.0 | 20.7 | 1.6 | 20 | 17.9 | 70 | 74 | 42 | 1001.4 | 52.8 | 22.5 | 4 | 216.7 |
| 2000/11 | 22.8 | 31.0 | 16.2 | 1.7 | 20 | 27.8 | 70 | 78 | 45 | 1004.3 | 24.3 | 24.6 | 6 | 158.9 |
| 2000/12 | 20.1 | 28.4 | 13.5 | 1.7 | 360 | 15.9 | 60 | 78 | 36 | 1006.1 | 70.1 | 47.0 | 6 | 204.7 |
| 年統計 | 23.7 | 35.5 | 9.7 | 1.6 | 20 | 27.8 | 70 | 77.1 | 26 | 1001.5 | 1797.0 | 614.2 | 110 | 2113.9 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-3　臺中氣象站2001年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001/01 | 17.7 | 28.2 | 10.6 | 1.4 | 350 | 12.7 | 80 | 77 | 31 | 1006.3 | 82.4 | 53.2 | 6 | 186.6 |
| 2001/02 | 18.7 | 30.0 | 11.7 | 1.7 | 350 | 12.3 | 60 | 75 | 34 | 1005.5 | 4.2 | 12.9 | 3 | 186.4 |
| 2001/03 | 20.9 | 32.5 | 11.6 | 1.6 | 360 | 13.8 | 80 | 68 | 28 | 1004.4 | 38.5 | 32.7 | 7 | 195.8 |
| 2001/04 | 23.0 | 33.1 | 15.4 | 1.4 | 330 | 11.7 | 100 | 77 | 45 | 1002.0 | 201.6 | 67.1 | 15 | 106.4 |
| 2001/05 | 26.6 | 33.5 | 21.1 | 1.4 | 330 | 9.9 | 300 | 77 | 41 | 997.8 | 271.2 | 81.5 | 19 | 128.0 |
| 2001/06 | 27.8 | 34.6 | 22.0 | 1.5 | 190 | 12.7 | 260 | 76 | 52 | 997.3 | 225.9 | 55.3 | 18 | 200.1 |
| 2001/07 | 28.4 | 36.1 | 22.7 | 1.5 | 340 | 18.8 | 260 | 77 | 43 | 995.6 | 346.6 | 58.5 | 16 | 165.5 |
| 2001/08 | 29.2 | 35.3 | 23.7 | 1.4 | 330 | 10.4 | 50 | 75 | 45 | 995.9 | 224.6 | 33.5 | 11 | 207.3 |
| 2001/09 | 26.7 | 33.8 | 21.5 | 1.6 | 360 | 16.6 | 120 | 78 | 32 | 995.2 | 564.6 | 127.5 | 16 | 143.7 |
| 2001/10 | 25.1 | 32.1 | 19.5 | 1.6 | 330 | 17.1 | 80 | 72 | 42 | 1003.4 | 5.7 | 8.9 | 2 | 228.3 |
| 2001/11 | 20.7 | 32.4 | 11.7 | 1.8 | 350 | 11.5 | 80 | 68 | 24 | 1006.9 | 2.8 | 13.5 | 3 | 233.0 |
| 2001/12 | 18.7 | 30.5 | 6.7 | 1.6 | 350 | 14.2 | 50 | 74 | 27 | 1010.3 | 13.1 | 25.6 | 5 | 187.9 |
| 年統計 | 23.6 | 36.1 | 6.7 | 1.5 | 350 | 18.8 | 260 | 74.5 | 24 | 1001.7 | 1981.2 | 570.2 | 121 | 2169.0 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-4　臺中氣象站2002年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2002/01 | 17.1 | 30.6 | 7.7 | 1.5 | 320 | 13.1 | 90 | 70 | 23 | 1009.1 | 29.4 | 23.9 | 4 | 201.3 |
| 2002/02 | 18.7 | 28.5 | 11.3 | 1.6 | 320 | 12.8 | 60 | 70 | 35 | 1009.3 | 2.7 | 2.9 | 4 | 192.8 |
| 2002/03 | 22.0 | 30.7 | 12.4 | 1.5 | 320 | 11.4 | 30 | 71 | 24 | 1005.0 | 19.9 | 15.1 | 8 | 180.4 |
| 2002/04 | 25.1 | 34.7 | 17.6 | 1.6 | 320 | 11.1 | 260 | 74 | 44 | 1003.0 | 4.2 | 5.8 | 6 | 185.4 |
| 2002/05 | 26.9 | 34.8 | 20.5 | 1.5 | 330 | 14.2 | 240 | 71 | 41 | 999.7 | 270.7 | 49.9 | 9 | 189.3 |
| 2002/06 | 28.5 | 35.1 | 22.8 | 1.6 | 200 | 11.7 | 110 | 75 | 46 | 997.7 | 199.0 | 27.2 | 10 | 179.9 |
| 2002/07 | 28.5 | 34.8 | 23.3 | 1.7 | 320 | 16.6 | 260 | 77 | 46 | 993.9 | 355.8 | 69.6 | 17 | 189.3 |
| 2002/08 | 28.6 | 34.9 | 23.4 | 1.4 | 320 | 16.9 | 260 | 76 | 49 | 996.8 | 154.2 | 49.5 | 17 | 172.6 |
| 2002/09 | 27.3 | 33.9 | 22.0 | 1.5 | 320 | 16.3 | 80 | 73 | 42 | 1000.0 | 198.0 | 36.7 | 10 | 191.9 |
| 2002/10 | 25.6 | 33.3 | 19.9 | 1.6 | 340 | 14.5 | 10 | 73 | 44 | 1003.1 | 12.0 | 7.8 | 5 | 200.8 |
| 2002/11 | 21.8 | 30.9 | 13.8 | 1.8 | 10 | 15.2 | 40 | 67 | 28 | 1006.9 | 5.2 | 14.3 | 3 | 198.3 |
| 2002/12 | 19.3 | 31.7 | 11.6 | 1.7 | 10 | 12.3 | 70 | 73 | 34 | 1008.5 | 64.5 | 59.2 | 8 | 172.7 |
| 年統計 | 24.1 | 35.1 | 7.7 | 1.6 | 320 | 16.9 | 260 | 72.5 | 23 | 1002.8 | 1315.6 | 361.9 | 101 | 2254.7 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-5　臺中氣象站2003年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2003/01 | 16.4 | 27.7 | 8.3 | 1.6 | 330 | 12.9 | 30 | 72 | 34 | 1009.8 | 27.6 | 16.9 | 4 | 224.8 |
| 2003/02 | 18.8 | 29.7 | 9.5 | 1.6 | 330 | 12.9 | 60 | 74 | 31 | 1008.0 | 18.9 | 14.6 | 2 | 187.1 |
| 2003/03 | 19.7 | 32.5 | 11.5 | 1.6 | 310 | 11.0 | 360 | 73 | 34 | 1006.6 | 35.7 | 52.6 | 7 | 166.0 |
| 2003/04 | 24.3 | 31.6 | 16.2 | 1.5 | 320 | 12.8 | 30 | 78 | 48 | 1002.5 | 153.4 | 70.7 | 12 | 134.1 |
| 2003/05 | 26.6 | 35.2 | 20.5 | 1.5 | 330 | 10.7 | 340 | 71 | 26 | 998.8 | 100.8 | 36.7 | 8 | 192.0 |
| 2003/06 | 27.6 | 35.2 | 21.9 | 1.7 | 170 | 14.1 | 240 | 75 | 40 | 997.1 | 297.6 | 63.9 | 10 | 178.5 |
| 2003/07 | 29.8 | 36.4 | 22.5 | 1.7 | 230 | 13.3 | 220 | 71 | 47 | 999.4 | 118.2 | 13.0 | 7 | 250.1 |
| 2003/08 | 28.8 | 35.7 | 22.5 | 1.3 | 180 | 10.4 | 180 | 76 | 48 | 996.7 | 171.0 | 45.5 | 17 | 169.3 |
| 2003/09 | 28.6 | 35.2 | 23.7 | 1.5 | 350 | 13.6 | 50 | 75 | 42 | 998.7 | 6.6 | 5.1 | 4 | 170.1 |
| 2003/10 | 25.1 | 33.9 | 15.8 | 1.5 | 10 | 11.9 | 50 | 66 | 32 | 1003.5 | T | 0.2 | 0 | 228.0 |
| 2003/11 | 23.5 | 34.0 | 13.7 | 1.9 | 10 | 11.3 | 50 | 72 | 41 | 1005.1 | 0.8 | 2.2 | 3 | 192.3 |
| 2003/12 | 17.8 | 29.7 | 9.1 | 1.8 | 10 | 11.4 | 10 | 66 | 33 | 1010.1 | 0.0 | 0.0 | 0 | 253.5 |
| 年統計 | 23.9 | 36.4 | 8.3 | 1.6 | 330 | 14.1 | 240 | 72.4 | 26 | 1003.0 | 930.6 | 321.4 | 74 | 2345.8 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-6　臺中氣象站2004年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004/01 | 16.3 | 28.1 | 6.5 | 1.8 | 340 | 12.7 | 40 | 73 | 33 | 1009.0 | 19.8 | 33.9 | 7 | 171.9 |
| 2004/02 | 17.6 | 30.4 | 9.0 | 1.5 | 320 | 11.4 | 40 | 76 | 40 | 1007.2 | 78.1 | 77.6 | 7 | 195.8 |
| 2004/03 | 19.4 | 30.4 | 11.1 | 1.8 | 320 | 14.0 | 60 | 75 | 44 | 1005.1 | 85.2 | 53.9 | 10 | 176.3 |
| 2004/04 | 23.3 | 32.6 | 13.0 | 1.5 | 320 | 10.8 | 40 | 74 | 38 | 1002.5 | 131.2 | 39.3 | 7 | 171.1 |
| 2004/05 | 27.4 | 34.8 | 20.4 | 1.6 | 330 | 11.9 | 180 | 71 | 27 | 999.3 | 164.2 | 31.9 | 8 | 198.9 |
| 2004/06 | 28.4 | 35.8 | 23.3 | 1.7 | 340 | 10.7 | 40 | 69 | 39 | 997.1 | 76.7 | 8.9 | 5 | 176.8 |
| 2004/07 | 28.1 | 39.9 | 22.4 | 1.7 | 200 | 19.6 | 210 | 76 | 31 | 998.0 | 1025.1 | 98.4 | 17 | 188.1 |
| 2004/08 | 28.3 | 34.2 | 23.1 | 1.6 | 330 | 19.6 | 340 | 75 | 47 | 993.9 | 466.7 | 64.5 | 18 | 143.1 |
| 2004/09 | 27.2 | 34.2 | 22.5 | 1.5 | 330 | 14.7 | 30 | 75 | 49 | 1000.1 | 155.8 | 54.8 | 10 | 153.6 |
| 2004/10 | 23.6 | 31.4 | 16.6 | 2.0 | 20 | 18.8 | 40 | 63 | 30 | 1003.8 | 8.7 | 12.8 | 2 | 256.2 |
| 2004/11 | 22.4 | 31.1 | 13.9 | 1.4 | 350 | 12.6 | 350 | 70 | 36 | 1007.2 | 0.0 | 0.0 | 0 | 208.8 |
| 2004/12 | 19.3 | 27.5 | 8.3 | 1.8 | 10 | 18.6 | 20 | 73 | 29 | 1007.4 | 49.2 | 25.5 | 3 | 209.7 |
| 年統計 | 23.4 | 39.9 | 6.5 | 1.7 | 320 | 19.6 | 210 | 72.5 | 27 | 1002.6 | 2260.7 | 501.5 | 94 | 2250.3 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-7　臺中氣象站2005年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005/01 | 16.1 | 26.4 | 6.0 | 1.9 | 350 | 14.0 | 30 | 77 | 43 | 1008.3 | 17.6 | 16.0 | 4 | 152.3 |
| 2005/02 | 16.9 | 30.9 | 6.9 | 1.6 | 330 | 11.8 | 20 | 84 | 43 | 1007.3 | 155.2 | 85.9 | 14 | 99.1 |
| 2005/03 | 17.5 | 30.2 | 5.0 | 1.7 | 330 | 13.6 | 330 | 76 | 31 | 1007.8 | 228.3 | 111.6 | 16 | 126.1 |
| 2005/04 | 23.8 | 32.4 | 14.1 | 1.5 | 330 | 11.1 | 10 | 76 | 33 | 1003.8 | 46.7 | 25.7 | 7 | 119.1 |
| 2005/05 | 26.9 | 33.7 | 21.7 | 1.6 | 200 | 11.7 | 260 | 79 | 45 | 998.9 | 620.1 | 71.3 | 12 | 157.8 |
| 2005/06 | 27.5 | 33.5 | 23.4 | 1.6 | 210 | 11.6 | 200 | 80 | 43 | 996.6 | 566.1 | 96.0 | 21 | 91.3 |
| 2005/07 | 28.8 | 35.4 | 22.4 | 1.9 | 340 | 34.0 | 350 | 76 | 49 | 996.9 | 378.1 | 68.2 | 11 | 201.3 |
| 2005/08 | 27.9 | 34.3 | 22.9 | 1.5 | 200 | 26.8 | 340 | 82 | 55 | 996.1 | 351.1 | 102.0 | 21 | 123.4 |
| 2005/09 | 28.2 | 34.0 | 21.6 | 1.5 | 360 | 27.1 | 170 | 77 | 40 | 999.1 | 161.3 | 38.4 | 9 | 188.7 |
| 2005/10 | 25.7 | 32.9 | 19.4 | 1.8 | 340 | 23.1 | 10 | 73 | 48 | 1003.3 | 28.8 | 15.0 | 4 | 209.2 |
| 2005/11 | 23.3 | 31.1 | 15.5 | 1.5 | 350 | 11.8 | 30 | 73 | 26 | 1005.4 | 5.9 | 12.8 | 4 | 181.2 |
| 2005/12 | 16.8 | 27.9 | 6.3 | 1.9 | 350 | 15.2 | 10 | 72 | 29 | 1009.7 | 15.3 | 17.4 | 4 | 155.4 |
| 年統計 | 23.3 | 35.4 | 5.0 | 1.7 | 350 | 34.0 | 350 | 77.1 | 26 | 1002.8 | 2574.5 | 660.3 | 127 | 1804.9 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-8　臺中氣象站2006年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006/01 | 17.7 | 29.6 | 8.7 | 1.7 | 350 | 10.5 | 30 | 80 | 42 | 1007.2 | 28.9 | 37.5 | 7 | 159.2 |
| 2006/02 | 18.3 | 29.9 | 12.8 | 1.9 | 350 | 11.6 | 340 | 78 | 39 | 1009.3 | 22.3 | 18.3 | 4 | 159.8 |
| 2006/03 | 19.7 | 32.4 | 10.3 | 1.6 | 330 | 12.7 | 30 | 77 | 25 | 1005.2 | 93.4 | 91.3 | 13 | 147.8 |
| 2006/04 | 24.1 | 32.4 | 15.9 | 1.5 | 330 | 12.7 | 350 | 81 | 48 | 1002.3 | 221.6 | 86.4 | 14 | 94.8 |
| 2006/05 | 26.1 | 32.8 | 19.4 | 1.6 | 340 | 16.8 | 230 | 81 | 46 | 1001.2 | 316.3 | 76.8 | 14 | 133.3 |
| 2006/06 | 27.1 | 35.0 | 19.4 | 1.5 | 180 | 14.4 | 180 | 81 | 47 | 998.7 | 754.5 | 143.6 | 18 | 124.3 |
| 2006/07 | 28.8 | 34.5 | 24.0 | 1.8 | 190 | 19.0 | 10 | 76 | 50 | 994.6 | 328.9 | 69.9 | 16 | 174.1 |
| 2006/08 | 28.8 | 37.0 | 23.3 | 1.5 | 210 | 11.7 | 150 | 75 | 38 | 996.1 | 117.4 | 21.0 | 14 | 171.7 |
| 2006/09 | 27.2 | 33.8 | 21.7 | 1.4 | 350 | 14.5 | 330 | 76 | 44 | 999.0 | 143.7 | 36.2 | 14 | 169.3 |
| 2006/10 | 25.9 | 32.5 | 20.5 | 1.6 | 350 | 14.3 | 30 | 71 | 36 | 1003.4 | 0.0 | 0.0 | 0 | 213.3 |
| 2006/11 | 23.2 | 30.7 | 18.1 | 1.3 | 340 | 12.1 | 30 | 75 | 26 | 1005.1 | 95.7 | 59.0 | 14 | 152.9 |
| 2006/12 | 18.9 | 29.8 | 9.6 | 1.7 | 30 | 13.1 | 40 | 72 | 32 | 1008.9 | 49.2 | 33.6 | 4 | 191.6 |
| 年統計 | 23.8 | 37.0 | 8.7 | 1.6 | 350 | 19.0 | 10 | 76.9 | 25 | 1002.6 | 2171.9 | 673.6 | 132 | 1892.1 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-9　臺中氣象站2007年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007/01 | 17.2 | 27.1 | 6.2 | 2.0 | 340 | 14.3 | 40 | 74 | 26 | 1010.4 | 57.0 | 53.0 | 8 | 174.6 |
| 2007/02 | 19.3 | 29.6 | 7.6 | 1.5 | 340 | 13.1 | 340 | 70 | 31 | 1007.3 | 24.5 | 23.1 | 6 | 178.8 |
| 2007/03 | 20.7 | 31.1 | 11.6 | 1.6 | 340 | 15.2 | 20 | 77 | 45 | 1005.1 | 87.9 | 50.1 | 13 | 127.6 |
| 2007/04 | 22.3 | 31.2 | 12.0 | 1.6 | 330 | 16.3 | 60 | 75 | 45 | 1004.1 | 136.4 | 71.6 | 15 | 101.5 |
| 2007/05 | 26.5 | 34.4 | 18.6 | 1.5 | 340 | 9.8 | 330 | 75 | 34 | 1000.2 | 169.1 | 55.5 | 15 | 173.4 |
| 2007/06 | 27.4 | 34.3 | 22.8 | 1.4 | 180 | 14.2 | 200 | 79 | 52 | 998.0 | 735.2 | 113.4 | 17 | 124.7 |
| 2007/07 | 29.8 | 35.6 | 23.9 | 1.7 | 190 | 10.7 | 200 | 69 | 43 | 998.1 | 62.0 | 17.4 | 9 | 233.4 |
| 2007/08 | 27.8 | 34.9 | 22.5 | 1.5 | 180 | 16.3 | 160 | 75 | 45 | 995.2 | 516.0 | 122.5 | 20 | 131.6 |
| 2007/09 | 27.6 | 34.1 | 22.2 | 1.5 | 330 | 15.6 | 320 | 76 | 46 | 996.8 | 315.7 | 62.3 | 11 | 157.1 |
| 2007/10 | 25.4 | 33.8 | 18.9 | 2.0 | 330 | 27.7 | 340 | 71 | 40 | 1001.7 | 289.8 | 49.3 | 5 | 182.1 |
| 2007/11 | 21.6 | 29.9 | 12.1 | 2.0 | 330 | 18.3 | 20 | 70 | 43 | 1004.5 | 22.6 | 25.3 | 7 | 172.5 |
| 2007/12 | 19.6 | 28.7 | 11.6 | 1.6 | 330 | 11.0 | 20 | 72 | 33 | 1007.1 | 16.7 | 7.4 | 2 | 206.1 |
| 年統計 | 23.8 | 35.6 | 6.2 | 1.7 | 330 | 27.7 | 340 | 73.6 | 26 | 1002.4 | 2432.9 | 650.9 | 128 | 1963.4 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-10　臺中氣象站2008年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2008/01 | 17.9 | 30.7 | 9.7 | 1.9 | 330 | 11.2 | 360 | 75 | 40 | 1008.2 | 15.2 | 20.4 | 7 | 143.6 |
| 2008/02 | 15.0 | 24.4 | 8.7 | 2.2 | 360 | 11.6 | 50 | 77 | 45 | 1009.3 | 38.4 | 45.8 | 11 | 97.6 |
| 2008/03 | 20.3 | 29.9 | 10.3 | 1.6 | 330 | 14.4 | 20 | 70 | 22 | 1005.4 | 34.1 | 29.9 | 9 | 179.1 |
| 2008/04 | 24.3 | 33.1 | 14.3 | 1.5 | 330 | 13.2 | 20 | 73 | 34 | 1002.6 | 31.2 | 31.7 | 10 | 109.5 |
| 2008/05 | 25.8 | 33.5 | 19.0 | 1.5 | 200 | 12.5 | 360 | 74 | 39 | 998.5 | 332.0 | 57.0 | 15 | 162.7 |
| 2008/06 | 27.5 | 34.7 | 22.2 | 1.5 | 200 | 14.1 | 250 | 77 | 31 | 998.6 | 182.8 | 69.4 | 19 | 142.1 |
| 2008/07 | 28.1 | 34.8 | 22.6 | 1.8 | 190 | 22.3 | 170 | 78 | 47 | 996.2 | 907.6 | 105.3 | 17 | 178.0 |
| 2008/08 | 28.7 | 35.1 | 23.4 | 1.5 | 210 | 13.7 | 240 | 75 | 43 | 997.7 | 50.7 | 11.6 | 11 | 187.4 |
| 2008/09 | 27.6 | 35.4 | 22.3 | 1.7 | 350 | 29.7 | 0 | 81 | 48 | 996.3 | 829.7 | 128.1 | 16 | 143.9 |
| 2008/10 | 26.8 | 33.1 | 21.9 | 1.4 | 330 | 9.8 | 250 | 76 | 48 | 1003.4 | 20.5 | 11.1 | 2 | 204.4 |
| 2008/11 | 21.9 | 32.6 | 10.9 | 1.9 | 20 | 13.4 | 20 | 74 | 37 | 1006.9 | 24.4 | 30.7 | 5 | 194.3 |
| 2008/12 | 18.1 | 28.3 | 9.9 | 1.7 | 20 | 13.8 | 30 | 69 | 30 | 1008.9 | 11.2 | 28.9 | 4 | 210.2 |
| 年統計 | 23.5 | 35.4 | 8.7 | 1.7 | 330 | 29.7 | 0 | 74.9 | 22 | 1002.7 | 2477.8 | 569.9 | 126 | 1952.8 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-11　臺中氣象站2009年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009/01 | 15.5 | 26.4 | 5.4 | 1.9 | 20 | 13.8 | 30 | 72 | 29 | 1010.7 | T | 2.7 | 0 | 237.8 |
| 2009/02 | 21.3 | 32.9 | 13.7 | 1.6 | 330 | 11.2 | 340 | 74 | 32 | 1005.7 | 12.5 | 2.4 | 1 | 215.8 |
| 2009/03 | 19.9 | 29.7 | 11.8 | 1.7 | 330 | 14.8 | 30 | 77 | 36 | 1005.5 | 161.2 | 61.5 | 10 | 143 |
| 2009/04 | 22.5 | 30.9 | 14.8 | 1.5 | 330 | 11.8 | 350 | 72 | 45 | 1002.9 | 303 | 72.1 | 13 | 137.1 |
| 2009/05 | 25.9 | 33.5 | 19.3 | 1.5 | 330 | 9.8 | 330 | 68 | 32 | 1001.3 | 20.5 | 16.4 | 5 | 195.2 |
| 2009/06 | 27.8 | 34.2 | 22.1 | 1.6 | 200 | 15.4 | 180 | 75 | 42 | 996.8 | 421.5 | 56.4 | 14 | 159.5 |
| 2009/07 | 29.1 | 35.3 | 23.8 | 1.6 | 330 | 11.2 | 210 | 72 | 43 | 997 | 83.5 | 23.2 | 9 | 162.5 |
| 2009/08 | 28.7 | 36.1 | 24.5 | 1.7 | 200 | 26.9 | 310 | 76 | 52 | 994.4 | 810.8 | 113.5 | 14 | 130.4 |
| 2009/09 | 29.3 | 35.2 | 24 | 1.2 | 340 | 9.4 | 320 | 70 | 43 | 997.7 | 119.7 | 25.6 | 6 | 164.5 |
| 2009/10 | 25.7 | 33.8 | 18.5 | 1.7 | 30 | 12.4 | 10 | 68 | 32 | 1000.8 | 12.4 | 15.5 | 3 | 198.5 |
| 2009/11 | 22 | 31.1 | 16.5 | 1.8 | 30 | 18 | 30 | 72 | 32 | 1006.3 | 16 | 10.4 | 2 | 186.1 |
| 2009/12 | 17.7 | 29.4 | 10.1 | 1.5 | 350 | 11.6 | 10 | 72 | 32 | 1008.7 | 17.6 | 25.4 | 9 | 163.6 |
| 年統計 | 23.8 | 36.1 | 5.4 | 1.6 | 330 | 26.9 | 310 | 72 | 29 | 1002.3 | 1978.7 | 425.1 | 86 | 2094 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-12　臺中氣象站2010年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向(˚) | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向(˚) | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010/01 | 17.1 | 27.6 | 6.8 | 1.3 | 10 | 12.9 | 30 | 75 | 22 | 1009.9 | 34.1 | 37.8 | 9 | 153.8 |
| 2010/02 | 18.5 | 31.4 | 9.5 | 1.4 | 10 | 10.3 | 20 | 80 | 34 | 1006.8 | 118.3 | 76.3 | 11 | 118.4 |
| 2010/03 | 21.1 | 31.4 | 9.5 | 1.5 | 360 | 13.9 | 30 | 72 | 36 | 1006.9 | 22.6 | 15.3 | 4 | 176.8 |
| 2010/04 | 22 | 32.4 | 14.1 | 1.3 | 360 | 10.9 | 20 | 78 | 27 | 1004.9 | 158.4 | 63 | 16 | 127.8 |
| 2010/05 | 26.6 | 34.2 | 19.5 | 1.4 | 350 | 11.2 | 230 | 75 | 44 | 999.4 | 145.3 | 36.8 | 10 | 153.5 |
| 2010/06 | 27.1 | 34.3 | 21 | 1.4 | 190 | 11.5 | 240 | 78 | 51 | 998.8 | 529.9 | 104.2 | 17 | 108.4 |
| 2010/07 | 29.2 | 35.9 | 23.8 | 1.7 | 200 | 14.3 | 180 | 74 | 46 | 999.5 | 463.5 | 60.2 | 16 | 179.7 |
| 2010/08 | 28.9 | 35.6 | 23.4 | 1.1 | 210 | 12.9 | 180 | 77 | 49 | 998.9 | 203.5 | 45.5 | 20 | 155.9 |
| 2010/09 | 28.1 | 34.6 | 23.3 | 1.3 | 360 | 25.5 | 10 | 77 | 49 | 999.4 | 328.6 | 47.2 | 15 | 163.8 |
| 2010/10 | 25.9 | 33.2 | 17.2 | 1.8 | 30 | 15.4 | 40 | 72 | 47 | 1001.7 | 2.1 | 5.7 | 3 | 165.2 |
| 2010/11 | 21.8 | 28.4 | 15.7 | 1.4 | 10 | 13.1 | 40 | 71 | 40 | 1005.8 | 20.7 | 38.5 | 7 | 181.5 |
| 2010/12 | 18.1 | 28.7 | 7.5 | 1.4 | 30 | 17.5 | 30 | 67 | 30 | 1005.5 | 27.4 | 24.1 | 3 | 201.3 |
| 年統計 | 23.7 | 35.9 | 6.8 | 1.4 | 10 | 25.5 | 10 | 75 | 22 | 1003.1 | 2054.4 | 554.6 | 131 | 1886.1 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-13　梧棲氣象站1999年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999/01 | 16.7 | 24.9 | 10.3 | 7.3 | N | 28.0 | — | 77 | 51 | 1014.6 | 19.5 | 22.8 | 3 | 99.8 |
| 1999/02 | 16.9 | 27.6 | 8.7 | 6.2 | N | 29.4 | - | 69 | 30 | 1016.9 | 2.0 | 1.5 | 2 | 169.6 |
| 1999/03 | 19.9 | 31.7 | 12.7 | 5.6 | N | 26.3 | — | 77 | 47 | 1009.0 | 58.5 | 43.9 | 11 | 135.7 |
| 1999/04 | 23.0 | 30.3 | 16.2 | 4.6 | N | 24.9 | — | 73 | 33 | 1008.9 | 34.5 | 27.5 | 3 | 142.3 |
| 1999/05 | 24.3 | 33.9 | 15.0 | 3.8 | N | 18.4 | — | 82 | 51 | 1007.4 | 214.5 | 106.6 | 15 | 123.6 |
| 1999/06 | 28.3 | 33.9 | 23.3 | 4.5 | SE | 22.9 | — | 78 | 50 | 1004.1 | 46.5 | 16.6 | 10 | 190.3 |
| 1999/07 | 28.5 | 33.4 | 23.8 | 3.7 | SE | 21.0 | — | 79 | 56 | 1001.5 | 391.5 | 72.5 | 18 | 157.8 |
| 1999/08 | 28.2 | 33.9 | 23.1 | 3.4 | SE | 18.1 | — | 78 | 62 | 1004.2 | 155.5 | 55.9 | 12 | 236.6 |
| 1999/09 | 27.8 | 32.7 | 20.7 | 3.3 | N | 19.9 | — | 74 | 50 | 1005.2 | 21.0 | 11.0 | 5 | 203.6 |
| 1999/10 | 25.3 | 31.4 | 19.8 | 5.2 | N | 29.7 | — | 68 | 49 | 1010.1 | 1.5 | 16.1 | 2 | 169.9 |
| 1999/11 | 21.6 | 28.4 | 16.0 | 6.6 | N | 29.4 | — | 75 | 43 | 1013.1 | 1.5 | 9.2 | 1 | 151.7 |
| 1999/12 | 17.2 | 27.9 | 6.8 | 7.8 | N | 31.4 | — | 74 | 45 | 1016.6 | 26.5 | 46.2 | 4 | 125.5 |
| 年統計 | 23.1 | 33.9 | 6.8 | 5.2 | N | 31.4 | — | 75.3 | 30 | 1009.3 | 973.0 | 429.8 | 86 | 1906.4 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-14　梧棲氣象站2000年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000/01 | 16.2 | 26.4 | 9.1 | 6.7 | 360 | 28.9 | 30 | 81 | 47 | 1016.0 | 20.5 | 31.0 | 3 | 148.4 |
| 2000/02 | 15.2 | 26.6 | 10.8 | 7.5 | 360 | 25.9 | 70 | 84 | 43 | 1014.0 | 173.0 | 96.9 | 8 | 76.9 |
| 2000/03 | 17.1 | 27.4 | 12.9 | 5.9 | 350 | 24.1 | 20 | 80 | 43 | 1012.2 | 45.3 | 55.0 | 6 | 161.0 |
| 2000/04 | 22.2 | 33.7 | 13.5 | 4.1 | 360 | 20.5 | 50 | 78 | 39 | 1008.9 | 254.8 | 97.3 | 16 | 106.8 |
| 2000/05 | 25.4 | 32.8 | 18.4 | 3.7 | 360 | 21.4 | 40 | 75 | 44 | 1006.1 | 42.3 | 12.4 | 3 | 216.0 |
| 2000/06 | 27.9 | 33.6 | 16.7 | 3.8 | 130 | 22.0 | 220 | 76 | 53 | 1005.4 | 126.7 | 64.7 | 8 | 238.2 |
| 2000/07 | 28.8 | 35.4 | 22.8 | 3.8 | 130 | 18.1 | 330 | 76 | 49 | 1001.3 | 200.9 | 50.5 | 10 | 252.2 |
| 2000/08 | 28.0 | 33.6 | 24.0 | 4.0 | 130 | 35.5 | 70 | 80 | 54 | 1001.8 | 204.0 | 70.4 | 13 | 214.4 |
| 2000/09 | 26.8 | 32.2 | 21.3 | 4.0 | 350 | 28.1 | 20 | 75 | 45 | 1005.6 | 6.7 | 11.2 | 4 | 243.7 |
| 2000/10 | 25.6 | 31.5 | 19.6 | 5.8 | 360 | 30.6 | 60 | 78 | 57 | 1008.3 | 60.0 | 22.5 | 1 | 228.8 |
| 2000/11 | 21.8 | 28.5 | 15.1 | 6.7 | 20 | 43.3 | 60 | 81 | 61 | 1011.3 | 32.5 | 20.4 | 2 | 142.8 |
| 2000/12 | 18.9 | 24.8 | 13.4 | 7.0 | 20 | 27.9 | 60 | 81 | 54 | 1013.9 | 78.0 | 66.2 | 7 | 164.9 |
| 年統計 | 22.8 | 35.4 | 9.1 | 5.3 | 360 | 43.3 | 60 | 78.8 | 39 | 1008.7 | 1244.7 | 598.5 | 81 | 2194.1 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-15　梧棲氣象站2001年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001/01 | 16.5 | 25.3 | 9.6 | 5.7 | 20 | 22.1 | 80 | 82 | 48 | 1014.0 | 53.1 | 51.3 | 5 | 161.2 |
| 2001/02 | 17.2 | 25.1 | 10.6 | 6.2 | 20 | 30.4 | 70 | 82 | 53 | 1012.9 | 3.0 | 14.9 | 3 | 135.4 |
| 2001/03 | 19.8 | 29.9 | 11.1 | 4.5 | 20 | 24.6 | 60 | 71 | 19 | 1011.8 | 57.0 | 35.2 | 6 | 179.6 |
| 2001/04 | 22.1 | 31.9 | 14.8 | 4.2 | 30 | 19.5 | 80 | 82 | 52 | 1009.7 | 207.5 | 75.2 | 14 | 121.6 |
| 2001/05 | 25.9 | 31.9 | 20.7 | 3.5 | 30 | 20.3 | 50 | 82 | 52 | 1004.9 | 174.0 | 78.1 | 14 | 121.8 |
| 2001/06 | 28.1 | 34.1 | 21.2 | 3.2 | 160 | 20.7 | 210 | 77 | 56 | 1004.2 | 168.0 | 51.5 | 10 | 214.2 |
| 2001/07 | 29.0 | 34.1 | 24.5 | 3.3 | 160 | 27.8 | 300 | 78 | 58 | 1002.3 | 513.5 | 46.6 | 7 | 227.2 |
| 2001/08 | 29.6 | 34.8 | 25.0 | 3.0 | 350 | 17.8 | 50 | 77 | 54 | 1002.6 | 59.5 | 13.9 | 3 | 278.5 |
| 2001/09 | 26.6 | 32.4 | 22.8 | 5.2 | 30 | 27.8 | 60 | 82 | 51 | 1001.7 | 700.5 | 136.4 | 15 | 150.8 |
| 2001/10 | 24.1 | 30.1 | 18.9 | 5.4 | 30 | 21.1 | 50 | 77 | 51 | 1010.6 | 3.0 | 10.8 | 2 | 243.7 |
| 2001/11 | 20.2 | 31.4 | 13.0 | 6.2 | 30 | 25.4 | 60 | 74 | 43 | 1013.6 | 2.5 | 8.6 | 2 | 235.6 |
| 2001/12 | 18.1 | 26.3 | 7.9 | 5.8 | 30 | 25.7 | 60 | 76 | 44 | 1017.9 | 7.5 | 27.1 | 2 | 172.1 |
| 年統計 | 23.1 | 34.8 | 7.9 | 4.7 | 30 | 30.4 | 70 | 78.3 | 19 | 1008.9 | 1949.1 | 549.6 | 83 | 2241.7 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-16　梧棲氣象站2002年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2002/01 | 16.1 | 27.7 | 7.8 | 5.4 | 40 | 23.7 | 60 | 75 | 28 | 1016.9 | 4.5 | 17.5 | 4 | 197.5 |
| 2002/02 | 17.1 | 25.4 | 11.6 | 5.6 | 30 | 24.7 | 40 | 79 | 47 | 1017.1 | 2.0 | 12.7 | 2 | 182.6 |
| 2002/03 | 21.1 | 28.0 | 12.2 | 4.4 | 70 | 25.9 | 70 | 74 | 30 | 1012.3 | 8.5 | 17.4 | 6 | 172.1 |
| 2002/04 | 24.2 | 32.5 | 16.3 | 4.4 | 20 | 19.0 | 80 | 75 | 51 | 1010.3 | 6.0 | 4.3 | 3 | 191.7 |
| 2002/05 | 26.5 | 33.2 | 20.8 | 3.7 | 350 | 19.2 | 290 | 71 | 46 | 1006.7 | 205.0 | 34.2 | 7 | 200.6 |
| 2002/06 | 28.9 | 35.1 | 23.5 | 4.1 | 150 | 16.8 | 270 | 79 | 58 | 1004.4 | 30.0 | 16.3 | 8 | 207.2 |
| 2002/07 | 29.1 | 35.1 | 24.0 | 4.0 | 140 | 23.2 | 10 | 78 | 55 | 1000.7 | 265.0 | 58.0 | 13 | 227.7 |
| 2002/08 | 29.0 | 34.7 | 23.9 | 3.3 | 150 | 21.5 | 240 | 79 | 60 | 1003.7 | 314.5 | 46.6 | 10 | 222.8 |
| 2002/09 | 27.3 | 33.3 | 22.0 | 4.5 | 30 | 20.8 | 40 | 78 | 61 | 1007.2 | 116.0 | 21.3 | 6 | 211.2 |
| 2002/10 | 25.1 | 31.1 | 19.5 | 5.0 | 20 | 26.4 | 40 | 75 | 50 | 1010.3 | 28.0 | 10.2 | 4 | 193.3 |
| 2002/11 | 21.1 | 31.0 | 13.3 | 6.0 | 20 | 24.9 | 80 | 68 | 36 | 1014.2 | 6.5 | 13.6 | 3 | 180.4 |
| 2002/12 | 18.5 | 28.5 | 11.3 | 5.8 | 20 | 29.5 | 70 | 78 | 44 | 1015.9 | 94.0 | 59.2 | 6 | 158.7 |
| 年統計 | 23.7 | 35.1 | 7.8 | 4.7 | 20 | 29.5 | 70 | 75.8 | 28 | 1010.0 | 1080.0 | 311.3 | 72 | 2345.8 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-17　梧棲氣象站2003年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2003/01 | 15.5 | 25.4 | 8.8 | 6.0 | 20 | 26.6 | 60 | 75 | 41 | 1017.4 | 29.5 | 20.2 | 3 | 199.3 |
| 2003/02 | 17.8 | 27.3 | 11.0 | 5.4 | 10 | 22.8 | 40 | 81 | 48 | 1015.5 | 37.5 | 11.7 | 1 | 162.2 |
| 2003/03 | 18.7 | 30.0 | 12.1 | 5.2 | 10 | 25.1 | 50 | 79 | 40 | 1014.1 | 19.5 | 44.7 | 8 | 156.5 |
| 2003/04 | 23.5 | 30.0 | 16.3 | 4.3 | 10 | 26.6 | 50 | 84 | 60 | 1009.6 | 137.5 | 57.7 | 10 | 131.7 |
| 2003/05 | 25.8 | 32.1 | 20.3 | 4.5 | 10 | 22.6 | 60 | 78 | 27 | 1005.7 | 73.0 | 37.0 | 6 | 195.5 |
| 2003/06 | 27.2 | 34.2 | 21.9 | 4.8 | 140 | 22.3 | 30 | 81 | 46 | 1003.8 | 150.0 | 57.2 | 10 | 197.6 |
| 2003/07 | 30.0 | 34.5 | 24.3 | 4.1 | 240 | 16.1 | 250 | 77 | 46 | 1006.1 | 15.0 | 5.6 | 3 | 295.5 |
| 2003/08 | 29.5 | 34.5 | 25.0 | 3.0 | 130 | 18.9 | 200 | 80 | 60 | 1003.5 | 51.0 | 41.1 | 11 | 224.5 |
| 2003/09 | 28.5 | 35.3 | 23.5 | 4.1 | 10 | 20.8 | 30 | 78 | 42 | 1005.5 | T | 3.5 | 0 | 198.5 |
| 2003/10 | 24.6 | 31.5 | 16.7 | 5.6 | 10 | 24.1 | 20 | 70 | 40 | 1010.5 | 0.0 | 0.0 | 0 | 240.6 |
| 2003/11 | 22.6 | 28.3 | 14.2 | 6.6 | 360 | 27.5 | 30 | 79 | 46 | 1012.2 | T | 0.5 | 0 | 170.4 |
| 2003/12 | 17.3 | 24.1 | 10.9 | 6.5 | 360 | 27.6 | 20 | 73 | 38 | 1017.6 | T | 0.4 | 0 | 224.2 |
| 年統計 | 23.4 | 35.3 | 8.8 | 5.0 | 10 | 27.6 | 20 | 77.9 | 27 | 1010.1 | 513.0 | 279.6 | 52 | 2396.5 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-18　梧棲氣象站2004年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004/01 | 15.7 | 24.6 | 7.4 | 6.0 | 360 | 22.9 | 30 | 78 | 50 | 1016.6 | 9.4 | 26.7 | 5 | 137.5 |
| 2004/02 | 16.9 | 28.1 | 10.0 | 4.9 | 360 | 26.7 | 60 | 79 | 50 | 1014.6 | 81.0 | 70.6 | 7 | 155.3 |
| 2004/03 | 18.4 | 27.5 | 12.2 | 5.8 | 360 | 24.8 | 70 | 77 | 48 | 1012.6 | 68.0 | 39.1 | 9 | 143.8 |
| 2004/04 | 22.7 | 30.0 | 12.8 | 4.2 | 360 | 23.0 | 30 | 75 | 41 | 1009.6 | 153.0 | 32.5 | 6 | 181.8 |
| 2004/05 | 26.6 | 31.3 | 18.5 | 3.9 | 350 | 19.9 | 250 | 78 | 37 | 1006.2 | 78.5 | 25.5 | 5 | 214.1 |
| 2004/06 | 27.9 | 33.8 | 22.1 | 4.9 | 350 | 20.9 | 360 | 75 | 55 | 1003.9 | 4.0 | 3.6 | 3 | 237.4 |
| 2004/07 | 28.4 | 36.9 | 23.4 | 4.0 | 240 | 28.6 | 220 | 80 | 54 | 1004.6 | 416.5 | 77.4 | 14 | 245.2 |
| 2004/08 | 28.7 | 33.0 | 23.9 | 3.9 | 330 | 24.1 | 320 | 80 | 52 | 1000.7 | 302.7 | 48.2 | 11 | 218.6 |
| 2004/09 | 27.1 | 32.5 | 22.8 | 3.7 | 360 | 24.5 | 360 | 83 | 60 | 1007.1 | 150.0 | 65.2 | 13 | 183.8 |
| 2004/10 | 22.8 | 29.1 | 17.8 | 7.1 | 360 | 28.0 | 360 | 69 | 37 | 1011.0 | 7.6 | 7.9 | 2 | 279.5 |
| 2004/11 | 21.8 | 28.5 | 15.0 | 4.6 | 360 | 23.5 | 360 | 75 | 48 | 1014.3 | 0.4 | 0.7 | 1 | 222.3 |
| 2004/12 | 18.8 | 26.5 | 8.1 | 5.5 | 350 | 26.3 | 350 | 76 | 37 | 1014.8 | 54.0 | 27.4 | 3 | 207.1 |
| 年統計 | 23.0 | 36.9 | 7.4 | 4.9 | 360 | 28.6 | 220 | 77.1 | 37 | 1009.7 | 1325.1 | 424.8 | 79 | 2426.4 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-19　梧棲氣象站2005年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2005/01 | 15.3 | 25.1 | 7.2 | 6.1 | 350 | 23.5 | 340 | 78 | 47 | 1015.9 | 13.5 | 10.6 | 3 | 139.6 |
| 2005/02 | 15.3 | 28.9 | 7.3 | 5.5 | 350 | 25.3 | 360 | 86 | 50 | 1015.2 | 196.2 | 77.8 | 10 | 58.9 |
| 2005/03 | 16.5 | 29.3 | 7.5 | 5.1 | 350 | 29.1 | 360 | 73 | 33 | 1015.7 | 170.0 | 100.6 | 15 | 145.0 |
| 2005/04 | 23.2 | 30.9 | 14.9 | 3.8 | 350 | 20.0 | 350 | 76 | 38 | 1011.2 | 45.5 | 20.7 | 6 | 155.1 |
| 2005/05 | 26.5 | 32.9 | 20.1 | 3.8 | 350 | 20.0 | 350 | 80 | 51 | 1005.6 | 361.4 | 60.1 | 11 | 189.5 |
| 2005/06 | 27.5 | 32.8 | 22.2 | 4.0 | 150 | 18.6 | 150 | 79 | 57 | 1003.1 | 389.3 | 86.6 | 16 | 130.2 |
| 2005/07 | 28.9 | 32.9 | 23.8 | 4.1 | 330 | 41.9 | 340 | 74 | 56 | 1003.6 | 202.7 | 39.0 | 7 | 273.6 |
| 2005/08 | 28.5 | 32.8 | 22.9 | 3.8 | 330 | 40.9 | 340 | 78 | 56 | 1002.8 | 268.5 | 79.6 | 13 | 184.7 |
| 2005/09 | 28.2 | 33.2 | 23.6 | 3.7 | 330 | 48.6 | 320 | 76 | 48 | 1005.8 | 99.5 | 26.4 | 3 | 257.1 |
| 2005/10 | 25.1 | 32.4 | 19.3 | 5.9 | 350 | 42.4 | 340 | 73 | 51 | 1010.3 | 10.7 | 5.7 | 2 | 237.3 |
| 2005/11 | 22.8 | 30.0 | 16.8 | 4.8 | 350 | 26.0 | 360 | 73 | 29 | 1012.4 | 4.5 | 4.2 | 1 | 200.1 |
| 2005/12 | 16.3 | 24.8 | 7.0 | 6.7 | 350 | 28.6 | 350 | 72 | 39 | 1017.2 | 22.6 | 30.8 | 4 | 154.3 |
| 年統計 | 22.8 | 33.2 | 7.0 | 4.8 | 350 | 48.6 | 320 | 76.5 | 29 | 1009.9 | 1784.4 | 542.1 | 91 | 2125.4 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-20　梧棲氣象站2006年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006/01 | 16.2 | 22.7 | 9.2 | 6.0 | 350 | 25.6 | 360 | 81 | 60 | 1014.5 | 19.4 | 20.9 | 5 | 99.3 |
| 2006/02 | 16.6 | 27.6 | 12.8 | 6.3 | 350 | 28.6 | 350 | 79 | 57 | 1016.4 | 47.6 | 30.7 | 3 | 102.1 |
| 2006/03 | 18.5 | 30.3 | 10.2 | 4.7 | 350 | 30.5 | 10 | 76 | 26 | 1012.2 | 59.9 | 64.0 | 11 | 155.5 |
| 2006/04 | 23.5 | 30.9 | 15.5 | 3.6 | 350 | 20.1 | 280 | 77 | 55 | 1008.9 | 171.2 | 66.4 | 12 | 111.0 |
| 2006/05 | 25.6 | 31.2 | 17.0 | 4.1 | 350 | 26.2 | 160 | 81 | 57 | 1008.2 | 258.5 | 72.7 | 12 | 148.8 |
| 2006/06 | 27.7 | 33.0 | 18.9 | 3.6 | 150 | 23.5 | 200 | 82 | 60 | 1005.6 | 392.5 | 95.8 | 13 | 172.4 |
| 2006/07 | 29.1 | 33.8 | 24.2 | 4.6 | 150 | 30.4 | 340 | 77 | 52 | 1001.7 | 238.0 | 59.9 | 9 | 236.1 |
| 2006/08 | 29.1 | 33.5 | 25.3 | 2.9 | 340 | 23.0 | 350 | 76 | 58 | 1003.3 | 7.5 | 8.8 | 6 | 244.9 |
| 2006/09 | 27.0 | 33.3 | 20.8 | 4.5 | 350 | 23.9 | 350 | 74 | 46 | 1006.4 | 25.0 | 16.2 | 7 | 210.2 |
| 2006/10 | 25.2 | 30.8 | 20.0 | 5.1 | 350 | 23.7 | 350 | 71 | 41 | 1010.4 | T | 0.5 | 0 | 281.7 |
| 2006/11 | 22.7 | 28.9 | 18.4 | 4.1 | 350 | 22.1 | 350 | 75 | 35 | 1012.1 | 93.5 | 40.9 | 10 | 167.8 |
| 2006/12 | 18.7 | 27.0 | 11.7 | 6.0 | 350 | 25.3 | 350 | 76 | 41 | 1016.2 | 59.5 | 24.9 | 3 | 196.9 |
| 年統計 | 23.3 | 33.8 | 9.2 | 4.6 | 350 | 30.5 | 10 | 77.1 | 26 | 1009.7 | 1372.6 | 501.7 | 91 | 2126.7 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-21　梧棲氣象站2007年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2007/01 | 16.4 | 25.4 | 8.5 | 6.6 | 350 | 25.3 | 350 | 80 | 26 | 1018.0 | 53.5 | 40.2 | 6 | 142.9 |
| 2007/02 | 18.4 | 27.6 | 8.7 | 4.3 | 350 | 25.1 | 360 | 79 | 30 | 1014.6 | 21.0 | 16.5 | 5 | 183.7 |
| 2007/03 | 19.8 | 28.7 | 11.3 | 4.5 | 350 | 24.4 | 360 | 83 | 60 | 1012.3 | 110.6 | 35.4 | 9 | 131.3 |
| 2007/04 | 21.4 | 28.8 | 11.5 | 3.9 | 360 | 29.3 | 360 | 80 | 45 | 1011.3 | 116.6 | 54.7 | 12 | 125.1 |
| 2007/05 | 26.0 | 32.3 | 20.3 | 2.9 | 330 | 15.0 | 310 | 78 | 41 | 1007.1 | 95.0 | 52.6 | 10 | 227.7 |
| 2007/06 | 27.5 | 32.0 | 23.0 | 3.3 | 150 | 19.9 | 260 | 81 | 62 | 1004.6 | 683.0 | 91.9 | 13 | 160.8 |
| 2007/07 | 29.5 | 33.1 | 25.2 | 3.6 | 150 | 15.7 | 230 | 75 | 59 | 1004.7 | 25.9 | 8.6 | 4 | 314.0 |
| 2007/08 | 27.9 | 33.2 | 23.4 | 3.4 | 150 | 27.3 | 10 | 80 | 57 | 1001.8 | 704.8 | 94.6 | 16 | 178.8 |
| 2007/09 | 27.5 | 34.7 | 22.0 | 3.9 | 350 | 29.1 | 320 | 79 | 54 | 1003.5 | 164.0 | 39.9 | 7 | 207.1 |
| 2007/10 | 24.5 | 32.5 | 17.8 | 6.1 | 350 | 46.4 | 320 | 76 | 53 | 1008.7 | 194.1 | 48.6 | 5 | 210.0 |
| 2007/11 | 20.6 | 27.2 | 14.3 | 7.3 | 350 | 35.9 | 350 | 77 | 59 | 1011.8 | 17.5 | 33.9 | 4 | 178.7 |
| 2007/12 | 18.6 | 26.0 | 10.8 | 5.5 | 350 | 24.4 | 10 | 79 | 36 | 1014.4 | 17.7 | 5.8 | 2 | 203.7 |
| 年統計 | 23.2 | 34.7 | 8.5 | 4.6 | 350 | 46.4 | 320 | 78.9 | 26 | 1009.4 | 2203.7 | 522.7 | 93 | 2263.8 |

資料來源：中央氣象局



## 附表1-22　梧棲氣象站2008年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2008/01 | 16.6 | 28.7 | 9.9 | 6.5 | 350 | 27.5 | 340 | 82 | 53 | 1015.7 | 7.7 | 24.1 | 8 | 133.0 |
| 2008/02 | 13.5 | 20.7 | 8.9 | 7.1 | 350 | 26.2 | 350 | 84 | 62 | 1016.9 | 40.8 | 47.6 | 7 | 67.5 |
| 2008/03 | 19.1 | 26.7 | 11.6 | 4.4 | 350 | 23.5 | 330 | 75 | 29 | 1012.7 | 32.7 | 19.9 | 6 | 190.1 |
| 2008/04 | 22.9 | 30.6 | 13.5 | 3.8 | 350 | 22.1 | 350 | 78 | 42 | 1009.7 | 26.4 | 32.4 | 9 | 142.1 |
| 2008/05 | 24.9 | 32.7 | 16.9 | 4.0 | 360 | 23.0 | 360 | 77 | 41 | 1005.3 | 229.6 | 43.9 | 11 | 180.9 |
| 2008/06 | 27.5 | 33.7 | 21.6 | 3.6 | 150 | 17.3 | 220 | 77 | 55 | 1005.1 | 174.3 | 48.0 | 10 | 165.8 |
| 2008/07 | 28.3 | 32.7 | 23.0 | 4.5 | 240 | 29.6 | 340 | 77 | 59 | 1002.7 | 401.8 | 71.4 | 13 | 224.8 |
| 2008/08 | 28.7 | 34.3 | 23.4 | 3.2 | 140 | 20.3 | 210 | 75 | 48 | 1004.3 | 14.1 | 8.5 | 8 | 260.5 |
| 2008/09 | 27.5 | 33.2 | 20.3 | 4.6 | 340 | 46.1 | 0 | 82 | 59 | 1003.3 | 585.2 | 93.6 | 10 | 185.3 |
| 2008/10 | 25.9 | 30.8 | 21.2 | 4.2 | 10 | 19.8 | 20 | 80 | 64 | 1010.7 | 58.0 | 14.1 | 2 | 222.8 |
| 2008/11 | 21.5 | 29.2 | 12.3 | 6.3 | 10 | 26.6 | 30 | 75 | 47 | 1014.1 | 28.3 | 25.0 | 3 | 191.4 |
| 2008/12 | 17.9 | 24.2 | 10.9 | 5.8 | 10 | 27.8 | 10 | 73 | 49 | 1016.1 | 14.6 | 22.9 | 3 | 209.0 |
| 年統計 | 22.9 | 34.3 | 8.9 | 4.8 | 350 | 46.1 | 0 | 77.9 | 29 | 1009.7 | 1613.5 | 451.4 | 90 | 2173.2 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-23　梧棲氣象站2009年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009/01 | 15 | 22.6 | 7.5 | 6.3 | 10 | 26.2 | 360 | 76 | 41 | 1018 | 0.2 | 2.1 | 1 | 183.4 |
| 2009/02 | 20 | 29.9 | 14 | 4.7 | 10 | 22.5 | 10 | 80 | 45 | 1012.7 | 16 | 3.8 | 2 | 162.8 |
| 2009/03 | 18.7 | 28.2 | 10.5 | 4.9 | 10 | 27.8 | 10 | 79 | 52 | 1012.8 | 182.4 | 45.7 | 11 | 125.5 |
| 2009/04 | 21.7 | 28.5 | 13.6 | 4.2 | 10 | 23.5 | 40 | 75 | 48 | 1010.1 | 158.9 | 47.2 | 10 | 153.5 |
| 2009/05 | 25.4 | 31.4 | 18.4 | 3.6 | 350 | 19.4 | 360 | 71 | 36 | 1008.5 | 23.7 | 12.4 | 2 | 229.2 |
| 2009/06 | 28 | 33.5 | 21.7 | 3.4 | 350 | 26 | 250 | 75 | 47 | 1003.5 | 148.5 | 37.7 | 11 | 196.6 |
| 2009/07 | 29.3 | 33.1 | 25.4 | 3.4 | 350 | 14.9 | 250 | 73 | 54 | 1003.7 | 72.9 | 10.1 | 9 | 236 |
| 2009/08 | 29.2 | 35.4 | 25 | 3.9 | 350 | 41.3 | 360 | 75 | 55 | 1001.3 | 336.5 | 74 | 12 | 196.1 |
| 2009/09 | 29.5 | 34.3 | 25.4 | 3.5 | 360 | 21 | 40 | 70 | 40 | 1004.6 | 1.7 | 10 | 5 | 236.2 |
| 2009/10 | 25 | 30.9 | 18.5 | 6.3 | 10 | 26.6 | 10 | 72 | 38 | 1007.6 | 8.3 | 11.2 | 3 | 217.7 |
| 2009/11 | 21.6 | 28.9 | 15.6 | 5.7 | 10 | 35 | 10 | 76 | 40 | 1013.2 | 31.6 | 23.8 | 5 | 169.4 |
| 2009/12 | 17.1 | 26.6 | 10.3 | 5.4 | 10 | 24 | 10 | 74 | 48 | 1016 | 16.6 | 30.4 | 8 | 155.4 |
| 年統計 | 23.4 | 35.4 | 7.5 | 4.6 | 10 | 41.3 | 360 | 75 | 36 | 1009.3 | 997.3 | 308.4 | 79 | 2261.8 |

資料來源：中央氣象局

## 附表1-24　梧棲氣象站2010年之氣象觀測資料統計

| 年/月 | 平均溫度(℃) | 最高溫度(℃) | 最低溫度(℃) | 平均風速(m/sec) | 最多風向 | 最大瞬間風速(m/sec) | 最大瞬間風向 | 平均相對溼度(%) | 最小相對溼度(%) | 氣壓(hPa) | 雨量(mm) | 降水時數(小時) | 降水日數(日) | 日照時數(小時) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2010/01 | 16.2 | 25.5 | 7.6 | 4.9 | 10 | 22.2 | 25 | 78 | 29 | 1017.3 | 24.7 | 36.3 | 9 | 132.7 |
| 2010/02 | 17.5 | 28.9 | 9.2 | 4.6 | 10 | 22.2 | 18 | 82 | 44 | 1014 | 93.7 | 76.4 | 12 | 105.1 |
| 2010/03 | 19.8 | 28.8 | 8 | 4.4 | 360 | 28.1 | 25 | 75 | 36 | 1014.2 | 33.5 | 13.6 | 3 | 169.3 |
| 2010/04 | 21 | 30.9 | 13.5 | 4.4 | 10 | 22.8 | 13 | 78 | 51 | 1012.1 | 111.9 | 56 | 13 | 120.9 |
| 2010/05 | 25.2 | 32.4 | 19.9 | 3.8 | 350 | 22.3 | 23 | 79 | 49 | 1006.5 | 172.1 | 38.2 | 11 | 153.7 |
| 2010/06 | 26.6 | 32.5 | 19.3 | 4.1 | 150 | 20.4 | 5 | 79 | 60 | 1005.7 | 312.3 | 67.7 | 17 | 131.7 |
| 2010/07 | 29.2 | 33.9 | 23.4 | 3.9 | 160 | 16.2 | 7 | 74 | 52 | 1006.2 | 187.5 | 34.8 | 6 | 242.2 |
| 2010/08 | 29.3 | 33.6 | 24.1 | 3 | 150 | 18.8 | 8 | 75 | 52 | 1005.3 | 108.8 | 26.3 | 9 | 228.8 |
| 2010/09 | 28.1 | 34.2 | 23.3 | 3.7 | 350 | 37.5 | 19 | 77 | 57 | 1005.9 | 97.2 | 29.9 | 13 | 208 |
| 2010/10 | 24.7 | 31.1 | 17 | 6.2 | 10 | 30.6 | 26 | 75 | 53 | 1008.4 | 0.7 | 3.6 | 4 | 183.5 |
| 2010/11 | 20.9 | 25.9 | 14.7 | 5.5 | 10 | 24.6 | 8 | 76 | 45 | 1013 | 16 | 39.7 | 6 | 164.8 |
| 2010/12 | 17.3 | 25.6 | 8.3 | 5 | 10 | 35.7 | 16 | 71 | 34 | 1012.9 | 24 | 11.7 | 2 | 214.9 |
| 年統計 | 23 | 34.2 | 7.6 | 4.5 | 10 | 37.5 | 19 | 77 | 29 | 1010.1 | 1182.4 | 434.2 | 105 | 2055.6 |

資料來源：中央氣象局

# (二) 臺中港風速及風向資料統計表

附表2-1　臺中港2001年至2010年風之風速及風向統計表

| 年份 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2001 | 5.8 | 21.3 | NNE | 53.6 | 27.5 | 16.6 | 2.4 | 66.2 | 10.8 | 13.4 | 9.5 | 0.2 |
| 2002 | 5.6 | 26.5 | NNE | 59.2 | 26.0 | 8.9 | 5.9 | 59.3 | 12.6 | 18.8 | 9.2 | 0.1 |
| 2003 | 5.1 | 17.8 | NNE | 60.0 | 26.7 | 12.5 | 0.8 | 62.6 | 10 | 18.7 | 8.7 | 0.1 |
| 2004 | 5.2 | 17.9 | NNE | 57.7 | 29.6 | 12.3 | 0.4 | 65.2 | 9.4 | 15.8 | 9.6 | 0.0 |
| 2005 | 5.3 | 27.3 | NNE | 60.2 | 25.2 | 13.2 | 1.4 | 62.1 | 9.4 | 19.6 | 8.9 | 0.0 |
| 2006 | 5.3 | 18.7 | NNE | 57.5 | 28.8 | 12.0 | 1.8 | 64.3 | 9.2 | 19.6 | 6.9 | 0.1 |
| 2007 | 5.3 | 23.3 | NNE | 59.6 | 26.2 | 12.5 | 1.7 | 60.6 | 12.2 | 19.3 | 7.7 | 0.2 |
| 2008 | 9.1 | 37.5 | NNE | 32.2 | 32.9 | 15.3 | 19.7 | 55.8 | 4.6 | 28.9 | 10.7 | 0 |
| 2009 | 5.6 | 26.2 | NNE | 60.6 | 21.2 | 11.6 | 6.4 | 65.2 | 7.6 | 14.3 | 13 | 0.2 |
| 2010 | 9.3 | 30.3 | NNE | 28.7 | 30.6 | 20.4 | 20.3 | 62.8 | 6.7 | 22.8 | 7.7 | 0.0 |
| 統計值 | 6.2 | 37.5 | NNE | 52.9 | 27.5 | 13.5 | 6.1 | 62.4 | 9.2 | 19.1 | 9.2 | 0.1 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-2　臺中港2001年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2001/01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/02 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/04 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/05 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/06 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2001/07 | 514 | 3.2 | 14.2 | SW | 83.3 | 16.0 | 0.8 | 0.0 | 19.1 | 19.1 | 38.3 | 23.0 | 0.6 |
| 2001/08 | 744 | 3.1 | 13.0 | N | 85.1 | 12.6 | 2.3 | 0.0 | 37.1 | 19.8 | 24.6 | 18.0 | 0.5 |
| 2001/09 | 720 | 6.5 | 21.3 | NNE | 51.1 | 23.6 | 17.9 | 7.4 | 70.0 | 11.4 | 11.8 | 6.8 | 0.0 |
| 2001/10 | 744 | 6.7 | 15.8 | NNE | 37.8 | 39.4 | 21.8 | 1.1 | 92.2 | 2.7 | 2.0 | 3.1 | 0.0 |
| 2001/11 | 720 | 7.9 | 18.0 | NE | 28.9 | 36.4 | 32.1 | 2.6 | 92.2 | 5.0 | 0.4 | 2.4 | 0.0 |
| 2001/12 | 744 | 7.1 | 17.1 | NNE | 35.6 | 36.8 | 24.5 | 3.1 | 86.4 | 7.0 | 3.0 | 3.6 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-3　臺中港2002年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2002/01 | 744 | 6.0 | 13.9 | NNE | 41.0 | 47.4 | 11.6 | 0.0 | 84.4 | 7.8 | 4.4 | 3.2 | 0.1 |
| 2002/02 | 672 | 6.2 | 16.2 | NE | 38.1 | 47.6 | 13.7 | 0.6 | 89.7 | 4.9 | 0.9 | 4.5 | 0.0 |
| 2002/03 | 744 | 4.6 | 14.3 | NNE | 61.4 | 32.1 | 6.5 | 0.0 | 63.0 | 10.9 | 12.1 | 13.8 | 0.1 |
| 2002/04 | 720 | 4.4 | 12.8 | NNE | 65.3 | 30.3 | 4.4 | 0.0 | 49.7 | 9.7 | 28.5 | 11.9 | 0.1 |
| 2002/05 | 744 | 3.5 | 12.2 | NNE | 78.9 | 19.4 | 1.7 | 0.0 | 49.6 | 14.1 | 19.4 | 16.8 | 0.1 |
| 2002/06 | 720 | 3.5 | 10.8 | NNE | 80.1 | 19.3 | 0.6 | 0.0 | 19.6 | 19.0 | 56.4 | 5.0 | 0.0 |
| 2002/07 | 744 | 3.4 | 14.5 | NNE | 82.5 | 14.4 | 3.1 | 0.0 | 27.0 | 21.0 | 34.9 | 16.9 | 0.1 |
| 2002/08 | 744 | 2.8 | 9.4 | WSW | 92.9 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 22.8 | 45.4 | 17.7 | 0.0 |
| 2002/09 | 720 | 4.6 | 13.0 | NNE | 63.2 | 29.4 | 7.4 | 0.0 | 65.7 | 14.9 | 14.6 | 4.9 | 0.0 |
| 2002/10 | 744 | 5.5 | 17.9 | NNE | 55.4 | 28.8 | 14.2 | 1.6 | 78.5 | 10.9 | 4.6 | 5.8 | 0.3 |
| 2002/11 | 720 | 11.5 | 21.8 | NNE | 23.2 | 17.9 | 17.2 | 41.7 | 84.9 | 7.9 | 3.1 | 3.6 | 0.6 |
| 2002/12 | 743 | 10.9 | 26.5 | NNE | 28.0 | 18.4 | 26.8 | 26.8 | 85.6 | 7.8 | 0.8 | 5.7 | 0.1 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-4　臺中港2003年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2003/01 | 744 | 6.6 | 17.1 | N | 39.2 | 40.1 | 19.5 | 1.2 | 90.9 | 4.0 | 0.7 | 4.4 | 0.0 |
| 2003/02 | 672 | 5.8 | 14.9 | NNE | 49.4 | 34.1 | 16.5 | 0.0 | 78.1 | 8.8 | 5.7 | 7.4 | 0.0 |
| 2003/03 | 744 | 5.6 | 13.4 | NE | 46.5 | 42.5 | 11.0 | 0.0 | 77.0 | 5.5 | 10.6 | 6.9 | 0.0 |
| 2003/04 | 720 | 4.1 | 16.8 | NNE | 72.4 | 21.9 | 5.4 | 0.3 | 55.1 | 9.6 | 22.5 | 12.5 | 0.3 |
| 2003/05 | 744 | 4.3 | 14.8 | NNE | 65.7 | 28.1 | 6.2 | 0.0 | 56.5 | 13.3 | 21.6 | 8.5 | 0.1 |
| 2003/06 | 720 | 4.2 | 13.4 | NNE | 73.6 | 22.1 | 4.3 | 0.0 | 34.0 | 15.3 | 47.1 | 3.5 | 0.1 |
| 2003/07 | 744 | 3.1 | 9.3 | NNE | 89.8 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 14.4 | 66.8 | 10.5 | 0.0 |
| 2003/08 | 744 | 2.5 | 9.1 | NNE | 96.4 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 17.6 | 25.3 | 34.3 | 22.8 | 0.0 |
| 2003/09 | 720 | 4.0 | 15.1 | NNE | 70.4 | 24.0 | 5.4 | 0.1 | 64.7 | 10.8 | 8.3 | 15.8 | 0.3 |
| 2003/10 | 732 | 6.0 | 15.2 | NE | 46.4 | 37.2 | 16.3 | 0.1 | 84.0 | 5.2 | 5.7 | 5.1 | 0.0 |
| 2003/11 | 676 | 7.7 | 17.2 | NNE | 35.7 | 25.6 | 35.1 | 3.7 | 89.8 | 5.3 | 1.0 | 3.8 | 0.0 |
| 2003/12 | 743 | 7.7 | 17.8 | NNE | 34.5 | 31.4 | 30.3 | 3.9 | 94.8 | 2.3 | 0.0 | 3.0 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-5　臺中港2004年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2004/01 | 744 | 6.8 | 14.5 | NNE | 33.3 | 48.0 | 18.7 | 0.0 | 94.9 | 2.4 | 0.1 | 2.6 | 0.0 |
| 2004/02 | 466 | 5.7 | 16.4 | NNE | 53.9 | 25.1 | 19.7 | 1.3 | 68.5 | 10.1 | 10.7 | 10.7 | 0.0 |
| 2004/03 | 744 | 6.6 | 15.8 | NE | 32.0 | 53.1 | 14.2 | 0.7 | 87.8 | 4.2 | 3.0 | 5.1 | 0.0 |
| 2004/04 | 720 | 4.3 | 14.9 | NNE | 66.0 | 28.5 | 5.6 | 0.0 | 53.1 | 14.2 | 19.4 | 13.3 | 0.0 |
| 2004/05 | 744 | 3.6 | 12.9 | NNE | 79.2 | 19.9 | 0.9 | 0.0 | 45.3 | 11.3 | 29.8 | 13.6 | 0.0 |
| 2004/06 | 720 | 4.7 | 13.9 | NNE | 62.1 | 31.1 | 6.8 | 0.0 | 50.6 | 7.6 | 32.6 | 9.2 | 0.0 |
| 2004/07 | 736 | 3.2 | 11.3 | S | 86.7 | 12.8 | 0.5 | 0.0 | 17.7 | 17.0 | 46.5 | 18.9 | 0.0 |
| 2004/08 | 744 | 3.6 | 13.6 | N | 78.9 | 15.2 | 5.9 | 0.0 | 33.5 | 17.6 | 31.6 | 17.3 | 0.0 |
| 2004/09 | 720 | 3.9 | 14.9 | N | 73.6 | 18.8 | 7.6 | 0.0 | 57.4 | 17.1 | 12.4 | 13.2 | 0.0 |
| 2004/10 | 744 | 8.1 | 17.9 | NNE | 23.9 | 43.4 | 30.0 | 2.7 | 99.3 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 |
| 2004/11 | 720 | 5.3 | 14.6 | NNE | 58.9 | 23.3 | 17.8 | 0.0 | 82.9 | 7.5 | 2.2 | 7.4 | 0.0 |
| 2004/12 | 743 | 6.3 | 14.2 | NNE | 43.5 | 36.3 | 20.2 | 0.0 | 91.8 | 4.2 | 1.3 | 2.7 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-6　臺中港2005年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2005/01 | 690 | 7.4 | 15.3 | NNE | 31.0 | 37.5 | 31.2 | 0.3 | 91.7 | 3.5 | 2.3 | 2.5 | 0.0 |
| 2005/02 | 370 | 6.7 | 16.7 | NNE | 39.2 | 38.4 | 21.4 | 1.1 | 83.5 | 2.7 | 7.8 | 5.9 | 0.0 |
| 2005/03 | 688 | 5.9 | 19.9 | NNE | 55.1 | 25.1 | 16.9 | 2.9 | 77.3 | 6.7 | 6.3 | 9.7 | 0.0 |
| 2005/04 | 720 | 3.9 | 13.0 | NNE | 72.5 | 24.6 | 2.9 | 0.0 | 58.8 | 11.1 | 20.7 | 9.4 | 0.0 |
| 2005/05 | 744 | 3.6 | 12.5 | NNE | 81.5 | 16.7 | 1.9 | 0.0 | 35.1 | 12.4 | 41.9 | 10.6 | 0.0 |
| 2005/06 | 720 | 3.4 | 10.4 | NNE | 87.6 | 12.1 | 0.3 | 0.0 | 21.1 | 20.7 | 53.2 | 5.0 | 0.0 |
| 2005/07 | 744 | 3.6 | 26.1 | N | 83.5 | 12.2 | 2.3 | 2.0 | 26.5 | 11.2 | 46.1 | 16.3 | 0.0 |
| 2005/08 | 744 | 3.3 | 23.5 | N | 84.8 | 12.8 | 1.2 | 1.2 | 23.9 | 17.9 | 36.4 | 21.8 | 0.0 |
| 2005/09 | 720 | 3.7 | 26.2 | N | 78.1 | 18.1 | 3.3 | 0.6 | 63.3 | 12.1 | 13.1 | 11.5 | 0.0 |
| 2005/10 | 744 | 7.2 | 27.3 | NNE | 35.1 | 37.5 | 24.7 | 2.7 | 89.9 | 5.2 | 2.2 | 2.7 | 0.0 |
| 2005/11 | 720 | 5.9 | 17.5 | NNE | 50.7 | 29.7 | 18.2 | 1.4 | 78.1 | 7.5 | 4.6 | 9.9 | 0.0 |
| 2005/12 | 719 | 8.5 | 19.0 | NNE | 22.9 | 37.7 | 34.2 | 5.1 | 95.7 | 2.1 | 0.6 | 1.7 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-7　臺中港2006年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2006/01 | 575 | 7.0 | 17.8 | NE | 32.0 | 44.2 | 21.0 | 2.8 | 92.0 | 2.4 | 1.0 | 4.5 | 0.0 |
| 2006/02 | 483 | 8.6 | 18.7 | N | 24.4 | 34.2 | 34.8 | 6.6 | 93.4 | 1.0 | 0.8 | 4.8 | 0.0 |
| 2006/03 | 611 | 5.5 | 18.7 | NNE | 52.5 | 37.5 | 8.5 | 1.5 | 82.3 | 6.4 | 4.9 | 5.7 | 0.7 |
| 2006/04 | 263 | 3.6 | 11.4 | NNE | 79.1 | 17.9 | 3.0 | 0.0 | 50.2 | 9.1 | 30.4 | 10.3 | 0.0 |
| 2006/05 | 725 | 4.4 | 16.9 | NNE | 68.8 | 24.1 | 5.9 | 1.1 | 53.2 | 10.2 | 28.0 | 8.6 | 0.0 |
| 2006/06 | 121 | 3.9 | 7.7 | SW | 72.7 | 27.3 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 15.7 | 74.4 | 5.0 | 0.0 |
| 2006/07 | 491 | 4.4 | 18.3 | N | 74.1 | 15.1 | 5.9 | 4.9 | 24.6 | 18.1 | 43.8 | 13.0 | 0.4 |
| 2006/08 | 744 | 2.8 | 14.5 | NNE | 89.9 | 8.9 | 1.2 | 0.0 | 34.3 | 17.7 | 31.5 | 16.4 | 0.1 |
| 2006/09 | 720 | 5.1 | 18.1 | NNE | 61.4 | 29.0 | 8.3 | 1.3 | 66.3 | 14.3 | 15.4 | 3.9 | 0.1 |
| 2006/10 | 744 | 6.1 | 15.8 | NNE | 46.6 | 36.2 | 16.9 | 0.3 | 92.9 | 3.8 | 1.1 | 2.3 | 0.0 |
| 2006/11 | 720 | 5.0 | 16.2 | NNE | 59.4 | 30.7 | 9.7 | 0.1 | 81.8 | 10.3 | 2.4 | 5.6 | 0.0 |
| 2006/12 | 743 | 7.7 | 16.8 | NE | 28.5 | 40.6 | 28.3 | 2.6 | 95.2 | 1.1 | 0.9 | 2.8 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-8　臺中港2007年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2007/01 | 744 | 8.5 | 16.4 | NNE | 17.5 | 46.8 | 34.5 | 1.2 | 97.6 | 1.1 | 0.0 | 1.3 | 0.0 |
| 2007/02 | 672 | 5.0 | 14.7 | NNE | 56.8 | 35.4 | 7.7 | 0.0 | 80.1 | 7.6 | 5.7 | 6.5 | 0.1 |
| 2007/03 | 744 | 5.2 | 15.2 | NNE | 57.1 | 32.7 | 10.1 | 0.1 | 67.9 | 7.4 | 17.7 | 7.0 | 0.0 |
| 2007/04 | 679 | 4.4 | 18.5 | NNE | 66.9 | 25.2 | 7.7 | 0.3 | 63.0 | 10.9 | 14.4 | 11.5 | 0.1 |
| 2007/05 | 744 | 2.9 | 9.0 | NNE | 89.1 | 10.9 | 0.0 | 0.0 | 35.1 | 18.8 | 31.7 | 13.2 | 1.2 |
| 2007/06 | 720 | 2.8 | 8.4 | SW | 94.3 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 30.4 | 48.3 | 10.3 | 0.1 |
| 2007/07 | 744 | 3.1 | 7.5 | NNE | 91.8 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 9.9 | 18.7 | 56.2 | 14.8 | 0.4 |
| 2007/08 | 744 | 3.0 | 17.9 | NNE | 87.9 | 11.4 | 0.4 | 0.3 | 24.1 | 25.4 | 35.1 | 14.8 | 0.7 |
| 2007/09 | 720 | 4.2 | 14.7 | N | 70.6 | 20.8 | 8.6 | 0.0 | 63.3 | 16.1 | 12.4 | 8.2 | 0.0 |
| 2007/10 | 744 | 7.3 | 20.8 | NNE | 32.0 | 43.4 | 19.6 | 5.0 | 84.9 | 3.1 | 7.9 | 4.0 | 0.0 |
| 2007/11 | 720 | 9.9 | 23.3 | NNE | 17.9 | 30.7 | 38.5 | 12.9 | 98.2 | 1.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 |
| 2007/12 | 743 | 7.0 | 15.5 | NNE | 33.6 | 43.1 | 22.9 | 0.4 | 92.1 | 5.2 | 1.6 | 1.1 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-9　臺中港2008年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2008/01 | 692 | 15.1 | 26.7 | NE | 6.5 | 19.5 | 20.4 | 53.6 | 97.4 | 0.4 | 0.4 | 1.7 | 0.0 |
| 2008/02 | 576 | 16.3 | 25.6 | NE | 3.6 | 9.7 | 19.8 | 66.8 | 99.5 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 2008/03 | 725 | 9.8 | 21.6 | NNE | 25.2 | 26.2 | 29.9 | 18.6 | 87.3 | 3.2 | 5.2 | 4.3 | 0.0 |
| 2008/04 | 706 | 8.2 | 21.7 | NE | 27.6 | 42.4 | 20.4 | 9.6 | 72.4 | 2.4 | 18.7 | 6.5 | 0.0 |
| 2008/05 | 742 | 8.7 | 25.1 | NE | 24.4 | 46.4 | 15.6 | 13.6 | 49.5 | 3.1 | 43.5 | 3.9 | 0.0 |
| 2008/06 | 719 | 7.0 | 16.0 | SSW | 32.0 | 48.0 | 18.6 | 1.4 | 11.7 | 6.5 | 74.5 | 7.2 | 0.0 |
| 2008/07 | 744 | 8.2 | 37.5 | NNE | 29.0 | 49.6 | 8.1 | 13.3 | 15.3 | 7.7 | 67.6 | 9.4 | 0.0 |
| 2008/08 | 219 | 3.9 | 10.9 | SSW | 68.9 | 30.1 | 0.9 | 0.0 | 37.0 | 10.0 | 21.9 | 31.1 | 0.0 |
| 2008/09 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/10 | 25 | 4.3 | 10.6 | NNE | 72.0 | 24.0 | 4.0 | 0.0 | 32.0 | 8.0 | 28.0 | 32.0 | 0.0 |
| 2008/11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-10　臺中港2009年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2009/01 | 744 | 8.0 | 16.9 | 29.4 | 30.9 | 31.2 | 32.9 | 5.0 | 97.8 | 1.2 | 0.0 | 0.9 | 0.0 |
| 2009/02 | 672 | 5.3 | 14.2 | 24.5 | 51.2 | 36.3 | 12.5 | 0.0 | 81.0 | 4.9 | 8.2 | 6.0 | 0.0 |
| 2009/03 | 744 | 5.8 | 18.8 | 28.13 | 45.7 | 40.7 | 12.9 | 0.5 | 80.9 | 2.3 | 7.1 | 9.7 | 0.1 |
| 2009/04 | 720 | 4.7 | 14.8 | 24.14 | 62.5 | 27.1 | 10.3 | 0.0 | 74.3 | 6.9 | 6.0 | 12.8 | 0.1 |
| 2009/05 | 744 | 3.6 | 12.2 | 27.8 | 75.5 | 19.6 | 3.4 | 0.0 | 65.7 | 9.1 | 9.1 | 16.0 | 1.5 |
| 2009/06 | 720 | 2.4 | 8.2 | 19.86 | 94.7 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 29.4 | 10.3 | 47.9 | 12.4 | 0.3 |
| 2009/07 | 558 | 2.4 | 6.8 | 218.6 | 96.8 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 12.9 | 16.7 | 50.9 | 19.5 | 0.0 |
| 2009/08 | 744 | 3.6 | 26.2 | 4.6 | 80.0 | 14.8 | 1.6 | 3.5 | 27.4 | 13.2 | 16.8 | 42.6 | 0.1 |
| 2009/09 | 720 | 3.8 | 13.8 | 19.2 | 75.8 | 17.5 | 6.5 | 0.0 | 62.5 | 12.9 | 8.2 | 16.4 | 0.1 |
| 2009/10 | 744 | 8.6 | 18.8 | 22.5 | 30.5 | 26.2 | 33.2 | 10.1 | 90.2 | 3.1 | 1.5 | 5.2 | 0.0 |
| 2009/11 | 437 | 13.5 | 21.6 | 23.6 | 22.7 | 11.7 | 14.6 | 51.0 | 94.7 | 2.5 | 1.1 | 1.6 | 0.0 |
| 2009/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

附表2-11　臺中港2010年風之風速及風向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均風速 m/sec | 風速 | | 風速 <5m/sec (%) | 風速 5~10m/sec (%) | 風速 10~15m/sec (%) | 風速 >15m/sec (%) | 風向 N~E (%) | 風向 E~S (%) | 風向 S~W (%) | 風向 W~N (%) | 靜風 <0.3m/sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 最大值 m/sec | 風向 | | | | | | | | | |
| 2010/01 | 744 | 11.1 | 25.8 | 28.5 | 22.3 | 20.2 | 25.4 | 32.1 | 87.0 | 4.3 | 3.1 | 5.6 | 0.0 |
| 2010/02 | 461 | 10.9 | 23.8 | 33.1 | 22.8 | 26.7 | 19.1 | 31.5 | 73.8 | 4.1 | 17.1 | 5.0 | 0.0 |
| 2010/03 | 740 | 9.3 | 28.3 | 32.1 | 28.5 | 33.8 | 16.9 | 20.8 | 72.8 | 3.6 | 15.0 | 8.5 | 0.0 |
| 2010/04 | 720 | 9.4 | 24.0 | 21.5 | 27.5 | 32.2 | 18.5 | 21.8 | 70.6 | 3.5 | 16.7 | 9.3 | 0.0 |
| 2010/05 | 744 | 7.0 | 17.2 | 22.4 | 32.5 | 44.2 | 20.7 | 2.6 | 50.3 | 3.4 | 35.2 | 11.2 | 0.0 |
| 2010/06 | 720 | 7.9 | 18.7 | 20.7 | 22.4 | 52.8 | 17.1 | 7.8 | 31.1 | 13.9 | 53.3 | 1.7 | 0.0 |
| 2010/07 | 732 | 7.0 | 16.9 | 208.7 | 37.3 | 38.1 | 23.0 | 1.6 | 13.8 | 10.9 | 64.5 | 10.8 | 0.0 |
| 2010/08 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2010/09 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2010/10 | 44 | 7.2 | 15.7 | 23.3 | 47.7 | 22.7 | 18.2 | 11.4 | 54.5 | 13.6 | 18.2 | 13.6 | 0.0 |
| 2010/11 | 468 | 11.8 | 24.8 | 26.3 | 21.8 | 16.5 | 19.7 | 42.1 | 84.8 | 5.6 | 2.6 | 7.1 | 0.0 |
| 2010/12 | 653 | 11.1 | 30.3 | 23.7 | 24.2 | 19.1 | 25.7 | 30.9 | 89.1 | 3.7 | 2.6 | 4.6 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

# (三) 臺中港海流資料統計表

附表3-1　臺中港2003年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速(cm/sec) | 最大流速 | | 流速<25cm/sec(%) | 流速25~50cm/sec(%) | 流速50~100cm/sec(%) | 流速>100cm/sec(%) | 流向N~E(%) | 流向E~S(%) | 流向S~W(%) | 流向W~N(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速(cm/sec) | 流向(°) | | | | | | | | |
| 2003/01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/02 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/04 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/05 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/06 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/07 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/08 | 723 | 34.2 | 92.6 | 1.9 | 33.7 | 44.3 | 22.0 | 0.0 | 31.7 | 8.0 | 3.5 | 56.8 |
| 2003/09 | 720 | 28.0 | 86.8 | 358.5 | 51.0 | 36.5 | 12.5 | 0.0 | 31.8 | 5.0 | 9.9 | 53.3 |
| 2003/10 | 742 | 38.8 | 112.2 | 251.8 | 33.7 | 37.1 | 28.0 | 1.2 | 12.9 | 6.5 | 24.4 | 56.2 |
| 2003/11 | 719 | 50.5 | 153.8 | 274.1 | 28.1 | 24.8 | 39.9 | 7.2 | 19.9 | 11.4 | 23.4 | 45.3 |
| 2003/12 | 741 | 52.3 | 146.2 | 263.2 | 26.3 | 31.8 | 29.0 | 12.8 | 22.1 | 5.3 | 32.9 | 39.7 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-2　臺中港2004年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速(cm/sec) | 最大流速 | | 流速<25cm/sec(%) | 流速25~50cm/sec(%) | 流速50~100cm/sec(%) | 流速>100cm/sec(%) | 流向N~E(%) | 流向E~S(%) | 流向S~W(%) | 流向W~N(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速(cm/sec) | 流向(°) | | | | | | | | |
| 2004/01 | 726 | 40.0 | 105.2 | 258.0 | 38.0 | 28.9 | 32.0 | 1.1 | 11.8 | 4.7 | 32.5 | 51.0 |
| 2004/02 | 426 | 48.3 | 134.0 | 273.6 | 21.8 | 36.2 | 37.1 | 4.9 | 11.0 | 0.5 | 20.0 | 68.5 |
| 2004/03 | 744 | 45.7 | 131.0 | 256.5 | 24.5 | 36.2 | 36.2 | 3.2 | 4.4 | 0.0 | 36.7 | 58.9 |
| 2004/04 | 720 | 38.9 | 124.8 | 284.4 | 32.4 | 39.6 | 26.5 | 1.5 | 17.2 | 0.0 | 9.4 | 73.3 |
| 2004/05 | 671 | 27.6 | 93.8 | 335.9 | 52.0 | 37.1 | 10.9 | 0.0 | 23.0 | 1.6 | 10.1 | 65.3 |
| 2004/06 | 690 | 57.1 | 125.2 | 183.9 | 8.6 | 28.3 | 59.9 | 3.3 | 4.3 | 77.2 | 5.2 | 13.2 |
| 2004/07 | 741 | 49.9 | 142.5 | 6.5 | 15.2 | 36.0 | 45.2 | 3.5 | 10.9 | 2.2 | 0.9 | 86.0 |
| 2004/08 | 744 | 36.5 | 130.6 | 284.5 | 31.0 | 47.3 | 20.8 | 0.8 | 17.2 | 3.6 | 3.0 | 76.2 |
| 2004/09 | 720 | 35.5 | 132.3 | 281.5 | 40.6 | 37.6 | 19.2 | 2.6 | 18.2 | 1.5 | 12.5 | 67.8 |
| 2004/10 | 740 | 59.5 | 173.0 | 259.1 | 18.8 | 22.7 | 47.2 | 11.4 | 1.2 | 0.0 | 38.5 | 60.3 |
| 2004/11 | 714 | 50.1 | 131.8 | 280.0 | 24.1 | 31.1 | 36.6 | 8.3 | 2.4 | 0.0 | 21.6 | 76.1 |
| 2004/12 | 743 | 54.3 | 137.6 | 267.0 | 17.2 | 30.3 | 44.8 | 7.7 | 1.1 | 0.0 | 38.5 | 60.4 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-3　臺中港2005年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速(cm/sec) | 最大流速 | | 流速<25cm/sec(%) | 流速25~50cm/sec(%) | 流速50~100cm/sec(%) | 流速>100cm/sec(%) | 流向N~E(%) | 流向E~S(%) | 流向S~W(%) | 流向W~N(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速(cm/sec) | 流向(°) | | | | | | | | |
| 2005/01 | 743 | 62.2 | 132.6 | 266.4 | 10.8 | 28.0 | 49.1 | 12.1 | 2.8 | 0.0 | 31.0 | 66.2 |
| 2005/02 | 667 | 52.5 | 158.1 | 271.0 | 17.2 | 39.6 | 33.9 | 9.3 | 3.9 | 2.5 | 27.9 | 65.7 |
| 2005/03 | 731 | 55.2 | 237.6 | 279.6 | 20.0 | 33.0 | 36.7 | 10.4 | 9.0 | 2.5 | 28.2 | 60.3 |
| 2005/04 | 716 | 39.8 | 91.5 | 329.5 | 28.2 | 39.2 | 32.5 | 0.0 | 14.5 | 2.9 | 11.9 | 70.7 |
| 2005/05 | 739 | 40.0 | 95.9 | 352.7 | 23.4 | 49.0 | 27.6 | 0.0 | 12.3 | 0.0 | 8.9 | 78.8 |
| 2005/06 | 713 | 47.2 | 126.5 | 1.3 | 14.9 | 42.1 | 41.9 | 1.1 | 23.8 | 0.0 | 5.3 | 70.8 |
| 2005/07 | 521 | 56.2 | 189.1 | 272.5 | 12.5 | 29.6 | 52.8 | 5.2 | 10.7 | 0.2 | 3.8 | 85.2 |
| 2005/08 | 669 | 46.8 | 147.5 | 275.1 | 13.9 | 44.2 | 40.7 | 1.2 | 8.5 | 0.0 | 2.5 | 88.9 |
| 2005/09 | 689 | 40.2 | 152.7 | 320.8 | 31.8 | 33.5 | 33.7 | 1.0 | 6.0 | 0.4 | 9.6 | 84.0 |
| 2005/10 | 725 | 55.7 | 248.3 | 273.0 | 19.3 | 31.7 | 36.1 | 12.8 | 1.1 | 0.3 | 29.9 | 68.7 |
| 2005/11 | 388 | 45.3 | 129.2 | 264.2 | 26.8 | 36.3 | 29.9 | 7.0 | 9.3 | 6.2 | 19.1 | 65.5 |
| 2005/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-4　臺中港2006年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速 (cm/sec) | 最大流速 | | 流速 <25cm/sec (%) | 流速 25~50cm/sec (%) | 流速 50~100cm/sec (%) | 流速 >100cm/sec (%) | 流向 N~E (%) | 流向 E~S (%) | 流向 S~W (%) | 流向 W~N (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速 (cm/sec) | 流向 (°) | | | | | | | | |
| 2006/01 | 718 | 52.5 | 171.9 | 266.6 | 27.4 | 27.4 | 32.0 | 13.1 | 1.1 | 0.0 | 32.7 | 66.2 |
| 2006/02 | 644 | 61.9 | 170.9 | 272.6 | 19.3 | 28.9 | 34.5 | 17.4 | 6.4 | 0.0 | 34.2 | 59.5 |
| 2006/03 | 219 | 45.0 | 133.2 | 281.7 | 35.2 | 29.7 | 23.3 | 11.9 | 14.6 | 0.5 | 18.3 | 66.7 |
| 2006/04 | 268 | 35.8 | 91.2 | 333.9 | 34.3 | 38.8 | 26.9 | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 13.8 | 82.8 |
| 2006/05 | 744 | 42.3 | 148.3 | 249.8 | 27.6 | 39.5 | 29.4 | 3.5 | 3.2 | 0.0 | 15.2 | 81.6 |
| 2006/06 | 720 | 49.0 | 101.2 | 326.4 | 11.5 | 38.5 | 49.7 | 0.3 | 9.7 | 0.0 | 0.0 | 90.3 |
| 2006/07 | 739 | 54.1 | 150.2 | 251.1 | 9.6 | 32.7 | 54.7 | 3.0 | 3.9 | 0.0 | 5.3 | 90.8 |
| 2006/08 | 729 | 40.2 | 87.5 | 267.6 | 19.8 | 51.2 | 29.1 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 6.2 | 92.0 |
| 2006/09 | 588 | 37.2 | 168.1 | 271.3 | 36.4 | 38.3 | 22.6 | 2.7 | 2.4 | 1.4 | 41.2 | 55.1 |
| 2006/10 | 744 | 37.9 | 100.9 | 249.7 | 35.8 | 34.3 | 29.8 | 0.1 | 6.0 | 1.5 | 46.4 | 46.1 |
| 2006/11 | 719 | 40.2 | 105.7 | 249.3 | 30.9 | 39.5 | 29.2 | 0.4 | 9.0 | 3.1 | 44.9 | 43.0 |
| 2006/12 | 742 | 55.5 | 133.9 | 266.6 | 25.6 | 26.3 | 32.1 | 16.0 | 3.6 | 1.5 | 63.2 | 31.7 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-5　臺中港2007年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速 (cm/sec) | 最大流速 | | 流速 <25cm/sec (%) | 流速 25~50cm/sec (%) | 流速 50~100cm/sec (%) | 流速 >100cm/sec (%) | 流向 N~E (%) | 流向 E~S (%) | 流向 S~W (%) | 流向 W~N (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速 (cm/sec) | 流向 (°) | | | | | | | | |
| 2007/01 | 743 | 52.2 | 129.6 | 270.8 | 22.2 | 28.4 | 43.2 | 6.2 | 3.8 | 3.2 | 69.7 | 23.3 |
| 2007/02 | 671 | 39.9 | 113.0 | 246.5 | 29.5 | 39.5 | 29.1 | 1.9 | 12.1 | 2.7 | 40.5 | 44.7 |
| 2007/03 | 741 | 44.2 | 151.1 | 260.8 | 28.1 | 39.7 | 26.5 | 5.8 | 12.3 | 4.3 | 28.3 | 55.1 |
| 2007/04 | 718 | 38.0 | 193.9 | 256.1 | 38.9 | 38.3 | 18.2 | 4.6 | 8.1 | 2.2 | 29.7 | 60.0 |
| 2007/05 | 741 | 37.6 | 95.0 | 335.1 | 28.5 | 42.9 | 28.6 | 0.0 | 11.2 | 3.2 | 5.0 | 80.6 |
| 2007/06 | 709 | 44.1 | 96.0 | 339.5 | 16.6 | 43.4 | 39.9 | 0.0 | 14.8 | 0.4 | 2.4 | 82.4 |
| 2007/07 | 727 | 46.0 | 92.5 | 335.2 | 17.6 | 35.5 | 46.9 | 0.0 | 11.3 | 0.3 | 1.4 | 87.1 |
| 2007/08 | 400 | 45.7 | 98.7 | 348.7 | 16.3 | 42.5 | 41.3 | 0.0 | 13.0 | 0.5 | 0.0 | 86.5 |
| 2007/09 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2007/10 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2007/11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2007/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-6　臺中港2008年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速 (cm/sec) | 最大流速 | | 流速 <25cm/sec (%) | 流速 25~50cm/sec (%) | 流速 50~100cm/sec (%) | 流速 >100cm/sec (%) | 流向 N~E (%) | 流向 E~S (%) | 流向 S~W (%) | 流向 W~N (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速 (cm/sec) | 流向 (°) | | | | | | | | |
| 2008/01 | 493 | 78.4 | 182.9 | 264.6 | 19.9 | 9.7 | 35.5 | 34.9 | 6.9 | 0.8 | 58.6 | 33.7 |
| 2008/02 | 691 | 71.2 | 157.6 | 263.8 | 15.3 | 16.1 | 51.5 | 17.1 | 3.3 | 12.7 | 36.9 | 47.0 |
| 2008/03 | 743 | 34.6 | 101.7 | 245.1 | 42.8 | 36.2 | 20.9 | 0.1 | 9.6 | 6.7 | 24.8 | 59.0 |
| 2008/04 | 720 | 31.8 | 114.0 | 251.4 | 44.6 | 36.8 | 18.1 | 0.6 | 18.1 | 6.0 | 19.9 | 56.1 |
| 2008/05 | 470 | 50.2 | 150.0 | 251.2 | 10.4 | 45.3 | 40.0 | 3.8 | 29.6 | 1.7 | 14.5 | 53.8 |
| 2008/06 | 720 | 44.4 | 129.3 | 14.7 | 19.2 | 44.9 | 35.3 | 0.7 | 35.1 | 1.1 | 14.9 | 48.9 |
| 2008/07 | 744 | 50.2 | 145.4 | 356.7 | 15.5 | 40.9 | 39.0 | 4.7 | 25.1 | 40.9 | 24.6 | 9.4 |
| 2008/08 | 744 | 47.2 | 120.9 | 155.2 | 16.5 | 41.8 | 40.2 | 1.5 | 19.9 | 62.6 | 11.4 | 6.0 |
| 2008/09 | 667 | 53.9 | 240.2 | 282.4 | 22.9 | 32.8 | 34.3 | 9.9 | 10.3 | 41.7 | 29.2 | 18.7 |
| 2008/10 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-7　臺中港2009年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速(cm/sec) | 最大流速 | | 流速<25cm/sec(%) | 流速25~50cm/sec(%) | 流速50~100cm/sec(%) | 流速>100cm/sec(%) | 流向N~E(%) | 流向E~S(%) | 流向S~W(%) | 流向W~N(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速(cm/sec) | 流向(˚) | | | | | | | | |
| 2009/01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/02 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/03 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/04 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/05 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/06 | 286 | 57.4 | 189.0 | 14.7 | 15.0 | 31.8 | 45.5 | 7.7 | 47.6 | 0.3 | 5.2 | 46.9 |
| 2009/07 | 743 | 48.9 | 150.2 | 7.7 | 19.7 | 36.3 | 39.0 | 5.0 | 51.3 | 2.7 | 2.0 | 44.0 |
| 2009/08 | 440 | 38.0 | 140.4 | 281.4 | 27.0 | 51.8 | 20.0 | 1.1 | 30.9 | 0.7 | 5.0 | 63.4 |
| 2009/09 | 720 | 33.3 | 88.9 | 22.8 | 34.0 | 51.9 | 14.0 | 0.0 | 24.4 | 1.1 | 17.4 | 57.1 |
| 2009/10 | 744 | 50.3 | 128.2 | 244.4 | 19.1 | 35.9 | 40.9 | 4.2 | 12.0 | 0.1 | 60.2 | 27.7 |
| 2009/11 | 719 | 52.9 | 182.6 | 244.8 | 23.2 | 32.1 | 33.7 | 11.0 | 15.4 | 0.7 | 59.8 | 24.1 |
| 2009/12 | 741 | 37.8 | 112.9 | 245.4 | 36.3 | 35.8 | 27.4 | 0.5 | 15.1 | 0.5 | 60.7 | 23.6 |

資料來源：港灣技術研究中心

附表3-8　臺中港2010年海流之流速及流向統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | 平均流速(cm/sec) | 最大流速 | | 流速<25cm/sec(%) | 流速25~50cm/sec(%) | 流速50~100cm/sec(%) | 流速>100cm/sec(%) | 流向N~E(%) | 流向E~S(%) | 流向S~W(%) | 流向W~N(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 流速(cm/sec) | 流向(˚) | | | | | | | | |
| 2010/01 | 744 | 37.3 | 112.6 | 243.7 | 32.1 | 44.0 | 22.2 | 1.7 | 19.1 | 1.3 | 45.3 | 34.3 |
| 2010/02 | 672 | 38.0 | 118.3 | 240.4 | 33.3 | 40.6 | 24.6 | 1.5 | 31.0 | 0.6 | 42.0 | 26.5 |
| 2010/03 | 742 | 35.8 | 134.4 | 1.3 | 43.3 | 32.6 | 22.1 | 2.0 | 68.9 | 0.0 | 15.9 | 15.2 |
| 2010/04 | 719 | 33.2 | 84.8 | 240.0 | 36.9 | 46.0 | 17.1 | 0.0 | 31.0 | 2.5 | 31.0 | 35.5 |
| 2010/05 | 738 | 28.6 | 87.9 | 6.9 | 48.0 | 40.8 | 11.2 | 0.0 | 31.6 | 3.5 | 14.1 | 50.8 |
| 2010/06 | 715 | 36.5 | 86.4 | 347.7 | 28.0 | 50.1 | 22.0 | 0.0 | 35.5 | 0.0 | 12.4 | 52.0 |
| 2010/07 | 743 | 46.6 | 101.8 | 18.6 | 13.2 | 42.7 | 44.0 | 0.1 | 54.6 | 0.0 | 1.9 | 43.5 |
| 2010/08 | 743 | 44.5 | 93.8 | 338.2 | 10.2 | 53.4 | 36.3 | 0.0 | 54.8 | 0.1 | 2.0 | 43.1 |
| 2010/09 | 710 | 35.7 | 117.9 | 250.3 | 26.6 | 54.8 | 17.9 | 0.7 | 47.2 | 0.8 | 12.0 | 40.0 |
| 2010/10 | 741 | 53.3 | 168.8 | 245.6 | 20.1 | 37.9 | 28.9 | 13.1 | 13.4 | 0.3 | 54.9 | 31.4 |
| 2010/11 | 718 | 38.3 | 102.0 | 249.3 | 24.0 | 54.6 | 21.0 | 0.4 | 18.0 | 0.0 | 46.2 | 35.8 |
| 2010/12 | 744 | 41.9 | 165.3 | 323.0 | 19.6 | 51.2 | 26.9 | 2.3 | 37.0 | 9.4 | 27.0 | 26.6 |

資料來源：港灣技術研究中心

# (四) 臺中港示性波高、週期及波向資料統計表

## 附表4-1　臺中港2003年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2003/01 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/02 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/03 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/04 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/05 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/06 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/07 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2003/08 | 723 | 0.6 | 5.5 | 1.8 | 5.2 | NNE | 47.0 | 41.5 | 11.5 | 0.0 | 29.9 | 1.0 | 14.9 | 54.2 | 82.2 | 17.8 | 0.0 | 0.0 |
| 2003/09 | 720 | 1.1 | 5.7 | 3.3 | 6.8 | N | 19.9 | 32.4 | 47.8 | 0.0 | 80.8 | 0.7 | 1.0 | 17.5 | 69.7 | 30.1 | 0.1 | 0.0 |
| 2003/10 | 742 | 1.9 | 5.4 | 4.1 | 6.7 | N | 4.7 | 14.0 | 81.4 | 0.0 | 96.8 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 88.3 | 11.7 | 0.0 | 0.0 |
| 2003/11 | 719 | 2.5 | 5.5 | 5.9 | 5.6 | NNE | 4.8 | 13.2 | 81.9 | 0.1 | 92.2 | 0.7 | 0.6 | 6.5 | 84.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2003/12 | 741 | 1.9 | 5.4 | 4.3 | 6.4 | N | 7.0 | 15.9 | 77.1 | 0.0 | 95.5 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 90.7 | 9.3 | 0.0 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-2　臺中港2004年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2004/01 | 725 | 1.9 | 5.2 | 3.5 | 6.4 | N | 2.3 | 5.1 | 92.6 | 0.0 | 98.9 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 98.1 | 1.9 | 0.0 | 0.0 |
| 2004/02 | 425 | 1.5 | 5.3 | 4.7 | 5.2 | N | 44.0 | 7.8 | 48.2 | 0.0 | 89.6 | 0.0 | 1.4 | 8.9 | 95.3 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| 2004/03 | 743 | 2.0 | 5.4 | 5.3 | 5.1 | NNE | 15.6 | 12.5 | 71.7 | 0.1 | 93.7 | 0.0 | 0.1 | 6.2 | 91.7 | 8.3 | 0.0 | 0.0 |
| 2004/04 | 719 | 1.1 | 5.4 | 4.1 | 6.0 | NNE | 40.2 | 14.3 | 45.5 | 0.0 | 80.7 | 0.6 | 2.5 | 16.3 | 86.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2004/05 | 670 | 0.9 | 5.2 | 7.5 | 6.2 | WSW | 47.3 | 16.9 | 35.0 | 0.6 | 64.3 | 0.9 | 6.3 | 28.5 | 96.7 | 3.3 | 0.0 | 0.0 |
| 2004/06 | 705 | 1.1 | 6.2 | 3.3 | 7.2 | ENE | 27.4 | 29.4 | 43.3 | 0.0 | 61.6 | 2.4 | 21.6 | 14.5 | 32.6 | 62.4 | 4.5 | 0.4 |
| 2004/07 | 725 | 0.8 | 5.3 | 3.1 | 6.8 | WSW | 9.0 | 72.1 | 18.9 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 17.9 | 76.6 | 67.6 | 28.4 | 3.4 | 0.6 |
| 2004/08 | 719 | 1.0 | 6.5 | 3.4 | 8.6 | N | 11.1 | 58.0 | 30.9 | 0.0 | 37.6 | 0.0 | 2.6 | 59.8 | 36.3 | 51.9 | 8.6 | 3.2 |
| 2004/09 | 719 | 1.3 | 6.9 | 4.0 | 9.9 | N | 12.5 | 32.5 | 55.0 | 0.0 | 49.4 | 0.0 | 2.4 | 48.2 | 27.4 | 47.2 | 21.0 | 4.3 |
| 2004/10 | 739 | 2.4 | 7.1 | 4.6 | 8.9 | N | 0.0 | 1.1 | 98.9 | 0.0 | 91.2 | 0.1 | 0.0 | 8.7 | 16.5 | 63.5 | 16.8 | 3.2 |
| 2004/11 | 711 | 2.1 | 7.0 | 4.7 | 9.3 | N | 2.4 | 9.1 | 88.5 | 0.0 | 93.5 | 0.0 | 0.0 | 6.5 | 16.9 | 65.5 | 17.3 | 0.3 |
| 2004/12 | 742 | 2.3 | 7.2 | 4.1 | 8.9 | N | 0.8 | 2.6 | 96.6 | 0.0 | 93.8 | 0.0 | 0.0 | 6.2 | 7.7 | 72.5 | 19.7 | 0.1 |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-3　臺中港2005年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2005/01 | 742 | 2.2 | 7.1 | 4.7 | 8.3 | N | 5.3 | 9.0 | 85.6 | 0.0 | 96.9 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 14.2 | 73.0 | 12.7 | 0.0 |
| 2005/02 | 668 | 2.2 | 7.2 | 6.2 | 6.2 | NW | 7.9 | 8.4 | 83.0 | 0.6 | 94.3 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 10.3 | 82.8 | 6.6 | 0.0 |
| 2005/03 | 731 | 1.6 | 6.8 | 6.9 | 6.2 | N | 33.9 | 13.7 | 50.5 | 1.9 | 76.7 | 0.0 | 0.0 | 23.3 | 11.1 | 80.2 | 8.8 | 0.0 |
| 2005/04 | 714 | 0.9 | 6.1 | 3.2 | 6.5 | NNE | 38.2 | 21.8 | 39.9 | 0.0 | 64.0 | 0.0 | 0.8 | 35.2 | 28.9 | 69.5 | 1.7 | 0.0 |
| 2005/05 | 738 | 1.1 | 5.9 | 2.9 | 6.3 | NNE | 10.7 | 38.9 | 50.5 | 0.0 | 64.0 | 0.1 | 5.0 | 30.9 | 40.9 | 56.5 | 2.6 | 0.0 |
| 2005/06 | 712 | 1.0 | 5.8 | 2.2 | 7.1 | NNE | 4.6 | 48.9 | 46.4 | 0.0 | 27.0 | 0.0 | 17.6 | 55.5 | 59.7 | 39.0 | 0.7 | 0.1 |
| 2005/07 | 524 | 1.2 | 11.7 | 7.0 | 8.9 | N | 7.4 | 59.7 | 31.5 | 1.4 | 15.1 | 0.0 | 29.6 | 55.3 | 53.1 | 32.3 | 7.4 | 0.4 |
| 2005/08 | 690 | 1.2 | 12.4 | 5.8 | 8.0 | N | 4.2 | 39.3 | 56.1 | 0.4 | 22.3 | 0.0 | 26.1 | 51.6 | 36.5 | 51.7 | 4.3 | 0.6 |
| 2005/09 | 700 | 1.6 | 7.5 | 6.3 | 9.3 | N | 1.6 | 16.9 | 81.0 | 0.5 | 70.9 | 0.6 | 1.6 | 26.9 | 28.3 | 51.7 | 15.1 | 4.1 |
| 2005/10 | 724 | 2.3 | 7.1 | 6.3 | 6.2 | NNE | 0.0 | 0.1 | 99.3 | 0.5 | 91.2 | 0.0 | 1.0 | 8.7 | 4.6 | 80.2 | 15.1 | 0.1 |
| 2005/11 | 386 | 1.2 | 6.2 | 4.5 | 6.2 | N | 27.5 | 27.5 | 45.1 | 0.0 | 73.8 | 1.6 | 7.3 | 17.4 | 38.1 | 52.8 | 9.1 | 0.0 |
| 2005/12 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-4　臺中港2006年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2006/01 | 717 | 2.1 | 7.0 | 4.7 | 10.1 | N | 0.0 | 4.3 | 95.7 | 0.0 | 91.8 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 16.9 | 67.2 | 15.6 | 0.3 |
| 2006/02 | 642 | 2.4 | 7.5 | 4.9 | 10.1 | N | 0.3 | 9.5 | 90.2 | 0.0 | 87.6 | 0.2 | 0.0 | 12.1 | 10.7 | 53.0 | 35.2 | 1.1 |
| 2006/03 | 218 | 1.9 | 6.3 | 3.7 | 9.5 | N | 3.7 | 0.9 | 95.4 | 0.0 | 93.6 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 28.0 | 67.4 | 4.6 | 0.0 |
| 2006/04 | 265 | 1.1 | 5.9 | 2.8 | 7.9 | N | 6.0 | 38.1 | 55.8 | 0.0 | 72.5 | 0.0 | 0.0 | 27.2 | 40.0 | 55.8 | 3.8 | 0.4 |
| 2006/05 | 743 | 1.2 | 6.0 | 4.9 | 12.1 | N | 5.2 | 49.7 | 45.1 | 0.0 | 65.0 | 0.0 | 3.1 | 31.9 | 50.3 | 36.9 | 11.7 | 1.1 |
| 2006/06 | 719 | 0.6 | 5.5 | 2.0 | 5.7 | WSW | 42.7 | 42.1 | 15.2 | 0.0 | 7.8 | 0.0 | 19.2 | 73.0 | 62.0 | 32.7 | 5.1 | 0.1 |
| 2006/07 | 723 | 0.9 | 5.9 | 4.7 | 7.9 | NW | 16.6 | 60.4 | 23.0 | 0.0 | 9.2 | 0.0 | 27.1 | 63.6 | 51.3 | 36.5 | 11.8 | 0.4 |
| 2006/08 | 739 | 0.8 | 5.9 | 3.0 | 7.9 | NNE | 16.9 | 66.3 | 16.8 | 0.0 | 32.3 | 0.0 | 8.1 | 59.4 | 48.4 | 43.2 | 7.8 | 0.5 |
| 2006/09 | 583 | 1.7 | 7.1 | 4.9 | 10.2 | N | 0.2 | 17.0 | 82.8 | 0.0 | 76.7 | 0.0 | 0.2 | 22.8 | 17.2 | 63.5 | 13.4 | 6.0 |
| 2006/10 | 742 | 1.7 | 6.4 | 3.7 | 8.0 | N | 0.0 | 14.7 | 85.3 | 0.0 | 97.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 32.6 | 65.0 | 2.4 | 0.0 |
| 2006/11 | 719 | 1.6 | 6.8 | 3.4 | 7.0 | N | 0.3 | 18.2 | 81.5 | 0.0 | 91.9 | 0.4 | 0.4 | 7.2 | 23.1 | 65.9 | 10.7 | 0.3 |
| 2006/12 | 737 | 2.5 | 7.6 | 4.1 | 8.6 | N | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 89.7 | 0.0 | 0.0 | 9.7 | 3.5 | 64.3 | 32.2 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-5　臺中港2007年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2007/01 | 743 | 2.3 | 7.2 | 5.2 | 6.9 | N | 0.0 | 2.2 | 97.7 | 0.1 | 75.4 | 0.0 | 0.0 | 24.6 | 10.2 | 73.8 | 16.0 | 0.0 |
| 2007/02 | 659 | 1.5 | 6.2 | 4.8 | 7.7 | N | 4.4 | 27.6 | 68.0 | 0.0 | 77.8 | 2.4 | 0.0 | 19.4 | 34.6 | 62.8 | 2.6 | 0.0 |
| 2007/03 | 723 | 1.7 | 6.3 | 5.6 | 8.2 | N | 4.0 | 27.9 | 67.1 | 1.0 | 66.0 | 8.4 | 0.8 | 24.5 | 30.6 | 62.9 | 6.5 | 0.0 |
| 2007/04 | 713 | 1.5 | 6.3 | 5.9 | 9.3 | N | 9.1 | 22.0 | 67.2 | 1.7 | 66.8 | 1.0 | 1.7 | 30.3 | 29.3 | 64.8 | 5.9 | 0.0 |
| 2007/05 | 737 | 0.7 | 5.0 | 3.5 | 7.5 | NNE | 24.2 | 60.5 | 15.3 | 0.0 | 45.7 | 3.0 | 1.8 | 49.5 | 68.8 | 29.7 | 1.1 | 0.4 |
| 2007/06 | 707 | 0.7 | 5.6 | 3.5 | 6.3 | ENE | 17.1 | 75.0 | 7.9 | 0.0 | 27.3 | 0.1 | 16.4 | 56.2 | 55.3 | 40.9 | 3.8 | 0.0 |
| 2007/07 | 725 | 0.6 | 4.9 | 3.2 | 6.7 | WNW | 36.4 | 61.0 | 2.6 | 0.0 | 9.9 | 0.1 | 16.8 | 73.1 | 71.9 | 21.4 | 4.6 | 2.2 |
| 2007/08 | 741 | 0.8 | 6.2 | 5.4 | 9.1 | N | 45.1 | 27.4 | 27.3 | 0.3 | 56.3 | 0.0 | 13.0 | 30.8 | 29.4 | 64.1 | 5.8 | 0.5 |
| 2007/09 | 721 | 1.4 | 6.6 | 4.6 | 7.0 | | 15.9 | 20.7 | 63.4 | 0.0 | 26.1 | 24.5 | 26.0 | 23.4 | 18.9 | 72.7 | 8.3 | 0.0 |
| 2007/10 | 704 | 2.4 | 6.9 | 6.7 | 9.8 | | 3.8 | 5.7 | 88.6 | 1.8 | 22.2 | 24.4 | 23.2 | 30.3 | 8.7 | 86.6 | 4.8 | 0.0 |
| 2007/11 | 14 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2007/12 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-6　臺中港2008年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2008/01 | 329 | 3.4 | 7.8 | 5.3 | 7.6 | N | 0.6 | 0.3 | 98.8 | 0.3 | 98.5 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 2.1 | 51.4 | 46.5 | 0.0 |
| 2008/02 | 446 | 3.2 | 7.3 | 5.0 | 8.5 | N | 0.0 | 2.9 | 96.9 | 0.2 | 98.4 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 4.5 | 74.2 | 21.3 | 0.0 |
| 2008/03 | 309 | 2.3 | 6.6 | 4.3 | 7.8 | N | 4.2 | 8.1 | 87.7 | 0.0 | 97.7 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 14.9 | 80.9 | 4.2 | 0.0 |
| 2008/04 | 223 | 2.1 | 6.6 | 3.8 | 6.8 | 18.2 | 3.6 | 5.8 | 90.6 | 0.0 | 92.8 | 0.0 | 0.4 | 6.7 | 12.6 | 86.1 | 0.9 | 0.4 |
| 2008/05 | 87 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/06 | 714 | 0.7 | 5.3 | 1.6 | 5.2 | 255.0 | 22.5 | 59.1 | 18.3 | 0.0 | 16.7 | 0.0 | 26.3 | 57.0 | 67.6 | 29.8 | 2.1 | 0.4 |
| 2008/07 | 741 | 0.9 | 5.6 | 6.2 | 7.7 | 21.3 | 32.9 | 46.0 | 20.0 | 1.1 | 11.5 | 0.9 | 20.5 | 67.1 | 51.8 | 43.9 | 4.3 | 0.0 |
| 2008/08 | 742 | 0.7 | 5.7 | 2.0 | 5.7 | 288.4 | 25.3 | 64.0 | 10.6 | 0.0 | 8.8 | 3.0 | 19.4 | 68.9 | 55.1 | 36.1 | 7.8 | 0.9 |
| 2008/09 | 659 | 1.5 | 6.9 | 7.3 | 10.8 | 353.7 | 14.1 | 36.3 | 47.0 | 2.6 | 52.2 | 3.8 | 5.5 | 38.5 | 17.0 | 65.4 | 14.7 | 2.9 |
| 2008/10 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/11 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2008/12 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-7　臺中港2009年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2009/01 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/02 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/03 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/04 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/05 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2009/06 | 285 | 0.81 | 6.0 | 2.76 | 9.9 | 269.7 | 17.9 | 62.1 | 20.0 | 0.0 | 9.8 | 0.0 | 17.5 | 72.6 | 54.0 | 33.0 | 7.4 | 5.6 |
| 2009/07 | 742 | 0.63 | 5.8 | 1.72 | 5.8 | 257.2 | 30.9 | 59.7 | 9.4 | 0.0 | 11.7 | 0.0 | 7.5 | 80.7 | 47.3 | 48.4 | 4.0 | 0.3 |
| 2009/08 | 742 | 1.02 | 6.6 | 7.78 | 8.7 | — | 38.5 | 29.1 | 29.6 | 2.7 | 72.0 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 27.2 | 62.8 | 9.0 | 0.9 |
| 2009/09 | 719 | 1.54 | 6.8 | 3.32 | 8.7 | 11.9 | 0.3 | 20.7 | 79.0 | 0.0 | 94.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 20.3 | 69.5 | 10.2 | 0.0 |
| 2009/10 | 743 | 2.17 | 7.2 | 4.35 | 9.2 | 12.7 | 0.0 | 3.8 | 96.2 | 0.0 | 99.7 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 9.0 | 66.9 | 24.1 | 0.0 |
| 2009/11 | 719 | 2.22 | 7.4 | 5.36 | 11.2 | 4.4 | 9.2 | 5.3 | 85.3 | 0.3 | 92.9 | 0.0 | 0.0 | 7.1 | 12.5 | 53.7 | 31.0 | 2.8 |
| 2009/12 | 740 | 1.99 | 6.5 | 3.73 | 8.9 | 15 | 0.1 | 8.0 | 91.9 | 0.0 | 97.6 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 26.4 | 63.6 | 10.0 | 0.0 |

資料來源：港灣技術研究中心

## 附表4-8　臺中港2010年示性波高、週期及波向資料統計表

| 年/月 | 觀測筆數 | H1/3 平均值 (m) | T1/3 平均值 (s) | H1/3 | | | H1/3 <0.5m (%) | H1/3 0.5~1m (%) | H1/3 1~5m (%) | H1/3 >5m (%) | 波向 N~E (%) | 波向 E~S (%) | 波向 S~W (%) | 波向 W~N (%) | T1/3 <6sec (%) | T1/3 6~8sec (%) | T1/3 8~10sec (%) | T1/3 >10sec (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最大值 (m) | 週期 (sec) | 波向 | | | | | | | | | | | | |
| 2010/01 | 6.9 | 4.07 | 9.4 | 9.7 | 0.0 | 12.1 | 87.9 | 0.0 | 96.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 24.0 | 50.3 | 25.4 | 0.3 | 6.9 | 4.07 |
| 2010/02 | 6.3 | 3.78 | 9.4 | 6.3 | 0.2 | 23.1 | 76.7 | 0.0 | 85.5 | 0.0 | 6.4 | 8.2 | 38.1 | 44.6 | 17.2 | 0.0 | 6.3 | 3.78 |
| 2010/03 | 6.7 | 4.58 | 9.8 | 9.8 | 0.0 | 19.4 | 80.6 | 0.0 | 92.6 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 27.7 | 57.9 | 14.3 | 0.1 | 6.7 | 4.58 |
| 2010/04 | 6.6 | 4.28 | 9.7 | 10.0 | 0.0 | 23.1 | 76.9 | 0.0 | 88.9 | 0.0 | 1.1 | 10.0 | 32.7 | 51.3 | 15.9 | 0.1 | 6.6 | 4.28 |
| 2010/05 | 5.5 | 2.49 | 7.2 | 23.3 | 0.0 | 30.4 | 69.6 | 0.0 | 77.7 | 0.0 | 4.9 | 17.4 | 57.4 | 41.7 | 0.9 | 0.0 | 5.5 | 2.49 |
| 2010/06 | 5.3 | 2.92 | 7.1 | 12.3 | 0.0 | 54.4 | 45.6 | 0.0 | 41.5 | 0.0 | 26.4 | 32.0 | 61.5 | 37.3 | 1.1 | 0.0 | 5.3 | 2.92 |
| 2010/07 | 5.1 | 1.83 | 4.5 | 275.0 | 0.1 | 60.5 | 39.4 | 0.0 | 9.2 | 0.0 | 34.5 | 56.3 | 73.6 | 20.9 | 3.6 | 1.9 | 5.1 | 1.83 |
| 2010/08 | 5.7 | 2.99 | 7.7 | 21.3 | 2.3 | 61.7 | 36.0 | 0.0 | 48.1 | 0.5 | 8.4 | 43.0 | 50.1 | 44.9 | 4.9 | 0.1 | 5.7 | 2.99 |
| 2010/09 | 6.5 | 5.09 | 9.4 | 8.5 | 2.7 | 43.9 | 53.2 | 0.3 | 50.8 | 0.0 | 8.2 | 41.0 | 35.4 | 50.9 | 13.4 | 0.3 | 6.5 | 5.09 |
| 2010/10 | 7.6 | 6.25 | 9.2 | 10.5 | 0.0 | 3.8 | 95.3 | 0.9 | 92.7 | 0.0 | 0.0 | 7.3 | 11.2 | 51.7 | 33.7 | 3.4 | 7.6 | 6.25 |
| 2010/11 | 7.3 | 4.34 | 9.3 | 7.6 | 0.0 | 2.9 | 97.1 | 0.0 | 94.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 5.6 | 75.6 | 18.8 | 0.0 | 7.3 | 4.34 |
| 2010/12 | 6.7 | 8.44 | 11.1 | 5.4 | 9.3 | 11.7 | 77.5 | 1.5 | 89.5 | 0.5 | 0.8 | 9.2 | 22.7 | 62.3 | 13.9 | 1.1 | 6.7 | 8.44 |

資料來源：港灣技術研究中心

# (五) 臺中港潮位資料統計表

## 附表5-1　臺中港1999年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 1999/01 | 269 | 464 | 75 | — | — | 2 | 11 月 15 日 | 23:06 | 510 | 3 | 11 月 16 日 | 05:30 | -26 | 389 | — | 536 |
| 1999/02 | 262 | 451 | 71 | — | — | 1 | 12 月 16 日 | 23:36 | 514 | 2 | 12 月 17 日 | 06:18 | -13 | 380 | — | 527 |
| 1999/03 | 278 | 476 | 81 | — | — | 20 | 2 月 3 日 | 00:24 | 557 | 1 | 1 月 14 日 | 04:24 | 8 | 395 | — | 549 |
| 1999/04 | 282 | 474 | 88 | — | — | 16 | 3 月 1 日 | 23:18 | 543 | 19 | 3 月 4 日 | 19:18 | 10 | 386 | — | 533 |
| 1999/05 | 281 | 468 | 92 | — | — | 17 | 4 月 3 日 | 00:18 | 528 | 17 | 4 月 3 日 | 18:18 | -6 | 376 | — | 534 |
| 1999/06 | 285 | 474 | 95 | — | — | 13 | 4 月 30 日 | 23:00 | 530 | 14 | 5 月 1 日 | 17:30 | -15 | 379 | — | 545 |
| 1999/07 | 293 | 482 | 99 | — | — | 14 | 6 月 2 日 | 11:36 | 539 | 14 | 6 月 2 日 | 18:12 | 4 | 383 | — | 535 |
| 1999/08 | 293 | 487 | 95 | — | — | 12 | 7 月 2 日 | 11:30 | 531 | 12 | 7 月 2 日 | 17:48 | 9 | 392 | — | 522 |
| 1999/09 | 295 | 491 | 97 | — | — | 27 | 8 月 18 日 | 12:06 | 552 | 9 | 7 月 30 日 | 17:00 | 33 | 394 | — | 519 |
| 1999/10 | 298 | 483 | 115 | — | — | 10 | 9 月 2 日 | 11:36 | 539 | 11 | 9 月 3 日 | 06:00 | 46 | 368 | — | 493 |
| 1999/11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1999/12 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

潮高單位：公分；基準面：+707.7cm 水準點標高(基隆MSL)+621.8cm。資料來源：中央氣象局。

## 附表5-2　臺中港2002年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2002/01 | 280 | 471 | 88 | 499 | 16 | 31 | 12 月 19 日 | 00:12 | 524 | 30 | 12 月 18 日 | 05:48 | -25 | 383 | 483 | 549 |
| 2002/02 | 282 | 468 | 95 | 473 | 70 | 28 | 1 月 17 日 | 23:54 | 548 | 28 | 1 月 17 日 | 05:42 | -2 | 373 | 402 | 550 |
| 2002/03 | 285 | 474 | 93 | 479 | 77 | 29 | 2 月 16 日 | 23:30 | 550 | 1 | 1 月 18 日 | 06:12 | 4 | 381 | 402 | 546 |
| 2002/04 | 292 | 477 | 104 | 482 | 86 | 27 | 3 月 15 日 | 23:30 | 548 | 28 | 3 月 16 日 | 18:00 | 12 | 373 | 396 | 536 |
| 2002/05 | 301 | 482 | 116 | 487 | 90 | 26 | 4 月 15 日 | 23:24 | 530 | 27 | 4 月 16 日 | 17:42 | 32 | 366 | 397 | 498 |
| 2002/06 | 301 | 480 | 118 | 486 | 87 | 26 | 5 月 16 日 | 00:06 | 527 | 24 | 5 月 14 日 | 16:54 | 34 | 362 | 398 | 493 |
| 2002/07 | 312 | 497 | 123 | 504 | 93 | 9 | 5 月 29 日 | 22:42 | 535 | 11 | 6 月 2 日 | 17:42 | 26 | 374 | 410 | 509 |
| 2002/08 | 312 | 498 | 123 | 504 | 94 | 11 | 7 月 3 日 | 12:42 | 557 | 10 | 7 月 2 日 | 18:18 | 15 | 375 | 410 | 542 |
| 2002/09 | 308 | 499 | 115 | 507 | 87 | 7 | 8 月 1 日 | 10:48 | 588 | 7 | 8 月 1 日 | 17:12 | 9 | 384 | 420 | 579 |
| 2002/10 | 301 | 490 | 110 | 498 | 83 | 7 | 9 月 2 日 | 11:24 | 560 | 9 | 9 月 4 日 | 06:30 | 16 | 380 | 415 | 544 |
| 2002/11 | 294 | 487 | 103 | 494 | 73 | 5 | 10 月 1 日 | 11:12 | 552 | 5 | 10 月 1 日 | 04:54 | 10 | 384 | 421 | 542 |
| 2002/12 | 292 | 485 | 102 | 492 | 71 | 4 | 11 月 1 日 | 22:54 | 533 | 5 | 11 月 2 日 | 05:18 | 9 | 383 | 421 | 524 |

潮高單位：公分；基準面：+618.75cm 水準點標高(基隆MSL)+351.25cm。資料來源：中央氣象局。

## 附表5-3　臺中港2003年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2003/01 | 282 | 473 | 91 | 502 | 18 | 21 | 12 月 19 日 | 00:36 | 521 | 3 | 12 月 1 日 | 05:00 | -7 | 382 | 484 | 528 |
| 2003/02 | 290 | 478 | 101 | 509 | 34 | 19 | 12 月 17 日 | 00:24 | 540 | 18 | 12 月 16 日 | 05:48 | 5 | 377 | 475 | 535 |
| 2003/03 | 289 | 480 | 98 | 522 | 46 | 20 | 2 月 18 日 | 00:00 | 555 | 19 | 2 月 17 日 | 05:24 | 12 | 382 | 476 | 543 |
| 2003/04 | 294 | 478 | 106 | 518 | 51 | 19 | 3 月 18 日 | 00:42 | 538 | 18 | 3 月 17 日 | 18:42 | 4 | 372 | 467 | 534 |
| 2003/05 | 296 | 478 | 112 | 511 | 50 | 16 | 4 月 16 日 | 23:30 | 549 | 18 | 4 月 18 日 | 19:00 | 15 | 366 | 461 | 534 |
| 2003/06 | 299 | 477 | 118 | 504 | 45 | 14 | 5 月 15 日 | 10:24 | 532 | 15 | 5 月 16 日 | 17:24 | 16 | 359 | 459 | 516 |
| 2003/07 | 302 | 482 | 118 | 504 | 48 | 31 | 7 月 3 日 | 12:36 | 523 | 14 | 6 月 15 日 | 17:54 | 25 | 364 | 456 | 498 |
| 2003/08 | 316 | 504 | 122 | 532 | 62 | 30 | 8 月 3 日 | 00:48 | 548 | 12 | 7 月 15 日 | 17:48 | 38 | 382 | 470 | 510 |
| 2003/09 | 316 | 512 | 118 | 550 | 65 | 27 | 9 月 2 日 | 11:30 | 573 | 27 | 9 月 2 日 | 17:42 | 50 | 394 | 485 | 523 |
| 2003/10 | 309 | 501 | 116 | 541 | 60 | 26 | 10 月 2 日 | 11:06 | 566 | 28 | 10 月 4 日 | 06:30 | 11 | 385 | 481 | 555 |
| 2003/11 | 300 | 490 | 112 | 524 | 47 | 24 | 10 月 24 日 | 11:00 | 565 | 25 | 10 月 25 日 | 05:18 | -12 | 378 | 477 | 577 |
| 2003/12 | 291 | 480 | 101 | 510 | 30 | 26 | 12 月 4 日 | 00:18 | 536 | 24 | 12 月 2 日 | 05:24 | -13 | 379 | 480 | 549 |

潮高單位：公分；基準面：+619.37cm 水準點標高(基隆MSL)+351.25cm。資料來源：中央氣象局。



## 附表5-4　臺中港2004年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2004/01 | 285 | 469 | 100 | 496 | 28 | 22 | 1 月 1 日 | 23:24 | 518 | 23 | 1 月 2 日 | 06:12 | -10 | 369 | 468 | 528 |
| 2004/02 | 286 | 469 | 103 | 500 | 37 | 23 | 2 月 4 日 | 00:24 | 527 | 21 | 2 月 2 日 | 05:42 | 11 | 366 | 463 | 516 |
| 2004/03 | 295 | 477 | 110 | 519 | 49 | 21 | 2 月 1 日 | 23:48 | 534 | 8 | 2 月 18 日 | 05:54 | 27 | 367 | 470 | 507 |
| 2004/04 | 299 | 481 | 114 | 519 | 64 | 8 | 2 月 19 日 | 00:36 | 557 | 9 | 2 月 20 日 | 19:54 | 23 | 367 | 455 | 534 |
| 2004/05 | 307 | 487 | 123 | 515 | 63 | 5 | 3 月 17 日 | 23:42 | 539 | 6 | 3 月 18 日 | 17:54 | 6 | 364 | 452 | 533 |
| 2004/06 | 313 | 495 | 128 | 515 | 62 | 5 | 4 月 18 日 | 00:12 | 547 | 4 | 4 月 17 日 | 17:54 | 18 | 367 | 453 | 529 |
| 2004/07 | 318 | 503 | 129 | 531 | 55 | 2 | 5 月 15 日 | 10:06 | 568 | 3 | 5 月 16 日 | 18:00 | 15 | 374 | 476 | 553 |
| 2004/08 | 324 | 512 | 134 | 543 | 67 | 30 | 7 月 15 日 | 10:54 | 580 | 30 | 7 月 15 日 | 17:18 | 34 | 378 | 476 | 546 |
| 2004/09 | 317 | 505 | 128 | 543 | 77 | 1 | 7 月 17 日 | 12:06 | 562 | 27 | 8 月 14 日 | 16:12 | 59 | 377 | 466 | 503 |
| 2004/10 | 313 | 507 | 122 | 543 | 68 | 16 | 9 月 3 日 | 12:12 | 563 | 16 | 9 月 3 日 | 05:42 | 45 | 385 | 475 | 518 |
| 2004/11 | 304 | 489 | 120 | 517 | 53 | 13 | 10 月 2 日 | 11:12 | 551 | 14 | 10 月 3 日 | 05:30 | 19 | 369 | 464 | 532 |
| 2004/12 | 297 | 481 | 115 | 507 | 39 | 15 | 11 月 4 日 | 00:30 | 534 | 13 | 11 月 2 日 | 05:06 | -5 | 366 | 468 | 539 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：–268.12cm。資料來源：中央氣象局。

## 附表5-5　臺中港2005年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2005/01 | -2 | 181 | -185 | 211 | -255 | 14 日 | 12 月 5 日 | 01:18 | 240 | 12 日 | 12 月 3 日 | 06:06 | -305 | 366 | 466 | 545 |
| 2005/02 | -1 | 186 | -187 | 224 | -254 | 9 日 | 1 月 1 日 | 23:30 | 252 | 9 日 | 1 月 1 日 | 05:06 | -295 | 373 | 479 | 547 |
| 2005/03 | -6 | 183 | -195 | 227 | -246 | 11 日 | 2 月 2 日 | 23:36 | 265 | 10 日 | 2 月 1 日 | 05:00 | -280 | 378 | 473 | 545 |
| 2005/04 | 10 | 189 | -173 | 234 | -230 | 8 日 | 2 月 30 日 | 23:06 | 252 | 26 日 | 3 月 18 日 | 18:24 | -254 | 362 | 464 | 506 |
| 2005/05 | 20 | 195 | -161 | 228 | -230 | 25 日 | 4 月 18 日 | 11:42 | 241 | 26 日 | 4 月 19 日 | 18:48 | -265 | 356 | 458 | 506 |
| 2005/06 | 24 | 199 | -159 | 219 | -231 | 24 日 | 5 月 18 日 | 12:24 | 238 | 23 日 | 5 月 17 日 | 18:00 | -271 | 358 | 449 | 509 |
| 2005/07 | 24 | 203 | -158 | 232 | -237 | 23 日 | 6 月 18 日 | 12:06 | 267 | 22 日 | 6 月 17 日 | 17:36 | -289 | 361 | 469 | 556 |
| 2005/08 | 29 | 214 | -159 | 251 | -232 | 21 日 | 7 月 17 日 | 12:00 | 291 | 20 日 | 7 月 16 日 | 17:42 | -290 | 373 | 483 | 581 |
| 2005/09 | 31 | 218 | -158 | 259 | -219 | 19 日 | 8 月 16 日 | 11:36 | 282 | 18 日 | 8 月 15 日 | 17:12 | -255 | 376 | 478 | 537 |
| 2005/10 | 18 | 207 | -170 | 250 | -221 | 18 日 | 9 月 16 日 | 11:24 | 274 | 18 日 | 9 月 16 日 | 05:12 | -246 | 377 | 471 | 520 |
| 2005/11 | 16 | 200 | -170 | 232 | -235 | 14 日 | 10 月 13 日 | 21:54 | 250 | 4 日 | 10 月 3 日 | 05:54 | -255 | 370 | 467 | 505 |
| 2005/12 | -3 | 185 | -185 | 213 | -256 | 2 日 | 11 月 2 日 | 11:30 | 250 | 4 日 | 11 月 4 日 | 06:30 | -278 | 370 | 469 | 528 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。



## 附表5-6　臺中港2006年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2006/01 | 3 | 193 | -188 | 229 | -266 | 30 日 | 1 月 2 日 | 23:48 | 264 | 2 日 | 12 月 3 日 | 06:18 | -297 | 381 | 495 | 561 |
| 2006/02 | 6 | 189 | -180 | 223 | -243 | 2 日 | 1 月 5 日 | 01:18 | 256 | 1 日 | 1 月 4 日 | 06:36 | -287 | 370 | 466 | 543 |
| 2006/03 | 4 | 198 | -191 | 238 | -246 | 2 日 | 2 月 3 日 | 00:18 | 269 | 1 日 | 2 月 2 日 | 06:00 | -297 | 389 | 484 | 566 |
| 2006/04 | 18 | 199 | -169 | 238 | -225 | 27 日 | 3 月 30 日 | 22:48 | 264 | 29 日 | 4 月 2 日 | 18:00 | -260 | 368 | 463 | 524 |
| 2006/05 | 20 | 206 | -166 | 228 | -235 | 26 日 | 4 月 29 日 | 22:48 | 247 | 28 日 | 5 月 2 日 | 17:54 | -265 | 372 | 462 | 513 |
| 2006/06 | 27 | 210 | -160 | 230 | -229 | 11 日 | 5 月 16 日 | 23:18 | 244 | 13 日 | 5 月 18 日 | 18:12 | -257 | 371 | 459 | 501 |
| 2006/07 | 31 | 217 | -159 | 252 | -232 | 14 日 | 6 月 19 日 | 01:24 | 298 | 12 日 | 6 月 17 日 | 18:00 | -257 | 377 | 484 | 555 |
| 2006/08 | 32 | 218 | -156 | 251 | -221 | 11 日 | 7 月 18 日 | 12:06 | 289 | 10 日 | 7 月 17 日 | 17:36 | -267 | 374 | 472 | 556 |
| 2006/09 | 27 | 213 | -158 | 276 | -221 | 10 日 | 7 月 18 日 | 12:36 | 297 | 8 日 | 7 月 16 日 | 17:24 | -251 | 371 | 497 | 548 |
| 2006/10 | 12 | 196 | -173 | 242 | -230 | 7 日 | 8 月 16 日 | 10:42 | 284 | 9 日 | 8 月 18 日 | 06:06 | -269 | 369 | 471 | 552 |
| 2006/11 | 6 | 192 | -177 | 228 | -251 | 6 日 | 9 月 16 日 | 11:18 | 258 | 8 日 | 9 月 18 日 | 06:24 | -290 | 369 | 478 | 548 |
| 2006/12 | -4 | 183 | -192 | 210 | -266 | 5 日 | 10 月 15 日 | 11:12 | 225 | 6 日 | 10 月 16 日 | 05:36 | -292 | 374 | 476 | 517 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。

## 附表5-7　臺中港2007年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2007/01 | -16 | 168 | -201 | 203 | -272 | 20 日 | 12 月 2 日 | 23:54 | 227 | 20 日 | 12 月 2 日 | 05:36 | -290 | 369 | 475 | 517 |
| 2007/02 | -11 | 171 | -195 | 210 | -268 | 20 日 | 1 月 3 日 | 00:12 | 251 | 19 日 | 1 月 2 日 | 06:00 | -284 | 367 | 478 | 535 |
| 2007/03 | 1 | 185 | -188 | 228 | -247 | 19 日 | 2 月 1 日 | 23:24 | 265 | 21 日 | 2 月 3 日 | 18:42 | -278 | 373 | 475 | 543 |
| 2007/04 | -1 | 184 | -189 | 225 | -242 | 17 日 | 3 月 1 日 | 23:18 | 274 | 19 日 | 3 月 3 日 | 18:12 | -300 | 373 | 467 | 575 |
| 2007/05 | 5 | 182 | -173 | 206 | -242 | 19 日 | 4 月 3 日 | 00:48 | 231 | 17 日 | 4 月 1 日 | 17:24 | -277 | 356 | 448 | 508 |
| 2007/06 | 12 | 183 | -166 | 202 | -236 | 15 日 | 5 月 1 日 | 23:48 | 227 | 15 日 | 5 月 1 日 | 17:12 | -270 | 349 | 438 | 496 |
| 2007/07 | 14 | 192 | -171 | 215 | -241 | 14 日 | 6 月 1 日 | 23:24 | 240 | 15 日 | 6 月 2 日 | 17:54 | -271 | 363 | 456 | 511 |
| 2007/08 | 24 | 212 | -169 | 241 | -230 | 30 日 | 7 月 18 日 | 12:06 | 263 | 29 日 | 7 月 17 日 | 17:48 | -253 | 381 | 471 | 516 |
| 2007/09 | 21 | 209 | -170 | 246 | -224 | 29 日 | 8 月 19 日 | 12:30 | 273 | 30 日 | 8 月 20 日 | 06:48 | -259 | 379 | 470 | 532 |
| 2007/10 | 9 | 200 | -183 | 238 | -242 | 27 日 | 9 月 17 日 | 11:18 | 274 | 28 日 | 9 月 18 日 | 05:48 | -285 | 383 | 480 | 559 |
| 2007/11 | 1 | 190 | -183 | 228 | -241 | 25 日 | 10 月 16 日 | 11:12 | 261 | 26 日 | 10 月 17 日 | 05:36 | -298 | 374 | 468 | 559 |
| 2007/12 | -1 | 190 | -196 | 233 | -266 | 27 日 | 11 月 18 日 | 00:30 | 238 | 26 日 | 11 月 17 日 | 06:12 | -302 | 386 | 498 | 540 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。



## 附表5-8　臺中港2008年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2008/01 | -6 | 182 | -196 | 213 | -268 | 12 日 | 12 月 5 日 | 13:42 | 237 | 23 日 | 12 月 16 日 | 05:24 | -299 | 378 | 480 | 536 |
| 2008/02 | -14 | 173 | -201 | 216 | -257 | 23 日 | 1 月 17 日 | 12:42 | 240 | 21 日 | 1 月 15 日 | 05:00 | -286 | 375 | 473 | 526 |
| 2008/03 | -3 | 180 | -192 | 226 | -245 | 10 日 | 2 月 3 日 | 00:18 | 248 | 9 日 | 2 月 2 日 | 06:00 | -275 | 371 | 471 | 522 |
| 2008/04 | 8 | 190 | -182 | 229 | -239 | 8 日 | 3 月 3 日 | 00:06 | 255 | 9 日 | 3 月 4 日 | 19:12 | -276 | 372 | 468 | 531 |
| 2008/05 | 18 | 200 | -170 | 226 | -228 | 7 日 | 4 月 3 日 | 00:00 | 253 | 6 日 | 4 月 2 日 | 17:24 | -292 | 370 | 454 | 545 |
| 2008/06 | 18 | 203 | -172 | 219 | -225 | 5 日 | 5 月 2 日 | 11:36 | 252 | 4 日 | 5 月 1 日 | 17:24 | -283 | 374 | 444 | 535 |
| 2008/07 | 19 | 194 | -168 | 165 | -212 | 5 日 | 6 月 3 日 | 12:30 | 245 | 4 日 | 6 月 2 日 | 18:06 | -287 | 362 | 377 | 532 |
| 2008/08 | 20 | 213 | -174 | 240 | -238 | 31 日 | 8 月 1 日 | 11:06 | 265 | 1 日 | 7 月 1 日 | 17:00 | -279 | 387 | 478 | 544 |
| 2008/09 | 21 | 212 | -172 | 257 | -221 | 1 日 | 8 月 2 日 | 12:00 | 276 | 19 日 | 8 月 20 日 | 07:12 | -242 | 384 | 477 | 517 |
| 2008/10 | 10 | 204 | -184 | 236 | -236 | 17 日 | 9 月 19 日 | 12:18 | 266 | 18 日 | 9 月 20 日 | 06:42 | -269 | 388 | 471 | 535 |
| 2008/11 | 5 | 191 | -182 | 249 | -259 | 14 日 | 10 月 17 日 | 11:18 | 270 | 15 日 | 10 月 18 日 | 05:48 | -299 | 373 | 508 | 568 |
| 2008/12 | -5 | 177 | -186 | — | — | 17 日 | 11 月 20 日 | 14:30 | 216 | 31 日 | 12 月 5 日 | 07:12 | -254 | 362 | — | 470 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。

## 附表5-9　臺中港2009年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2009/01 | -10 | 179 | -199 | 205 | -250 | 12 日 | 12 月 17 日 | 11:54 | 249 | 13 日 | 12 月 18 日 | 06:24 | -319 | 379 | 455 | 568 |
| 2009/02 | -5 | 184 | -194 | 229 | -256 | 10 日 | 1 月 16 日 | 23:48 | 254 | 11 日 | 1 月 17 日 | 06:12 | -295 | 378 | 486 | 549 |
| 2009/03 | -6 | 181 | -195 | 223 | -256 | 10 日 | 2 月 14 日 | 22:42 | 242 | 11 日 | 2 月 15 日 | 05:00 | -276 | 377 | 478 | 518 |
| 2009/04 | 0 | 189 | -188 | 220 | -253 | 9 日 | 3 月 14 日 | 23:12 | 238 | 27 日 | 4 月 3 日 | 18:36 | -286 | 377 | 473 | 523 |
| 2009/05 | 9 | 191 | -176 | 218 | -245 | 26 日 | 5 月 3 日 | 12:0 | 242 | 27 日 | 5 月 4 日 | 19:12 | -277 | 367 | 463 | 519 |
| 2009/06 | 18 | 201 | -172 | 227 | -244 | 25 日 | 5 月 3 日 | 12:30 | 266 | 24 日 | 5 月 2 日 | 18:18 | -298 | 373 | 471 | 564 |
| 2009/07 | 19 | 204 | -176 | 229 | -250 | 25 日 | 6 月 4 日 | 13:12 | 264 | 23 日 | 6 月 2 日 | 18:06 | -303 | 380 | 479 | 567 |
| 2009/08 | 31 | 218 | -145 | 259 | -202 | 21 日 | 7 月 2 日 | 12:0 | 277 | 20 日 | 7 月 1 日 | 17:30 | -248 | 363 | 461 | 525 |
| 2009/09 | 37 | 230 | -152 | 261 | -200 | 19 日 | 8 月 1 日 | 11:0 | 300 | 17 日 | 7 月 29 日 | 15:54 | -232 | 382 | 461 | 532 |
| 2009/10 | 26 | 219 | -170 | 254 | -214 | 18 日 | 9 月 1 日 | 10:54 | 277 | 19 日 | 9 月 2 日 | 05:24 | -254 | 389 | 468 | 531 |
| 2009/11 | 18 | 209 | -175 | 236 | -226 | 5 日 | 9 月 19 日 | 12:36 | 265 | 5 日 | 9 月 19 日 | 06:06 | -265 | 384 | 462 | 530 |
| 2009/12 | 9 | 203 | -186 | 225 | -252 | 5 日 | 10 月 19 日 | 0:12 | 253 | 5 日 | 10 月 19 日 | 06:30 | -289 | 389 | 477 | 541 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。



## 附表5-10　臺中港2010年潮位資料統計表

| 年/月 | 平均潮位 MWL | 平均高潮位 MHWL | 平均低潮位 MLWL | 大潮平均高潮位 HWOST | 大潮平均低潮位 LWOST | 最高高潮位 HHWL | | | | 最低低潮位 LLWL | | | | 平均潮差 MR | 大潮平均潮差 STR | 最大潮差 MTR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | 發生日 | 農曆日期 | 時間 | 潮高 | | | |
| 2010/01 | 0 | 194 | -193 | 224 | -266 | 31 日 | 12 月 17 日 | 23:48 | 268 | 2 日 | 11 月 18 日 | 5:48 | -307 | 387 | 490 | 575 |
| 2010/02 | 8 | 197 | -184 | 235 | -244 | 2 日 | 12 月 19 日 | 0:42 | 273 | 1 日 | 12 月 18 日 | 6:18 | -292 | 381 | 479 | 565 |
| 2010/03 | 17 | 205 | -180 | 243 | -224 | 1 日 | 1 月 16 日 | 23:36 | 289 | 1 日 | 1 月 16 日 | 05:00 | -274 | 386 | 468 | 563 |
| 2010/04 | 11 | 196 | -179 | 234 | -240 | 2 日 | 2 月 18 日 | 01:06 | 257 | 30 日 | 3 月 17 日 | 18:12 | -256 | 375 | 474 | 513 |
| 2010/05 | 18 | 199 | -163 | 226 | -223 | 28 日 | 4 月 15 日 | 23:48 | 240 | 15 日 | 4 月 2 日 | 17:48 | -246 | 362 | 449 | 486 |
| 2010/06 | 20 | 199 | -163 | 219 | -225 | 14 日 | 5 月 3 日 | 12:06 | 236 | 15 日 | 5 月 4 日 | 19:24 | -254 | 362 | 444 | 490 |
| 2010/07 | 28 | 211 | -158 | 239 | -220 | 15 日 | 6 月 4 日 | 13:30 | 271 | 13 日 | 6 月 2 日 | 18:18 | -261 | 369 | 458 | 531 |
| 2010/08 | 35 | 216 | -154 | 258 | -208 | 11 日 | 7 月 2 日 | 11:42 | 283 | 11 日 | 7 月 2 日 | 18:12 | -265 | 370 | 466 | 547 |
| 2010/09 | 36 | 218 | -153 | 259 | -201 | 9 日 | 8 月 2 日 | 11:18 | 305 | 7 日 | 7 月 29 日 | 16:18 | -230 | 371 | 460 | 535 |
| 2010/10 | 25 | 211 | -157 | 257 | -205 | 8 日 | 9 月 1 日 | 11:06 | 285 | 9 日 | 9 月 2 日 | 5:42 | -249 | 368 | 462 | 534 |
| 2010/11 | 17 | 215 | -180 | 248 | -239 | 6 日 | 10 月 1 日 | 10:54 | 286 | 8 日 | 10 月 3 日 | 06:00 | -279 | 395 | 487 | 565 |
| 2010/12 | 13 | 199 | -183 | 235 | -255 | 24 日 | 11 月 19 日 | 13:12 | 268 | 8 日 | 11 月 3 日 | 6:24 | -279 | 382 | 490 | 547 |

潮高單位：公分；基準面相對KP：0cm。資料來源：中央氣象局。

# 附錄二　檢驗室之品保/品管及檢驗室內一般品管原則說明

## 一、本計畫方法依據與方法偵測極限

### 附表 1　本計畫檢測項目品質目標

| 項次 | 檢驗項目 | 檢驗方法 | 參考方法編號 | 方法偵測極限 | 精密性 (重複分析) | 回收率 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 查核樣品 | 添加標準品 |
| 1 | ◎[(1)]pH 值 | 電極法 | NIEA[(2)] W424.52A | — | ±0.1 | — | — |
| 2 | ◎溶氧量 | 電極法 | NIEA W455.51C | — | ≤10% | — | — |
| 3 | 鹽度 | 導電度法 | NIEA W447.20C*[(3)] | — | ≤5% | — | — |
| 4 | ◎導電度 | 導電度計法 | NIEA W203.51B | — | ≤3% | — | — |
| 5 | ◎水溫 | 溫度計法 | NIEA W217.51A | — | ≤3% | — | — |
| 6 | 透明度 | 水中透明度檢測方法 | NIEA E220.50C | — | — | — | — |
| 7 | ◎生化需氧量 | 水中生化需氧量檢測方法 | NIEA W510.54B | 2.0#[(4)] mg/L | ≤15% | 168~228 mg/L [(5)] | — |
| 8 | ◎大腸桿菌群 | 濾膜法 | NIEA E202.54B | 10CFU/100mL# | ≤ 0.2 | — | — |
| 9 | ◎懸浮固體 | 103~105℃乾燥法 | NIEA W210.57A | 2.5#mg/L | ≤20% ≤10%[(6)] | — | — |
| 10 | ◎氨氮 | 靛酚法 | NIEA W448.51B | 0.02 mg/L | ≤15% | 85~115% | 85~115% |
| 11 | ◎總磷 | 分光光度計/維生素丙法 | NIEA W427.53B | 0.005 mg/L | ≤15% | 80~120% | 80~120% |
| 12 | 葉綠素 a | 丙酮萃取法/分光光度計分析法 | NIEA E507.02B | — | ≤20% | — | — |
| 13 | 海水重金屬 (萃取法)(銅、鉛、鋅) | APDC 螯合 MIBK 萃取原子吸收光譜法 | NIEA W309.22A | 銅 0.0010 mg/L 鉛 0.0020 mg/L 鋅 0.0016 mg/L | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 14 | 海水重金屬 (樹脂法) (銅、鉛、鋅) | 鉗合離子交換樹脂濃縮/原子吸收光譜法 | NIEA W308.22B NIEA W306.52A | 銅 0.0003 mg/L 鉛 0.0006 mg/L 鋅 0.0008 mg/L | ≤20% | 80~120% | 80~120% |
| 15 | 鉻 | 石墨爐式原子吸收光譜法 | NIEA W303.51A | 0.0004 mg/L | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 16 | 汞 | 冷蒸氣原子吸收光譜法 | NIEA W330.52A | 0.0001 mg/L | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 17 | ◎砷 | 自動化連續式原子吸收光譜法 | NIEA W434.53B | 0.0003 mg/L | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 18 | 底泥粒徑 | 篩分析法 | ASTM[(7)] D422 | — | — | — | — |
| 19 | 底泥重金屬 (銅、鉛、鋅、鉻) | 微波消化原子吸收光譜法 | NIEA R355.00C* | 銅 2.03 mg/kg 鉛 10.5 mg/kg 鋅 4.72 mg/kg 鉻 3.34 mg/kg | ≤20% | 75~125% | 75~125% |
| 20 | 底泥砷 | 砷化氫原子吸收光譜法 | NIEA S310.63C | 0.192 mg/kg | ≤20% | 70~130% | 75~125% |
| 21 | 底泥汞 | 冷蒸氣原子吸收光譜法 | NIEA M317.02C | 0.020 mg/kg | ≤20% | 80~120% | 75~125% |
| 22 | 總有機物[Δ(8)] | 焚化灰渣之灼燒減量檢測方法 | NIEA R216.02C | — | ≤10% | — | — |
| 23 | 底泥鋁[Δ] | 微波消化原子吸收光譜法 | NIEA R355.00C | 0.1 mg/kg | ≤10% | — | — |

註: 1.◎代表本檢驗室經環境保護署審查合格之許可項目及方法。
2.代表該檢測方法係環保署公告的方法。
3."*"代表該檢測方法係參考環保署公告的方法。
4."#"表定量極限。
5.BOD 的品質目標以濃度表示為 168~228mg/L。
6.當樣品濃度<25mg/L 時，管制值≤20%。當樣品濃度≥25mg/L 時，管制值≤10%。
7. Annual Book of ASTM Standards(American Society for Testing Materials), Vol.04.08 1993.
8. "Δ"表示該檢項委託合格之廠商或學術單位分析。
9.表中各檢項方法偵測極限值原則上每年更新一次。
10.若本所因不可抗拒力(如天災、儀器故障)而未能執行檢測分析，本所將通知業主，並於樣品有效期限內轉委託經環保署認證之檢測單位或學術單位執行檢測，或其他業主同意的方式處理之。轉委託後之分析品質亦須符合上表中品質目標的規定。

# 附表 2　本計畫檢測項目之品管頻率及檢量線管制範圍

| 項次 | 項　目 | 檢量線 | 方法偵測極限 | 空白樣品 | 查核樣品 | 重複樣品 | 添加樣品 | 運送空白 | 現場空白 | 設備空白 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pH 值 | 儀器校正 | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 2 | 溶氧量(電極法) | 儀器校正 | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 3 | 鹽度 | 儀器校正 | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 4 | 導電度 | 儀器校正 | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 5 | 水溫 | 儀器校正 | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 6 | 透明度 | × | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 7 | 生化需氧量 | × | × | O | O | O | × | × | × | × |
| 8 | 大腸桿菌群 | × | × | O | × | O | × | O | × | × |
| 9 | 懸浮固體 | × | × | O | × | O | × | × | × | × |
| 10 | 氨氮 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 11 | 總磷 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 12 | 葉綠素 a | × | × | O | × | O | × | × | × | × |
| 13 | 重金屬(萃取法)<br>(銅、鉛、鋅) | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 14 | 重金屬(樹脂法)<br>(銅、鉛、鋅) | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 15 | 鉻<br>(石墨爐式原子吸收光譜法) | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 16 | 汞 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 17 | 砷 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 18 | 底泥粒徑分析 | × | × | × | × | × | × | × | × | × |
| 19 | 底泥重金屬<br>(銅、鉛、鋅、鉻) | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 20 | 底泥砷 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 21 | 底泥汞 | r≥0.995 | O | O | O | O | O | × | × | × |
| 22 | 總有機物 | × | × | × | × | O | × | × | × | × |
| 23 | 底泥鋁 | r≥0.995 | O | × | × | O | × | × | × | × |

註：O -- 執行　　×-- 不執行

# 附表 3　本計畫檢測項目品質管制範圍

| 項次 | 項　目 | 空白樣品 | 查核樣品 | 重複樣品 | 添加樣品 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | pH 值 | ×(1) | × | ±0.1 | × |
| 2 | 溶氧量 | × | × | ≤10% | × |
| 3 | 鹽度 | × | × | ≤5% | × |
| 4 | 導電度 | × | × | ≤3% | × |
| 5 | 水溫 | × | × | ≤3% | × |
| 6 | 透明度 | × | × | × | × |
| 7 | 生化需氧量 | ≤0.2mg/L | 168~228mg/L(2) | ≤15% | × |
| 8 | 大腸桿菌群 | 不得檢出 | × | ≤0.2 | × |
| 9 | 懸浮固體 | ≤1.0mg/L | × | <20%<br><10%(3) | × |
| 10 | 氨氮 | ≤2MDL | 85~115% | ≤15% | 85~115% |
| 11 | 總磷 | ≤2MDL | 80~120% | ≤15% | 80~120% |
| 12 | 葉綠素 a | × | × | ≤20% | × |
| 13 | 海水重金屬(萃取法) | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 75~125% |
| 14 | 海水重金屬(樹脂法) | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 80~120% |
| 15 | 鉻 | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 75~125% |
| 16 | 汞 | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 75~125% |
| 17 | 砷 | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 75~125% |
| 18 | 底泥粒徑 | × | × | × | × |
| 19 | 底泥重金屬 | ≤2MDL | 75~125% | ≤20% | 75~125% |
| 20 | 底泥砷 | ≤2MDL | 70~130% | ≤20% | 75~125% |
| 21 | 底泥汞 | ≤2MDL | 80~120% | ≤20% | 75~125% |
| 22 | 總有機物 | × | × | ≤10% | × |
| 23 | 底泥鋁 | ≤2MDL | × | ≤10% | × |

註：1. ×表示不執行。

2. BOD 的品質目標以濃度表示為 168~228mg/L。

3.當樣品濃度<25mg/L 時，管制值≤20%。當樣品濃度≥25mg/L 時，管制值≤10%。

## 附表 4　本計畫檢驗室主要儀器維護校正項目及頻率

| 儀器名稱 | 維護項目 | 維護頻率 | 校正項目 | 校正頻率 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| pH 計<br>WTW<br>pH 330i(德國)<br>Suntex<br>TS-100(台灣)<br>WTW<br>pH 315i(德國)<br>WTW<br>pH 3110(德國)<br>WTW<br>Cond 3210(德國) | 1.清潔機身<br>2.清洗電極<br>3.電極以 3N KCl 保存 | 2 次/月<br>使用時<br>使用後 | 1.以標準緩衝液 pH7 與 pH4 或 pH10 校正<br>2.溫度檢查<br>(同工作溫度計) | 使用前<br><br><br>1 次/季 | 使用人<br><br><br>儀器負責人 |
| 溶氧儀<br>WTW<br>OXI320(德國)<br>WTW<br>OXI330(德國)<br>WTW<br>OXI330i(德國) | 1.清潔機身<br>2.清潔電極，電極套筒內棉花潤濕<br>3.更換電極棒薄膜<br>4.充填電極 | 2 次/月<br>使用後<br><br>視情況<br>視情況 | 1.系統自我校正(0%與 100%)<br>2.斜率 0.6~1.25<br>3.零點校正<br>4.重複性測試<br>5.與滴定法比較<br>6.溫度檢查<br>(同工作溫度計) | 使用前<br><br>使用前<br>1 次/月<br>1 次/月<br>1 次/月<br>1 次/季 | 使用人<br><br>使用人<br>使用人<br>使用人<br>使用人<br>儀器負責人 |
| 導電度計<br>WTW<br>LF597(德國)<br>WTW<br>Cond 330i(德國)<br>WTW<br>Cond 3210(德國) | 清潔機身<br>清潔電極<br>電極乾燥保存 | 2 次/月<br>使用後<br>使用後 | 1.系統自我檢查<br>2.單點檢查<br>3.全刻度校正 | 使用前<br>使用前<br>1 次/年 | 使用人<br>使用人<br>儀器負責人 |
| 濁度計<br>HACH<br>2100P(美國) | 1.避免刮傷試瓶<br><br>2.清潔機身 | 使用時<br><br>使用後 | 1.系統檢查(與第二標準品檢查 5%以內)<br>2.第一標準品校正 | 使用前<br><br>1 次/季 | 使用人<br><br>儀器負責人 |

## 附表 4　本計畫檢驗室主要儀器維護校正項目及頻率(續 1)

| 儀器名稱 | 維護項目 | 維護頻率 | 校正項目 | 校正頻率 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| 原子吸收光譜儀<br>火焰式<br>Perkin Elmer<br>5100PC(德國)<br><br>Varian<br>FS220<br>(澳洲) | 1.清洗燃燒台、霧化室<br>2.清潔燈管室<br>3.更換廢液管路及廢液桶<br>4.清潔機身外殼<br>5.燃燒混合室清潔<br>6.霧化器細部清潔<br>7.點火安全系統檢查<br>8.霧化室及混合腔清洗潤滑 | 1 次/月<br>1 次/月<br>視情況<br>2 次/月<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>視情況 | 1.調整燃燒台與靈敏度檢查<br>2.光學系統<br>3.氣體燃燒控制系統<br>4.電子電路系統<br>5.電子電路信號測試<br>6.靜態系統測試<br>7.標準品及吸光片測試 | 使用前<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年 | 校正：廠商 |
| 石墨爐<br>Perkin Elmer<br>5100PC(德國) | 1.更換石墨管<br>2.更換洗滌瓶內去離子逆滲透水<br>3.擦拭自動注入器<br>4.更換冷卻循環水<br>5.更換空氣濾心 | 視情況<br>使用前<br>2 次/月<br>2 次/月<br>視情況 | 1.標準品及吸光片測試<br>2.溫度調整測試<br>3.能量校正<br>4.內部氣體流速測試<br>5.吸收能力測試<br>6.鉻信號測試 | 2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年<br>2 次/年 | 校正：廠商 |
| 氫化還原設備<br>Perkin Elmer<br>5100PC(德國) | 1.清洗 MHS-10 管路<br>2.酸洗 MHS-10 之 Teflon 墊片及 Tip | 2 次/月<br>2 次/月 | | | 維護：管理員 |
| 汞分析儀<br>Perkin Elmer<br>Fims 400 | 1.清潔酸鹼管路<br>2.更換酸鹼管路<br>3.清洗氣液分離器 | 使用前<br>視情況<br>視情況 | | | 維護：管理員 |
| 微波消化器<br>CEM<br>MDS-2000<br>(美國) | 1.清潔機身內外<br>2.更換注射筒內去離子逆滲透水<br>3.避免使用揮發性溶劑 | 2 次/月<br>使用時<br>使用時 | 1.功率 100%能源測試 | 1 次/年 | 儀器負責人 |

## 附表 4　本計畫檢驗室主要儀器維護校正項目及頻率(續 2)

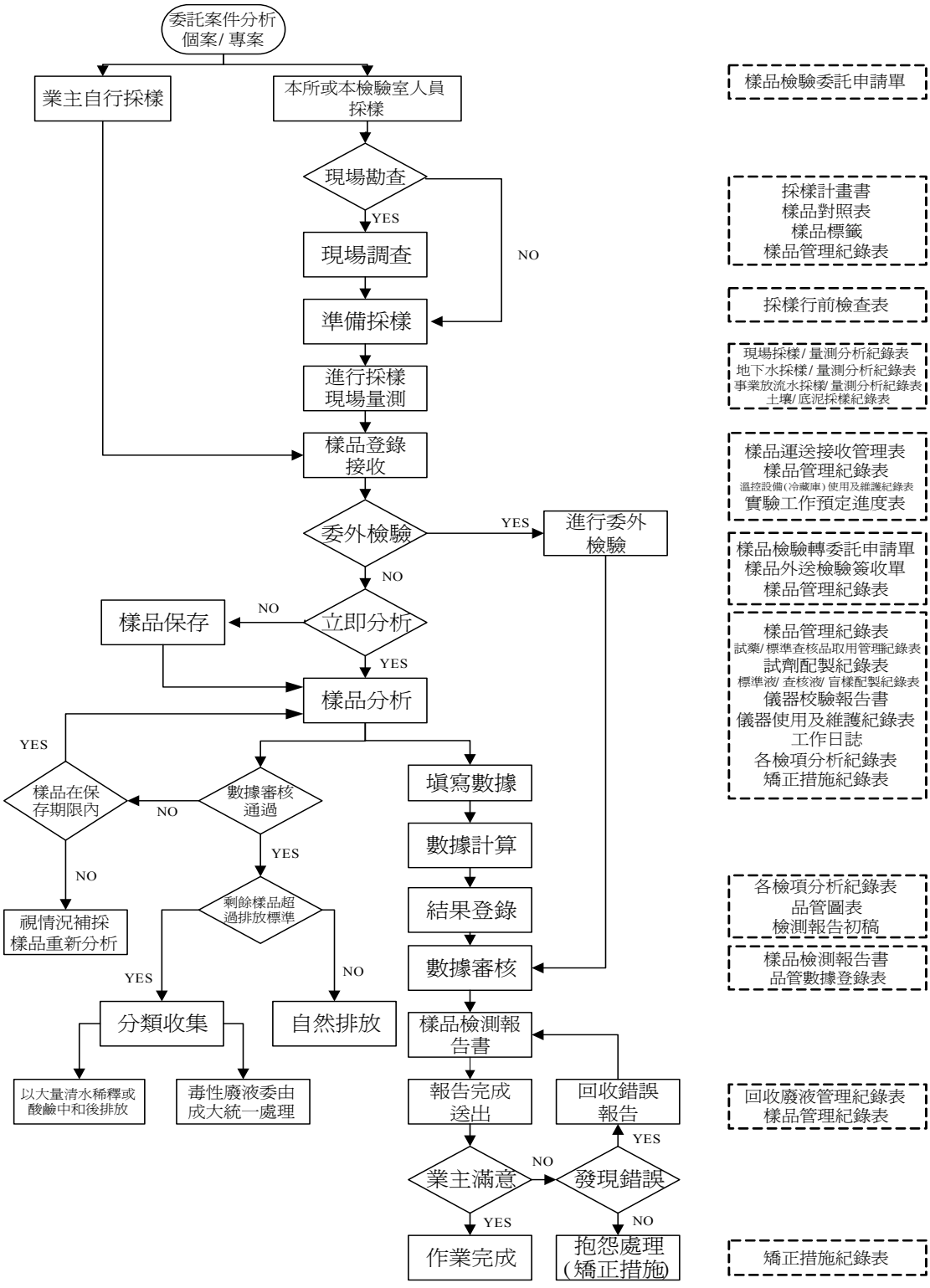
| 儀器名稱 | 維護項目 | 維護頻率 | 校正項目 | 校正頻率 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| 蒸餾濃縮裝置<br>Heidolph<br>vv2000 | 1.測定加熱溫度(以校正過的溫度計量測)<br>2.清潔機身<br>3.更換加熱鍋內去離子逆滲透水<br>4.清洗冷凝管 | 使用時<br>2 次/月<br>1 次/週<br>2 次/年 | | | 使用人<br>管理員 |
| 分光光度計<br>HITACHI<br>U-2000(日本)<br>(數量：1)<br>SHIMADZU<br>UV-1601(日本)<br>(數量：1)<br>SHIMADZU<br>UV-1700(日本)<br>(數量：1) | 1.清潔機身 | 2 次/月 | 1.儀器自我診斷，檢量線製備<br>2.吸光度校正<br>3.標準玻片波長校正(Holmium Filter)<br>4.迷光檢查<br>5.樣品吸光槽配對，儀器線性檢查 | 使用前<br>1 次/季<br>1 次/季<br>1 次/季<br>1 次/季 | 使用人<br>廠商<br>廠商<br>廠商<br>儀器負責人或管理員 |
| 電子天平<br>Mettler AB-204<br>(瑞士)<br>(數量：2)<br>A&D FY-1200<br>(日本)<br>(數量：1)<br>Mettler PB-3002(瑞士)<br>(數量：2)<br>Denver M220<br>(美國)<br>(數量：1)<br>Sartorius<br>BSA224S-CW<br>(德國)<br>(數量：1) | 1.清潔秤盤與機身內外<br>2.更換乾燥劑避免日照、震盪及接近磁性物質<br>3.防止氣流 | 視情況<br>視情況更換 | 1.零點檢查<br>2.刻度校正<br>3.重複性校正<br>4.重複性與線性量測 | 使用前<br>1 次/月<br>2 次/年<br>1 次/年 | 使用人<br>儀器負責人或管理員<br>儀器負責人或管理員<br>合格校正機構 |

## 附表 4　本計畫檢驗室主要儀器維護校正項目及頻率(續 3)

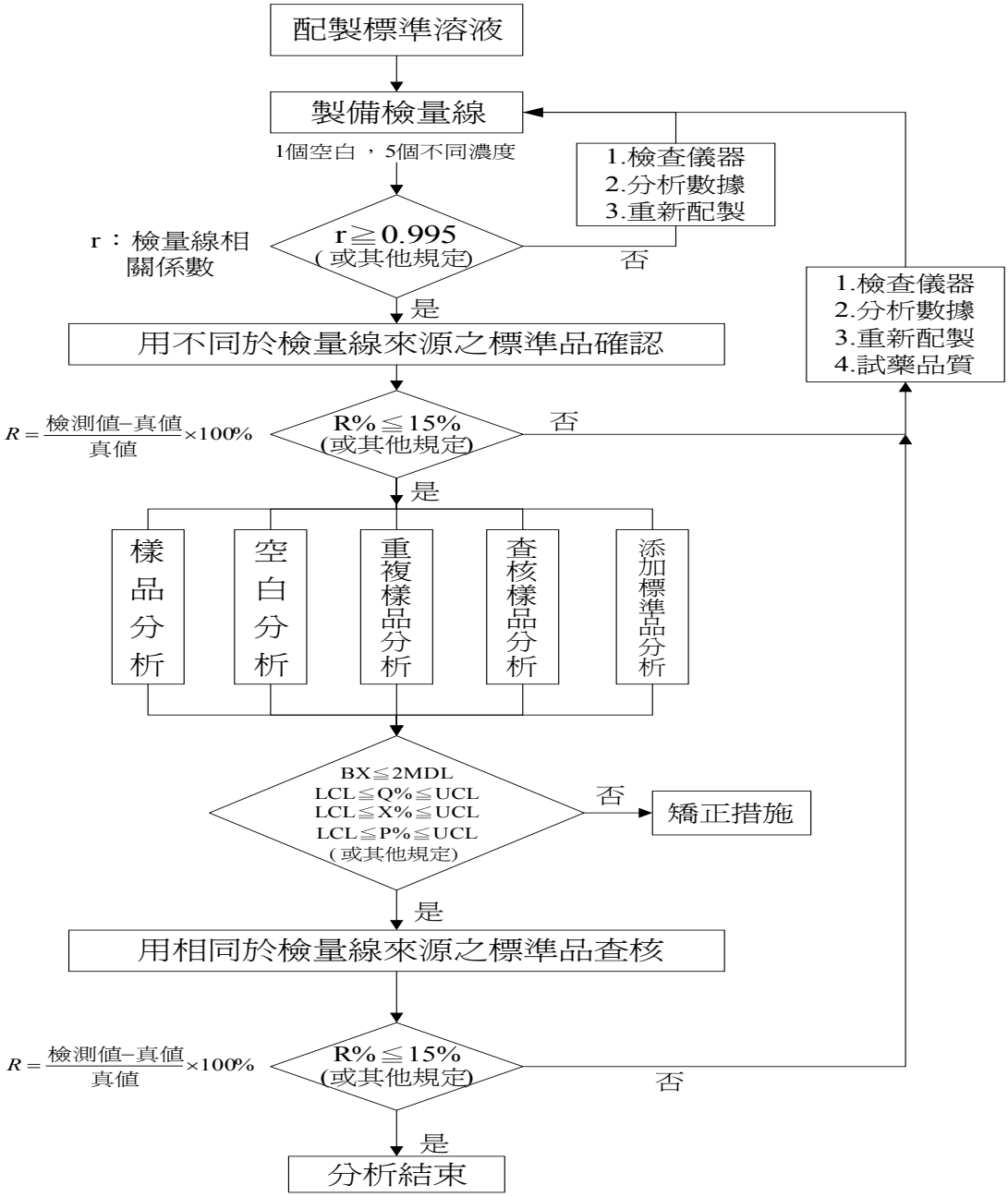
| 儀器名稱 | 維護項目 | 維護頻率 | 校正項目 | 校正頻率 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| 純水製造機<br>Millipore<br>30 PLUS<br>Milli-Q SP<br>Milli-Q A10<br>(美國) | 1.預濾管柱更換<br>2.RO 管柱消毒<br>3.儲水槽消毒清洗<br>4.純化管柱更換<br>5.無菌過濾器更換<br>6.紫外線殺菌燈更換<br>(A10 機型) | 視情況<br>顯示值判斷<br>2 次/年<br>顯示值判斷<br>顯示值判斷<br>1 次/年 | 1.面板電阻值檢查<br>2.設定溫度檢查<br>3.檢查 rejection rate %值 | 每工作日<br>每工作日<br>每工作日 | ≥16MΩ<br><br>≥90% |
| 無菌操作台<br>6HF-24 | 1.清潔機身內外<br>2.落菌測試<br>3.UV 燈更換<br>4.主濾網更換<br>5.預濾網更換 | 2 次/月<br>1 次/季<br>1 次/年<br>每使用 4000 小時<br>每使用 400 小時 | | | 管理員<br>使用人<br>廠商<br>廠商<br>儀器負責人或廠商 |
| 烘箱<br>欣千祥(台灣)<br>DV-452<br>DO-2<br>OEH-270 | 1.設定溫度(以校正過的溫度計量測)<br>2.清潔機身內外 | 使用期間<br>2 次/月 | 1.溫度校正 | 1 次/2 年 | 廠商 |
| 精密恆溫培養箱<br>Memmert<br>BE 500(德國) | 1.檢查維護溫度(以校正過的溫度計量測)<br>2.清潔機身內外<br>3.清點內部物品 | 使用期間<br>2 次/月<br>1 次/季 | | | 使用人及管理員<br>管理員<br>管理員 |
| BOD 恆溫培養箱<br>Wisdom<br>747(台灣)<br>(數量：1)<br>TIT<br>TL-520R(台灣)<br>(數量：2) | 1.檢查維護溫度(以校正過的高低溫溫度計量測)<br>2.清潔機身內外<br>3.清點內部物品 | 使用期間<br>2 次/月<br>1 次/季 | | | 管理員<br>管理員<br>管理員 |

## 附表 4　本計畫各主要儀器維護校正項目及頻率(續 4)

| 儀器名稱 | 維護項目 | 維護頻率 | 校正項目 | 校正頻率 | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|
| 高溫高壓滅菌釜<br>REXALL<br>LS-2(台灣)<br>HIRAYAMA<br>HVE -50(日本) | 清潔機身內外<br>以滅菌指示帶確認滅菌(溫度)功能<br>以經校正之留點溫度計量測，確認滅菌時之最高溫度到達 121℃<br>以孢子滅菌指示劑測試滅菌效果<br>進行 12~15 分鐘之滅菌時，滅菌釜內的壓力上升至 15lb/in$^2$ 且溫度為 100℃時起算至降回 100℃時，整個滅菌循環應在 45 分鐘內完成<br>功能維護保養 | 2 次/月<br>每次使用<br>1 次/月<br>1 次/季<br>1 次/季<br>1 次/年 | | | 使用人<br>使用人<br>使用人<br>使用人<br>使用人<br>廠商 |
| 多功能水質分析儀<br>WTW<br>Multi 340i(德國) | 1.清潔機身<br>2.清潔電極<br>3.導電度電極乾燥保存 | 2 次/月<br>使用後<br>使用後 | 1.系統自我檢查<br>2.導電度單點檢查<br>3.導電度全刻度校正<br>4.pH 電極溫度檢查<br>(同工作溫度計) | 使用前<br>使用前<br>1 次/年<br>1 次/季 | 使用人<br>使用人<br>儀器負責人<br>儀器負責人 |
| 參考溫度計<br>0~50℃<br>50~100℃<br>0~200℃ | 1.保持清潔<br>2.存放盒內 | 使用後 | 多點溫度校正<br>(含冰點)<br>2.冰點檢查 | 1 次/5 年<br>2 次/年 | 合格校正機構<br>器材管理員 |
| 工作溫度計<br>0~50℃<br>0~100℃<br>0~200℃ | 1.保持清潔<br>2.存放盒內 | 使用後 | 1.多點溫度校正<br>2.以參考溫度計做單點檢查 | 初次使用前<br>2 次/年 | 器材管理員<br>器材管理員 |
| 砝碼 E2 級<br>1.0 kg<br>2.0 kg<br>100g<br>200g | 1.保持清潔乾燥 | 使用時 | 1.質量校正 | 1 次/3 年 | 合格校正機構 |




**附圖 1　檢驗室樣品採樣檢驗作業總流程**




其中 MDL 表方法偵測極限　　BX 表空白分析值
R% 表相對誤差值　　Q% 表查核樣品分析回收率
X% 表重複樣品分析相對差異　　P% 表添加標準品分析回收率
LCL 表管制下限值　　UCL 表管制上限值

**附圖 2　檢驗室品管流程圖**

## 二、本計畫檢驗室內一般品管原則說明

本檢驗室進行樣品檢測分析時均參照環保署公告之標準檢驗方法(請參考附表 1)。然因樣品種類及各種分析狀況不一，難以就此保證結果的正確性。誤差可能由許多原因造成，包括不可預期的干擾效應、儀器的異常、人員的疏失等等。因此本檢驗室有必要對各檢項的檢測結果規範出品質管制的最低要求，用以建立品管程序，儘量減少實驗過程中可能產生的誤差；並藉此評估分析數據之準確性與精密度，找出偏差原因進行修正。

(一)日常品管作業中相關的專有名詞說明如下：

**1.分析批次：在同一時間、環境下，以相同試劑與分析步驟，所檢測的同一批基質樣品。**

**2.運送空白：採樣出發前，先在檢驗室以去離子水(或依檢項規定)裝滿採樣瓶，蓋緊瓶蓋後，跟隨採樣行程，直至回檢驗室與所採水樣一起送入冷藏庫。採樣期間均不可開蓋，以瞭解採樣的運送過程是否遭受污染。本檢驗室對分析大腸桿菌群相關菌類或其他有實際需要的檢測時，將執行運送空白的檢測。**

**3.空白分析：為一不含分析物之水溶液或試劑，伴隨每一分析批次，依同樣操作程序分析，以判知分析過程是否遭受污染。**

**4.重複分析：為針對同批次之同一樣品做兩次以上之分析，並求得兩次分析之相對百分偏差，以評估樣品的再現性與精密度。**

**5.查核樣品：係指將適量濃度之標準品，添加於與樣品相似的基質中，所配製而成之樣品。配製查核樣品的標準品來源不能與配製檢量線者相同。此查核樣品應隨著每一分析批次樣品，以同一檢測步驟分析，以作為評估實驗品質準確度的依據。**

**6.添加標準品分析：此分析之目的為判別樣品中有無基質干擾或所使用之分析方法是否適當。其步驟為將樣品分為兩部份，一部分直接依標準步驟分析，另一部分添加適當濃度之標準品後再依標準步驟分析。最後將添加量與樣品濃度做比較，以求得回收百分率，再據以評估基質干擾程度。**

(二) 偵測極限的建立

為瞭解本室執行各檢驗方法所能達到可信任的最低濃度，須進行偵測極限的檢測。本檢驗室使用的方法偵測極限之定義及其適用範圍列述如下：

**1.定義：一待測物在某一基質中於 99%之可信度下以指定方法所能測得之最低濃度。**

**2.適用範圍：適用於各種樣品基質中待測物方法偵測極限之求得。原則上適用於使用分析儀器需配製檢量線的檢測方法;滴定法或重量法則依環保署的規定辦理。**

(三)管制極限及管制圖之製作方法

為確保一系列的實驗分析數據能符合精密度與準確度的要求，檢驗人員有必要將各種品管數據，包括重複分析值、查核分析值與添加分析值，列表逐次記錄之。並依此繪製管制圖，供相關人員查考及做為改善實驗品質之用。管制圖表(Control chart)是執行品保品管的有利工具，尤其當使用固定的分析步驟，來檢測為數眾多的樣品時，管制圖表即成為有效掌握品質的一種統計方法。利用持續的圖形標示，可以發現當分析狀況正常時，其結果將落在已建立的管制標準之內。

**1.空白分析**

以試劑水或性質接近待測物的基質水當做樣品，通常每分析 10 個樣品(不足 10 個亦然)時依標準操作步驟隨同該批次樣品進行檢

測，此測定稱之為空白樣品分析。除非另有規定，空白值管制上限不得超過二倍方法偵測極限。

**2.重複分析(精密度)管制圖表**

除另有規定外，通常每分析 10 個樣品(不足 10 個亦然)應有一個樣品執行重複分析。重複分析之差異值應以表列出，並建立可接受極限，若重複分析差異值落於極限以外，則分析值視為不可靠，應立即採取矯正措施，並重新分析樣品，每年應重新建立可接受之管制極限。

$$R\% = \frac{|X_1 - X_2|}{1/2(X_1 + X_2)} \times 100\%$$

X1，X2：重複分析二次測值

累積至少十五個值後，計算平均值 $\overline{R}$ 及標準偏差 SD：

$$\overline{R} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Ri\right)}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Ri - \overline{R}\right)^2}{n-1}}$$

SD=標準偏差

Ri=個別重複樣品之相對差異百分比

$\overline{R}$ =重複樣品相對差異百分比平均值

n=測定值數目

依下式分別計算管制上限值(UCL)及警告上限值(UWL)：

$$UWL = \overline{R} + 2SD$$
$$UCL = \overline{R} + 3SD$$

由$\overline{R}$、UWL、UCL 此三個數值繪成重複分析管制圖。在未建立管制圖之前，重複分析結果相對百分偏差依檢項不同，原則上應在 20%之內始可接受。(低濃度樣品分析時，由於偏差較為顯著，故不在此限)。

在逐日逐次的累積之後挑選每年該檢項最後的 15 筆數據，再重行計算 UCL、UWL 及$\overline{R}$。若有落於 UCL 以外者，應加以剔除並重新計算以建立各個欲監測項目的管制圖表及其管制極限。

**3.查核分析(準確度)管制圖表**

查核樣品分析係將適當已知濃度之標準品(不同於製備檢量線用之標準品) ，添加於去離子水(或與待測物性質相近的基質水)中配製而成。除另有規定外，每分析 10 個樣品(不足 10 個亦然)應同時分析一查核樣品。查核樣品伴隨樣品分析時，應記錄分析日期、查核樣品濃度、回收率。

$$回收率\% = \frac{測試濃度}{樣品已知濃度} \times 100\%$$

累積至少 15 個樣品之測值回收率，計算其平均值及標準偏差 SD：

$SD=〔\Sigma(X-\overline{X})^2/(n-1)〕^{1/2}$

X=查核樣品之個別測值回收率。

$\overline{X}$=查核樣品回收率之平均值。

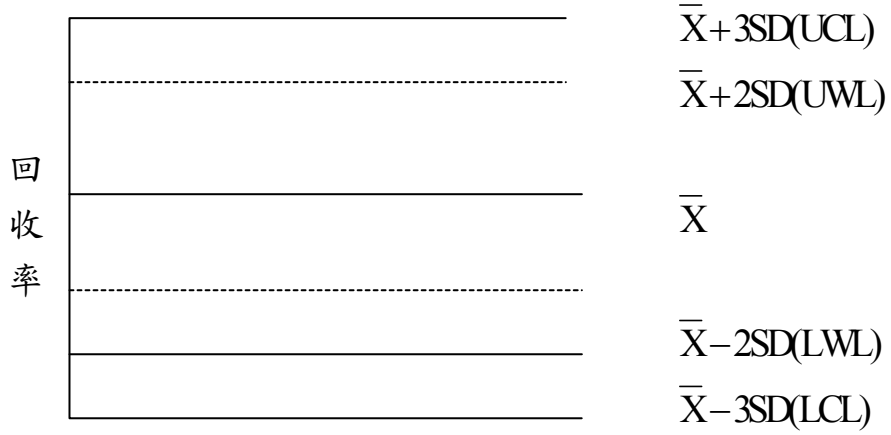
n=測定值數目。

依下式分別計算警告上限值(UWL)、警告下限值(LWL)、管制上限

值(UCL)以及管制下限值(LCL)：

$$UWL = \overline{X} + 2SD$$
$$LWL = \overline{X} - 2SD$$
$$UCL = \overline{X} + 3SD$$
$$LCL = \overline{X} - 3SD$$

依下圖建立查核樣品管制圖，並將查核樣品之測值回收率畫於品質管制圖上。




以上管制圖表每年需重新製備一次。在逐日逐次的累積之後挑選每年該檢項最後的 15 筆數據，再重行計算 UCL、UWL、LWL、LCL 及 $\overline{X}$。若有落於 UCL 及 LCL 以外者，應加以剔除並重新計算以建立各個欲監測項目的管制圖表及其管制極限。發現管制圖表不適用時(如儀器更新、偏差值過大或過小等)，可經品管小組會議決定更新之。

**4.添加分析管制圖表**

添加分析係將同一樣品分為兩份，一份直接依檢驗方法分析之，另一份添加適當濃度之標準品後分析，由兩部份分析所得之結果，計算添加標準品之回收率。除另有規定外，每分析 10 個樣品(不足 10 個亦然)應同時分析一添加樣品。添加樣品伴隨樣品分析時，應記錄分析日期、添加樣品濃度及回收率

$$回收率(\%) = \frac{(SSR - SR)}{SA} \times 100\ \%$$

其中：

$SSR$ ＝添加樣品中待測物之測定量

$SR$ ＝原樣品中待測物之測定量

$SA$ ＝標準品添加量

累積至少 15 個樣品之測值回收率，計算其平均值及標準偏差 SD：

$$SD = 〔\Sigma(X-\overline{X})^2/(n-1)〕^{1/2}$$

X=添加樣品之個別測值回收率。

$\overline{X}$=添加樣品回收率之平均值。

n=測定值數目。

依下式分別計算警告上限值(UWL)、警告下限值(LWL)、管制上限值(UCL)以及管制下限值(LCL)：

$$UWL = \overline{X} + 2SD$$
$$LWL = \overline{X} - 2SD$$
$$UCL = \overline{X} + 3SD$$
$$LCL = \overline{X} - 3SD$$

依下圖建立添加樣品管制圖，並將添加樣品之測值回收率畫於品質管制圖上。




以上管制圖表每年需重新製備一次。在逐日逐次的累積之後挑選每年該檢項最後的 15 筆數據，再重行計算 UCL、UWL、LWL、LCL 及 $\bar{X}$。若有落於 UCL 及 LCL 以外者，應加以剔除並重新計算以建立各個欲監測項目的管制圖表及其管制極限。發現管制圖表不適用時(如儀器更新、偏差值過大或過小等)，可經品管小組會議決定更新之。

**5.管制圖表之查核方式**

除非另有說明，空白分析之管制上限訂為二倍方法偵測極限。若分析值超過二倍方法偵測極限則該次之檢驗可能遭到污染，必須重行分析。

檢驗人員得將依品管要求所做之數據(查核樣品分析、重複樣品分析、添加樣品分析)填入原建立之品管圖表，各檢項的品保品管人員須逐次查核檢驗紀錄表。

一般管制圖常見的異常狀況有(1)突發異常、(2)連續異常、(3)傾向異常，分述如下：

(1)突發異常：管制圖上之點，突然跳離管制界限之外。

(2)連續異常：在查核樣品及添加樣品分析的管制圖中，有連續七點出現在中心線之同側者或有連續兩點(含)超出警告上下限之外者；或在重複樣品分析連續 2 個測定值超出警告上限者。

(3)傾向異常：在重複、查核與添加樣品管制圖內之各點，有連續六點以上(含)向上或向下傾斜的現象。

若突發異常為隨機誤差所致，檢討原因後，請檢驗員重新檢驗。其他狀況，可能來自於系統誤差，應由品保品管人員和檢驗員共同找出發生問題的原因，並予以解決。

(四)績效查核與系統查核

品質查核(或稽查)是品質保證系統中極重要的一環，其功能在於確認檢驗室內所有運作均依照品保系統之規定實施。一般可分為內部查核與外部查核。外部查核係由檢驗室以外的人執行查核工作，以本檢驗室而言，外部查核為環保署環檢所或各監測計畫委員之查核。內部查核則由檢驗室內的品保人員負責。無論內部查核或外部查核，其目的均是為了查知檢驗室內各種運作是否遵行既定的品質系統規定，以及各種品質管制的活動是否遵行品管之規定。

本檢驗室的內部品質查核作業方式分為系統查核與績效查核。分別說明如後。

**1.內部系統查核方式**

(1)品保人員每年至少須將檢驗室中所有運作均檢查一次。

(2)於每年一月間規劃完成當年之檢驗室內部稽核計畫。

(3)查核時利用檢驗室內部稽核查檢表執行查核。查核時應徹底執行，遇疑點須追查清楚。查核完畢，應填寫檢驗室內部系統稽核報告書。

(4)稽核結果若發現問題，應加以檢討及實施矯正措施，並填寫矯正措施紀錄表。

(5)對於矯正後之作業情形，實施後續的追蹤查核。

(6)品保人員認為需要時，可向檢驗室主任報告後，組成查核小組，實施查核，查核小組成員需經適當之查核訓練。

**2.內部績效查核方式**

(1)定期績效查核

a.品保人員在每年的 7 月~8 月間及 12 月至翌年 1 月間定期對所有檢驗人員的所有檢項執行盲樣測試，並將結果記錄於個人績效測試紀錄表。原則上，本檢驗室採用商業化之品管樣品(如美國 RTC 公司或美國 ERA 公司之查核樣品或其他同級品)。此外，在檢驗室間的比對方面，本檢驗室一年參與一次美國 ERA 公司的盲樣測試計畫(Proficiency Testing，P.T. Program)，做為檢驗室人員分析技術的評量依據。參加測試檢項為本室具分析能力之部份檢項，時間通常是在每年的 7 月至 8 月間;每年的 3~5 月及 9~10 月間亦參與環檢所之例行性績效評鑑查核。

b.查核完畢，品保人員依查核結果填寫檢驗室內部績效查核報告書後，向檢驗室主任報告。

c.績效查核結果列為不合格的人員及檢項須檢討原因，實施矯正措施，並填寫矯正措施紀錄表。

d.對於矯正後之成效，應實施後續追蹤查核。

(2)不定期績效查核

a.當品保人員對某檢項的分析品質有疑問時，得報請主任同意對該檢項做額外的盲樣測試，作為不定期績效查核。

b.查核完畢，品保人員將查核結果整理後，填寫檢驗室內部績效查核報告書，向檢驗室主任報告。

c.績效查核結果列為不合格的人員及檢項須檢討原因，實施矯正措施，並填寫矯正措施紀錄表。

d.對於矯正措施之成效，應實施後續追蹤查核。

# 品管數據登錄表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究-100 年 4 月海域(W100040701~05)

| 分析日期 | 分析項目 | 數據單位 | 重複樣品分析 | | | 查核樣品分析 | | | 添加樣品分析 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 樣品編號 | 分析值<br>重複值 | 差異百分比%<br>/對數差異值 R | 配製值 | 分析值 | 回收率(%) | 樣品編號 | 添加前樣品量(μg) | 添加後樣品量(μg) | 添加量(μg) | 回收率(%) |
| 1000407 | pH | --- | W100040705 | 8.169<br>8.169 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000407 | 水溫 | ℃ | W100040705 | 22.9<br>22.9 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000407 | 導電度 | μmho/cm | W100040705 | 52700<br>52800 | 0.2 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000407 | 鹽度 | psu | W100040705 | 34.6<br>34.7 | 0.3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000407 | 溶氧量 | mg/L | W100040705 | 6.93<br>6.95 | 0.3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000408<br>1000412 | SS | mg/L | W100040701 | 6.60<br>6.60 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000408<br>1000413 | BOD | mg/L | W100040701 | 1.1105<br>1.0059 | 9.9 | 198 | 195.43 | 98.7 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000408<br>1000409 | 大腸桿菌群 | CFU/100mL | W100040701 | $4.7\times10^2$<br>$5.3\times10^2$ | 0.0522 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000408 | 氨氮 | mg/L | W100040701 | 0.087434<br>0.088275 | 1.0 | 0.30 | 0.321455 | 107.2 | W100040701 | 2.1815 | 7.5734 | 5.0 | 107.8 |
| 1000408 | 總磷 | mg/L | W100040701 | 0.157675<br>0.152872 | 3.1 | 0.20 | 0.199302 | 99.7 | W100040701 | 7.8522 | 17.6502 | 10.0 | 98.0 |

註：1."---"表不用分析。

# 品管數據登錄表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究-100 年 4 月海域(W100040701~05)

| 分析日期 | 分析項目 | 數據單位 | 重複樣品分析 | | | 查核樣品分析 | | | 添加樣品分析 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 樣品編號 | 分析值<br>重複值 | 差異百分比%<br>/對數差異值R | 配製值 | 分析值 | 回收率(%) | 樣品編號 | 添加前樣品量(μg) | 添加後樣品量(μg) | 添加量(μg) | 回收率(%) |
| 1000418 | 葉綠素 a | μg/L | W100040701 | 1.1445<br>1.1465 | 0.2 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000412 | 銅 | mg/L | W100040705S | 0.022884<br>0.022884 | 0 | 0.025 | 0.024636 | 98.5 | W100040705 | 2.8203 | 22.8840 | 20.0 | 100.3 |
| 1000412 | 鉛 | mg/L | W100040705S | 0.018351<br>0.018046 | 1.7 | 0.015 | 0.016674 | 111.2 | W100040705 | 2.3435 | 18.3510 | 15.0 | 106.7 |
| 1000412 | 鋅 | mg/L | W100040701 | 0.010372<br>0.010511 | 1.3 | 0.015 | 0.015100 | 100.7 | W100040705 | 2.0249 | 25.4360 | 20.0 | 117.1 |
| 1000420 | 鉻 | mg/L | W100041414S◎ | 0.004943<br>0.005323 | 7.4 | 0.007 | 0.005780 | 82.6 | W100041414◎ | 0.0072 | 0.4943 | 0.50 | 97.4 |
| | | | W100041417S◎ | 0.004790<br>0.005475 | 13.3 | 0.007 | 0.006769 | 96.7 | W100041417◎ | 0.0147 | 0.4790 | 0.50 | 92.9 |
| 1000421<br>1000422 | 砷 | mg/L | W100041402◎ | 0.001281<br>0.001292 | 0.9 | 0.0025 | 0.002537 | 101.5 | W100041402◎ | 0.0320 | 0.0855 | 0.05 | 107.2 |
| | | | W100041403◎ | 0.001528<br>0.001533 | 0.4 | 0.0025 | 0.002569 | 102.8 | W100041403◎ | 0.0381 | 0.0925 | 0.05 | 108.9 |
| 1000422 | 汞 | mg/L | W100040701S | 0.002092<br>0.001939 | 7.6 | 0.0020 | 0.001880 | 94.0 | W100040701 | 0.0042 | 0.1046 | 0.10 | 100.4 |
| 以　下　空　白 | | | | | | | | | | | | | |

註：1."---"表不用分析。　　2."◎"表該批次是以別的計畫樣品所做之重複及添加。



主任：　　品保師：

# 品管數據登錄表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究-100 年 4 月海域底泥(樣品編號：D100040701~05)

| 分析日期 | 分析項目 | 數據單位 | 重複樣品分析 | | | 查核樣品分析 | | | 添加樣品分析 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 樣品編號 | 分析值<br>重複值 | 差異百分比%<br>/對數差異值R | 配製值 | 分析值 | 回收率(%) | 樣品編號 | 添加前樣品量(μg) | 添加後樣品量(μg) | 添加量(μg) | 回收率(%) |
| 1000413 | 銅 | mg/kg | D100040704S | 19.94916<br>20.15377 | 1.0 | 74.7 | 79.54829 | 106.5 | D100040704 | 16.9543 | 39.9123 | 20.0 | 114.8 |
| 1000413 | 鉛 | mg/kg | D100040704S | 45.61832<br>45.04479 | 1.3 | 152.0 | 151.9475 | 100.0 | D100040704 | 34.8675 | 91.2686 | 50.0 | 112.8 |
| 1000413 | 鋅 | mg/kg | D100040704S | 78.73153<br>78.77031 | 0 | 299.0 | 287.2670 | 96.1 | D100040704 | 107.088 | 157.518 | 50.0 | 100.9 |
| 1000413 | 鉻 | mg/kg | D100040704S | 37.23671<br>37.23671 | 0 | 93.4 | 85.84170 | 91.9 | D100040704 | 30.8626 | 74.4995 | 50.0 | 87.3 |
| 1000412<br>1000414 | 砷 | mg/kg | D100040701 | 11.70893<br>11.82602 | 1.0 | 109.0 | 95.79202 | 87.9 | D100040701 | 11.7089 | 19.0579 | 6.0 | 122.5 |
| 1000412<br>1000414 | 汞 | mg/kg | D100040701S | 0.165455<br>0.153222 | 7.7 | 2.42 | 2.057386 | 85.0 | D100040701 | 0.0791 | 0.1656 | 0.10 | 86.6 |
| 1000411<br>1000414 | 有機質* | % | D100040701 | 1.96<br>1.89 | 3.6 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1000418 | 鋁** | mg/kg | D100040701 | 11514.68<br>10684.15 | 7.5 | 1.0 | 0.965 | 96.5 | ---# | ---# | ---# | ---# | ---# |
| 以　下　空　白 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

註：1."#"表未分析。　　(本表)第 1 頁(共 1 頁)

2.分析項目欄標示*及**者分別代表該檢項為委託具環保署檢驗測定機構認可資格之單位(*：亞太環境科技股份有限公司；**：台灣檢驗科技股份有限公司)所檢測。

主任：　　品保師：

# 品管數據登錄表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究-100 年 10 月海域(W100101012~16)

| 分析日期 | 分析項目 | 數據單位 | 重複樣品分析 | | | 查核樣品分析 | | | 添加樣品分析 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 樣品編號 | 分析值<br>重複值 | 差異百分比%<br>/對數差異值R | 配製值 | 分析值 | 回收率(%) | 樣品編號 | 添加前樣品量(μg) | 添加後樣品量(μg) | 添加量(μg) | 回收率(%) |
| 1001010 | pH | --- | W100101016 | 8.114<br>8.114 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001010 | 水溫 | ℃ | W100101016 | 26.4<br>26.2 | 0.8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001010 | 導電度 | μmho/cm | W100101016 | 51300<br>51400 | 0.2 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001010 | 鹽度 | psu | W100101016 | 33.7<br>33.8 | 0.3 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001010 | 溶氧量 | mg/L | W100101016 | 6.25<br>6.26 | 0.2 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001013<br>1001017 | SS | mg/L | W100101012 | 4.20<br>4.50 | 6.9 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001011<br>1001016 | BOD | mg/L | W100101012 | 0.9581<br>1.0078 | 5.1 | 198 | 207.25 | 104.7 | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001011<br>1001012 | 大腸桿菌群 | CFU/100mL | W100101012 | 80<br>$1.1\times10^{2}$ | ---※ | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001012 | 氨氮 | mg/L | Q45-148◎ | 9.146356<br>9.325105 | 1.9 | 0.30 | 0.298823 | 99.6 | Q45-148◎ | 224.086 | 272.788 | 50.0 | 97.4 |
| 1001012 | 總磷 | mg/L | W100101012S | 0.229177<br>0.225937 | 1.4 | 0.20 | 0.198397 | 99.2 | W100101012 | 1.9738 | 11.4589 | 10.0 | 94.9 |

註：1."---"表不用分析。　　2."※"表該批次的重複分析因測值過低，故不計對數差異值。　　(本表)第 1 頁(共 2 頁)

3."◎"表該批次是以別的計畫樣品所做之重複及添加。

# 品管數據登錄表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究-100 年 10 月海域(W100101012~16)

| 分析日期 | 分析項目 | 數據單位 | 重複樣品分析 | | | 查核樣品分析 | | | 添加樣品分析 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 樣品編號 | 分析值<br>重複值 | 差異百分比%<br>/對數差異值R | 配製值 | 分析值 | 回收率(%) | 樣品編號 | 添加前樣品量(μg) | 添加後樣品量(μg) | 添加量(μg) | 回收率(%) |
| 1001013 | 葉綠素 a | μg/L | W100101012 | 1.9523<br>1.9523 | 0 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1001017 | 銅 | mg/L | Q45-157◎ | 0.022508<br>0.022871 | 1.6 | 0.025 | 0.022871 | 91.5 | Q45-157◎ | 22.4630 | 42.4740 | 20.0 | 100.1 |
| 1001017 | 鉛 | mg/L | Q45-157◎ | 0.025591<br>0.025926 | 1.3 | 0.015 | 0.015054 | 100.4 | Q45-157◎ | 25.5526 | 43.2470 | 15.0 | 118.0 |
| 1001017 | 鋅 | mg/L | Q45-157◎ | 0.036920<br>0.035417 | 4.2 | 0.015 | 0.017097 | 114.0 | Q45-157◎ | 36.8462 | 57.1940 | 20.0 | 101.7 |
| 1001014 | 鉻 | mg/L | Q45-119◎ | 1.243530<br>1.279407 | 2.8 | 0.007 | 0.005979 | 85.4 | Q45-119◎ | 61.5547 | 123.166 | 50.0 | 123.2 |
| | | | W100101211S◎ | 0.006266<br>0.005835 | 7.1 | 0.007 | 0.007342 | 104.9 | W100101211◎ | 0.0380 | 0.5835 | 0.50 | 109.1 |
| | | | W100101301S◎ | 0.004831<br>0.005333 | 9.9 | 0.007 | 0.005979 | 85.4 | W100101301◎ | 0.0594 | 0.5333 | 0.50 | 94.8 |
| 1001013 | 砷 | mg/L | W100101211◎ | 0.001261<br>0.001278 | 1.4 | 0.0025 | 0.002462 | 98.5 | W100101211◎ | 0.0315 | 0.0833 | 0.05 | 103.7 |
| 1001017<br>1001018 | 汞 | mg/L | W100101012S | 0.002001<br>0.002011 | 0.5 | 0.0020 | 0.002077 | 103.8 | W100101012 | 0 | 0.1001 | 0.10 | 100.0 |
| 以　下　空　白 | | | | | | | | | | | | | |

註：1."---"表不用分析。　　2."◎"表該批次是以別的計畫樣品所做之重複及添加。



主任：

品保師：

# 樣品檢測報告書

行政院環境保護署許可證字號：環署環檢字第091號

地址：台南市安南區安明路3段500號　　電話：(06)2371938轉260　　委託單位及地址：成功大學海洋科技與事務研究所 台南市大學路1號
聯絡人：王月霜　　傳真：(06)3840208　　採樣地點：台中港鄰近海域
採樣單位：水工所現調組　　採樣日期及時間：1000407 10:39~16:37
採樣行程代碼：—　　收樣日期及時間：1000407 19:30
報告日期：1000513　　報告編號：FID100W036

樣品特性：☑海水 ☐河口及排水路水質 ☐隔離水道水質 ☐地下水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他：

聲明書

(一)茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事責任。

(二)吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。

公司名稱：

負責人：　水工試驗所所長陳陽益

檢驗室主管：　水工所高天韻

備註：

1.本報告已由核可檢測報告簽署人審核無誤，並簽署於內部報告文件，簽署人如下：
　無機檢測類：高天韻(HUI-01)
2.本報告封面 1 頁，樣品檢測報告 1 頁，共計 2 頁，報告分離使用無效。
3.本報告僅對所採樣品負責，報告內容不得隨意複製或作為商業廣告之用。

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究(3/4)－100年4月

| 認證 | 樣品編號及名稱 | | 單位 | MDL | W100040701 | W100040702 | W100040703 | W100040704 | W100040705 | W100040706 | - | - | - | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 檢測項目 | 檢測方法 | | | N5 | N6 | N7 | N10 | N11 | 運送空白 | - | - | - | - |
| ◎ | pH | NIEA W424.52A | - | - | 8.2(8.222) | 8.1(8.119) | 8.2(8.165) | 8.2(8.176) | 8.2(8.169) | - | - | - | - | - |
| ◎ | 水溫 | NIEA W427.51A | ℃ | - | 23.3 | 22.9 | 22.5 | 22.9 | 22.9 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 導電度 | NIEA W203.51B | μmho/cm | - | 49000 | 52600 | 52700 | 52600 | 52700 | - | - | - | - | - |
| | 鹽度 | NIEA W447.20C | psu | - | 31.9 | 34.5 | 34.6 | 34.6 | 34.6 | - | - | - | - | - |
| | 透明度 | NIEA E220.50C | m | - | 4.4 | 5.5 | 4.5 | 8.4 | 8.5 | - | - | - | - | - |
| ◎ | DO | NIEA W455.51C | mg/L | - | 7.1(7.12) | 7.1(7.11) | 7.0(7.00) | 7.0(7.03) | 6.9(6.93) | - | - | - | - | - |
| | DO飽和度 | | % | | 100 | 99.3 | 97.2 | 98.2 | 96.1 | - | - | - | - | - |
| ◎ | BOD | NIEA W510.54B | mg/L | 2.0# | <2.0(1.1) | <2.0(0.3) | <2.0(0.6) | <2.0(0.2) | <2.0(0.4) | - | - | - | - | - |
| ◎ | SS | NIEA W210.57A | mg/L | 2.5# | 6.6 | 5.7 | 8.1 | 5.8 | 5.6 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 大腸桿菌群 | NIEA E202.54B | CFU/100mL | 10# | $5.0\times10^2$ | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | - | - | - | - |
| ◎ | 總磷 | NIEA W427.53B | mg/L | 0.005 | 0.158 | <0.020(0.018) | 0.022 | 0.042 | <0.020(0.014) | - | - | - | - | - |
| ◎ | 氨氮 | NIEA W448.51B | mg/L | 0.02 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | - | - | - | - | - |
| | 葉綠素a | NIEA E507.02B | μg/L | - | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.3 | - | - | - | - | - |
| | 銅 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0010 | 0.0037 | 0.0041 | <0.0030(0.0020) | <0.0030(0.0028) | <0.0030(0.0028) | - | - | - | - | - |
| | 鉛 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0020 | ND(0) | <0.0060(0.0034) | <0.0060(0.0042) | <0.0060(0.0030) | <0.0060(0.0023) | - | - | - | - | - |
| | 鋅 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0016 | 0.0104 | 0.0058 | ND(0.0001) | ND(0.0002) | <0.0040(0.0020) | - | - | - | - | - |
| | 鉻 | NIEA W303.51A | mg/L | 0.0004 | <0.0010(0.0007) | ND(0) | ND(0) | ND(0) | ND(0.0003) | - | - | - | - | - |
| | 汞 | NIEA W330.52A | mg/L | 0.0001 | ND(0.0001) | ND(0.0001) | ND(0.0001) | ND(0.0001) | 0.0004 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 砷 | NIEA W434.53B | mg/L | 0.0003 | 0.0016 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0013 | 0.0012 | - | - | - | - | - |
| 以　下　空　白 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

備註：1.標示◎者為經環境保護署認可之檢項。"-"表不必分析。"#"表定量極限。

2.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。部份檢項出具方式為配合計畫需求，說明如下：pH及DO檢項於報告值後以括號方式備註實測平均值(pH)及實際測值(DO)。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以"ND"表示，後方加註括號內數據表依數值修整原則處理後之實際測值。如實際測值小於或等於零，則以"0"表示。

3.報告值標示為<2.0( )(BOD)，2.0為該檢項的定量極限濃度，括號內數據表實際測值。

4.報告值標示為<0.020( )(總磷)或<0.0030( )(銅)或<0.0060( )(鉛)或<0.0040( )(鋅)或<0.0010( )(鉻)，前方數字分別為該檢項之定量極限濃度，括號內數據表由外插方式求得之測值。



修訂/990312　發行/990401　第7.0版　核准/檢驗室主任

附4-2

# 樣品檢測報告書

行政院環境保護署許可證字號：環署環檢字第091號

地址：台南市安南區安明路3段500號　　電話：(06)2371938轉260　　委託單位及地址：成功大學海洋科技與事務研究所 台南市大學路1號
聯絡人：王月霜　　傳眞：(06)3840208　　採樣地點：台中港鄰近海域
採樣單位：水工所現調組　　採樣日期及時間：1000407 10:39~16:37
採樣行程代碼：－　　收樣日期及時間：1000407 19:30
報告日期：1000513　　報告編號：FID100D007

樣品特性：□海水 □河口及排水路水質 □隔離水道水質 □地下水 ☑底泥 □土壤 □其他：

聲明書

(一)茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事責任。

(二)吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。

公司名稱：

負責人：　水工試驗所 所長 陳陽益

檢驗室主管：　水工所 高天韻

備註：

1.本報告已由核可檢測報告簽署人審核無誤，並簽署於內部報告文件，簽署人如下：
　無機檢測類：－

2.本報告封面 1 頁，樣品檢測報告 1 頁，共計 2 頁，報告分離使用無效。

3.本報告僅對所採樣品負責，報告內容不得隨意複製或作為商業廣告之用。

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究(3/4)－100年4月

| 認證 | 樣品編號及名稱 | | 單位 | MDL | D100040701 | D100040702 | D100040703 | D100040704 | D100040705 | - | - | - | - | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 檢測項目 | 檢測方法 | | | N5 | N6 | N7 | N10 | N11 | - | - | - | - | - |
| | 銅 | NIEA R355.00C⊕ | mg/kg | 2.03 | 32.1 | 31.6 | 73.1 | <10.0(8.56) | <10.0(6.58) | - | - | - | - | - |
| | 鉛 | NIEA R355.00C⊕ | mg/kg | 10.5 | 34.7 | 37.0 | 31.5 | <30.0(17.7) | <30.0(17.6) | - | - | - | - | - |
| | 鋅 | NIEA R355.00C⊕ | mg/kg | 4.72 | 112 | 112 | 127 | 54.2 | 36.9 | - | - | - | - | - |
| | 鉻 | NIEA R355.00C⊕ | mg/kg | 3.34 | 32.9 | 33.6 | 20.0 | 15.6 | 10.7 | - | - | - | - | - |
| | 汞 | NIEA M317.02C | mg/kg | 0.020 | 0.080 | 0.129 | 0.081 | 0.071 | ND | - | - | - | - | - |
| | 砷 | NIEA S310.63C | mg/kg | 0.192 | 11.9 | 12.4 | 10.6 | 8.59 | 15.4 | - | - | - | - | - |
| | 有機質△1 | NIEA R205.01C | % | - | 1.93 | 2.64 | 2.61 | 2.43 | 1.62 | - | - | - | - | - |
| | 鋁△2 | NIEA R355.00C | mg/kg | 0.1 | 11500 | 13500 | 13200 | 11700 | 9610 | - | - | - | - | - |
| 以　下　空　白 | | | | | | | | | | | | | | |

備註：1.標示◎者為經環境保護署認可之檢項。“⊕”代表該檢測方法係參考環保署公告的方法。“-”表不必分析。
2.本報告書依據環保署『檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以“ND”表示。
3.報告值標示為<10.0( )(銅)或<30.0( )(鉛)，前方數字分別為該檢項的定量極限，括號內數據表實際測值。
4.本頁標示△之檢項為委託具環保署環境檢驗測定機構認可資格之單位所檢測。(△1亞太環境科技股份有限公司，環署環檢字第003號，報告編號：EC10003295-SL001。
△2台灣檢驗科技股份有限公司，環署環檢字第105號，報告編號：AL/2011/4000201)。

# 樣品檢測報告書

行政院環境保護署許可證字號：環署環檢字第091號

地址：台南市安南區安明路3段500號　　電話：(06)2371938轉260　　委託單位及地址：成功大學海洋科技與事務研究所 台南市大學路1號
聯絡人：王月霜　　傳真：(06)3840208　　採樣地點：台中港鄰近海域
採樣單位：水工所現調組　　採樣日期及時間：1001010 10:55~15:10
採樣行程代碼：－　　收樣日期及時間：1001010 18:30
報告日期：1001024　　報告編號：FID100W115

樣品特性：☑海水 ☐河口及排水路水質 ☐隔離水道水質 ☐地下水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他：

聲明書

(一)茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行採樣、檢測。絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事責任。

(二)吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。

公司名稱：

負責人：　　水工試驗所 所長 陳陽益

檢驗室主管：　　水工所 高天韻

備註：

1.本報告已由核可檢測報告簽署人審核無誤，並簽署於內部報告文件，簽署人如下：
　無機檢測類：高天韻(HUI-01)
2.本報告封面 1 頁，樣品檢測報告 1 頁，共計 2 頁，報告分離使用無效。
3.本報告僅對所採樣品負責，報告內容不得隨意複製或作為商業廣告之用。
4.委託單位自述本批樣品為研究用途，不需向環保署申報採樣行程及相關網路申報作業。

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究(3/4)－100年10月

| 認證 | 樣品編號及名稱 | | 單位 | MDL | W100101012 | W100101013 | W100101014 | W100101015 | W100101016 | W100101017 | - | - | - | - |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 檢測項目 | 檢測方法 | | | N5 | N6 | N7 | N10 | N11 | 運送空白 | - | - | - | - |
| ◎ | pH | NIEA W424.52A | - | - | 8.2(8.173) | 8.2(8.191) | 8.1(8.131) | 8.1(8.113) | 8.1(8.114) | - | - | - | - | - |
| ◎ | 水溫 | NIEA W427.51A | ℃ | - | 25.6 | 25.9 | 26.5 | 26.5 | 26.4 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 導電度 | NIEA W203.51B | μmho/cm | - | 51900 | 52000 | 51900 | 51800 | 51300 | - | - | - | - | - |
| | 鹽度 | NIEA W447.20C | psu | - | 34.1 | 34.3 | 34.2 | 34.1 | 33.7 | - | - | - | - | - |
| | 透明度 | NIEA E220.50C | m | - | 4.4 | 5.4 | 4.5 | 8.4 | 8.5 | - | - | - | - | - |
| ◎ | DO | NIEA W455.51C | mg/L | - | 5.3(5.32) | 5.5(5.46) | 5.6(5.57) | 5.7(5.73) | 6.2(6.25) | - | - | - | - | - |
| | DO飽和度 | | % | | 78.8 | 81.1 | 83.7 | 85.3 | 89.1 | - | - | - | - | - |
| ◎ | BOD | NIEA W510.55B | mg/L | 2.0# | <2.0(1.0) | <2.0(0.7) | <2.0(0.6) | <2.0(1.4) | <2.0(0.6) | - | - | - | - | - |
| ◎ | SS | NIEA W210.57A | mg/L | 2.5# | 4.4 | 8.2 | 7.6 | 7.8 | 9.9 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 大腸桿菌群 | NIEA E202.54B | CFU/100mL | 10# | 95 | 35 | $1.4\times10^2$ | 20 | <10 | <10 | - | - | - | - |
| ◎ | 總磷 | NIEA W427.53B | mg/L | 0.005 | 0.040 | 0.035 | 0.040 | 0.033 | 0.038 | - | - | - | - | - |
| ◎ | 氨氮 | NIEA W448.51B | mg/L | 0.02 | <0.06(0.06) | <0.06(0.02) | <0.06(0.04) | <0.06(0.04) | 0.07 | - | - | - | - | - |
| | 葉綠素a | NIEA E507.02B | μg/L | - | 2.0 | 1.7 | 1.1 | 2.2 | 0.8 | - | - | - | - | - |
| | 銅 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0010 | 0.0030 | 0.0036 | 0.0034 | 0.0041 | 0.0037 | - | - | - | - | - |
| | 鉛 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0020 | <0.0060(0.0034) | <0.0060(0.0043) | <0.0060(0.0039) | <0.0060(0.0040) | <0.0060(0.0040) | - | - | - | - | - |
| | 鋅 | NIEA W309.22A | mg/L | 0.0016 | 0.0056 | 0.0135 | 0.0057 | 0.0064 | 0.0100 | - | - | - | - | - |
| | 鉻 | NIEA W303.51A | mg/L | 0.0004 | ND(0.0003) | <0.0010(0.0006) | 0.0012 | 0.0015 | 0.0013 | - | - | - | - | - |
| | 汞 | NIEA W330.52A | mg/L | 0.0001 | ND(0) | ND(0) | ND(0) | <0.0003(0.0002) | ND(0) | - | - | - | - | - |
| ◎ | 砷 | NIEA W434.53B | mg/L | 0.0003 | 0.0011 | <0.0010(0.0010) | <0.0010(0.0010) | 0.0013 | <0.0010(0.0010) | - | - | - | - | - |
| 以下空白 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

備註：1.標示◎者為經環境保護署認可之檢項。"-"表不必分析。"#"表定量極限。

2.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。部份檢項出具方式為配合計畫需求，說明如下：pH及DO檢項於報告值後以括號方式備註實測平均值(pH)及實際測值(DO)。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以"ND"表示，後方加註括號內數據表依數值修整原則處理後之實際測值。如實際測值小於或等於零，則以"0"表示。

3.報告值標示為<2.0( )(BOD)，2.0為該檢項的定量極限濃度，括號內數據表實際測值。

4.報告值標示為<0.06( )(氨氮)或<0.0060( )(鉛)或<0.0010( )(鉻、砷)或<0.0003( )(汞)，前方數字分別為該檢項之定量極限濃度，括號內數據表由外插方式求得之測值。

5.氨氮檢項樣品編號W100101012，樣品濃度為0.05712mg/L。

6.砷檢項樣品編號W100101013、W100101016，樣品濃度均為0.000996mg/L；樣品編號W100101014，樣品濃度為0.000972mg/L。

THL 國立成功大學水工試驗所水質檢驗室　　單編號：FID3-QTM201-02

# 現場採樣/量測分析紀錄表

計畫名稱：鄰近港　　季(月)：100年4月　　採樣地點：谷中　　採樣日期：100.04.07

當次高潮位時間：13:01　　當次低潮位時間：07:08　　潮位站：谷中　　潮位：☑漲 ☐退 ☐不適用

出海船隻名稱：希達號　　船長姓名：洪宇仁　　進出港口名稱：梧棲

進出港安檢站簽章：梧棲港 安檢所

樣品基質：☑海水 ☐河水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他＿＿＿＿　　天氣狀況　當日：☑晴☐陰☐雨；　前一日：☑晴☐陰☐雨；　前二日：☐晴☐陰☐雨

儀器使用校正及添加保存劑

1.pH 計/電極# 23/23 校正零點電位：【+11mV】【±25mV】校正斜率或%靈敏度：【58.6mV】【57.5mV】【-56~-61】【95~103%】pH=7.00 值確認：【7.02】

2.☑導電度計☐多功能水質檢測儀/電極# 7/7 電極係數【0.477】溫度係數【n L下】0.01N KCl 測值：【1436】μmho/cm 【1343~1483】

標準海水鹽度測值：【35.4】psu　3.溶氧計/電極# 5/5　溶氧儀之校正，空氣校正之斜率值：【0.86】，校正時溫度【24.0】℃

4.濁度計#＿＿　第二標準品濃度：【—】【—】【—】NTU　檢查讀值：【—】【—】【—】NTU

5.硫酸(A) RH00 3X-035　6.硝酸(B) RH00 27-04　7.NaOH(C)＿＿　8.醋酸鋅(D)＿＿

| 採樣點名稱 | 樣品編號 | 取樣深度 | 採樣方式 | 採樣時間 | 經度 度 | 經度 分 | 緯度 度 | 緯度 分 | pH (二重複差異≦0.1) | | 水溫 (℃) | 導電度 (mmho/cm) | 鹽度 (psi) | 溶氧量 mg/L | 溶氧量 % | 透明度/濁度 | 水深 (m) | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N11 | 00304 | 1 | 0 | 10:39 | 267 | 8213 | 188 | 24 | 8.169 | 8.169 | 22.9 | 52.7 | 34.6 | 6.93 | 96.1 | 85/8.4/8.5 | 21.6 | |
| (R) | | | | | | | | | (≦)8.171 | 8.171 | 22.9 | 52.8 | 34.7 | 6.95 | 96.5 | | | |
| N10 | 00303 | 1 | 0 | 12:13 | 269 | 2399 | 199 | 96 | 8.176 | 8.177 | 22.9 | 52.6 | 34.6 | 7.03 | 98.2 | 8.3/8.4/8.4 | 26.8 | |
| N7 | 00302 | 1 | 0 | 13:09 | 268 | 7604 | 200 | 21 | 8.164 | 8.166 | 22.5 | 52.7 | 34.6 | 7.00 | 97.2 | 4.5/4.4/4.5 | 8.1 | |

| 分析項目 | BOD | 大腸桿菌群 | 氨氮 | 總磷 | 葉綠素 a | SS | 重金屬 | 底泥重金屬 | 底泥粒徑 | 底泥鋁 | 底泥總有機物 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 添加保存劑 | - | - | A | A | - | - | B | - | - | - | - | | | | | | |
| 容器容積 | P3L/1L | 無菌袋 | P1L | G0.5L | P1L | P3L | P5L/2L | P 袋 | P 袋 | P 袋 | P 袋 | | | | | | |
| 樣品合計總數 | 5 | 5+1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | | | |

採樣人員：蔣嘉玨、王俊賢　　協助採樣人員：＿＿＿＿

備註：1.天氣、漲退請記✓。 2.水體中如有臭味漂浮物油脂或附近堆置垃圾，都請在此備註欄註明。 3.潮位請記錄以何處潮位站爲準。 4.使用試劑請填代號如 A、B 等。
5.採樣方式：單一樣品請填代號 O，混合樣品請填 M。 6.容器容積請填寫材質及容量。 7.pH 計校正確認合格範圍：±0.05；標準海水鹽度合格參考範圍：【34.3~35.7】
8.溶氧儀斜率合格參考範圍：【0.6~1.25】 9.進出港安檢站簽(蓋)章僅供出海證明用，對表內其他所填寫校正檢測數據均不具效力。

主任：　　採樣負責人：王俊賢 100.04.07 蔣嘉玨 100.04.07　　記錄人員：蔣嘉玨 100.04.07　　第 1 頁/共 2 頁

# 現場採樣/量測分析紀錄表

| | | | |
|---|---|---|---|
| 計畫名稱：臨港 | 季(月)：100年4月 | 採樣地點：台中 | 採樣日期：100.04.07 |
| 當次高潮位時間：13:01 | 當次低潮位時間：07:08 | 潮位站：台中 | 潮位：☑漲 ☑退 ☐不適用 |
| 出海船隻名稱：大漁二号 | 船長姓名：劉建民 | 進出港口名稱：台中 | 進出港安檢站簽章 |

樣品基質：☑海水 ☐河水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他＿＿＿＿　天氣狀況：當日：☑晴☐陰☐雨；前一日：☑晴☐陰☐雨；前二日：☐晴☑陰☐雨

儀器使用校正及添加保存劑

1.pH 計/電極#＿/＿ 校正零點電位：【　】【±25mV】校正斜率或%靈敏度：【　】【　】【-56~-61】【95~103%】pH=7.00 值確認：【　】

2.☐導電度計☐多功能水質檢測儀/電極#＿/＿電極係數【　】溫度係數【　】0.01N KCl 測值：【　】μmho/cm【1343~1483】

標準海水鹽度測值：【　】psu 3.溶氧計/電極#＿/＿溶氧儀之校正，空氣校正之斜率值：【　】，校正時溫度【　】℃

4.濁度計#＿＿＿ 第二標準品濃度：【　】【　】【　】NTU 檢查讀值：【　】【　】【　】NTU

5.硫酸(A)＿＿＿＿ 6.硝酸(B)＿＿＿＿ 7.NaOH(C)＿＿＿＿ 8.醋酸鋅(D)＿＿＿＿

| 採樣點名稱 | 樣品編號 | 取樣深度 | 採樣方式 | 採樣時間 | 緯度 度 | 緯度 分 | 經度 度 | 經度 分 | pH (二重複差異≤±0.1) | | 水溫 (℃) | 導電度 (mmho/cm) | 鹽度 (psu) | 溶氧量 mg/L | 溶氧量 % | 透明度/濁度 (透明度) | 水深 (m) | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N6 | 00201 | 1 | 0 | 16:05 | 23 | 50.1 | 119 | 43.6 | 8.117 | 8.119 | 22.9 | 52.6 ms | 34.5 | 7.11 | 99.3 | 5.5/5.4/5.5 | | |
| N5 | 00200 | 1 | 0 | 16:27 | 23 | 46.1 | 119 | 40.7 | 8.222 | 8.222 | 23.3 | 49.0 ms | 31.9 | 7.12 | 100.1 | 4.5/4.2/4.4 | | |

| 分析項目 | BOD | 大腸桿菌群 | 氨氮 | 總磷 | 葉綠素 a | SS | 重金屬 | 底泥重金屬 | 底泥粒徑 | 底泥鋁 | 底泥總有機物 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 添加保存劑 | - | - | A | A | - | 同 | B | 同 | - | 同 | - | | | | | |
| 容器容積 | P3L/1L | 無菌袋 | P1L | G0.5L | P1L | P3L | P5L/2L | P袋 | P袋 | P袋 | P袋 | | | | | |
| 樣品合計總數 | | | | | | | | | | | | | | | | |

採樣人員：蔣為玫、王修賢　　協助採樣人員：＿＿＿＿

備註：1.天氣、漲退請記✓。 2.水體中如有臭味漂浮物油脂或附近堆置垃圾，都請在此備註欄註明。 3.潮位請記錄以何處潮位站爲準。 4.使用試劑請填代號如 A、B 等。
5.採樣方式：單一樣品請填代號 O，混合樣品請填 M。 6.容器容積請填寫材質及容量。 7.pH 計校正確認合格範圍：±0.05；標準海水鹽度合格參考範圍：【34.3~35.7】
8.溶氧儀斜率合格參考範圍：【0.6~1.25】 9.進出港安檢站簽(蓋)章僅供出海證明用，對表內其他所填寫校正檢測數據均不具效力。

主任：　　採樣負責人：王修賢 1000407 蔣為玫 1000407　記錄人員：蔣為玫 1000407　第 2 頁/共 2 頁



附 5-2

# 現場採樣/量測分析紀錄表

計畫名稱：鄰港　季(月)：100年10月　採樣地點：台中　採樣日期：100/10/10　進出港安檢站簽章

當次高潮位時間：　當次低潮位時間：　潮位站：台中　潮位：☑漲 ☑退 ☐不適用

出海船隻名稱：芬達號　船長姓名：洪宇仁　進出港口名稱：梧棲

樣品基質：☑海水 ☐河水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他＿＿＿＿　天氣狀況　當日：☑晴☑陰☐雨；前一日：☑晴☐陰☐雨；前二日：☑晴☐陰☐雨

梧棲漁港安檢 100.10.10

儀器使用校正及添加保存劑

1.pH 計/電極#23/23 校正零點電位：【-13】【±25mV】校正斜率或%靈敏度：【-58.7】【-57.3】【-56~-61】【95~103%】pH=7.00 值確認：【7.00】

2.☑導電度計☐多功能水質檢測儀/電極#7/7 電極係數【8.480】溫度係數【nLF】0.01N KCl 測值：【145>】μmho/cm【1343~1483】

標準海水鹽度測值：【35.0】psu　3.溶氧計/電極#8/8　溶氧儀之校正，空氣校正之斜率值：【0.81】，校正時溫度【32.3】℃

4.濁度計#＿＿　第二標準品濃度：【＿＿】【＿＿】【＿＿】NTU　檢查讀值：【＿＿】【＿＿】【＿＿】NTU

5.硫酸(A)RH00JY-048　6.硝酸(B)RH00JJ-054　7.NaOH(C)＿＿＿＿　8.醋酸鋅(D)＿＿＿＿

| 採樣點名稱 | 樣品編號 | 取樣深度 | 採樣方式 | 採樣時間 | 緯度 | | 經度 | | pH (二重複差異≤±0.1) | | 水溫(℃) | 導電度(mmho/cm) | 鹽度(psu) | 溶氧量 | | 透明度/濁度(NTU) | 水深(m) | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 度 | 分 | 度 | 分 | | | | | | mg/L | % | | | |
| N11 | 01185 | 1 | 0 | 10:55 | 24 | 12.384 | 120 | 24.007 | 8.114 | 8.114 | 26.4 | 51.3 | 33.7 | 6.25 | 89.1 | 8.4/8.5/8.5 | 22.0 | |
| | | | | | | | | | | | 26.2 | 51.4 | 33.8 | 6.26 | 89.2 | | | |
| N10 | 01184 | 1 | 0 | 12:28 | 24 | 20.074 | 120 | 30.918 | 8.113 | 8.113 | 26.5 | 51.8 | 34.1 | 5.73 | 85.3 | 8.3/8.4/8.4 | 27.0 | |
| N7 | 01183 | 1 | 0 | 13:10 | 24 | 17.486 | 120 | 31.059 | 8.131 | 8.131 | 26.5 | 51.9 | 34.2 | 5.57 | 82.7 | 4.5/4.4/4.5 | 6.1 | |

| 分析項目 | BOD | 大腸桿菌群 | 葉綠素 | 總磷 | 氨氮 | SS | 重金屬 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 添加保存劑 | — | — | | A | — | — | B |
| 容器容積 | P3L | — | P1L | G0.5L | P1L | P3L | P5+2L |
| 樣品合計總數 | 5 | 5+1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

採樣人員：蔣為玩、鄧志成　協助採樣人員：＿＿＿＿

備註：1.天氣、漲退請記✓。 2.水體中如有臭味漂浮物油脂或附近堆置垃圾，都請在此備註欄註明。 3.潮位請記錄以何處潮位站爲準。 4.使用試劑請填代號如 A、B 等。
5.採樣方式：單一樣品請填代號 O，混合樣品請填 M。 6.容器容積請填寫材質及容量。 7.pH 計校正確認合格範圍：±0.05；標準海水鹽度合格參考範圍：【34.29~35.69】
8.溶氧儀斜率合格參考範圍：【0.6~1.25】 9.進出港安檢站簽(蓋)章僅供出海證明用，對表內其他所填寫校正檢測數據均不具效力。

主任：高 100.10.13　採樣負責人：蔣為玩 100.10.10　記錄人員：蔣為玩 100.10.10



修訂/1000318　發行/1000401　第 3.2 版　核准/檢驗室主任

附 5-3

# 現場採樣/量測分析紀錄表

計畫名稱：鄭洲　季(月)：100年10月　採樣地點：台南　採樣日期：100.10.10　進出港安檢站簽章

當次高潮位時間：　當次低潮位時間：　潮位站：　潮位：☑漲 ☐退 ☐不適用

出海船隻名稱：大聯二號　船長姓名：劉建民　進出港口名稱：台南

樣品基質：☐海水 ☐河水 ☐底泥 ☐土壤 ☐其他＿＿＿＿　天氣狀況：當日：☐晴☐陰☐雨； 前一日：☐晴☐陰☐雨； 前二日：☐晴☐陰☐雨

儀器使用校正及添加保存劑

1.pH 計/電極#＿/＿ 校正零點電位：【　】【±25mV】校正斜率或%靈敏度：【　】【　】【-56~-61】【95~103%】pH=7.00 值確認：【　】

2.☐導電度計☐多功能水質檢測儀/電極#＿/＿ 電極係數【　】溫度係數【　】0.01N KCl 測值：【　】μmho/cm 【1343~1483】

標準海水鹽度測值：【　】psu 3.溶氧計/電極#＿/＿ 溶氧儀之校正、空氣校正之斜率值：【　】，校正時溫度【　】℃

4.濁度計#＿＿＿ 第二標準品濃度：【　】【　】【　】NTU 檢查讀值：【　】【　】【　】NTU

5.硫酸(A)＿＿＿＿ 6.硝酸(B)＿＿＿＿ 7.NaOH(C)＿＿＿＿ 8.醋酸鋅(D)＿＿＿＿

| 採樣點名稱 | 樣品編號 | 取樣深度 | 採樣方式 | 採樣時間 | 緯度 | | 經度 | | pH (二重複差異≤±0.1) | 水溫 (℃) | 導電度 (mmho/cm) | 鹽度 (psu) | 溶氧量 | | 透明度/濁度 (cm) | 水深 (m) | 備註 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 度 | 分 | 度 | 分 | | | | | mg/L | % | | | |
| N6 | 01182 | 1 | 0 | 14:50 | 24 | 16.443 | 120 | 29.067/8.191 | 8.191 | 25.9 | 52.0 | 34.3 | 5.46 | 81.1 | 5.4/5.5/5.4 | | |
| N5 | 01181 | 1 | 0 | 15:10 | 24 | 14.724 | 120 | 29.708/8.173 | 8.173 | 25.6 | 51.9 | 34.1 | 5.32 | 78.8 | 4.4/4.3/4.4 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分析項目 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 添加保存劑 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 容器容積 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 樣品合計總數 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

採樣人員：蔣為玟、郭丞佑　協助採樣人員：＿＿＿＿

備註：1.天氣、漲退請記✓。 2.水體中如有臭味漂浮物油脂或附近堆置垃圾，都請在此備註欄註明。 3.潮位請記錄以何處潮位站爲準。 4.使用試劑請填代號如 A、B 等。 5.採樣方式：單一樣品請填代號 O，混合樣品請填 M。 6.容器容積請填寫材質及容量。 7.pH 計校正確認合格範圍：±0.05；標準海水鹽度合格參考範圍：【34.29~35.69】 8.溶氧儀斜率合格參考範圍：【0.6~1.25】 9.進出港安檢站簽(蓋)章僅供出海證明用，對表內其他所填寫校正檢測數據均不具效力。

主任：高 100/10/13　採樣負責人：蔣為玟 100/10/10　記錄人員：蔣為玟 100/10/10



修訂/1000318　發行/1000401　第 3.2 版　核准/檢驗室主任

附 5-4

# 附錄六 臺中港初步溫鹽分析評估表

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中國 | Changshu 江蘇常熟 | 33.34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Changzhou 江蘇常州 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Chiwan 廣東赤灣 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Dairen=Dalian 遼寧大連 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Dandong 遼寧丹東 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Fuzhou=Foochow 福建福州 | 22.1-30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Guangzhou 廣東廣州 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Hong Kong 香港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Huangpu 廣東黃埔 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Huizhou 廣東惠州(惠陽) | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Humen 廣東虎門 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Jiangyin 江蘇江陰 | 22.1-30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Jiaxing 浙江嘉興 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Lanshan 山東嵐山 | 14.4 | N | 1 | WPB | N | 2 | 3 |
| 中國 | Lianyungang 江蘇連雲港 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Macao 澳門 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Maoming 廣東茂名 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 中國 | Nantong 江蘇南通 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Ningbo 浙江寧波 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Ningde 福建寧德 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Qindao 青島 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Qinhuangdao 河北秦皇島 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Quanzhou 福建泉州 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Rizhao 山東日照(石臼) | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Shanghai 上海 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Shantou=Swatow 廣東汕頭 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Shekou 廣東蛇口 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Taicang 江蘇太倉 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Taizhou 江蘇泰州 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Taizhou 浙江台州 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Tianjin=Tientsin 天津 | 14.4-24.6 | N | 1 | WPB | N | 2 | 3 |
| 中國 | Wenzhou 浙江溫州 | 29.8 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中國 | Xiamen=Amoy 福建廈門 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Xiuyu 福建秀嶼 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Yangpu 海南洋浦 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 中國 | Yangzhou 江蘇楊州 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Yantai=Chefoo 山東煙臺 | 28.5 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Yantian 廣東鹽田 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Zhangjiagang 江蘇張家港 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Zhangzhou 福建漳州 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Zhanjiang 廣東湛江 | 33-34 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 中國 | Zhenjiang 江蘇鎮江 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 中國 | Zhoushan 浙江舟山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 中國 | Zhuhai 廣東珠海 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 巴布亞新幾內亞 | Vanimo 溫尼眸 | 35-36 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 巴西 | Paranagua, PR 巴拉拉瓜 | 18.2-24.6 | N | 1 | ESA | Y | 3 | 4 |
| 巴西 | Rio de Janeiro, RJ 里約熱內盧 | 30.9 | Y | 3 | ESA | Y | 3 | 6 |
| 巴西 | Rio Grande 里約格蘭 | 36-37 | N | 2 | ESA | Y | 3 | 5 |
| 巴西 | Santos, SP 聖多斯 | 17-20.8 | N | 1 | ESA | Y | 3 | 4 |
| 巴西 | TUBARAO 土拔瑞歐 | 30.9-34.8 | Y | 3 | WAR | N | 2 | 5 |
| 巴拿馬 | BALBOA 巴波亞 | 22.1 | N | 1 | WAR | N | 2 | 3 |
| 巴拿馬 | CRISTOBAL 克里斯多波 | 22.1 | N | 1 | WAR | N | 2 | 3 |
| 巴基斯坦 | KARACHI 喀拉蚩 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 日本 | ABOSHI 阿布希 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | AKITA, AKITA 秋田 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | AMAGASAKI, HYOGO 尼崎 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | ATSUMI, AICHI 寇見 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | CHIBA 千葉 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | CHITA 知多 | 23.4-30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | FUKUYAMA, HIROSHIMA 福山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | FUNABASHI, CHIBA 船橋 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | HAKATA, FUKUOKA 博多 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | HAKODATE 函館 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | HIBIKINADA 喜必 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | HIGASHIHARIMA,東播島 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | HIKARI 光 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | HIROHATA 喜若哈達 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |

附 6-3

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 日本 | HIROSHIMA 廣島 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | ISHIGAKI, OKINAWA 石垣 | 34-35 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 日本 | ISHIKARI 石狩 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | ISHINOMAKI, MIYAGI 石巻 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | KAGOGAWA 加古川 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KAGOSHIMA,鹿兒島 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KAINAN, WAKAYAMA 開南 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KAMAISHI, IWATE 斧石 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | KANDA, FUKUOKA 神田 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KANOKAWA 卡漏卡瓦 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KAOSHIMA 卡歐西瑪 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | KASHIMA, IBARAGI 卡西瑪 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | KAWASAKI, KANAGAWA 川崎 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KIMITSU 齊米粗 | 24.6-30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KINUURA 齊努阿 | 11.8 | N | 1 | TJR | Y | 3 | 4 |
| 日本 | KOBE, HYOGO 神戶 | 22.1-32.2 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KOKURA, FUKUOKA 小倉 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KUDAMATSU,下松 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KURE, HIROSHIMA 吳港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KUROSAKI, FUKUOKA 墨崎 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | KOBE, HYOGO 神戶 | 22.1-32.2 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KOKURA, FUKUOKA 小倉 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KURE, HIROSHIMA 吳港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KUROSAKI, FUKUOKA 墨崎 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | KOBE, HYOGO 神戶 | 22.1-32.2 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KOKURA, FUKUOKA 小倉 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | KURE, HIROSHIMA 吳港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | NAKAGUSUKU, OKINAWA 中城 | 34-35 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 日本 | NAMIKATA 愛媛 | 25.9 | N | 2 | TJR | Y | 3 | 5 |
| 日本 | NANAO, ISHIKAWA 七尾港 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | NAOETSU KO 直江津港 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | NAOSHIMA 內西瑪 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | NIIGATA, NIIGATA 新瀉 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | NIIHAMA, EHIME 新居濱港 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | OITA 大分港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 日本 | OKINAWA, OKINAWA 琉球 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | OSAKA, OSAKA 大阪 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SAGANOSEKI, OITA 佐賀關 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SAKAI, OSAKA 界(阪井) | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SAKAIDE, KAGAWA 撒給地 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SAKAIMINATO, TOTTORI 撒給米那投 | 34-35 | N | 2 | WPB | N | 2 | 4 |
| 日本 | SAKAISENBOKU 森布庫 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SENDAI, KAGOSHIMA 川內 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SHIMIZU 清水 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | SHIMOTSU 下津 | 14.4 | N | 1 | TJR | Y | 3 | 4 |
| 日本 | SHIOGAMA 鶴釜 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | TAKASAGO 高砂 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | TOBATA, FUKUOKA 戶沺 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | TOKUYAMA, YAMAGUCHI 德山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | TOKYO, TOKYO 東京 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | TOMAKOMAI,占小牧 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 日本 | TOYOHASHI,托約哈西 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | TSUKUMI, OITA 津久見 | 34-35 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | WAKAMATSU, 若松港 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 日本 | YOKKAICHI, MIE 四日市 | 24.6 | N | 2 | TJR | Y | 3 | 5 |
| 日本 | YOKOHAMA, KANAGAWA 橫濱 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 以色列 | ASHDOD 阿悉達 | 29.8 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 以色列 | HAIFA 海法 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 加拿大 | VANCOUVER, BC 溫哥華 | 11.8-20.8 | N | 1 | EPB | N | 2 | 3 |
| 北韓 | CHUNG JIN 昌進,清津 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 北韓 | HUNGNAM 興南 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 北韓 | NAMPO 南浦 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 北韓 | SONG RIM 松林 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 尼加拉瓜 | CORINTO 科林沱 | 30.9 | Y | 3 | EPR | N | 2 | 5 |
| 伊朗 | BANDAR ABBAS 阿巴市 | 32.2 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | BALIKPAPAN,巴里巴板 | 11.8-24.6 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 印尼 | BANDJARMASIN 馬辰 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | BELAWAN, SUMATRA 百拉萬 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 印尼 | BITUNG 百通 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | BONTANG 邦坦 | 27.2 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 印尼 | JAKARTA, JAVA 雅加達 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | LHOKSUMAWE, SUMATRA 洛克沙馬尾 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | MAKASSAR 錫江 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | MERAK, JAVA 莫瑞克 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | PANJANG 潘將 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | PONTIANAK KALIMANTAN 坤甸 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 印尼 | SAMARANG 三寶瓏 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | SAMARINDA 三馬林達 | 5.4-15.7 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 印尼 | SAMPIT 三皮特 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | SURABAYA, JAVA 泗水 | 25.9 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 印尼 | TANJUNG 坦匠 | 34-35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印尼 | TARAKAN 打拉根 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印度 | CALCUTTA 加爾各答 | 35-36 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 印度 | KAKINADA 卡基納達 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印度 | KANDLA 肯德拉 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印度 | MANGALORE 曼加羅 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 印度 | TUTICORIN 土底科林 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 西班牙 | BILBAO 畢爾包 | 30.9 | Y | 3 | EAB | N | 2 | 5 |
| 沙烏地阿拉伯 | AJMAN 阿茲曼 | 36-37 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 沙烏地阿拉伯 | DAMMAN 達曼 | 37.3 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 沙烏地阿拉伯 | JEDDAH 吉達 | 37.3 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 沙烏地阿拉伯 | JUBAIL 約拜耳 | 30.9-37.3 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 孟加拉 | CHITTAGONG 吉大港 | 34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 阿拉伯聯合大公國 | JEBEL ALI 傑貝阿里 | 39.3 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 阿根廷 | BAHIA BLANCA 布蘭加 | 30.9 | Y | 3 | SSA | N | 2 | 5 |
| 俄羅斯 | MAGADANSKY, PORT 馬加丹 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 俄羅斯 | MURMANSK 莫曼斯克 | 14.4 | N | 1 | WPB | N | 2 | 3 |
| 俄羅斯 | NAKHODKA 那科卡 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 俄羅斯 | VANINO 瓦里諾 | 24.6-30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 俄羅斯 | VLADIVOSTOK 海參威 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 俄羅斯 | VOSTOCHNY PORT 東方大港 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南非 | CAPETOWN 開普敦 | 30.9 | Y | 3 | SZAR | Y | 3 | 6 |
| 南非 | DURBAN 德班 | 30.9 | Y | 3 | SZAR | Y | 3 | 6 |
| 南非 | EAST LONDON 東倫敦 | 30.9 | Y | 3 | SZAR | Y | 3 | 6 |
| 南非 | RICHARDS BAY 理查灣 | 30.9 | Y | 3 | SZAR | Y | 3 | 6 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 南非 | SALDANHA BAY 沙丹亞灣 | 30.9 | Y | 3 | SZAR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | BUSAN 釜山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | DAESAN 大山 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南韓 | INCHEUN 仁川 | 27.2-30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南韓 | JEJU(CHEJU)濟州 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | KUNSAN 群山 | 24.6 | N | 1 | WPB | N | 2 | 3 |
| 南韓 | KWANGYANG 光陽 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | MASAN 馬山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | MOKPO 木浦 | 33-34 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南韓 | ONSAN 昂三 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | POHANG 浦項 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南韓 | PYEONGTAEK 派揚提克 | 30.9 | Y | 3 | WPB | N | 2 | 5 |
| 南韓 | SAMCHONPO 三千浦 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | ULSAN 蔚山 | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | WANDO 文度 | 33-34 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 南韓 | YEOSU 麗水(麗川) | 30.9 | Y | 3 | TJR | Y | 3 | 6 |
| 柬埔寨 | SIHANOUKBILLE 希哈諾克貝 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 科威特 | KUWAIT 科威特 | 36 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 美國 | ALBANY 奧巴尼 | 36-37 | N | 2 | WAB | N | 2 | 4 |
| 美國 | DESTREHAN,LA 新奧爾良 | 19.5 | N | 1 | CL | Y | 3 | 4 |
| 美國 | GUAM 關島 | 35-36 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 美國 | HOUSTON, TX 休士頓 | 37 | N | 1 | CL | Y | 3 | 4 |
| 美國 | KALAMA 克拉馬 | 34 | N | 2 | EPB | N | 2 | 4 |
| 美國 | LONG BEACH, CA 長堤 | 30.9 | Y | 3 | CAR | Y | 3 | 6 |
| 美國 | LONGVIEW 長景 | 34 | N | 2 | EPB | N | 2 | 4 |
| 美國 | LOS ANGELES, CA 洛杉磯 | 30.9 | Y | 3 | CAR | Y | 3 | 6 |
| 美國 | LOUISIANA 路易西安那 | 19.5 | N | 1 | CL | Y | 3 | 4 |
| 美國 | OAKLAND, CA 奧克蘭 | 30.9 | Y | 3 | EPB | N | 2 | 5 |
| 美國 | PORTLAND, ME 波特蘭 | 30.9 | Y | 3 | WAB | N | 2 | 5 |
| 美國 | SAN FRANCISCO, CA 舊金山 | 18.2 | N | 1 | EPB | N | 2 | 3 |
| 美國 | SEATTLE, WN 西雅圖 | 30.9 | Y | 3 | EPB | N | 2 | 5 |
| 美國 | TACOMA, WN 他科馬 | 30.9 | Y | 3 | EPB | N | 2 | 5 |
| 美國 | TEXAS CITY, TX 德克薩士 | 37 | N | 1 | CL | Y | 3 | 4 |
| 美國 | VANCOUVER, WN 溫哥華 | 34 | N | 2 | EPB | N | 2 | 4 |
| 美國 | WESTWEGO, LA 威斯衛哥 | 37 | N | 2 | CL | Y | 3 | 5 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 英國 | NEWCASTLE UPON TYNE 紐塞 | 18.2 | N | 1 | EAB | N | 2 | 3 |
| 埃及 | PORT SAID 塞得港 | 30.9 | Y | 3 | MAR | Y | 3 | 6 |
| 埃及 | SUEZ 蘇伊士 | 37.3 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 泰國 | BANGKOK 曼谷 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | KHANOM 卡怒 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | KOSICHANG 柯西嘉 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | LAEM CHABANG 利加班 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | MAP TA PHUT 美普他發 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | RAYONG 羅勇 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 泰國 | SRIRACHA 史里拉喳 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 烏克蘭 | NIKOLAYEV 廟街 | 5.4 | N | 1 | MAR | Y | 3 | 4 |
| 紐西蘭 | NAPIER 納皮爾 | 35 | N | 2 | TSMR | N | 2 | 4 |
| 紐西蘭 | NELSON 納爾遜 | 30.9 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 紐西蘭 | NEW PLYMOUTH 新普利穆斯 | 30.9-32.2 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 紐西蘭 | TAURANGA 陶蘭加 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 紐西蘭 | WELLINGTON 惠靈頓 | 30.9 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 紐西蘭 | WHANGAREI 晃加雷灣 | 35 | N | 2 | SAUR | Y | 3 | 5 |
| 馬來西亞 | BINTULU 平多羅 | 19.5 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 馬來西亞 | BUTTERWORTH 北海 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | KOTAKINABALU 高打肯南玻 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | KUANTAN 關丹 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | LABUAN HADJI, SABAH 納閩 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 馬來西亞 | LABUAN 拉布安 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 馬來西亞 | LAHAD DATU, SABAH 拉哈達土 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | MIRI, SARAWAK 米里 | 24.6-30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | PASIR GUDANG,巴色古丹 | 22.1-25.9 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 馬來西亞 | PENANG 檳城 | 34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | PORT KELANG 巴生港 | 24.6-30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 馬來西亞 | SANDAKAN, SABAH 山打根 | 23.4 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 馬來西亞 | TANJUNG PELEPAS 丹絨柏樂巴斯 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 荷蘭 | ROTTERDAM 鹿特丹 | 18.2 | N | 1 | EAB | N | 2 | 3 |
| 斐濟 | LAUTOKA 勞吐克 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 智利 | VALPARAISO 法耳巴拉索 | 30.9 | Y | 3 | WSA | Y | 3 | 6 |
| 菲律賓 | BACOLOD 巴柯洛德 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | BATAAN 八丹半島 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 菲律賓 | BATANGAS 八打雁 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | CEBU 宿務 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | DAVAO, MINDANAO 納卯 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | ILIGAN 伊利干 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | ILOILO, PANAY 怡郎 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | ISABELA 依沙貝拉 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | JASAAN 杰森 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | MANILA 馬尼拉 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | PULUPANDAN 普魯潘登 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | SUBIC BAY 蘇比克灣 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 菲律賓 | TABANGAO 塔班溝 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 越南 | CAMPHA 肯伐 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 越南 | Cat Lai 卡萊港 | 33-34 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 越南 | DA NANG 達南,峴港 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 越南 | HAIPHONG 海防 | 18.2 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 越南 | HOCHIMINH 胡志明,SAIGON | 1.6-30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 越南 | VUNG TAU 緬它 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 新加坡 | SINGAPORE 新加坡 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 獅子山 | PORT KEMBIA 肯比亞港 | 35-37 | N | 2 | EAB | N | 2 | 4 |
| 德國 | BREMERHAVEN 不萊梅港 | 9.3-13.1 | N | 1 | EAB | N | 2 | 3 |
| 緬甸 | RANGOON 仰光 | 33-34 | N | 1 | IWP | N | 2 | 3 |
| 澳洲 | BRISBANE 布里斯本 | 35 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | BUNBURY, WA 本伯利 | 29.8-30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | CAPE FLATTERY 開普福特瑞 | 35 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | DAMPIER 丹皮爾 | 28.5 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | FREMANTLE, WA 佛利曼特 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | GEELONG, VI 基朗 | 33.5 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | GERALDTON, WA 基拉頓 | 35 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | HAYPOINT, QL 海角 | 35 | N | 2 | SAUR | Y | 3 | 5 |
| 澳洲 | HOBART, TS 荷巴特 | 30.9 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | KWINANA, WA 卡那那 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | MACKAY, QL 美凱 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | MELBOURNE,VI 墨爾本 | 32.2 | Y | 3 | TSMR | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | NEWCASTLE, NS 紐塞(新堡) | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | ONSLOW, WA 昂斯羅 | 35 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |

| 國家 | 港口 | 鹽度 | 鹽度是否吻合 | 鹽度風險程度 | 溫度 | 溫度是否吻合 | 溫度風險程度 | 總風險程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 澳洲 | PORT ADELAID 阿得雷得港 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | PORT ALMA 奧爾馬港 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | PORT HEDLAND 黑德蘭港 | 30.9 | Y | 3 | IWP | N | 2 | 5 |
| 澳洲 | PORT KEMBLA, NS 坎布拉港 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | SHARK BAY, WA 鯊灣 | 35 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | SYDNEY, NS 雪梨 | 30.9 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |
| 澳洲 | TOWNSVILLE, QL 敦士維 | 35 | N | 2 | IWP | N | 2 | 4 |
| 澳洲 | WHYALLA 懷亞力 | 20.9-34.8 | Y | 3 | SAUR | Y | 3 | 6 |

# 附錄七 臺中港五項評估因子積分表

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94 年度 | | | | | | | | | | | | | |
| ACE HANA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | NEW LUCKY VI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ANNETTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW NANJING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ANTARES | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | NING HUA 416 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| APOLLON I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NOBLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AUTO ATLAS | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | NORSEA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BEAUTY | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | OCEAN ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BEAUTY | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | OCEAN QUEEN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BELNOR | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | PELICAN ARROW | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE HAWK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PHU MY | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE MOON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PINE HOPE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BUM SHIN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PONG YUE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BUNGA MELATI DUA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | PRINCE NO.1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CAPE CANAVERAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | QIN TAI 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHANG DA 216 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | RAVEN ARROW | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHANG SHIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICH OCEAN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG XIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICKMERS TOKYO | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHENG LU 7 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | ROBERTO RIZZO | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | ROYAL PIONEER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CITY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ROYAL TOPAZ | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| COSMO GLORY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SAKURA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CRYSTAL RAY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAMHO FAMILY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DA JIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SEA EAGLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA SHEN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SEA TAXI-2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DERYOUNG SHINESTONE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SHENG CHANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SKY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SHENG YUAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DERYOUNG SPRING | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DONG FA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SIAM SRIWATANA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SINO PIONEER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DUCKY SENIOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SINO SMART | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DUCKY SPIRIT | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SKYTEC | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EAGLE ARROW | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SONG HOA-1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EAST GLORY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SOUTHERN ORCHIS | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EASTERN GOODWILL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SPRING BREEZE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN LIBERTY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SPRING URSA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EUGENIA B. | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EVER ABLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STOLT KIKYO | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER ALLY | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUN CHALLENGER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| F.CAMELLIA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUN ROYAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FONG YIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNRISE SAKURA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA CONTAINER NO.1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNTEC | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| FU CHUN | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | TAI SHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FUJIGAWA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TEAM ACTINIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| GEMMY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | THOR GUARDIAN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GERBERA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | TIAN LONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA EAGLE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TIAN REN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GINGA KITE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TIAN XIU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GINGA LANNER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TIMBER TRADER IX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA LION | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TIMBER TRADER VIII | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA SAKER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TO SONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLOBAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TS KAOHSIUNG | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GLORIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TUNG MOU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GLORY D | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI ANGEL | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| GLORY WISDOM | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI ASSENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN CHEMICAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI POPULAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN CLOUD | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | UNI-ACTIVE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GOLDEN MERCHANT | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | UNI-CHART | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GRANDE NAPOLI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | UNI-CONCORD | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HAI FENG SHAN | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-CROWN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HANSA CENTAUR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ORIENT | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| HANSA CENTAUR | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | UNI-PACIFIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAPPY CLOUD | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | UNI-PROBITY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAPPY CLOUD | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | UNIVERSAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HATSU PRIMA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | VIEN DONG 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HITEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | VIOLET ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HOEGH TROPICANA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | VN SAPPHIRE | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| HONG YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VOC ROSE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HONGXIANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 202 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HOSEI PEARL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 207 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HUAL OCEANIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 215 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TOKYO | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 223 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TRAMPER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 233 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TRANSIT | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 235 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TREKKER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 262 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUAXIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 265 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JI MEI DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WANG SHU | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| JI XIANG SHAN | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | WHITE CATTLEYA 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| JI XIANG XING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WOO HWANG | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| JIN CHEN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WOO JONG | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| JUI TAI NO.3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIANG DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JUNIPER PIA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XIANG XING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KAI YUAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XOH PAEK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| KISOGAWA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YANG BING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO FU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YE DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO TAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM FUKUOKA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| LAUREL GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YM HAI PHONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LIN YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM MOJI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCKY DIAMOND | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM PEARL RIVER I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MAERSK TAIKI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | YM QINGDAO I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MARITIME GISELA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | YONG CAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MATSUKAZE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YONG DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MEGAH TIGA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YT VENUS | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| MORNING SAPPHIRE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | ZHOU SHAN 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| NAN TAI 31 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZI JIN SHAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| NEW LUCKY II | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZO KWANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| 95 年 | | | | | | | | | | | | | |
| ALAS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | LUCKY WINNER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AN FENG 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MATSUKAZE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ANNA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MORNING SAPPHIRE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ASIAN SPIRIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NAN TAI 31 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ASTRO VENUS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NEPTUNE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ATHENA I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW LUCKY III | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ATLANTIC SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NO.3 GREEN PIONEER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| AUTO ATLAS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NOBLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BAO HONG 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BARBAROSSA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN BEYOND | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BBC SHANGHAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE OCEAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORAM PALACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PANGANI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PEGASUS DIAMOND | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BM1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PERMAI VI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW CECIL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PHOENIX II | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BOW HERON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PHU MY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW LADY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PINE PIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW PILOT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PONG YUE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW WAVE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | QIAN LI SHAN 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BRAVE PESCADORES | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | QIN TAI 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BRIGHT FUTURE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICH MOUNTAIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BRIGHT SILVER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICH OCEAN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BUNGA MELATI 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RICKMERS HAMBURG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BUNGA MELATI 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAKURA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CAPE CANAVERAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO PHOENIX | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CENTURY LEADER NO.5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAMHO SNIPE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG AN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEA ROSE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG XIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEA TAXI-1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHENG LU 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEIJIN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHENG LU 10 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEIYO STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHIN CHUN | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SHENG CHANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHUN WEI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHENG HUI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHUN YEON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SHENG LI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CRANE ATLAS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHENG YUAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CRANE POSEIDON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHIN CHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SILVER ACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SONG HOA 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JIN LIN 9 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN ASIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DA SHEN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN CASTLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DAE HUNG 21 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN CLOVER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SPRING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN FLOWER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG FA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN JASMIN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN MERCURY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN TERA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUNRISE IRIS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EMU ARROW | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNRISE SAKURA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EROWATI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SYLVETTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ESPERANZA II | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI FAT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EVER ALLY | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | TAKIS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAY SON 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FENG YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TIAN XIU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FU CHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TIMBER DYNASTY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FU ZHOU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TIMBER TRADER XI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA COUGAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TO SONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA FALCON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TOMISHIMA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA KITE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TONG DA 568 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA LION | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TONG DA 58 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA SAKER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TONG DA 638 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA TIGER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TOYAKO | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| GLOBAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TRUST BUSAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLORY SUMMIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TUNG MOU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLORY WISDOM | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI ASSENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN GATE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI POPULAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN GRACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-ACTIVE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN KAORI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-ASSURE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GRANDE NAPOLI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PACIFIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GRANDE SICILIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PREMIER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GREEN OASIS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROBITY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROSPER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PRUDENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNISON EVER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAI FENG SHAN | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | UNIVERSAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HAI SHENG LONG | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | VERA 777 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANSA STRALSUND | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VIKING MERLIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HATSU PRIMA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VIRGO | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HERUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 207 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| HITEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 222 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HOEGH TRACER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 223 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| HOEGH TRANSIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 231 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HONG KONG STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 232 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HONG YUN NO.1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 233 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HONGXIANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 235 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HUA HANG 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | WAN HAI 262 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HUA RUI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 265 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HUAL ASIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WHITE CATTLEYA 12 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TRAMPER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WOO SEOK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HUAL TRANSPORTER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | XIN LONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HYDRA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN ZHOU 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JA MO SAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XING GUANG 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JH YOUNG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XING GUANG 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JI XIANG SHAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XING NING 88 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| JIAXIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YE DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN MIN JIANG 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YIN HAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN XIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM FUKUOKA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JO SYCAMORE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YM MOJI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JUNIPER PIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM PEARL RIVER I | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| KANG NAM 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM QINGDAO I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KIWI AUCKLAND | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YN GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KOTA HASIL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG CAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO TAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO YU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG FU STAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| LEPUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG XIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LILY GLORY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YT VENUS | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| LONG XING | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ZHEN FENG 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LONTEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ZHEN HUA 69 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCK STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZHOU SHAN 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCKY DIAMOND | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZO KWANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| 96 年 | | | | | | | | | | | | | |
| ADINESIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MEGAH DUA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AEGEAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MEGAH LIMA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AFRICAN HAWK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MILD LIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AKATSUKI MARU | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MING YUE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| AN FENG 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MIRANDA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ANDA NO.66 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NAN TAI 31 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ANSAC LEGACY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NEGOTIATOR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| AQUILA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW LUCKY IX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ARAMIS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW NANJING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ARGO CHEMIST | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NOVA ZENITH | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ARTEMIS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN BEYOND | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ASIA SYMPHONY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ASIAN SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ORAM BRICKS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ATALANTA 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ORIENT STAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ATHOS 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORIENTAL BLESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ATLAS SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORIENTAL GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AUTO ATLAS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ORIENTAL PROFIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AZALEA GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ORION DIAMOND | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BAIZO | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PACIFIC BRAVERY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BAO HONG 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PACIFIC BREEZE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BAO HONG 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PANAGIA TINOU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BAO HONG 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PEARL ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BENNY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PELOPONESIAN PRIDE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE CHEMI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PERMAI VI | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| BLUE LAKE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PHU MY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE MOON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PICES | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE OCEAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PORTHOS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE PEAK | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PRECIOUS RIVER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | QING HE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BM1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RATHA BHUM | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW DE FENG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RICH MOUNTAIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BOW OPHELIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RICH SPRING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BUNGA MELATI 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RICHSKY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CAPE CANAVERAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICKMERS HAMBURG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CEC CULEMBOURG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAGA EXPLORER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHAMPION | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAGA MORUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHANG AN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO PRINCE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG AN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO VICTORY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG DA 217 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SANKO ROSE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHANG SHIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SANTA MADDALENA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHEMROAD MEGA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SCUTUM | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHENG LU 10 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEA ROSE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHENG LU 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEIYO LUCKY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHIN CHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SHANGHAI PIONEER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHUN WEI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHENG HUI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CRANE OCEAN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHENG LI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JI | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 8 | SHIN CHUN | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| DA JIA | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | SPLENDOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA SHEN | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | SPRUCE GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SUNSHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STAR DOVER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DING HENG 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | STOLT ACHIEVEMENT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG FA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | STOLT AYAME | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUN ANGEL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DONG SHENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN CASTLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DONG YI | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUN DAISY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DUBAI AMBITION | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUN FORTUNE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN GOODWILL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN HONOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EASTERN KNIGHT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN JIN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN NEPTUNE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN NEPTUNE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN PARIS 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN PINE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN SPIRIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN ROYAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EISHU | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN VICTORY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EURO SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUNNY HAWK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER ABLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNRISE BEGONIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER APEX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNRISE LILAC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER GATHER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNTEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER GENERAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUPA BHUM | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EVER GIFTED | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI FAT | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| EVER GIVEN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI SHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EVER SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI XIANG 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FESCO TRADER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAURUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FILIPPA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | THOR ENERGY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | TIAN DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.5 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | TIAN LONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TIMBER WEALTHY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA CONTAINER NO.7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TONG DA 58 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TONG DA 638 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FRABANDARI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TONG MAO 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FRANCONIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TOUSYOU MARU | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FU CHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TS MOJI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FU YUAN 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TS TOKYO | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FU YUAN 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI ANGEL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FUJIGAWA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI ASSENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GAGASAN MELAKA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI PERFECT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GALAXY LEADER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI POPULAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GAYATRI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ACCORD | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GERBERA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-ACTIVE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA LANNER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-ADROIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLOBAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-AHEAD | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN FORTUNE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-AMPLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN GRACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-ARISE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN MERCHANT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ASPIRE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-CROWN | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| GRAND JADE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PACIFIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GRANDE NAPOLI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PHOENIX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GREEN CHEMI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PREMIER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GREEN FOREST | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROBITY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROMOTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROSPER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PRUDENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNIVERSAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| GUANG HUA 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VALERIY CHKALOV | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| GUO HONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VIRGO | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUO SHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 161 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUO XING 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 162 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUO XING 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 163 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUO XING 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 165 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAI YANG SHI YOU 882 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 202 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HALCYON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 203 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANSA CENTAUR | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | WAN HAI 205 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAO HANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 207 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAPPY CLOUD | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | WAN HAI 212 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HATSU PRIDE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 221 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HERMIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 222 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HITEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 223 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HOEGH TOKYO | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 225 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HOEGH TRANSIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 231 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HONG XIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 232 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HONG YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 233 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HOWA 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 235 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HUA HANG 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | WAN HAI 267 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HUA RUI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WEI HSING | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HUA SENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WHITE CATTLEYA 12 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HUAXIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WOO CHOON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HYDRA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIAO JIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| IASON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN HAI RONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ITAL GRACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN HAI ZHOU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JI XIANG SHAN | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | XIN ZHOU 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIAN HUA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | XING CHANG NO.6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIAN SHE 31 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | XING GUANG 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN HUA 98 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | XING GUANG 7 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN MIN JIANG 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XING NING 88 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN MIN JIANG 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XING SHUN | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| JIN TAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | X-PRESS TOWER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KANIVU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM CHAMPION | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO CHIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM FAHA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| KUO FU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO HSIUNG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM HEIGHTS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO TAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM MOJI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO YU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM PEARL RIVER I | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KYOTO TOWER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM SUBIC | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| LAN HAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM XIAMEN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LAUREL GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YM XINGANG 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LEPUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG CAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LI SHENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LIAO YUAN 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YT VENUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LIAO YUAN 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YT VENUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LIN YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZHONG HONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LT GENOVA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZHONG WEI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCKY BRIDGE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZHOU SHAN 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCKY DIAMOND | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ZI HONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MARINE GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ZO KWANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| MEGA CROWN NO.1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | | | | | | | |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 97 年 | | | | | | | | | | | | | |
| AEGEAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | LI HUA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| AN CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | LI SHENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AN CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | LIAN FENG | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 |
| AN FENG 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | LIAO YUAN 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ARGO CHEMIST | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | LONG HUA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ARO FOREST | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | LONTEC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ARUNI RICKMERS | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | LOUISA SCHULTE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ARUNI RICKMERS | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | M. KASHIMA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ASIA HK 26 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | M. KIMITSU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ASIA INNOVATOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MAERSK TIDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| ATALANTA 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | MAO XIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ATLANTIC SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MARINE ELITE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ATLAS SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MARINE GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BANDAI II | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MARINE PRIME | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BANDAI MARU | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MCP AMSTERDAM | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BAO HONG 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | MELVIN H.BAKER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BAO HONG 7 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | MING CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BBC VERMONT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | MIRANDA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BEAUTY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MS SOPHIE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BERMUDIAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NANJI STAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE MOON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NCC ARAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BLUE STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW NANJING | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BM1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEWTEC | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| BOW OPHELIA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | NO.1 DONG XIN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BRAVERY ACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NO.3 GREEN PIONEER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BUM YOUNG | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | OCEAN ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BUNGA MELATI 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | OCEAN TAIGA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BUNGA MELATI 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | ORA BHUM | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| CEC CRISTOBAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORIENTAL BLESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CENTURY SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORIENTAL GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CHANG DA 216 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | OUTSAILING 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG DA 217 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OW LAS PALMAS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG SHIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PACIFIC ENVOY | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| CHENG LU 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | PANAGIA TINOU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| CHENG LU 7 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | PARAN CHEMI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | PEARL ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CORAL HERO | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | PELOPONESIAN PRIDE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CORDELIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | PERMAI VI | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| COSMO STAR | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | PIRA BHUM | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| COSMO SUN | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | PLATTE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CRANE RODEM | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PORTHOS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CSC RISINGSUN | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | PROK | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DA BANG | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | QI LIN MEN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DA JI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RECIFE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JIA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | REFLECTION | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA JIN LIN 9 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | REWA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DA SHEN | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | RIM SU GOON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DE SHUN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ROSETTA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SUNFLOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | RUI HONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DL ROSE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SAEHAN BAYSTAR | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DONG FA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SAGA JOURNEY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAPPHIRE ACE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SC IRIS | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DONG RONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SC VENUS | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DONG SHENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEA ROSE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG TING HU | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SEA TAXI-2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DONG YI | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SEABOXER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DOVER STRAIT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SEIYO LUCKY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DUCKY SENIOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SETYAWATI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DUCKY SPIRIT | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SHENG CHANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EASTERN KNIGHT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 |
| EASTERN LIBERTY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SHOSEN MARU | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EASTERN NEPTUNE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SOUTHERN XIPHIAS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ELBE TRADER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SOUTHERN ZEBRA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EURO SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SPLENDID MOON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EUSTOMA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SPLENDOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| EVER ABLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SPRING AUSTER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER GENERAL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SS EXPRESS | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| EVER GUEST | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STOLT SUISEN | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EVER PEACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN ANGEL | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| EVER PEARL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN CHALLENGER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EVER POWER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN CLOVER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EVER PRIDE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUN GERANIUM | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FAIRWIND | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN GLORY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| FESCO TRADER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN ROYAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FIONA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN VENUS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FIRSTEC | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUNNY FALCON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA CONTAINER NO.2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI FAT | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| FORMOSA CONTAINER NO.5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TAI XIANG 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | THOUSAND SUNNY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FORMOSA CONTAINER NO.8 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | TIAN ZHU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA SIXTEEN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | TOKYO TOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| FRABANDARI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | TONG DA 638 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FRANCONIA | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 | TONG MAO 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FU CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | TS OSAKA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GATHER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | TY PLUM | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| GINGA PANTHER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI ANGEL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLOBAL SPIRIT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI ARDENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GOLDEN MERCHANT | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | UNI ARDENT | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 |
| GOLDEN ORIENT | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI ASSENT | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| GRAND JADE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI PERFECT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GREEN FOREST | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ACCORD | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GUANG HUA 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ACTIVE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GUANG HUA 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ADROIT | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GUANG HUA 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-AHEAD | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ASSURE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUANG HUA 8 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-CROWN | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| GUO HONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PACIFIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUO XING 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PATRIOT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HALCYON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PHOENIX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANSA CENTAUR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROBITY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANSA RAVENSBURG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PROMOTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAO HANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PRUDENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAPPY CLOUD | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | VERONA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| HATSU PRIMA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 161 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HAWAIIAN EYE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 162 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HOEGH MANILA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 163 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HOEGH TRANSIT | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 165 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HOEGH TROOPER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 202 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HON CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 203 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HONG SHENG 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 205 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HONG XIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 207 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HONG YANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 221 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HOU RI 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 222 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA HANG 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 223 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA RUI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 225 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HYDRA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 231 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| IBUKI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 232 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| IRENES RELIANCE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 233 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| IRENES REMEDY | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 235 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ITAL GRACE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 261 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ITAL OTTIMA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WEI HSING | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| JI XIANG SHAN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WOO MIN | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| JIAN HUA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WOOLIM DRAGON 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| JIAXIANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WOOYANG ACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIE HENG | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WOOYANG TRIUMPH | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| JIN HAI YUAN | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | WOOYANG VICTORY | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JIN HUA 98 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | XIAO JIANG | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| JIN KOREA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XIN FU HAI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| JIN MIN JIANG 16 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN FU STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JIN YUAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN HAI RONG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JISONG 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIN HAI ZHOU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| JL BRAVE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XING CHANG NO.6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KANIVU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XING GUANG 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KIWI AUCKLAND | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | XING GUANG 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KOTA TERAJU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XING HUA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| KUO CHIA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YING XIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO FU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM EARTH | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO FU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YM FAHA | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 10 |
| KUO HSIUNG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM SUBIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO TAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG CAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO YU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG DA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO YU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YONG XIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KYOTO TOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YUE HENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LARASATI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | ZHEN WEI 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| LAUREL GALAXY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ZO KWANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LAUSANNE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | | | | | | | |
| 98 年 | | | | | | | | | | | | | |
| AEGEAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | MELVIN H.BAKER | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| ALGERIAN EXPRESS | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 | MI LAN | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| AN PING | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | MING CHUN | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| ARABIAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | NEW LUCKY II | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ARGO CHEMIST | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | NINA RICKMERS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| ASIA HK 26 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | OCEAN LALA | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| ASUKA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | OCEAN VENTURE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| ATLAS SHINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | ORIENTAL BLESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| AWAJI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ORIENTAL GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BANDAI II | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | PERMAI VI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BEAUTY | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | PHOENIX II | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| BELLA | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | PROK | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BERMUDIAN EXPRESS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RAMBLE CLOUD | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE MOON | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | RICH OCEAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BLUE STAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | RICH SPRING | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BO DUN 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | RICHSEA OIL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BO HAI | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | RICKMERS DALIAN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| BRIGHTOIL 668 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | RICKMERS SHANGHAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| BRONCO | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | RUN JIU 6 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| BUSY BEE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAKURA HARMONY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CAI XIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO BERYL | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHANG CHUN TENG | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAMHO JADE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHANG DA 217 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO ONYX | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CHANG SHIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO PRINCE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHANG SHIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO RUBY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHENG LU 15 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SAMHO SNIPE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| CHIN CHUN | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | SAMHO SUNSTONE | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| CORDELIA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SAMHO TOPAZ | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| COSCO STAR | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | SAN CLEMENTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| CSC BRAVE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SEA ACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DA BANG | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 | SEABOXER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DA JIA | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 8 | SETYAWATI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| DA SHEN | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 8 | SHENG LI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DAYOCHANG | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | SHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SHINESTONE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SHIN CHUN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SPRING | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SHUN AN XING | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| DERYOUNG SUNFLOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SHUN FA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DERYOUNG SUNRISE | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | SONGA FALCON | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DL SUNFLOWER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SOUTHERN SEAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DONG HANG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SPEEDY BEST | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 |
| DONG YI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SPRING BREEZE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| DYNAMIC EXPRESS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SPRING ZEPHIR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER ABLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STAR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER ALLY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STOLT DISTRIBUTOR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER APEX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | STOLT LILY | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EVER FORTUNE | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | STOLT MEGAMI | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER HARVEST | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SUN CLOVER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| EVER PEACE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN DIANA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER PEARL | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN GERANIUM | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER POWER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUN INVESTOR | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER PRIDE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUN JUPITER | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER PRIMA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUN LAUREL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| EVER WISDOM | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | SUN MERCURY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FAR EAST CHEER | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | SUN ROYAL | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FAR EAST GRACE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | SUNRISE LILAC | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FENG SOON 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | SUNSHINE | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FENG ZE 16 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNSHINE SKY | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA CONTAINER NO.5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | SUNTEC | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA CONTAINER NO.6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUPER SUN | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| FORMOSA CONTAINER NO.8 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | SUPERSTAR AQUARIUS | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| FORMOSA TWELVE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | SURPLUS | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FPMC CONTAINER 10 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | TOKYO TOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| FPMC CONTAINER 6 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | TONG MAO 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FPMC CONTAINER 8 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | TONG MAO 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 |
| FRANCONIA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 | TS KEELUNG | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| FU CHUN | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | TS SHENZHEN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FU KUO HSIN NO.6 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | TS TAICHUNG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FU TAI | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | UNI ASSENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| FUTURE ACE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | UNI PERFECT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GARNET | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI POPULAR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GINGA MERLIN | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI PROBITY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GLOBAL EMINENCE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | UNI-ACCORD | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GOLD SAND | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | UNI-ACTIVE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| GRAND JADE | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-AMPLE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GREEN CHEMI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | UNI-ARISE | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| GUANG HUA 6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-ASSURE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| GUI SHUN | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | UNI-CROWN | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 8 |
| HA TIEN | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | UNI-PACIFIC | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HALCYON | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PATRIOT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANSA CENTAUR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | UNI-PHOENIX | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HANYANG GRACE | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | UNI-PREMIER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAPPY CLOUD | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | UNI-PROSPER | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HAYDOCK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | UNI-PRUDENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| HERMES III | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | VICTORIA | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| HONG XIN 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 161 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HOPE STAR 18 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 162 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA HANG 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | WAN HAI 163 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA HANG 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 165 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA YANG | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 172 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| HUA YING | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 202 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| IRENES RELIANCE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 203 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| IRENES REMEDY | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 205 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 |
| ITAL ONESTA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 206 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ITAL ONORE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 207 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ITAL ORDINE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 212 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| ITAL OTTIMA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 213 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| J. OCEAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 215 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| J. TONG | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 216 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| J.KING | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 221 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JC FAVOR | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 222 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JEAN PEARL | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 223 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JI XIANG SHAN | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 225 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JIA LIN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 232 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |

| 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 | 船名 | 航程 | 權宜船旗 | 壓艙水 | 進港次數 | 藻華區 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JIN HAI YUAN | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 233 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JIN SHUN FA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 235 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JL CHAMPION | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 261 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| JUI HSING | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | WAN HAI 302 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KEOJE TIGER | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | WAN HAI 303 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KING GLORY | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | WAN HAI 311 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KOETA | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | WAN HAI 312 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| KUO CHANG | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WEI HSING | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| KUO CHIA | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | WOO SEOK | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| KUO FU | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIAO JIANG | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO HSIUNG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | XIAO JIANG | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KUO YU | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XIN SHENG | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| KYOTO TOWER | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | XING CHANG NO.6 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LARASATI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | XING GUANG 7 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| LAUSANNE | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 6 | YE CHI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| LI SHENG | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 10 | YI YUN | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LIAO YUAN 7 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | YIN YUAN | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LONTEC | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 8 | YM DOHA | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 9 |
| LOUISA SCHULTE | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 7 | YM FAHA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LT GENOVA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YM IMPROVEMENT | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LT TRIESTE | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | YONG CAI | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 |
| LUCK GROW 168 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | YONG HANG | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| MARIGOLD | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | YONG SOON 6 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| MARINE PRIME | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 6 | ZHONG CHI | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| MEDFRISIA | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 8 | | | | | | | |

# 附錄八　期中報告審查意見回覆

## 交通部運輸研究所合作研究計畫

## ■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究 (3/4)

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **胡慶祥委員：** | | |
| 1. 節 2.8，頁 2-73，能否藉一段文字，扼要敘述各國際公約對我國之適用、法律拘束力。 | 頁 2-73 中提及之法皆為硬法，只要簽署即有約束力，台灣雖非聯合國會員，公約對台灣亦無拘束力，但我國以先進國家自許，我國仍積極配合參與，符合國際趨勢。 | 同意 |
| 2. 臺中港（或國內其他港口）有無確知的外來入侵物種？固然研究有其限制，致「難以判斷此外來物種是否經由壓艙水或其他途徑所引入」，但未來有無產出如圖 6-18（澳洲例）之可能？或有克服研究限制之建議供運研所參酌？ | 目前尚未證實有經由壓艙水引入之外來物種。以現有資源遵照篩選原則找出可能入侵之外來物種，以初步建置外來物種入侵資料庫，但因人力、時間與有害外來物種定義等限制，故以浮游動、植物為主要研究部分，或其他物種在國外已造成嚴重傷害但未引入我國，亦會列入資料庫。 | 同意 |
| 3. 節 7.3，表 7-15，壓艙水量之外，是否亦考慮船上壓艙水處理設備之有無？表 7-14 來源風險之環境相似度是否亦考量列入表 7-15 評估因素之一？ | 雖有些船上有壓艙水處理設備，但我國並無相關規範，船東基於商業利益，不一定會遵守交換或處理壓艙水之規定，加上入港船舶眾多，無法逐一檢驗是否配有處理設備，故未將此項因素列入考量。環境相似度此評估因素，先以勞氏港口指南之溫鹽資料篩選港口，再將剩餘港口以 NOAA 連續溫鹽資料用群集分析進一步篩選，最後再以表 7-15 做最後篩選，以符合臺中港港口國管制官員人力。 | 同意 |
| 4. 以國內之環境相似度而言，本研究成果能否被國內其他港口所借鏡、援引？ | 本國港口入港船舶之上一港不盡相同，故各港須各自研究，並深入瞭解入港船舶之上一港與環境。 | 同意 |
| 5. 節 7.3 建立港口國管制程式，除登船檢查，是否亦可由風險船舶先行上網填報，再進行抽測？登船檢查是否需修訂相關法令及配套？ | 美、澳已有申報制度，本研究在管制程式建立亦會比照、參考國外，申報內容包含壓艙水總量、上一港、船上壓載艙艙容等資料，以利追蹤管制。 | 同意 |

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **張憲國委員：** | | |
| 1. 資料之圖表若是引用，請加註出處。 | 遵照辦理。 | 符合 |
| 2. 陸域水質資料，有些奇異資料是否在內文補充，背景資料是否在計畫引用。 | 謝謝指教。本計畫於第一年調查時，點位包含上游陸域水質與流量調查，並已將陸域水質與背景資料一同納入 24 小時全潮水質採樣調查(2009 年 9 月 14 日至 9 月 15 日)引用與分析。 | 符合 |
| 3. 生物指標結果能否說明現場特性是由工程或季節影響。 | 謝謝指教。將於期末嘗試以時間序列之統計方法，進一步解析造成生物變動的可能原因，例如是否為現場空間分佈差異特性，以及/或係工程施工或季節因素所致。 | 同意 |
| 4. 港內粒徑有些偏小。 | 謝謝指教。臺中港內底質粒徑於 100 年 4 月調查結果，其中值粒徑 d50 介於 0.004～0.066 mm，以梧棲大排與西碼頭區(N6)間港區，與梧棲漁港(N7)之底質粒徑略偏細，主要以細顆粒之粉沙(silt)為主。 | 同意 |
| 5. 群集分析，若沒用 K-means 內文不用提，每月溫度及鹽度群集分析需注意月份的對應數據。 | K-means 此方法會刪除。 | 符合 |
| 6. 富集因數計算公式中，全球鋁平均值為何？ | 謝謝指教。富集因數(EF)之計算公式，乃參考 Taylor(1964)所發表的結果，全球地殼鋁平均值介於 8.07 ～ 8.23%，而本報告中之計算係採用 8.20%(82,000 mg/kg)。 | 符合 |
| 7. 建議盡可能將藻類的生活史、存在條件及調查方式，以利往後參考。 | 謝謝指教，將列入期末報告。 | 符合 |
| **蔡立宏委員：** | | |
| 1. 資料收集建議收集至 2010 底。 | 遵照辦理。 | 符合 |
| 2. 圖形、表格、照片請力求清晰（fig2-34, 4-1, 6-11,6-12） | 謝謝指教，將於期末報告中改進。 | 符合 |
| 3. 重金屬分析中建議附上各測站調查結果。 | 謝謝指教，各測站底質重金屬調查結果列於附錄三(附 3-1)，期末將於本文中增列表。 | 符合 |
| 4. 地質累積指數(Igeo)與富集因數（EF）存在差異，建議進一步探討。 | 謝謝指教，並將收集相關資料後於期末進一步探討。 | 符合 |
| 5. 水動力模式率定過程及結果，相關係數選定，請補述。 | 謝謝指教，將於期末報告中補充說明。 | 符合 |

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| 6. 應附英文摘要。 | 遵照辦理。 | 符合 |
| **何良勝委員：** | | |
| 1. 建議期末報告補強前 2 年研究成果及審查意見。 | 遵照辦理。 | 符合 |
| 2. Chap2、Chap3 之資料收集，可考慮合併陳述，另外，部份資料是否有引用情況，宜考慮陳列之合適性。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| 3. Chap3 中之模式及 P.3-25 第 4 行所列各項參數的應用數值影響性如何？其決定依據為何？ | 本計畫利用成大水工所於彰濱海域之 CH7W 測站之實測海流資料進行率定,經調整各種不同參數值後,得到一組參數值所得之模擬海流值與實測值結果最接近.至於各參數之對數值之影響性將於期末報告中補充說明。 | 符合 |
| 4. 現場水質調查結果有否與 Chap3 之水理模式計算結果，作一比較驗證。 | 此部分將列為下一年度計畫之工作項目中。 | 參考 |
| 5. 在壓艙水案例分析方面，建議依澳洲的結果及其船隻航線，與臺灣方面的航線關連性，再進行與臺中航線有關的結果。 | 目前已將航線列入考慮，且若某物種在上一港出現而台灣沒有，且已在當地造成危害，將會列入資料庫。 | 同意 |
| **王順寬委員書面審查：** | | |
| 1. 97-99 年底泥監測結果有機物及重金屬濃度以 98 年最低，報告中雖已推估其原因，但是否可以進一步說明造成的原因。 | 謝謝指教，民國 96～99 計 4 年間，臺中港域內底質調查結果，其有機物及重金屬濃度均以 98 年最低，將進一步收集相關資訊以進一步說明可能之成因。 | 符合 |
| 2. p.3-22 中提及 CH7W 所測海流之流速與大小潮變化趨勢並不明顯，但卻引用作水理模式率定，是否適當？又圖 3-10 率定結果趨勢頗為一致，是何原因？ | 本計畫除了利用 CH7W 測站資料來率定外,另外將使用本年度新設定之海流測站進行率定與驗證。經由調整各種不同參數值後,最終得到一組參數值所得之模擬海流值與實測值結果最接近。 | 符合 |
| 3. P.4-13, 外海懸浮物濃度較高，建議在文中說明其原因。 | 謝謝指教，歷次港外懸浮固體最高值出現於大肚溪口(N1,水深 5.2m, 98/6：SS 58.6 mg/L)，應係河口區淺水區易受到來自陸源大肚溪河川輸砂及近岸波浪拍打翻攪等作用影響，導致懸浮固體物濃度較高；透明度則相對較低。 | 符合 |

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **林秋裕委員書面審查：** | | |
| 1. 表 4-4 中，Sand 與 Silt 之%，有效數字可再檢討。 | 謝謝指教，將統一為 3 位有效數字。 | 符合 |
| 2. §5-2 指出陸源淡水是影響水質主要因數，宜補充陸源淡水細節。 | 謝謝指教，陸域淡水水質變化特性說明於 2.6 陸域水質中，期末將再整理說明於 5.2 章節中。 | 符合 |
| 3. 有許多英文文獻在參考文獻中未列出，尤其是第六章。 | 遵照辦理。 | 符合 |
| 4. 表 7-3 請註明風險依據。 | 表 7-3 為延續上一年度環境相似度分析法之成果，於定稿時將註明資料依據。 | 符合 |
| 5. 建立物種資料庫，請同時考慮壓艙水量、承載貨品、壓艙水排放點與潮汐擴散方式。 | 侵襲物種資料庫乃依上一港已知侵襲物種與台中港比較後建立，可同時概算該港傳輸至台中港之壓艙水量；然而目前港務單位基於商業機密無法提供承載貨品資料、且由於我國尚無壓艙水排放管制故缺乏排放點資料，無法模擬其潮汐擴散情形。 | 同意 |
| 6. 對外來物種入侵之防止與如何防已入侵者之蔓延，請在期末報告增補說明。 | 本計畫將以建立港口國管制程式來防止外來種入侵。 | 符合 |

# 交通部港灣技術研究中心

# 鄰港水質環境調查研究(3/4)

簡報人：劉大綱　博士

財團法人成大研究發展基金會

2011/07/13

## 計畫摘要

為能達到海洋環境永續發展的目標，本計畫擬調查鄰港附近水質環境，依據調查結果配合當地海氣地象資料以及水質生態資料，提出港灣附近水質分佈的特性、影響水質之因素、評估對生態環境之影響以及與自然條件的相關性。

# 一、研究內容及工作項目

- 針對臺中港附近海域進行水體及底質重金屬採樣調查
- 整理臺中港海域海象、氣象、地象、水質及生態資料，並分析其特性
- 利用三維數值模式探討近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性
- 由臺中港域之河川水質、陸域水質、底質重金屬之監測資料，了解水質整體變化趨勢與底質重金屬間之關係
- 蒐集壓艙水導入外來物種對環境造成損害之案例，並蒐集造訪臺中港船舶之來源港域可能侵襲物種，以初步建立可能藉壓艙水導入臺中港之侵襲物種資料庫
- 探討造訪臺中港頻繁船舶之來源港與臺中港之環境相似度，建立高風險船舶管理之優先順序。



# 二 基本資料蒐集分析

# 基本資料蒐集分析

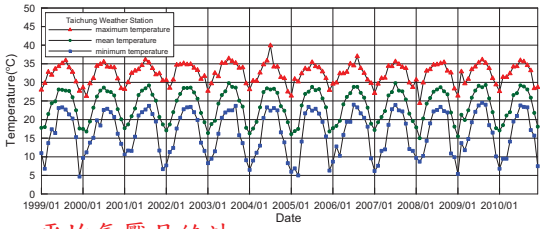
## 臺中港附近海域海氣象、水質與生態資料蒐集概況表

| 資料類別 | 測站 | 經度 / 緯度 | 觀測期間 | 觀測單位 |
|---|---|---|---|---|
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’00”N<br>120°29’10”E | 1999/10-2000/08 | 港研中心 |
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’09.4”N<br>120°28’38.4”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 海流 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’40”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 風 | 臺中港 | 24°18’24”N<br>120°31’23”E | 2001/07-2010/11 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’22.3”N<br>120°31’28”E | 1999/10-1999/10<br>2001/04-2010/12 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’30”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’16”N<br>120°31’59”E | 1999/01-1999/10<br>2002/01-2009/12 | 內政部 |
| 氣象 | 臺中 | 24°08' 51”N<br>120°40'33”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 |
| 氣象 | 梧棲 | 24°15' 31”N<br>120°30'54”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 |

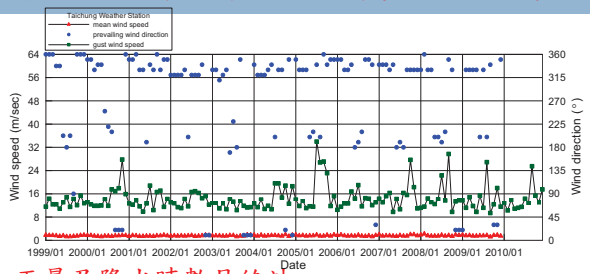


# 氣象資料統計--臺中氣象站

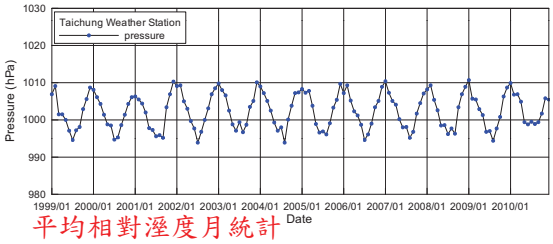
平均、最高及最低氣溫月統計



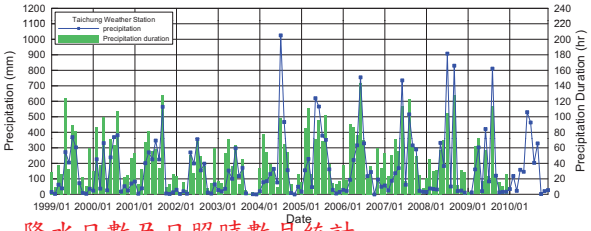

平均風速、最大瞬間風速及最多風向月統計



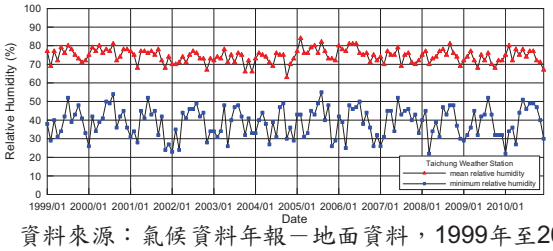

平均氣壓月統計



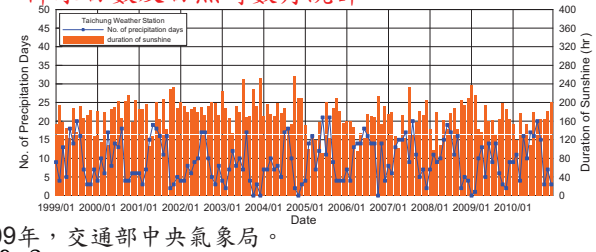

雨量及降水時數月統計




平均相對溼度月統計



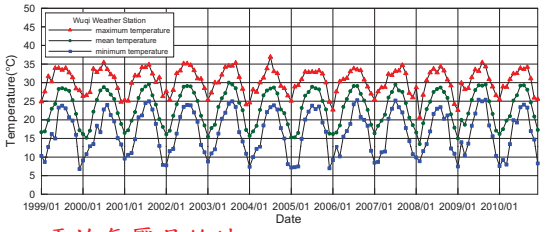

降水日數及日照時數月統計



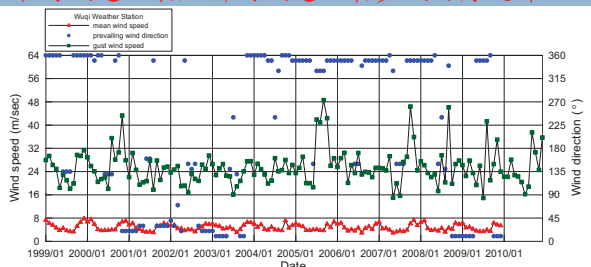

資料來源：氣候資料年報－地面資料，1999年至2009年，交通部中央氣象局。

# 氣象資料統計--梧棲氣象站

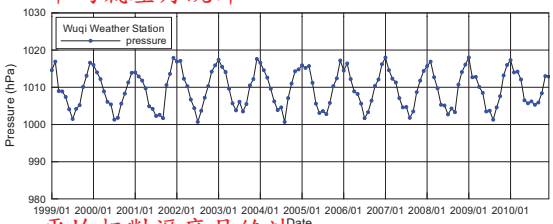
平均、最高及最低氣溫月統計



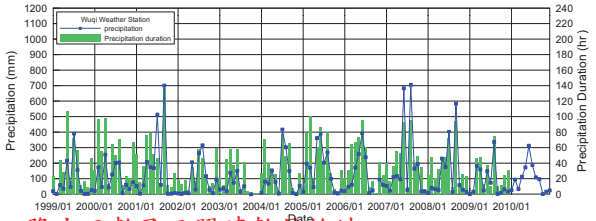

平均風速、最大瞬間風速及最多風向月統計



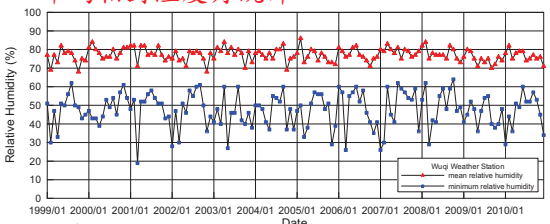

平均氣壓月統計



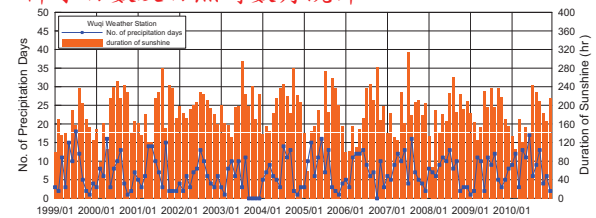

雨量及降水時數月統計




平均相對溼度月統計



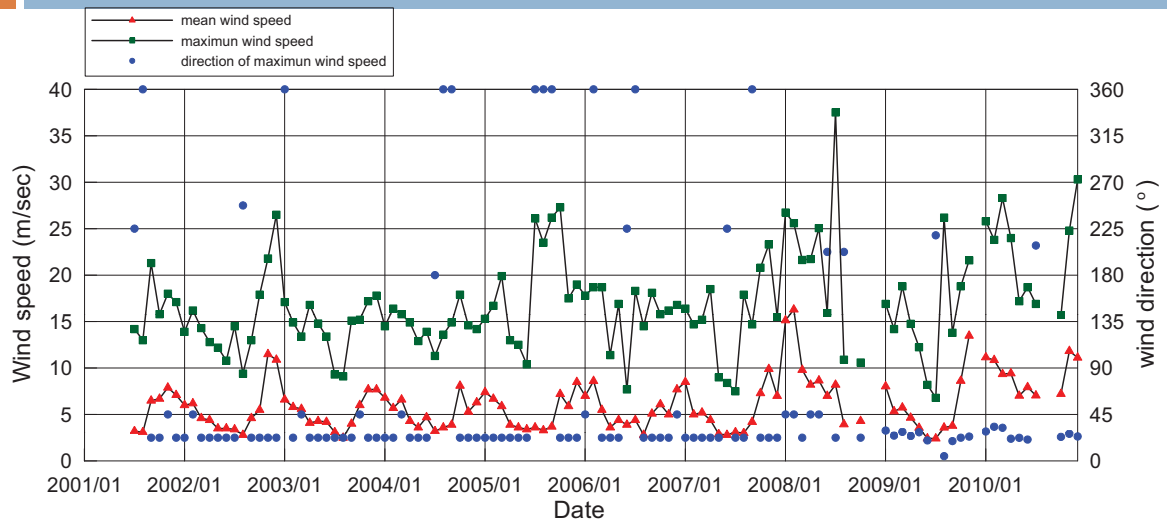

降水日數及日照時數月統計




資料來源：氣候資料年報—地面資料，1999年至2009年，交通部中央氣象局。



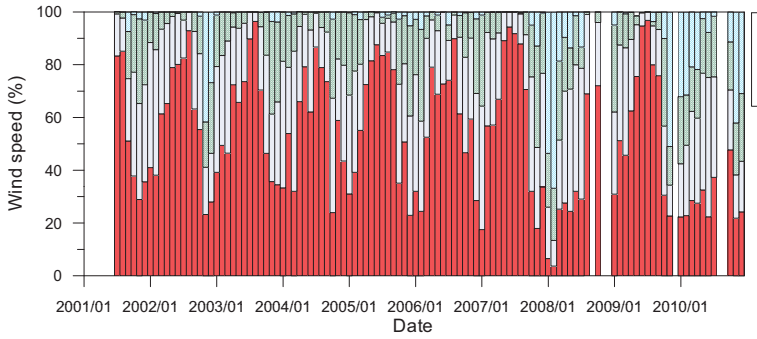
# 海氣象資料--臺中港風速及風向之月統計圖



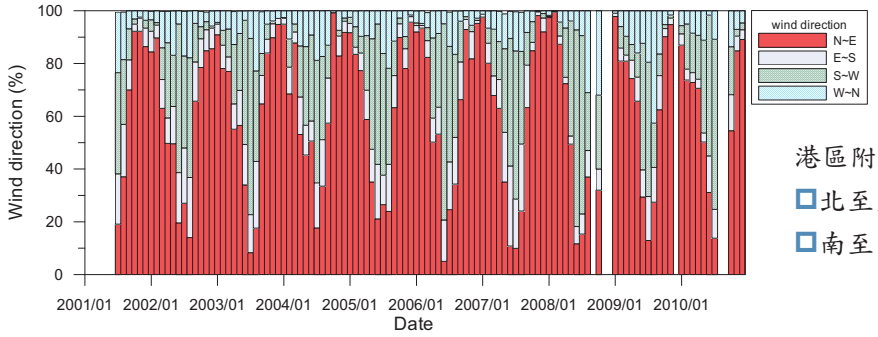

- 歷年之月平均風速介於2.5 m/sec至7 m/sec之間
- 月平均風速大於10 m/sec以上者皆發生在冬季
- 盛行風向多集中在北至東北向
- 歷年之平均風速為6.2cm/sec
- 歷年最大風速為37.5m/sec，其風向為北北西向。

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2001年至2009年，交通部運輸研究所。

# 氣象資料統--臺中港風速及風向之月統計分佈圖




- 風速<5 m/sec，約佔52.9%
- 介於5-10 m/sec之間，約佔27.5%
- 介於10-15 m/sec之間，約佔13.5%
- 風速>15 m/sec，約佔6.1%



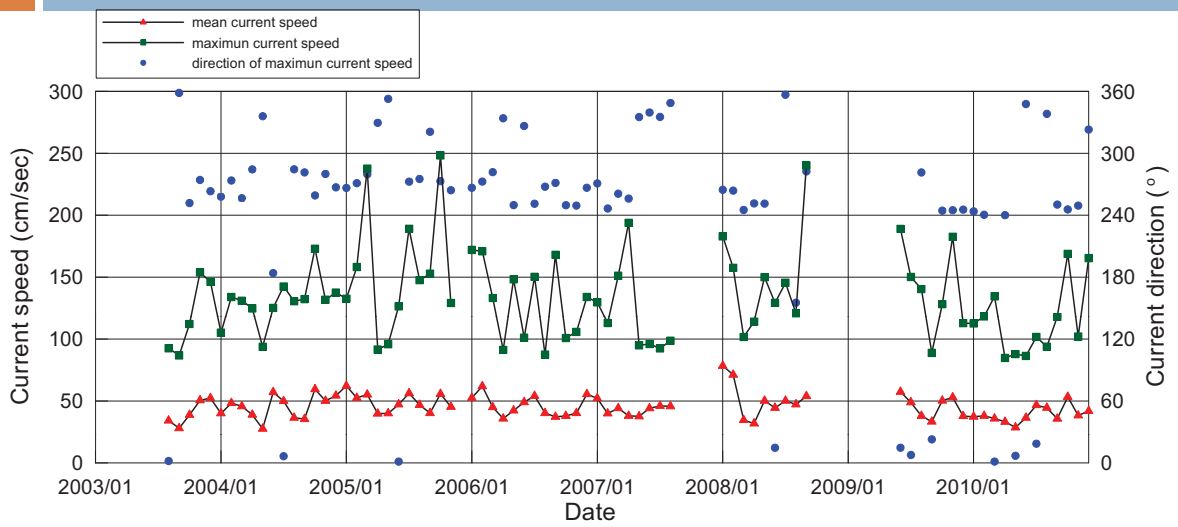

港區附近主要風向為

- 北至東向，約佔62.4%
- 南至西向，約佔19.1%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2001年至2009年，交通部運輸研究所。



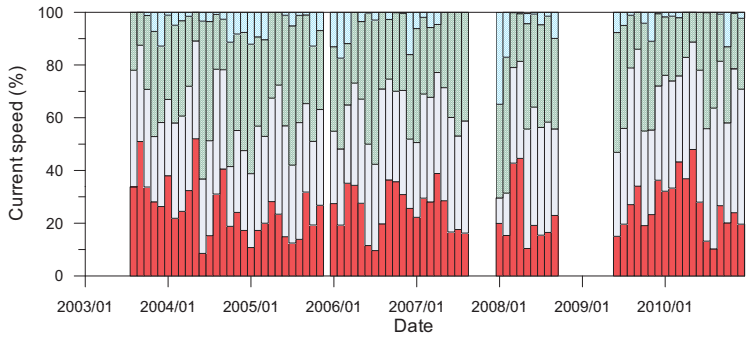
# 海氣象資料統--臺中港海流流速及流向之月統計圖



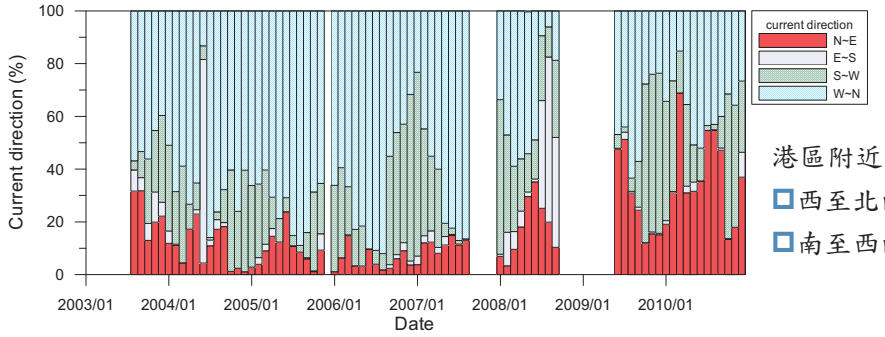

- 歷年之月平均流速介於30 cm/sec至70 cm/sec之間
- 最多流向多集中在西至北向
- 歷年之平均流速為45.1 cm/sec
- 最大流速為248.3 cm/sec，其流向為西向

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2009年，交通部運輸研究所。

# 海氣象資料統計--臺中港海流流速及流向之月統計分佈圖




- 流速< 25 cm/sec ，約佔26%
- 介於25-50 cm/sec之間，約佔37.42%
- 介於50-100 cm/sec之間，約佔32.1%
- 流速>100 cm/sec，約佔4.5%



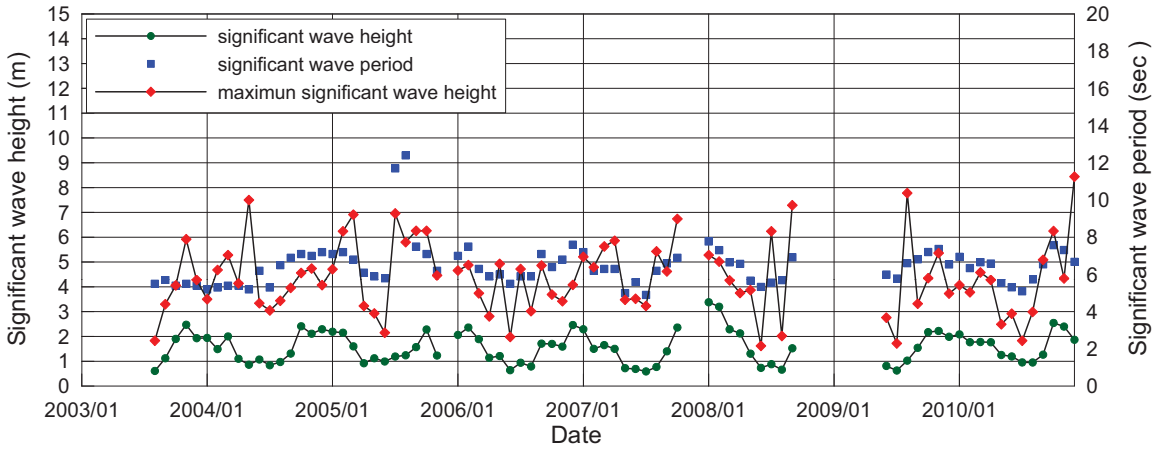

港區附近主要流向為

- 西至北向，約佔54.1%
- 南至西向，約佔23.1%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2009年，交通部運輸研究所。



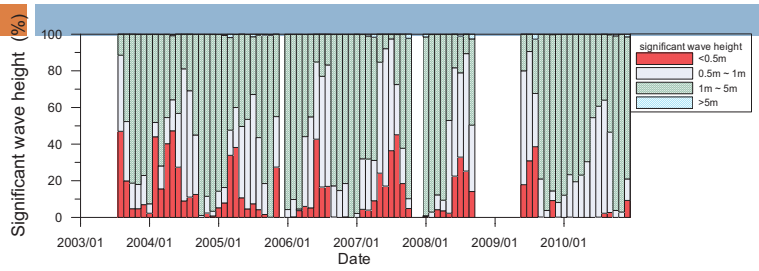
# 海氣象資料統--臺中港波高及波向之月統計圖



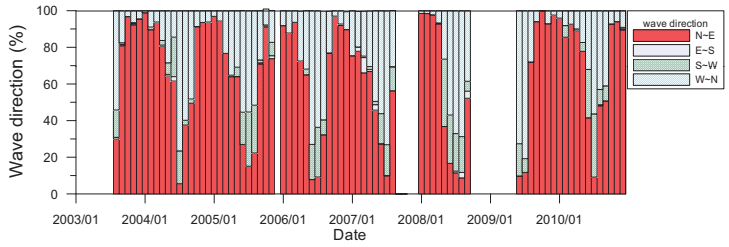

- 歷年之月平均波高小於3 m以下，月平均週期介於4.9 sec至7.8 sec之間。
- 歷年之平均波高為1.56 m
- 歷年最大波高為8.44 m，其週期為11.1 sec，發生於2010年12月16日。

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2009年，交通部運輸研究所。

# 海氣象資料統計--臺中港波高、週期及波向之月統計分佈圖

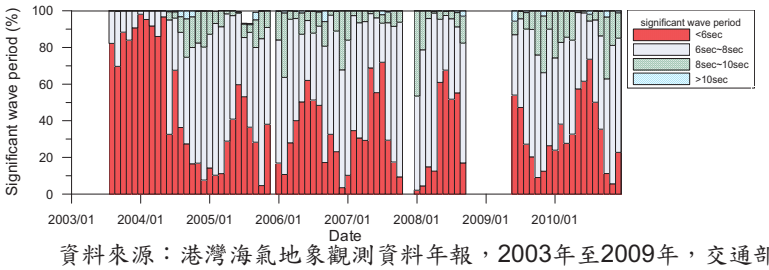



- 波高<0.5 m，約佔12.3%
- 介於0.5 m-1 m之間，約佔27.1%
- 介於1-5 m之間，約佔60.3%
- 波高>5 m以上，約佔0.3%




港區附近主要波向為

- 北至東向，約佔65.2%
- 西至北向，約佔25.7%。

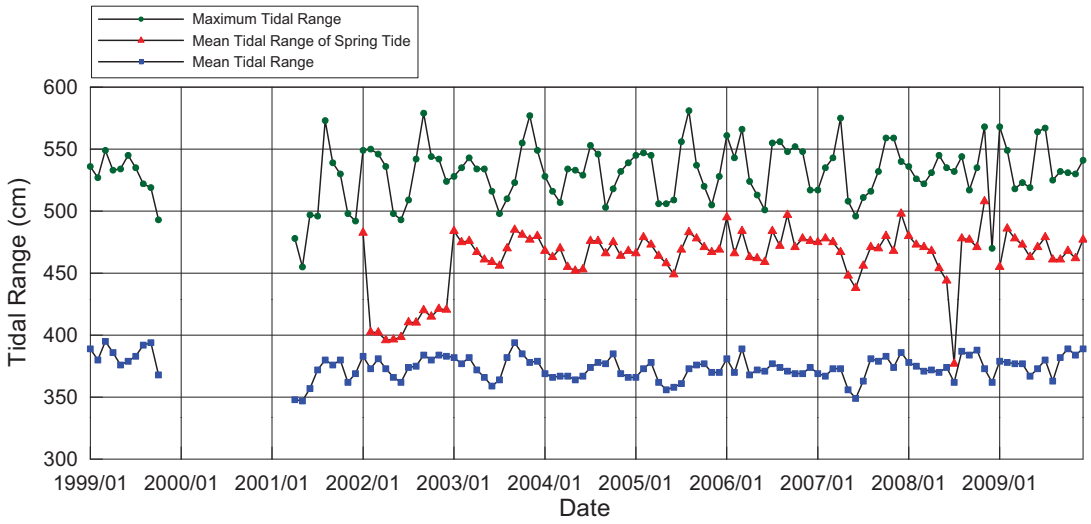



- 週期<6 sec以下，約佔41.6%
- 介於6 - 8 sec之間，約佔48.4%
- 介於8 - 10 sec之間，約佔9.2%
- 週期>10 sec以上，約佔0.6%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2009年，交通部運輸研究所。



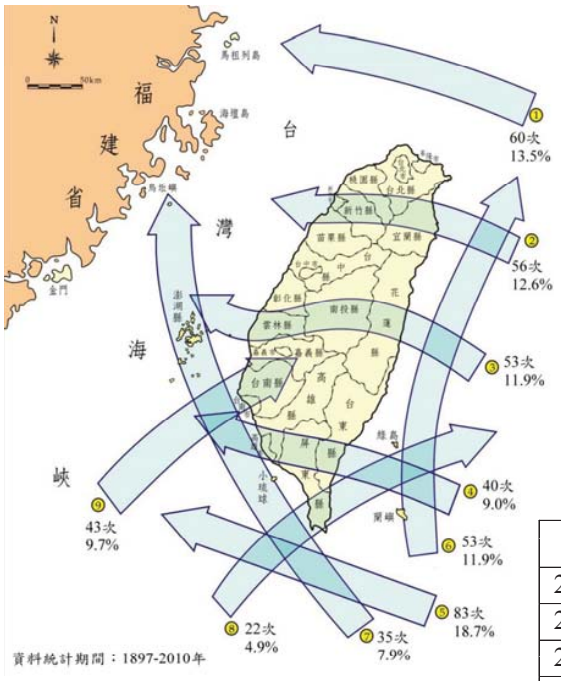
# 海氣象資料統--臺中港最大潮差、大潮平均潮差及平均潮差之月統計圖




- 最大潮差為619公分
- 大潮平均潮差為463公分
- 平均潮差為375公分

資料來源：潮汐觀測資料年報，1999年至2009年，交通部中央氣象局。

# 歷年颱風資料統計




颱風路徑分類圖

資料來源：交通部中央氣象局

1999年至2010年期間颱風路徑分類統計

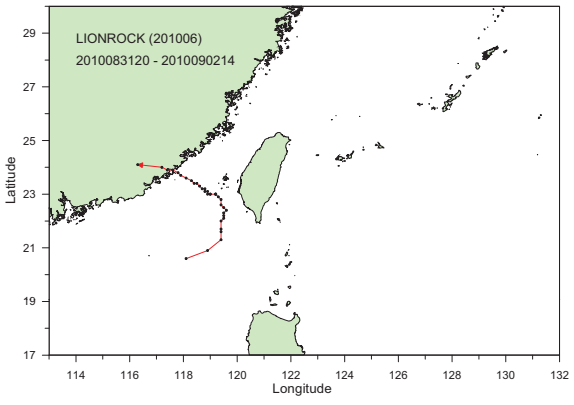
| 颱風路徑分類 | 發生次數 | 發生百分比 |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 5.3% |
| 2 | 5 | 6.6% |
| 3 | 10 | 13.2% |
| 4 | 6 | 7.9% |
| 5 | 3 | 3.9% |
| 6 | 6 | 7.9% |
| 7 | 2 | 2.6% |
| 8 | 2 | 2.6% |
| 9 | 6 | 7.9% |
| 其他 | 32 | 42.1% |
| 合計 | 76 | 100.0% |

2010年中央氣象局已發佈之颱風警報

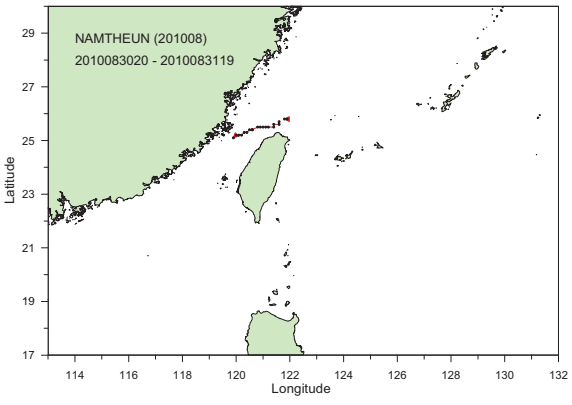
| 編號 | 中文名稱 | 英文名稱 | 警報期間 | 強度 |
|---|---|---|---|---|
| 201006 | 萊羅克 | LIONROCK | 08/31～09/02 | 輕度 |
| 201008 | 南修 | NAMTHEUN | 08/30～08/31 | 輕度 |
| 201010 | 莫蘭蒂 | MERANTI | 09/09～09/10 | 輕度 |
| 201011 | 凡那比 | FANAPI | 09/17～09/20 | 中度 |
| 201013 | 梅姬 | MEGI | 10/21～10/23 | 中度 |



# 2010年颱風警報資料



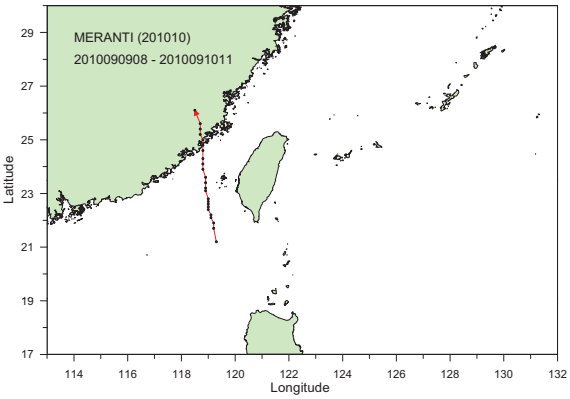

編號：201006
中文名稱：萊羅克
英文名稱：LIONROCK
警報期間：08/31～09/02
颱風強度：輕度

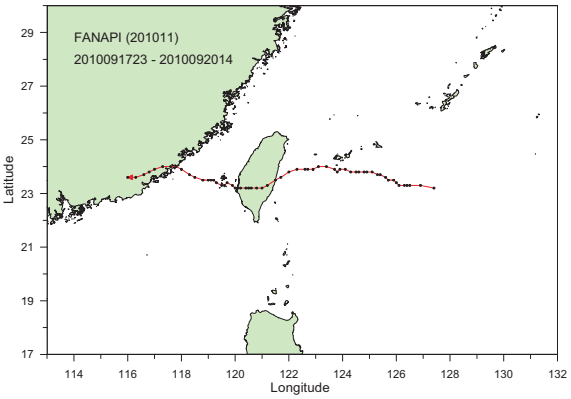



編號：201008
中文名稱：南修
英文名稱：NAMTHEUN
警報期間：08/30～08/31
颱風強度：輕度

資料來源：交通部中央氣象局

# 2010年颱風警報資料



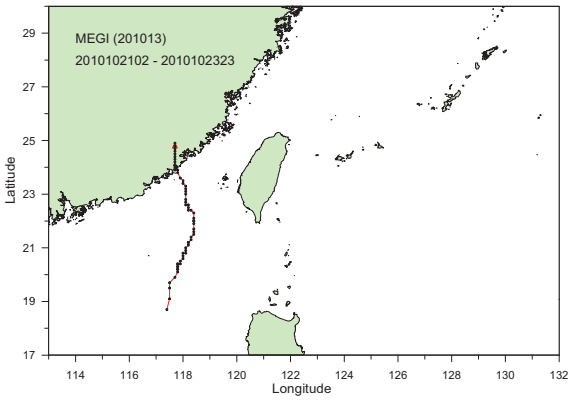

編號：201010
中文名稱：莫蘭蒂
英文名稱：MERANTI
警報期間：09/09～09/10
颱風強度：輕度

編號：201011
中文名稱：凡那比
英文名稱：FANAPI
警報期間：09/17～09/20
颱風強度：中度

資料來源：交通部中央氣象局



# 2010年颱風警報資料




編號：201013
中文名稱：梅姬
英文名稱：MEGI
警報期間：10/21～10/23
颱風強度：中度

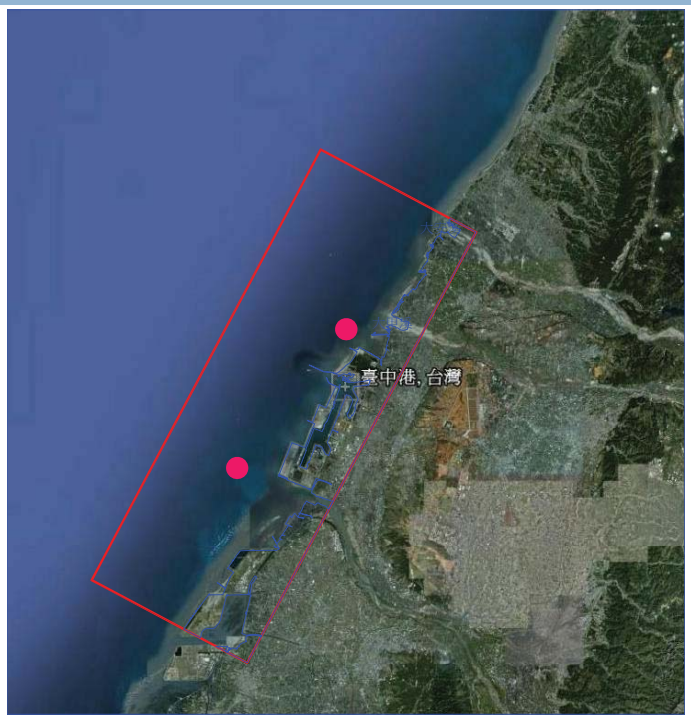
資料來源：交通部中央氣象局

# 三

## 近岸海域水體水質與<br>近岸海域水動力機制的相關性

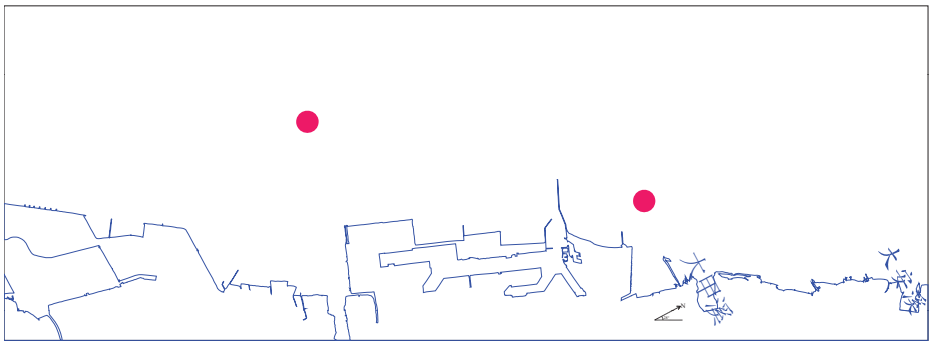


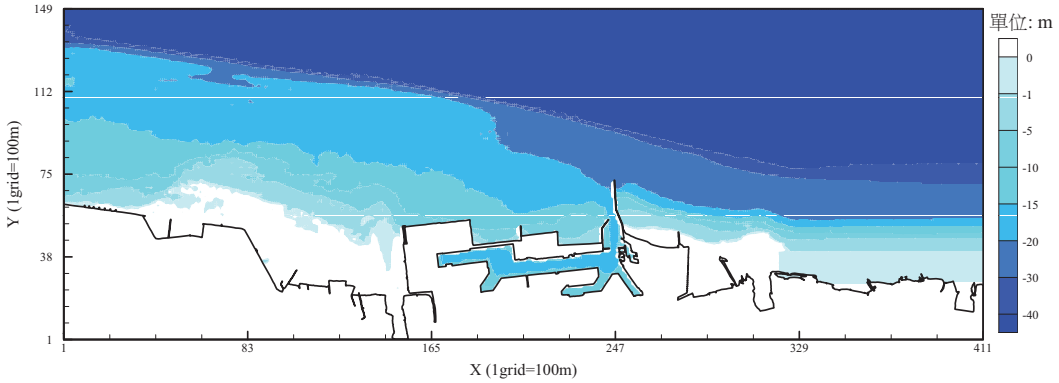
## 研究範圍與對象




模式模擬範圍

附9-10




# 研究方法與進行步驟

## □二維水理模式(2D Hydrodynamic model) ：

### (1) 連續方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial (HU)}{\partial x}+\frac{\partial (HV)}{\partial y}=0$$

### (2) x、y方向運動方程式

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}-fV+g\frac{\partial \zeta}{\partial x}+g\frac{U(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_x^s-(E_{xx}\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 U}{\partial y^2})=0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+fU+g\frac{\partial \zeta}{\partial y}+g\frac{V(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_y^s-(E_{yy}\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2})=0$$

## 研究方法與進行步驟

### □三維水理模式(3D Hydrodynamic model) ：

#### (1) 連續方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

#### (2) 動量方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial (uu)}{\partial x}+\frac{\partial (uv)}{\partial y}+\frac{\partial (uw)}{\partial z}-fv+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}-\frac{1}{\rho}(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z})=0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial (uv)}{\partial x}+\frac{\partial (vv)}{\partial y}+\frac{\partial (vw)}{\partial z}+fu+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}-\frac{1}{\rho}(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z})=0$$

$$\frac{\partial p}{\partial z}+\rho g=0$$

22

## 研究方法與進行步驟

### □三維水理模式(3D Hydrodynamic model) ：

#### (3) 狀態方程式

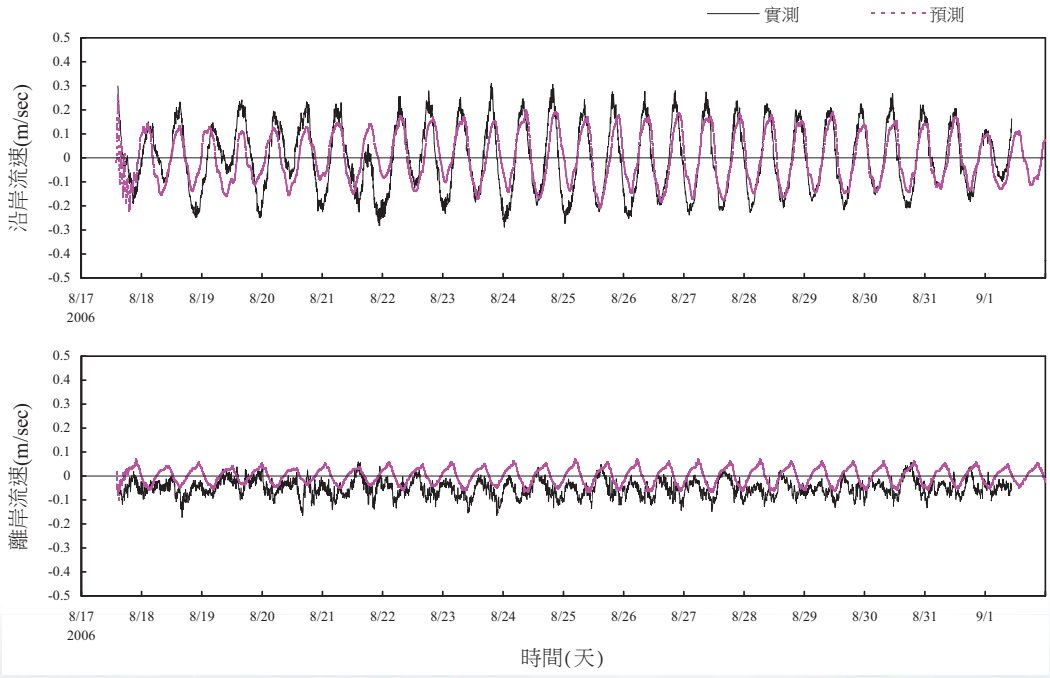
$$\rho = f\,\mathrm{n}(s,\mathbf{T})$$

#### (4) 鹽度與溫度之擴散傳輸方程式

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial (us)}{\partial x}+\frac{\partial (vs)}{\partial y}+\frac{\partial (ws)}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial s/\partial x)]}{\partial x}$$
$$-\frac{\partial [D_y(\partial s/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa(\partial s/\partial z)]}{\partial z}=0$$

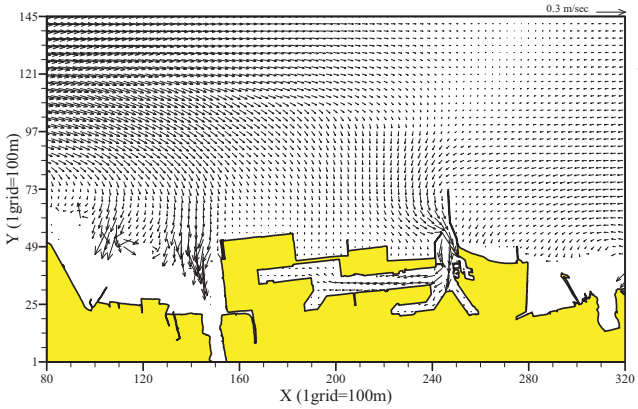
$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial t}+\frac{\partial (u\mathbf{T})}{\partial x}+\frac{\partial (v\mathbf{T})}{\partial y}+\frac{\partial (w\mathbf{T})}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial \mathbf{T}/\partial x)]}{\partial x}$$
$$-\frac{\partial [D_y(\partial \mathbf{T}/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa'(\partial \mathbf{T}/\partial z)]}{\partial z}=0$$

23



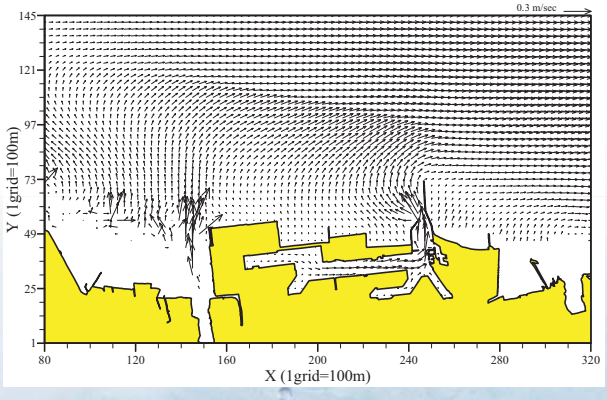

模式預測與實測流速比較圖

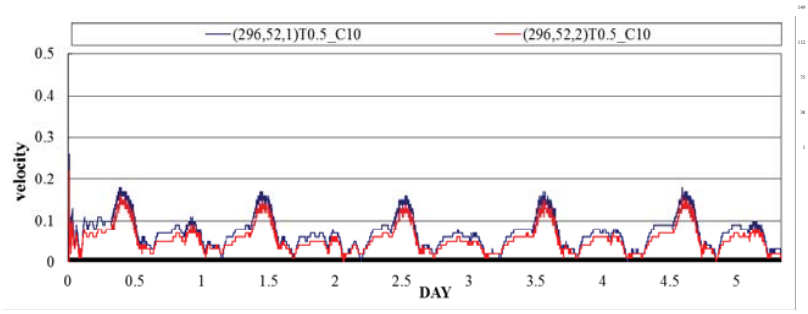
(CH7W測站，實測時間：2006年8月17日~9月1日)

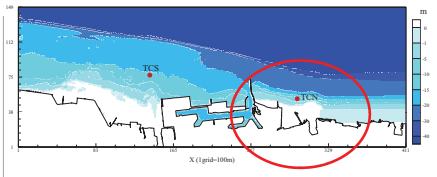



臺中港附近海域於漲潮時之流場分佈圖

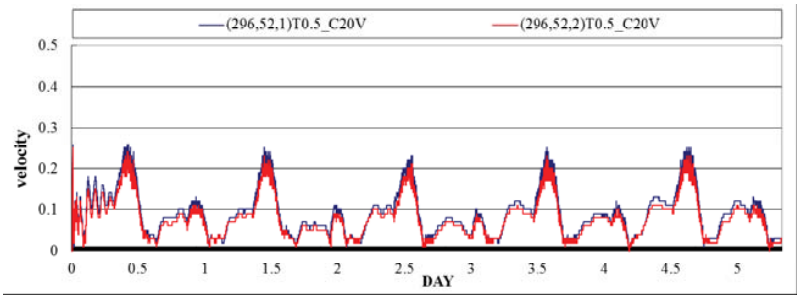
臺中港附近海域於退潮時之流場分佈圖



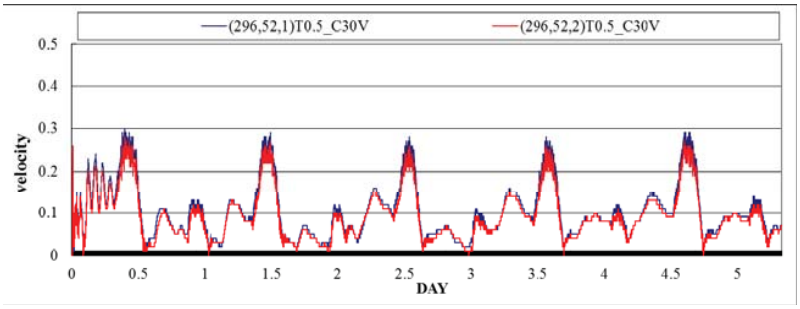


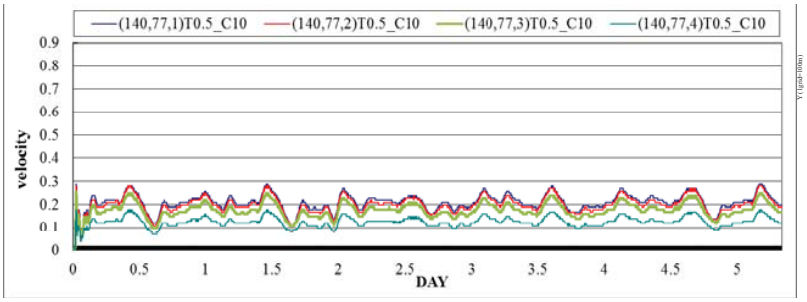

T0.5_C10

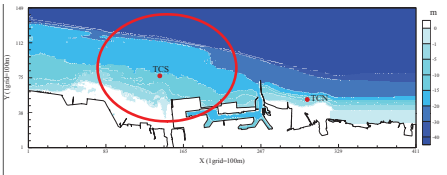



T0.5_C20

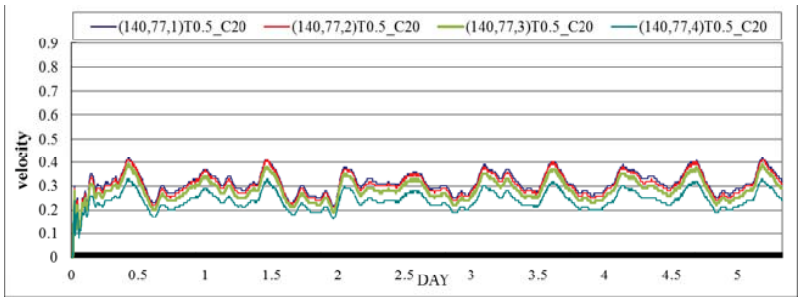



T0.5_C30

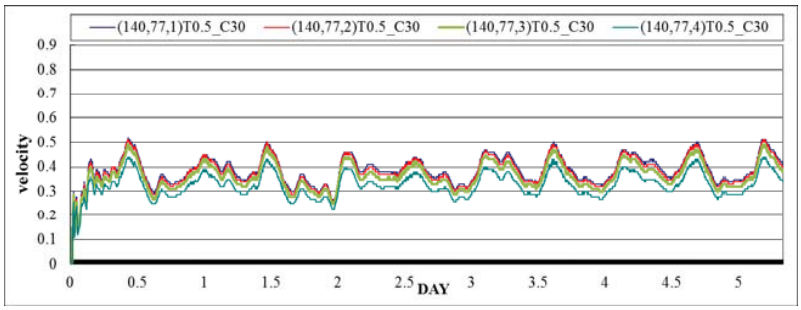



T0.5_C10




T0.5_C20



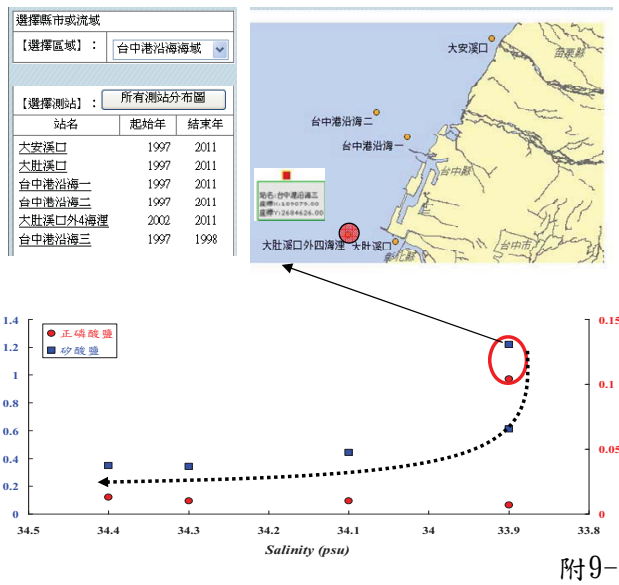

T0.5_C30

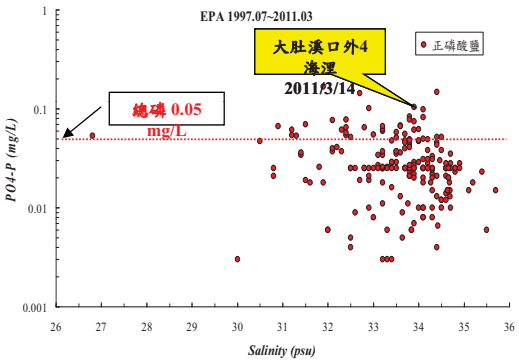
# 四 臺中港港域水質與底質重金屬 採樣調查及分析



## 基本資料蒐集--臺中港外海域水質

- 環保署-臺中港沿海設置5處海域水質測站，歷次水質監測結果 (民國86年7月至100年3月)
  - pH均能符合其所屬之乙類海域水質標準，溶氧量亦可符合標準。
  - 早期(86年7月至90年9月)總磷於臺中港沿海一與沿海二測站曾高於參考之甲類標準。
  - 氨氮(94年3月至99年12月)則均能符合參考之甲類標準。
  - 重金屬方面臺中港沿海二曾出現1次銅略高於海域標準外，其餘均能符合標準。
  - 歷年正磷酸鹽多次偏高且高於總磷標準。



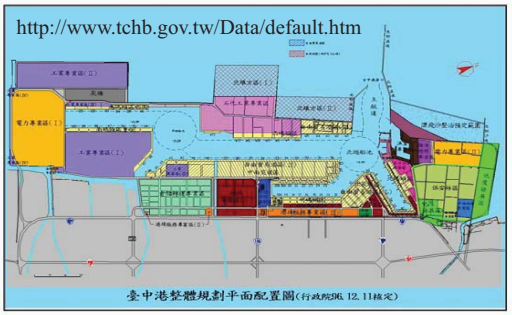



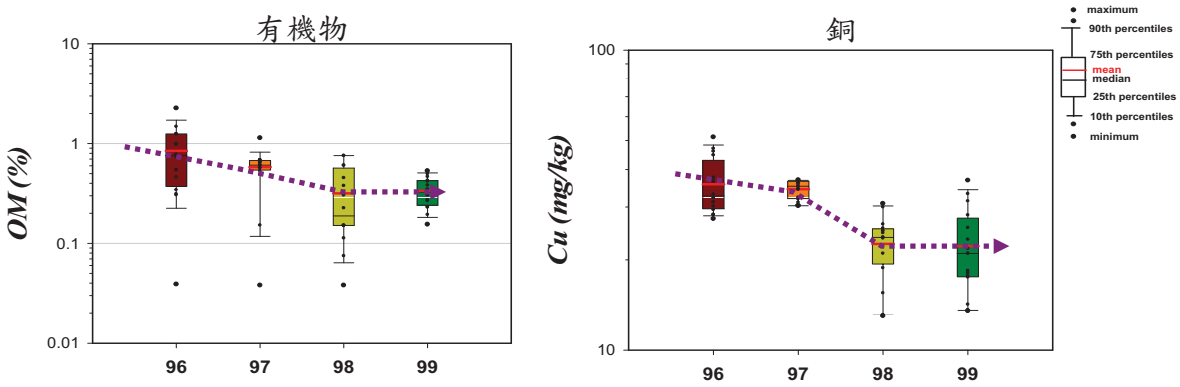

**大肚溪口外4海浬處受河川淡水影響導致沿海海水正磷酸鹽與矽酸鹽濃度相對偏高，而鹽度略低**

資料來源：http://wqshow.epa.gov.tw/ 本計畫整理繪製

# 基本資料蒐集--臺中港海域底質重金屬

- 臺中港務局-底泥污染調查項目包含總有機物與重金屬(銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鐵、鋁、錳及砷、汞)，調查資料自民國96至99年。
  - 98年度底泥監測結果，有機物及重金屬濃度方面均較97年為明顯下降，可能為新沉積之泥砂吸附之污染物較少，導致新沉降之表層底泥重金屬濃度相對偏低。
  - 99年度底泥監測結果無明顯異常現象。




資料來源：http://wqshow.epa.gov.tw/ 本計畫整理繪製



# 海域水質與底質測站

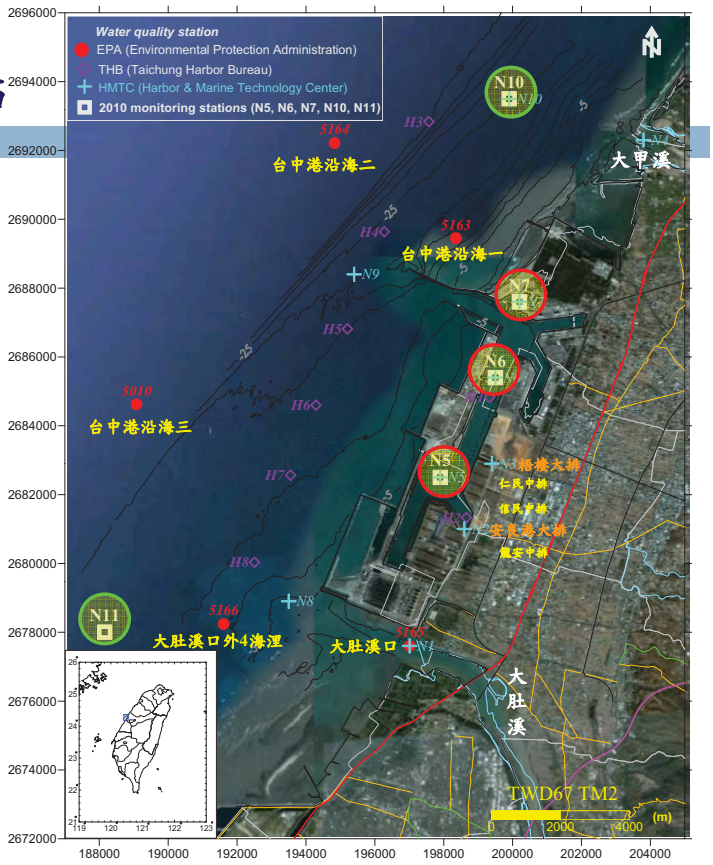
## 測站設置原則

由環保署發布之「海域環境監測及監測站設置辦法」(民國91年11月13日環署水字第0910077509號令)第二條明定海域環境監測站設置地點之原則為：

(1) 主、次要河川入海口。
(2) 重要污染源流入點。
(3) 港灣、瀉湖。
(4) 海洋污染防治法第十五條第一項所定之區域。
(5) 一般海域水質之背景點。
(6) 其他經中央主管機關指定之位置。

**主要依上述原則，並參考本計畫歷年既有測站位置與資料比對分析延續性。**

| 測站 | 位置 | | 二度分帶 (TWD67) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | X(E) | Y(N) |
| N5 | 港域 | 臺中港區 | 197899 | 2682529 |
| N6 | | 臺中港區 | 199554 | 2685329 |
| N7 | | 梧棲漁港港區 | 200205 | 2687591 |
| N10 | 港外 | 大甲溪外海 | 199975 | 2692403 |
| N11 | | 大肚溪外海 | 188250 | 2678235 |




臺中港附近海域水質監測站分佈圖

# 方法與步驟--海域水質與底質採樣調查分析

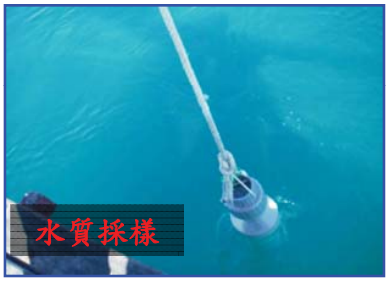
## 海域水質

- 豐、枯水期間各1次。
- 參照環保署環檢所之水中浮游植物採樣方法－採水法(NIEA E505.50C)使用採水器取水樣。

## 海域底質

- 枯水期間1次。
- 參照環保署環檢所之底泥採樣方法(NIEA S104.30C)使用底質採樣器採集表層沉積物。
















# 方法與步驟--海域水質與底質採樣調查分析

## 海域水質監測項目

- 現場測定項目
- 溫度、鹽度(含導電度)、氫離子濃度指數(或稱酸鹼度)、溶氧量、透明度。
- 實驗室檢測項目
- 大腸桿菌群、生化需氧量、懸浮固體物、氨氮、總磷及葉綠素a，**重金屬(100年度新增項目)銅、鉛、鋅、鉻與砷、汞**。

## 海域底質監測項目(100年度新增項目)

- 粒徑、總有機物以及**重金屬銅、鉛、鋅、鉻、砷、汞與鋁**。

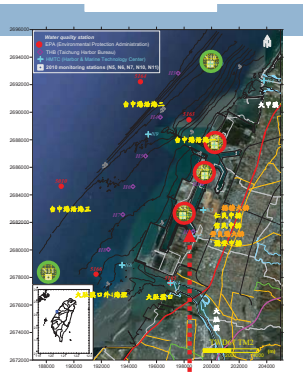
## 檢測方法

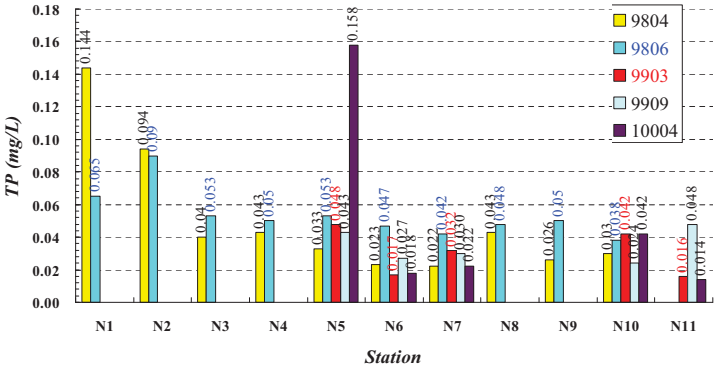
- 除沉積物粒徑分析採American Society for Testing and Materials (ASTM) D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils外，其餘主要依環保署公告之NIEA檢驗方法辦理。

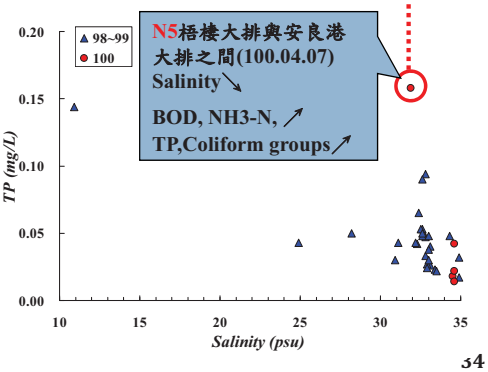
# 臺中港海域水質與底質調查結果

- 本年度(第3年度，民國100年)著重於臺中港與鄰近海域之**重金屬**變動與分布特性調查研究。上半年枯水期之海域水質與底質採樣已於4月7日執行。
- 本年度於4月枯水期調查結果，港區內外5處海域測站(N5、N6、N7、N10、N11)除港區內梧棲大排與安良港大排間(N5)總磷偏高外，其餘與重金屬均可符合乙類海域水質標準，且與環保署外海環境水質測站(台中港沿海二) 相比無異常。








# 臺中港海域水質與底質調查結果

| 項目 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鋁 | 粒徑 | | gravel | sand | silt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 單位 | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | mg/kg | D50 (mm) | Dm (mm) | (%) | (%) | (%) |
| N5 | 32.1 | 34.7 | 112 | 32.9 | 0.080 | 11.9 | 1.93 | 11500 | 0.066 | 0.081 | 0 | 43.8 | 56.2 |
| N6 | 31.6 | 37.0 | 112 | 33.6 | 0.129 | 12.4 | 2.64 | 13500 | 0.004 | 0.018 | 0 | 6.2 | 93.8 |
| N7 | 73.1 | 31.5 | 127 | 20.0 | 0.081 | 10.6 | 2.61 | 13200 | 0.006 | 0.022 | 0 | 7.5 | 92.5 |
| N10 | <10.0(8.56) | <30.0(17.7) | 54.2 | 15.6 | 0.071 | 8.59 | 2.43 | 11700 | 0.045 | 0.052 | 0 | 18.9 | 81.1 |
| N11 | <10.0(6.58) | <30.0(17.6) | 36.9 | 10.7 | ND | 15.4 | 1.62 | 9610 | 0.409 | 0.467 | 0 | 99.7 | 0.3 |
| MDL | 2.03 | 10.5 | 4.72 | 3.34 | 0.020 | 0.192 | 無 | 0.1 | 無 | | | | |
| 土壤監測基準 | 220 | 1000 | 1000 | 175 | 10 | 30 | 無 | 無 | | | | | |
| 管制標準 | 400 | 2000 | 2000 | 250 | 20 | 60 | 無 | 無 | | | | | |
| TEL | 18.7 | 30.24 | 124 | 52.3 | 0.13 | 7.24 | 無 | 無 | | | | | |
| PEL | 108 | 112 | 271 | 160 | 0.70 | 41.6 | 無 | 無 | | | | | |
| ERL | 34.0 | 46.7 | 150 | 81.0 | 0.15 | 8.2 | 無 | 無 | | | | | |
| ERM | 270 | 218 | 410 | 370 | 0.71 | 70.0 | 無 | 無 | | | | | |

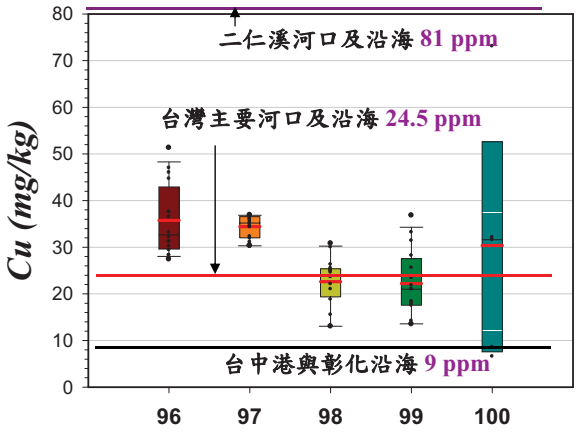
中值粒徑($d_{50}$)介於0.004 ~ 0.409 mm之間，粒徑大小分屬於粉砂(silt: 0.0039 ~0.0625 mm )、極細砂(very fine sand: 0.0625 ~ 0.125 mm)、細砂(fine sand: 0.125 ~ 0.25 mm)至中砂(medium sand: 0.25 ~ 0.50 mm)等級。以大肚溪外海測站N11之中值粒徑最高，港域內之測站N6則較低。

備註：1.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以 “ND”表示。
2.報告值標示為<10.0( )(銅)或<30.0( )(鉛)，前方數字分別為該檢項的定量極限，括號內數據表實際測值。
3.國內尚無海域底質品質標準，檢測結果參考國內土壤污染監測基準與管制標準；以及國外NOAA之相關海洋沉積物底質規範快速篩選參考表。
TEL: Threshold Effects Level(影響門檻值-小於此值應不會對生物造成危害)　　ERL: Effect Range-Low(低影響範圍)
PEL: Probable Effect Level(可能影響範圍-超過此值會經常地對生物造成危害)　　ERM: Effect Range-Medium(中影響範圍)

資料來源：The SQuiRT cards should cited as: “Buchman, M. F.., 2008. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA OR&R Report 08-1, Seattle WA, Office of Response and Restoriation Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 34 pages.”

# 臺中港海域底質重金屬調查

- 本年度4月枯水期間重金屬檢測結果與台灣主要河口、港灣及沿海沉積物中重金屬平均含量相比，銅、鉛、鋅與鉻與台灣海峽(背景)與台灣主要河口，以及沿海沉積物中重金屬平均含量差異不大，均在同一變動範圍內，無特別異常。
- 與基隆港及高雄港底質重金屬相比，臺中海域底質重金屬銅、鉛、鋅與鉻含量，4月測值多低於基隆港及高雄港。
- 臺中港海域底質重金屬4月調查結果均遠低於參考NOAA基準之可能影響值(PEL)，超過此值(PEL)會經常地對生物造成危害，顯示臺中港海域之底質重金屬含量，未達會經常性對生物造成危害之程度。




| 地區 | 重金屬含量(ppm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 鋅 | 鉛 | 銅 | 鉻 |
| 台灣海峽(背景) | 61 | N.D. | 12 | 40 |
| 台中港沿海 | 44 | 18 | 9 | 24 |
| 大肚溪河口 | 42 | 17 | 21 | 29 |
| 彰化沿海 | 62 | 19 | 9 | 32 |
| 急水溪河口 | 48 | 3 | 10 | 44 |
| 嘉義沿海 | 85.4 | 18.1 | 20.6 | 46.5 |
| 屏南沿海 | 107 | 21 | 21 | 61 |
| 基隆港 | 152 | N.D. | 90 | 47 |
| | 340 | 73 | 285 | 42 |
| 高雄港 | 511 | 68 | 74 | 98 |
| | 477 | 53 | 160 | 87 |



# 五 水質整體變化趨勢與底質重金屬間之相關性分析

# 評估臺中港底質重金屬污染程度

## 富集因子Enrichment factor (EF)

- 除砷外，銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，港域內底質相對較港外為高
- 富集因子以鉻之富集程度相對最低(無～輕微富集)
- 砷富集程度相對最高(非常嚴重～極端嚴重)
- 銅(輕微～中度至嚴重富集)；鉛(中度至嚴重～嚴重)；鋅(中度～嚴重)；汞(輕微～中度至嚴重)

| EF | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 4.2 | 19.8 | 11.4 | 2.3 | 7.1 | 47.1 |
| N6 | 3.5 | 18.0 | 9.7 | 2.0 | 9.8 | 41.8 |
| N7 | 8.3 | 15.7 | 11.3 | 1.2 | 6.3 | 36.6 |
| N10 | 1.1 | 9.9 | 5.4 | 1.1 | 6.2 | 33.4 |
| N11 | 1.0 | 12.0 | 4.5 | 0.9 | 2.1 | 73.0 |
| N5 | 中度 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N6 | 中度 | 嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N7 | 中度至嚴重 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N10 | 輕微 | 中度至嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N11 | 輕微 | 嚴重 | 中度 | 無 | 輕微 | 極端嚴重 |

## 地質累積指數 Index of geo-accumulation (*Igeo*)

- 地質累積指數顯示多呈現無污染至中度污染
- 重金屬銅、鋅、鉻與汞與頁岩平均含量相比為接近背景之無污染等級
- 此結果與富集因子相比，兩者存在差異性，待後續進一步探討

| Igeo等級 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N6 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N7 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N10 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N11 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無至中度(1) |



# 海域水質與底質相關性分析

- 4月枯水期來自海淡水混合比例之鹽度與生活畜牧污水如生化需氧量、大腸桿菌群與氨氮、總磷呈現高度負相關，反映來自陸源淡水，仍為影響臺中港海域水體品質之主因
- 水體與沉積物同一重金屬方面，除水體中汞濃度與底質汞呈現負相關外，其餘兩兩間相關性不高

| | | 水質 | | | | | | | | | | | | | | | | 底質 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 酸鹼度 | 水溫 | 導電度 | 鹽度 | 透明度 | 溶氧 | 溶氧飽和度 | 生化需氧量 | 大腸桿菌群 | 懸浮固體 | 氨氮 | 總磷 | 葉綠素a | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鉛 | D50 | Dm | Sand | Silt |
| 水質 | 酸鹼度 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 水溫 | 0.5502 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 導電度 | -0.7820 | -0.8010 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鹽度 | -0.7682 | -0.7974 | 0.9995 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 透明度 | -0.1287 | -0.0173 | 0.5048 | 0.5206 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧 | 0.0726 | 0.5358 | -0.5989 | -0.6029 | -0.6166 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧飽和度 | 0.1941 | 0.6308 | -0.6756 | -0.6763 | -0.5552 | 0.9890 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 生化需氧量 | 0.7504 | 0.4960 | -0.8986 | -0.9048 | -0.6881 | 0.3916 | 0.4354 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 大腸桿菌群 | 0.7905 | 0.7906 | -0.9995 | -0.9993 | -0.5084 | 0.5789 | 0.6554 | 0.9098 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 懸浮固體 | 0.2264 | -0.5050 | -0.1117 | -0.1157 | -0.6876 | -0.0222 | -0.0664 | 0.4636 | 0.1277 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 氨氮 | 0.9645 | 0.6455 | -0.9111 | -0.9037 | -0.3303 | 0.2652 | 0.3694 | 0.8837 | 0.9186 | 0.2477 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 總磷 | 0.8267 | 0.7897 | -0.9868 | -0.9815 | -0.4518 | 0.5998 | 0.6880 | 0.8563 | 0.9842 | 0.1179 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 葉綠素a | 0.3869 | 0.3596 | -0.6218 | -0.6132 | -0.6067 | 0.8328 | 0.8565 | 0.4804 | 0.6065 | 0.3196 | 0.4797 | 0.6916 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 銅 | -0.1299 | 0.7251 | -0.4374 | -0.4475 | -0.1849 | 0.7534 | 0.7507 | 0.1456 | 0.4182 | -0.5842 | 0.0606 | 0.3808 | 0.3047 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.7745 | -0.9295 | 0.9029 | 0.8999 | 0.1221 | -0.3700 | -0.4760 | -0.7237 | -0.9028 | 0.2438 | -0.8543 | -0.8829 | -0.3141 | -0.4818 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鋅 | 0.3724 | 0.8279 | -0.8578 | -0.8688 | -0.5285 | 0.7529 | 0.7800 | 0.7113 | 0.8515 | -0.1510 | 0.5863 | 0.7900 | 0.4836 | 0.7981 | -0.7966 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉻 | 0.7950 | 0.8030 | -0.8990 | -0.9012 | -0.2498 | 0.2561 | 0.3463 | 0.8421 | 0.9068 | -0.0463 | 0.8885 | 0.8526 | 0.2200 | 0.3425 | -0.9596 | 0.7708 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 汞 | -0.0183 | 0.0000 | 0.2670 | 0.2615 | 0.6123 | -0.7625 | -0.7338 | -0.1882 | -0.2500 | -0.4045 | -0.1021 | -0.3379 | -0.9097 | -0.1888 | -0.0980 | -0.2160 | 0.1814 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 砷 | 0.4511 | 0.8452 | -0.8819 | -0.8836 | -0.4982 | 0.8755 | 0.9215 | 0.6540 | 0.8686 | -0.1309 | 0.6274 | 0.8696 | 0.7294 | 0.7643 | -0.7725 | 0.9340 | 0.6786 | -0.4677 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 底質 | 銅 | -0.0748 | -0.5410 | -0.0244 | -0.0370 | -0.8180 | 0.1591 | 0.0696 | 0.3661 | 0.0357 | 0.9261 | 0.0188 | -0.0028 | 0.3237 | -0.3495 | 0.3695 | -0.0485 | -0.1799 | -0.4967 | -0.0700 | 1 | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.1304 | 0.1206 | -0.4215 | -0.4415 | -0.9226 | 0.7641 | 0.6834 | 0.5033 | 0.4172 | 0.3916 | 0.1144 | 0.3483 | 0.5557 | 0.4936 | -0.0943 | 0.6357 | 0.1617 | -0.6019 | 0.5830 | 0.6409 | 1 | | | | | | | | | |
| | 鋅 | -0.0550 | -0.1323 | -0.3292 | -0.3440 | -0.9708 | 0.6304 | 0.5484 | 0.5025 | 0.3289 | 0.6862 | 0.1343 | 0.2910 | 0.6220 | 0.1581 | 0.0822 | 0.3913 | 0.0212 | -0.7186 | 0.3998 | 0.8590 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | |
| | 鉻 | -0.0281 | 0.4428 | -0.5746 | -0.5884 | -0.7663 | 0.9430 | 0.9003 | 0.4777 | 0.5611 | 0.0844 | 0.2136 | 0.5253 | 0.6859 | 0.7527 | -0.3247 | 0.8066 | 0.2898 | -0.6436 | 0.8192 | 0.3225 | 0.9178 | 0.7597 | 1 | | | | | | | |
| | 汞 | -0.4391 | -0.0091 | -0.0743 | -0.0837 | -0.6075 | 0.8179 | 0.7320 | -0.0112 | 0.0548 | 0.1231 | -0.2661 | 0.0690 | 0.6280 | 0.5308 | 0.2213 | 0.3413 | -0.2971 | -0.8104 | 0.4455 | 0.4157 | 0.7945 | 0.7391 | 0.8218 | 1 | | | | | | |
| | 砷 | -0.1151 | 0.1836 | -0.0119 | -0.0327 | 0.1301 | -0.3356 | -0.3515 | 0.1191 | 0.0272 | -0.3231 | -0.0345 | -0.1290 | -0.7086 | 0.2242 | -0.2542 | 0.2580 | 0.3797 | 0.8087 | -0.0869 | -0.2459 | -0.0270 | -0.2626 | -0.0933 | -0.4104 | 1 | | | | | |
| | 有機質 | -0.5542 | -0.5332 | 0.3773 | 0.3769 | -0.3689 | 0.3834 | 0.2880 | -0.3494 | -0.3918 | 0.3538 | -0.5193 | -0.3266 | 0.4447 | -0.0424 | 0.6874 | -0.2748 | -0.7357 | -0.7761 | -0.0967 | 0.5456 | 0.4325 | 0.5787 | 0.3388 | 0.7948 | -0.6812 | 1 | | | | |
| | 鉛 | -0.4727 | -0.3861 | 0.1325 | 0.1242 | -0.6531 | 0.5718 | 0.4655 | -0.0636 | -0.1444 | 0.4530 | -0.3521 | -0.1234 | 0.5473 | 0.1312 | 0.5034 | 0.0216 | -0.5049 | -0.8230 | 0.1330 | 0.6932 | 0.7216 | 0.8145 | 0.6041 | 0.9070 | -0.5287 | 0.9355 | 1 | | | |
| | D50 | 0.1176 | 0.1238 | 0.1467 | 0.1440 | 0.6247 | -0.7194 | -0.6696 | -0.1048 | -0.1304 | -0.4338 | 0.0293 | -0.2078 | -0.8386 | -0.1559 | -0.2309 | -0.1405 | 0.2976 | 0.9881 | -0.3704 | -0.5631 | -0.6311 | -0.7543 | -0.6304 | -0.8551 | 0.7814 | -0.8566 | -0.8983 | 1 | | |
| | Dm | 0.1036 | 0.1091 | 0.1541 | 0.1506 | 0.6101 | -0.7224 | -0.6761 | -0.1024 | -0.1374 | -0.4210 | 0.0191 | -0.2187 | -0.8475 | -0.1585 | -0.2189 | -0.1411 | 0.2919 | 0.9911 | -0.3782 | -0.5442 | -0.6159 | -0.7391 | -0.6246 | -0.8483 | 0.7943 | -0.8504 | -0.8870 | 0.9996 | 1 | |
| | Sand | 0.3324 | 0.3292 | -0.1071 | -0.1088 | 0.5141 | -0.5783 | -0.5055 | 0.1192 | 0.1233 | -0.4079 | 0.2700 | 0.0468 | -0.6785 | -0.0596 | -0.4641 | 0.0645 | 0.5266 | 0.9222 | -0.1523 | -0.5694 | -0.5475 | -0.6886 | -0.5036 | -0.8531 | 0.7698 | -0.9593 | -0.9464 | 0.9673 | 0.9644 | 1 |
| | Silt | -0.3324 | -0.3292 | 0.1071 | 0.1088 | -0.5141 | 0.5783 | 0.5055 | -0.1192 | -0.1233 | 0.4079 | -0.2700 | -0.0468 | 0.6785 | 0.0596 | 0.4641 | -0.0645 | -0.5266 | -0.9222 | 0.1523 | 0.5694 | 0.5475 | 0.6886 | 0.5036 | 0.8531 | -0.7698 | 0.9593 | 0.9464 | -0.9673 | -0.9644 | -1 | 1 |

# 六 壓艙水案例分析與初步建置外來侵襲物種資料庫



## IUCN所列十大海洋入侵物種



# 霍亂弧菌（*Vibrio cholera*）



□入侵地點與途徑：1991年開始在秘魯沿岸流行，隨著航運發達，散佈至厄瓜多爾、哥倫比亞、巴西、智利與墨西哥等地。在美國，1991至1992年間，有毒的霍亂弧菌*Vibrio cholera* O1經由墨西哥灣的五艘貨船的壓艙水或引入水所引入，其中四艘曾經在有霍亂弧菌之疫區汲水，美國食品藥物管理署在霍亂弧菌中分析出傳染病菌株，故要求入港船舶進入美國水域時皆須交換壓艙水。

□造成損害：在非洲，1970年霍亂弧菌四處散佈，致死率在4%至12%間，從1991年至1996年間，死亡案例仍頻傳，至1996年止，共有26個國家回報有霍亂弧菌致死事件。拉丁美洲在1991至1992年間共有6,500件死亡案例。

□管理：預防霍亂弧菌擴散除要求船舶在外海交換壓艙水外，亦須提供安全飲用水、改善衛生與食品的安全性，亦可給予落後地區口服疫苗，可降低約80%的風險。

42

# 其他案例

| 物種名稱 | 衝擊 |
|---|---|
| 鏈狀裸甲藻(*Gymnodinium catenatum*) | •非洲：外海造成赤潮，產生麻痺性貝毒造成至少100起死亡事件。<br>•墨西哥馬薩特蘭：導致460人中毒，有32人死亡。<br>•紐西蘭：有500人被麻痺性貝毒污染的貝類毒素嚴重毒害，因此住院治療，至少造成20人死亡。<br>•日本：此種所引起的赤潮造成養殖魚貝類大量死亡，每年至少一億日元的損失。 |
| 斑馬貽貝(*Dreissena polymorpha*) | 幾乎占據了美國40%的內陸水域，估計光是花費在處理及防治被斑馬貽貝所占據的水路管線及水道，估計未來10年的費用約為1,000億台幣。 |
| 中華絨螯蟹(*Eriocheir sinensis*) | 德國為控制中華絨螯蟹，至1935年至2004年，花費在清理河道、漁業損失、修補河岸侵蝕等費用，估計已花費約八千五百萬歐元，其他無法以金錢量化的損失還包含對生物多樣性的影響。 |
| 杉葉蕨藻(*Caulerpa taxifolia*) | 加州使用塑膠防水帆布覆蓋並在下面注射液體的氯，控制費用與事後監測費用超過一百萬美金 。 |

43

# 澳洲外來物種資料庫

## 澳洲壓艙水管理顧問委員會

The 1994 target pest list adopted by the Australian Ballast Water Management Advisory Council

| Species | Phylum | Common name |
|---|---|---|
| *Alexandrium catenella* | Alveolates (Dinoflagellata) | Toxic dinoflagellate |
| *Alexandrium minutum* | Alveolates (Dinoflagellata) | Toxic dinoflagellate |
| *Alexandrium tamarense* | Alveolates (Dinoflagellata) | Toxic dinoflagellate |
| *Gymnodinium catenatum* | Alveolates (Dinoflagellata) | Toxic dinoflagellate |
| *Sabella (=Spirographis) spallanzanii* | Annelida | European fan worm |
| *Carcinus maenas* | Crustacea | European green crab |
| *Mnemiopsis leidyi* | Ctenophora | Comb jelly |
| *Asterias amurensis* | Echinodermata | North Pacific seastar |
| *Musculista senhousia* | Mollusca | Asian mussel |
| *Corbula gibba* | Mollusca | European clam |
| *Crassostrea gigas* (feral) | Mollusca | Pacific (king or rock) oyster |
| *Potamocorbula amurensis* | Mollusca | Chinese clam |
| *Undaria pinnatifida* | Stramenopiles | Japanese seaweed—'wakame' |

In addition to these species, *Vibrio cholera* and 24 fish pathogens (which were identified as the causative agents of serious fin and shellfish diseases) were earmarked for priority attention.

44

# 澳洲外來物種資料庫

## 澳洲國家工作小組

Interim trigger list issued by the Australian national taskforce on the prevention and management of marine pest incursions

| Species | Phylum | Common name |
|---|---|---|
| *Pfiesteria piscidia* | Alveolates (Dinoflagellata) | Toxic dinoflagellate |
| *Caulerpa taxifolia* (aquarium strain) | Chlorobionta (green algae) | Aquarium Caulerpa |
| *Codium fragile* ssp. *tomentosoides* | Chlorobionta (green algae) | Broccoli weed |
| *Aurelia aurita*[a] | Cnidaria | Moon jelly |
| *Cyanea* spp.[b] | Cnidaria | Lion's mane jelly |
| *Eriocheir sinensis* | Crustacea | Chinese mitten crab |
| *Mnemiopsis leidyi* | Ctenophora | Comb jelly |
| *Asterias amurensis* | Echinodermata | North Pacific seastar |
| *Dreissena bugensis*[c] | Mollusca | Quagga mussel |
| *Musculista senhousia* | Mollusca | Asian date or Bag mussel |
| *Mytilopsis sallei* | Mollusca | Black striped mussel |
| *Potamocorbula amurensis* | Mollusca | Asian clam |
| *Rapana thomasina*[d] | Mollusca | Veined rapa whelk |
| *Rapana venosa* | Mollusca | Veined rapa whelk |
| *Sargassum muticum* | Stramenopiles | Japanese seaweed—'wakame' |
| *Undaria pinnatifida* | Stramenopiles | Asian seaweed |

45

# 澳洲建置外來物種資料庫準則

(Hayes et al. , 2003 )

## ☐挑選準則中共同的議題

- 物種須對當地造成傷害
- 此物種須能在當地繁衍，才會持續造成傷害
- 此物種須為外來物種，若已存在於當地，需受官方控制或被限制於某地區內

## ☐可能侵襲澳洲物種資料庫篩選準則

- 須由船舶運輸此途徑傳入，此傳入途徑仍然存在
- 外來物種須對環境與經濟造成傷害
- 存在於澳洲(搜尋澳洲現有資料庫，如Fishbase、CSIRO等，或詢問專家)



# 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫--

## 可能侵襲澳洲之外來物種

Potential "next pest" species identified in this study and their known (▲) or possible (•) vectors

| Species | Phylum | S1 | S3 | F1 | F2 | C | IR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Dinophysis norvegica* | Alveolates (Dinoflagellata) | | ▲ | | | | |
| *Hydroides dianthus* | Annelida | • | • | | • | | |
| *Marenzelleria viridis* | Annelida | | • | | | | |
| *Liza ramada* | Chordata | | ▲ | | | | |
| *Neogobius melanostomus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | • |
| *Pagrus major* | Chordata | | | | | | |
| *Siganus rivulatus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | |
| *Tridentiger bifasciatus* | Chordata | | • | | | | |
| *Blackfordia virginica* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Maeotias marginata* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Ampelisca abdita* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Balanus eburneus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Callinectes sapidus* | Crustacea | • | • | | | | • |
| *Charybdis japonica* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Hemigrapsus penicillatus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Hemigrapsus sanguineus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Limulus polyphemus* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Nippoleucon hinumensis* | Crustacea | | • | | | | |
| *Pseudodiaptomus marinus* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Rhithropanopeus harrisi* | Crustacea | • | • | | • | | |
| *Tortanus dextrilobatus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Crepidula fornicata* | Mollusca | • | • | | ▲ | | |
| *Ensis directus* | Mollusca | | • | | | | |
| *Limnoperna fortunei* | Mollusca | | • | | | | ▲ |
| *Mya arenaria* | Mollusca | • | • | ▲ | • | | |
| *Perna perna* | Mollusca | ▲ | • | | • | | |
| *Perna viridis* | Mollusca | • | • | | | | |
| *Petricolaria pholadiformis* | Mollusca | | • | | ▲ | | |
| *Grateloupia doryphora* | Rhodophyta | • | • | | ▲ | | |
| *Womersleyella setacea* | Rhodophyta | • | | | | | • |
| *Chaetoceros concavicornis* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Chaetoceros convolutus* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Pseudo-nitzschia seriata* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |

Vector categories: accidental with vessel fouling (S1); accidental with ballast water (S3); deliberate translocations of fish and shellfish to establish or support a new fishery (F1); accidental with deliberate translocations of fish and shellfish (F2); natural range expansion through man-made canals (C); deliberate and accidental release by individuals, such as aquarium discards (IR).

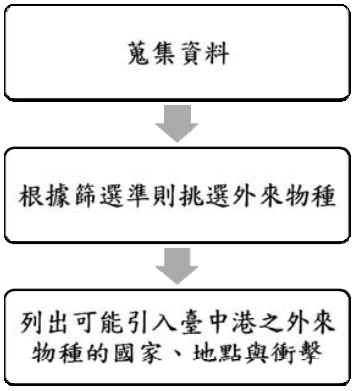
列出33種可能入侵澳洲的外來物種，有94%是由壓艙水所引入，45%是附著於船殼所引入。S3為藉由壓艙水此途徑所引入，共有31種物種由此途徑引入，其中有7種確定為由壓艙水所引入，24種可能是經由壓艙水引入，而本計劃則針對由壓艙水引入之外來物種做研究。

# 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫

## 篩選準則

- 外來物種經由壓艙水引入
- 外來物種已知對環境或經濟造成危害
- 外來物種出現於上一港

## 流程




## 限制

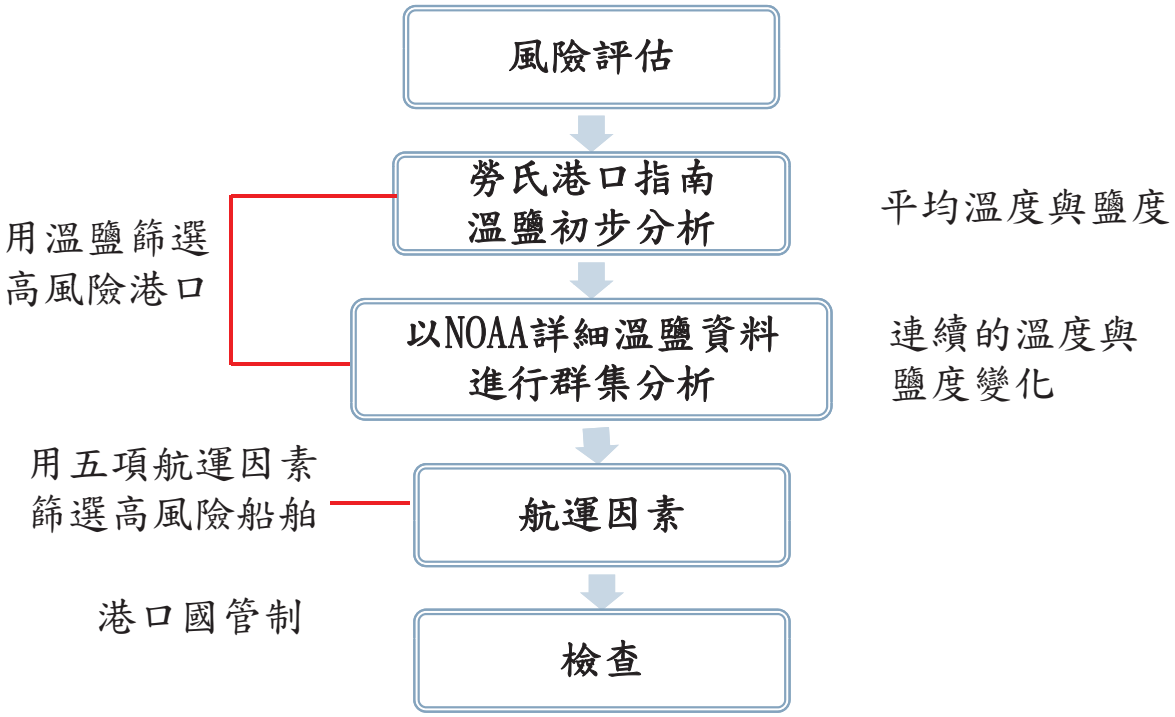
- 在文獻或報告難以判斷此外來物種是否經由壓艙水或其他途徑所引入，而所蒐集之報告亦僅限中文與英文文獻。
- 外來物種有害的定義難以界定，因外來物種對各種生存環境有不同的生活方式，對於外來物種在上一港所造成的衝擊與移轉至臺中港後是否有相同的影響，仍需長時間觀察，僅能藉此判斷可能影響與上一港環境相似的臺中港。
- 外來物種種類繁多，受限於人力與時間，故本研究主要著重於浮游動植物。

48

# 七 船舶風險分析與建立港口國管制程序

49

# 研究方法






# 溫鹽分析篩選後艘次與艘數

| 國家 | 港口 |
|---|---|
| 中國 | 廈門、香港、澳門、珠海、鹽田等19個港 |
| 日本 | 東京、神戶、橫濱、廣島、那霸、大阪等50個港 |
| 南韓 | 釜山、濟州、文度、光陽等9個港口 |
| 巴西、南非、美國、紐西蘭、埃及、智利、澳洲 | 里約熱內盧、德班、洛杉磯、陶蘭加、塞得港、法耳巴拉索、布里斯本等22個港 |

| 年度 | 原艘次、數 | | 勞氏港口指南溫鹽初步分析 | |
|---|---|---|---|---|
| | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 |
| 94年 | 5,697 | 1,419 | 1,706 | 445 |
| 95年 | 5,857 | 1,464 | 1,857 | 490 |
| 96年 | 6,462 | 1,492 | 2,456 | 586 |
| 97年 | 6,330 | 1,492 | 2,402 | 571 |
| 98年 | 6,462 | 1,422 | 2,739 | 587 |

# 溫鹽資料蒐集與研究方法

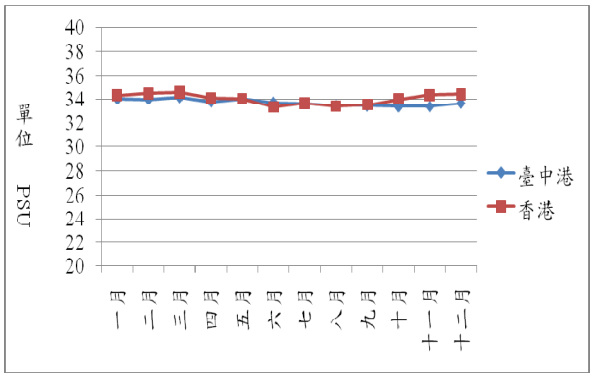
- 資料蒐集：本項目擬以美國海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)中的國家海洋資料中心(National Oceanographic Data Center, NODC)，蒐集各經緯度溫度與鹽度的長期觀測資料。資料內容包含經緯度、水深、各月分的溫度與鹽度…等，每個月皆有41,458個觀測點。

- 研究方法：先使用因素分析(Factor Analysis)尋找一組最能解釋測量變數之間共變關係的共同因素，再採用群集分析(Cluster Analysis)中的階層分析法(Hierarchical Clustering Procedure)，依據個體間的相似性將樣本分成幾群，同群組內個體相似性高，不同群組的個體相似性低。

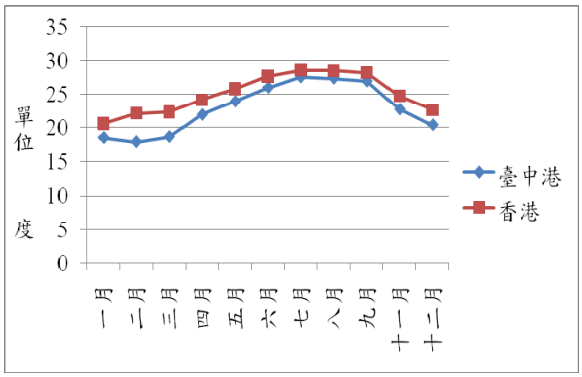


# 港口經緯度

| 國家 | 港口 | 緯度 | 經度 | 採樣緯度 | 採樣經度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 臺灣 | 臺中港 | 24.33N | 120.57E | 24.5N | 119.5E |
| 中國 | 香港 | 22.3N | 114.25E | 22.5N | 116.5E |

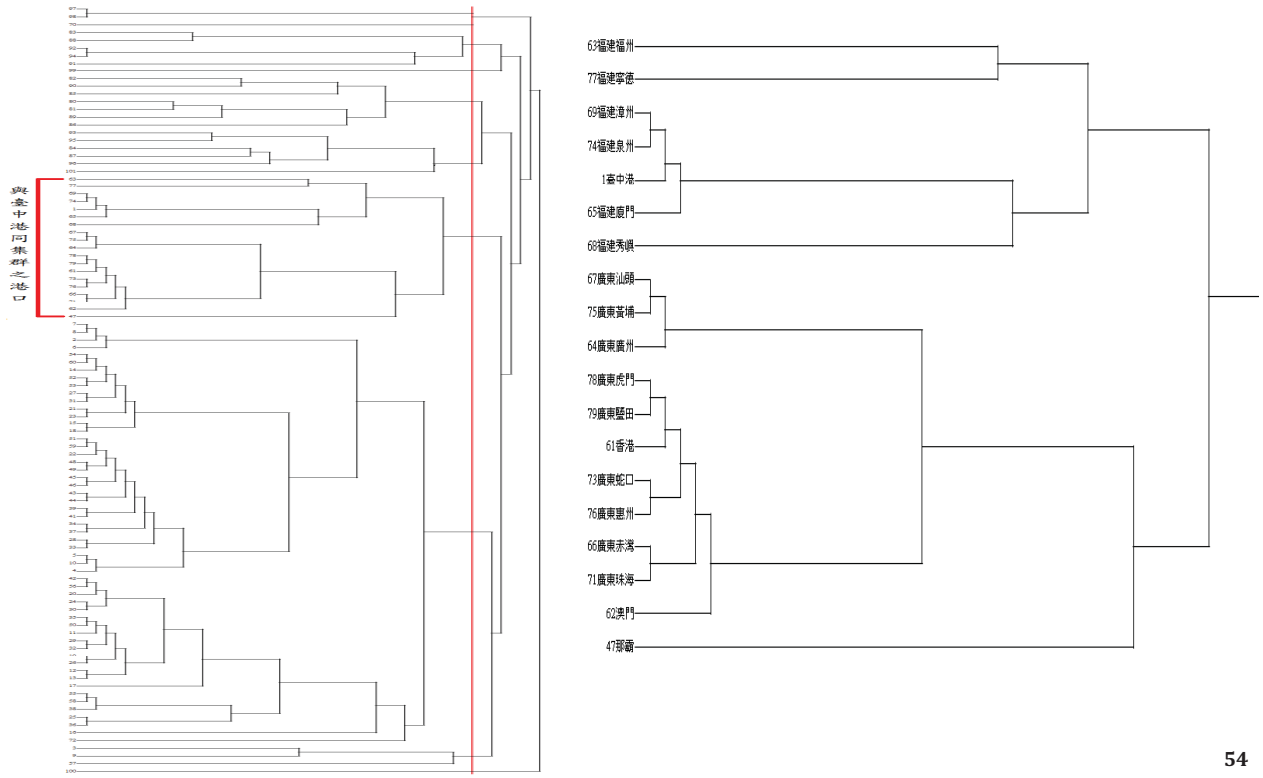



臺中港與香港鹽度




臺中港與香港溫度

# 群集分析--樹狀圖






# 群集分析篩選後艘次與艘數

| 國家 | 港口 |
|---|---|
| 中國 | 廣東省、福建省沿岸港口、香港與澳門等17個港口 |
| 日本 | 那霸 |

| 年度 | 原艘次、數 | | 勞氏港口指南溫鹽初步分析 | | 以NOAA詳細溫鹽資料進行群集分析 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 |
| 94年 | 5,697 | 1,419 | 1,706 | 445 | 802 | 182 |
| 95年 | 5,857 | 1,464 | 1,857 | 490 | 940 | 220 |
| 96年 | 6,462 | 1,492 | 2,456 | 586 | 1,488 | 305 |
| 97年 | 6,330 | 1,492 | 2,402 | 571 | 1,478 | 289 |
| 98年 | 6,462 | 1,422 | 2,739 | 587 | 1,746 | 259 |

# 港口位置圖




# 其他航運因素進一步篩選

| 風險因素 | 方法 | 原因 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|
| 來源風險 | 環境相似 | 若來源港與目的港溫度與鹽度越相近，當來源港的外來物種引入目的港時，越容易生存 | IMO, Gollasch (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 曾出現藻華區 | 壓艙水為主要傳遞外來物種途徑，若當地曾出現藻華，經船舶運送，在下一港排出易造成威脅 | Carlton (1985), McGee et al. (2006), Drake et al. (2005) |
| 船舶風險 | 航程 | 航程時間越長，在壓載艙的物種豐富度會下降 | Gollasch(2006), Gollasch et al. (2007) |
| | 船旗國 | 因權宜船旗國家管制較為鬆散，使懸掛權宜船旗之船舶在處理船舶安全與污染管理較不嚴謹 | ITF, 2010 |
| | 壓艙水 | 壓艙水量越大，可能攜帶更多的物種種類或數量 | Flagella et al. (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 入港頻率 | 外來物種入侵次數隨著船隻造訪次數增加而增加 | Ricciardi (2001), Gollasch and Leppäkoski (2007), McGee et al. (2006) |

# 五項篩選因素積分表

| 評估因素 | 航程 | | 船旗國 | | 壓艙水量 | | 進港次數 | | | 藻華發生地 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <0.5天 | >0.5天 | 是 | 否 | 貨櫃輪、雜貨輪 | 其他 | >41 | 21-40 | 0-20 | 是 | 否 |
| 積分(S) | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |

$$S_{總積分}=S_{航程}+S_{船旗國}+S_{壓艙水量}+S_{進港次數}+S_{藻華發生地}$$



# 八 結論

# 結論

1. 本年度將新建立三維水理之數值模式，使用本年度於台中港南北兩側所設立之海流測站來率定與驗證去年度所建立之二維或今年度新建立之三維水動力模式，並藉由二維或三維水理模式來模擬分析臺中港區海域之水動力情形。本計畫先進行流場模式之率定，利用彰濱海域之CH7W測站實測海潮流資料來進行率定。經率定分析，得到最佳模式參數：底床摩擦係數為25，*g*、*kv* 與*rm* 等係數之值分別為500、0.4 與0.4 (計算鹽度時，使用rm 值為0.8)與渦動黏性係數為100。由模擬結果可知，漲潮時潮流分別從臺中港南北兩端向臺中港匯集。退潮時則由臺中港附近海域向南北兩端流出，此與交通部運輸研究所“近岸漂沙機制與防治研究(1/4)”第五章之結果趨勢一致。

2. 100年4月枯水期調查結果顯示，臺中港區(N5、N6、N7)港域水質因易受陸源性影響，如介於梧棲大排與安良港大排之間測點(N5)，於4月枯水期間其鹽度與導電度相對最低，而總磷則最高。此外，其生化需氧量與大腸桿菌群；以及重金屬鋅、鉻與砷相對略高。臺中港外大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)兩處水質則相對穩定且污染程度低，均可符合所屬之乙類海域水質標準，重金屬亦無異常。



# 結論

3. 臺中港海域表層沉積物重金屬4月調查結果，整體無論與國內或國外相關沉積物重金屬參考資料相比，並無特別異常之處。除砷以外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，整體以港域內底質相對較港外為高，而各富集因子計算結果，其富集程度以鉻相對最低，介於無～輕微富集；而砷富集程度則相對最高，介於非常嚴重～極端嚴重富集；初步可知臺中海域底質砷含量，相對於地殼平均含量而言有累積偏高之情形，且以大肚溪外海(N11)最高，同時N11之有機質與鋁含量相對最低。此外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞亦相對最低；底質粒徑方面則以N11之平均粒徑($D_m$)及中值粒徑($D_{50}$)為最高，砂(sand)含量亦最高，明顯有別於其他4處之表層沉積物多以粉砂(silt)為主。

4. 若以地質累積指數(Igeo)作為臺中港底質重金屬污染程度評估指標參考，可知本年度4月枯水期海域底質調查結果多呈現無污染至中度污染，其中重金屬銅、鋅、鉻與汞與頁岩平均含量相比，均為接近背景無污染，此與富集因子(EF)相比部分存在差異，有待後續探討。

# 結論

5. 當底質顆粒偏細時，其所含有機質及鋁與汞含量亦相對較高。而底質砷與顆粒上的富集特性與汞相反，當底質顆粒偏粗時，相對可發現其底質砷亦較高。

6. 本研究蒐集13個外來物種入侵的案例，其中霍亂弧菌的散佈更造成中南美洲死亡案件頻傳；鏈狀裸甲藻造成赤潮所引發的麻痺性貝毒易造成多人死亡；斑馬貽貝入侵美國五大湖，佔據40%的內河水道，預計需花費一千億台幣清理；中華絨螯蟹入侵歐洲，造成德國當地漁業損失超過八千萬歐元。

7. 經由勞氏港口指南平均溫鹽資料初步分析，篩選出30%至40%艘數(445至587艘數)；進一步以NOAA連續溫鹽資料進行群集分析，篩選出約40%艘數(182至305艘數)，之後再以其他相關航運因素進行篩選，篩選出高風險之船舶，以符合臺中港港口國管制官員之人力。

62

■謝謝各位　敬請指教

# 附錄十　期末報告審查意見回覆

## 交通部運輸研究所合作研究計畫

## □期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：鄰港水質環境調查研究 (3/4)

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **王順寬委員：** | | |
| 1. 第三章中所使用符號有重覆使用，未定義等情況請再檢查。 | 謝謝指教，已於期末報告修正。 | 符合 |
| 2. 圖 3-11~13 中風向 NNE 202.5°，SSW 22.5°與表 3-1 轉角 62°是否一致，請再檢查。 | 謝謝指教，已於期末報告修正。 | 符合 |
| 3. 探討風場對流場的影響，建議以 2.3 節之實測風與海流作輸入條件，方便與實測比較。 | 謝謝指教，台中港域平均風速為 5m/sec，與模擬條件之一(6m/sec)接近，應能做為判斷依據。 | 符合 |
| 4. 重金屬污染應有地域性，引用高雄港資料比較是否適當？又台中港砷污染嚴重，建議能確實探討其原因。 | 謝謝指教，報告中引用高雄港乃因臺中港與高雄港同樣均為國內之四座國際商港之一，其港埠功能相近，且其港域底質重金屬調查資料詳盡，故作為與臺中港底質重金屬調查結果比較之參考。大肚溪口外 4 海浬處底質砷(15.4 mg/kg)相對偏高之原因，推測可能與台灣本身地層地質特性有關，由台灣地層沉積物之砷含量分布研究顯示，其嘉南平原之濁水溪沖積扇南端地質鑽探分析岩心樣本總砷含量結果，介於 0.45～590 mg/kg (Liu et al., 2006 )，大多數岩心樣本之總砷含量超過地殼中平均之總砷含量(1.8 mg/kg)。並由岩心總砷含量之分析結果可推測地質岩心之砷含量分布，可能與岩心質地及地質年代有關，而世界上嚴重砷污染地區如孟加拉與與印度西孟加拉邦(West Bengal)沉積物所含之砷濃度可高達 20～30 mg/kg。若能實際進行臺中港鄰近海域與河川底質砷之調查，將有助於進一步確實瞭解其成因。 | 符合 |
| 5. 表 6-9 中文名稱請列完整，又建議浮游藻類之介紹能以此 12 種為主。 | 表 6-9 中文名稱乃參考台灣物種名錄表列，其中部分物種並無譯名故留空白；此 12 種為國內既有種，一般報告可見對其之描述，6.1 節主要針對在國外已有侵襲並造成重大衝擊之案例作彙整。 | 符合 |

<table>
<tr><th>參與審查人員<br>及其所提之意見</th><th>合作研究單位<br>處理情形</th><th>本所計畫承辦單位<br>審查意見</th></tr>
<tr><td>6. 群集分析與台中港同群之港口其五項因素分析之得分為何請列出。</td><td>謝謝指教，台中港同群之港口其五項因素分析之得分詳於附錄七。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>胡慶祥委員</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>1. 報告內容符合計畫預定進度與研究內容。</td><td>謝謝指教。</td><td></td></tr>
<tr><td>2. 我國海域底質尚未訂有管制標準，惟可考量參酌目前（100.11.15）環保署所預告之「底泥品質指標（草案）」或比外國（加拿大安大略省）底泥品質基準值更具本土性與相關性。</td><td>謝謝指教，將參考引用環保署所預告之「底泥品質指標（草案）」之底泥品質指標中之重金屬項目(如下所示)，並已補充於第四章表 4-4 與本文中比較。<br><table><tr><th>底泥品質指標項目 (mg/kg)</th><th>上限值</th><th>下限值</th></tr><tr><td>重 金 屬</td><td></td><td></td></tr><tr><td>砷 (As)</td><td>33</td><td>11</td></tr><tr><td>鎘 (Cd)</td><td>2.5</td><td>0.65</td></tr><tr><td>鉻 (Cr)</td><td>233</td><td>76</td></tr><tr><td>銅 (Cu)</td><td>157</td><td>50</td></tr><tr><td>汞 (Hg)</td><td>0.87</td><td>0.23</td></tr><tr><td>鎳 (Ni)</td><td>80</td><td>24</td></tr><tr><td>鉛 (Pb)</td><td>161</td><td>48</td></tr><tr><td>鋅 (Zn)</td><td>384</td><td>140</td></tr></table></td><td>符合</td></tr>
<tr><td>3. 建置外來物種資料庫所根據之篩選準則是否即為參酌 Hayes et al.（2003）？除未能在文末參考文獻外，能否對此篩選準則於文中略述？或於附錄中呈現？</td><td>謝謝指教，篩選準則乃為參酌 Hayes et al.（2003），已於參考文獻列出並於文中敘述其原則。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>4. 經本研究篩選後，高風險船舶受檢數量已可符合臺中港人力負荷。此類船舶是否為特定或已知船舶？若否，臺中港務局人員如何在實務上進行（預）篩選？</td><td>本文之船源風險乃由實際之進港船舶估算，故所計算需受檢之高風險船舶為特定之已知船舶，可由附錄七中得知船名。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>5. 是否考慮將期中審查意見所提之申報制度（美、澳已採行）納入 8.2 節建議之一。</td><td>謝謝指教，已將建議納入。</td><td>符合</td></tr>
<tr><td>6. 有關 BWM 生效之敘述，P2-74 與 P2-79 不一致，請確認。</td><td>謝謝指教，誤植之處已更正。</td><td>符合</td></tr>
</table>

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **蔡立宏委員：** | | |
| 1. 結論與建議請再精簡，並增加 8.3 節成果效益與後續應用情形。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| 2. 水質調查及分析結果顯示總磷在 N5 測站偏高，請增加說明可能污染來源。 | 謝謝指教，100 年 4 月枯水期與 10 月豐水期調查結果顯示，港區內 N5、N6、N7 計 3 處測點之港域水質因較易受陸源性影響，介於梧棲大排與安良港大排之間測點 N5，於 4 月枯水期間其鹽度與導電度相對最低，而總磷則出現最高之現象(0.158 mg/L)，顯示採樣當時此處水體受到相對較多之淡水之影響，而由上游陸域水質之歷年總磷監測結果，其梧棲大排與安良港大排於民國 87 年至 99 年間，漲、退潮之總磷平均濃度高達 0.731 mg/L，遠高於港域可知，港域之總磷偏高之污染來源，應與匯入港區之排水之總磷濃度偏高有關。 | 符合 |
| 3. p4-28 之 2010/5 pH 值出現極端低值，建議探討其原因。 | 謝謝指教，由環保署海域水質數據顯示，曾在 2010 年 5 月於台中港沿海一測站表層水，測得其 pH 略偏低(7.6)，分析當時該處其他水質檢項如溶氧量與營養鹽類，以及重金屬均未發生異常，僅鹽度略有降低推測，可能係受到部分淡水的(pH 相對海水為較低)影響，導致 pH 值出現偏低，但仍可符合國內海域水質標準。然而礙於現有資料有限，尚無法進一步深入探究其真正原因。 | 同意 |
| 4. 報告格式請依本所出版品規定編排，如摘要以及排版等。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| **何良勝委員：** | | |
| 1. 報告內容請依本所出版品規定辦理。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| 2. 摘要及結論中有關壓艙水部份應作部份擇要修正。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| 3. 本計畫已完成三年期程，建議未來應整合相關調查結果及數值模擬驗証，作一統合比較，並依此提供有效之防治對策。 | 謝謝，下一年度中將利用二維水質模式進行台中港域之涵容能力評估。此將能了解台中港區能承受多少的污染物承受能力。 | 參考 |
| 4. 建議第四年可辦理壓艙水方面之工作成果發表。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 參考 |

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| **張憲國委員書面審查** | | |
| 1. 研究報告內容相當豐富，研究成果可提供港務局管理港內受壓艙水參考，研究價值相當實務。 | 謝謝指教。 | |
| 2. 各港水質相似條件，利用各月份做群集分析，此結果會造成相近港（因為溫鹽分佈相近）成為相同群集。建議可用溫鹽平均值、範圍等統計參數當做變數。 | 謝謝指教，本計劃第二年度「鄰港水質環境調查研究(2/4)」採用公約之環境相似度法時，即採用勞氏港口指南所列各上一港之平均溫度與鹽度，然此法適合初步篩選；本年度進一步以群集分析做風險篩選，須引用更詳細之各月份溫鹽資料。 | 符合 |
| **林秋裕委員書面審查：** | | |
| 1. 報告書自摘要、表目錄、圖目錄及各章節內文，應再仔細檢視文詞通順、文詞達意、字句完整、字詞嚴謹、字詞完整…等。例如：<br>(1)表 5-5 與 5-6，”鋁值”是”鋁濃度”？<br>(2)表 6-8 ~10，”台灣物種”，本報告可能完全羅列嗎？<br>(3)表 7-6~7-11？？？圖與表名稱應該能單獨讀取意義。 | 謝謝指教。<br>(1)表 5-5 與 5-6，”鋁值”乃指”鋁濃度”，該表已修正。<br>(2)已於 6.2 節述明研究限制，本研究僅嘗試初步建置可能入侵之物種資料庫，無法完全羅列。<br>(3)已於定稿中更正。 | 符合 |
| 2. 摘要應該再補充實際執行成果（不該花大篇幅敘述工作項目而已），甚沒佐以量化數據。要讓讀者完整的獲知資訊。 | 謝謝指教，已於定稿中更正。 | 符合 |
| 3. P.7-22 缺總積分公式（1）。 | 總積分公式列於 P.7-23 之(7-2)式，已於定稿中更正。 | 符合 |
| 4. P.1-4 本年度工作之第 6 點，未見成果。（船舶管理順序）（第 7 章未見到） | 謝謝指教，第 7 章所述之風險分析即依風險程度高低分類，船舶即依風險程度順序依次管理。 | 符合 |
| 5. P.7-41§7-3-2 完全看不懂內容意義。 | 謝謝指教，已於定稿中補充說明並校正文詞之通順與達意。 | 符合 |

| 參與審查人員<br>及其所提之意見 | 合作研究單位<br>處理情形 | 本所計畫承辦單位<br>審查意見 |
|---|---|---|
| 6. 砷含量高，原因與對策（P.8-2？） | 謝謝指教，初步結果顯示其底質砷含量略高應與台灣地層地質特性有關，即自然環境條件所致，除砷含量於大肚溪外海測站 N11 相對最高外，其餘項目均以港內為較高。仍低於環保署所預告之「底泥品質指標（草案）」之底泥品質指標上限值，以及低於國外如 NOAA 之可能造成底棲生物威脅之 ERM 門檻值。整體而言，臺中港海域並無台灣西南地區陸上抽取地下水飲用，導致砷中毒之烏腳病問題，但大肚溪外海底質砷濃度略高之問題，建議未來可進一步規劃調查，以瞭解其變動情形。 | 同意 |
| 7. 再次強調，全文應該仔細檢視第 1 點所述之缺失。 | 謝謝指教，遵照辦理。 | 符合 |
| 8. 結論第 1 點所列之文獻，未在”參考文獻”處見到。 | 謝謝指教，已於參考文獻中列出。 | 符合 |

附錄十一　期末簡報

# 交通部港灣技術研究中心

# 鄰港水質環境調查研究(3/4)

簡報人：劉大綱　博士

財團法人成大研究發展基金會

2011/11/17

## 一、研究內容及工作項目

- 針對臺中港附近海域進行水體及底質重金屬採樣調查
- 整理臺中港海域海象、氣象、地象、水質及生態資料，並分析其特性
- 利用三維數值模式探討近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性
- 由臺中港域之河川水質、陸域水質、底質重金屬之監測資料，了解水質整體變化趨勢與底質重金屬間之關係
- 蒐集壓艙水導入外來物種對環境造成損害之案例，並蒐集造訪臺中港船舶之來源港域可能侵襲物種，以初步建立可能藉壓艙水導入臺中港之侵襲物種資料庫
- 探討造訪臺中港頻繁船舶之來源港與臺中港之環境相似度，建立高風險船舶管理之優先順序。

# 二 基本資料蒐集分析



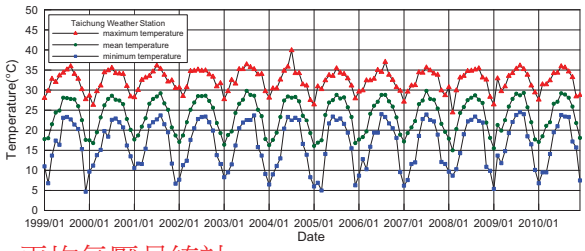
基本資料蒐集分析

台中港附近海域海氣象、水質與生態資料蒐集概況表

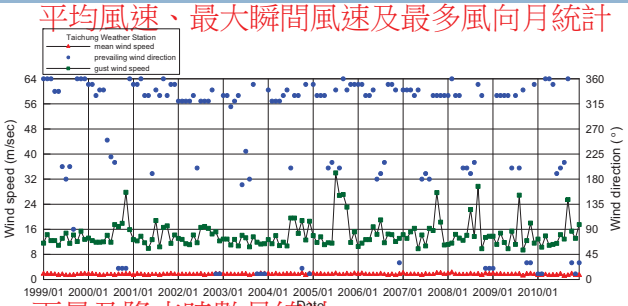
| 資料類別 | 測站 | 經度 / 緯度 | 觀測期間 | 觀測單位 |
|---|---|---|---|---|
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’00”N<br>120°29’10”E | 1999/10-2000/08 | 港研中心 |
| 波浪 | 臺中港 | 24°18’09.4”N<br>120°28’38.4”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 海流 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’40”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 風 | 臺中港 | 24°18’24”N<br>120°31’23”E | 2001/07-2010/11 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’22.3”N<br>120°31’28”E | 1999/10-1999/10<br>2001/04-2010/12 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°18’10”N<br>120°28’30”E | 2003/08-2010/12 | 港研中心 |
| 潮位 | 臺中港 | 24°17’16”N<br>120°31’59”E | 1999/01-1999/10<br>2002/01-2010/12 | 內政部 |
| 氣象 | 臺中 | 24°08' 51”N<br>120°40'33”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 |
| 氣象 | 梧棲 | 24°15' 31”N<br>120°30'54”E | 1999/01-2010/12 | 中央氣象局 |

# 氣象資料統計－台中氣象站

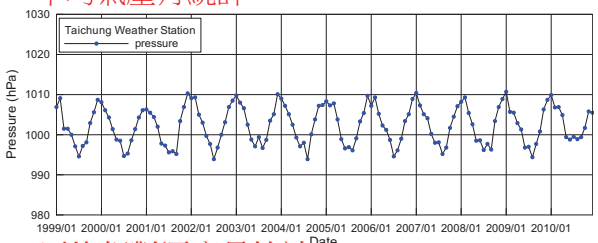
## 平均、最高及最低氣溫月統計



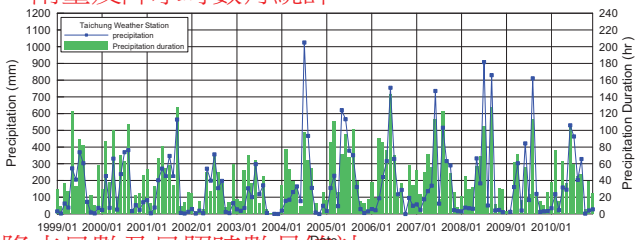

## 平均風速、最大瞬間風速及最多風向月統計



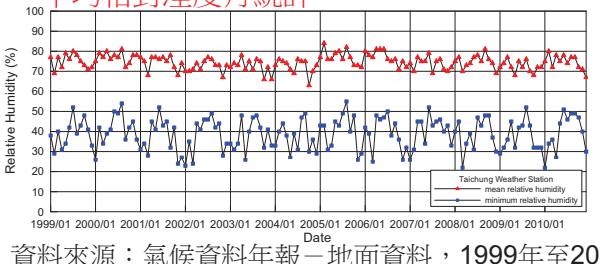

## 平均氣壓月統計



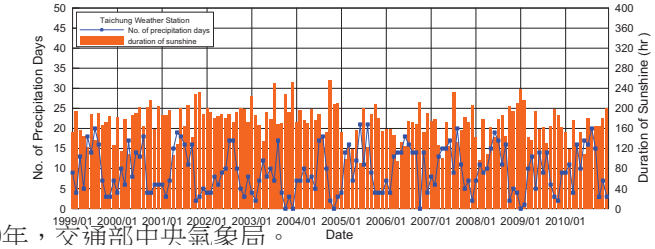

## 雨量及降水時數月統計




## 平均相對溼度月統計




## 降水日數及日照時數月統計

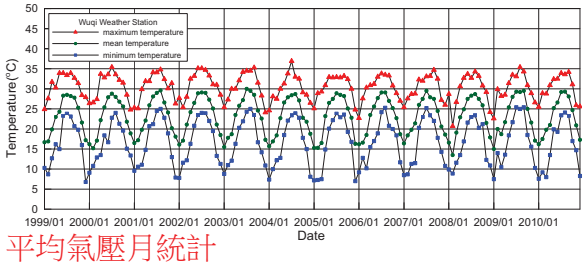



資料來源：氣候資料年報－地面資料，1999年至2010年，交通部中央氣象局。

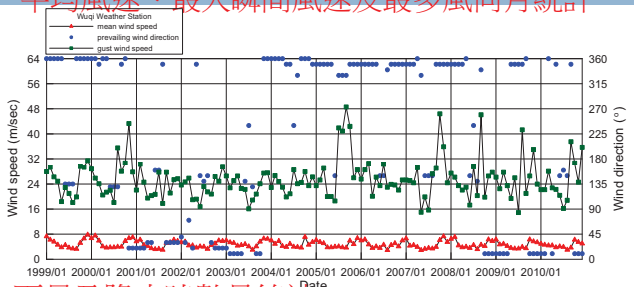


# 氣象資料統計－梧棲氣象站

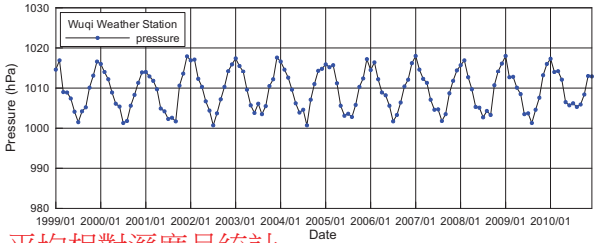
## 平均、最高及最低氣溫月統計



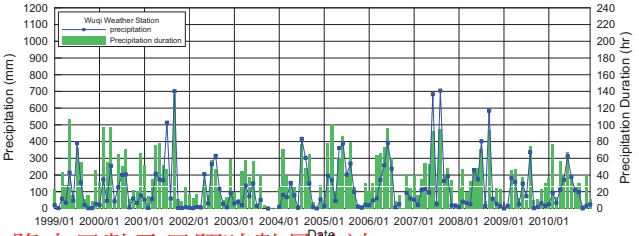

## 平均風速、最大瞬間風速及最多風向月統計



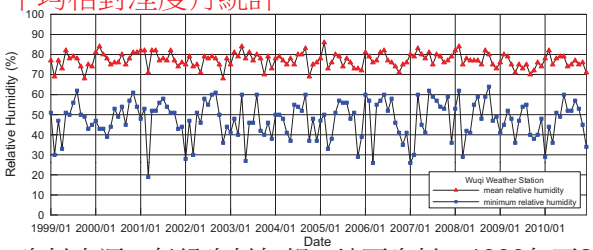

## 平均氣壓月統計



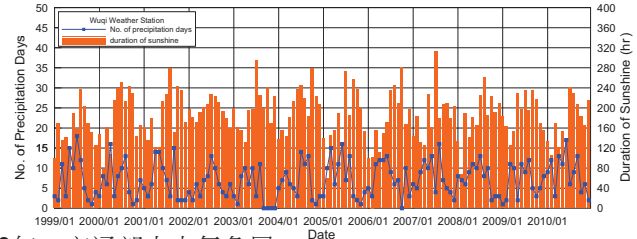

## 雨量及降水時數月統計




## 平均相對溼度月統計

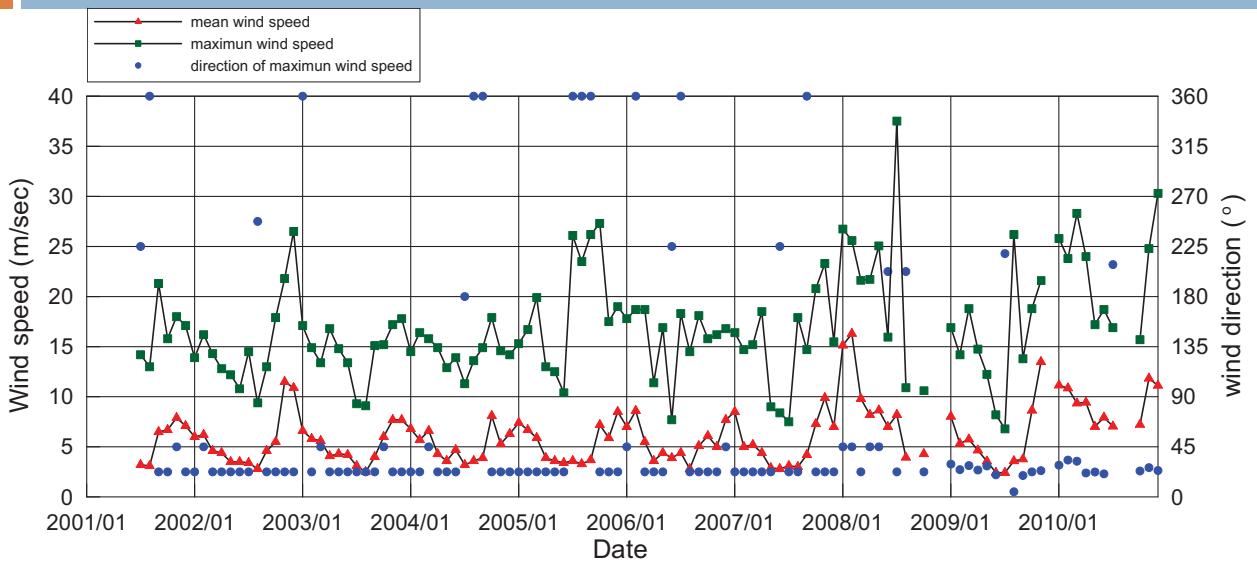



## 降水日數及日照時數月統計




資料來源：氣候資料年報－地面資料，1999年至2010年，交通部中央氣象局。

# 海氣象資料統計--台中港風速及風向之月統計圖

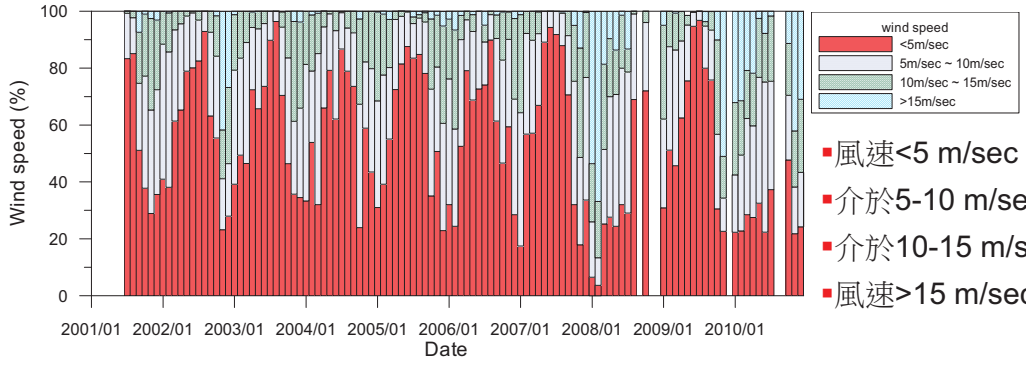



- 歷年之月平均風速介於2.5 m/sec至7 m/sec之間
- 月平均風速大於10 m/sec以上者皆發生在冬季
- 盛行風向多集中在北至東北向
- 歷年之平均風速為6.2cm/sec
- 歷年最大風速為37.5m/sec，其風向為北北西向。

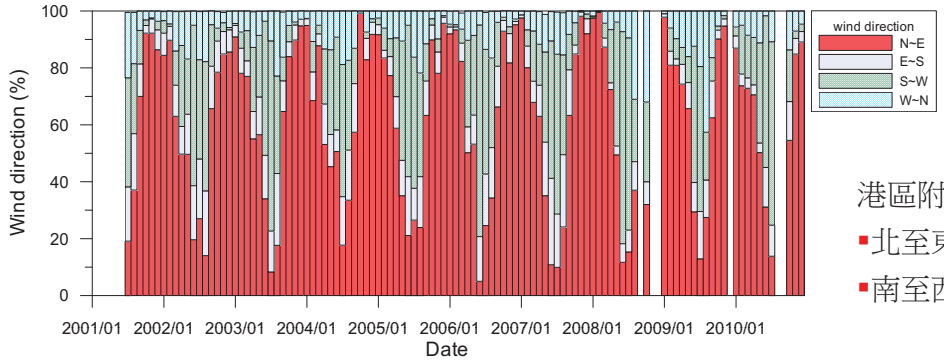
資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2001年至2010年，交通部運輸研究所。



# 氣象資料統計－台中港風速及風向之月統計分佈圖




- 風速<5 m/sec，約佔52.9%
- 介於5-10 m/sec之間，約佔27.5%
- 介於10-15 m/sec之間，約佔13.5%
- 風速>15 m/sec，約佔6.1%

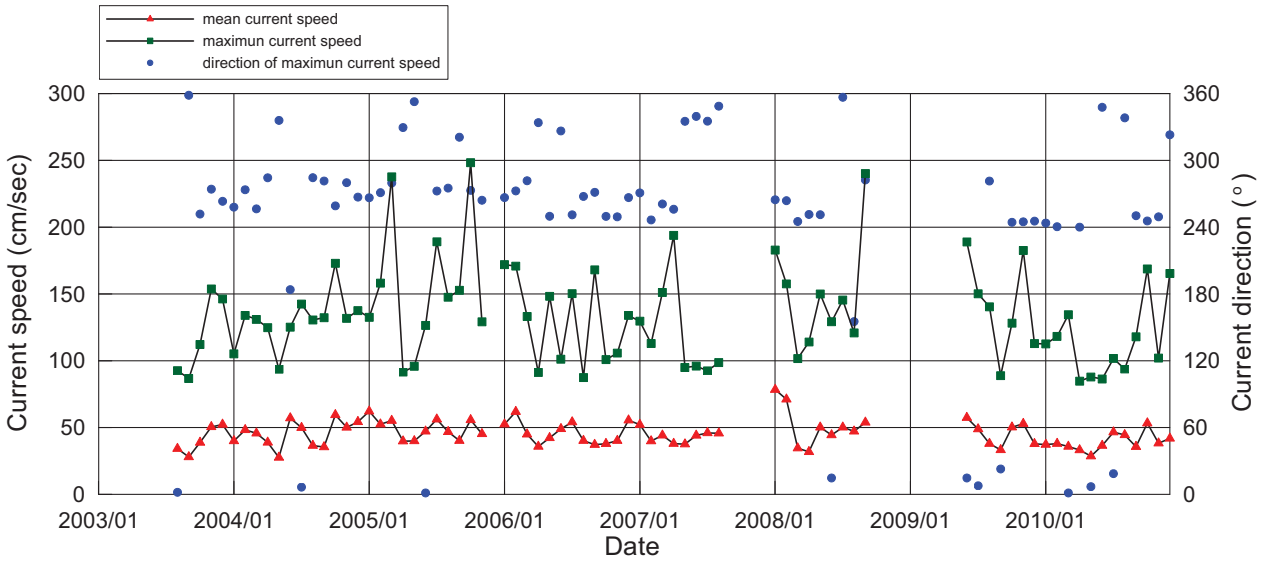



港區附近主要風向為

- 北至東向，約佔62.4%
- 南至西向，約佔19.1%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2001年至2010年，交通部運輸研究所。

# 海氣象資料統計－台中港海流流速及流向之月統計圖

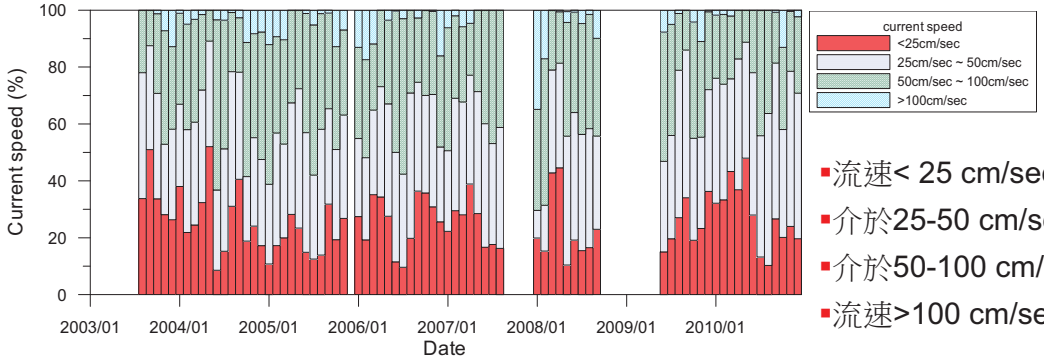



- 歷年之月平均流速介於30 cm/sec至70 cm/sec之間
- 最多流向多集中在西至北向
- 歷年之平均流速為45.1 cm/sec
- 最大流速為248.3 cm/sec，其流向為西向

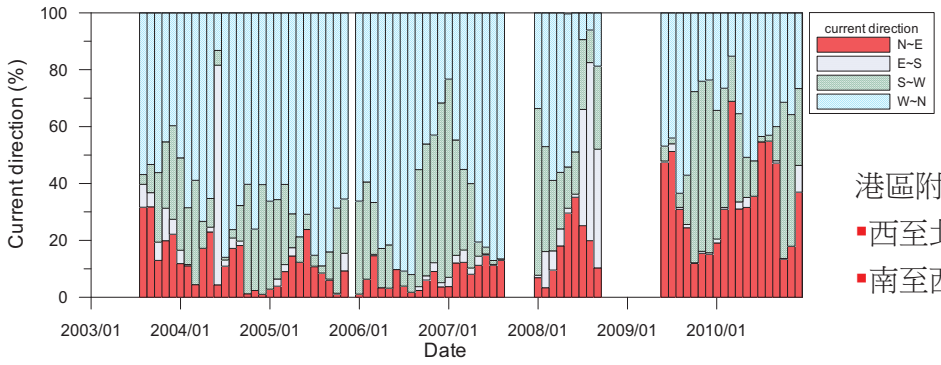
資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2010年，交通部運輸研究所。



# 海氣象資料統計－台中港海流流速及流向月統計分佈




- 流速< 25 cm/sec ，約佔26%
- 介於25-50 cm/sec之間，約佔37.42%
- 介於50-100 cm/sec之間，約佔32.1%
- 流速>100 cm/sec，約佔4.5%

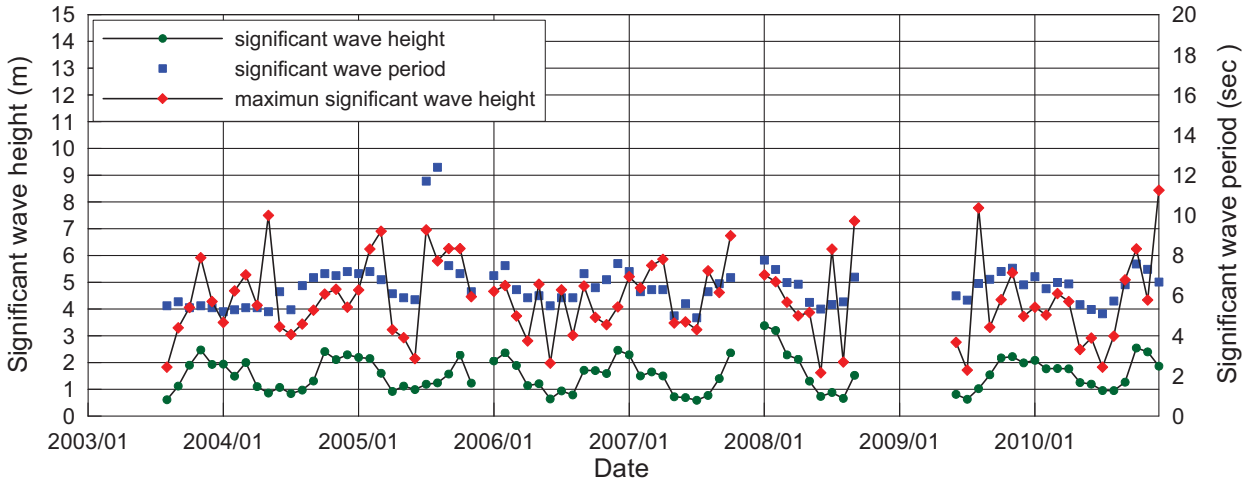



港區附近主要流向為

- 西至北向，約佔54.1%
- 南至西向，約佔23.1%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2010年，交通部運輸研究所。

# 海氣象資料統計－台中港波高及波向之月統計圖

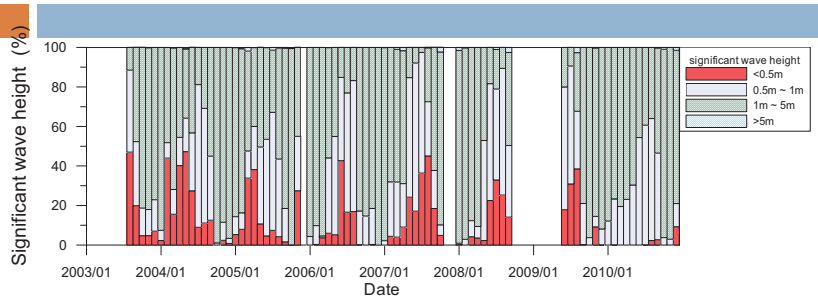



- 歷年之月平均波高小於3 m以下，月平均週期介於4.9 sec至7.8 sec之間。
- 歷年之平均波高為1.56 m
- 歷年最大波高為8.44 m，其週期為11.1 sec，發生於2010年12月16日。

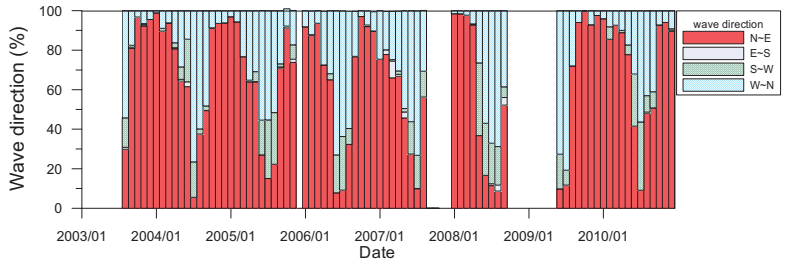
資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2010年，交通部運輸研究所。



# 海氣象資料統計－台中港波高、週期及波向之月統計分佈圖

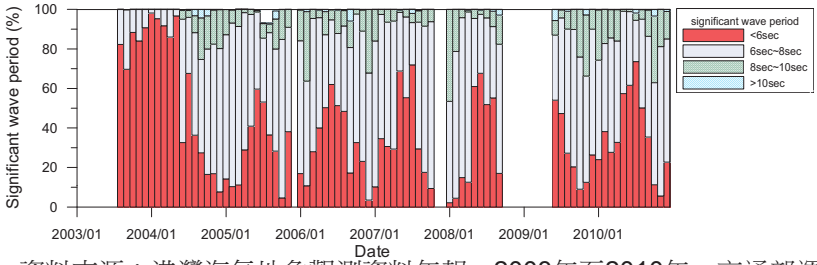



- 波高<0.5 m，約佔12.3%
- 介於0.5 m-1 m之間，約佔27.1%
- 介於1-5 m之間，約佔60.3%
- 波高>5 m以上，約佔0.3%




港區附近主要波向為

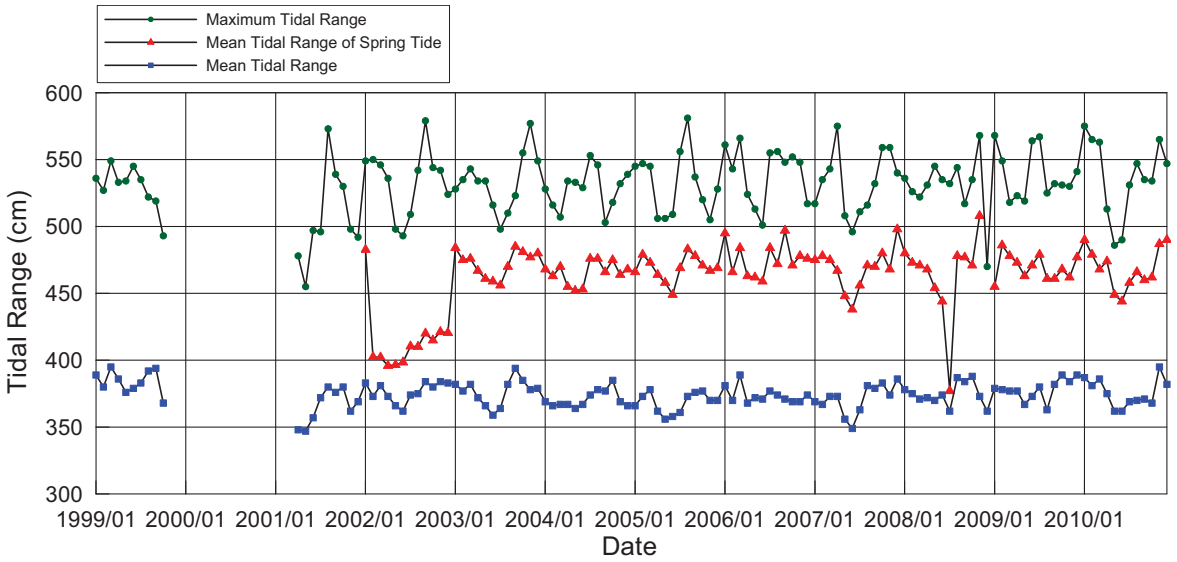
- 北至東向，約佔65.2%
- 西至北向，約佔25.7%。




- 週期<6 sec以下，約佔41.6%
- 介於6 - 8 sec之間，約佔48.4%
- 介於8 - 10 sec之間，約佔9.2%
- 週期>10 sec以上，約佔0.6%

資料來源：港灣海氣地象觀測資料年報，2003年至2010年，交通部運輸研究所。

# 海氣象資料統計－台中港最大潮差、大潮平均潮差及平均潮差之月統計圖

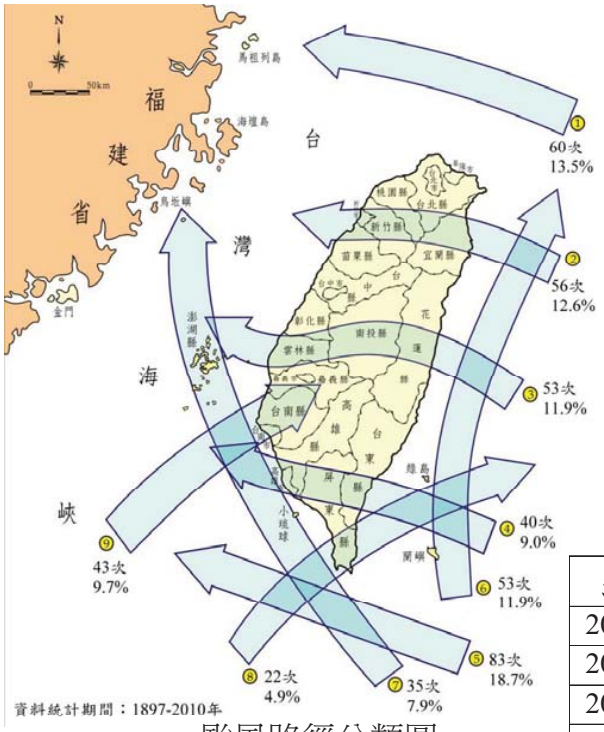



- 最大潮差為619公分
- 大潮平均潮差為463公分
- 平均潮差為375公分

資料來源：潮汐觀測資料年報，1999年至2010年，交通部中央氣象局。



# 歷年颱風資料統計




颱風路徑分類圖

資料來源：交通部中央氣象局

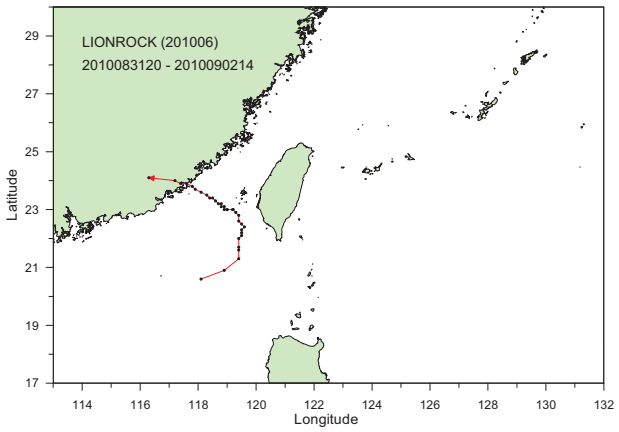
1999年至2010年期間颱風路徑分類統計

| 颱風路徑分類 | 發生次數 | 發生百分比 |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 5.3% |
| 2 | 5 | 6.6% |
| 3 | 10 | 13.2% |
| 4 | 6 | 7.9% |
| 5 | 3 | 3.9% |
| 6 | 6 | 7.9% |
| 7 | 2 | 2.6% |
| 8 | 2 | 2.6% |
| 9 | 6 | 7.9% |
| 其他 | 32 | 42.1% |
| 合計 | 76 | 100.0% |

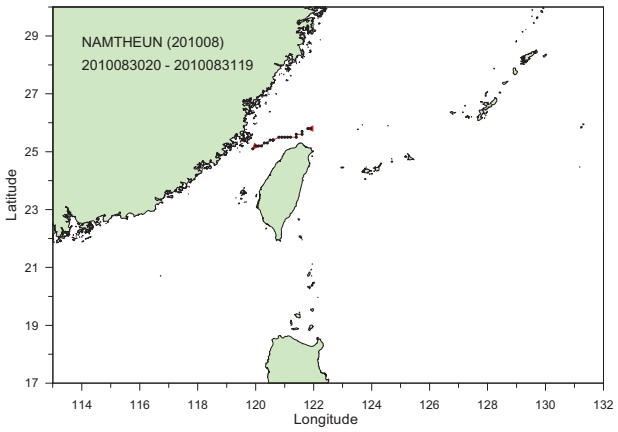
2010年中央氣象局已發佈之颱風警報

| 編號 | 中文名稱 | 英文名稱 | 警報期間 | 強度 |
|---|---|---|---|---|
| 201006 | 萊羅克 | LIONROCK | 08/31～09/02 | 輕度 |
| 201008 | 南修 | NAMTHEUN | 08/30～08/31 | 輕度 |
| 201010 | 莫蘭蒂 | MERANTI | 09/09～09/10 | 輕度 |
| 201011 | 凡那比 | FANAPI | 09/17～09/20 | 中度 |
| 201013 | 梅姬 | MEGI | 10/21～10/23 | 中度 |

# 2010年颱風警報資料




編號：201006
中文名稱：萊羅克
英文名稱：LIONROCK
警報期間：08/31～09/02
颱風強度：輕度

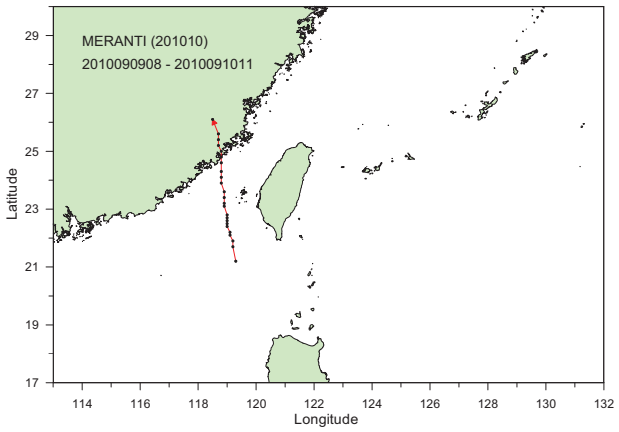



編號：201008
中文名稱：南修
英文名稱：NAMTHEUN
警報期間：08/30～08/31
颱風強度：輕度

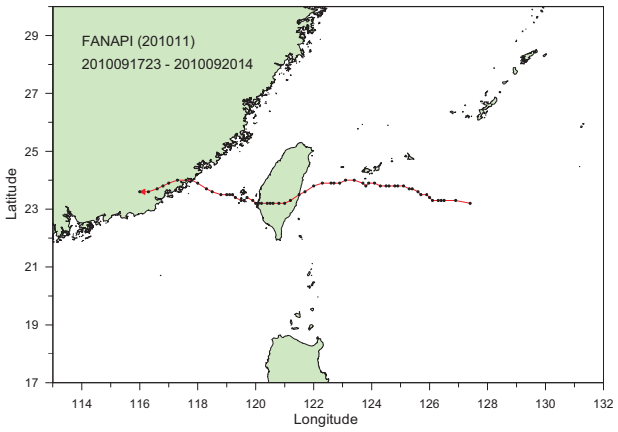
資料來源：交通部中央氣象局

14

# 2010年颱風警報資料




編號：201010
中文名稱：莫蘭蒂
英文名稱：MERANTI
警報期間：09/09～09/10
颱風強度：輕度

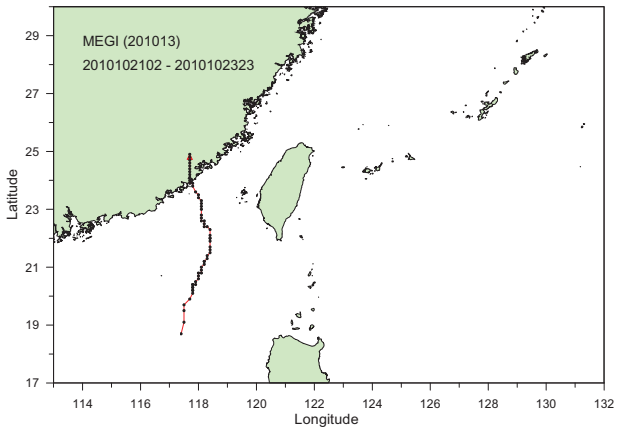



編號：201011
中文名稱：凡那比
英文名稱：FANAPI
警報期間：09/17～09/20
颱風強度：中度

資料來源：交通部中央氣象局

15

# 2010年颱風警報資料



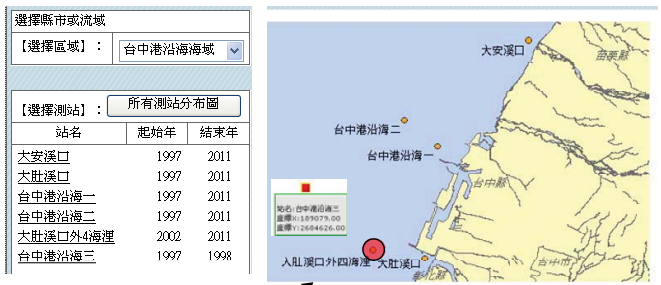

編號：201013
中文名稱：梅姬
英文名稱：MEGI
警報期間：10/21～10/23
颱風強度：中度

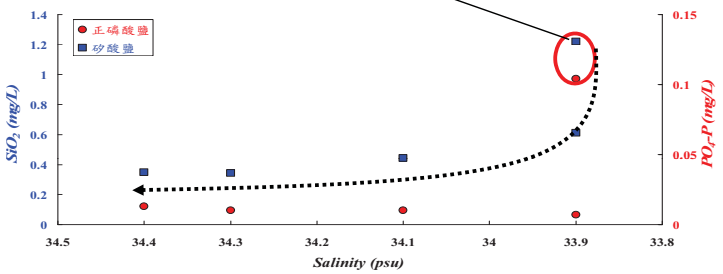
資料來源：交通部中央氣象局

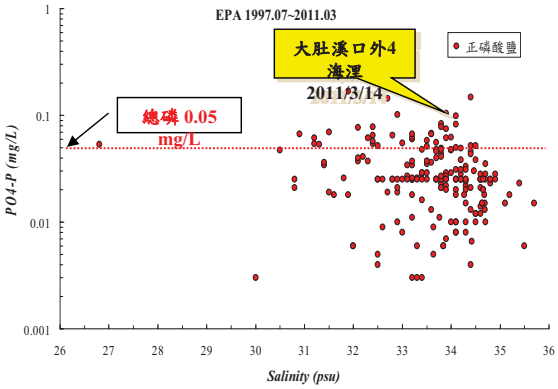


# 基本資料蒐集--臺中港外海域水質

- 環保署-臺中港沿海設置5處海域水質測站，歷次水質監測結果(民國86年7月至100年3月)
  - pH均能符合其所屬之乙類海域水質標準，溶氧量亦可符合標準。
  - 早期(86年7月至90年9月)總磷於臺中港沿海一與沿海二測站曾高於參考之甲類標準。
  - 氨氮(94年3月至99年12月)則均能符合參考之甲類標準。
  - 重金屬方面臺中港沿海二曾出現1次銅略高於海域標準外，其餘均能符合標準。
  - 歷年正磷酸鹽多次偏高且高於總磷標準。



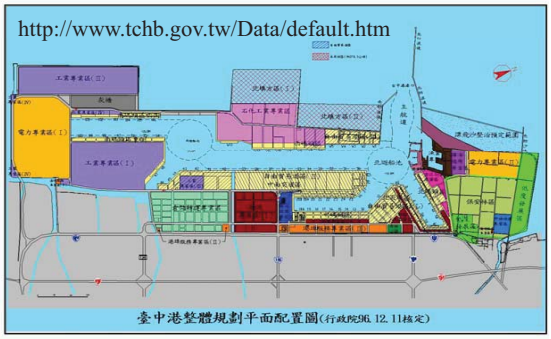



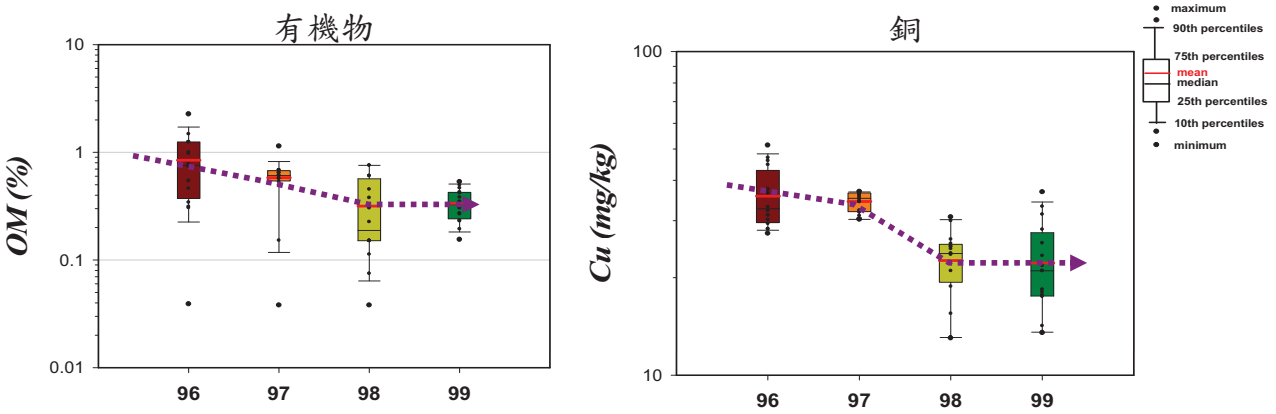

大肚溪口外4海浬處受河川淡水影響導致沿海海水正磷酸鹽與矽酸鹽濃度相對偏高，而鹽度略低

資料來源：http://wqshow.epa.gov.tw/ 本計畫整理繪製

# 基本資料蒐集--臺中港海域底質重金屬

- 臺中港務局-底泥污染調查項目包含總有機物與重金屬(銅、鎘、鉛、鋅、鉻、鐵、鋁、錳及砷、汞)，調查資料自民國96至99年。
- 98年度底泥監測結果，有機物及重金屬濃度方面均較97年為明顯下降，可能為新沉積之泥砂吸附之污染物較少，導致新沉降之表層底泥重金屬濃度相對偏低。
- 99年度底泥監測結果無明顯異常現象。




資料來源：http://wqshow.epa.gov.tw/ 本計畫整理繪製



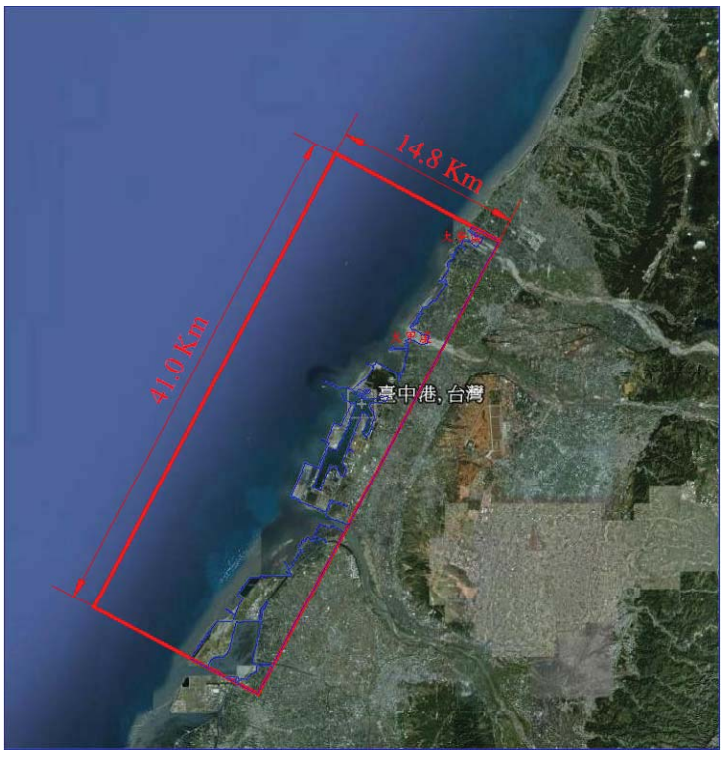
# 三 近岸海域水體水質與近岸海域水動力機制的相關性

# 探討目的

- 本年度將使用港研中心於台中港南北兩側新設立之定點海流觀測站作為二維與三維模式驗證之流場資料來源。
- 並利用驗證後之二維與三維水理之數值模式來模擬分析台中港區之水理變化，期能瞭解台中港域之水理情形。

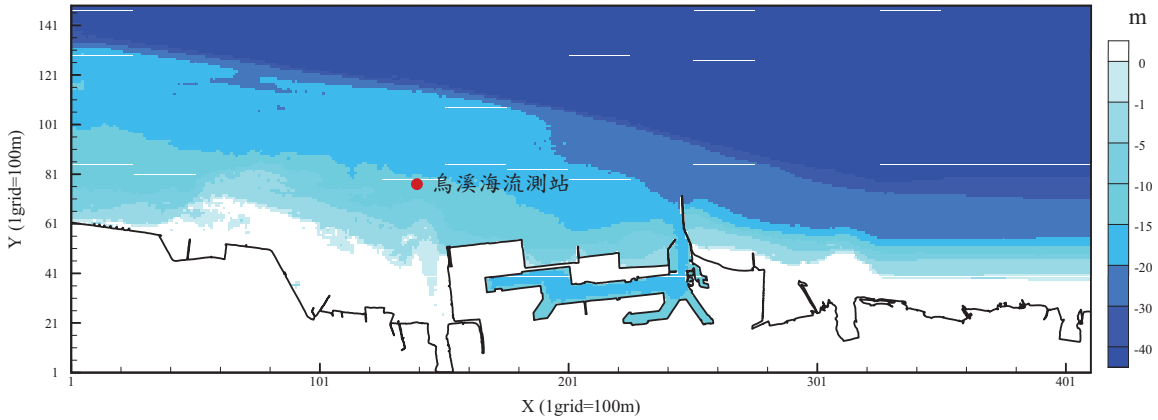


# 研究範圍與對象




模式模擬範圍

# 研究範圍與對象




海潮流模式模擬範圍及地形水深分佈圖



# 研究方法與進行步驟

## □二維水理模式(2D Hydrodynamic model)：

### (1) 連續方程式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial (HU)}{\partial x}+\frac{\partial (HV)}{\partial y}=0$$

### (2) x、y方向運動方程式

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}-fV+g\frac{\partial \zeta}{\partial x}+g\frac{U(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_x^s-(E_{xx}\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 U}{\partial y^2})=0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+fU+g\frac{\partial \zeta}{\partial y}+g\frac{V(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}$$
$$-\frac{1}{\rho H}\tau_y^s-(E_{yy}\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+E_{xy}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2})=0$$

# 研究方法與進行步驟

## □三維水理模式(3D Hydrodynamic model)：

### (1) 連續方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

### (2) 動量方程式

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial (uu)}{\partial x}+\frac{\partial (uv)}{\partial y}+\frac{\partial (uw)}{\partial z}-fv+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}-\frac{1}{\rho}(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z})=0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial (uv)}{\partial x}+\frac{\partial (vv)}{\partial y}+\frac{\partial (vw)}{\partial z}+fu+\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}-\frac{1}{\rho}(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z})=0$$

$$\frac{\partial p}{\partial z}+\rho g=0$$



# 研究方法與進行步驟

## □三維水理模式(3D Hydrodynamic model)：

### (3) 狀態方程式

$$\rho = f\,\mathrm{n}(s,\mathbf{T})$$

### (4) 鹽度與溫度之擴散傳輸方程式

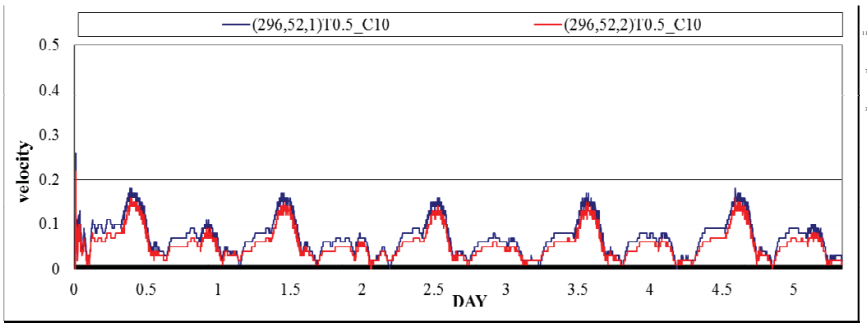
$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial (us)}{\partial x}+\frac{\partial (vs)}{\partial y}+\frac{\partial (ws)}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial s/\partial x)]}{\partial x}$$
$$-\frac{\partial [D_y(\partial s/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa(\partial s/\partial z)]}{\partial z}=0$$

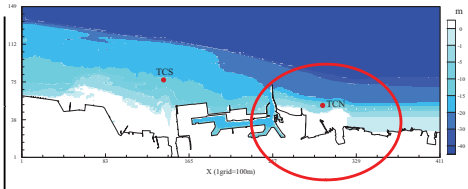
$$\frac{\partial \mathbf{T}}{\partial t}+\frac{\partial (u\mathbf{T})}{\partial x}+\frac{\partial (v\mathbf{T})}{\partial y}+\frac{\partial (w\mathbf{T})}{\partial z}-\frac{\partial [D_x(\partial \mathbf{T}/\partial x)]}{\partial x}$$
$$-\frac{\partial [D_y(\partial \mathbf{T}/\partial y)]}{\partial y}-\frac{\partial [\kappa'(\partial \mathbf{T}/\partial z)]}{\partial z}=0$$

# 模式參數的選擇

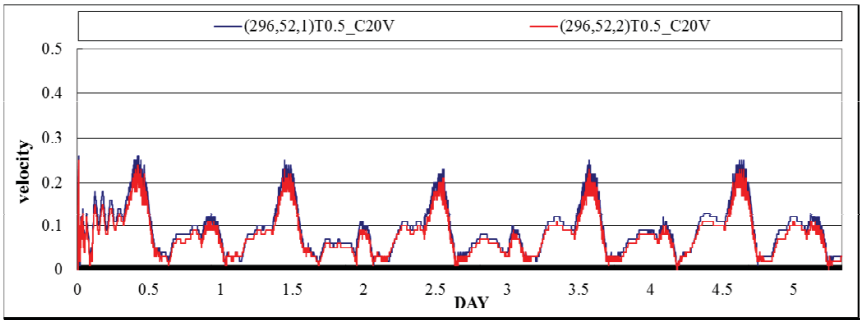
- 先利用彰濱海域之CH7W測站實測海潮流資料以及港研中心在今年度(2011)於台中港南側之海流測站實測海流資料來進行模式檢核與驗證。
- 經多次測試，本文三維模式最後選定底床摩擦係數為25，γ、*kv*與*rm*等係數之值分別為500、0.4與0.4 (計算鹽度時，使用*rm*值為0.8)與渦動黏性係數為100。而在二維模式之參數經過率定與驗證後，本文使用水平動量交換係數 Kxx與Kyy 為300 ， Kxy與Kyx 為100 。



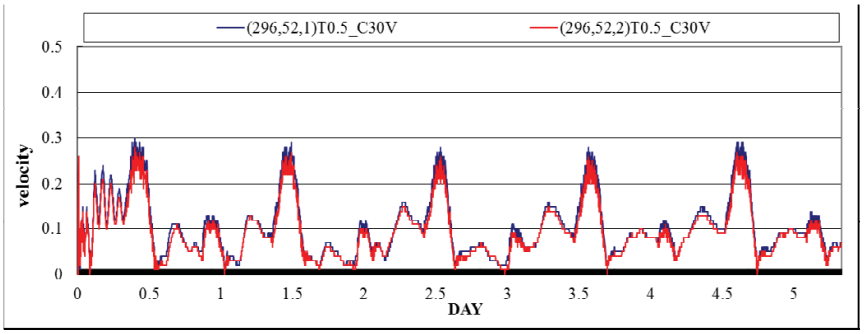


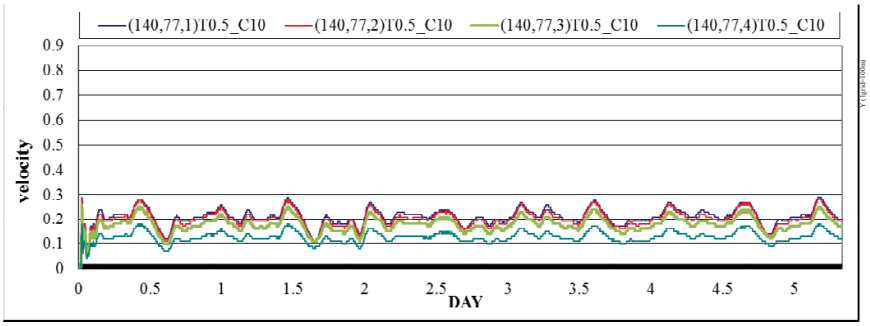

T0.5_C10

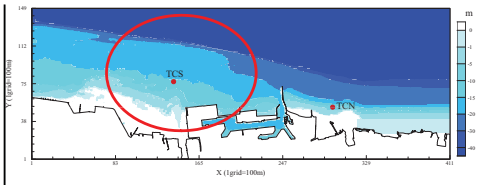



T0.5_C20

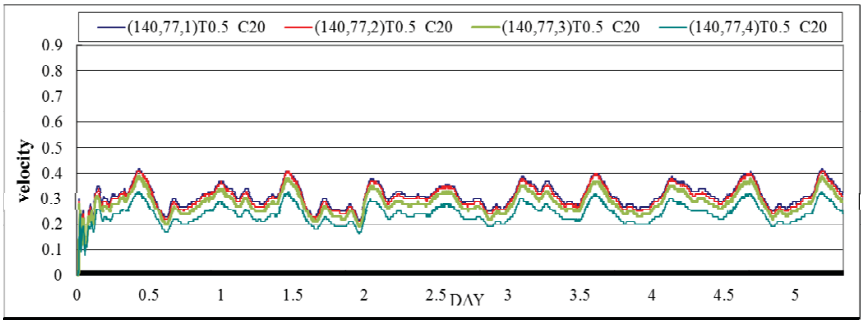



T0.5_C30

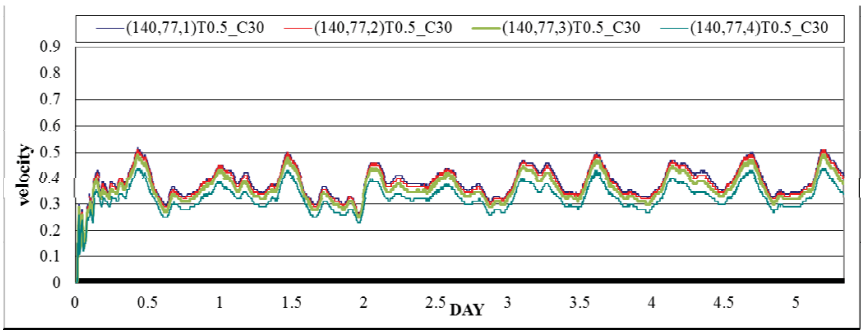



T0.5_C10



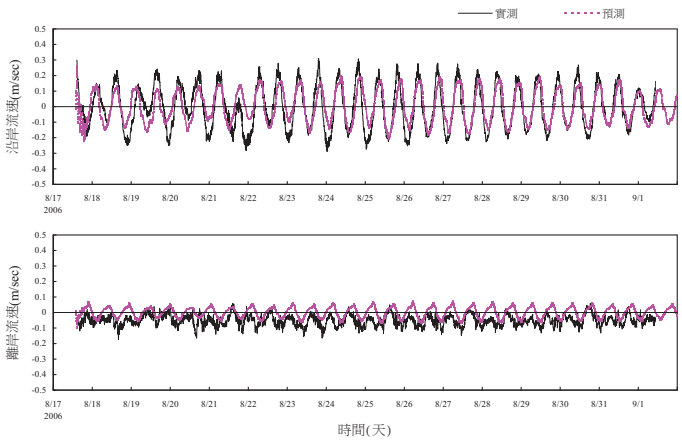

T0.5_C20



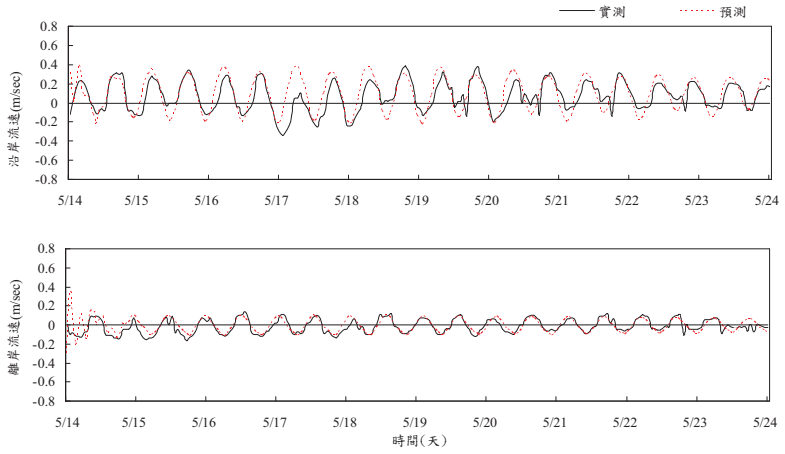

T0.5_C30

28

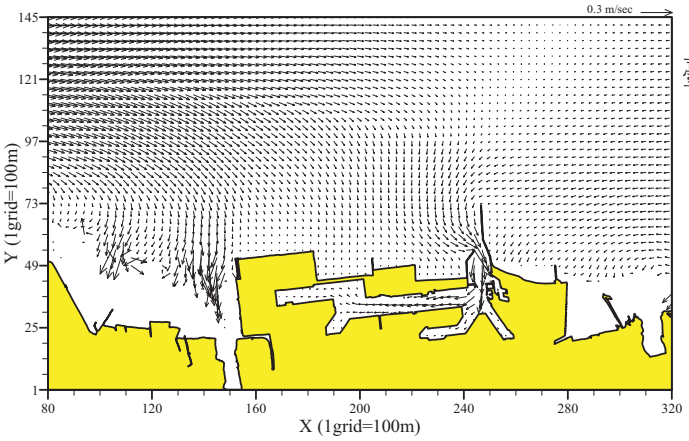
28




模式預測與實測流速比較圖

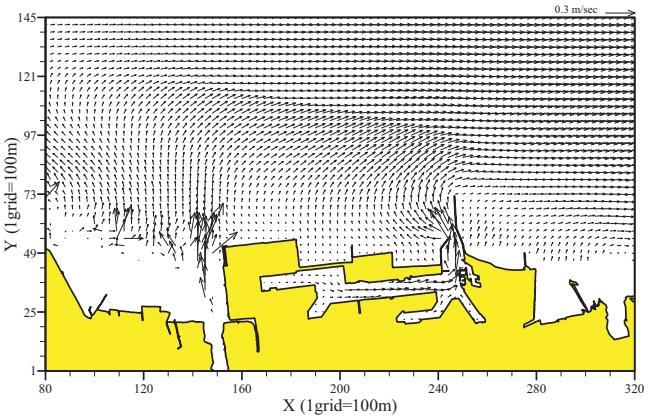


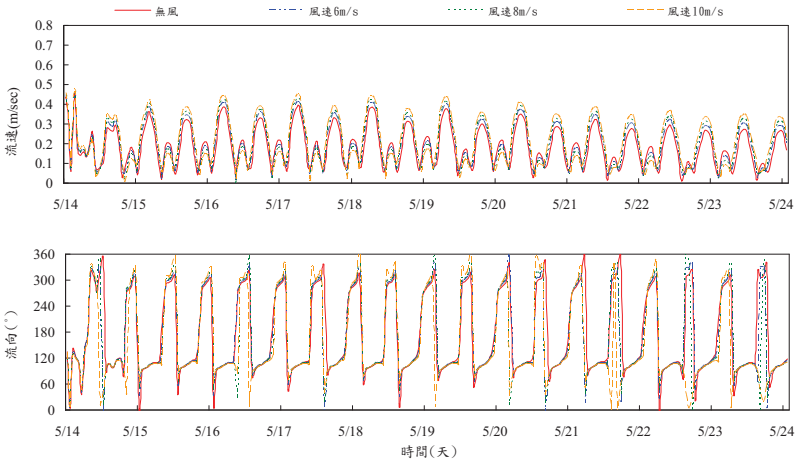

(烏溪測站，實測時間: 2011/5/14~5/24)




臺中港附近海域於漲潮時之流場分佈圖

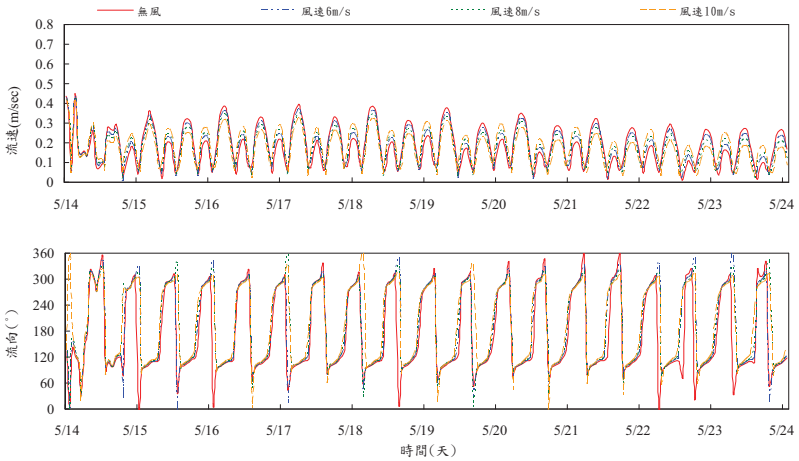
臺中港附近海域於退潮時之流場分佈圖




風向為NNE

風向為SSW



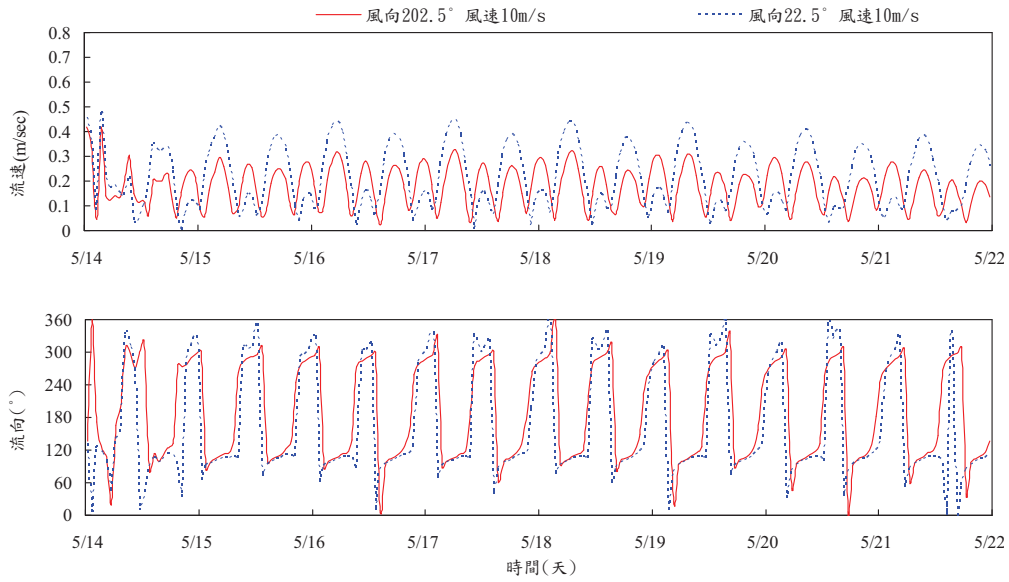



圖3-13模式模擬在風速為10 m/sec，不同風向(NNE與SSW)時之海潮流流速大小與方向成果圖。

# 四 臺中港港域水質與底質重金屬 採樣調查及分析

# 海域水質與底質測站

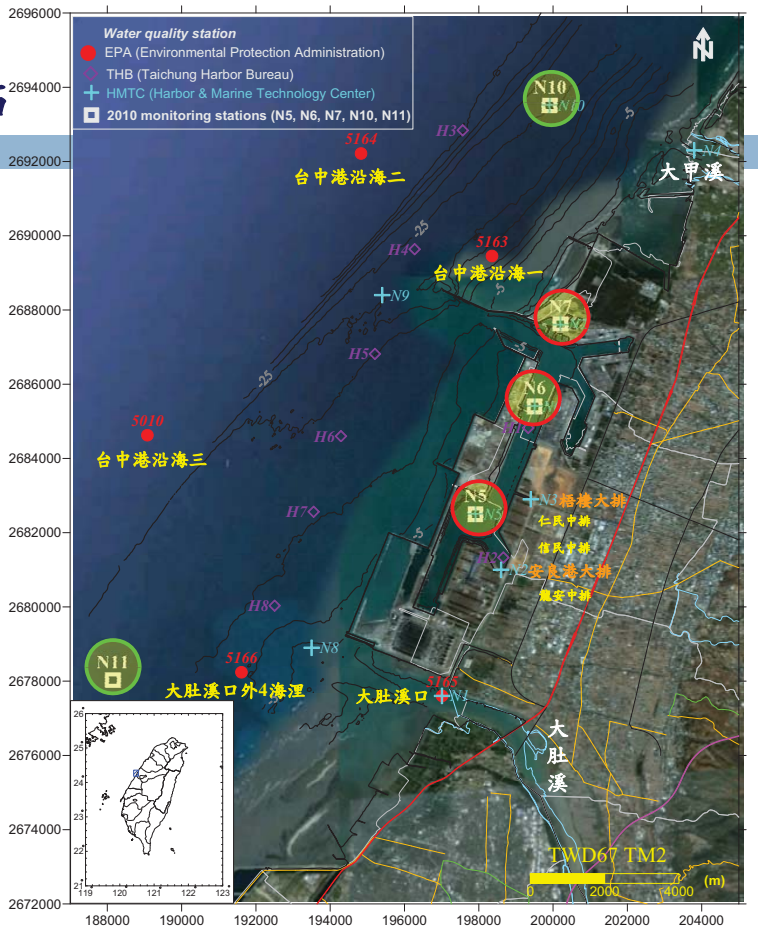
## ☐測站設置原則

由環保署發布之「海域環境監測及監測站設置辦法」(民國91年11月13日環署水字第0910077509號令)第二條明定海域環境監測站設置地點之原則為：

(1) 主、次要河川入海口。
(2) 重要污染源流入點。
(3) 港灣、潟湖。
(4) 海洋污染防治法第十五條第一項所定之區域。
(5) 一般海域水質之背景點。
(6) 其他經中央主管機關指定之位置。

**☐主要依上述原則，並參考本計畫歷年既有測站位置與資料比對分析延續性。**

| 測站 | 位置 | | 二度分帶 (TWD67) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | X(E) | Y(N) |
| N5 | 港域 | 臺中港區 | 197899 | 2682529 |
| N6 | | 臺中港區 | 199554 | 2685329 |
| N7 | | 梧棲漁港港區 | 200205 | 2687591 |
| N10 | 港外 | 大甲溪外海 | 199975 | 2692403 |
| N11 | | 大肚溪外海 | 188250 | 2678235 |




臺中港附近海域水質監測站分佈圖



# 方法與步驟--海域水質與底質採樣調查分析

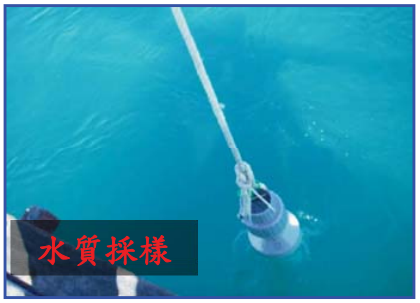
## ☐ 海域水質

- 豐、枯水期間各1次。
- 參照環保署環檢所之水中浮游植物採樣方法－採水法(NIEA E505.50C)使用採水器取水樣。

## ☐ 海域底質

- 枯水期間1次。
- 參照環保署環檢所之底泥採樣方法(NIEA S104.30C)使用底質採樣器採集表層沉積物。

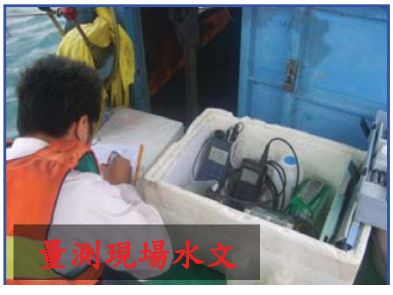











# 方法與步驟--海域水質與底質採樣調查分析

## 海域水質監測項目

- 現場測定項目
- 溫度、鹽度(含導電度)、氫離子濃度指數(或稱酸鹼度)、溶氧量、透明度。
- 實驗室檢測項目
- 大腸桿菌群、生化需氧量、懸浮固體物、氨氮、總磷及葉綠素a，**重金屬(100年度新增項目)銅、鉛、鋅、鉻與砷、汞**。

## 海域底質監測項目(100年度新增項目)

- 粒徑、總有機物以及**重金屬銅、鉛、鋅、鉻、砷、汞與鋁**。

## 檢測方法

- 除沉積物粒徑分析採American Society for Testing and Materials (ASTM) D422 - 63(2007) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils外，其餘主要依環保署公告之NIEA檢驗方法辦理。



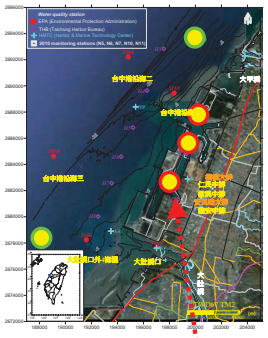
# 臺中港海域水質調查結果(本年度)

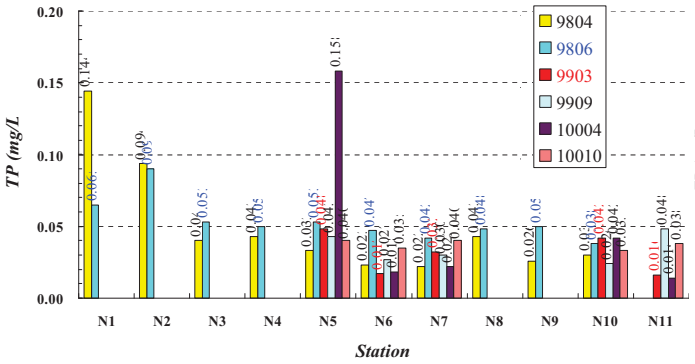
| 採樣日期 | 項目 | 酸鹼度 | 水溫 | 導電度 | 鹽度 | 透明度 | 溶氧量 | 溶氧飽和度 | 生化需氧量 | 懸浮固體 | 大腸桿菌群 | 總磷 | 氨氮 | 葉綠素 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 方法 | NIEA W424.52A | NIEA W427.51A | NIEA W203.51B | NIEA W447.20C | NIEA E220.50C | NIEA W455.51C | NIEA | NIEA W510.55B | NIEA W210.57A | NIEA E202.54B | NIEA W427.53B | NIEA W448.51B | NIEA E507.02B |
| | | - | ℃ | μmho/cm | psu | m | mg/L | % | mg/L | mg/L | CFU/100mL | mg/L | mg/L | μg/L |
| | MDL | - | - | - | - | - | - | | 2.0# | 2.5# | 10# | 0.005 | 0.02 | - |
| 1000407 | N5 | 8.2(8.222) | 23.3 | 49000 | 31.9 | 4.4 | 7.1(7.12) | 100 | <2.0(1.1) | 6.6 | $5.0\times10^2$ | 0.158 | 0.09 | 1.1 |
| | N6 | 8.1(8.119) | 22.9 | 52600 | 34.5 | 5.5 | 7.1(7.11) | 99.3 | <2.0(0.3) | 5.7 | <10 | <0.020(0.018) | 0.06 | 0.8 |
| | N7 | 8.2(8.165) | 22.5 | 52700 | 34.6 | 4.5 | 7.0(7.00) | 97.2 | <2.0(0.6) | 8.1 | <10 | 0.022 | 0.07 | 0.8 |
| | N10 | 8.2(8.176) | 22.9 | 52600 | 34.6 | 8.4 | 7.0(7.03) | 98.2 | <2.0(0.2) | 5.8 | <10 | 0.042 | 0.07 | 0.9 |
| | N11 | 8.2(8.169) | 22.9 | 52700 | 34.6 | 8.5 | 6.9(6.93) | 96.1 | <2.0(0.4) | 5.6 | <10 | <0.020(0.014) | 0.07 | 0.3 |
| 1001010 | N5 | 8.2(8.173) | 25.6 | 51900 | 34.1 | 4.4 | 5.3(5.32) | 78.8 | <2.0(1.0) | 4.4 | 95 | 0.040 | <0.06(0.06) | 2.0 |
| | N6 | 8.2(8.191) | 25.9 | 52000 | 34.3 | 5.4 | 5.5(5.46) | 81.1 | <2.0(0.7) | 8.2 | 35 | 0.035 | <0.06(0.02) | 1.7 |
| | N7 | 8.1(8.131) | 26.5 | 51900 | 34.2 | 4.5 | 5.6(5.57) | 83.7 | <2.0(0.6) | 7.6 | $1.4\times10^2$ | 0.040 | <0.06(0.04) | 1.1 |
| | N10 | 8.1(8.113) | 26.5 | 51800 | 34.1 | 8.4 | 5.7(5.73) | 85.3 | <2.0(1.4) | 7.8 | 20 | 0.033 | <0.06(0.04) | 2.2 |
| | N11 | 8.1(8.114) | 26.4 | 51300 | 33.7 | 8.5 | 6.2(6.25) | 89.1 | <2.0(0.6) | 9.9 | <10 | 0.038 | 0.07 | 0.8 |

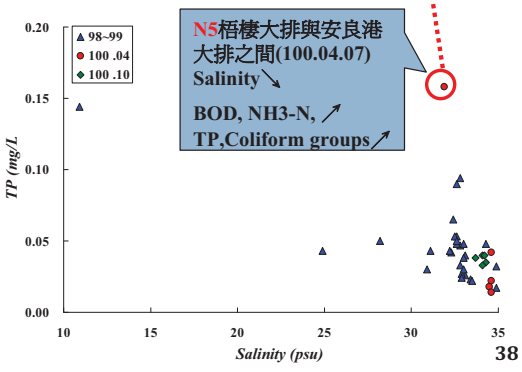
| 採樣日期 | 項目 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 方法 | NIEA W309.22A | NIEA W309.22A | NIEA W309.22A | NIEA W303.51A | NIEA W330.52A | NIEA W434.53B |
| | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| | MDL | 0.0010 | 0.0020 | 0.0016 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0003 |
| 1000407 | N5 | 0.0037 | ND(0) | 0.0104 | <0.0010(0.0007) | ND(0.0001) | 0.0016 |
| | N6 | 0.0041 | <0.0060(0.0034) | 0.0058 | ND(0) | ND(0.0001) | 0.0014 |
| | N7 | <0.0030(0.0020) | <0.0060(0.0042) | ND(0.0001) | ND(0) | ND(0.0001) | 0.0012 |
| | N10 | <0.0030(0.0028) | <0.0060(0.0030) | ND(0.0002) | ND(0) | ND(0.0001) | 0.0013 |
| | N11 | <0.0030(0.0028) | <0.0060(0.0023) | <0.0040(0.0020) | ND(0.0003) | 0.0004 | 0.0012 |
| 1001010 | N5 | 0.0030 | <0.0060(0.0034) | 0.0056 | ND(0.0003) | ND(0) | 0.0011 |
| | N6 | 0.0036 | <0.0060(0.0043) | 0.0135 | <0.0010(0.0006) | ND(0) | <0.0010(0.0010) |
| | N7 | 0.0034 | <0.0060(0.0039) | 0.0057 | 0.0012 | ND(0) | <0.0010(0.0010) |
| | N10 | 0.0041 | <0.0060(0.0040) | 0.0064 | 0.0015 | <0.0003(0.0002) | 0.0013 |
| | N11 | 0.0037 | <0.0060(0.0040) | 0.0100 | 0.0013 | ND(0) | <0.0010(0.0010) |

# 臺中港海域水質與底質調查結果

- 本年度(民國100年)著重於臺中港與鄰近海域之**重金屬**變動與分布特性調查研究。上半年枯水期之海域水質與底質採樣於4月7日執行。下半年海域水質於10月10日完成採樣。
- 100年4月枯水期與10月豐水期調查結果顯示，港域水質(N5、N6、N7)因較易受陸源性影響，如介於梧棲大排與安良港大排處(N5)，4月鹽度與導電度相對最低，而總磷則最高。此外，其生化需氧量與大腸桿菌群；以及重金屬鋅、鉻與砷相對略高。
- 大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11)水質則相對穩定且污染程度低，均可符合所屬之乙類海域水質標準，重金屬亦無異常，且與環保署外海環境水質測站(台中港沿海二)相比無異常。




N5梧棲大排與安良港大排之間(100.04.07)
Salinity↘
BOD, NH3-N, ↗
TP,Coliform groups↗

38

# 臺中港海域水質與底質調查結果

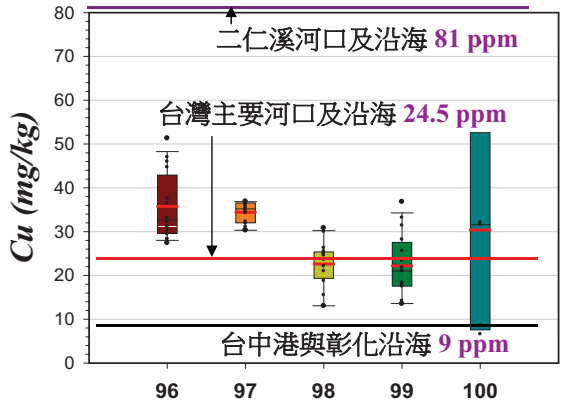
| 項目 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鋁 | 粒徑 | | gravel | sand | silt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 單位 | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | mg/kg | % | mg/kg | D50 (mm) | Dm (mm) | (%) | (%) | (%) |
| N5 | 32.1 | 34.7 | 112 | 32.9 | 0.080 | 11.9 | 1.93 | 11500 | 0.066 | 0.081 | 0 | 43.8 | 56.2 |
| N6 | 31.6 | 37.0 | 112 | 33.6 | 0.129 | 12.4 | 2.64 | 13500 | 0.004 | 0.018 | 0 | 6.2 | 93.8 |
| N7 | 73.1 | 31.5 | 127 | 20.0 | 0.081 | 10.6 | 2.61 | 13200 | 0.006 | 0.022 | 0 | 7.5 | 92.5 |
| N10 | <10.0(8.56) | <30.0(17.7) | 54.2 | 15.6 | 0.071 | 8.59 | 2.43 | 11700 | 0.045 | 0.052 | 0 | 18.9 | 81.1 |
| N11 | <10.0(6.58) | <30.0(17.6) | 36.9 | 10.7 | ND | 15.4 | 1.62 | 9610 | 0.409 | 0.467 | 0 | 99.7 | 0.3 |
| MDL | 2.03 | 10.5 | 4.72 | 3.34 | 0.020 | 0.192 | 無 | 0.1 | 無 | | | | |
| 土壤監測基準 | 220 | 1000 | 1000 | 175 | 10 | 30 | 無 | 無 | 中值粒徑($d_{50}$)介於0.004 ~ 0.409 mm之間，粒徑大小分屬於粉砂(silt: 0.0039 ~0.0625 mm )、極細砂(very fine sand: 0.0625 ~ 0.125 mm)、細砂(fine sand: 0.125 ~ 0.25 mm)至中砂(medium sand: 0.25 ~ 0.50 mm)等級。以大肚溪外海測站N11之中值粒徑最高，港域內之測站N6則較低。 | | | |
| 管制標準 | 400 | 2000 | 2000 | 250 | 20 | 60 | 無 | 無 | | | | | |
| TEL | 18.7 | 30.24 | 124 | 52.3 | 0.13 | 7.24 | 無 | 無 | | | | | |
| PEL | 108 | 112 | 271 | 160 | 0.70 | 41.6 | 無 | 無 | | | | | |
| ERL | 34.0 | 46.7 | 150 | 81.0 | 0.15 | 8.2 | 無 | 無 | | | | | |
| ERM | 270 | 218 | 410 | 370 | 0.71 | 70.0 | 無 | 無 | | | | | |

備註：1.本報告書依據環保署「檢測報告位數表示規定」出具檢測數據。檢測數據低於方法偵測極限(MDL)時，以 “ND”表示。
2.報告值標示為<10.0( )(銅)或<30.0( )(鉛)，前方數字分別為該檢項的定量極限，括號內數據表實際測值。
3.國內尚無海域底質品質標準，檢測結果參考國內土壤污染監測基準與管制標準；以及國外NOAA之相關海洋沉積物底質規範快速篩選參考表。
TEL: Threshold Effects Level(影響門檻值-小於此值應不會對生物造成危害)　ERL: Effect Range-Low(低影響範圍)
PEL: Probable Effect Level(可能影響範圍-超過此值會經常地對生物造成危害)　ERM: Effect Range-Medium(中影響範圍)

39

# 臺中港海域底質重金屬調查

- 本年度4月枯水期間重金屬檢測結果與台灣主要河口、港灣及沿海沉積物中重金屬平均含量相比，銅、鉛、鋅與鉻與台灣海峽(背景)與台灣主要河口，以及沿海沉積物中重金屬平均含量差異不大，均在同一變動範圍內，無特別異常。
- 與基隆港及高雄港底質重金屬相比，臺中海域底質重金屬銅、鉛、鋅與鉻含量，4月測值多低於基隆港及高雄港。
- 臺中港海域底質重金屬4月調查結果均遠低於參考NOAA基準之可能影響值(PEL)，超過此值(PEL)會經常地對生物造成危害，顯示臺中港海域之底質重金屬含量，未達會經常性對生物造成危害之程度。




| 地區 | 重金屬含量(ppm) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 鋅 | 鉛 | 銅 | 鉻 |
| 台灣海峽(背景) | 61 | N.D. | 12 | 40 |
| 台中港沿海 | 44 | 18 | 9 | 24 |
| 大肚溪河口 | 42 | 17 | 21 | 29 |
| 彰化沿海 | 62 | 19 | 9 | 32 |
| 急水溪河口 | 48 | 3 | 10 | 44 |
| 嘉義沿海 | 85.4 | 18.1 | 20.6 | 46.5 |
| 屏南沿海 | 107 | 21 | 21 | 61 |
| 基隆港 | 152 | N.D. | 90 | 47 |
| | 340 | 73 | 285 | 42 |
| 高雄港 | 511 | 68 | 74 | 98 |
| | 477 | 53 | 160 | 87 |



# 五 水質整體變化趨勢與底質重金屬間之相關性分析

# 評估臺中港底質重金屬污染程度
## 以地殼鋁平均值計算

### Enrichment factor (EF)

全球地殼鋁平均值介於8.07～8.23%，而本報告中之計算係採8.20% (82,000 mg/kg)。

- 除砷外，銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，港域內底質相對較港外為高
- 富集因子以鉻之富集程度相對最低(無～輕微富集)
- 砷富集程度相對最高(非常嚴重～極端嚴重)
- 銅(輕微～中度至嚴重富集)；鉛(中度至嚴重～嚴重)；鋅(中度～嚴重)；汞(輕微～中度至嚴重)

| EF | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 4.2 | 19.8 | 11.4 | 2.3 | 7.1 | 47.1 |
| N6 | 3.5 | 18.0 | 9.7 | 2.0 | 9.8 | 41.8 |
| N7 | 8.3 | 15.7 | 11.3 | 1.2 | 6.3 | 36.6 |
| N10 | 1.1 | 9.9 | 5.4 | 1.1 | 6.2 | 33.4 |
| N11 | 1.0 | 12.0 | 4.5 | 0.9 | 2.1 | 73.0 |
| N5 | 中度 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N6 | 中度 | 嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N7 | 中度至嚴重 | 嚴重 | 嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N10 | 輕微 | 中度至嚴重 | 中度至嚴重 | 輕微 | 中度至嚴重 | 非常嚴重 |
| N11 | 輕微 | 嚴重 | 中度 | 無 | 輕微 | 極端嚴重 |

42

# 評估臺中港底質重金屬污染程度
## 以地殼鋁平均值計算

### Index of geo-accumulation (*Igeo*)

- 地質累積指數顯示多呈現無污染至中度污染
- 重金屬銅、鋅、鉻與汞與頁岩平均含量相比，為接近背景之無污染等級
- 此結果與富集因子相比，兩者存在差異性

| Igeo等級 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N6 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N7 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N10 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N11 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無至中度(1) |

43

# 評估臺中港底質重金屬污染程度
## 以大甲溪外海鋁值計算

**Enrichment factor (EF)-**

大甲溪外海(N10)底質鋁濃度11,700 mg/kg。

- 砷富集程度仍相對較高(中度～嚴重)，以大肚溪口外海(N11)最高
- 仍以鉻之富集程度相對最低(無)
- 銅(無～輕微)；鉛(輕微)；鋅(無～輕微)；汞(無～輕微)

| EF | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 0.6 | 2.8 | 1.6 | 0.3 | 1.0 | 6.7 |
| N6 | 0.5 | 2.6 | 1.4 | 0.3 | 1.4 | 6.0 |
| N7 | 1.2 | 2.2 | 1.6 | 0.2 | 0.9 | 5.2 |
| N10 | 0.2 | 1.4 | 0.8 | 0.2 | 0.9 | 4.8 |
| N11 | 0.1 | 1.7 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 10.4 |
| N5 | 無 | 輕微 | 輕微 | 無 | 輕微 | 中度至嚴重 |
| N6 | 無 | 輕微 | 輕微 | 無 | 輕微 | 中度至嚴重 |
| N7 | 輕微 | 輕微 | 輕微 | 無 | 無 | 中度至嚴重 |
| N10 | 無 | 輕微 | 無 | 無 | 無 | 中度 |
| N11 | 無 | 輕微 | 無 | 無 | 無 | 嚴重 |



# 評估臺中港底質重金屬污染程度
## 以大甲溪外海鋁值計算

**Index of geo-accumulation (*I*geo)**

- 由大甲溪外海(N10)底質鋁濃度修正後之結果，與地質累積指數評估法所得到的污染程度評估結果較為接近
- 在運用不同工具指標來研究重金屬污染程度評估，需考慮不同研究對象區域之環境背景差異加以修正，否則可能會造成評估結果可能提供錯誤之訊息。

| Igeo等級 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N5 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N6 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N7 | 無(0) | 無至中度(1) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N10 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) |
| N11 | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無(0) | 無至中度(1) |

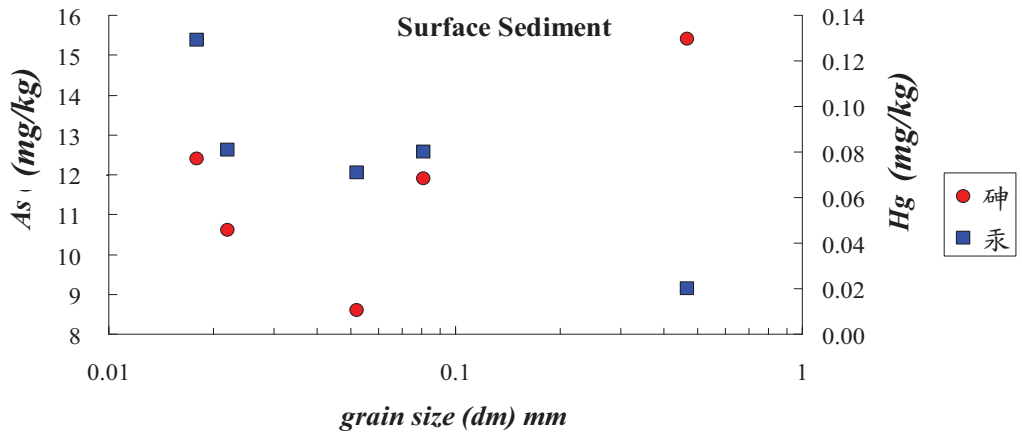
# 海域水質與底質相關性分析

- 4月枯水期來自海淡水混合比例之鹽度與生活畜牧污水如生化需氧量、大腸桿菌群與氨氮、總磷呈現高度負相關，反映來自陸源淡水，仍為影響臺中港海域水體品質之主因
- 水體與沉積物同一重金屬方面，除水體中汞濃度與底質汞呈現負相關外，其餘兩兩間相關性不高

| | | 水質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 底質 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 酸鹼度 | 水溫 | 導電度 | 鹽度 | 透明度 | 溶氧 | 溶氧飽和度 | 生化需氧量 | 大腸桿菌群 | 懸浮固體 | 氨氮 | 總磷 | 葉綠素a | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 銅 | 鉛 | 鋅 | 鉻 | 汞 | 砷 | 有機質 | 鋁 | D50 | Dm | Sand | Silt |
| 水質 | 酸鹼度 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 水溫 | 0.5502 | 1 | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 導電度 | -0.7820 | -0.8010 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鹽度 | -0.7682 | -0.7974 | 0.9995 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 透明度 | -0.1287 | -0.0173 | 0.5048 | 0.5206 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧 | 0.0726 | 0.5358 | -0.5989 | -0.6029 | -0.6166 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶氧飽和度 | 0.1941 | 0.6308 | -0.6756 | -0.6763 | -0.5552 | 0.9890 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 生化需氧量 | 0.7504 | 0.4960 | -0.8984 | -0.9048 | -0.6881 | 0.3916 | 0.4354 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 大腸桿菌群 | 0.7905 | 0.7906 | -0.9995 | -0.9993 | -0.5084 | 0.5789 | 0.6554 | 0.9098 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 懸浮固體 | 0.2264 | -0.5050 | -0.1117 | -0.1157 | -0.6876 | -0.0222 | -0.0664 | 0.4636 | 0.1277 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 氨氮 | 0.9645 | 0.6455 | -0.9114 | -0.9037 | -0.3303 | 0.2652 | 0.3694 | 0.8837 | 0.9186 | 0.2477 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 總磷 | 0.8267 | 0.7897 | -0.9865 | -0.9815 | -0.4518 | 0.5998 | 0.6880 | 0.8563 | 0.9842 | 0.1179 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 葉綠素a | 0.3869 | 0.3596 | -0.6218 | -0.6132 | -0.6067 | 0.8328 | 0.8565 | 0.4804 | 0.6065 | 0.3196 | 0.4797 | 0.6916 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 銅 | -0.1299 | 0.7251 | -0.4374 | -0.4475 | -0.1849 | 0.7534 | 0.7507 | 0.1456 | 0.4182 | -0.5842 | 0.0606 | 0.3808 | 0.3047 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.7745 | -0.9295 | 0.9029 | 0.8999 | 0.1221 | -0.3700 | -0.4760 | -0.7237 | -0.9028 | 0.2438 | -0.8543 | -0.8829 | -0.3141 | -0.4818 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鋅 | 0.3724 | 0.8279 | -0.8578 | -0.8688 | -0.5285 | 0.7529 | 0.7800 | 0.7113 | 0.8515 | -0.1510 | 0.5863 | 0.7900 | 0.4836 | 0.7981 | -0.7966 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 鉻 | 0.7950 | 0.8030 | -0.8990 | -0.9012 | -0.2498 | 0.2561 | 0.3463 | 0.8421 | 0.9068 | -0.0463 | 0.8885 | 0.8526 | 0.2200 | 0.3425 | -0.9596 | 0.7708 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | 汞 | -0.0183 | 0.0000 | 0.2670 | 0.2615 | 0.6123 | -0.7625 | -0.7338 | -0.1882 | -0.2500 | -0.4045 | -0.1021 | -0.3379 | -0.9097 | -0.1888 | -0.0980 | -0.2160 | 0.1814 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 砷 | 0.4511 | 0.8452 | -0.8819 | -0.8836 | -0.4982 | 0.8755 | 0.9215 | 0.6540 | 0.8686 | -0.1309 | 0.6274 | 0.8696 | 0.7294 | 0.7643 | -0.7725 | 0.9340 | 0.6786 | -0.4677 | 1 | | | | | | | | | | | |
| 底質 | 銅 | -0.0748 | -0.5410 | -0.0244 | -0.0370 | -0.8180 | 0.1591 | 0.0696 | 0.3661 | 0.0357 | 0.9261 | 0.0188 | -0.0028 | 0.3237 | -0.3495 | 0.3695 | -0.0485 | -0.1799 | -0.4967 | -0.0700 | 1 | | | | | | | | | | |
| | 鉛 | -0.1304 | 0.1206 | -0.4215 | -0.4415 | -0.9226 | 0.7641 | 0.6834 | 0.5033 | 0.4172 | 0.3916 | 0.1144 | 0.3483 | 0.5557 | 0.4936 | -0.0943 | 0.6357 | 0.1617 | -0.6019 | 0.5830 | 0.6409 | 1 | | | | | | | | | |
| | 鋅 | -0.0550 | -0.1323 | -0.3292 | -0.3440 | -0.9708 | 0.6304 | 0.5484 | 0.5025 | 0.3289 | 0.6862 | 0.1343 | 0.2910 | 0.6220 | 0.1581 | 0.0822 | 0.3913 | 0.0212 | -0.7186 | 0.3998 | 0.8590 | 0.9266 | 1 | | | | | | | | |
| | 鉻 | -0.0281 | 0.4428 | -0.5746 | -0.5884 | -0.7663 | 0.9430 | 0.9003 | 0.4777 | 0.5611 | 0.0844 | 0.2136 | 0.5253 | 0.6859 | 0.7527 | -0.3247 | 0.8066 | 0.2898 | -0.6436 | 0.8192 | 0.3225 | 0.9178 | 0.7597 | 1 | | | | | | | |
| | 汞 | -0.4391 | -0.0091 | -0.0743 | -0.0837 | -0.6075 | 0.8179 | 0.7320 | -0.0112 | 0.0548 | 0.1231 | -0.2661 | 0.0690 | 0.6280 | 0.5308 | 0.2213 | 0.3413 | -0.2971 | -0.8104 | 0.4455 | 0.4157 | 0.7945 | 0.7391 | 0.8218 | 1 | | | | | | |
| | 砷 | -0.1151 | 0.1836 | -0.0119 | -0.0327 | 0.1301 | -0.3356 | -0.3515 | 0.1191 | 0.0272 | -0.3231 | -0.0345 | -0.1290 | -0.7086 | 0.2242 | -0.2542 | 0.2580 | 0.3797 | 0.8087 | -0.0869 | -0.2459 | -0.0270 | -0.2626 | -0.0933 | -0.4104 | 1 | | | | | |
| | 有機質 | -0.5542 | -0.5332 | 0.3773 | 0.3769 | -0.3689 | 0.3834 | 0.2880 | -0.3494 | -0.3918 | 0.3538 | -0.5193 | -0.3266 | 0.4447 | -0.0424 | 0.6874 | -0.2748 | -0.7357 | -0.7761 | -0.0967 | 0.5456 | 0.4325 | 0.5787 | 0.3388 | 0.7948 | -0.6812 | 1 | | | | |
| | 鋁 | -0.4727 | -0.3861 | 0.1325 | 0.1242 | -0.6531 | 0.5718 | 0.4655 | -0.0636 | -0.1444 | 0.4530 | -0.3521 | -0.1234 | 0.5473 | 0.1312 | 0.5034 | 0.0216 | -0.5049 | -0.8230 | 0.1330 | 0.6932 | 0.7216 | 0.8145 | 0.6041 | 0.9070 | -0.5287 | 0.9355 | 1 | | | |
| | D50 | 0.1176 | 0.1238 | 0.1467 | 0.1440 | 0.6247 | -0.7194 | -0.6696 | -0.1048 | -0.1304 | -0.4338 | 0.0293 | -0.2078 | -0.8386 | -0.1559 | -0.2309 | -0.1405 | 0.2976 | 0.9881 | -0.3704 | -0.5631 | -0.6311 | -0.7543 | -0.6304 | -0.8551 | 0.7814 | -0.8566 | -0.8983 | 1 | | |
| | Dm | 0.1036 | 0.1091 | 0.1541 | 0.1506 | 0.6101 | -0.7224 | -0.6761 | -0.1024 | -0.1374 | -0.4210 | 0.0191 | -0.2187 | -0.8475 | -0.1585 | -0.2189 | -0.1411 | 0.2919 | 0.9911 | -0.3782 | -0.5442 | -0.6159 | -0.7391 | -0.6246 | -0.8483 | 0.7943 | -0.8504 | -0.8870 | 0.9996 | 1 | |
| | Sand | 0.3324 | 0.3292 | -0.1071 | -0.1088 | 0.5141 | -0.5783 | -0.5055 | 0.1192 | 0.1233 | -0.4079 | 0.2700 | 0.0468 | -0.6785 | -0.0596 | -0.4641 | 0.0645 | 0.5266 | 0.9222 | -0.1523 | -0.5694 | -0.5475 | -0.6886 | -0.5036 | -0.8531 | 0.7698 | -0.9593 | -0.9464 | 0.9673 | 0.9644 | 1 |
| | Silt | -0.3324 | -0.3292 | 0.1071 | 0.1088 | -0.5141 | 0.5783 | 0.5055 | -0.1192 | -0.1233 | 0.4079 | -0.2700 | -0.0468 | 0.6785 | 0.0596 | 0.4641 | -0.0645 | -0.5266 | -0.9222 | 0.1523 | 0.5694 | 0.5475 | 0.6886 | 0.5036 | 0.8531 | -0.7698 | 0.9593 | 0.9464 | -0.9673 | -0.9644 | -1 | 1 |



# 臺中港底質-砷與汞

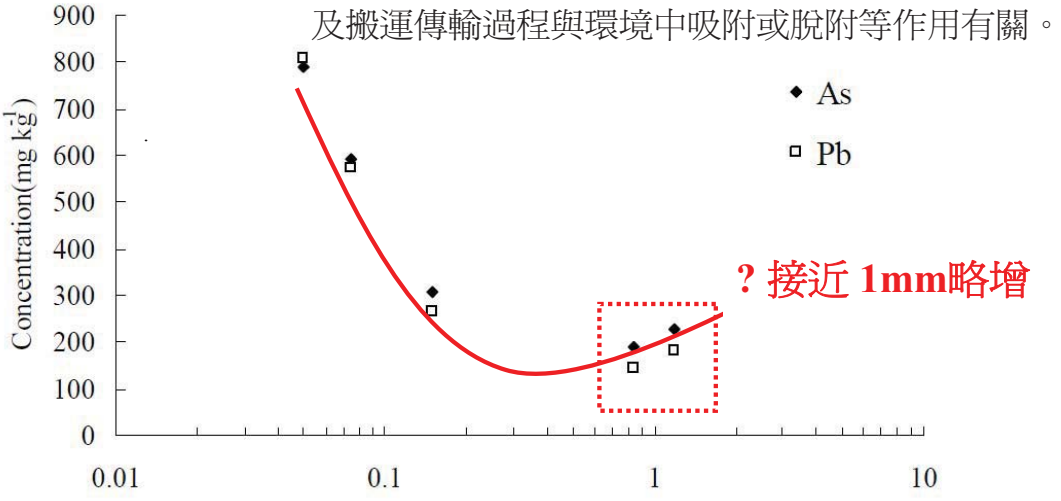



- 沉積物粒徑粗細與微量金屬(trace metals)之間的汞關係可知，當細顆粒的含量所佔比例越高時，其沉積物中的汞含量亦相對偏高(deGroot, *et al.*, 1982)
- 臺中港海域底質砷含量有略高之現象，但尚低於20～30 mg/kg
- 嚴重砷污染地區如孟加拉與與印度西孟加拉邦(West Bengal)沉積物所含之砷濃度可高達20～30 mg/kg ( Nickson et al., 2000)。

The average concentration of arsenic in igneous and sedimentary rocks and soil reported is ~2 and 5 mg $kg^{-1}$, respectively (Peterson et al., 1981; Kabata-Pendias & Pendias, 1984)

# 沉積物中砷與粒徑大小關係

微量金屬元素與其來源母岩風化後之礦物組成，以及搬運傳輸過程與環境中吸附或脫附等作用有關。




Concentration distributions of arsenic and lead as a function of particle size in the sediments (Chang, et al., )

北投磺港溪(**Huang Gang creek, Beitou**)底泥中的砷、鉛濃度皆會隨著顆粒細粒化而明顯地增加。



# 六 壓艙水案例分析與初步建置外來侵襲物種資料庫

# IUCN所列十大海洋入侵物種




# 其他案例

| 物種名稱 | 衝擊 |
|---|---|
| 鏈狀裸甲藻 (*Gymnodinium catenatum*) | •非洲：外海造成赤潮，產生麻痺性貝毒造成至少100起死亡事件。<br>•墨西哥馬薩特蘭：導致460人中毒，有32人死亡。<br>•紐西蘭：有500人被麻痺性貝毒污染的貝類毒素嚴重毒害，因此住院治療，至少造成20人死亡。<br>•日本：此種所引起的赤潮造成養殖魚貝類大量死亡，每年至少一億日元的損失。 |
| 斑馬貽貝 (*Dreissena polymorpha*) | 幾乎占據了美國40%的內陸水域，估計光是花費在處理及防治被斑馬貽貝所占據的水路管線及水道，估計未來10年的費用約為1,000億台幣。 |
| 中華絨螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) | 德國為控制中華絨螯蟹，至1935年至2004年，花費在清理河道、漁業損失、修補河岸侵蝕等費用，估計已花費約八千五百萬歐元，其他無法以金錢量化的損失還包含對生物多樣性的影響。 |
| 杉葉蕨藻 (*Caulerpa taxifolia*) | 加州使用塑膠防水帆布覆蓋並在下面注射液體的氯，控制費用與事後監測費用超過一百萬美金 。 |

# 澳洲建置外來物種資料庫準則 (Hayes et al. , 2003 )

## ◻挑選準則中共同的議題

- 物種須對當地造成傷害
- 此物種須能在當地繁衍，才會持續造成傷害
- 此物種須為外來物種，若已存在於當地，需受官方控制或被限制於某地區內

## ◻可能侵襲澳洲物種資料庫篩選準則

- 須由船舶運輸此途徑傳入，此傳入途徑仍然存在
- 外來物種須對環境與經濟造成傷害
- 存在於澳洲(搜尋澳洲現有資料庫，如Fishbase、CSIRO等，或詢問專家)

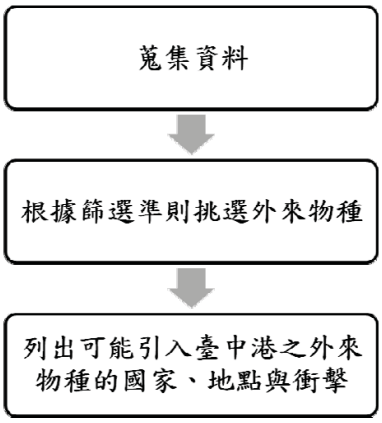


# 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫

## 篩選準則

- ◻外來物種經由壓艙水引入
- ◻外來物種已知對環境或經濟造成危害
- ◻外來物種出現於上一港

## 流程




## 限制

- ◻在文獻或報告難以判斷此外來物種是否經由壓艙水或其他途徑所引入，而所蒐集之報告亦僅限中文與英文文獻。
- ◻外來物種有害的定義難以界定，因外來物種對各種生存環境有不同的生活方式，對於外來物種在上一港所造成的衝擊與移轉至臺中港後是否有相同的影響，仍需長時間觀察，僅能藉此判斷可能影響與上一港環境相似的臺中港。
- ◻外來物種種類繁多，受限於人力與時間，故本研究主要著重於浮游動植物。

# 初步建置可能侵襲臺中港物種資料庫--

## 可能侵襲澳洲之外來物種

Potential "next pest" species identified in this study and their known (▲) or possible (•) vectors

| Species | Phylum | S1 | S3 | F1 | F2 | C | IR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Dinophysis norvegica* | Alveolates (Dinoflagellata) | | ▲ | | | | |
| *Hydroides dianthus* | Annelida | • | • | | • | | |
| *Marenzelleria viridis* | Annelida | | • | | | | |
| *Liza ramada* | Chordata | | ▲ | | | | |
| *Neogobius melanostomus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | • |
| *Pagrus major* | Chordata | | | | | | |
| *Siganus rivulatus* | Chordata | | ▲ | | | ▲ | |
| *Tridentiger bifasciatus* | Chordata | | • | | | | |
| *Blackfordia virginica* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Maeotias marginata* | Cnidaria | • | • | | | | |
| *Ampelisca abdita* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Balanus eburneus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Callinectes sapidus* | Crustacea | • | • | | | | • |
| *Charybdis japonica* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Hemigrapsus penicillatus* | Crustacea | ▲ | • | | | | |
| *Hemigrapsus sanguineus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Limulus polyphemus* | Crustacea | • | • | | | | |
| *Nippoleucon hinumensis* | Crustacea | | • | | | | |
| *Pseudodiaptomus marinus* | Crustacea | | • | | • | | |
| *Rhithropanopeus harrisi* | Crustacea | • | • | | • | | |
| *Tortanus dextrilobatus* | Crustacea | | • | | | | |
| *Crepidula fornicata* | Mollusca | • | • | | ▲ | | |
| *Ensis directus* | Mollusca | | • | | | | |
| *Limnoperna fortunei* | Mollusca | | • | | | | ▲ |
| *Mya arenaria* | Mollusca | • | • | ▲ | • | | |
| *Perna perna* | Mollusca | ▲ | • | | • | | |
| *Perna viridis* | Mollusca | • | • | | | | |
| *Petricolaria pholadiformis* | Mollusca | | • | | ▲ | | |
| *Grateloupia doryphora* | Rhodophyta | • | • | | ▲ | | |
| *Womersleyella setacea* | Rhodophyta | • | | | | | • |
| *Chaetoceros concavicornis* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Chaetoceros convolutus* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |
| *Pseudo-nitzschia seriata* | Stramenopiles | | ▲ | | | | |

Vector categories: accidental with vessel fouling (S1); accidental with ballast water (S3); deliberate translocations of fish and shellfish to establish or support a new fishery (F1); accidental with deliberate translocations of fish and shellfish (F2); natural range expansion through man-made canals (C); deliberate and accidental release by individuals, such as aquarium discards (IR).

列出33種可能入侵澳洲的外來物種，有94%是由壓艙水所引入，45%是附著於船殼所引入。S3為藉由壓艙水此途徑所引入，共有31種物種由此途徑引入，其中有7種確定為由壓艙水所引入，24種可能是經由壓艙水引入，而本計劃則針對由壓艙水引入之外來物種做研究。

54

# 有害藻種資料庫建置

- 由曾爆發藻華之地區亦為我國入港船舶上一港常造訪之港口，整理出38種有害物種中，其中12種已登記入臺灣物種名錄中，其中甲藻門的*Gyrodinium sp.*會產生麻痺性貝毒對人體造成危害。

| 物種 | 門 | 名稱 |
|---|---|---|
| *Asterionella japonica* | Bacillariophyta 矽藻門 | 日本星杆藻 |
| *Biddulphia aurita* | Bacillariophyta 矽藻門 | 長耳盒形藻 |
| *Ceratium furca* | Dinophyta 甲藻門 | 叉角藻 |
| *Chaetoceros sp.* | Ochrophyta 褐藻門 | |
| *Chroomonas sp.* | Cryptophyta 隱藻門 | |
| *Gyrodinium sp.* | Dinophyta 甲藻門 | |
| *Leptocylindrus danicus* | Ochrophyta 褐藻門 | 丹麥細柱藻 |
| *Noctiluca scintillans* | Dinophyta甲藻門 | 夜光藻 |
| *Prorocentrum triestinum* | Dinophyta 甲藻門 | 三葉原甲藻 |
| *Skeletonema costatum* | Ochrophyta 褐藻門 | 中肋骨條藻 |
| *Thalassiosira spp.* | Ochrophyta 褐藻門 | |
| *Trichodesmium erythraeum* | Cyanobacteria 藍菌門 | 紅海束毛藻 |

55

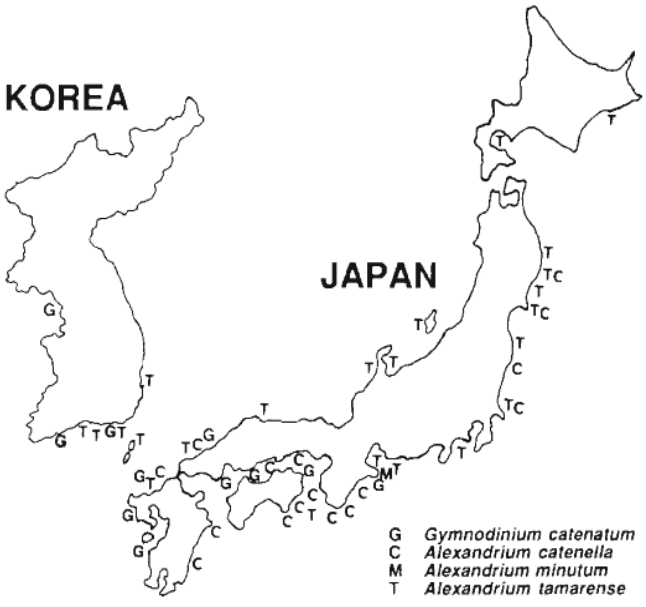
# 可能入侵臺灣之有害藻種

| 物種 | 門 | 物種 | 門 |
|---|---|---|---|
| *Alexandrium catenella* | Dinophyta | *Heterosigma akashiwo* | Ochrophyta |
| *Chattonella antiqua* | Ochrophyta | *Karenia digitata* | Dinophyta |
| *Chattonella marina* | Ochrophyta | *Peridinium sp.* | Dinophyta |
| *Cochlodinium* | Myzozoa | *Phaeocystis globosa* | Haptophyta |
| *Cochlodinium polykrikoides* | Myzozoa | *Polykrikoides* | Dinophyta |
| *Cochlodinium sp.* | Dinophyta | *Prorocentrum dentatum* | Dinophyta |
| *Gonyaulax polygramma* | Dinophyta | *Prorocentrum sp.* | Dinophyta |
| *Dactyliosolen fragilissimus* | Bacillariophyta | *Protoperidinium quinquecorne* | Dinophyta |
| *Fibrocapsa japonica* | Ochrophyta | *Prymnesium saltans* | Haptophyta |
| *Gymnodinium catenatum* | Myzozoa | *Prymnesium parvum* | Haptophyta |
| *Gymnodinium mikimotoi* | Dinophyta | *Pseudonitzschia pungens* | Bacillariophyta |
| *Gymnodinium sp.* | Dinoflagellata | *Rhizosolenia fragillissima* | Ochrophyta |
| *Heterocapsa circularisquama* | Dinophyta | *Scrippsiella trochoidea* | Dinophyta |

56

# 有毒腰邊毛藻在日韓之分佈

- 四種含有麻痺性沙西貝毒(saxitoxin)之毒腰鞭毛藻遍佈日韓兩國。
- *A. tamarense*已列入臺灣物種名錄中。*G. catenatum*與*A. catenella*被列為可能入侵臺灣之物種。
- 1986年屏東地區發生西施舌食用中毒事件，造成近50人就醫3人喪命。1991年在嘉義地區再度發生西施舌中毒事件，毒藻為小亞歷山大藻 (A. minutum)。

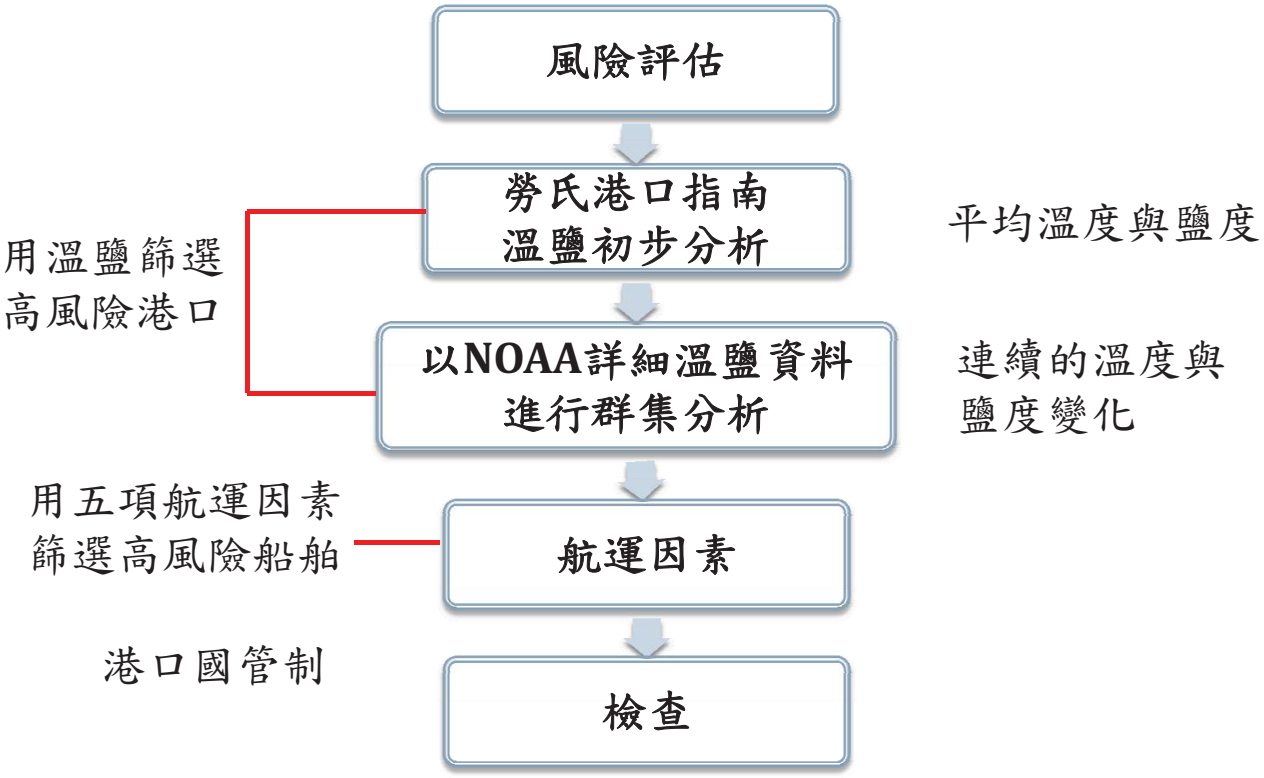



57

# 七 船舶風險分析與建立港口國管制程序



## 研究方法



# 溫鹽分析篩選後艘次與艘數

| 國家 | 港口 |
|---|---|
| 中國 | 廈門、香港、澳門、珠海、鹽田等19個港 |
| 日本 | 東京、神戶、橫濱、廣島、那霸、大阪等50個港 |
| 南韓 | 釜山、濟州、文度、光陽等9個港口 |
| 巴西、南非、美國、紐西蘭、埃及、智利、澳洲 | 里約熱內盧、德班、洛杉磯、陶蘭加、塞得港、法耳巴拉索、布里斯本等22個港 |

| 年度 | 原艘次、數 | | 勞氏港口指南溫鹽初步分析 | |
|---|---|---|---|---|
| | 艘次 | 艘數 | 艘次 | 艘數 |
| 94年 | 5,697 | 1,419 | 1,706 | 445 |
| 95年 | 5,857 | 1,464 | 1,857 | 490 |
| 96年 | 6,462 | 1,492 | 2,456 | 586 |
| 97年 | 6,330 | 1,492 | 2,402 | 571 |
| 98年 | 6,462 | 1,422 | 2,739 | 587 |

60

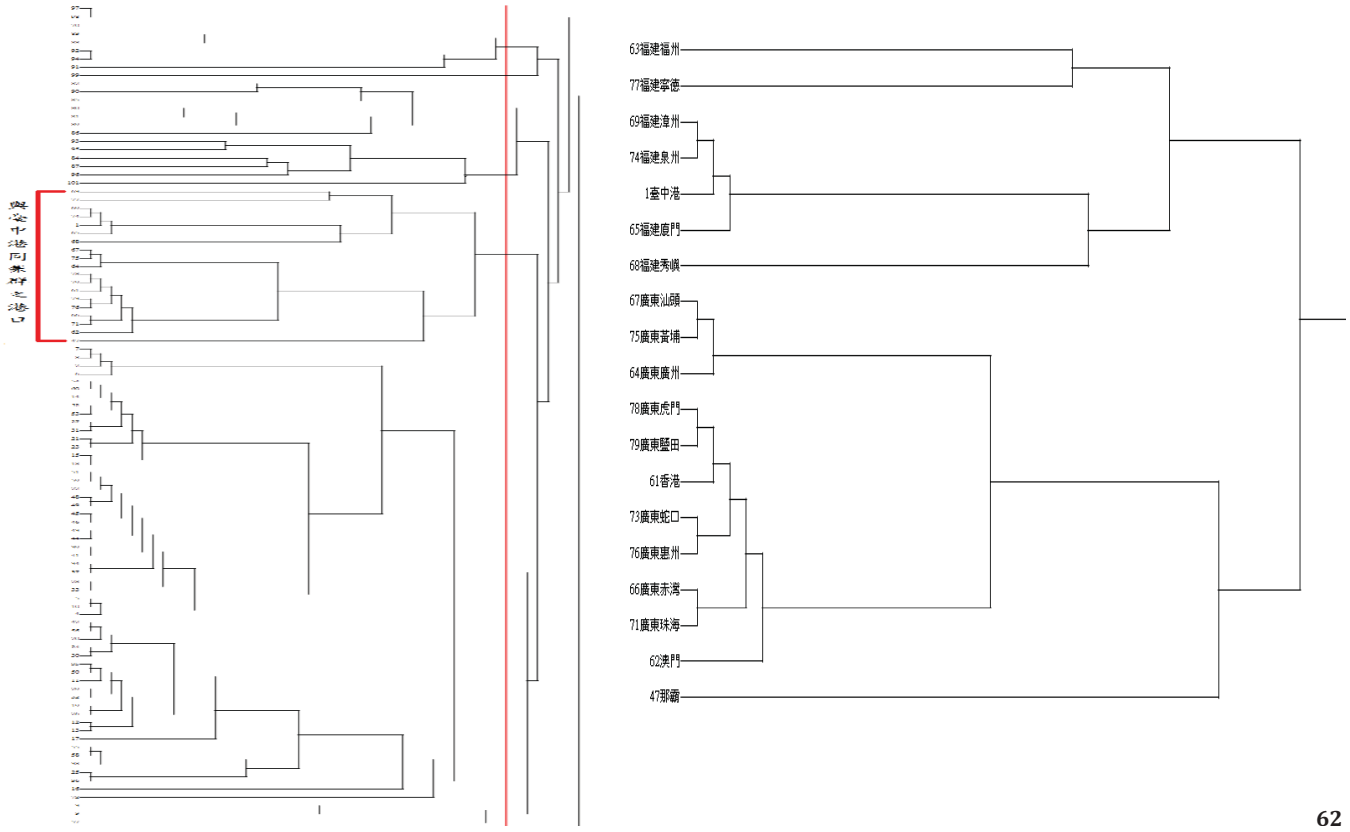
# 溫鹽資料蒐集與研究方法

- 資料蒐集：本項目擬以美國海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)中的國家海洋資料中心(National Oceanographic Data Center, NODC)，蒐集各經緯度溫度與鹽度的長期觀測資料。資料內容包含經緯度、水深、各月分的溫度與鹽度…等，每個月皆有41,458個觀測點。

- 研究方法：先使用因素分析(Factor Analysis)尋找一組最能解釋測量變數之間共變關係的共同因素，再採用群集分析(Cluster Analysis)中的階層分析法(Hierarchical Clustering Procedure)，依據個體間的相似性將樣本分成幾群，同群組內個體相似性高，不同群組的個體相似性低。

61

# 群集分析--樹狀圖




62

# 群集分析表

| 港口 | 群集 | 港口 | 群集 | 港口 | 群集 | 港口 | 群集 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1:TAICHUNG臺中港 | 1 | 10:SAMCHONPO三千浦 | 2 | 35:KIMITSU齊米粗 | 2 | 9:WANDO文度 | 3 |
| 47:NAHA那霸 | 1 | 11:CHIBA千葉 | 2 | 36:MIIKE, FUKUOKA三池港 | 2 | 57:SENDAI, KAGOSHIMA川內 | 3 |
| 61:HONG KONG香港 | 1 | 12:CHITA知多 | 2 | 37:MIZUSHIM水島灘 | 2 | 91:TAURANGA陶蘭加 | 4 |
| 62:MACAO澳門 | 1 | 13:FUNABASHI船橋 | 2 | 38:NIIHAMA新居濱港 | 2 | 92:CAPETOWN開普敦 | 4 |
| 63:FUZHOU福建福州 | 1 | 14:HAKATA博多 | 2 | 39:SAKAISENBOKU森布庫 | 2 | 94:SALDANHA BAY沙丹亞灣 | 4 |
| 64:GUANGZHOU廣東廣州 | 1 | 15:HIBIKINADA喜必 | 2 | 41:TOKUYAMA德山 | 2 | 80:BUNBURY, WA本伯利 | 5 |
| 65:XIAMEN福建廈門 | 1 | 16:KAGOSHIMA鹿兒島 | 2 | 42:ATSUMI, AICHI寇見 | 2 | 81:KWINANA, WA卡那那 | 5 |
| 66:CHIWAN廣東赤灣 | 1 | 17:KAINAN開南 | 2 | 43:FUKUYAMA福山 | 2 | 82:NEWCASTLE, NS紐塞(新堡) | 5 |
| 67:SHANTOU廣東汕頭 | 1 | 18:KANDA神田 | 2 | 44:SAKAIDE撒給地 | 2 | 85:GERALDTON, WA基拉頓 | 5 |
| 68:XIUYU 福建秀嶼 | 1 | 19:KAWASAKI, 川崎 | 2 | 45:KUDAMATSU下松 | 2 | 86:PORT KEMBLA, NS坎布拉港 | 5 |
| 69:ZHANGZHOU福建漳州 | 1 | 20:KOBE, HYOGO神戶 | 2 | 46:HIROSHIMA廣島 | 2 | 89:FREMANTLE, WA佛利曼特 | 5 |
| 71:ZHUHAI廣東珠海 | 1 | 21:KOKURA小倉 | 2 | 48:HIROHATA喜若哈達 | 2 | 90:SYDNEY, NS雪梨 | 5 |
| 73:SHEKOU廣東蛇口 | 1 | 22:KURE吳港 | 2 | 49:KANOKAWA卡漏卡瓦 | 2 | 83:PORT ADELAID阿得雷得港 | 6 |
| 74:QZHOU福建泉州 | 1 | 23:MOJI門司 | 2 | 50:SHIMIZU清水 | 2 | 88:WHYALLA懷亞力 | 6 |
| 75:HUANGPU廣東黃埔 | 1 | 24:OSAKA,大阪 | 2 | 51:KAGOGAWA加古川 | 2 | 84:BRISBANE布里斯本 | 7 |
| 76:HUIZHOU廣東惠州 | 1 | 25:NAGASAKI,長崎 | 2 | 52:TOBATA, FUKUOKA戶沺 | 2 | 87:SHARK BAY, WA鯊灣 | 7 |
| 77:NINGDE福建寧德 | 1 | 26:NAGOYA名古屋 | 2 | 53:SAGANOSEKI佐賀關 | 2 | 93:RICHARDS BAY理查灣 | 7 |
| 78:HUMEN廣東虎門 | 1 | 27:OITA大分港 | 2 | 54:WAKAMATSU若松港 | 2 | 95:DURBAN德班 | 7 |
| 79:YANTIAN廣東鹽田 | 1 | 28:SAKAI, OSAKA界(阪井) | 2 | 55:MATSUYAMA, EHIME松山 | 2 | 96:EAST LONDON東倫敦 | 7 |
| 2:BUSAN釜山 | 2 | 29:TOKYO東京 | 2 | 56:AMAGASAKI, HYOGO尼崎 | 2 | 101:RIO DE JANEIRO里約熱內盧 | 7 |
| 4:KWANGYANG光陽 | 2 | 30:TOYOHASHI托約哈西 | 2 | 58:MISHIMA米西瑪 | 2 | 70:ZHOUSHAN浙江舟山 | 8 |
| 5:YEOSU麗水 | 2 | 31:TSUKUMI, OITA津久見 | 2 | 59:NAOSHIMA內西瑪 | 2 | 97:LOS ANGELES, CA洛杉磯 | 8 |
| 6:MASAN馬山 | 2 | 32:YOKOHAMA橫濱 | 2 | 60:HIKARI光 | 2 | 98:LONG BEACH, CA長堤 | 8 |
| 7:ONSAN昂三 | 2 | 33:ABOSHI阿布希 | 2 | 72:WENZHOU浙江溫州 | 2 | 99:VALPARAISO法耳巴拉索 | 9 |
| 8:ULSAN蔚山 | 2 | 34:HIGASHIHARIMA東播島 | 2 | 3:JEJU濟州 | 3 | 100:PORT SAID塞得港 | 10 |

63

# 港口位置圖



64

# 其他航運因素進一步篩選

| 風險因素 | 方法 | 原因 | 參考文獻 |
|---|---|---|---|
| 來源風險 | 環境相似 | 若來源港與目的港溫度與鹽度越相近，當來源港的外來物種引入目的港時，越容易生存 | IMO, Gollasch (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 曾出現藻華區 | 壓艙水為主要傳遞外來物種途徑，若當地曾出現藻華，經船舶運送，在下一港排出易造成威脅 | Carlton (1985), McGee et al. (2006), Drake et al. (2005) |
| 船舶風險 | 航程 | 航程時間越長，在壓載艙的物種豐富度會下降 | Gollasch(2006), Gollasch et al. (2007) |
| | 船旗國 | 因權宜船旗國家管制較為鬆散，使懸掛權宜船旗之船舶在處理船舶安全與污染管理較不嚴謹 | ITF, 2010 |
| | 壓艙水 | 壓艙水量越大，可能攜帶更多的物種種類或數量 | Flagella et al. (2006), Gollasch and Leppäkoski (2007) |
| | 入港頻率 | 外來物種入侵次數隨著船隻造訪次數增加而增加 | Ricciardi (2001), Gollasch and Leppäkoski (2007), McGee et al. (2006) |

65

# 五項篩選因素積分表

| 評估因素 | 航程 | | 船旗國 | | 壓艙水量 | | 進港次數 | | | 藻華發生地 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | <0.5天 | >0.5天 | 是 | 否 | 貨櫃輪、雜貨輪 | 其他 | >41 | 21-40 | 0-20 | 是 | 否 |
| 積分(S) | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |

$$S_{總積分}=S_{航程}+S_{船旗國}+S_{壓艙水量}+S_{進港次數}+S_{藻華發生地}$$



# 群集分析篩選之各港口與臺中港之距離

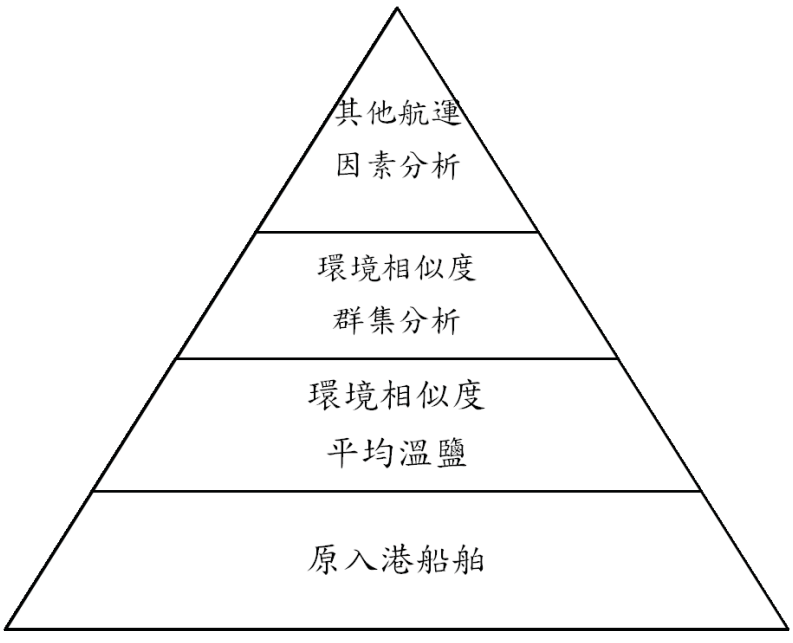
| 港口 | 浬數 | 天數 | 港口 | 浬數 | 天數 |
|---|---|---|---|---|---|
| Naha那霸 | 420 | 0.88 | Shekou廣東蛇口 | 392 | 0.82 |
| Hong Kong香港 | 377 | 0.77 | Quanzhou福建泉州 | 113 | 0.24 |
| Macao澳門 | 406 | 0.85 | Huangpu廣東黃埔 | 440 | 0.92 |
| Fuzhou福建福州 | 143 | 0.26 | Ningde福建寧德 | 164 | 0.34 |
| Guangzhou廣東廣州 | 440 | 0.92 | Humen廣東虎門 | 437 | 0.91 |
| Xiamen福建廈門 | 134 | 0.28 | Yantian廣東鹽田 | 366 | 0.76 |
| Chiwan廣東赤灣 | 392 | 0.82 | Zhangzhou漳州 | 134 | 0.28 |
| Shantou廣東汕頭 | 214 | 0.45 | Huizhou廣東惠州 | 350 | 0.73 |
| Xiuyu福建秀嶼 | 101 | 0.21 | Zhuhai廣東珠海 | 406 | 0.85 |

# 各項分析之艘次與艘數

| | 94年 | 95年 | 96年 | 97年 | 98年 | 總共 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 原艘次 | 5,697 | 5,857 | 6,462 | 6,330 | 6,462 | 30,808 |
| 環境相似度分析艘次 | 1,706 | 1,857 | 2,456 | 2,402 | 2,739 | 11,160 |
| 群集分析艘次 | 802 | 940 | 1,488 | 1,478 | 1,746 | 6,454 |
| 五項因素分析後艘次 | 449 | 562 | 850 | 802 | 994 | 3,657 |
| 原艘數 | 1,419 | 1,464 | 1,492 | 1,492 | 1,422 | 7,289 |
| 環境相似度分析艘數 | 445 | 490 | 586 | 571 | 587 | 2,679 |
| 群集分析艘數 | 182 | 220 | 305 | 289 | 259 | 1,255 |
| 五項因素分析後艘數 | 77 | 110 | 153 | 131 | 132 | 603 |



# 98年各項風險分析結果




艘次：994(15.4%)
艘數：132(9.3%)

艘次：2,739(42.4%)
艘數：581(40.9%)

艘次：2,739(42.4%)
艘數：581(40.9%)

艘次：6,462
艘數：1,422

# 八 結論與建議



## 結論

1) 本年度新建立三維水理之數值模式，使用本年度於台中港南北兩側所設立之海流測站來率定與驗證去年度所建立之二維與今年度新建立之三維水動力模式，並藉由二維或三維水理模式來模擬分析臺中港區海域之水動力情形。由模擬結果可知，漲潮時潮流分別從臺中港南北兩端向臺中港匯集。退潮時則由臺中港附近海域向南北兩端流出，此與交通部運輸研究所“近岸漂沙機制與防治研究(1/4)”第五章之結果趨勢一致。

2) 應用經率定與驗證後之模式，本計畫針對風場變化對於台中港海流影響進行初步之討論。模擬結果顯示，在風向為NNE之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈大。在風向為SSW之方向條件下，風速愈大，則造成之海流流速愈小。另外在本計畫之模擬風場變化之條件下，上層流速會大於下層流速值。此證明了模式的合理性。

# 結論

3) 100年4月枯水期與10月豐水期調查結果顯示，港域水質(N5、N6、N7)因較易受陸源性影響，如介於梧棲大排與安良港大排處(N5)，4月鹽度與導電度相對最低，而總磷則最高。此外生化需氧量與大腸桿菌群；以及重金屬鋅、鉻與砷相對略高。大甲溪外海(N10)與大肚溪外海(N11) 水質則相對穩定且污染程度低，均可符合所屬之乙類海域水質標準，重金屬亦無異常，且與環保署外海環境水質測站(台中港沿海二) 相比無異常。

4) 臺中港海域表層沉積物重金屬4月調查結果，整體無論與國內外相關沉積物重金屬參考資料相比，尚無特別偏高。除砷外，重金屬銅、鉛、鋅、鉻與汞濃度，整體以港域內底質相對較港外為高。

5) 由地質累積指數(Igeo)作為臺中港底質重金屬污染程度評估指標參考顯示，本年度4月枯水期海域底質調查結果，多呈現無污染至中度污染，其中重金屬銅、鋅、鉻與汞與頁岩平均含量相比，均為接近背景無污染，此與富集因子(EF)經大甲溪外海底質鋁濃度修正後之結果較為一致，顯示在運用不同工具指標來研究重金屬污染程度評估的方法上，需要考慮不同研究對象區域之環境背景差異加以修正，否則可能會造成評估結果可能提供錯誤之訊息。



# 結論

6) 微量金屬元素與其來源母岩風化後之礦物組成，以及搬運傳輸過程與環境中吸附或脫附等作用有關。其中主要以沉積物顆粒粒徑範圍與粒徑大小效應，決定控制著懸浮固體物與沉積物中所能運載微量金屬之含量。由前人的研究顯示，其沉積物粒徑粗細與微量金屬之間的汞關係可知，當細顆粒的含量所佔比例越高時，其沉積物中的汞含量亦相對偏高，此與本調查結果相符。

7) 本研究蒐集13個外來物種入侵的案例，外來種可造成死亡案件或重大經濟損失。經過澳洲篩選外來物種準則篩選，篩選出38種在亞洲周圍地區曾爆發過藻華事件之物種，有12種已被列入臺灣物種名錄中，其餘26種未被列入名錄中，其中甲藻門的*Gyrodinium sp.*會產生麻痺性貝毒對生物造成危害。而這些物種可能尚未入侵臺灣，抑或尚未被發現。

8) 經過五項因素評估結果，五年間原有30,808入港艘次 (7,289艘數)，經過第一層環境相似度分析後，篩選出11,160艘次 (2,679艘數)；再經第二層群集分析篩選，篩選出6,454艘 (1,255艘數)；最後一層航運因素分析，篩選出3,657艘次 (603艘數)，亦即每年入港的高風險船舶約有121艘數，約每三天有一艘高風險船舶入港。

# 建議

1) 由水質與沉積物重金屬調查結果顯示，其底質砷濃度有略微偏高之情形，無論由NOAA(美國國家海洋大氣管理局)的底質規範快速篩選參考門檻值，與重金屬污染程度評估指標EF(富集因子)及Igeo(地質累積指數)皆顯示，調查區域內的底質砷含量略高，雖低於會經常地對生物造成危害的等級，但仍值得後續監測與追蹤。尤其是位於調查區域北側之大甲溪口外，其砷濃度最高且明顯高於港域內底質，因此建議後續可針對大肚溪口沿海底質重金屬砷偏高的原因，進一步調查探討。

2) 本研究所挑選出26種可能入侵臺灣海域的物種，雖在其他亞洲地區造成藻華，但若入侵臺灣後之衝擊仍為未知數，且表列之物種可能已有入侵臺灣之物種只是尚未發現，或未被記錄至臺灣物種名錄中，因此，可藉由本研究篩選出高風險船舶進行採樣研究，是否壓艙水中含有此類物種，並針對這些物種進行追蹤，調查是否已進入臺灣海域或了解此物種習性，進一步防範其入侵。

74

# 建議

3) 目前臺灣港口國管制在2003到2006年間，基隆、高雄、臺中和花蓮四港，共96,188艘船舶入港，港口國管制官員總共進行898次隨機檢查 (Chiu, 2008)，四年間檢查船舶數不到1%。若參照東京備忘錄所制定檢查船舶總量75%之目標，在未經篩選前，平均一天入港17艘次，每天需檢查13艘，依目前臺中港港口國管制官員人數只有14位，尚嫌不足。故根據上述研究方法篩選受檢船舶數，針對此類船舶進行檢查。經評估流程篩選後，以98年為例，高風險船舶共有132艘數，亦即每三天才有1艘高風險船舶入港，港口國管制官員可針對此類船舶進行檢查，減少人力資源的浪費，並可更有效的管理船舶安全維護生態環境。

75