

99-43-7459
MOTC-IOT-98-H3DA001

港灣生態景觀規劃設計應用 研究 (1/4)



交通部運輸研究所

中華民國 99 年 4 月

99 港灣生態景觀規劃設計應用研究 (1/4)

交通部運輸研究所

GPN : 1009901411

定價 400 元

99-43-7459

MOTC-IOT-98-H3DA001

港灣生態景觀規劃設計應用 研究（1/4）

著者：簡仲璟

交通部運輸研究所

中華民國 99 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目資料

港灣生態景觀規劃設計應用研究. (1/4) / 簡仲璟著
. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 99. 04
面; 公分
參考書目: 面
ISBN 978-986-02-3222-6

1. 港埠工程 2. 水淨化 3. 環境規劃 4. 景觀工程設計

443.2

99007685

港灣生態景觀規劃設計應用研究 (1/4)

著 者：簡仲璟
出版機關：交通部運輸研究所
地 址：10458 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 99 年 4 月
印 刷 者：良機事務機器有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 110 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：400 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：1009901411

ISBN：978-986-02-3222-6 (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。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：港灣生態景觀規劃設計應用研究（1/4）			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-02-3222-6（平裝）	政府出版品統一編號 1009901411	運輸研究所出版品編號 99-43-7459	計畫編號 98-H3DA001
主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：簡仲璟 研究人員：陳明宗、單誠基、李俊穎、劉清松 參與人員：陳正義、錢爾潔、馬維倫、張麗瓊 聯絡電話：04-26587131 傳真號碼：04-26564415			研究期間 自 98 年 01 月 至 98 年 12 月
關鍵詞：港灣、生態、景觀			
摘要： 本計畫分四年執行，短期內利用資料收集和現地調查，加以分析整理先行撰述可供工程人員做規劃設計時參考的準則。以後經四年長期研究收集充分資料後再行研訂相關的規劃設計規範。本年度為第一年計畫，從蒐集資料、調查、分析、研討以至最後能制訂初步提供工程規劃設計參考的「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」。主要內容涵蓋有 1.水質淨化技術資料蒐集與探討。2.訂定港灣生態環境評估準則。3.訂定生態性港灣水中結構物設計準則。4.港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討。5.擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估。希望融合生態和景觀於港灣工程規劃設計，期待能對以後的港灣整體環境改善有所助益。 水質淨化技術資料蒐集與探討方面包括：港區水質調查與分析、水質評估方法研擬、水質淨化技術資料蒐集、水質淨化技術探討等。訂定港灣生態環境評估準則方面包括：港區植生調查與分析、研擬港區陸域生態環境評估準則、港區浮游生物調查與分析、研擬港區水域生態環境評估準則等。訂定生態性港灣水中結構物設計準則方面包括：港灣水中結構物生態特性資料蒐集與探討、國內港灣水中結構物生態特性調查、國內適用之設計準則擬定等。港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討方面包括：資料蒐集及探討、港區結構物設施營造技術分析、親水設施營造等。擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估方面包括：蒐集國內外相關研究、擬定適用於國內港灣環境景觀美質評估因子、建立景觀美質分級標準、提出不同等級的經營管理措施等。 本研究成果可以做為工程、景觀、生態三者不同科技領域的整合之經驗培養。更可作為以後花蓮港、台北港以及其他港口擴建時環境營造發展的重要參考資料。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
99 年 4 月	414	400	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購買。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 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: Ecology and Landscape Planning and Design for Harbor (1/4)			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-02-3222-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009901411	IOT SERIAL NUMBER 99-43-7459	PROJECT NUMBER 98-H3DA001
DIVISION: HARBOR & MARINE TECHNOLOGY CENTER DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chung-Ching Chien PROJECT STAFF: Ming-Tzung Chen, Chen-Chi Shan, Chun-Ying Lee, Ching-Sung Liu Cheng-Yi Chen, Er-Jier Chien, Wei-Lun Ma, Lee-Chung Chang PHONE: 886-4-26587131 FAX: 886-4-26564415			PROJECT PERIOD FROM January 2009 TO December 2009
KEY WORDS: Harbor, Ecology, Landscape			
ABSTRACT: <p>This project will be completely implemented over four years. For the first year, the primary contents include: 1. Collection of technical information for water purification and investigation. 2. Stipulation of criteria for environment evaluation of harbor ecology. 3. Stipulation of design criteria for structures in ecological harbor. 4. Collection of technical information and investigation of landscape construction under harbor environment. 5. The conduct of classified evaluation for harbor landscape quality. We hope to put ecology and landscape ideas into harbor design and planning to benefit harbor environment, afterwards.</p> <p>Collection of technical information for water purification and investigation includes: harbor water investigation and analysis, the design of water assessment method, collection of technical information for water purification, and exploration of technical information for water purification. Stipulation of criteria for environment evaluation of harbor ecology includes: harbor ecology investigation and analysis, criteria design for the land environment evaluation of harbor ecology, harbor plankton investigation and analysis, and criteria design for the water environment evaluation of harbor ecology. Stipulation of design criteria for structures in ecological harbor includes: collection and exploration of ecological characteristics information for harbor structures, investigation of ecological characteristics information for domestic harbor structures, and the design of domestic applicable design criteria. Collection of technical information and investigation of landscape construction under harbor environment includes: information collection and exploration, analysis of construction technology for harbor structure facilities, and the construction of water facilities. The conduct of classified evaluation for landscape harbor quality includes: collection of domestic and international relevant studies, design of applicable domestic classified evaluation factors for harbor landscape quality, set up of landscape grading standard, and proposals for different levels of management measures.</p> <p>The result of research can be considered the cultivation of experiences that are integrated from three respective technical areas, such as engineering, landscape, and ecology. Furthermore, it can become an important reference for Hualien Harbor, Taipei Harbor and other ports in their development of environmental constructions when they do port expansion project in the future.</p>			
DATE OF PUBLICATION April 2010	NUMBER OF PAGES 414	PRICE 400	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港灣生態景觀規劃設計應用研究 (1/4)

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	XIV
附錄目錄.....	XVII
第一章 前言.....	1-1
1.1 計畫緣起.....	1-1
1.2 研究範圍.....	1-2
1.3 研究內容與工作項目.....	1-5
1.4 研究流程.....	1-11
1.5 研究方法.....	1-12
1.6 預期成果.....	1-15
1.7 上位計畫.....	1-15
第二章 水質淨化技術資料蒐集與探討.....	2-1
2.1 國內商港水質生態資料蒐集.....	2-1
2.2 港區水質調查與分析.....	2-11
2.3 水質評估方法研擬.....	2-27
2.4 水質淨化技術資料蒐集.....	2-51
2.5 淨化技術探討.....	2-59
第三章 訂定港灣生態環境評估準則.....	3-1
3.1 港區陸域生態環境評估準則.....	3-1
3.2 港區植生調查與分析案例.....	3-17

3.3 港區浮游生物調查與分析.....	3-22
3.4 港區水域生態環境評估.....	3-26
第四章 生態性港灣水中結構物設計準則.....	4-1
4.1 港灣水中結構物生態性資料蒐集與探討.....	4-1
4.2 國內港灣水中結構物生態特性調查.....	4-15
4.3 國內適用之設計準則擬定.....	4-34
第五章 港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討.....	5-1
5.1 景觀評估理論與方法.....	5-1
5.2 碎形理論應用於景觀評估之初探.....	5-4
5.3 港灣水岸環境景觀營造技術蒐集與探討.....	5-12
5.4 港區結構物設施營造技術分析.....	5-26
5.5 親水設施營造.....	5-34
5.6 專家會議重要結論.....	5-45
第六章 擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估.....	6-1
6.1 植栽美質評估模式.....	6-1
6.2 港區環境美質評估模式.....	6-12
6.3 港區環境色彩美質評估模式.....	6-23
第七章 結論.....	7-1
參考文獻.....	參-1
附錄一 水質調查結果.....	附 1-1
附錄二 浮游生物調查結果.....	附 2-1
附錄三 高雄港 2008 年水質與浮游生物資料及 SI 值.....	附 3-1
附錄四 高雄港 2008 年底質底棲生物資料及 SI 值.....	附 4-1
附錄五 港區環境景觀美質分數與心理認知感受分數.....	附 5-1
附錄六 專家座談會議紀錄.....	附 6-1
附錄七 期末報告審查意見及辦理情形說明表.....	附 7-1
附錄八 期末簡報資料.....	附 8-1

圖目錄

圖 1.1 台灣四大商港位置圖	1-3
圖 1.2 花蓮港位置圖	1-3
圖 1.3 高雄港位置圖	1-4
圖 1.4 台中港位置圖	1-4
圖 1.5 基隆港位置圖	1-4
圖 1.6 研究流程圖	1-11
圖 1.7 台灣地區港埠位置圖	1-17
圖 2.1 高雄港 97 年 3 月樣點水質評價等級	2-5
圖 2.2 高雄港 97 年 5 月樣點水質評價等級	2-5
圖 2.3 高雄港 97 年 8 月樣點水質評價等級	2-6
圖 2.4 高雄港 97 年 10 月樣點水質評價等級	2-6
圖 2.5 台中港 97 年 3 月樣點水質評價等級	2-8
圖 2.6 台中港 97 年 4 月樣點水質評價等級	2-9
圖 2.7 台中港 97 年 7 月樣點水質評價等級	2-9
圖 2.8 台中港 97 年 10 月樣點水質評價等級	2-10
圖 2.9 高雄港測站位置	2-12
圖 2.10 花蓮港測站位置	2-13
圖 2.11 基隆港測站位置	2-13
圖 2.12 水質儀器	2-14
圖 2.13 水體景觀評估架構	2-30
圖 2.14 水色與景觀美質及偏好關係分佈圖	2-33
圖 2.15 HEP 評價模式操作流程	2-34
圖 2.16 視覺嗅覺水質滿意度評估指標	2-37
圖 2.17 港灣視覺滿意度 HEP 模式建立	2-39
圖 2.18 港灣嗅覺滿意度 HEP 模式建立	2-40

圖 2.19 劍水蚤細胞數與水質項目相關分析·····	2-46
圖 2.20 哲水蚤細胞數與水質項目相關分析·····	2-47
圖 2.21 經濟性浮游動物細胞數與水質項目相關分析·····	2-48
圖 2.22 多毛類 HEP 模式建立·····	2-49
圖 2.23 經濟性浮游植物 HEP 模式建立·····	2-49
圖 2.24 水質改善計畫流程·····	2-52
圖 2.25 海灘重力排水法·····	2-66
圖 2.26 水質淨化透水性防波堤·····	2-67
圖 2.27 開孔式新型防波堤·····	2-68
圖 3.1 花蓮港港區植生調查範圍圖·····	3-2
圖 3.2 海岸群聚植生方法·····	3-6
圖 3.3 樣區位置參考圖·····	3-20
圖 3.4 樣區劃設參考圖·····	3-20
圖 3.6 高雄港 97 年 3 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-30
圖 3.7 高雄港 97 年 5 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-30
圖 3.8 高雄港 97 年 8 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-31
圖 3.9 高雄港 97 年 10 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-31
圖 3.10 高雄港 97 年 3 月各測點浮植 H' 評價等級·····	3-34
圖 3.11 高雄港 97 年 5 月各測點浮植 H' 評價等級·····	3-35
圖 3.12 高雄港 97 年 8 月各測點浮植 H' 評價等級·····	3-35
圖 3.13 高雄港 97 年 10 月各測點浮植 H' 評價等級·····	3-36
圖 3.14 台中港 97 年 3 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-38
圖 3.15 台中港 97 年 4 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-38
圖 3.16 台中港 97 年 7 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-39
圖 3.17 台中港 97 年 10 月各測點浮動 H' 評價等級·····	3-39

圖 3.18 台中港 97 年 3 月各測點浮植 H' 評價等級.....	3-41
圖 3.19 台中港 97 年 4 月各測點浮植 H' 評價等級.....	3-42
圖 3.20 台中港 97 年 7 月各測點浮植 H' 評價等級.....	3-42
圖 3.21 台中港 97 年 9 月各測點浮植 H' 評價等級.....	3-43
圖 3.22 高雄港第一季調查測點浮動 H' 評價等級.....	3-45
圖 3.23 高雄港第二季調查測點浮動 H' 評價等級.....	3-45
圖 3.24 花蓮港調查測點浮動 H' 評價等級.....	3-46
圖 3.25 基隆港調查測點浮動 H' 評價等級.....	3-46
圖 3.26 高雄港第一季調查測點浮植 H' 評價等級.....	3-48
圖 3.27 高雄港第二季調查測點浮植 H' 評價等級.....	3-49
圖 3.28 花蓮港調查測點浮植 H' 評價等級.....	3-49
圖 3.29 基隆港調查測點浮植 H' 評價等級.....	3-50
圖 3.30 浮游動物物種數 SI 包絡線圖.....	3-55
圖 3.31 浮游植物物種數 SI 包絡線圖.....	3-56
圖 3.32 浮游生物物種數 SI 包絡線圖.....	3-57
圖 3.33 浮游動物與水質所建立的 HSI 模式.....	3-59
圖 3.34 浮游植物與水質所建立的 HSI 模式.....	3-59
圖 3.35 浮游生物與水質所建立的 HSI 模式.....	3-59
圖 3.36 猛水蚤數量與水質所建立的 HSI 模式.....	3-63
圖 3.37 魚卵數量與水質所建立的 HSI 模式.....	3-63
圖 3.38 活動盒形藻數量與水質所建立的 HSI 模式.....	3-63
圖 3.39 底棲生物物種數 SI 包絡線圖.....	3-66
圖 3.40 底棲生物與底質所建立的 HSI 模式.....	3-67
圖 4.1 港灣結構物之防災與生態機能傾向示意圖.....	4-1
圖 4.2 棧橋式碼頭.....	4-4

圖 4.3 具孔洞的重力式碼頭·····	4-4
圖 4.4 浮動式碼頭·····	4-4
圖 4.5 拋石防波堤案例·····	4-6
圖 4.6 沉箱防波堤·····	4-7
圖 4.8 開孔式新型防波堤·····	4-8
圖 4.9 合成堤設計斷面圖·····	4-9
圖 4.10 著生海藻的消波塊·····	4-10
圖 4.11 拋石護岸上的植生·····	4-11
圖 4.12 直立開孔式混凝土護岸·····	4-12
圖 4.13 階梯式護岸具有透水孔隙·····	4-13
圖 4.14 離岸堤兩側有不同生態·····	4-13
圖 4.15 空心混凝土塊堤·····	4-14
圖 4.16 消波塊突堤·····	4-14
圖 4.17 中山大學 消波塊·····	4-15
圖 4.18 中山大學 消波塊·····	4-15
圖 4.19 中山大學 沉箱防波堤·····	4-16
圖 4.20 鼓山輪渡站·····	4-16
圖 4.21 鹽埕碼頭 護岸·····	4-17
圖 4.22 鹽埕碼頭 護岸·····	4-17
圖 4.23 第五船渠 護岸·····	4-17
圖 4.24 新光碼頭 護岸·····	4-17
圖 4.25 新光碼頭 護岸·····	4-18
圖 4.26 新光碼頭 護岸·····	4-18
圖 4.27 愛河口 橋墩·····	4-19
圖 4.28 真愛碼頭左岸·····	4-19

圖 4.29 新光碼頭 棧橋式	4-19
圖 4.30 新光碼頭	4-19
圖 4.31 愛河口 輪胎	4-20
圖 4.32 新光碼頭 輪胎	4-20
圖 4.33 中洲渡輪	4-20
圖 4.34 旗津渡輪	4-20
圖 4.35 旗津 離岸堤	4-21
圖 4.36 旗津 離岸堤	4-21
圖 4.37 旗津 海岸護坡	4-21
圖 4.38 旗津 拋石護岸	4-21
圖 4.39 前鎮渡輪站	4-22
圖 4.40 旗津	4-22
圖 4.41 基隆港西岸碼頭(一)	4-23
圖 4.42 基隆港西岸碼頭(二)	4-23
圖 4.43 基隆港西岸碼頭(三)	4-23
圖 4.44 基隆港西岸碼頭(四)	4-23
圖 4.45 基隆港西岸碼頭(五)	4-24
圖 4.46 基隆港西岸碼頭(六)	4-24
圖 4.47 基隆港出海口附近護岸	4-24
圖 4.48 基隆港市區碼頭(一)	4-25
圖 4.49 基隆港市區碼頭(二)	4-25
圖 4.50 基隆港市區碼頭(三)	4-25
圖 4.51 基隆港市區碼頭(四)	4-25
圖 4.52 基隆港市區碼頭(五)	4-26
圖 4.53 基隆港市區碼頭(六)	4-26

圖 4.54 基隆港餒港東岸碼頭(一).....	4-26
圖 4.55 基隆港餒港東岸碼頭(二).....	4-26
圖 4.56 基隆港餒港東岸碼頭(三).....	4-27
圖 4.57 基隆港餒港東岸碼頭(四).....	4-27
圖 4.58 基隆港餒港東岸碼頭(五).....	4-27
圖 4.59 基隆和平島出海口(一).....	4-28
圖 4.60 基隆港和平島出海口(二).....	4-28
圖 4.61 基隆港和平島出海口(三).....	4-28
圖 4.62 花蓮港港內水質.....	4-29
圖 4.63 花蓮港碼頭邊的螃蟹.....	4-29
圖 4.64 花蓮港退潮時的東防波堤.....	4-29
圖 4.65 花蓮港台階式防波堤.....	4-29
圖 4.66 花蓮港破損堤身.....	4-30
圖 4.67 花蓮港防波堤排水凹槽.....	4-30
圖 4.68 花蓮港港內水鳥.....	4-30
圖 4.69 近出海口的東防波堤.....	4-30
圖 4.70 花蓮港賞鯨碼頭(一).....	4-30
圖 4.71 花蓮港賞鯨碼頭(二).....	4-30
圖 4.72 花蓮港釣客聚集處(一).....	4-31
圖 4.73 花蓮港釣客聚集處(二).....	4-31
圖 4.74 花蓮港漁會前碼頭.....	4-31
圖 4.75 花蓮港直立式防舷材.....	4-32
圖 4.76 花蓮港橫式防舷材(一).....	4-32
圖 4.77 花蓮港孔洞是碼頭.....	4-32
圖 4.78 花蓮港橫式防舷材(二).....	4-33

圖 4.79 花蓮港務局前碰船墊(a).....	4-34
圖 4.80 花蓮港務局前碰船墊(b).....	4-34
圖 5.1 景觀品質評估之大眾偏好模式.....	5-2
圖 5.2 曼得爾布羅特集(Mandelbrot set)	5-6
圖 5.3 圖 5.2 的局部放大圖.....	5-6
圖 5.4 碎形之自相似性的不同形式比較.....	5-7
圖 5.5 利用正三角形所製作之卡區雪花曲線.....	5-8
圖 5.6 碎形之自我模仿特質.....	5-8
圖 5.7 依不同量尺單位長度(s)測量卡區曲線長度(L).....	5-10
圖 5.8 $1/s$ 與 L 之關係(線性座標).....	5-10
圖 5.9 $1/s$ 與 L 之關係(對數座標).....	5-10
圖 5.10 高度開發利用的港灣環境.....	5-13
圖 5.11 高大防波堤使得海岸景觀單調.....	5-14
圖 5.12 海岸高度開發現象.....	5-15
圖 5.13 海堤彩繪與海岸酷熱環境並不協調.....	5-15
圖 5.14 海堤植生綠化.....	5-15
圖 5.15 多功能漁港要使其具三生特色.....	5-16
圖 5.16-a 直立式海堤.....	5-19
圖 5.16-b 斜面式海堤.....	5-19
圖 5.16-c 台階式海堤.....	5-19
圖 5.17 階梯式海堤.....	5-20
圖 5.18 階段式海堤.....	5-20
圖 5.19 親水性是陸側景觀營造重點.....	5-21
圖 5.20-a 海堤陸側直立式牆面可以景觀美化處理.....	5-21
圖 5.20-b 海堤陸側部份提高道路覆土深度可增加視覺可及性.....	5-21

圖 5.21 陸側道路提高增加視覺開闊性·····	5-22
圖 5.22 面海視野的延伸彰顯了海洋魅力·····	5-22
圖 5.23 景觀改善後的突堤是優良賞景地點·····	5-22
圖 5.24 突堤景觀改善可提昇親水機能的設計手法·····	5-23
圖 5.25 自然材質與海岸景觀可以相融合·····	5-23
圖 5.26 巨大海堤的改善以強化地區意象·····	5-23
圖 5.27 遊艇活動是深受歡迎的海上休閒活動(日本)·····	5-25
圖 5.28 遊艇港配合環境美化成為民眾海岸休閒最佳去處(加拿大)	5-25
圖 5.29 台北淡水第二漁港的漁人碼頭·····	5-25
圖 5.30 廣大停車場對海岸環境而言並非永續性之投資·····	5-26
圖 5.31 倉庫區可用色彩及植栽營造視覺的愉悅性·····	5-29
圖 5.32 休閒漁港色彩及建築設施物混·····	5-29
圖 5.33 港灣臨近地區結構設施是未來應改善的項目·····	5-29
圖 5.34 碼頭區要呈現休閒意象·····	5-30
圖 5.35 視域可及的水域及其它作業區景觀美質要提昇·····	5-30
圖 5.36 結構設施物美化·····	5-30
圖 5.37 港區倉庫美化·····	5-31
圖 5.38 港灣結構設施物整齊美化·····	5-31
圖 5.39 港灣結構設施物以低彩度最佳·····	5-31
圖 5.40 港灣作業區建築物美化·····	5-32
圖 5.41 港灣休憩設施要能呈現地方人文特色·····	5-32
圖 5.42 優美的海岸天際線·····	5-32
圖 5.43 地形以造型變化手法處理創造趣味性·····	5-33
圖 5.44 植栽可以提昇港灣視覺美質及舒適性感受·····	5-33
圖 5.45 不同型式的親水性海堤·····	5-35

圖 5.46 易於親水的海岸緩坡砌石親水護岸(東京葛西公園)·····	5-38
圖 5.47 商港港區親水碼頭·····	5-39
圖 5.48 海岸親水觀景平台(青島)·····	5-39
圖 5.49 海堤上設置自行車道·····	5-40
圖 5.50 適意的親水海堤(新竹紅毛港)·····	5-40
圖 5.51 親水防波堤(日本和歌山)·····	5-41
圖 5.52 親水離岸堤(大連)·····	5-41
圖 5.53 步道設置應避免干擾海岸自然生態環境·····	5-41
圖 5.54 海岸防風林常為重要生態棲地但易受到遊憩干擾·····	5-42
圖 5.55 消波塊上釣客·····	5-43
圖 5.56 安全又有豐富魚群垂釣場所的開發有其必要性·····	5-43
圖 5.57 鋼構棧道設置釣魚活動空間·····	5-44
圖 5.58 收費海上釣漁平台·····	5-44
圖 5.59 收費親子釣魚場·····	5-44
圖 5.60 港口防波堤稍做改善即可成為良好的釣魚場所(高雄港)···	5-44
圖 6.1 植栽景觀評估架構圖·····	6-3
圖 6.2 設施物景觀評估架構圖·····	6-14
圖 6.3 色彩意象語意軸·····	6-24
圖 6.4 單色意象尺度·····	6-25
圖 6.5 色彩意象尺度·····	6-25
圖 6.6 環境刺激-情緒狀態-行為反應之關係圖·····	6-25
圖 6.7 研究架構圖·····	6-26
圖 6.8 第 1 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好直線圖·····	6-32
圖 6.9 第 2 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好直線圖·····	6-32
圖 6.10 第 3 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好直線圖·····	6-33
圖 6.11 第 4 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好直線圖·····	6-33
圖 6.12 第 5 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好直線·····	6-34

表 目 錄

表 1-1 台灣商港定位	1-17
表 1-2 各港埠平面圖	1-18
表 1-3 各港埠設施表	1-19
表 2-1 歷年資料項目	2-1
表 2-2 海洋環境品質標準及分類等	2-3
表 2-3 高雄港海洋環境分類等	2-4
表 2-4 台中港海洋環境分類等	2-8
表 2-5 採樣調查時間	2-12
表 2-6 問卷項目及其評分	2-30
表 2-7 水體景觀評估結果分析表	2-31
表 2-8 經濟性浮游動物種類	2-43
表 2-9 經濟性浮游植物種類	2-45
表 2-10 經濟性浮游生物適合度分析	2-50
表 2-11 水質淨化技術的適用場所和淨化原理	2-53
表 2-12 水質淨化技術的對策原理和水質汙染問題的相關性	2-54
表 2-13 BOD 淨化技術	2-61
表 2-14 總磷淨化技術	2-62
表 2-15 懸浮固體量淨化技術	2-63
表 3-1 傳統景觀綠化與生態綠化設計	3-4
表 3-2 生態指標的項目和其代表的生態特性	3-9
表 3-3 植物生態指標影響美質條件	3-10
表 3-4 植物自然度定義分級標準	3-12
表 3-5 本計畫植物自然度分級標準	3-13
表 3-6 植物分層結構分級標準	3-14
表 3-7 各種植物塊體面積計算基準	3-14

表 3-8 喬木層綠覆面積計算表·····	3-14
表 3-9 喬木植物調查結果·····	3-18
表 3-10 各項植栽綠化因子分析結果·····	3-20
表 3-11 高雄港浮游動物物種數·····	3-23
表 3-12 花蓮港浮游動物物種數·····	3-24
表 3-13 基隆港浮游動物物種數·····	3-24
表 3-14 高雄港浮游植物物種數·····	3-25
表 3-15 花蓮港浮游植物物種數·····	3-25
表 3-16 基隆港浮游植物物種數·····	3-26
表 3-17 高雄港浮游動物 H'分類等級·····	3-28
表 3-18 高雄港浮游植物 H'分類等級·····	3-33
表 3-19 台中港浮游動物 H'分類等級·····	3-36
表 3-20 台中港浮游植物 H'分類等級·····	3-40
表 3-21 經濟性浮游動物出現次數·····	3-61
表 3-22 經濟性浮游植物出現次數·····	3-61
表 3-23 皮爾森相關性分析·····	3-64
表 4-1 增加海岸港灣工程生態性之設計手法·····	4-2
表 5-1 日本景觀評估基地尺度與評估因子架構表·····	5-4
表 5-2 港灣遊憩活動環境營造與海岸工程技術·····	5-36
表 6-1 景觀美質評價等級表·····	6-5
表 6-2 各區測得之美質分數·····	6-6
表 6-3 皮爾森相關性分析·····	6-8
表 6-4 植栽元素與綠化因子的美質迴歸分析表·····	6-11
表 6-5 港區環境美質評價等級表·····	6-16
表 6-6 港灣景觀情緒形容詞因素分析表·····	6-17
表 6-7(a) 港區環境元素的美質及偏好迴歸分析表·····	6-20

表 6-7(b) 港區環境元素的心理認知感受迴歸分析表·····	6-21
表 6-8 本研究使用之語意形容詞·····	6-28
表 6-9 港區環境色彩分析表·····	6-29

附 錄 目 錄

附錄 1.1 高雄港第一季水質調查結果.....	附 1-1
附錄 1.2 高雄港第二季水質調查結果(2009/6/6).....	附 1-2
附錄 1.3 花蓮港水質調查結果(2009/5/26).....	附 1-2
附錄 1.4 花蓮港水質調查結果(2009/9/20).....	附 1-3
附錄 1.5 基隆港水質調查結果(2009/8/22).....	附 1-3
附錄 2.1 高雄港第一季浮游動物調查結果(2009/3/13).....	附 2-1
附錄 2.2 高雄港第二季浮游動物調查結果(2009/06/06).....	附 2-2
附錄 2.3 花蓮港第一次浮游動物調查結果 (2009/09/20).....	附 2-4
附錄 2.4 基隆港第一次浮游動物調查結果(2009/08/22).....	附 2-5
附錄 2.5 高雄港第一季浮游植物調查結果(2009/03/13).....	附 2-7
附錄 2.6 高雄港第二季浮游植物調查結果(2009/06/06).....	附 2-8
附錄 2.7 花蓮港第一次浮游植物調查結果 (2009/09/20).....	附 2-10
附錄 2.8 基隆港第一次浮游植物調查結果(2009/08/22).....	附 2-11
附錄 3.1 高雄港 2008 年水質與浮游生物資料.....	附 3-1
附錄 3.2 水質與浮游動種類數 SI 值計算結果.....	附 3-4
附錄 3.3 水質與浮游植物種類數 SI 值計算結果.....	附 3-7
附錄 3.4 水質與浮游生物種類數 SI 值計算結果.....	附 3-10
附錄 4.1 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料.....	附 4-1
附錄 4.2 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料 SI 值.....	附 4-3
附錄 5 港區環境景觀美質分數與心理認知感受分數.....	附 5-1
附錄 6.1 第 1 次專家座談會會議記錄.....	附 6-1
附錄 6.2 第 2 次專家座談會會議記錄.....	附 6-7
附錄 6.3 第 3 次專家座談會會議記錄.....	附 6-12

第一章 前言

1.1 計畫緣起

近年來各種工程建設都被要求提升環境品質，尤其港灣是擁有豐富景觀資源的水岸，而水岸又是一種生態豐富的異質交錯帶，港灣工程之水中結構物又易於形成海洋生物良好棲地，因此有些港灣水岸被加以充分利用而開放做為親水空間已是相當普遍的事情。然而從實際執行的層面來說，安全、生態與景觀要同時兼顧是相當不容易的事，因為一方面三者彼此間往往相互衝突，另一方面三者各須具備不同的知識背景。在陸域方面，港口的岸上設施一般都已高度人工化水泥化，在生態保育的努力上較為困難；水域方面水質污染控制不易。港區內風大、鹽份高、土地貧瘠，植生不易；水岸可利用的土地資源有限，自然保育與經濟利用常相互衝突。故目前工作人員仍對週遭環境品質的要求不高，但因提昇環境品質與增加休閒場所已是目前社會發展趨勢，加上國外已有不少成功案例可供參考，故在景觀與生態上的改善仍是有很大的空間與機會，水質的改善、人工設施的美質化、親水設施的景觀設計以及生態綠化等都是往後國內需加強和努力的目標。

一般傳統土木或港灣工程的規劃設計，只以非生物的大自然環境為對象，因此對生態系的結構和特性極為陌生。在工程應用上，生態系的特性至今仍難以正確的定量的來加以描述；另一方面景觀是屬於心理感受方面美學的問題，與以力學為基礎的工程或以生物學為基礎的生態，又是截然不同的一個領域。在工程設計上，必須要有定量的描述，必須要有具一般通用性的規範，知識背景的整合是往後環境營造必須克服的問題。

而一般工程人員能夠兼具生態、景觀及港灣工程知識背景的人才極為缺乏，若生態知識或美學素養不足，冒然實施環境營造常會造成弄巧成拙的後果，故必須利用在職訓練或規範手冊等一些方法加以彌

補。國內目前仍缺乏實際執行之經驗與案例，致可參考之依據不多，相關技術規範亦因資料不足尚難建立，故本計畫短期內第一年研究乃利用資料收集和現地調查，加以分析整理先行撰述可供工程人員做規劃設計時參考的準則，以後經四年長期研究收集充分資料後再行研訂相關的規劃設計規範。本計畫分四年執行，分年計畫建議目標如下：

第一年：規劃設計準則擬定

制訂港灣生態景觀環境營造操作參考手冊。

第二年：花蓮港案例分析

以景觀休閒遊憩為主軸，花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃。

第三年：台北港案例分析

以新時代港口建設為訴求，配合淡水河口之台北港區整體環境營造規劃。

第四年：制訂規劃設計規範

制定適用於國內港灣工程規劃設計之規範手冊。

1.2 研究範圍

本研究以國內重要商港為研究對象，以生態環境和景觀環境的改善作為主要研究範圍。第一年主要是蒐集既有資料對港灣的一般特性做探討，但仍須擇訂一處港區進行案例性的生態和景觀資源調查，以做為分析研究的根據，因花蓮港、高雄港因具觀光發展潛力，故往後建議以花蓮港和高雄港作為深入研究的目標。如圖 1.1~1.5 所示。

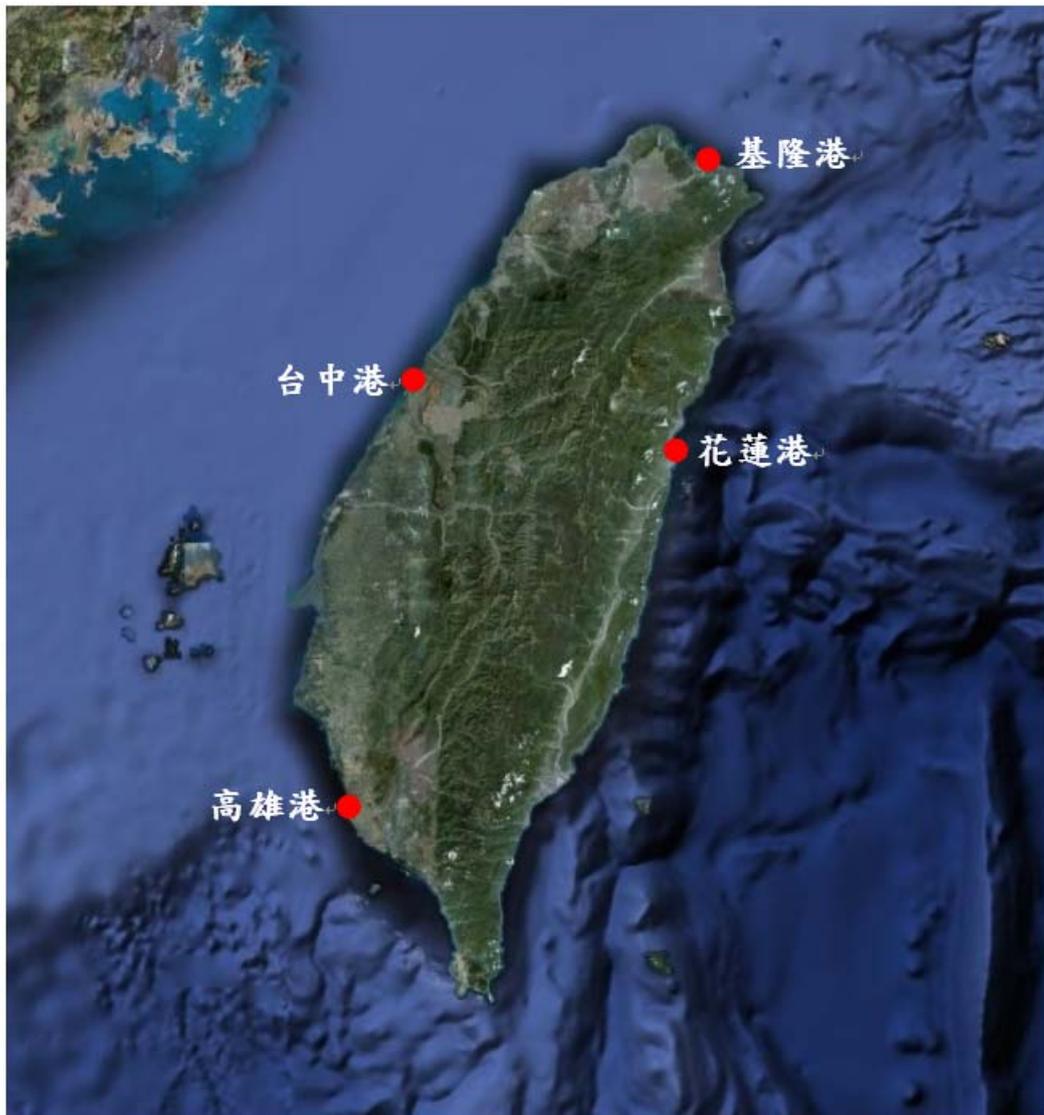


圖 1.1 本計畫評估之四大商港位置圖



圖 1.2 花蓮港位置圖

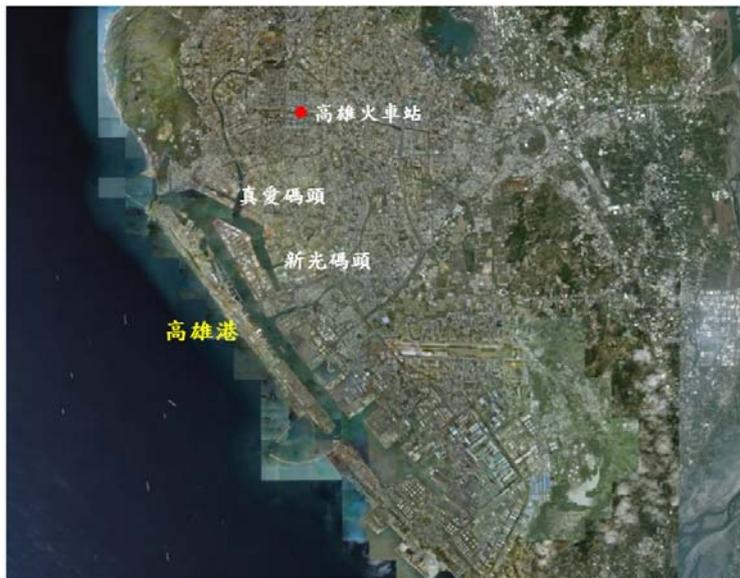


圖 1.3 高雄港位置圖

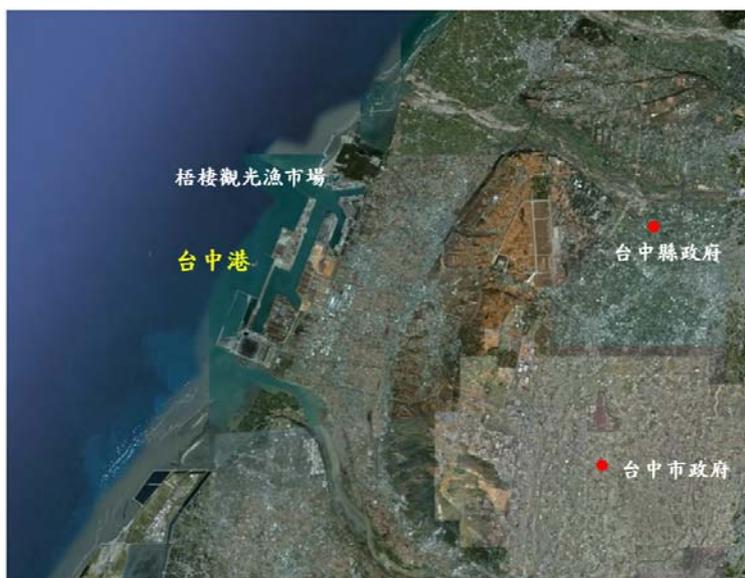


圖 1.4 台中港位置圖



圖 1.5 基隆港位置圖

1.3 研究內容與工作項目

1.3.1 工作內容

本年度（98 年度）為第一年計畫，從蒐集資料、調查、分析、研討以至最後能制訂初步提供工程規劃設計參考的「港灣生態景觀環境

營造操作參考手冊」。主要內容涵蓋有 1.水質淨化技術資料蒐集與探討。2.訂定港灣生態環境評估準則。3.訂定生態性港灣水中結構物設計準則。4.港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討。5.擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估。希望融合生態和景觀於工程規劃設計，期待能對以後的港灣工程建設之環境改善有所助益。

一、水質淨化技術資料蒐集與探討方面

港內的水質改善，必須先調查水質污染的主要原因，瞭解水質變化特性，從水理面、水質面以至生物面的各種現象在定量上加以分析和掌握，才能得以解決。水質變化主要是指水中懸浮性或溶解性物質含量的變化，水中所含的鹽分、重金屬等屬於保存系統的物質，只隨著海水或陸地污水的流入流出做單純的變化，其變化過程易於瞭解，可經調查和計算，在定量上容易掌握。另外屬於非保存系統的物質，如氮、磷等營養鹽的流入，浮游藻類以至高等水生動物的生成和死亡，變化過程極為複雜，不易瞭解和掌握。港域水質污染需要解決的問題，大部分在於有機性或無機性營養鹽的過分流入以及海水交換不良，其引發的水質變化過程及物質循環特性需深入瞭解才可有效解決水質改善的問題。

二、訂定港灣生態環境評估準則方面

生態環境的評估，不像水質或空氣污染的環境評估那樣，至今仍未有完善的評估機制。一個健全的生態系需具有順暢的物質與能量平衡，比較直接的說法是要需具有生物多樣性的特徵。故不論是利用生物指標或指標生物，大多以生物多樣性高低做為生態評估準則。生物指標有物種數、歧異度生物整合性指標（IBI）等，指標生物的決定可能較為困難，但生態復育目標或指標必須釐清，才得以進行生態環境的評估，評估模式有定性模式也有定量模式，有生物模式也有棲地模式，模式的建立必須基於充分的調查數據。

三、訂定生態性港灣水中結構物設計準則方面

各種港灣工程建設的目的，均為抵抗浪潮，維護港域船舶和岸上設施以及活動的安全方便，但各種不同工程結構有不同的功能和特性，有時又可兼具有改善生態環境的作用，例如潛堤非常明顯具有藻礁的功能。而同樣功能的海洋結構物因不同的設計，就可增加生態性的效果，例如透水性防波堤比傳統沉箱式防波堤具有生態性的效果。因此生態性港灣水中結構物的設計方法，必須為一般港灣工程師所熟悉，而充分被加以推廣和利用。

四、港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討方面

港灣建設一直都有經濟與貿易發展的責任，但隨著時代轉變，全世界許多商港開始被賦予多元化角色，因此過去的建設面臨景觀環境課題的挑戰。然而港灣建設環境不同於其它內陸環境，自有其特點，因此港灣環境景觀的營造重點不在於更新，而在拉皮。港灣環境景觀營造要依照分區及用途，如視覺觀賞、休閒遊憩、親水等需求而不同。

對於未來港灣環境景觀的營造與改善，首先要蒐羅國內外港灣環境景觀營造技術資料，根據港灣的不同定位及建設類別進行分類，並根據對環境景觀改善程度、風土環境適宜性、海象氣候、工法技術、經費等進行適宜性雷達圖分析。另分別從影響環境景觀分析及觀察的觀賞距離、觀賞位置、觀賞序列、形貌、空間結構及光線等方面探討，掌握台灣港灣環境景觀的現況與課題，建立需求性雷達圖分析。最後再分別將需求性雷達圖與適宜性雷達圖二者進行疊圖分析，找出適用港灣環境景觀營造技術。

五、擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估方面

人對景觀環境的欣賞有數種特性，諸如人是環境所包被、環境透過各種感官讓人欣賞體驗等、景觀環境的組構具有某種美學氣氛等。基於此，可分別以港灣環境實質因子及其景觀環境的組構，人為開發的活動因子，及觀賞者的景觀知覺因子等，做為港灣景

觀美質評估因子的基礎，經專家諮詢會議結果，擇定適當指標，並分別建立各因子的評估準則，用以評定港灣環境景觀之優劣。據此作為港灣環境景觀改善之依據。

1.3.2 工作項目

一、水質淨化技術資料蒐集與探討

(一)港區水質調查與分析

擇定國內商港進行調查，選擇五個以上測點依四季共進行 20 次的水質調查。調查項目包括鹽度、溶氧、酸鹼值、導電度、氨氮、總磷、硝酸鹽、生化需氧量、化學需氧量、濁度、透明度、油脂等。

(二)水質評估方法研擬

水質良否須依照用途而定，如人類親水的需求、水域生態的需求以及單純船舶使用的需求等各有不同，且港區內不同地點又有不同的需求，本研究本年度擬先探討能滿足人類視覺嗅覺感官的水質標準。

(三)水質淨化技術資料蒐集

蒐集國內外既有的港灣水質淨化技術，包括物理方法、化學方法以及生物方法等。

(四)水質淨化技術探討

探討在不同狀況下的港灣水域水質改善需要哪種技術。本年度特別以親水環境的水質改善技術和自然淨化法為探討目標，並且評估其可行性。

二、訂定港灣生態環境評估準則

(一)港區植生調查與分析

擇定花蓮港進行調查，調查項目包括植生自然度、綠覆率、樹種、植物分層結構、植群內緣比等，並進行植物多樣性分析與相關性分析。

(二)研擬港區陸域生態環境評估準則

利用港區植生調查資料，由自然度、歧異度、原生性等各種指標研擬植生環境評估方法，據此作為港區植生環境改善之依據。

(三)港區浮游生物調查與分析

擇訂國內商港進行調查，選擇五個以上測點依四季共進行 20 次的浮游生物調查。調查項目包括浮游植物和動物，並進行其與水質的相關分析。

(四)研擬港區水域生態環境評估準則

利用浮游生物的調查資料，研擬以浮游生物為指標生物的生態環境評估方法，據此作為港池水域生態環境改善之依據。

三、訂定生態性港灣水中結構物設計準則

(一)港灣水中結構物生態特性資料蒐集與探討

蒐集碼頭、防波堤、消波塊等各種工法之生態結構物的實際和研究案例，從生態性的角度，對安全性、施工方便性以及經濟性等分析其優劣點。

(二)國內港灣水中結構物生態特性調查

由現地調查了解一般國內港灣結構物具生態性改善潛力的項目和地點。

(三)國內適用之設計準則擬定

訂定生態性港灣水中結構物設計準則，擬定適用條件，並提出參考斷面圖供設計參考。

四、港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討

(一)港灣水岸環境景觀營造技術資料蒐集及探討

蒐集港灣整體環境及各項結構設施，諸如碼頭、防波堤、消波塊等各種景觀營造技術的實際和研究案例，從景觀性和親水性的角度，對安全性、施工方便性以及經濟性等分析其優劣點。

(二)港區結構物設施營造技術分析

良好的結構物景觀計畫，是環境拉皮的的重要工作，也是環境景觀美質營造成功的重要關鍵。港區環境完整獨立，依具自然環境海洋及海岸特色、大氣變化、使用分區及機能、暨有及計畫中結構設施物狀況，擬定景觀計畫及操作手冊，內容包括色彩、材質及造形，或天際線等，以做為港區環境景觀營造的作業依據。

(三)親水設施營造

港區內的親水應只侷限於某些特殊地區，故可根據海岸及海象環境特性、使用分區及機能相容性、可及性等探討如何選定具親水潛能地點、開發規模，及親水活動類型。其次是整合景觀評估、水質評估以等結果規劃親水環境及設施。

五、擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估

(一)蒐集國內外相關研究，結合開放式問卷擬定適用於國內港灣環境景觀美質評估因子。

包括環境實質因子如生動性、獨特性、和協性、複雜性等因子，人為活動因子如開發規模、視眼可見的存在時間、配置位置

及情形、對心理知覺的影響頻率等因子，知覺因子如觀賞距離及方位、視域大小、觀賞時間、次數等因子，建立港灣適用的評估因子表。

(二)藉由專家會議及腦力激盪法 (brainstorming) 的結果，確立港灣環境適用的評估因子架構，再配合文獻回顧及專家諮詢建立港灣景觀美質評估因子的評估準則及景觀美質分級標準。

(三)據此評估準則及分級標準，進行港灣內環境景觀美質評估及分級，並提出不同等級的經營管理措施，包括後續的景觀環境改善建議。

1.4 研究流程及執行進度

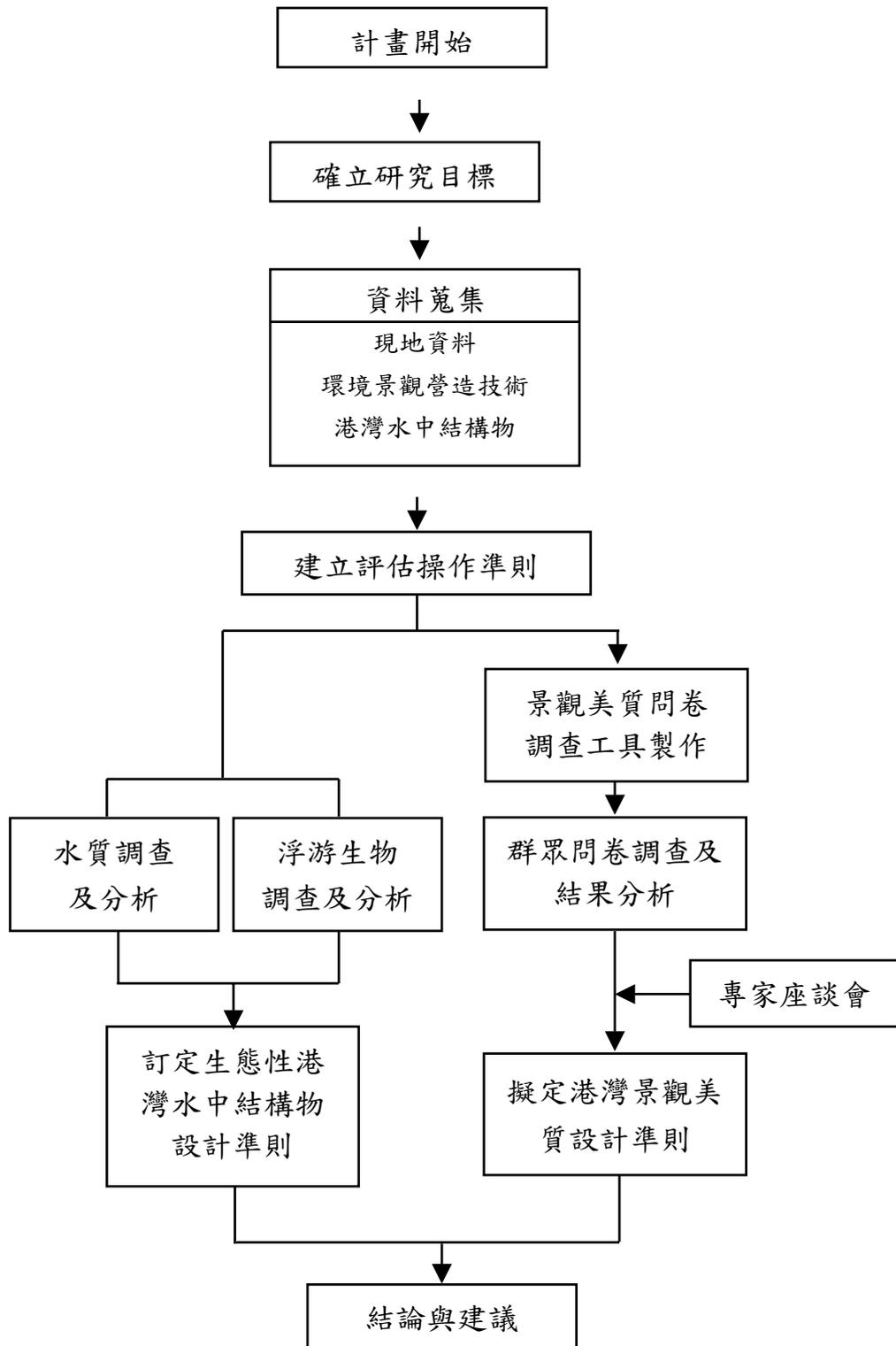


圖 1.6 研究流程圖

1.5 研究方法

一、水質淨化技術資料蒐集與探討

- (一) 蒐集國內各重要商港之既有水質監測資料。
- (二) 選擇國內一處港口進行現地水質調查，並同步進行視覺嗅覺感官對水質滿意度的訪問調查。
- (三) 訂定視覺嗅覺感官對水質滿意度的評估方法。
- (四) 分析水質變化，了解污染的水質內容，並調查其原因。
- (五) 分析既有各種水質淨化技術，包括工程方法與非工程方法，了解如何選擇適用於不同狀況下之方法。
- (六) 利用文獻和了解污染原因，探討如何擬定港區親水環境之水質改善計畫。
- (七) 了解污染原因基於水質改善計畫，探討如何擬定水質維護與監測計畫。

二、訂定港灣生態環境評估準則

(一) 水域生態

1. 了解或蒐集以往既有之港灣水域生態調查與研究資料。
2. 選擇國內一處港口進行水域浮游生物調查。
3. 分析浮游生物與水質的相關性。
4. 探討浮游生物作為水質污染指標生物的適宜性。
5. 建立利用浮游生物做為指標生物以判斷生態環境優劣之生態評估機制。

(二) 陸域植生

1. 蒐集以往既有研究資料。
2. 進行港區植生調查，並進行歧異度、自然度、原生性等數據分析。

3. 研擬生物指標以建立判斷生態環境優劣之生態評估機制。

三、訂定生態性港灣水中結構物設計準則

- (一) 搜集國內外相關資料。
- (二) 從系統整合的觀點，探討生態性結構物規劃設計的流程。
- (三) 探討各種港灣結構物之水理與生態特性，找出目標一致和矛盾的地方。
- (四) 從材料面探討港灣水中結構物的生態性。
- (五) 從設計面探討港灣水中結構物的生態性。
- (六) 研擬生態性港灣水中結構物之規劃設計原則。
- (七) 整合歸納具生態性之既有設施，以及從理論探討，提出適用於各種不同型態結構物的設計參考斷面圖。
- (八) 研擬保護生態環境的施工管理原則。

四、港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討

- (一) 蒐集國外各重要商港景觀環境營造技術資料蒐集與探討。
- (二) 就商港環境分區及用途，擬定各種不同需求下的景觀環境營造技術，並探討各種方法的可行性。
- (三) 進行國內商港環境景觀的現地調查，了解商港景觀環境的問題。
- (四) 擬定商港暨有工程及景觀環境改善項目及內容。
- (五) 再分別就景觀性、親水性、工程合理性、安全性、施工方便性及經濟性等因素分析景觀環境營造技術的優劣點，據以擬定商港環境景觀改善準則及新建工程景觀設計準則。

五、擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估

- (一) 蒐集國外港灣景觀美質構成理論及設計手法，研究與評估因

子。

- (二) 運用調查資料建立適合港灣的景觀美質評估因子。
- (三) 藉由專家諮詢會議，擇定適當指標，建立各景觀美質評估準則及分級標準。
- (四) 運用評估準則，由專家諮詢給分計算後，以評定各商港灣環境景觀之優劣排序。
- (五) 擬定商港環境景觀的經營管理依據，包括保護、保持、部份改善、改善等級；並結合研究 4 港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討的結果，據以提出商港環境景觀改善執行的優先次序及方法。

1.6 預期成果

- 一、國內主要商港港口環境景觀營造相關資料蒐集與建檔。
- 二、港口水質及生態環境基本資料調查分析結果蒐集與建檔。
- 三、制訂港灣生態景觀環境營造操作參考手冊(草案)。
- 四、工程、景觀、生態三者不同科技領域的整合之經驗培養。
- 五、本研究成果將作為後續花蓮港、台北港個案研究之基礎理論背景。
- 六、全部研究成果可作為其他港口擴建或維護時環境營造發展的重要參考資料。

1.7 上位計畫

臺灣的國際商港共有基隆港、臺中港、高雄港與花蓮港四個，另外安平港、蘇澳港及臺北港則為國際商港的輔助港，其位置分佈如圖 1.7 所示。交通部運輸研究所 2006 提出『台灣地區商港整體發展規劃(96~100 年)』案作為民國 96 年至 100 年間台灣地區各商港進行整體規劃之上位計畫。各商港以「交通」及「產業」功能為主，至於「生

活」功能，以不妨礙港區安全及貨物裝卸作業之條件下，提供民眾親水空間，促進地方觀光之發展。各商港未來發展的定位如表 1.1 所示，各港埠平面圖及設施見表 1.2，表 1.3。

同時為因應兩岸即將邁入海空全面直航，交通部於 2008 年 12 月 12 日發佈的新聞將台灣四大國際商港，初步敲定基隆港為「加值型物流港」，台中港為「油品輸運港」，高雄港發展轉運及自由貿易港區，花蓮港為觀光休憩港。

基隆港由於與台北市都會地區接近，定位為「加值型物流和客運港」。目前基隆港一年客運人次約 35 萬人，未來年遊客量將達 100 萬人次；台中港與高雄港透過藍色公路合作中轉，可發展旅遊及行銷農產品；高雄港部分，則繼續加強轉運、物流，以及自由貿易港區的功能，進一步將和產業結合；花蓮港則可發展觀光休憩、結合基隆港，將郵輪航線擴及到花蓮港。

綜觀國內之環島客運發展，僅有花蓮輪之基隆—花蓮航線較具規模，花蓮輪在民國 60 年代營運期間曾風光一時，雖然此環島海上客運，擁有極佳的觀光資源，但面對鐵、公路和航空的強力競爭，以及自身受天候、海象影響較大的弱點，至使其運量受限，於民國 72 年停航。若未來可在港埠導入良好的景觀與生態環境改善，及海上運輸具創意活動，則會未在觀光上應有很大的突破性之發展。因此，也更突顯本計畫的重要性。

另一方面，馬英九總統在其所揭櫫的「愛台 12 建設」中，其中與本計畫相關為「海岸新生」，其內容主要是辦理漁港再生、推動「海岸風華主題營造計畫」，進行海岸景觀整建，復育海岸新生，回復海岸美麗自然風貌。另為發展郵輪觀光，擬推動高雄港、基隆港、花蓮港納入國際郵輪航線，讓台灣獨特的海港條件，轉化為傲人的觀光資源。



圖 1.7 台灣地區港埠位置圖

表 1-1 台灣商港定位

基隆港	<ul style="list-style-type: none"> (1)北部區域以近洋航線為主之國際商港。 (2)國際海運旅客之主要靠泊港。 (3)境外航運中心指定港。 (4)具自由貿易港區。 (5)兼具觀光及親水性港口。
台中港	<ul style="list-style-type: none"> (1)中部區域之主要國際商港。 (2)主要能源、重工及石化原料之進口港。 (3)具自由貿易港區。 (4)製造、加工出口及物流中心。 (5)境外航運中心指定港。 (6)兼具觀光及親水性港口。
高雄港	<ul style="list-style-type: none"> (1)全國性綜合國際商港。 (2)亞太地區貨櫃運輸之樞紐港。 (3)主要能源原料及重工石化原料進口港。 (4)具自由貿易港區。 (5)製造、加工出口及物流中心。 (6)境外航運中心指定港。 (7)兼具觀光及親水性港口。
花蓮港	<ul style="list-style-type: none"> (1)東部區域之主要國際商港。 (2)東部水泥與礦(砂)石之主要出口港。 (3)兼具觀光及親水性港口。
蘇澳港	<ul style="list-style-type: none"> (1)基隆港之輔助港。 (2)擔負宜蘭地區貨物之港。 (3)結合觀光及親水性港口。
台北港	<ul style="list-style-type: none"> (1)基隆港之輔助港。 (2)北部地區主要遠洋貨櫃港。 (3)北部地區大宗散貨進口港。 (4)自由貿易港。 (5)兼具觀光及親水性港口。
安平港	<ul style="list-style-type: none"> (1)高雄港之輔助港。 (2)分擔高雄港部分散雜貨運量之港。 (3)具觀光、工、商產業之多功能港。

表 1-2 各港埠平面圖

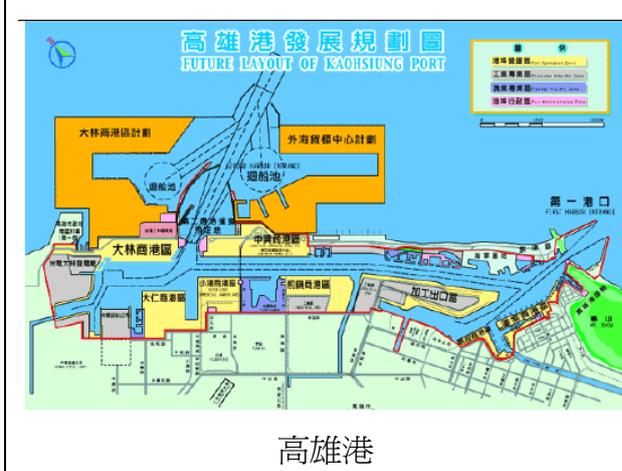
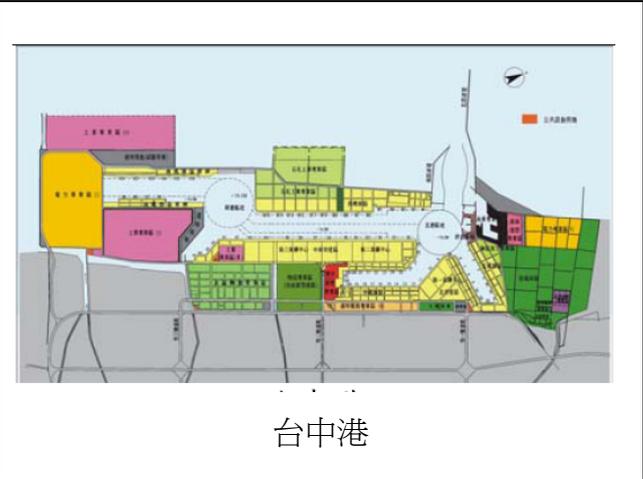


表 1-3 各港埠設施表

名稱	基隆港	台中港	高雄港
港區面積	572ha 陸域 191ha 海域 376ha	11,297ha 陸域 2,800ha 海域 8,497ha	17,678ha 陸域 1,442ha 海域 16,236ha
港埠設施	全部 57 座， 總長度 9,908m， 營運碼頭 41 座， 長度 7,801m，水深 -4.5m 至 -14.5m。	營運碼頭 46 座， 總長度 10,974m， 水深 -9m 至 -18m。	營運碼頭 118 座， 總長度約 26,595m， 水深 -4.5m 至 -16.5m。
名稱	花蓮港	台北港	蘇澳港
港區面積	309ha 陸域 172ha 海域 137ha	3,102ha 陸域 269ha 海域 2,833ha	376ha 陸域 86ha 海域 290ha
港埠設施	全部 25 座， 總長度 4,742m， 營運碼頭 23 座， 長度 4,489m，水深 -6.5m 至 -16.5m。	現有碼頭 9 座， 總長度 1,774m，水 深 -6.5m 至 -14m。 二期工程完成(民國 100 年)，碼頭 28 座， 長度 6,790m， 營運碼頭 19 座， 長度 4,819m。	全部 16 座， 總長度 3,105m， 營運碼頭 13 座， 長度 2,610m，水深 -7.5m 至 -15m。

第二章 水質淨化技術資料蒐集與探討

2.1 國內商港水質生態資料蒐集

2.1.1 水質及生態資料蒐集

港區海域監測工作主要藉由長期之監測，以了解港區海域環境生態的長年變化，並藉由長期監測結果的變化，提供海域環境生態是否受污染之警訊，以利進行污染整治或防治工作之進行。

本計畫蒐集高雄港、台中港以及基隆港等三大商港，由三大商港之水質及生態歷年資料，利用各港務局所提供歷年資料，來進行水質及浮游生物的相關分析，再更進一步地以歷年的水質與生態資料找出指標生物，以此作為港池水域生態環境改善之依據，其中蒐集項目如表 2-1 所示。

表 2-1 歷年資料項目表

項目	高雄港	台中港	基隆港
水質項目	水溫、pH、DO、BOD、氯鹽、SS、清潔劑、酚類、油脂、礦物性油脂、大腸菌數、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、總磷、氨氮、六價鉻、總鉻、銅、鎘、鋅、汞、鉛、鐵、砷、硒、銀、錳、總酸度、總鹼度、氟化物	水溫、pH、DO、BOD、SS、大腸菌數、硝酸鹽氮、有機氮、總磷、氨氮、六價鉻、銅、鎘、鋅、汞、鉛、砷、硒、銀、錳	流速、流向、透明度、水溫、鹽度、pH、DO、SS、BOD、大腸桿菌群、氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽、總磷、氟化物、酚類、礦物性油脂、六價鉻、銅、鎘、鋅、汞、鉛、砷、硒、銀、錳

項目	高雄港	台中港	基隆港
生態項目	浮游動物、浮游植物、底棲生物	浮游動物、浮游植物、底棲生物、魚類	浮游動物、浮游植物、底棲生物
年 份	民國 82 年至民國 97 年	民國 92 年至民國 97 年	民國 95 年

資料來源：高雄港務局、台中港務局、基隆港務局

2.1.2 高雄港與台中港水質資料分析

在基隆港資料蒐集部份，港內監測點只有一處且只有一年資料，故本計畫在水質分析部分，只採用高雄港及台中港港內監測結果做進一步的分析。

一、高雄港水質分析

本計畫依據高雄港務局於高雄港內 97 年水質測站之監測結果，進一步的做分析。根據環保署訂定的海域環境分類，將甲類海水分成 A 級、乙類海水分成 B 級、丙類海水分成 C 級、而低於丙類海水的部分分成 D 級，如表 2-2 所示。為易於了解高雄港 97 年水質評價空間分布將高雄港務局的水質資料整理如圖 2.1~圖 2.4 所示。

由圖 2.1 可知，高雄港 97 年 3 月在主要河川部分，除了前鎮河上游及鹽水港溪中、上游水質狀況低於丙類外，其餘的河川皆屬於丙類海水，而在港內部分皆屬於乙類海水等級，在外港海水部分則介於甲類海水與乙類海水之間。

由圖 2.2 可知，高雄港 97 年 5 月在主要河川部分，除了愛河出口屬於乙類海水外，其餘的主要河川屬於丙類海水。在港內水質部分除了第一港口及第二港口屬於甲類海水外，其餘測點皆為丙類海水；在港外海水部分，旗津海水浴場屬於甲類海水，中洲污水處理廠邊的水質低於丙類海水在第二港口北堤西側則屬於乙類海水。

由圖 2.3 可知，高雄港 97 年 8 月在主要河川部分，除了鹽水港溪中、上游水質低於丙類海水外，其餘的主要河川皆屬於丙類海水。在港內水質部分第一港口及第二港口屬於甲類海水，前鎮河口、前鎮漁港及鹽水港溪屬於丙類海水外，其餘的採樣點皆為乙類海水；在港外海水部分除了中洲汙水處理廠邊屬於甲類海水其餘的皆為乙類海水。

由圖 2.4 可知，高雄港 97 年 10 月在主要河川部分，除了鹽水港溪中游水質低於丙類海水外，其餘的的河川包括河口皆屬於丙類海水，在港內港外水質部分皆屬於乙類海水。

綜合而言之，高雄港港內水質介於乙類海水與丙類海水之間，而在主要河川的部分，鹽水港溪有較差的表現值，推估是因為周為工廠林立，水質受汙染嚴重值得注意。

表 2-2 海洋環境品質標準及分類等級

各類海域海洋環境品質標準					
水質項目	類別	標準值			
		甲類	乙類	丙類	低於丙類
分類等級		A	B	C	D
氫離子濃度指數(pH)		7.5~8.5	7.5~8.5	7.0~8.5	7.0~8.5
溶氧量		5.0 以上	5.0 以上	2.0 以上	2.0 以下
生化需氧量		2 以下	3 以下	6 以下	6 以上
大腸桿菌群		1,000 個以下	-	-	-
氨氮		0.3	-	-	-
總磷		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	-	-

備註：	
1. 氫離子濃度指數：無單位。	
2. 大腸桿菌群：每 100 毫升水樣在濾膜上所產生的菌落數(CFU/100ml)。	
3. 其餘：毫克/公升。	
4. 未特別註明的項目其標準值以最大容許量表示。	

資料來源：行政院環保署

表 2-3 高雄港海洋環境分類等級

項目	測 點	97 年 3 月 海水等級	97 年 5 月 海水等級	97 年 8 月 海水等級	97 年 10 月 海水等級
主要 河川	愛河上游	C	C	C	C
	愛河中游	C	C	C	C
	愛河口	C	B	C	C
	運河上游	C	B	C	C
	運河中游	C	C	C	C
	運河口	B	C	C	C
	前鎮河上游	D	C	C	C
	前鎮河中游	C	C	C	C
	前鎮河口	B	C	C	C
	鹽水港溪上游	D	C	D	C
	鹽水港溪中游	D	C	D	D
	鹽水港溪口	C	C	C	C
港內	第一港口	B	A	A	B
	第一船渠與新濱碼頭交會處	B	C	B	B
	新舊港交會處	B	C	B	B
	前鎮漁港口	B	C	C	B
	第二港口出外港處	B	C	B	B
	大林發電廠與中船前交會航道	B	C	B	B
	第二港口	B	A	A	B
港外	旗津海水浴場	A	A	B	B
	中洲汙水處理廠邊	A	D	A	B
	第二港口北堤西側	B	B	B	B

資料來源：本研究整理

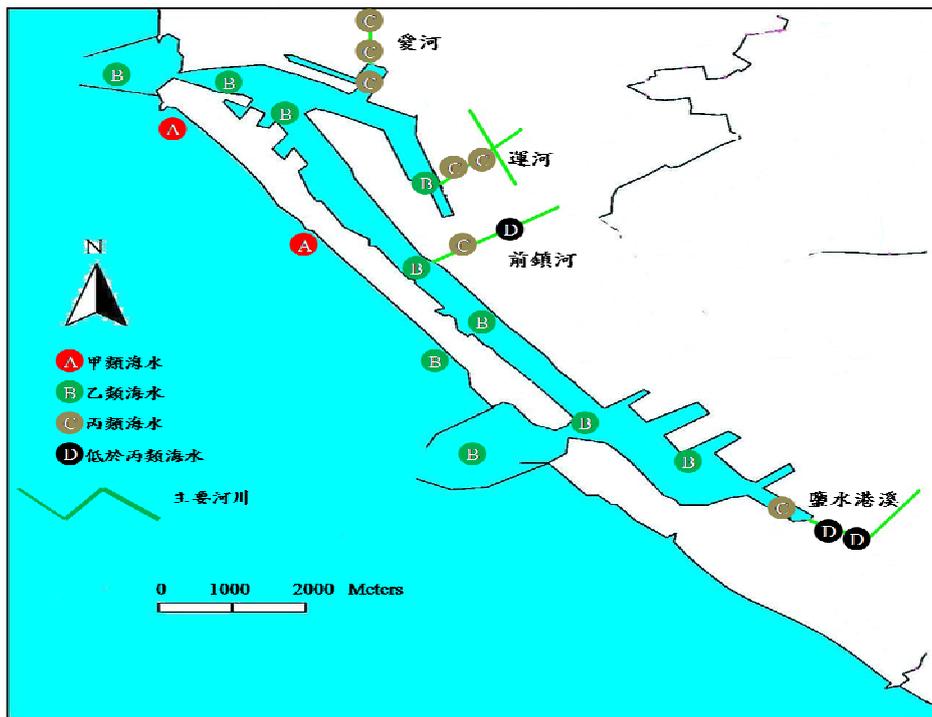


圖 2.1 高雄港 97 年 3 月樣點水質評價等級

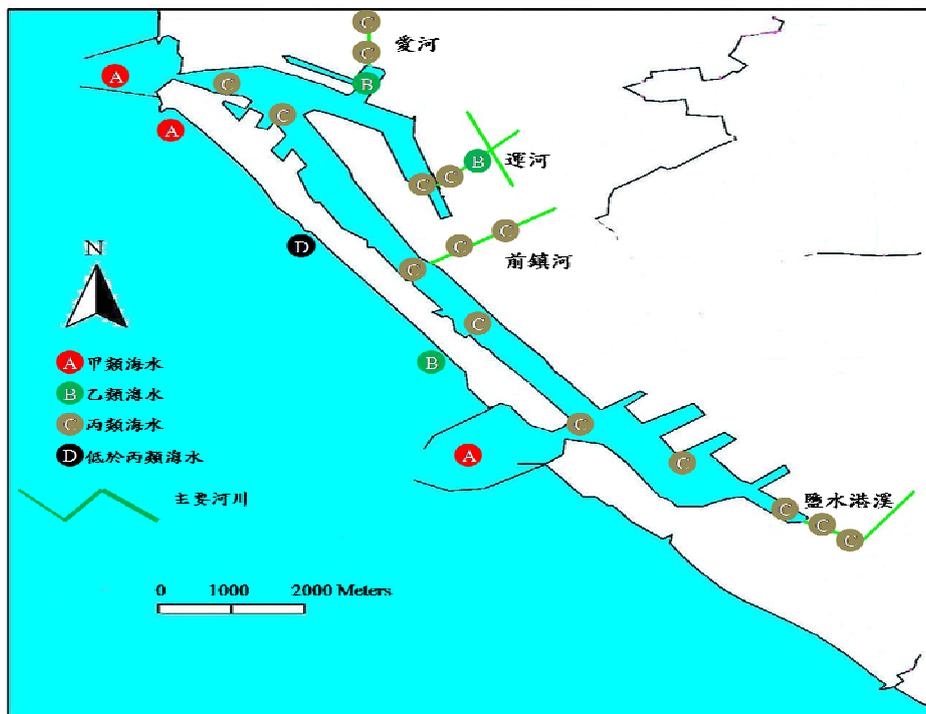


圖 2.2 高雄港 97 年 5 月樣點水質評價等級

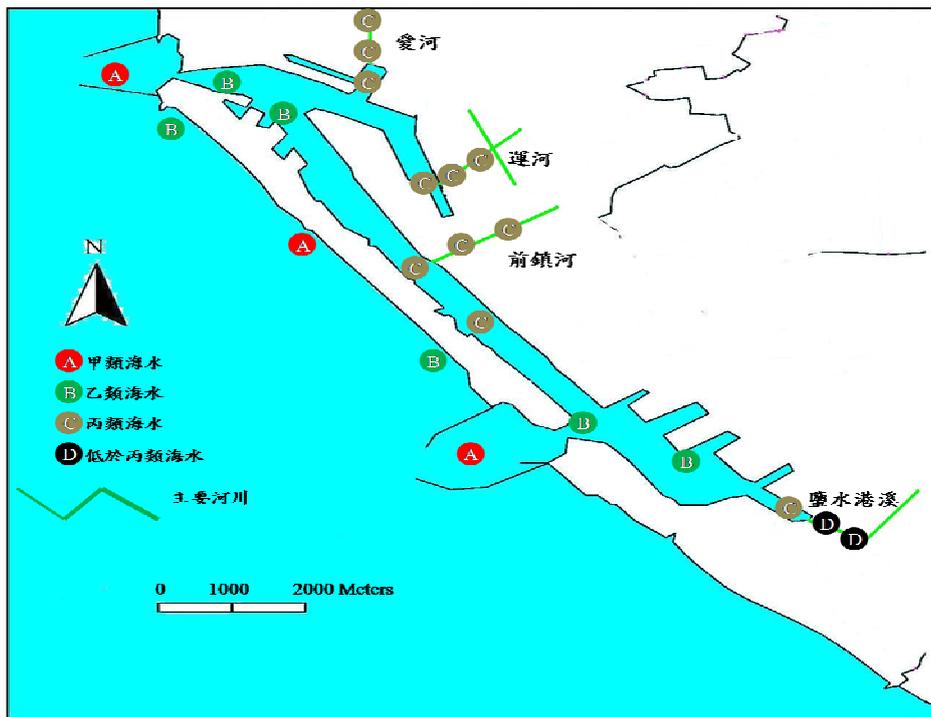


圖 2.3 高雄港 97 年 8 月樣點水質評價等級

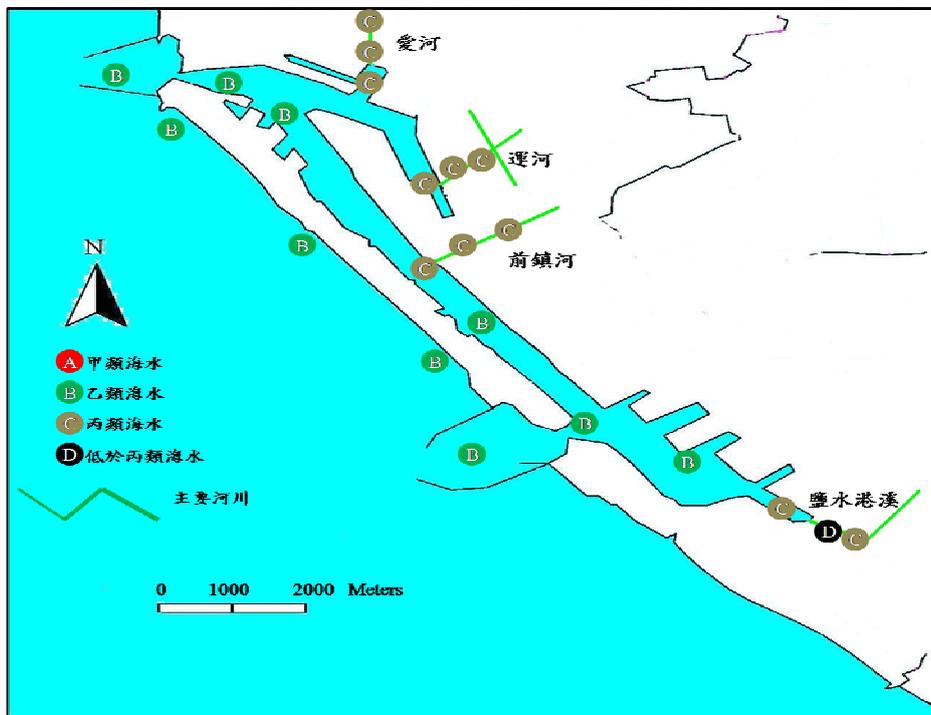


圖 2.4 高雄港 97 年 10 月樣點水質評價等級

二、台中港水質分析

本計畫依據台中港務局於台中港內 97 年水質測站之監測結果做進一步的分析。根據環保署訂定的海域環境分類，將甲類海水分成 A 級、乙類海水分成 B 級、丙類海水分成 C 級，而低於丙類海水的部分分成 D 級，如表 2.2 所示。為易於了解台中港 97 年水質評價空間分布將台中港務局的水質資料整理如圖 2.5~圖 2.8 與表 2.4 所示。

由圖 2.5 可知，在台中港港內 97 年 3 月水質部分除了南泊渠及中泊渠屬於乙類海水環境外，其餘的採樣點皆屬於甲類海水環境。

由圖 2.6 可知，在台中港港內 97 年 4 月水質部分，只有在漁港出海口水質屬於甲類海水環境外，其餘的採樣點皆屬於乙類海水環境。

由圖 2.7 可知，在台中港港內 97 年 7 月水質部分，在北泊渠、北泊渠兩水箱涵出口、中泊渠、南泊渠及工業泊渠水質屬於甲類海水環境外，其餘的採樣點皆屬於乙類海水環境。

由圖 2.8 可知，在台中港港內 97 年 10 月水質部分皆屬於甲類海水環境。

整體而言，台中港的水質差異性並不大，水質環境比高雄港的水質環境要來得好。

表 2-4 台中港海洋環境分類等級

測 點	97 年 3 月 海水等級	97 年 4 月 海水等級	97 年 7 月 海水等級	97 年 10 月 海水等級
北泊渠	A	B	A	A
北泊渠雨水箱涵出口	A	B	A	A
工作船渠東連續壁	A	B	B	A
漁港出海口	A	A	B	A
西碼頭港地	A	B	B	A
中泊渠	B	B	A	A
中泊渠雨水箱涵出口	A	B	B	A
梧棲大排出口港池	A	B	B	A
南泊渠	B	B	A	A
工業泊渠	A	B	A	A
主航道港口附近	A	B	B	A

資料來源：本研究整理

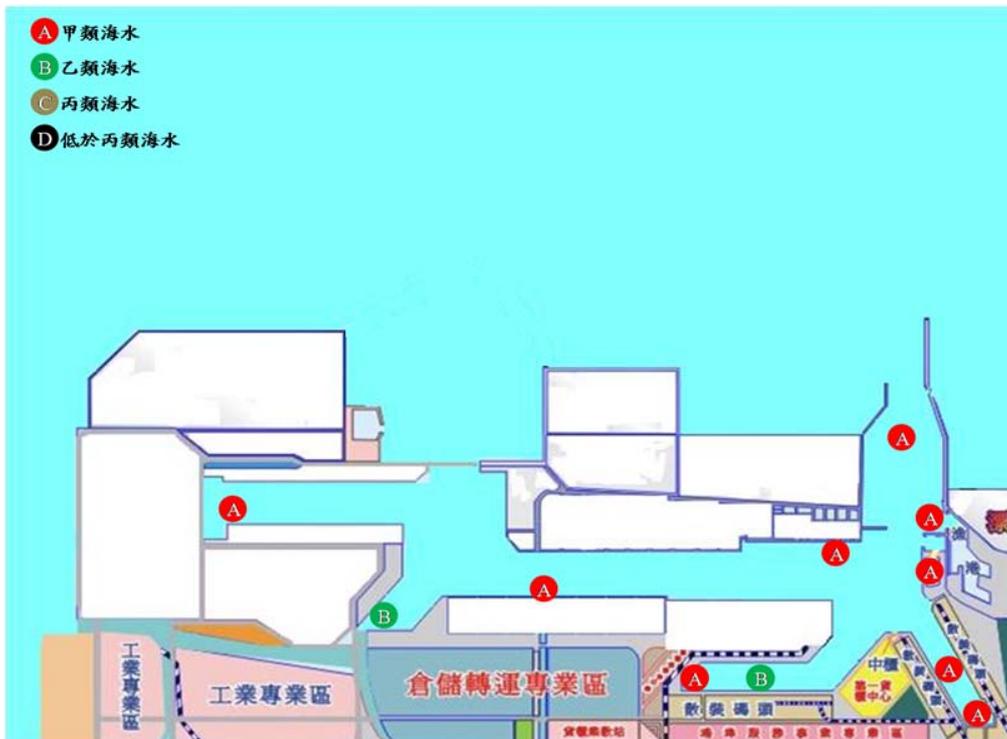


圖 2.5 台中港 97 年 3 月樣點水質評價等級

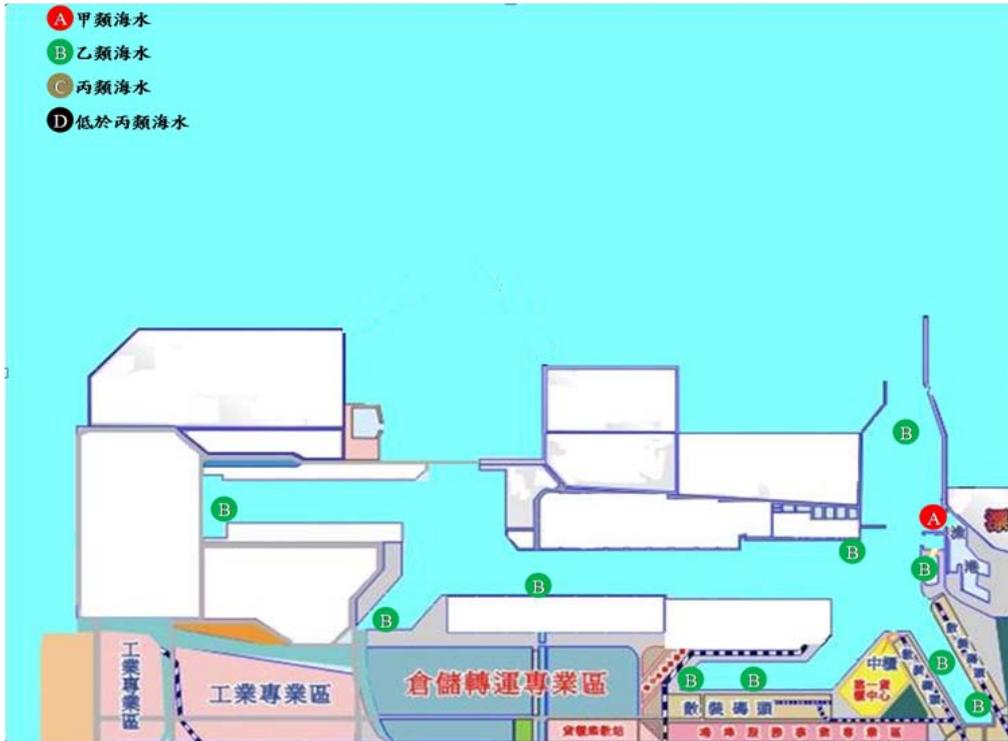


圖 2.6 台中港 97 年 4 月樣點水質評價等級



圖 2.7 台中港 97 年 7 月樣點水質評價等級

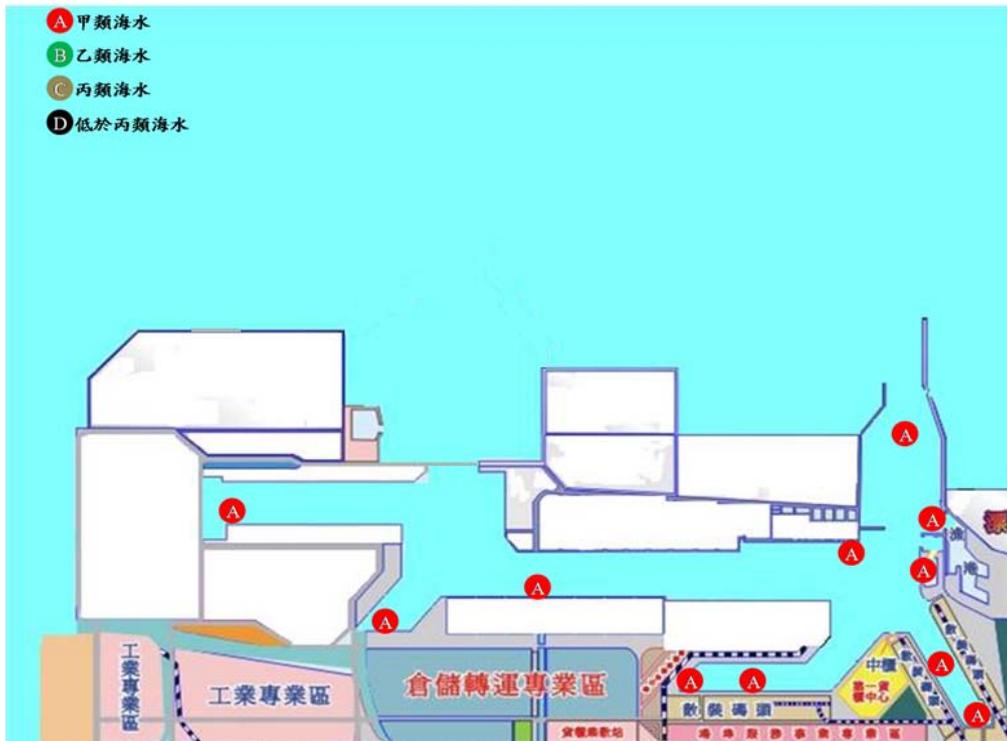


圖 2.8 台中港 97 年 10 月樣點水質評價等級

2.2 港區水質調查與分析

2.2.1 採樣調查位置及期距

為了解國內商港水質、浮游動物、以及浮游植物狀況，本計畫在高雄港內選擇五個固定測點。在花蓮港內，第一季選擇三個測點進行調查，第二季則新增兩個測點共五個測點。在基隆港內選擇五個固定測點進行調查。本計畫按季進行調查，在本年度期末報告中對高雄港水質及浮游生物進行兩次調查（第一次：98/3/13；第二次：98/6/6），對花蓮港水質進行兩次調查（第一次：98/5/26；第二次：98/9/20），浮游生物進行一次調查（98/9/20），對基隆港水質及浮游生物進行一次調查（98/8/22），如表 2-5 之調查時間表所示。

在高雄港採樣位置部分，旗津渡輪及鼓山渡輪兩個測點是連接高雄市及旗津的主要交通路線，所以遊客相當的多，對於水質的視覺及嗅覺的感受相當的直接；在鹽埕碼頭由於駁二藝術特區的開發及高雄

港內自行車步道的新建，而成為民眾假日休閒的一個重要地區；在真愛碼頭因有通往小琉球的交通船及近年來政府將此規畫為一重要觀光區，故遊客相當的多，對於水質的感受亦相當的直接。另外，在新光碼頭規劃成一個水岸公園及接近高雄市的三多商區，故也成為一個重要的觀光景點，測點位置如圖 2.9 所示。

在花蓮港採樣位置部分，在賞鯨碼頭，假日有許多遊客在此搭船出海賞鯨，因此遊客對於水質感受相當直接；在觀光碼頭內側及觀光碼頭外測採樣位置部分，由於藝術特區及自行車步道的開發，假日有許多遊客在此做休閒活動；在遊輪碼頭及花蓮港務局前採樣位置部分，由於周邊的自行車步道規劃及植栽相當的完善，許多民眾在此進行活動，對於水質的感受亦相當的重要，測點位置如圖 2.10 所示。

在基隆港採樣位置部分，在西候船碼頭、火車站前廣場及基隆港務局前採樣位置部分，因接近市中心及火車站，是遊客及民眾必經之路，故對於水質視覺及嗅覺的感受非常的直接；在正濱漁港內側及正濱漁港外測採樣位置部分，由於是連接基隆市及和平島的主要路線，民眾路過時必定會看見港區的海水，對於水質的感受亦相當的直接，測點位置如圖 2.11 所示。

表 2-5 採樣調查時間表

名稱	測點數	水質調查時間	浮游生物調查時間
高雄港	1. 水質： 採樣點 5 個 2. 浮游動、植物： 採樣點 5 個	第一次:98/3/13 第二次 98/6/6	第一次:98/3/13 第二次:98/6/6
花蓮港	1. 水質： 第一季採樣點 3 個 第二季採樣點 5 個 2. 浮游動、植物： 第二季採樣點 5 個	第一次：98/5/26 第二次：98/9/20	第二次:98/9/20
基隆港	1. 水質： 採樣點 5 個 2. 浮游動、植物： 3. 採樣點 5 個	第一次：98/8/22	第一次：98/8/22



圖 2.9 高雄港測站位置



圖 2.10 花蓮港測站位置



圖 2.11 基隆港測站位置

2.2.2 水質檢測方法

檢測與分析方法：水質調查項目包括：鹽度、溶氧、酸鹼度及導電度、硝酸鹽、氨氮、總磷、BOD5、COD、濁度、透明度及油脂等 12 項。檢測方式分為現場操作與採樣後將樣品攜回實驗室分析兩部分。各項目檢測說明如下：

一、現場操作部分

現場監測使用 YSI 儀器直接置入水中測定及紀錄資料，可記錄導電度、鹽度、酸鹼度及溶氧如圖 2.12 所示。濁度使用濁度計，在特定條件下，比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度，以測定水樣的濁度。散射光強度愈大者，其濁度亦愈大。透明度方面，使用沙棋盤放入海水中，用以量測海水透明度。



圖 2.12 水質儀器

二、採樣固定並分析

海上部分以 5L Niskin 採水瓶(General Oceanics)，採得表層樣水後，依序分裝於 60 mL BOD5 瓶中，並取 1000 mL 於 pp 瓶中，加入濃硫酸固定後，置於冰桶保存，待回到實驗室後再行檢測。將樣水

1000mL 進行過濾之後，濾紙於烘乾後進行總懸浮固體之分析，其餘分別檢測 BOD5、COD、總磷、氨氮及硝酸鹽，分析方法如下

(一)BOD5

1.方法概要：

五天生化需氧量，參照環保署標準方法 NIEA W510.54B，將水樣置於 60mL 之 BOD5 瓶中，置於 20°C 恆溫培養箱中放置五天，測定水中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧。

2.步驟：

直接在 BOD 瓶中稀釋水樣，以移液管取適當體積之已混合均勻水樣，分別置於兩個 BOD 瓶中，添加適量之菌種於個別 BOD 瓶中或稀釋水中，再以稀釋水（必要時稀釋水須植菌）填滿 BOD 瓶，如此，當塞入瓶蓋時，即可將所有空氣排出，而無氣泡殘留於 BOD 瓶內，當水樣之稀釋比率大於 1：100 時，水樣應先以量瓶作初步稀釋，然後再以 BOD 瓶作最後稀釋，若以疊氮化物修正法測定水樣之溶氧，則進行水樣稀釋時，須裝兩個 BOD 瓶，取其中一瓶測定初始溶氧，另一瓶則於水封後置於 20 °C 之恆溫培養箱中培養 5 天，再測其溶氧。

若水樣含會迅速與溶氧反應之物質，則於稀釋水填滿 BOD 瓶後，應立即測定初始溶氧，若測定之初始溶氧未明顯地迅速下降，則水樣稀釋與測定初始溶氧之期間長短即非重要因素，但仍不應超過 30 分鐘。

以稀釋水為空白試樣，以檢查未經植菌之稀釋水品質及 BOD 瓶之清潔，在檢驗每批水樣時應同時培養一瓶未經植菌之稀釋水，於培養前及培養後（20 °C，5 天）測定溶氧，其溶氧消耗量不應超過 0.2 mg /L，最好在 0.1 mg /L 以下。

將稀釋後水樣、重複分析水樣、植菌控制、稀釋水空白及葡萄糖-麩胺酸標準溶液等樣品水封後，置於 20 ±1 °C 之恆溫培養箱內培養

5 天。

將稀釋後水樣、重複分析水樣、植菌控制、稀釋水空白及葡萄糖 - 麩胺酸標準溶液在 20 ± 1 °C 之恆溫培養箱培養 5 天後，測定其溶氧。

(二)COD

1. 方法概要：

化學需氧量，參照環保署標準方法 NIEA W515.53A，使用重鉻酸鉀進行迴流煮沸，以硫酸亞鐵銨溶液滴定，由消耗之重鉻酸鉀量，即可求得水樣中之化學需氧量，以表示水樣中可被氧化有機物之含量。

2. 步驟：

若樣品中可能含有亞硝酸鹽氮時，可依「水中亞硝酸鹽氮檢測方法 — 分光光度計法 (NIEA W418)」、「水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮之錳還原流動注入分析法 (NIEA W436)」或「水中陰離子檢測方法 — 離子層析法 (NIEA W415)」等方法測試其亞硝酸鹽氮濃度，如其含量大於 1 mg/L 時，則依三之規定加入胺基磺酸去除干擾。

取 20 mL 混合均勻之海水水樣，置於 250 mL 錐形瓶（或具相同功能之容器）中，加入數粒沸石，再緩慢加入 25 mL 濃硫酸使其混合均勻，加酸時須冷卻使其溫度低於 45 °C，放一磁石於錐形瓶（或具相同功能之容器）內，將含有氫氧化鈣之吸收管置於錐形瓶（或具相同功能之容器）上，打開磁攪拌器，並加熱控制溫度在 50 °C 左右，使之反應 4 小時。

冷卻後取出吸收管，先後添加 10 mL 迴流用 0.001667 M 重鉻酸鉀溶液、0.5 mL 硫酸鉻鉀溶液及 5 mL 硫酸-硫酸銀試劑，將錐形瓶移置於迴流裝置上，連接冷凝管，加熱至沸騰後，再加熱迴流 2 小時。

冷卻後，以適量試劑水由冷凝管頂端沖洗冷凝管內壁，取下錐形瓶（或具相同功能之容器），稀釋至 150 mL。

加入 2 滴菲羅啉指示劑，以 0.005 M 硫酸亞鐵銨溶液滴定至紅棕色為止。

(三) 氨氮

1. 方法概要：

採用 Indophenol Blue 光學法測定(Pai et al., 2001)，取 25mL 樣水於 100 mL 玻璃瓶中，依序加入 1 mL 20% Sodium Salicylate, 1 mL 0.4 g/mL Citric acid, 1 mL 1% dichloroisocyanuric acid sodium salt dihydrate, DIC, 1mL 0.5% nitroprusside, 靜置 40 分鐘後使用光度計於 680nm 波長測定吸收值定量之。

2. 步驟：

- 蒸餾：樣品之蒸餾並非必要，若樣品為廢污水、有干擾物出現或需高準確度之飲用水等樣品檢測時，則應執行蒸餾步驟，但如果樣品為經常檢測之相同基質來源水樣，各檢驗室必須曾執行至少一至二批該類樣品之蒸餾與不蒸餾的同步驗證檢測，其結果必須在可接受之範圍（相對差異比小於 15 %，且未蒸餾樣品檢測的添加回收率界於 85 至 115 % 之內），並留有紀錄，以證明或支持爾後該來源樣品可不執行前處理蒸餾，否則皆應執行樣品之前處理蒸餾步驟。

- 設備的清洗準備：取 500 mL 試劑水於燒杯中，加入 20 mL 硼酸鹽緩衝溶液，以 6 M 氫氧化鈉溶液調整 pH 至 9.5 後，移入蒸餾燒瓶中，加數粒沸石，加熱蒸餾直至蒸出液無氨氮為止，將蒸餾裝置的連接裝配移開，保留沸石於蒸餾瓶中，倒出殘留溶液捨棄之，直至樣品開始蒸餾前，須避免污染。

- 樣品的準備：於經上述處理之蒸餾瓶中，加入 500 mL 已去氯樣品或適當量樣品以試劑水稀釋至 500 mL，當氨氮含量低於 0.1 mg/L 時，樣品體積宜使用 1000 mL（在收集樣品時，應加入等量的硫代硫酸鈉溶液以去除餘氯），如果需要，以稀釋的硫酸或氫氧化鈉溶液，

調整 pH 值至 7 左右，準備好的樣品，再添加 25 mL 硼酸鹽緩衝溶液，然後以 6 M 氫氧化鈉溶液調整 pH 值至 9.5。

3. 樣品蒸餾：

以每分鐘 6 至 10 mL 速率蒸餾，收集氨蒸餾液至 500 mL 定量瓶或其他適用的蒸餾接收容器，上述量瓶內須置放 50 mL 0.02 M 的硫酸（吸收）溶液，保持蒸出液滴出口在硫酸（吸收）溶液之液面下 2 公分，收集蒸餾液至少 200 mL 於氨蒸餾液的接收容器內，再將蒸餾裝置的輸送管末端離開吸收溶液面，不再與其接觸，然後繼續蒸餾數分鐘，以洗滌冷凝器及輸送管線至蒸餾液約 300 mL，再以試劑水稀釋定量至 500 mL。

4. 檢量線製備：

取 25.0 mL 試劑水，於 50 mL 之附蓋三角錐瓶中或其它適用樣品反應瓶，再依次添加入 1.0 mL 酚溶液、1.0 mL 亞硝醯鐵氰化鈉溶液及 2.50 mL 氧化劑溶液（每次加入各溶液後，均須混合均勻），使樣品呈色，靜置於室溫（22 至 27 °C）暗處下，至少 1 小時，此顏色可穩定 24 小時以上，以此溶液將分光光度計於波長 640 nm 處歸零。

精取適量之氨氮標準溶液（1.0 mg/L）於 100 mL 量瓶，由高濃度至低濃度序列稀釋成至少五組不同濃度之檢量線製備用溶液，如：0.02、0.04、0.06、0.10、0.20 mg/L 或其他適當之序列濃度（檢量線配製濃度不可大於 1.0 mg/L）。

再取 25.0 mL 上述配製之序列濃度檢量線溶液，於 50 mL 之附蓋三角錐瓶中或其它適用樣品反應瓶，並依（二）1. 的檢測步驟使樣品呈色，製備檢量線。

量測在波長 640 nm 之吸光度，以標準溶液濃度（mg/L）為 X 軸，吸光度為 Y 軸，繪製一吸光度與氨氮濃度（mg/L）之檢量線。

5.樣品的檢測：

- i. 若採樣時樣品已經加酸保存，且樣品未經蒸餾前處理時，則先取適量樣品，調整其 pH 值至 7 以上（注意勿過分稀釋水樣），並過濾樣品（以避免干擾）。
- ii. 取上述 25.0 mL 樣品或經蒸餾前處理之蒸出液（必要時將上述樣品或蒸出液經適當稀釋至 25.0 mL），於 50 mL 之附蓋三角錐瓶或其它適用樣品反應瓶中，使樣品呈色。即可由檢量線求得水樣中氨氮之濃度。

(四)硝酸鹽

1.方法概要：

硝酸鹽測定採用鎳銅還原管柱-流動注入分析法(flow injection analysis，簡稱 FIA)，鎳銅還原原理，先將硝酸鹽還原成亞硝酸鹽，以流動式自動分析儀(Pai and Riley，1994)測定。

2.步驟：

取澄清的水樣 50.0 mL，必要時，可先將水樣以 0.45 μm 之濾紙過濾；並加入 1 mL 1 M 鹽酸溶液，完全混合均勻。

製作一個含空白和至少五種濃度的檢量線，如分別精取 0、1.0、2.0、4.0、7.0 . . . 35.0 mL 等適量硝酸鹽氮中間溶液稀釋至 50.0 mL。

製備檢量線之標準溶液，須與水樣之處理方式相同，加入 1 mL 1 M 鹽酸溶液，完全混合均勻，以試劑水將分光光度計歸零或歸 100 % 透光度。

分別讀取檢量線之標準溶液與待測樣品在 220 nm 及 275 nm 之吸光度。

硝酸鹽氮之淨吸光度為 220 nm 之吸光度減 2 倍 275 nm 之吸光度。

(五)總油脂

1.方法概要：

本計劃總油脂係參照環保署標準方法 (NIEA W505.51C) 水樣中油類及固態或黏稠之脂類，用過濾法與液體分離後，用正己烷以索氏 (Soxhlet) 萃取器萃取，將正己烷蒸發後之餘留物稱重，即得總油脂量；將總油脂溶於正己烷，以活性矽膠吸附極性物質，過濾蒸乾後稱重，即得礦物性油脂量，總油脂量與礦物性油脂量之差，即得動植物性油脂量。

2.步驟：

(1)總油脂

i. 首先於樣品瓶上標示水樣之位置，以便事後測量水樣體積，若採樣時未加酸保存，則以 1+1 鹽酸或 1+1 硫酸酸化水樣至 pH 小於 2(一般而言，每 1 L 水樣加 5 mL 即足夠)。

ii. 將水樣倒入 2 L 之分液漏斗中。

iii. 用 30 mL 正己烷淋洗樣品瓶然後倒入分液漏斗中。

iv. 先用手搖動分液漏斗數下將氣體排出，然後振搖 2 分鐘。

v. 靜置分層後，將有機層流經乾燥管，收集於 200 mL 圓底燒瓶。

(i) 乾燥管內裝有約 10 g 無水硫酸鈉，並先以正己烷潤濕。

(ii) 圓底燒瓶使用前，須先放入 90 °C 之烘箱中烘約 10 分鐘，取出放入乾燥器中冷卻後稱重並記錄之(至 0.0001 g)，重複前述烘乾、冷卻及稱重步驟，直至前後兩次重量差小於 0.0005 g，此為空瓶重。

(iii) 若萃取層不乾淨時，可在乾燥管上方放置漏斗，並鋪上經正己烷潤濕之濾紙將雜物濾出，以免影響重量。

vi. 重覆步驟 3.~5. 之萃取步驟二次，並合併萃取後之有機層。

vii. 再以約 10 至 20 mL 正己烷加入分液漏斗內，沖洗分液漏斗後，移入乾燥管中一併收集於圓底燒瓶內。

viii. 將圓底燒瓶內之有機層以減壓濃縮裝置濃縮至乾。

(i) 水浴溫度以 40 °C 為宜，避免沸騰。

(ii) 轉速不宜太快，大約為 60 至 80 rpm。

ix. 為避免圓底燒瓶內仍殘存有正己烷或水氣，於濃縮後，放入 85 °C 之烘箱內 10 分鐘。

x. 取出圓底燒瓶，放入乾燥器中冷卻後稱重並記錄之(至 0.0001 g)，重複前述烘乾、冷卻及稱重步驟，直至前後兩次重量差於小於 0.0005 g，此為空瓶重加油脂量。(保留圓底燒瓶及內容物以測定礦物性油脂)。

(2) 礦物性油脂

i. 加入 100 mL 正己烷於檢驗總油脂之圓底燒瓶，以溶解油脂，或將水樣依步驟 (一)1. ~ 7. 操作。

ii. 於燒瓶中每 100 mg 總油脂加入 3.0 g 矽膠(最多加入 30.0 g 矽膠(1000 mg 總油脂))，加栓後以磁石攪拌器攪拌 5 分鐘。

iii. 以濾紙過濾，收集濾液於已稱重之圓底燒瓶內，再以 10 mL 正己烷洗滌濾紙及燒瓶，洗液併於圓底燒瓶內。

iv. 依步驟(一)8. ~ 10. 操作。

(3) 動植物性油脂

步驟(一)項之總油脂量減去步驟(二)項之礦物性油脂量即為動植物性油脂量。

(六)總磷

水樣中之多磷酸鹽 (Polyphosphate) 及有機磷分別經硫酸及過氧焦硫酸鉀消化後皆被轉化成正磷酸鹽，將手動消化之消化液導入流動注入分析 (Flow injection analysis, FIA) 系統中，正磷酸鹽與鉬酸銨 (Ammonium molybdate) 和酒石酸銻鉀 (Antimony potassium tartrate) 在酸性條件下反應成錯合物，接著此錯合物被維生素丙溶液 (Ascorbic acid solution) 還原為另一藍色高吸光度物質，於 880 nm 波長量測其波峰吸光值並定量水樣中之磷化物含量。

2.2.3 水質調查結果

本團隊對台灣商港港內進行水質調查，水質調查之用途於評估遊客對於港區水體美質的視覺及嗅覺感受，且水質調查與水體美質評估需同步進行，故水質調查位置選擇於觀光客多且容易到達的地區，水質調查結果不與長期調查資料做進一步的比較。

一、高雄港調查結果

本研究於高雄港港內選擇 5 個水質固定採樣點，且共有兩次採樣紀錄。第一次採樣之時間為 2009 年 3 月 13 日，其採樣結果如下顯示：水溫為 25.13~25.93°C、鹽度約為 30.3~32.4 ‰、pH 值約為 7.94~8.03、導電度約為 41.0~49.6 ms/cm、溶氧約為 3.1~4.82 mg/L。

在 COD 方面，鹽埕碼頭有較高的 COD，其值為 115mg/L，其他測點 COD 則較為平均，其值分佈範圍為 65~94mg/L 之間。在 BOD5 方面鹽埕碼頭有較高的 BOD5，其值為 3.37mg/L，在其他測點之 BOD5 則較為平均，其值分布範圍為 0.6~1.8mg/L 之間。

在氨氮方面，分佈在 1.5~2.0 mg/L 之間皆偏高，推測高雄港內工廠多，有許多工業廢水及生活廢水排入，值得注意。而平均懸浮固體方面差異較為明顯是在鼓山渡輪站懸浮固體值各別為 34.2 mg/L，而其他測點平均懸浮固體值為 18.8~24.7 mg/L；在濁度方面，以鹽埕碼頭與鼓山渡輪為 7.5 NTU 與 7.37 NTU 表現值較高，而其他測點濁度平均 2.3~4.5 NTU、平均透明度約為 1.4~1.92 m；在油脂方面，表現值都小於 1，總磷及硝酸鹽氮方面差異並不明顯，分別介於 0.1~0.37mg/L 與 0.3~0.57mg/L 之間。為了使本計劃更加完善，本團隊多檢測了大腸桿菌、懸浮固體、氰化物、銅、鉛、鋅及汞，如附錄 1.1 所示。

第二次採樣之時間為 2009 年 6 月 6 日，調查結果顯示各測站之水質物理性，水溫為 29.6~30.3°C，鹽度約 24.3~31.7 ‰，導電度約為 32.8~40.3 ms/cm，比較起第一次採樣之導電度明顯下降，pH 值約在 7.5~8.11，溶氧約為 3.22~6.04mg/L，懸浮固體比第一季明顯有下降約為 11.5~17.5 mg/L，濁度約 2.29~5.275 NTU，透明度 1.23~1.99 m。在水質化學性方面，BOD5 表現值約 0.7~2.61 mg/L，COD 除了鼓山渡輪站及旗津渡輪值表現為 114mg/L 及 103 mg/L 較高外，其餘測點平均 3.9~48 mg/L，氨氮方面比起第一次採樣之氨氮明顯下降，約為 78~96 mg/L 之間，硝酸鹽氮方面表現值皆為 0.3 mg/L，在總磷方面，與第一次採樣相較下並無太大差異，其值約在 0.22~0.54mg/L 之間，如附錄 1.2。

綜上所述，第一季水質根據環保署訂定的海域環境分類來看，在鹽埕碼頭測站由於 BOD5 偏高，使得此測站為丙類海洋環境，其餘的測站，也因溶氧表現值較低，故也屬於丙類海洋環境。在第二季水質方面，除了鼓山渡輪及新光碼頭兩個測站因溶氧偏低，屬於丙類海洋環境，其餘測站則屬於乙類海洋環境。第二季水質方面比起第一季明顯有變好。

二、花蓮港調查結果

本研究在第一季於花蓮港港內取 3 個水質固定採樣點進行採樣，採樣時間為 2009 年 5 月 22 日。調查結果顯示各測站之水質物理性如下：水溫為 27.4~28.6°C、鹽度約 28.5~29.2 ‰、導電度約為 35.2~35.5 ms/cm、pH 值約在 8.12~8.28、溶氧約為 4.96~5.93mg/L、懸浮固體約為 9.67~11.8 mg/L 之間、在透明度方面差異不大，為 2.17~2.92m 之間、濁度方面約為 2.54~2.95 NTU。在水質化學性方面，COD 值約為 73~94 mg/L 之間、在 BOD5 方面差異不大，為 1.36~2.2 mg/L、總磷方面值約為 0.14~0.17mg/L 間、氨氮方面差異並不大，值約為 2.36~2.88 mg/L、在硝酸鹽氮方面值表現皆為 0.2mg/L，如附錄 1.3。

第二季於花蓮港港內取 5 個水質固定採樣點進行採樣，採樣時間為 2009 年 9 月 20 日。調查結果顯示各測站之水質物理性如下：水溫為 28.9~29.8°C、鹽度約 28.4~31.2‰、導電度約為 44~47.9 ms/cm、pH 值約在 7.94~8.19、溶氧約為 5.74~7.2 mg/L、在透明度方面差異不大，為 3.7~3.88m 之間、濁度方面約為 1.6~2.67 NTU。在水質化學性方面，COD 值約為 10.8~26.9 mg/L 之間、在 BOD5 方面約 0.47~1 mg/L、總磷方面值約為 0.54~1.34mg/L 間、氨氮方面差異不大，值約 3.12~3.42 mg/L、在硝酸鹽氮方面值表現皆為 0.1 mg/L，如附錄 1.4。

在花蓮港第一季水質調查部分，根據環保署訂定的海域環境分類來看，除了測點二(觀光碼頭內側)溶氧的表現值較低一點，屬於丙類海洋環境，其餘兩個測站(賞鯨碼頭、觀光碼頭外測)皆屬於乙類海洋環境。在第二季水質調查部分，因為所有測點氨氮值偏高，所以皆屬於乙類海洋環境。綜合而言之，花蓮港第二季水質方面除了氨氮值比第一季偏高，其餘的水質明顯的比第一季好，整體而言之花蓮港第一季及第二季氨氮值皆比高雄港及基隆港高，值得注意。

三、基隆港調查結果

本研究於基隆港港內選擇 5 個水質固定採樣點，採樣時間為 2009 年 8 月 22 日，其採樣結果如下顯示：水溫為 28.9~30.9°C、鹽度約為 6.8~33.6‰ 差異相當大、pH 值約為 7.09~8.09 間、導電度為 11.96~50.9 ms/cm，溶氧表現值為 0.72~6.51 mg/L 差異相當大，透明度表現值約為 0.68~3.75m 之間，水質的透視度差異相當大、在濁度方面表現值為 1.28~8.97 NTU。在水質化學性方面，在 COD 方面表現值為 62.4~130mg/L 間、在 BOD5 方面約 0.1~1.94 mg/L 間，雖然表現值很小，但是因為基隆港測點檢測出的現場溶氧量太低而使得 BOD5 變化空間不大。在氨氮方面約為 1.4~2.92 mg/L、在總磷方面表現值為 0.18~1.84 mg/L 間、差異相當大。在硝酸鹽氮方面約為 0~0.2 mg/L 間，如附錄一：附表 1.3.5。

綜合而言之，基根據環保署訂定的海域環境分類來看，基隆港水質在正濱漁港內側及正濱漁港外側因總磷值偏高，故屬於乙類海水環境，在測點西候碼頭、火車站前廣場及基隆港務局前則因溶氧未達丙類海水環境之標準，所以不屬於甲、乙、丙類海水環境，推測在西候碼頭、火車站前廣場及基隆港務局前因在基隆港的最內端海水交換不良及生活廢汙水的排放，導致在水質調查項目中與測正濱漁港內側及正濱漁港外側有著相當大的差異。

2.3 水質評估方法研擬

2.3.1 景觀美質評估理論

近年來由於工廠林立、海域汙染等因素，國內港灣環境漸漸被破壞。根據 2006 年觀光局國人國內旅遊統計資料顯示，2006 年國人到訪據點排名，以海岸、濕地、溪流瀑布等最高，在遊憩活動部份以自然賞景活動 20.7% 佔各類活動最高比例，由此可知到相關水體環境從事與親水相關活動備受台灣民眾喜愛。然而，在觀光發展上除了興建休閒遊憩設施之外，港灣的環境品質往往是決定其轉型成功與否的關鍵，而其中又以港灣水域是遊客接近漁業生產和親水的重要對象，故港灣水域的水質評估和改善必須被加以探討。

水之外觀、水色及味道為大眾判定水體品質之最直接的標準，而視覺及嗅覺感受也是我們在景觀營造中最重要的事項，雖說景觀評估方法並不排除個人主觀意識之價值評斷，但最重要的還是以大眾之共同意識為依歸。Redding (1973) 就環境整體規劃的觀點，將景觀評估法大致分為兩類：一為完全以自然景觀和人為景觀為主的視覺分析法；另一項為以人的反應為主的使用者分析法，用來評估觀賞者對於各種視覺刺激之個別偏好。Zube 等人 (1982) 依其所提出的知覺理論，將景觀評估模式分為以下四個模式：

專家模式 (Expert paradigm)

生心理模式 (Psychophysical paradigm)

認知模式 (Cognitive paradigm)

體驗模式 (Experient paradigm)

本研究以下所使用的 Likert 量表即為其中的認知模式。Likert 量表是一種常見用於態度或意見量測的評估方法，主要由相同特質或現象的題目所組成，每一個題目都包含了一個陳述句與一套量尺，量尺是

由一組連續且等距的數字所組成，每一個數字代表一定的程度，用來表示受測者對於該陳述句持同意、反對的程度。

為使受測者之感受強度能夠透過 Likert 量表更適當的反應出來，每一個選項應使用漸進式的語氣，加以顯示出等距間的強度差異，例如非常、有點、從未等，另外，選項等第的多寡雖無固定，但過多的等第並不表示能對受測者在意見的表達上有所幫助，而過少的等第則會失去量表之精密度。一般研究者通常多選擇 5 或 7 之奇數等第。

而進行這些評估模式的方法有：描述紀錄法、問卷調查法、知覺偏好分析法。本研究採用的是其中的問卷調查法。使用 Likert 量表的目的是在於瞭解大眾對於港區水體感受度的偏好情形，進而以此找出大眾偏好的水體與其水質間之關係。

根據 1971 年聯合國在海水污染管制的報告中，對海水污染下定義，即「任何因人類所生之物質（或能量）直接或間接進入海洋環境，致危害生物資源，有礙人體健康、妨礙包括漁業等之海洋活動，使海水之使用品質降低，損害環境之舒適感等不好的影響」（林碧霜，2003），而所謂海水的使用品質則指「魚及其它水棲生物得以維持正常之生息與繁殖，且在該水域內之漁業操作不致產生障礙，而其漁獲物之經濟價值不致有損害之品質」（郭，1984）。

漁港、湖沼、養殖池、溼地常有大量的氮和磷引入使得植物性浮游生物大量生長，浮游植物死亡後之有機體經由氧化，可釋出營養鹽氮和磷於水中。優養化之結果會造成浮游性藻類及微生物大量繁殖，這些藻類固然可增加水域之溶氧量，也會影響水域中的生化需氧量。因此，當從水質和底泥的調查結果無法確認水質的好壞，則從浮游動物中是否有蝦蟹的幼蟲來判斷水質，是一種利用指標生物來判斷水質的方法。浮游生物的調查希望與水質做同步調查，結果可做為以後生態數值模擬的重要依據。

2.3.2 景觀水體水質評估

一、水體景觀評估

(一) 水體顏色與景觀美質

水體顏色是受太陽光線在水中被吸收和散射量的影響所致，通常水吸收紅光較多，對藍光散射較強，所以觀賞者多會看到藍色的水色。水色也會因為水中懸浮物質而改變，如水中含大量綠色浮游藻時，水色便會呈綠色，此乃因陽光射入水中時，經過較短距離便被散射，離開水體，致紅光吸收量較少，使原本藍色的水體變得偏綠色。一般河溪水色的呈現是根據 rayleigh 定律（1871），水色是由比光線的波長還小的分子所散射，形成較強的較短波（藍光），此現象說明了天空和水在光線散射的情況下會呈現藍色的原因。

水體是自然風景的重要組成因素之一，會影響景觀的美學價值及人類審美判斷，水域景觀是由水形、水色、水聲、水味、水彩等要素共同構成水域美學景觀面貌（薛惠鋒、苗治平，1994）。劉如熙（2006）、Gregory K. J., Davis R. J.（1993）等研究指出「水色」是影響民眾對水體偏好的重要因子，同時最自然、水質最好的水體景觀並不是民眾所最偏好的。

根據謝嘉峰等（1997）、胡征宇、畢永紅（2005）、任洪濤、張光勤（2007）研究指出水中藻類優勢種群及其作用是決定水色的主要生物因子，水體營養狀況決定了水體藻類群落進而決定不同的水色，水色往往是水質的重要指標。所以就水色而言，藻類生長情形是導致水體呈現不同色度的關鍵因素。William J.Mitsch、Sven Erik Jorgensen（2004）指出湖泊水色的影響關鍵之一是因為湖泊優養狀況，在貧時因為光線散射，水色會呈現青色；優養時因水中藻類增生，則呈現青綠色的。水體在貧養狀況，浮游動植物的含量少、歧異度較高；普養狀況，浮游動植物逐漸增加、歧異度逐漸降低；優養時，水中藻類等浮游動植物的大量繁殖、歧異度低（Moran, 1980）。

(二)研究操作流程

水體景觀評估的操作主要在探討群眾對水色美質與偏好、水體顏色、透明度的感受情形，同時要了解其水質物化性因子的關係，藉以做為港灣水體改善的依據，研究架構如圖 2.13 所示。

1.問卷設計

本研究分別對視覺與嗅覺滿意度之評估擬定問卷，項目分別為水色美質、水色偏好、海水清澈度及嗅覺滿意度。問卷之設計主要分成 7 個等級，分數各為 7 分、6 分、5 分、4 分、3 分、2 分、1 分之等距尺度，讓受測者可以在視覺及嗅覺感官上做較清楚的評斷，如表 2-6 所示。

2.問卷調查

為避免太陽光線角度對水色影響，問卷調查時間是選擇日照良好的上午 10:30 至下午 2:30 間，在各測點對現地群眾訪談調查。由於此類調查屬於較主觀的判斷，但要為大家信服且具應用價值，還是要以客觀的途徑為宜。在對認知評估的模式上，除了以深度訪談以對數據之有效性要求外，還須配合敘述性統計方法以獲得較為客觀的資料。因此，每個測點受訪遊客各約為 20 至 30 人。

3.水質物化性因子調查項目共有十二項，詳見本章第 2.2 節。

4.測點

經現地調查，擇定高雄港、花蓮港及基隆港執行水質及問卷調查，詳本章第 2.2.1 節。

5.水色調查

於問卷調查時同時使用 SONY DSC F828、600 萬畫數照相機，以俯角 45 度 35mm 焦距進行水體照片拍攝，再帶回研究至以 CMYK 標準色票進行水色比對。

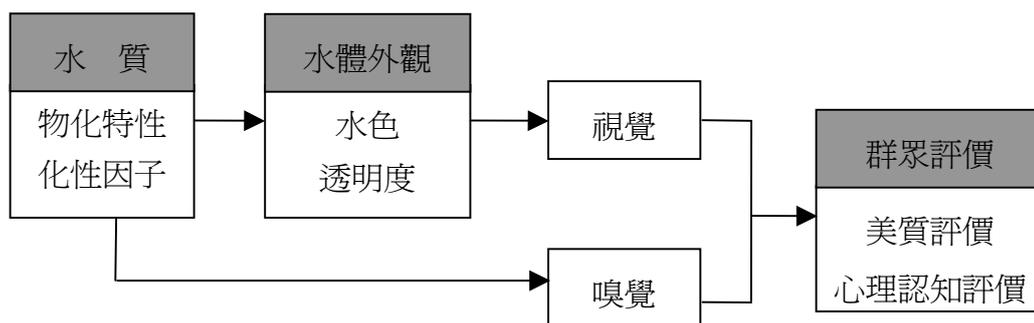


圖 2.13 水體景觀評估架構

表 2-6 問卷項目及其評分

編號	水色 美質	很美麗	7	6	5	4	3	2	1	很不美麗
			<input type="checkbox"/>							
性別	水色 偏好	很喜歡	7	6	5	4	3	2	1	很不喜歡
<input type="checkbox"/> 男			<input type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/> 女	海水清 澈度	很清澈	7	6	5	4	3	2	1	很混濁
年齡			<input type="checkbox"/>							
	嗅覺滿 意度	無味道	7	6	5	4	3	2	1	惡臭
			<input type="checkbox"/>							

(三) 初步研究結果

如表 2-7 所示，本研究利用高雄港兩次調查及花蓮港第一次調查共 13 個測點水色與景觀美質及景觀偏好情形來看，海水顏色偏向帶有藍色的青海綠色最為觀景者所喜愛，且其景觀美質評價也較高；海水顏色以偏向帶有綠色的青海綠色觀景者的喜好程度次之，且其景觀美質評價屬普通；海水顏色以偏向灰色者觀景者是最不喜好的，其景觀美質評價也是較低的。(圖 2.14)

表2-7 水體景觀評估結果分析表

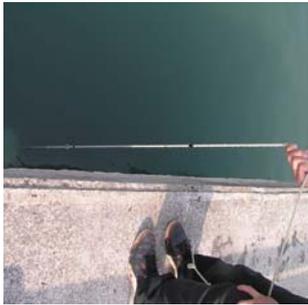
測點			
	真愛碼頭 (98.3.13)	旗津渡船頭 (98.3.13)	新光碼頭 (98.3.13)
美質平均值	5.05	4.5	4.04
偏好平均值	4.75	4.45	3.66
清澈感受度 平均值	4.75	3.6	3.37
顏色(CMYK)	青海綠色(70-0-30-35)	暗藍灰綠色(50-35-35-0)	鋼青藍色(80-50-15-30)
透明度(公尺)	1.92	1.74	1.85
測點			
	鼓山渡船頭 (98.3.13)	鹽埕碼頭 (98.3.13)	真愛碼頭 (98.6.6)
美質平均值	3.41	4.15	4.47
偏好平均值	3.31	4.1	4.09
清澈感受度 平均值	2.81	3.55	3.67
顏色(CMYK)	淺鋼青藍色(30-10-5-20)	鋼青色(35-15-0-25)	藍灰綠色(80-0-75-35)
透明度(公尺)	1.40	1.70	1.99

表2-7 水體景觀評估結果分析表 (續)

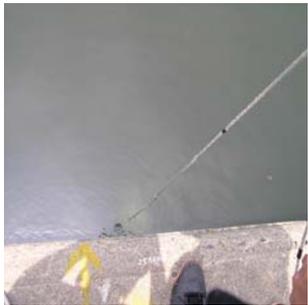
測點			
	旗津渡船頭 (98.6.6)	新光碼頭 (98.6.6)	鼓山渡船頭 (98.6.6)
美質平均值	4.44	4.57	4.47
偏好平均值	4.34	4.44	4.38
清澈感受度 平均值	4.19	3.73	4.18
顏色 (CMYK)	橄欖綠(50-0-40-30)	深橄欖綠(25-0-15-20)	深鋼青藍色(70-25-5-30)
透明度(公 尺)	1.71	1.68	1.83
測點			
	鹽埕碼頭 (98.6.6)	花蓮休閒碼頭入口 (98.5.26)	花蓮休閒碼頭出口 (98.5.26)
美質平均值	3.16	4.67	4.67
偏好平均值	3.11	4.45	4.52
清澈感受度 平均值	2.83	4	4.52
顏色 (CMYK)	暗灰色(70-55-55-0)	青海綠色(60-0-30-30)	藍綠色(70-5-15-25)
透明度(公 尺)	1.23	2.17	2.92

表2-7 水體景觀評估結果分析表 (續)

測點	 花蓮賞鯨碼頭 (98.5.26)		
美質平均值	4.225		
偏好平均值	4.3		
清澈感受度 平均值	4.15		
顏色 (CMYK)	暗灰色(15-0-0-60)		
透明度(公尺)	2.28		

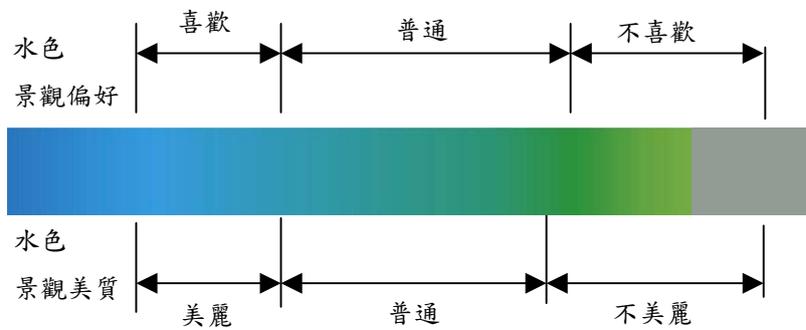


圖2.14 水色與景觀美質及偏好關係分佈圖

2.3.2 視覺嗅覺感官滿意度水質評估模式

本研究主要重點是在於建立視覺感受滿意度指標模式，本研究利用生物棲地評估模式（Habitat evaluation procedure HEP）的概念(如第三章 3.4 節說明)和分析方法，將其應用於視覺及嗅覺感受滿意度和各水質因子間關係的探討，其施作流程如圖 2.15 所示。

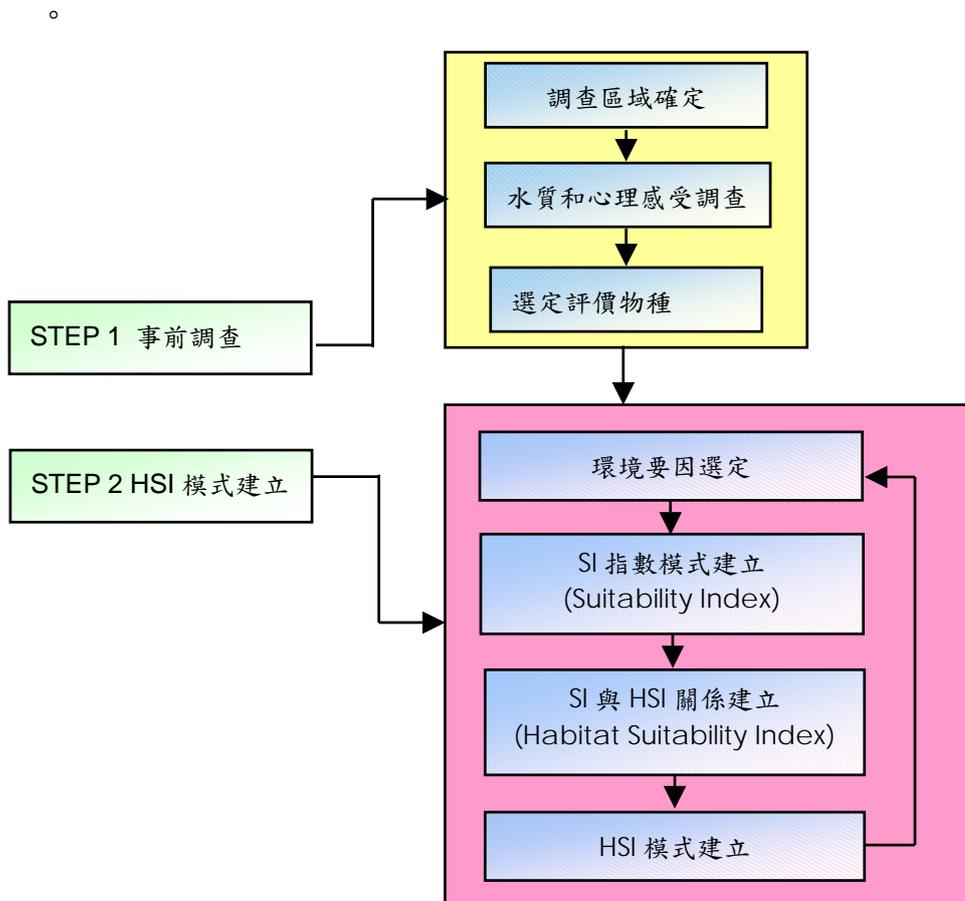


圖2.15 HEP評價模式操作流程

首先進行線性相關分析，利用 Pearson 相關係數判定各種水質因子與視、嗅覺滿意度是否相關。本研究主要重點是在於建立視覺感受滿意度指標模式。

本計畫在尋求水質視覺及嗅覺滿意度與水質物性化性因子間關係的方法上，參考了生物棲地適合度曲線 (Habitat Suitability Curve, HSC) 的概念 (Schamberger and O'Neil, 1986)，以數學包絡線取代一般的統計回歸分析。HSC 是依物種與其棲地環境因子相關散佈圖的包絡線所繪製的，指出物種對某棲地環境因子之最佳出現狀況。以某棲地環境因子而言，假設調查點的樣本夠多，當此因子固定為某定值時，其出現生物量最大的調查點所呈現結果，應為是其他因子已表現了最佳棲地狀態時所呈現的結果。故此包絡線的意義是表示在其他棲地環境因子都已是最佳狀態不需再加以考慮的情況下，該項因子與生物量的變化關係。同時，Mathur et al. (1985) 認為，此曲線須在各棲地環境因子於統計上相互獨立的前提下才能成立。

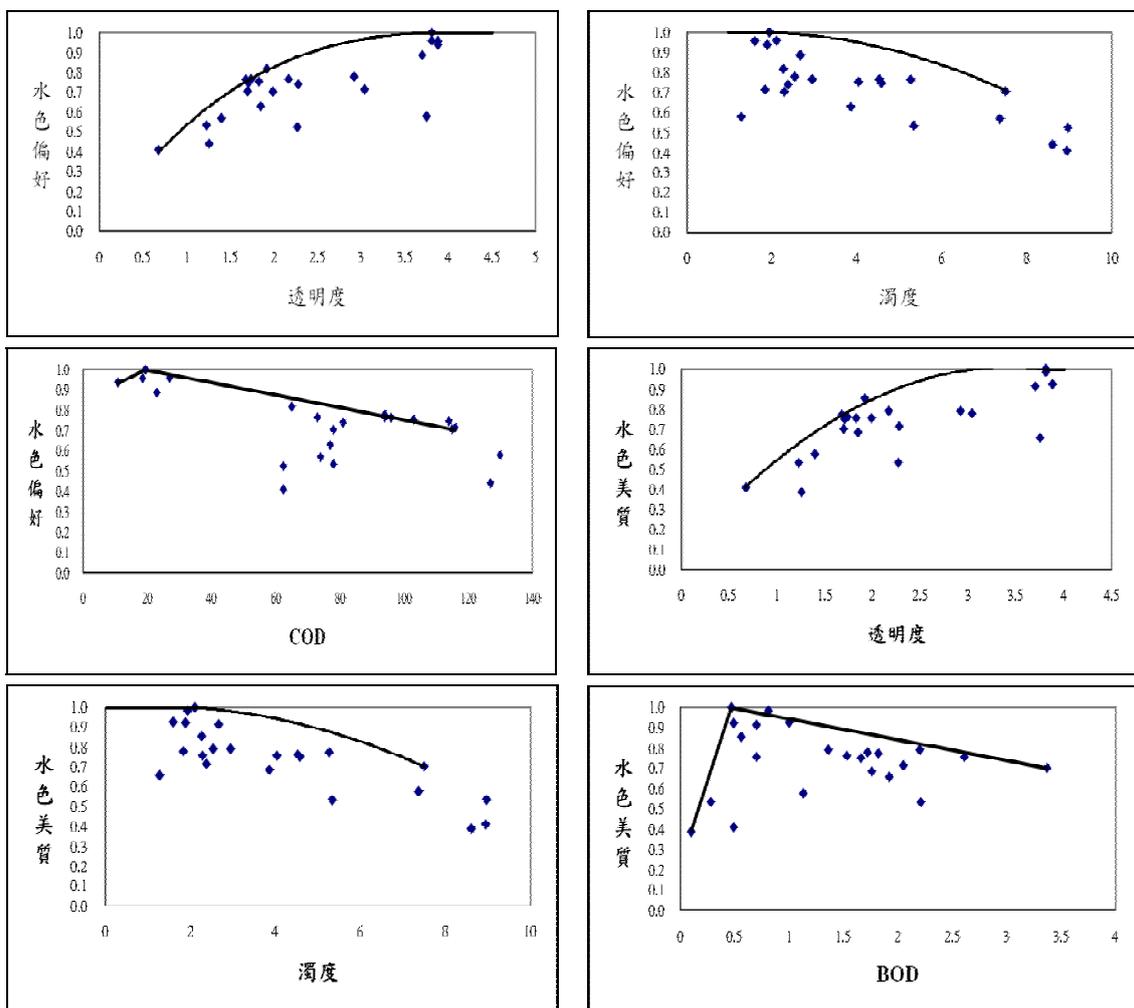
本研究主要是探討人類視覺感受滿意度與水質物性化性因子之間的關係，因此將此數學包絡線改稱「水質滿意度曲線」(Water Quality Satisfy Curve, WQSC)。同樣的，當某項水質因子固定時，如圖 2.16 中所示為視各評估項目與因子間的關係散佈圖中。

如圖 2.16 以視覺滿意度與透明度圖來說明，當透明度固定為 3.81 時呈現視覺滿意度無因次化後最高為 1 的測點，應為當其他因子（例如濁度、COD 等）呈現最佳狀態時的結果。由於視覺感受滿意度並不僅是依據透明度單獨一項因子所獲得，故當透明度在固定的情況下，其他測站或許會因為透明度以外的水質因子不佳而影響到視覺感受滿意度，即同樣透明度為 3.81 但滿意度無因次化後卻低於 1 的測點，就是為因受其他因子不佳的影響而使滿意度低落。故在此所謂的水質滿意度曲線，是取滿意度最高值連結繪製所成曲線，表示的是假設其他水質因子都在最佳狀態時，該項水質因子與視覺感受滿意度的相關關係，亦即有排除其他水質因子影響的意義。

HSC 可描述適合生物生存的某項棲地環境因子的必須存在範圍。在水質感受滿意度上，各項水質因子的 WQSC 可以作為判斷水質視覺感受令人滿意的該項因子應有的存在區間。例如從圖 2.16 中可知，如要使水質保持在最高的視覺滿意度，只水質透明度一項就須保持於

3.81 以上。此外，為易於判定滿意度的水準以及為使各因子做整合時容易操作，將滿意度的最大值定為 1.0。如此所得的滿意度曲線我們稱之為滿意度指標 SI (Satisfy Index)，當其原本用於生物棲地時是被稱為適宜度指標 (Sutability Index)。

在視覺感受方面，由於某些水質因子(如溶氧、總磷等)無法與視覺感受建立 SI 圖。在嗅覺感受方面，由於某些水質因子(如濁度、透明度等)無法與嗅覺感受建立 SI 圖。而可建立 SI 圖之水質因子如圖 2.16 所示。



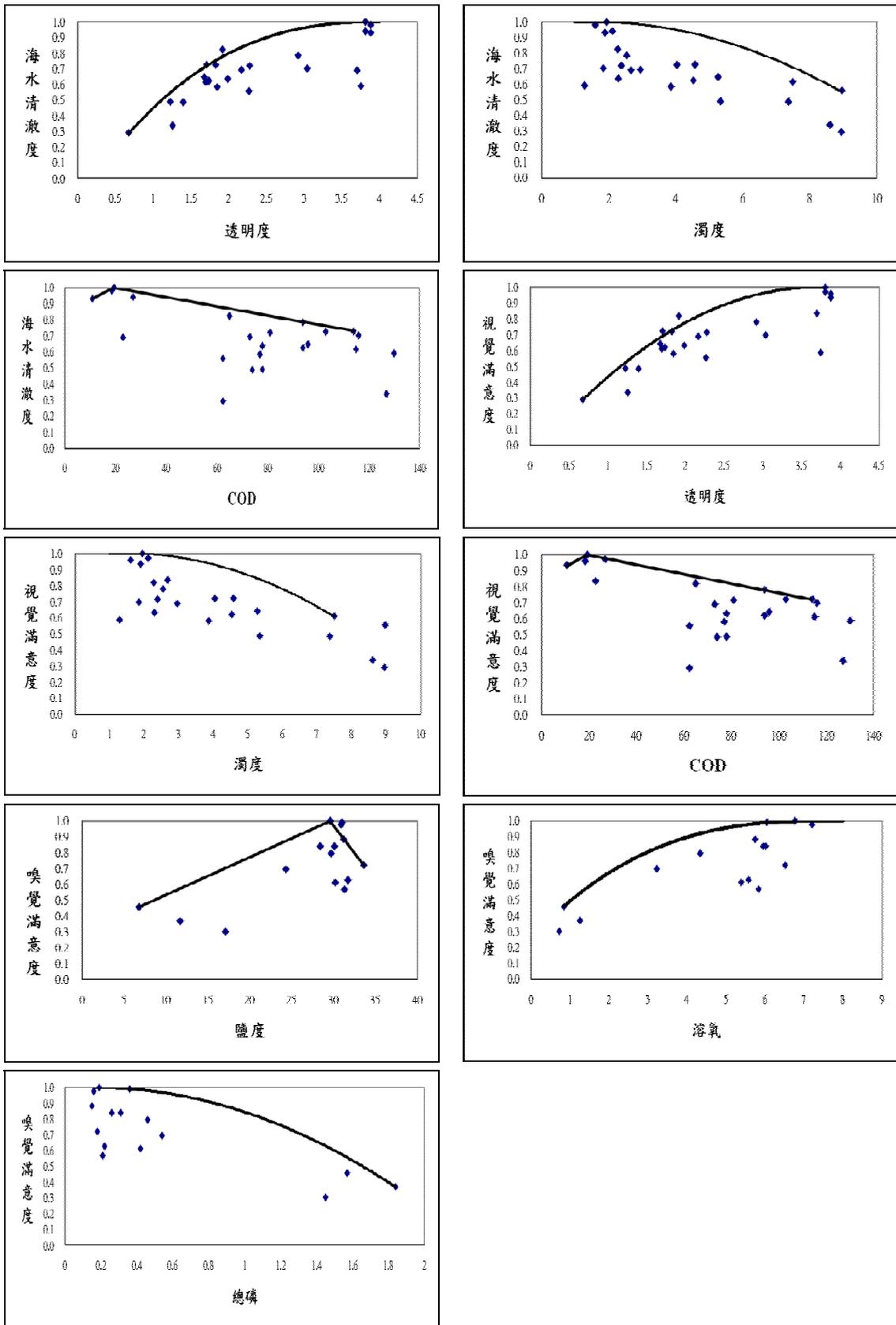


圖 2.16 視覺嗅覺水質滿意度評估指標

一、視覺與水質 HEP 模式之建立與應用

依上敘步驟及方法，來建立高雄港水質（第一次：98/3/13；第二次：98/6/6）、花蓮港水質（第一次：98/5/26；第二次：98/9/20）及基隆港水質（98/8/22）與視覺感受的指標模式。水質滿意度指標（Water Quality Satisfy Index, WQSI）主要目的在於能求得視覺及嗅覺感受與水質因子間具有良好關係的數學式，與棲地適合度指標（Habitat Suitability Index, HSI）的方法類似。（如第三章 3.4 節說明）。

如圖 2.17 所示，其中視覺滿意度為水色偏好、水色美質及海水清澈度之平均。圖上 X 軸表示水質因子所建立的 WQSI 指標，其中 WQSI 如下（1）~（4）式所示；Y 軸表示視覺感受項目；r 值表示 WQSI 模式評估與視覺感受之相關係數，由圖可知水質因子所建立的 WQSI 模式與視覺感受項目知相關性很高，介於 0.86~0.89 間，故所建立的 WQSI 模式與視覺感受有一定的線性相關。

$$\text{水色美質：WQSI} = \text{SI}_{\text{透明度}} \times \text{SI}_{\text{濁度}} \times \text{SI}_{\text{BOD}} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{水色偏好：WQSI} = \text{SI}_{\text{透明度}} \times \text{SI}_{\text{濁度}} \times \text{SI}_{\text{COD}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{海水清澈度：WQSI} = \text{SI}_{\text{透明度}} \times \text{SI}_{\text{濁度}} \times \text{SI}_{\text{COD}} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{視覺滿意度：WQSI} = \text{SI}_{\text{透明度}} \times \text{SI}_{\text{濁度}} \times \text{SI}_{\text{COD}} \dots \dots \dots (4)$$

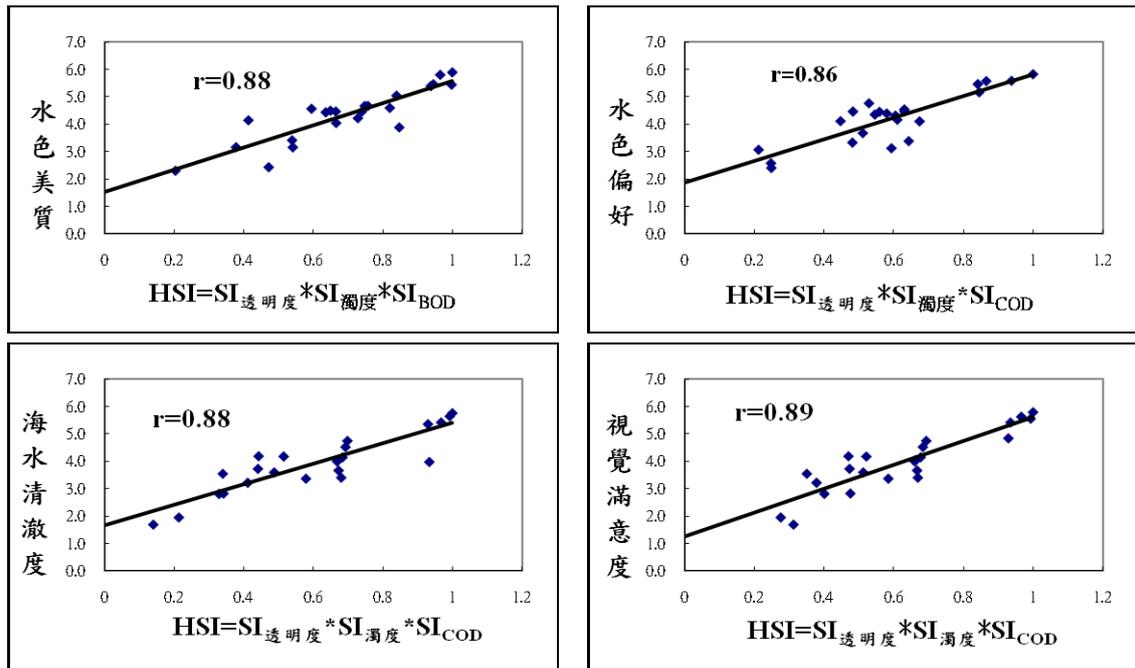


圖 2.17 港灣視覺滿意度 HEP 模式建立

由(1)式可知水色美質受到透明度、濁度及 BOD 之水質因子影響，利用其透明度、濁度及 BOD 的 SI 圖可以評估遊客對於港區水色美質之感受；由(2)式可知遊客對於港區水色偏好受到透明度、濁度及 COD 之水質因子影響，利用其透明度、濁度及 COD 的 SI 圖可評估遊客對於港區水色偏好之感受；由(3)式可知遊客對於港區海水清澈度受到透明度、濁度及 COD 之水質因子影響，利用其透明度、濁度及 COD 的 SI 圖可評估遊客對於港區海水清澈度之感受；由(4)式可知遊客對於港區視覺滿意度受到透明度、濁度及 COD 之水質因子影響，利用其透明度、濁度及 COD 的 SI 圖可評估遊客對於港區視覺滿意度之感受。

由圖 2.16 及上述結果發現，當透明度在 3.81m 以下、濁度在 2.11NTU 以上及 BOD 在 0.47mg/L 以上時，遊客對於水體之水色美質感受程度開始下降；而當透明度在 3.81 以下、濁度在 2.11NTU 以上及 COD 在 19.4mg/L 以上時遊客對於水體的水色偏好、海水清澈度及視覺滿意程度皆開始下降。因此，針對這些水質因子的標準去控制，便能達到改善遊客對於港區水質之視覺感受。

二、嗅覺與水質 HEP 模式之建立與應用：

依上敘步驟及方法，來建立高雄港水質（第二次：98/6/6）、花蓮港水質（第二次：98/9/20）及基隆港水質（98/8/22）與嗅覺滿意度的指標模式，如圖 2.18 所示。圖上 X 軸表示水質因子所建立的結果 WQSI 指標，其中 WQSI 模式如式（5）式所示；Y 軸表示視覺感受項目；r 值表示 WQSI 指標與嗅覺感受之相關係數，由圖可知水質因子所建立的 WQSI 模式與嗅覺滿意度相關性很高為 0.83，故所建立的 WQSI 模式與嗅覺感受有一定的線性相關。

$$\text{嗅覺滿意度} : \text{WQSI} = \text{SI}_{\text{溶氧}} \times \text{SI}_{\text{鹽度}} \times \text{SI}_{\text{總磷}} \dots \dots \dots (5)$$

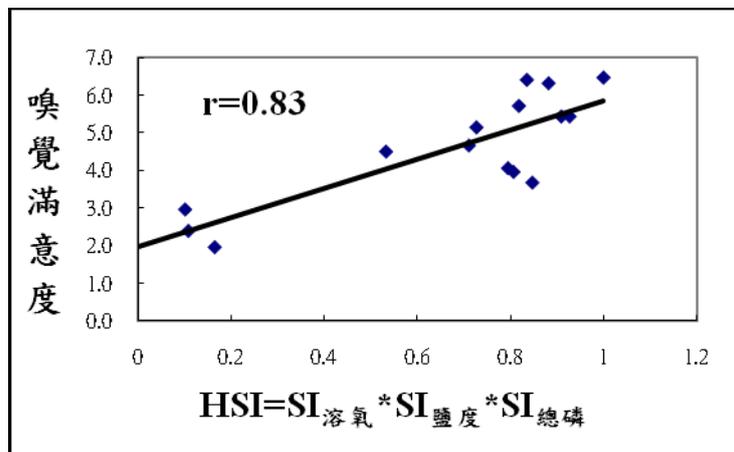


圖 2.18 港灣嗅覺滿意度 HEP 模式建立

由（5）式可知遊客對於港區水體之嗅覺受到溶氧、鹽度及總磷之水質因子影響，利用其溶氧、鹽度及總磷的 SI 圖可以評估遊客對於港區嗅覺滿意度之感受；

由圖 2.16 及上述結果發現，當水體溶氧小於 6.04mg/L、鹽度在 29.6% 以下及總磷在 0.19mg/L 以上時，遊客對於水體之嗅覺感受程度開始下降。因此，針對此三種水質因子去改善便能提升遊客對於港區水體之嗅覺滿意度。

2.3.3 生態水體水質評估

在漁港、湖泊中浮游生物可作為許多水中生物之食物，為生態系中食物網 (Food web) 重要的一環。浮游植物為生產者又稱為自營性生物，浮游動物為初級消費者為主又稱為異營性生物，依其食性可分為草食者 (Herbivore)、肉食者 (Carnivore) 及雜食者 (Omnivore)，依其攝食方式可分為濾食 (Filter feeder) 及掠食者 (Raptorial feeder)。肉食性的浮游生物掠食草食性的浮游生物，草食性的浮游生物掠食植物性浮游生物，浮游生物為昆蟲或小魚型魚類等所捕食。

浮游生物中可被視為經濟性指標物種，如表 2-8 及表 2-9 所示，包括橈足類中劍水蚤 (Cyclopoida)、哲水蚤 (Calanoida)、猛水蚤 (Harpacticoida)，隸屬於節肢動物門、甲殼綱、橈足亞綱。為小型甲殼動物，體長 < 3mm，特別是富養型水體橈足類的數量十分豐富，其中劍水蚤的分佈營底棲生活，哲水蚤的分佈，營浮遊性生活，劍水蚤的分佈介於上述兩大類之間，棲息環境亦多種多樣 (鄭重，1964)。漁場的標誌有些魚類專門捕食橈足類，所以橈足類的分佈和魚群的洄遊路線密切相關。因此，橈足類可作為尋找漁場的標誌 (李永函等，2002)。營浮遊與寄生生活，分佈於海洋、淡水或半鹹水中。橈足類活動迅速、世代週期相對較長，在水產養殖上的餌料意義不如輪蟲和枝角類 (趙文等，2005)。

本研究進一步的分析高雄港務局所提供的 2008 年的港內水質及生態調查資料，針對經濟性浮游動物及浮游植物進行分析：在經濟性浮游動物部分，輪蟲類及纖毛蟲在高雄港 2008 年四季調查中並無出現，故無法做進一步的分析；在經濟性浮游植物部分，因奇異棍形藻、具槽直鏈藻及寬角斜紋藻出現次數太少，而無法進行單獨分析。

本研究希望針對高雄港內，2008 年所出現的各個經濟性浮游生物 (例如多毛類、劍水蚤、活動盒形藻等) 各自建立 HEP 模式。並在更進一步的建立經濟性浮游動物、植物的 HEP 模式，其中經濟性浮游動物為高雄港所出現之各種經濟性浮游動物 (如多毛類數量 + 劍水蚤數量

+ 哲水蚤數量等) 之數量總和，而經濟性浮游植物為高雄港所出現之各種經濟性浮游植物 (如多奇異棍形藻數量+活動盒形藻數量+具槽直鏈藻數量+寬角斜紋藻數量) 之數量總和，並從中找出指標生物以做為水質改善之目標，指標生物部分在第三章 3.4.2 節敘。

而在無法建立 HEP 模式的經濟性浮游生物，則只做其細胞數量與水質相關的適合度分析。

如圖 2.19 所示，在劍水蚤部分因數量差異太大無法建立 HEP 模式，故進一步的做適合度分析，水溫範圍在 24~32°C 間，在此範圍內會隨著水溫便大而不易生存；當水質酸鹼度在 8.31 時，有最佳的生長條件。當水質溶氧含量越高，越易生存；當水質生化需氧量越大，越不易生存。當懸浮固體量在 4.61 mg/L 時，有最佳生長條件；當水質亞硝酸鹽量越大，越不易生存。當水質硝酸鹽越大，越不易生存；當水質總磷含量越大，越不易生存；當水質氨氮數值越高，越不易生存。如圖 2.20 所示。

如圖 2.20 所示，在哲水蚤部分因數量差異太大無法建立 HEP 模式，只做適合度分析，水溫範圍在 24~32°C 間，在此範圍內會隨著水溫便大而不易生存；當水質酸鹼度越高，越不易生存；當水質溶氧含量越大，越易生存；當水質生化需氧量越大，越不易生存；當懸浮固體量在 4.63 mg/L 時，有最佳生長條件；當水質亞硝酸鹽量越大，越不易生存；當水質硝酸鹽越大，越不易生存；當水質總磷含量越大，越不易生存；當水質氨氮數值越高，越不易生存。

如圖 2.21 所示，在經濟性浮游動物部分由於數量差異太大，故無法建立 HEP 模式，則將其細胞數量與水質做相關的適合度分析。水溫範圍在 24~32°C 間，在此範圍內會隨著水溫便大而不易生存；當水質酸鹼度在 8.37 時，有最佳的生長空間；在水質溶氧部分，隨著溶氧越大越易生存；當生化需氧量越高，越不易生存；當懸浮固體量在 4.63 mg/L 時，有最佳生長條件；當水質亞硝酸鹽越大，越不易生存；當水質總磷含量越高，越不易生存；當水質氨氮值越高，越不易生存。

在多毛類部分，可以建立 HEP 模式，如圖 2.22 所示，由圖可知，多毛類的棲地適合度指標如下式： $HSI=SI_{\text{水溫}} \times SI_{\text{懸浮固體量}} \times SI_{\text{亞硝酸鹽}}$ ，其相關係數 $r=0.61$ ，其 HSI 經與實際對照數據做驗證，其相關係數 $r=0.61$ ，表示其略有線性相關存在。由 HSI 可知多毛類的數量受到水溫、懸浮固體量及亞硝酸鹽之水質因子影響，利用其水質因子的 SI 圖可以評估水質並做為改善之目標。

在經濟性浮游植物部分，可以建立 HEP 模式，如圖 2.23 所示。由圖可知，經濟性浮游植物的棲地適合度指標如下式： $HSI=SI_{\text{水溫}} \times SI_{\text{懸浮固體量}} \times SI_{\text{BOD}} \times SI_{\text{氨氮}}$ ，其相關係數 $r=0.883$ ，其 HSI 經與實際對照數據做驗證，其相關係數 $r=0.883$ ，表示其有強烈的線性相關存在。由經濟性浮游植物 HSI 可知其數量受到水溫、懸浮固體量、BOD 及氨氮之影響，利用其水質因子的 SI 圖可評估水質並做為改善之目標。

表 2-8 經濟性浮游動物種類

種類	食性	喜好棲息型態	受水質因數影響	角色/功用	文獻
多毛類 (Polychaeta)	雜			角色：大型動物或魚類的食物。 功用：有些多毛類對環境的變化相當敏感，有些卻有極高忍耐力，加上多毛類大多為穴居或管棲，移動性低或根本不移動，因此能夠反映出棲息地的狀況。	謝蕙蓮 (1998)
輪蟲類 (Rotifera)	雜		水溫、葉綠素 a	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：輪蟲類常見大型動物或魚類的食物。組成部分。	S.S.S.SARMA (2005)、 朱藝峰等(2006)、 Galkovskaja(1987) 、Herzig(1987)、 Berzins(1989)
纖毛蟲 (Ciliophora)	雜	營浮游性生活	TN、TP、 BOD ₅	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：在水體環境，纖毛蟲能攝食大量的腐質和藻類，促進水體的自身淨化。纖毛蟲是原生動物中種類數量最多、個體最大的一個類群，在水生生態系統中，纖毛蟲對水體	Kolkwitz-Marsson (1908)、黃建榮等 (2005)、

種類	食性	喜好棲息型態	受水質因數影響	角色/功用	文獻
				的物質循環起著重要的促進作用, 它的某些種類可作為有機汙染的指示生物, 應用其種類組成分佈特徵及優勢種的生態耐性, 可監測評價水體的汙染狀況。	
劍水蚤 (Cyclopoida)	雜	營浮游/ 底棲生活	水溫、水流	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：水蚤在漁業上也舉足輕重，在水蚤大量繁生的地方，必定集結著多量的魚，對捕魚者自然是最佳漁場。	鄭重（1964）
猛水蚤 (Harpacticoida)	雜	營底棲生活	水溫、水流	角色：底棲動物或浮遊動物的食物。 功用：水蚤在漁業上也舉足輕重，在水蚤大量繁生的地方，必定集結著多量的魚，對捕魚者自然是最佳漁場。	鄭重（1964）
哲水蚤 (Calanoida)	雜	營浮游性 生活	水溫、水流	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：水蚤在漁業上也舉足輕重，在水蚤大量繁生的地方，必定集結著多量的魚，對捕魚者自然是最佳漁場。	鄭重（1964）

資料來源：行政院農業委員會漁業署 漁港水質淨化技術及策略報告書

表 2-9 經濟性浮游植物種類

種類	受水質因數影響	功用/角色	文獻
奇異棍形藻 (<i>Bacillaria paradoxa</i>)	溫度	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：多分布於臺灣各地均分布之的水池中。	華澤愛 (1994)
活動盒形藻 (<i>Biddulphia obiliensis</i>)	溫度	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：分佈廣，一般在沿海均可發現，在水池僅於放養初期水質較佳時才能發現它。	華澤愛 (1994)
具槽直鏈藻 (<i>Paralia sulcata</i>)	溫度	角色：大型動物或魚類的食物。 發現：浙江近岸海域首次發生罕見冬季赤潮，此赤潮種類具無毒性，不會造成養殖業影響。	中國國家海洋局(2002)
寬角斜紋(<i>Pleurosigma angulatum</i>)	溫度	角色：大型動物或魚類的食物。 功用：廣布於溫暖海域，偶而發生於蝦池，蝦池初放養時常見，代表水質中等。	華澤愛 (1994)

資料來源：行政院農業委員會漁業署 漁港水質淨化技術及策略報告書

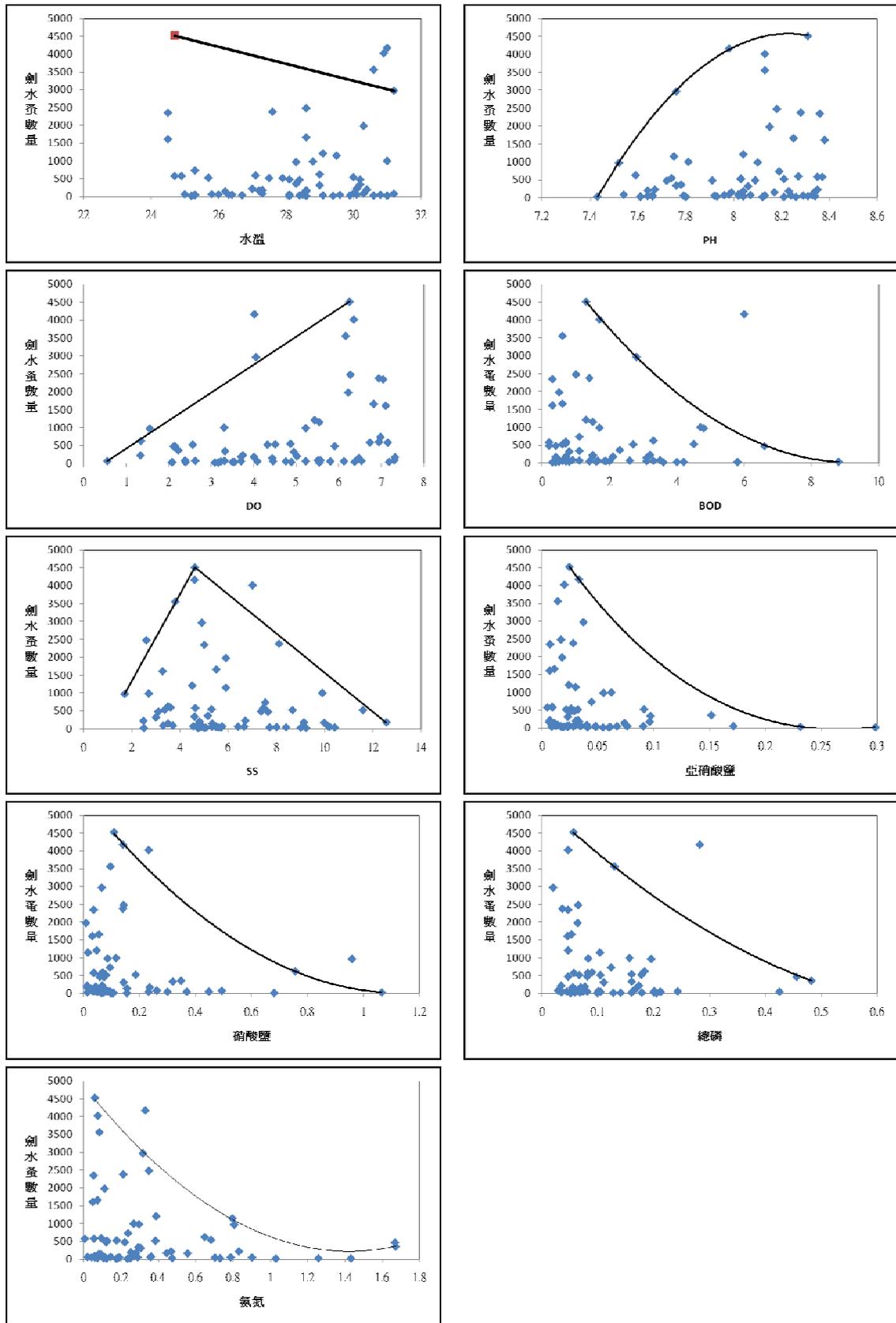


圖 2.19 劍水蚤細胞數與水質項目相關分析

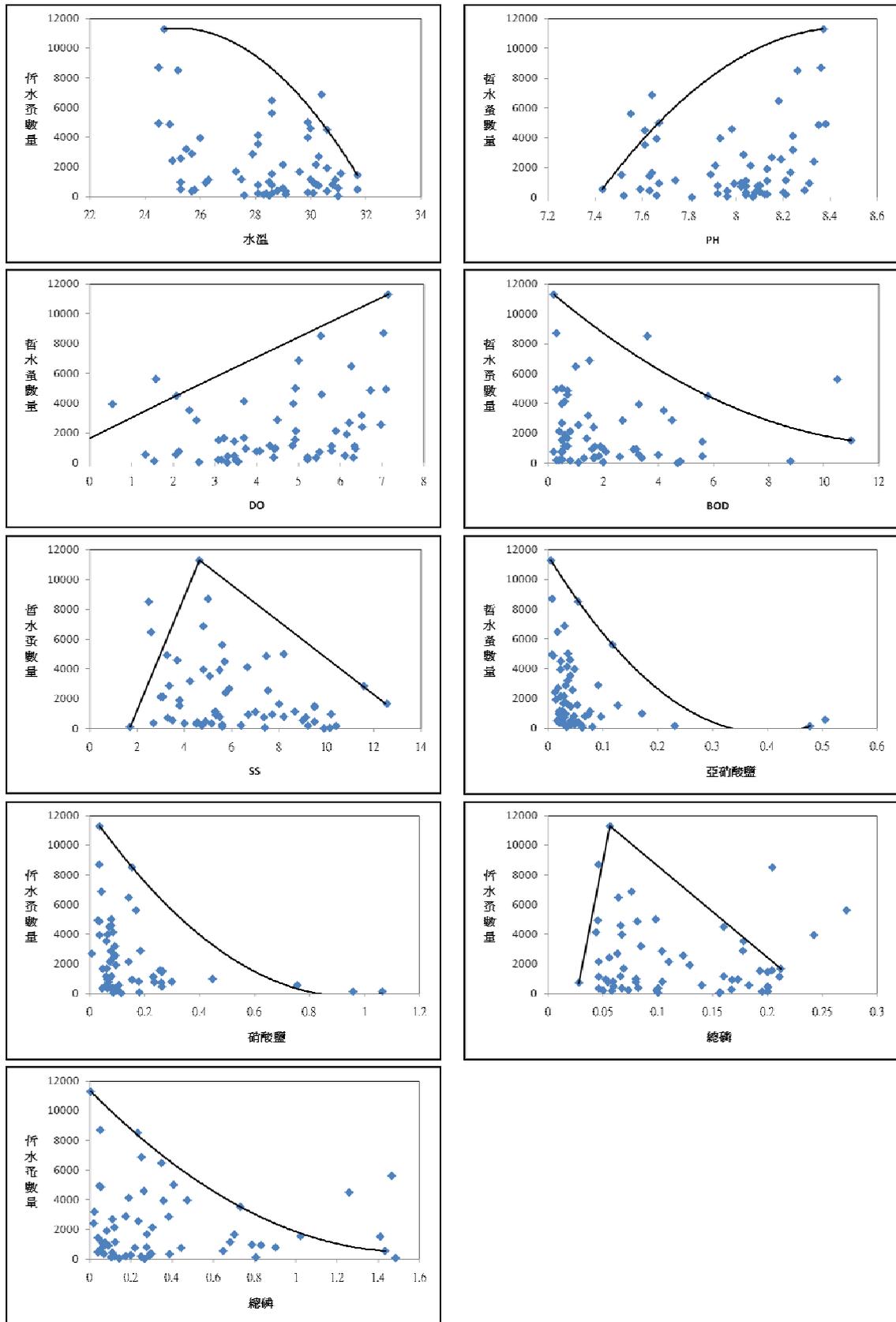


圖 2.20 哲水蚤細胞數與水質項目相關分析

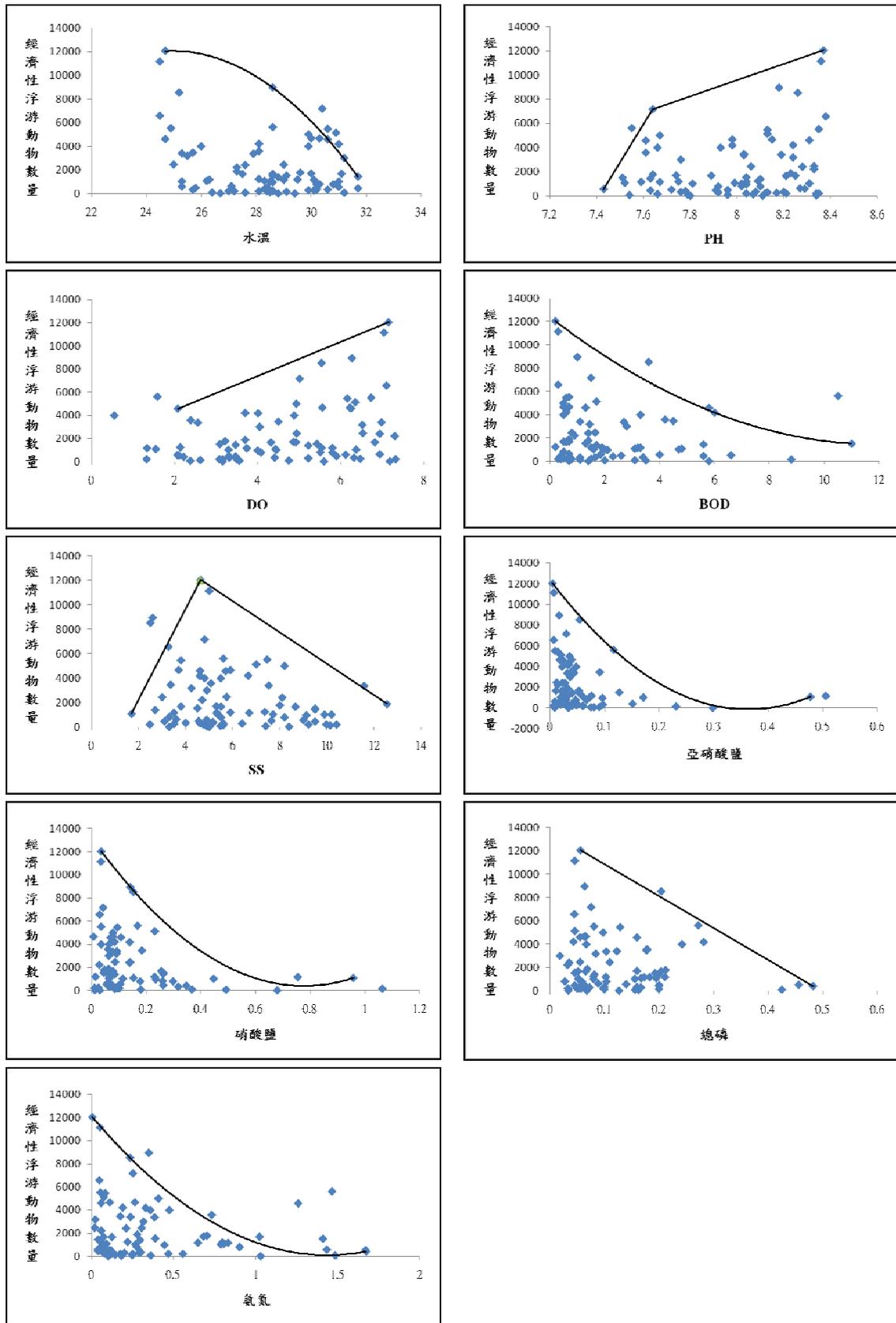


圖 2.21 經濟性浮游動物細胞數與水質項目相關分析

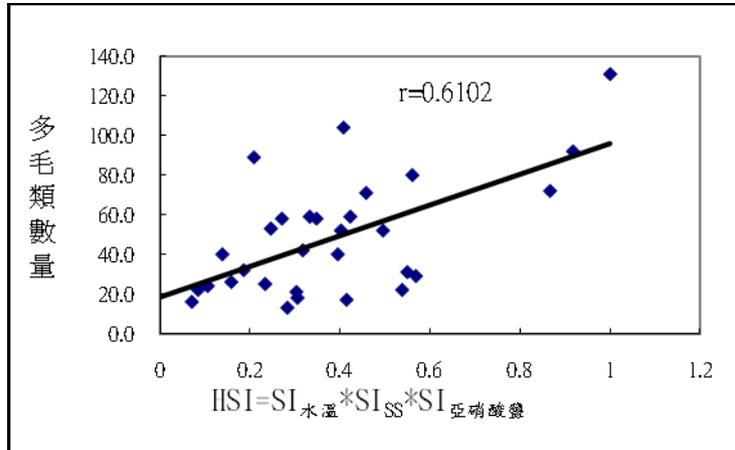


圖 2.22 多毛類 HEP 模式建立

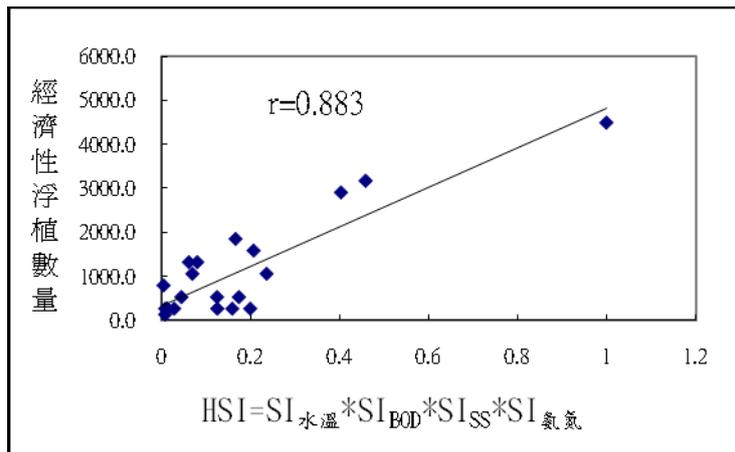


圖 2.23 經濟性浮游植物 HEP 模式建立

表 2-10 經濟性浮游生物適合度分析

分類 水質項目	劍水蚤	哲水蚤	經濟性浮游動物
水溫	在 24.7°C，有最佳的生長條件	水溫越高，越不易生存	在 24.7°C，有最佳的生長條件
pH	在 8.31 時，有最佳的生長條件	水質 pH 質越高，越容易生存	在 8.37 時，有最佳的生長條件
溶氧	水質溶氧量越大，越容易生存	水質溶氧量越大，越容易生存	水質溶氧量越大，越容易生存
生化需氧量	水質生化需氧量越大，越不易生存	水質生化需氧量越大，越不易生存	水質生化需氧量越大，越不易生存
懸浮固體量	在 4.61mg/L，有最佳之生長條件	在 4.63mg/L，有最佳之生長條件	在 4.63mg/L，有最佳之生長條件
亞硝酸鹽	水質亞硝酸鹽量越大，越不易生存	水質亞硝酸鹽量越大，越不易生存	水質亞硝酸鹽量越大，越不易生存
硝酸鹽	水質硝酸鹽量越大，越不易生存	水質硝酸鹽量越大，越不易生存	水質硝酸鹽量越大，越不易生存
總磷	水質總磷含量越大，越不易生存	水質總磷含量越大，越不易生存	水質總磷含量越大，越不易生存
氨氮	水質氨氮數值越高，越不易生存	水質氨氮數值越高，越不易生存	水質氨氮數值越高，越不易生存

資料來源：本研究整理

2.4 水質淨化技術資料蒐集

2.4.1 水質改善計畫流程

港灣水域的水質淨化問題，一方面影響到海洋生態，另一方面因近年來海岸休閒遊憩利用趨勢增加而更受到重視。海岸的海水污染對於直接面臨海洋的海岸，例如：台灣東海岸，由於與外海廣大水體有充分交換和擴散的機會，污染對海岸水質產生的影響不大；而西海岸雖直接面臨海洋，但因海底坡度和緩，沿岸水域水深小且水體有限，故受污染之海水會因擴散和交換不良，水質較易受陸地污染物排入的影響，是為污染最嚴重的區域，當屬港灣或潟湖等成為封閉型水域的海岸。台灣西部海岸各個漁港、中西部的廣大潮間帶以及西南部沙洲潟湖地區，近年來都已有水質嚴重惡化的現象。

對於港灣而言，環境改善最重要的問題就是水質改善。這種封閉型的水域，長時間接受太陽熱量使水溫上升、內陸的排水流入港內而排不出外海、雨水、污水、地下水的流入使海水鹽分淡化、外部流進或內部自行產生的污染物質在港內不斷覆蓋累積、有機物沉降造成底泥惡化和溶氧量降低、底泥厭氧作用促成無機氮、磷的溶出，增加水生植物的異常繁殖，伴隨底泥和水塊的有機物腐敗產生惡臭。

港灣水質污染需要解決的問題，大部分在於有機性或無機性營養鹽的過分流入以及海水交換不良。水質的改善在方法上有技術面的也有社會面的，技術方面有物理性的、生物性的、化學性的；社會方面有經濟性的、法制性的、道德性的，改善水質之最佳方案的選擇錯綜複雜，其流程如圖 2.24 所示。

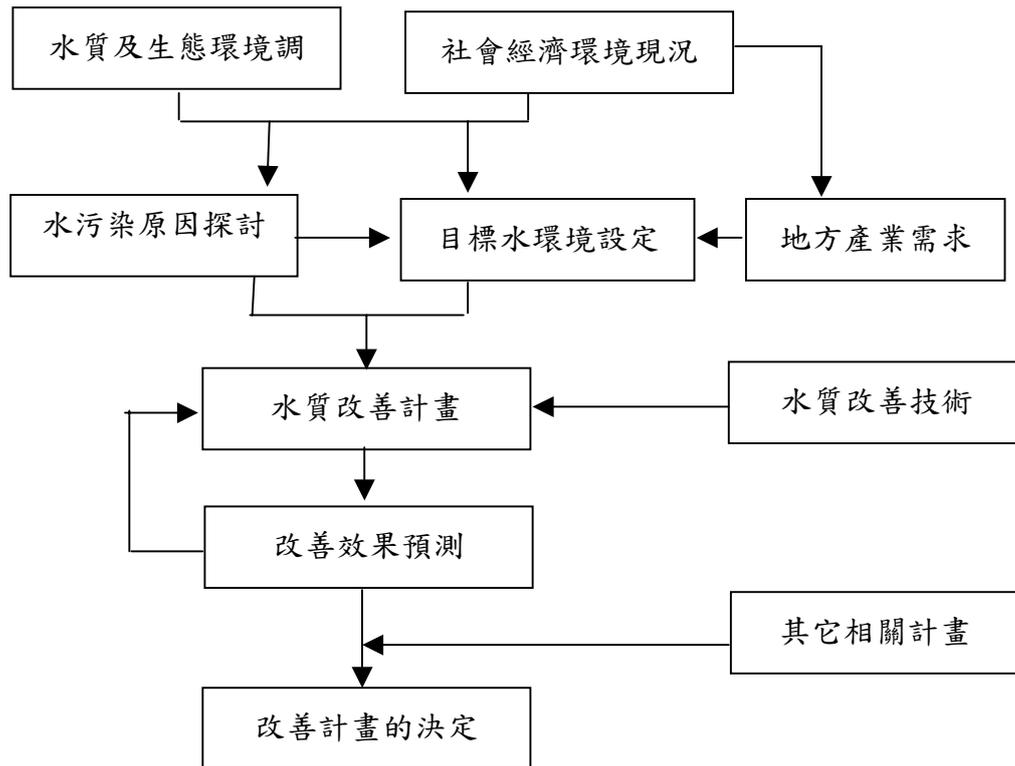


圖 2.24 水質改善計畫流程

2.4.2 水質改善方法

針對已設定的目標水質，選定最經濟有效的水質淨化技術。淨化技術依淨化原理分類有物理方法、化學方法、生物方法以及法制方法等，其各有不同的適用場所，如表 2-11 所示。另各種場所產生的水質污染問題之解決對策及技術，如表 2-12 所示。適用的水質淨化技術，包括初期投資額、維持管理費、施工或操作難易度，以及對整體環境的影響等都必須慎重考慮。此外廢棄物的再生利用（如牡蠣殼燒成品做為淨化材料或底質改善劑）或波力、太陽光、風力等自然能源的充分利用應要特別重視。

表 2-11 水質淨化技術的適用場所和淨化原理

	陸地	港區 河川水道	泊地
法制方法	下水道等的水處理系統建置 土地利用規範 耕作地的肥料使用規範 綠地和溼地的推廣與管理 清潔劑使用限制等	防止不法垃圾投棄等	防止不法垃圾投棄 水產養殖設施對策等
物理方法	水路等的流路變更 土壤滲透處理等	浚渫 礫間接觸或 沉澱水路的 設置 過濾 滯洪池的設置等	促進流動 導入稀釋水 遮斷日照 循環曝氣 浚渫覆砂 植物性浮游生物的回收等
化學方法		凝集沉澱處理 吸著劑投入等	凝集沉澱的處理 殺藻劑的投入 氧化劑促進的底泥氧化 營養鹽不活性化等
生物方法	水質淨化溼地與水路利用	水生植物的利用 接觸氧化水路的應用等	水生植物的利用 生態系控制 水岸的形成等

表 2-12 水質淨化技術的對策原理和水質汙染問題的相關性(日本水產
土木建設 技術センター2000)

對策的場所	對策的原理	水質污濁問題 水質淨化技術	海水交換率低																												
			水溫成層的形成(表層水溫的上升)	鹽分形成(表層鹽分濃度的降低)	降雨造成長期渾濁	陸地引起的污染負荷					內部負荷(水域內的水質變化)																				
						養殖伴隨的污染負荷					底泥負荷			植物性浮游生物造成的內部負荷																	
						有機物濃度增加	營養鹽濃度增加	透明度降低	(汚泥的堆積物進行)	發生異臭	發生變色現象	有機物分解成低溶氧量	底泥的缺氧	沼氣、硫化氫氣體發生	營養鹽濃度增加	有機物濃度增加	植物浮游生物量增加	透明度降低	懸濁物沉積增加	營養鹽濃度增加	有機物濃度增加	發生異臭	發生變色現象								
陸地	建築及污水排放的法規限制																														
	防制不法拋棄																														
	流域變更	流路變更																													
	點污染源的消滅	下水道等的排水處理																													
		排水處理的高度化																													
		淨化槽的設置																													
面污染源負荷的消滅(農地以外)																															
港區內河川、水路	防制不法拋棄																														
	貯留負荷除去	堆積物的浚渫																													
	直接淨化	接觸沉澱水路的設置																													
		過濾																													
		滯水池、氧化池的設置																													
		凝集沉澱處理																													
		吸著劑投入水路的設置																													
接觸氧化水路的設置																															
水生植物利用																															

表 2-12 水質淨化技術的對策原理和水質汙染問題的相關性(日本水產
土木建設 技術センター2000) (續)

對策的場所	對策的原理	水質 汚濁問題 水質淨化技術	海水交換率低																									
			上升 溢成 層 的 形 成 — 表 層 水 溢 的 上	降 低 分 層 的 形 成 — 表 層 鹽 分 濃 度 的	降 雨 造 成 長 期 津 濕	陸地引起的污染負荷					內部負荷(水域內的水質變化)																	
						養殖伴隨的污染負荷					底泥負荷		植物性浮游生物造成的內部負荷															
						有機 物 濃 度 增 加	營 養 鹽 濃 度 增 加	增 加 的 污 染 負 荷	污 泥 堆 積 物 質 濃 度	污 泥 的 堆 積 物 質 濃 度	有 機 物 分 解 成 低 溶 氧 量	底 泥 的 缺 氧																
泊地內	防制不法拋棄																											
	內部負荷削減	底泥浚深、被覆																										
		營養鹽不活化處理																										
		吸著劑投入																										
		水產業給餌對策(指導等)																										
	水理條件變更	海水交換工法																										
		強制循環																										
		稀釋水的導入																										
	氧氣供給	曝氣																										
		強制循環																										
	港區內水質直接淨化	凝集沉澱處理																										
接觸沉澱處理																												
接觸氧化處理																												
吸著處理																												
植物性浮游生物的抑制	殺藻劑的投入																											
	植物性浮游生物回收																											
	日照遮斷																											
生物利用	水生植物利用																											
	生態系抑制																											

另外，由於港內水質的污染的來源包含了廢汙油之排放，港內油污處理與改善之方法與對策如下：

一、海水油污處理方法

對於海水中因原油洩漏所造成之污染，建議處理方式有以下幾種：

(一) 粉末遮蓋浮油法

利用此法處理水面上高黏度的油污，或瀝青狀物質較為有效。粉末在沾油後會結塊，將結塊後的油污撈起清除。粉末的種類有飛灰、砂及石灰等，其優點為經濟價廉可大量使用，但除油效果很少能令人滿意。

(二) 除油劑(除油法)

除油劑的使用方法乃是在海灘或水面上實施噴灑，其作用在使油質乳化或使油污分子分散成小顆粒狀而易於擴散，此法除所費價格昂貴之缺點外，對魚類及浮游生物亦會造成傷害；然此法仍不失為對海灘污染最有效的處理方式，亦是處理受污之沙石唯一有效的方法。除油劑雖能將油污分散以利微生物使用，但為使油污分解較為迅速，其添加物的毒性仍較油污的毒性為強，因此無論其毒性如何降低，對淡水湖、河川及運河等應停止使用除油劑才是。潮水流動少的地方或峽灣，或無潮汐漲落的島嶼地區，或縱深的內河等閉塞水域，應十分留意使用方可。

二、設置污油水分離方式

船舶污油水中以礦物油脂為主，目前對於礦物油分離方式，可歸納為七類其主要原理為利用油水比重之差異，含油率及乳化程度而進行物理、化學處理。

(一) 重力式油水分離

依重力式分離器及依油、水特性，又發展出平板平行傾斜板(PPI)及浪板平行傾斜板(CPI)，方式主要目的為提高處理量及處理效率並克服用地不除的困擾。

(二)過濾法

適用於比重接近於水之乳化液，利用過濾介質之凝聚及撥水作用分離油及水作用分離油及水，本法特點為可縮短油水分離之時間節省處理廠用地。

(三)離心過濾法

本法適用於乳化液粒子太小或兩種液體之密度差太小之情況，以離心機將固體不純物，不溶於水之游離物質分離出，但處理量有限。

(四)化學混凝

添加化學藥劑破壞乳化狀態，但後續污泥處置易造成二次公害問題。

(五)電力分離法

利用電解方法分離油水，但初設費及維修、操作費用高且不適用於大水量。

(六)超音波分離法

本法作用時間、效率佳可同時除塵脫脂，但處理量很少。

(七)吸附法

利用固體有機物之多孔質體吸收油狀物質如軟木塞、泥碳、咖啡等，可單獨使用或併同其他觸媒混合作用。

2.4.3 結論

水質改善措施完成後往往不會立即獲得成效，需有一段時間才達到目標水環境。而且改善措施是否會有如預期的成效，也必須追蹤查驗，若未能達到預期效果，必需有補償修正的代替方案或配套措施。故方案的決定，最好能做階段性的實施方案，分期實施，配合監測工作和修正計畫進行。

此外為了減輕以後污染的負擔，對於地域產業發展該進行如下的工作：¹

- 一、調查分析現有產業產生污水的最低限及其減量的可能性。
- 二、探討污水截流、放流或設立污水處理廠的可能性。
- 三、未來產業發展走向及污染生產量的預測。
- 四、利用社區營造方法淨化港內水質的工作之規劃。

¹本節參考:行政院農業委員會漁業署 漁港水質淨化技術及策略報告書)

2.5 淨化技術探討

2.5.1 親水環境水質改善

一、水質滿意度指標評估結果

由本章第 2.3.2 節圖 2.16 可知在視覺部分，水色美質方面以透明度、濁度及 BOD 為其重要控制因子；水色偏好方面以透明度、濁度及 COD 為其重要控制因子；海水清澈度方面以透明度、濁度及 BOD 為其重要控制因子；在視覺滿意度方面以透明度、濁度及 COD 為其重要控制因子，視覺滿意度為水色美質、水色偏好及海水清澈度之平均。由圖 2.17 可知在嗅覺部分，以溶氧、鹽度及總磷為其重要的控制因子。

由其結果可知，若要提升遊客對於港區海水視覺感受，必須要提升海水透明度、降低海水濁度、減少海水 BOD 污染及減少海水 COD 污染，其中又以透明度及濁度在四項視覺評分中皆出現，最為重要。在嗅覺部分，若要提升遊客對於海水的嗅覺感受，則必須提升海水的溶氧量、控制海水鹽度及減少總磷含量。

二、水質改善項目之技術

港區陸地上的生活污水、水產加工排水及港區周圍的工業廢水與港內封閉水體相互作用發生了水質透明度降低、水中有機物分解，降低水中溶氧量、營養鹽流入，造成浮游生物生長，導致水生動物異常、有機物沉降造成底泥惡化和溶氧量降低及底泥和水塊的有機物腐敗產生惡臭影響視覺及嗅覺的感受。

依上敘水質滿意度指標評估結果，港區水質改善項目著重於提升海水透明度、降低海水濁度、減少海水 BOD 及 COD 污染、提升海水溶氧量及減少海水總磷含量。以下依日本河川直接淨化手冊的一些淨化技術陳述於後提供參考。因港灣的污染起因於陸地污水的排入，故淨化工作可能需於港區陸上適當地點實施。

(一)水質 BOD 改善技術

建議利用接觸沉澱與微生物的原理或過濾與微生物的原理來改善水質中的 BOD 含量，去除 BOD 含量最大，且不容易造成其他汙染。

BOD 淨化方法如表 2-13 所示。

表 2-13 BOD 淨化技術

污染物質	淨化對象項目		淨化的原理	建議之淨化工法	概略去除率 (%)
BOD	20~30 mg/l 以下	BOD 20~30%程度以下(6-8mg/l 以下)	沉澱	堰淨化、沉澱池	10~30
			過濾	長毛過濾	30~60
			接觸沉澱+微生物	礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，球狀碎石集合體淨化法	50~80
			過濾+微生物	木炭淨化法	50~70
		植生利用	蘆葦原淨化、鳳眼蘭等利用淨化	30~50	
		BOD 20~30%程度以上(6-8mg/l 以上)	微生物	曝氣付礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，氧化溝法	75~90
		約 20~30mg/l 以上			
	含較多難分解性有機物之情形	微生物+氧化	臭氧、紫外線	75~90	

資料來源：本計畫整理河川直接淨化手冊，Japan Institute of Construction Engineering (JICE)，1997 年

(二)水質 COD 改善技術

可以使用曝氣法及礫間接觸氧化法可以增加海水中溶氧，使微生物多數繁殖，進行有機物等的吸附、氧化及分解。以達到降低海水中 COD 的濃度，去除率約 30~60%之間。

(三)水質總磷改善技術

建議使用微生物法或者接觸沉澱及微生物法，通過球狀碎石集合體間時所產生之流離作用及接觸沉澱及生物膜(微生物)之吸著、氧化分解的淨化方式。可有效的降低水體中總磷的含量，減少惡臭。總磷淨化方法如表 2-14 所示。

表 2-14 總磷淨化技術

污染物質	淨化對象項目	淨化的原理	建議之淨化工法	概略去除率(%)
TP	溶解性多的情形	沉澱	凝集沉澱	85~95
		植物體利用	蘆葦原淨化、鳳眼蘭等利用淨化	25~50
		吸著	土壤淨化法	85~95
		接觸沉澱+微生物	礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，球狀碎石集合體淨化法	50~90
		過濾+微生物	木炭淨化法	50~90
	MBAS	微生物	曝氣付礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，氧化溝法	90~95
		吸著	活性碳	90~95
	色度	沉澱	凝集沉澱	90~95
		吸著	土壤淨化法	90~95
	黴臭	微生物	曝氣付礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，氧化溝法	80~95

資料來源：本計畫整理河川直接淨化手冊，Japan Institute of Construction Engineering (JICE)，1997 年

(四)水質透明度及濁度改善技術

水體中的透明度受到濁度及懸浮固體量的影響，因此若要提高透明度，則必須先降低水中濁度的濃度及懸浮固體量。濁度的來源包括浮游生物、微生物或懸浮固體量等。有效的降低懸浮固體量便能降低水體濁度，提升水堤透明度增加視覺滿意度。懸浮固體淨化技術如表 2.15 所示。

表 2-15 懸浮固體量淨化技術

污染物質	淨化對象項目			淨化的原理	建議之淨化工法	概略去除率 (%)
SS	無機性 SS 多之物	30~50mg/l 以上	比重大之物(大粒子、容易沉澱物)	10~50	堰淨化、沉澱池	10~50
				接觸沉澱+微生物	礫間接觸氧化法、塑膠類等接觸氧化法、球狀碎石集合體淨化法	65~90
			植物體利用	蘆葦原淨化、鳳眼蘭等利用淨化	30~80	
			30~50mg/l 以下	比重小之物(小粒子、不易沉澱物)	沉澱	凝集沉澱
		過濾			木炭淨化法	60~80
		接觸沉澱+微生物		礫間接觸氧化法，塑膠類等接觸氧化法，球狀碎石集合體淨化法	65~90	
		植物體利用		蘆葦原淨化、鳳眼蘭等利用淨化	70~85	

資料來源：本計畫整理河川直接淨化手冊，Japan Institute of Construction Engineering (JICE)，1997 年

(五)水質溶氧量改善技術：

水體中溶氧含量，影響水中生物的存亡更進一步的影響水色、清澈度及水體的味道。要增加溶氧可使用曝氣、噴水及落差工。

2.5.2 生態環境水質改善

一、HEP 評估結果

利用指標生物的生長棲地環境做為評估水質及水質改善之目標，由本章第 2.3.3 節圖 2.23~2.25 可知，本研究所建立的三種指標生物，在猛水蚤部份以溶氧、BOD 及氮氮為重要的水質因子；在魚卵部份以溶氧、亞硝酸鹽及總磷為重要的水質因子；在活動盒形藻部份以溶氧、BOD 及氮氮為其重要的水質因子。其中又以溶氧出現三次及氮氮出現兩次最多。

二、水質改善項目之技術

(一)水質溶氧改善技術：如 2.5.1 節所敘。

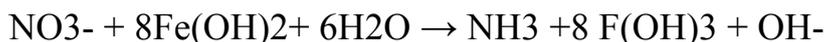
(二)水質氮氮改善技術：可利用曝氣付礫間接觸氧化法、塑膠類等接觸氧化法、氧化溝法及超深層曝氣法，去除率可達 75~95%。

(三)水質 BOD 改善技術：如 2.5.1 節所敘。

(四)水質硝酸鹽改善技術：

1. 化學脫氮：

在碱性 pH 條件下，通過化學方法可以將水中的硝酸鹽還原成氨，反應方程式可表示為：



2. 反滲透：

常用的反滲透膜有：醋酸纖維素膜、聚胺膜和復合膜。壓力範圍為 2070~10350kPa。

3. 電滲析：

該方法可使硝酸鹽濃度從 50mg/L 降低到 25mg/L 以下，它不需要添加任何化學試劑。

4. 生物脫氮：

生物脫氮，又稱生物反硝化，是指在缺氧條件下，微生物利用 NO_3^- 作為電子受體，進行無氧呼吸，氧化有機物，將硝酸鹽還原為氮氣的過程。可表示為： $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$

2.5.3 自然水質淨化技術

在海岸工程技術的水質淨化工法中，可利用自然的海岸環境條件配合人為技術，發揮水質自淨功能，例如利用潮間帶、溼地、藻場、沙灘與礁石本身的自淨作用(如產生生物膜、曝氣、過濾等)，來發展水質淨化工法。在港灣工程中同樣的應盡量利用自然的力量來淨化水質，但因受限於人工設施的存在，其自然淨化工法難度較高。以下列舉若干自然水質淨化工法的觀念和技術：

一、人工沙灘

沙灘使波浪發生碎波增加海水曝氣的機會，水中的氧氣增加，可促進好氧菌的生長和分解有機質。沙層有過濾作用，沙中底棲生物亦可消化有機物。利用重力排水法如圖 2.25 所示，儘量使海水在沙灘下滲後排回海域效果更為顯著。沙灘坡度愈緩效果愈顯著。港區內若已高度發展則沙灘不多，但基於生態和水質的環境保護以及休閒遊憩的發展，應盡量保留和復育沙灘。

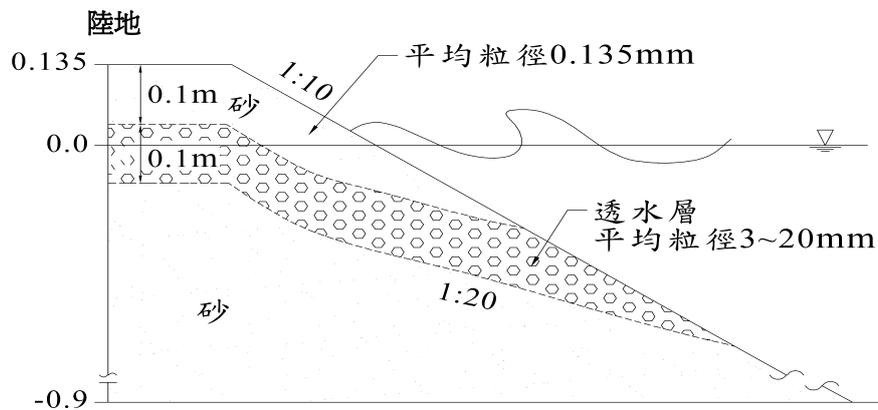


圖 2.25 海灘重力排水法

二、曝氣護岸

波浪沖擊礁石海岸發生強制性的碎波，海水因此有曝氣的自淨作用。曝氣護岸是利用岩礁、緩坡或階梯護岸強迫波浪在護岸上碎波，捲入空氣增加海水含氧量，增進好氣菌分解水中有機物或病原菌等污染物的能力，而達到海水淨化的目的。拋石護岸、消波塊護岸等都有同樣的功能。

三、開孔式碼頭

為減少壁面的波浪反射，孔洞式或設置貯水室的消能式碼頭現已被廣泛使用。此種碼頭除具有曝氣、生物膜的淨化水質功能外，上面增加附著生物如藻類等棲息的空間，增加生態性則連帶也會增加了淨化水質功效。

四、礫間接觸氧化淨化工法

潮溼礁石的表面上易附生微生物，形成所謂的生物膜，消耗氧氣而分解海水中的懸浮或已溶解的有機性污濁物，使海水淨化，此稱為礫間接觸氧化自淨工法。

做為離岸堤、防波堤的拋石透水堤亦可發揮礫間接觸氧化的自淨作用，欲滿足 DO(溶氧量)大於 3~4mg/L 的條件，拋石堤寬約需 10~15 公尺才可達到海水淨化的功能。圖 2.26 為利用礫間接觸氧化達到水質淨化的防波堤構想圖，堤前堤後的海水流經延長距離的礫石間隙，海水進出可達到充分的淨化作用。生物膜隨著時間成長變得太厚時，會因波流的作用而剝離，剝離的生物膜會塞住礫石間隙造成阻塞，因此使用的礫石尺寸不宜太小，但如因潮汐而有往返的水流流動時則無大礙。另在距離入水口附近一公尺內的礫石上常會有螺貝類的附著造成阻塞，同樣的可使用較大尺寸的礫石塊來解決這個問題。

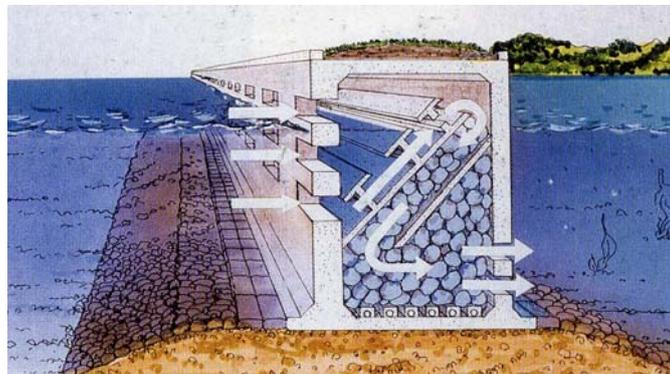


圖 2.26 水質淨化透水性防波堤(日本海洋開發建設協會，1995)

五、人工藻場

海藻、海草的根莖葉以及伴隨其而生的浮游生物等可消化水中營養鹽，避免營養鹽過剩導致水質惡化，並且在水中進行光合作用釋出氧氣增加水中溶氧量，達到水質淨化的功能。藻場的形成必需有固定的基盤，港區裏面空間有限，要堆置藻礁以形成藻場較為困難。但港區水深較淺之處，船舶利用不易且陽光充足，應規劃做為人工藻場。

六、開孔式混凝土堤

為達到有效消減波浪能量以及提升視覺景觀的需求，很多開孔式的新型防波堤陸續被開發出來，如圖 2.27 所示。這種防波堤具有孔隙，

有附著生物生長的基質和游動生物棲息的空間，具透水性可促進港內外海水交換。在設計和施工上難度較高，但能同時達到多方面的功能。



圖 2.27 開孔式新型防波堤(日本海洋開發建設協會，1995)

第三章 訂定港灣生態環境評估準則

3.1 港區陸域生態環境評估準則

3.1.1 概論

台灣海岸環境兼具生態、景觀、遊憩、經濟及教育等功能，然而海岸地帶的景觀綠化隨著不同年代而有不同的手法。早期海岸主要以經濟開發、民眾生活和禦潮防災為考量，海岸設計開發傾向以生產功能及安全需求為主，植栽種植及綠化不被重視，亦較少考慮到生態上的機能。近年來，環保意識抬頭，生態景觀設計手法成為重要議題，海岸生態綠化在現今海堤環繞、海岸工業區林立的時空裡更顯得重要。

因為植物在景觀設計中乃為一相當重要的元素，如空間營造、調節氣候、降低風速、穩定土壤、減少噪音、淨化空氣等功能，在建築空間的利用上，其能創造各種不同的空間感受，亦能遮蔽不良景觀及引導視線；在工程運用上，可以防止眩光、預防水土流失、減少噪音等功能；在氣候之調節上可以防風、遮蔭、調節氣溫及涵養水源等，更可減少大氣中二氧化碳之含量，減緩溫室效應；而在美學上的應用，植栽是影響景觀偏好的因素之一，植物能造成視覺上的美感，且其為自然的產物，可消除人工產物的視覺藩籬，為環境提供自然的感覺，而在環境中只要有植栽配置，特別是喬木的出現，人們對該景觀的偏好就會比較高（Smardon, 1988），所以喬木的出現在景觀中最具有影響力（章錦瑜，1997）。

第一年度本計畫擇訂國內花蓮港港區植栽進行研究，內容包括港區之植生調查與分析（包含美崙公園、江口良三郎公園，參考圖 3.1），與初步研擬港區陸域生態環境評估準則兩部分。

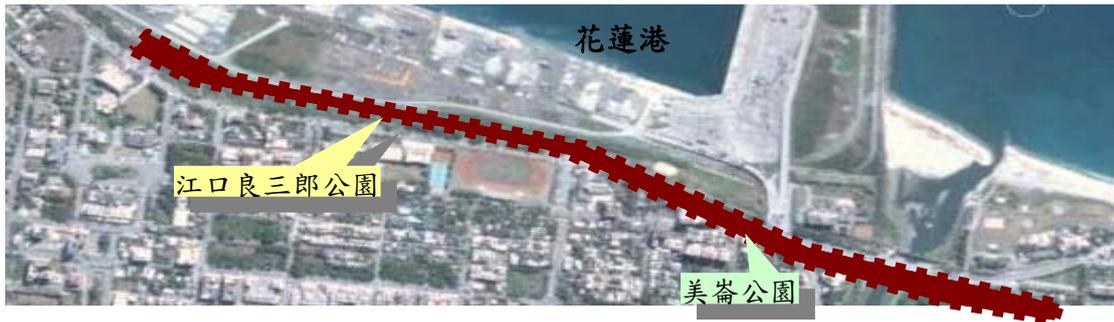


圖 3.1 花蓮港港區植生調查範圍圖

由於植物是構成棲地的主體，也是大部分動物、昆蟲賴以維生的基本資源，亦為生態金字塔中的生產者，且植物種類組成的不同，會產生不同的生態作用，故高度植物種類多樣性的棲地，可支應更多數量、種類的生物生存 (Smith & Thunberg, 1986)。又植物的樹型、葉、花、果或樹皮之顏色，依樹種之不同而有很大的差異，在海岸景觀上可以產生很多美麗的景象，不同的植物所能產生的景觀效果亦不一樣，例如：喬木可以劃分空間；灌木可以使空間產生私密性；蔓藤植物可以綠化廊道或美化牆面；地被植物及草地植物可以覆蓋土面使之產生平面感。了解植物之各種特性並適當把它應用在人類的環境上，將可有效的改善海岸因工業及經濟發展所帶來之環境破壞與衝擊，讓生活環境趨向於大自然，提高人類的生活品質。

以植物做為一個地區生態環境評估指標的理由如下(石英, 2003):

- 一、植物是生態系統的基礎。
- 二、植物基本上是固定的，因為它們能反映一個系統在時間、空間、物理、化學以及生物上的變動，所以它們能指示出它們所經歷的任何長期，持續的壓力。
- 三、植物通常具有相當高的物種豐富度，生長快速，以及對環境改變具有直接反應。

四、各別物種對於廣泛的連串刺激會表現出不同的耐受力，因此，當環境狀況多變時，植物群聚的組成便會針對環境的變化在反應上作改變。

五、植物群聚會針對水文改變、營養物的豐富度、土壤結構及其他環境因子而呈現出變化。

Bedford (1996) 指出，植物因為具有不同的適應性、生物耐受力以及生命史，而可展現出多樣的物種聚集狀態，同時 Bedford 亦認為，喬木植物可視為是漁港生態環境評估中可行的指標之一，原因是喬木之生態性與美感性均較灌木與草地為佳，且喬木植物被用來診斷生態系統所受到的影響亦有不少相關案例，所以有能力作為陸域生態環境評估準則之指標。故本計畫參考相關研究，以海岸喬木植栽景觀美質之偏好狀況建立海岸植栽美質之預測模式，配合生態機能概念，以作為海岸經營管理上之參考。

3.1.2. 港灣植栽之基本操作原則

港灣植栽之營造乃為運用人工方式種植海岸適生植栽，以期達到生態維護，並創造適意景觀環境，增加海岸遊憩機會等機能。港灣植栽設計之基本原則詳列如下：

一、選擇對當地環境適應性強的本土樹種為主，而以已馴化能適應本地環境的引進樹種為輔。

基於地球上生物多樣性的維護，對各地區原生樹種生存的保障，是維護自然生態最基本的工作。故樹種的選擇應以本地原生種為優先。對於外來樹種的引進，要以已成為歸化種的樹種為主要選擇，則生長狀況與將來的維護都較容易，但要特別注意外來生物入侵對生態造成的傷害，因港灣地區適於植物生長的棲地不多，風險較小。適於海邊生存且具觀賞價值的原生樹種有毛柿、苦楝、海芒果等，外來樹種但適於本土海邊種植的景觀樹種有小葉欖仁等。

二、植栽的樹種及數量比例，儘量與潛在植被組成相近，使植物相達到成熟階段的時間縮短。

在某地區經長時間自然演化後而可形成的植被，稱為潛在植被或潛在植生。具有此特性的植生樹種，表示適於當地的棲地環境易於生長，且能承受生態演化的壓力，具有長久生存的永續性。自然演化需要很長的一段時間，人為的生態復育可大幅縮短其演化過程，依棲地潛能的評估，推想其潛在植生狀況，來決定植生復育的對象和類型。

三、儘量以生態綠化手法取代傳統景觀綠化。

生態綠化與一般認知的環境綠化或景觀綠化的理念並不相同。傳統的景觀綠化是在配合土地利用開發下的規劃設計機能所衍生的環境綠化型式，多從景觀美學、視覺欣賞與滿足遊憩機能為考量，主要在滿足人類的多元利用需求。生態綠化又稱生態學的綠化，目的在恢復基地原生植被，加速達到生物多樣性，就工程營建的角度來看傳統景觀綠化與生態綠化設計可就規劃目的、未來成林的目標、植栽工程項目的育苗、移植、驗收、成本效益分析，及未來維護管理工作等項目的差異做一區別。(表 3-1)

表 3-1 傳統景觀綠化與生態綠化設計

特質	傳統景觀綠化	生態綠化
規劃設計之目的	以滿足使用機能、景觀美質、遊憩利用為主要考量目的	以基地生態復育達到生物多樣性為主要目的。使之同時兼具環境保護、生態棲地、景觀遊憩、環境教育等功能。
樹種選擇	具景觀價值的優型樹種為主 因應市場流通機制	強調原生樹種的使用，特別是本土適應良好且為當地的潛在自然植生

特質	傳統景觀綠化	生態綠化
植物相	因應工程施作及驗收的方便性及市場考量就單一或少數種植物進行植栽配置	考慮基地生態環境特性，動物棲息生境需求，以符合生態景觀設計要求的多種苗木構成複雜且安定的生態系。因之 植物種類歧異度高 植栽結構歧異度大
育苗	多為外地苗圃育苗	以現地育苗為主，免除馴化過程
苗木大小與移植	多半以大樹為主，移植耗功費時，不易存活且影響以後生機	強調以小苗為主，由異齡苗木構成複層林，以兼顧短長期生態目的
驗收	以苗木的總數、定植前客土、施肥及育苗系統、灌溉系統及密度控制手段，分期驗收成果，逐步實現	分工程部分就苗木質量、密度控制、灌溉系統等，與生態部分就多樣性分期驗收
維護管理	為維持良好景觀效益養護需持續進行，工作繁複多樣	在栽植後二～三年需維持一定程度之管理，後續為低度養護
成本效益分析	景觀綠化施作時的苗木費、移植及養護等費用較高 要維持良好景觀效益後續維護管理成本偏高 整體效益多從工程成本為主要考量依據，忽略自然環境生態效益	生態綠化施作時的苗木費、移植及養護等費用較低 形成近自然生態系，可降低維護管理成本

四、多採用群聚方式栽植，且配置時應儘量運用自然力形成具干擾、阻撓等機能，以達保護海岸環境的目的。

在海水濺澆到的地方，應選用耐潮性較強的地被植物；海岸林最前線直接遭逢潮風，則選用耐潮性的樹；而不直接遭受潮風的海岸林

後側，則可選用較不具耐潮性的樹種。同時受潮風吹襲的海岸樹木，其樹冠幾乎成拋物線形，由海側（迎風側）向內陸部形成林冠線，為了減少風壓，在海岸最前線以種植低木較適當，而逐漸向內陸栽種次高植栽，以形成拋物線樹高；在受潮風影響範圍內應採用群植密植，以抵抗風壓。植樹帶中可設置景觀遊憩設施，靠內陸側則可選用一般景觀植栽（圖 3.2）。

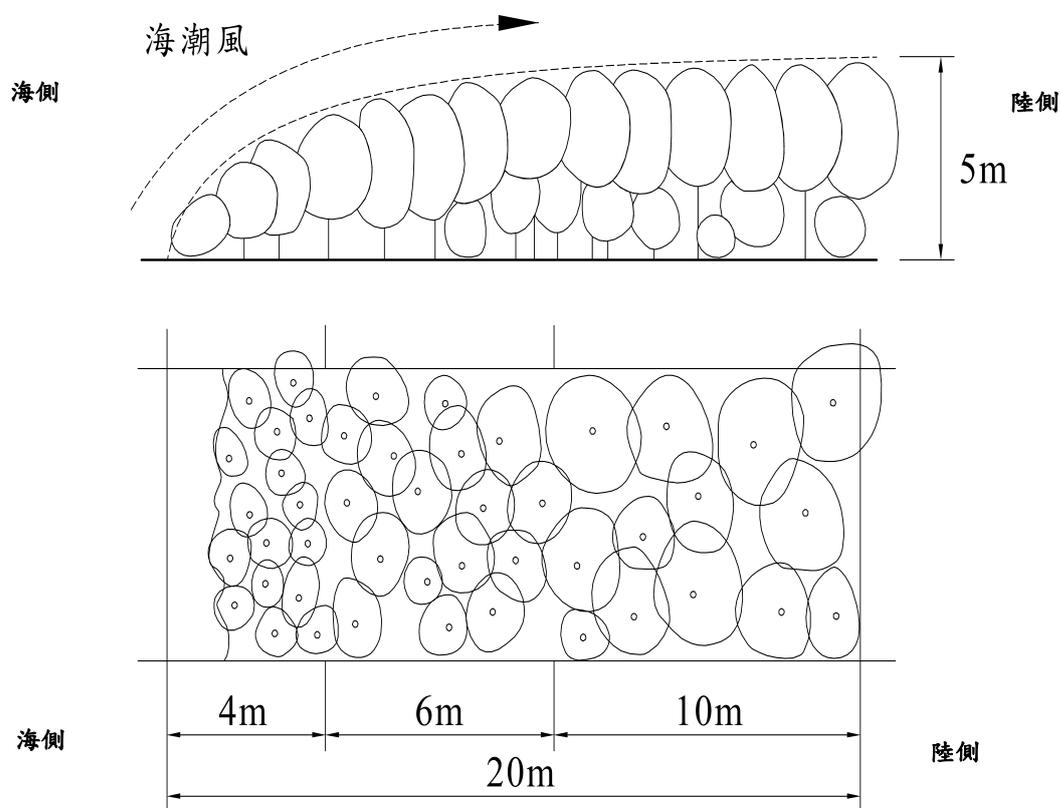


圖 3.2 海岸群聚植生方法

五、港灣地區土壤有機質缺乏，可用有機肥或栽植肥木，促進植栽生長。

港灣地區土地經開發使用已久，大部分的土壤土質貧瘠缺乏養分透水性差，必須加以改良。土壤顆粒組成不佳者需更換客土，土質貧瘠者需施加肥料，使植物易於生長，來增加其對周圍嚴苛環境的抵抗力。化學肥料使用過久會使土壤酸化，不宜長時施加，草皮植生必須對表土做全面改良，例如覆蓋客土或翻鬆表土等。

六、植栽移植時須考量季節及運用特殊技術，以減少風害和乾旱問題，要特別注意根部保水問題。

海岸植生成功最重要的關鍵是要供給植物充分的水分，尤其在幼苗實期或栽種初期，必須保持有充分的水分，利用點滴灌溉法以水管配置澆灌，可節省灌溉水量；利用噴灑設備噴灑植株可減低枝葉的風害。此外如搭設防風網，或於栽種時在根部配合基肥加用保水劑，或枝幹包覆防護與使用蒸散抑制劑等，都可有效提高植栽的存活率。植栽移植後可覆蓋稻草防止土壤乾燥與表面侵蝕、抑制雜草。

七、樹木的移植必須選擇齡期大小合適的健康苗木。

港區的植生幾乎全部需要人為栽植，故苗木的選擇是必要的工作。除適當的樹種外，苗木大小必須合宜，一般以大苗米徑在 8 到 10 公分左右者為佳。苗木較小者雖成活後較能適應當地棲地環境，但小苗不易成活，開頭幾年需要特別照顧，且耗費時日；苗木較大者，不易真正適應當地環境，後續生長狀況可能較差，移植的苗木在挖出後，必須馬上栽種，拖延愈久愈不易成活，即使成活也是後續生長不良。枝葉要適當裁減。切斷的根部傷口要整齊，最好塗上癒合劑。根部最好附帶大塊土球栽種，落葉樹可不帶土球，但都要注意根部的濕潤避免其乾枯。

3.1.3 港灣植栽樹種選擇

雖然海岸植物扮演相當重要之角色與功能，但在海岸進行植栽工作時，首要問題就是要克服鹽分、防止飛沙等，因此海岸地帶有其適種之植物，列舉如下（鄧書麟等，2006）：

一、常綠性喬木：相思樹、白千層、蒲葵、海欖果、臭娘子、木賊葉木麻黃、銀木麻黃、榕樹、瓊崖海棠、福木、繖楊、毛柿、構樹、無葉檉柳、華北檉柳、稜果榕、白樹仔、黃槿、肯氏南洋杉、大葉山欖、棋盤腳、蓮葉桐、穗花棋盤腳、欖李、銀葉樹、小葉南洋杉、海茄苳、樹青、檄樹及台灣海棗等。

二、落葉性喬木：苦楝、朴樹、刺桐、台灣欒樹、黃連木、欖仁、土沉香、蘭嶼土沉香及水黃皮等。

三、小喬木或灌木：草海桐、羅漢松、毛苦參、苦藍盤、白水木、香鵝掌藤、月橘、綠珊瑚、紐仔樹、林投、象牙樹、蓖麻、臺灣胡頹子、俄氏胡頹子、夾竹桃、冬青菊、金露花、止宮樹、厚葉石斑木、馬甲子、亞洲濱棗、印度田青、苦檻蘭、藍星花、台灣海桐及海桐等。

四、地被植物海南草海桐、馬鞍藤、蔓荊、濱刀豆、濱豇豆、台灣濱藜、海馬齒、裸花鱗蓬、雙花蜚蜞菊、天蓬草舅、蘆葦、鴨舌癩、過長沙、賽芻豆及文珠蘭等。

五、水線區之挺水植物欖李、苦檻藍、紅樹類、穗花棋盤腳、土沉香、蘆葦及香蒲等。

3.1.4 植物的生態性指標

本計畫希冀制訂「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」。若以植物作為評估漁港棲地環境指標，應先進行植物之生態調查，其次必須決定生態指標，以用來判斷生態品質的好壞，和以利於進行生態環境評估。生態品質的好壞，乃基於其生態系統的運作是否健全，生態系統運作健全，即有生物多樣性高、自然度高等特徵出現。此外為易於做評估，此生態特性必須能夠定量化。因此植生自然度、綠覆率、歧異度、植物分層結構、植群內緣比等評估因子被選擇出來做為指標。

參考相關文獻，各評估指標和生態機能的相關內容整理如下表 3-2。此外港區植生對景觀的意義也必須同時被考慮，故分析其景觀特性之內容列於表 3-3。各評估指標的詳細內容詳述如後。

表 3-2 生態指標的項目和其代表的生態特性

綠化因子	參考文獻	說明
植物多樣性	杜文郁(1998),環保署(2002),林憲德(1999),韓可宗(1998),李素馨等(1996),Smith(1993),Thorne(1993),Baschak&Brown(1995)	植物多樣性係指棲地內植物種類所佔的比例。多樣性越高則植群類型愈豐富、其訊息含量與不定性愈大,其指標值也越高
植物自然度	杜文郁(1998),環保署(2002),濱岡六右衛門(1998),黃增泉等(1999),Claire Freeman(1999)	植物自然度主要探討植物社會組成結構,自然度愈高愈能達到生態之平衡,愈能承受外在力的干擾
植物分層結構	杜文郁(1998),彭國棟(2000),楊秋霖(1995),明延凱&周光裕(1997)	植物分層結構反映群落對環境的適應、動態和機能。植群分層結構愈複雜,區域內植物生長情況及生態結構愈穩定
綠覆率	杜文郁(1998),彭國棟(2000),環保署(2002),Thorne(1993)	綠覆率係指單位面積內植栽垂直投影面積所佔的百分比,是評價環境質量的標準之一
植群內緣比 (棲地面積) (棲地形狀)	游登良(1989),俞孔堅(1998),Collinge(1996),Forman(1995),Dramstad(1996),Hanski(1998)	植群內緣比主要探討植群林緣性。林緣性在兩個或多個不同的植物生態系統的邊緣帶,有更活躍的能流和物流,具有豐富的物種和更高的生產力

資料來源：本計畫整理

表 3-3 植物生態指標影響美質條件

綠化因子	調查內容	影響美質條件
植物多樣性	植物歧異度 植物均勻度	植物景觀元素所構成之空間位置和關係之差異性，給人有大自然不規則性與變化性之感受
植物自然度	等級	自然度高代表近似於植群原始之風貌，對於觀賞者有愉悅、開闊的影響
植物分層結構 (植群垂直結構)	不同植物塊體分布面積比	整體美的形象是通過個體之間的組合來體現。植群各種尺度所構成空間組合上之層次變化，層次愈複雜愈能創造豐富之景觀
綠覆率	植被覆蓋度	植物景觀元素所構築明暗度之差異性。植物在景觀美質上，有和緩區域擁擠空間、減輕視覺壓力之緩衝功能。綠覆率愈高愈能達成上述之功能
植群內緣比 (植群水平結構)	不同植物塊體之邊長樣區面積	植物景觀元素所構成之形狀與線條之差異性。內緣比愈高，即綠地與人工化土地的生態交錯帶愈長，愈能創造豐富之景觀

資料來源：本計畫整理

一、植物多樣性

植物是構成生物棲息環境的主體，棲息環境的植物種類會影響棲息地的微環境，產生不同的生態作用。高度多樣性植物種類之環境，可提供更多不同生命週期組成之物種對散置式棲地的需求，因此能供應更多生物生存，使實質環境之生態性更趨完整 (Smith & Theberge, 1986; 劉崇瑞、蘇鴻傑, 1983; 王小璘、劉若瑜, 2001)。缺乏多樣性結構的植物群落，由於植物種類較少，形成的生態群落結構很脆弱，極容易向逆行方向演替。

植物多樣性指標是指棲地內植物種類所佔的比例。多樣性越高則植群類型愈豐富、其訊息含量與不定性愈大，其指標值也越高。此可

依據 Shannon's index of diversity (H')、Simpson's index of diversity (λ) 測得，其公式為：

$$\lambda = \sum (n_i/N)^2 \dots\dots\dots(1)$$

λ 為 Simpson's index of diversity， n_i/N 為機率，表示在一樣區內同時選出兩棵，其屬於同一種的機率是多少。其最大值是 1，表示此樣區內只有一種。如果優勢度集中於少數種時， λ 值愈高。

$$H' = -\sum ((n_i/N)\ln(n_i/N)) \dots\dots\dots(2)$$

n_i ：某種個體數 N ：所有種個體數

H' 為 Shannon's index of diversity，此指數受種數及個體數影響，種數愈多，物種間的個體分佈愈平均，則值愈高。但相對的，較無法表現出稀有種。

二、植物自然度

植物社會是指一群相同或不相同的植物族群生長在同一棲地上，彼此營運著不同的功能，相互依存，相互影響，及相互協調以達到一有組織，有規律及穩定的社會組織（周昌弘，1990）。大多數植物生態學家皆認為，植物群落消長的終點（不斷的演替）必然會出現一個較穩定的植物社會，此為終極植物社會。此階段的植物群落之種歧性最大，勻質度高，生產力高，而形成一動態的穩定性，且對外來種具有抗拒侵入的能力，在此情形的植物群落稱為極峯植物社會。Clements 特別強調植物消長的結果，必然產生一穩定的植物社會，此時植物將不再改變。植物自然度的定義如：植物群落到達其極盛相所需時間的長短，時間愈長自然度愈高（濱岡六右衛門，1998）；植物自然度是依據植物社會學說的觀點，探討土地的自然性被人類破壞程度的指標，而植物自然度指標，主要探討人類的開發行為，其土地被破壞的程度（環保署，2002）。

植物自然度主要探討人為干擾下，植物結構、組成之改變程度，國內環保署所定分級標準如表 3-4。但是漁港植群以人工植栽為主，上述分級標準並不適於本計畫，故依現地之植群組成型態另定分級標準如表 3-5，係從人為復育的角度，探討其植物結構、組成的差異性。雖然本計畫擬定之分級標準與文獻定義不同，不過皆以植物社會學說的觀點，探討不受人工干擾的歷時長度來訂定自然度的等級。喬木由於生命週期較長，喬木的存在表示其已經過較長時的生態演替，較長的生態演替一般應擁有較高的自然度，故區分在比較高的等級，等級的區分喬木以其胸高直徑 (dbh) 來判斷。灌木與草地生命週期較短，易於達到其極盛相，故區分在比較低的等級。自然度指數計算公式，如下式 (3)。

$$N = ((a_1 \times n_1) + (a_2 \times n_2) + (a_3 \times n_3)) / A \dots\dots\dots (3)$$

a：單層次植物面積 n：單層次植物自然度 A：樣區面積
 (各層次為喬木層、灌木層與草地層)

表 3-4 植物自然度定義分級標準

等級	植物組成	土地利用現況
自然度 5	天然林地	包括未經破壞之樹林，以及曾受破壞，然已演替成天然狀態之森林；即植物景觀、植物社會之組成，結構均頗穩定，如不受干擾其組成及結構在未來改變不大。
自然度 4	原始草生地	在當地大氣條件下，應可發育為森林，但受立地因子如土壤、水分、養分及重複干擾等因子之限制，使其演替終止於草生地階段，長期維持草生地之形相。
自然度 3	造林地	包含伐木跡地之造林地、草生地及火災跡地之造林地，以及竹林地。其植被雖為人工種植，但其收穫期長，恆定性較高，不似農耕地經常翻耕、改變作物種類。
自然度 2	農耕地	植被為人工種植之農作物，包括果樹、稻田、雜糧、特用作物等，以及暫時廢耕之草生地等，其地被可能隨時更換。
自然度 1	裸露地	由於天然因素造成之無植被區，如河川水域、礁岩、天然崩塌所造成之裸地等。
自然度 0	無植被區	由於人類活動所造成之無植被區，如都市、房舍、道路、機場等。

資料來源：植物生態評估技術規範、2002

表 3-5 本計畫植物自然度分級標準

等級	植物組成	定義
自然度 5	天然林地，人為喬木	喬木 $\varnothing > 16\text{cm}$
自然度 4	人為喬木	喬木 $8\text{cm} \leq \varnothing \leq 16\text{cm}$
自然度 3	人為喬木，天然灌木，人為灌木	喬木 $\varnothing \leq 8\text{cm}$ ，灌木 5 年生以上
自然度 2	人為灌木，天然草地	灌木介於 3-5 年生，自然草本
自然度 1	人為灌木，人工草地	灌木 3 年生以下，人為干擾草本
自然度 0	無植被	裸露地

\varnothing :胸高徑 單位:cm

資料來源：本計畫整理

三、植物分層結構

植物分層結構通常泛指環境區域內植群的垂直層次結構，如喬木層、灌木層及草地層等（林麗樺，2002）。植物分層結構反映群落對環境的適應、動態和機能。植群分層結構愈複雜，區域內植物生長情況及生態結構愈穩定。一般而言，物理環境愈趨極端，層次愈少；當環境適中而限制因子不顯著時，層次之分化最發達（劉崇瑞、蘇鴻傑，1983；賴明洲，2000）。

植物分層結構也反映群落對環境的適應、動態和機能，植群分層結構愈複雜，區域內植物生長情況及生態結構愈穩定，因此目前生態綠化非常重視複層植栽方式。參考相關案例，本計畫擬定植物分層結構分級標準，如表 3-6 所示，並將不同層植物面積之比值，轉化為等級（等距尺度）的方式表示之，方便後續計算。植物面積的計算方式，可參考下表 3-7、3-8 所示。

表 3-6 植物分層結構分級標準

等級	定義	等級	定義
1	比值介於 0~5%	9	比值介於 40~45%
2	比值介於 5~10%	10	比值介於 45~50%
3	比值介於 10~15%	11	比值介於 50~55%
4	比值介於 15~20%	12	比值介於 55~60%
5	比值介於 20~25%	13	比值介於 60~65%
6	比值介於 25~30%	14	比值介於 65~70%
7	比值介於 30~35%	15	比值介於 70~75%
8	比值介於 35~40%	16	比值大於 75%以上

資料來源：本計畫整理

表 3-7 各種植物塊體面積計算基準

植物塊體種類	計算基準
喬木層	採用植栽之胸高直徑 (DBH) 計算，計算法參考表 9
灌木層	以實際面積計算
草地層	以被覆面積計算

資料來源：縣市法定空地綠化實施要點

表 3-8 喬木層綠覆面積計算表

樹型	類別	每株綠覆面積 (m ²)	株距 (M)	栽植時胸高徑計算法
開展型	喬木	64 m ²	6M	(H) 4m 以上 (W) 2m 以上 栽植時，胸高徑 21-30cm 者同
		36 m ²	5M	(H) 3.6m-4m (W) 1.5-2m 栽植時，胸高徑 11-20cm 者同
		16 m ²	4M	(H) 3.1-3.5m (W) 1.2-1.5m 栽植時，胸高徑 5-10cm 者同
直立型	喬木	36 m ²	5M	(H) 4m 以上 (W) 2m 以上 栽植時，胸高徑 21-30cm 者同
		16 m ²	4M	(H) 3.6m-4m (W) 1.5-2m 栽植時，胸高徑 10-20cm 者同
	棕欖木	16 m ²	4M	幹高 3.5m 以上 栽植時，胸高徑 10-30cm 者同

樹型	類別	每株綠覆面積 (m ²)	株距 (M)	栽植時胸高徑計算法
開展型	特大樹 移植	100 m ²	8M	(H) 4m 以上 (W) 3m 以上 栽植時，胸高徑 51cm 以上者同
		81 m ²	7M	(H) 4m 以上 (W) 3m 以上 栽植時，胸高徑 31-50cm 者同
直立型	特大樹 移植	64 m ²	6M	(H) 6m 以上 (W) 3m 以上 栽植時，胸高徑 51cm 以上者同
		49 m ²	5M	(H) 6m 以上 (W) 2m 以上 栽植時，胸高徑 31-50cm 者同

H:樹高度 W:樹冠寬度 胸高直徑:距地面一米高樹幹直徑

資料來源：縣市法定空地綠化實施要點

四、綠覆率

綠覆率是評價棲地環境質量的標準之一（環保署，2002）。由於植物具有調節微氣候、溫濕度、淨化空氣及水土保持等環境生態機能（楊龍士，2001），且對於視覺上具有柔化剛性構造物的效果，因此提高綠覆率可以達到穩定氣溫、減量二氧化碳，改善棲地生態和微環境、及美化的功能。

綠覆率之計算即單位面積內植栽垂直投影面積所佔的百分比，其計算公式為：

$$C = a / A \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

a：植栽垂直投影面積 A：樣區面積

（喬木、灌木和草地植物重疊的地方，覆蓋面積只計算一層）

五、植群內緣比

植群內緣比即植群的林緣性。林緣性在兩個或多個不同的植物生態系統或景觀元素的邊緣帶，有更活躍的能流和物流，具有豐富的物種和更高的生產力。不過，若是毗鄰的另一個相異環境，生態系統在

邊緣以內的相當距離，都會受到嚴重的影響，其水平及垂直結構、寬度及豐富度皆會因此而轉變，改變棲地內部的生態作用（涂芳美，2002）。

植群林緣性主要在於風及光進入植群棲地之質與量，如此會改變植群棲地的微氣候環境及干擾的比率。密實或圓形的植群因其對外接觸的邊長較小，有較小的林緣性；而彎曲的邊界則有較高的機會與相鄰棲地產生交互作用。一般來說，提供足夠大小的棲地維持內部棲息環境，並加上適當的植群形狀之設計，當可提高生物物種的豐富度及生存力（Gutzwiller & Anderson，1992）。

另外，林緣性是一種生態性豐富的異質交錯帶，亦即林緣性在兩個或多個不同的植物生態系統的邊緣帶，有更活躍的能流和物流，具有豐富的物種和更高的生產力。測度林緣性的應用公式，可使用邊緣效應指數（衡量形狀生態功能的指數），其計算公式如下式 5。

$$S = A/P \dots\dots\dots(5)$$

P：不同植物塊體之邊長 A：樣區面積

3.2 港區植生調查與分析案例

本計劃針對花蓮港港區進行植栽調查，並作為陸域生態環境評估的案例。為省時，省錢及省人力，選取能代表全區植物類型之樣區是必要的，而就區內之主要植物進行取樣調查時，調查方法會因植物類型而異。植物生態評估技術規範（2002）指出，調查時須將取樣位置標示於圖上，樣區之數目、大小、分佈均依實地狀況作決定。因為取樣的目的是在推論當地植物資料，所以取樣的樣本只要能代表當地植物群體即可，又取樣的方法雖然有許多種，應配合植物類型、現場地形的變化、植物的特性及調查人力與時間上的可行。

由於本計畫植物現況調查，主要是將定量調查的結果，作為後續應用 BSI 模式的基礎資料，但因為計畫區之面積範圍頗大，參考規範

中調查方法，若應用劃設樣區調查法，將是利植物調查之進行。經 2009 年 4 月 18 日和 19 日兩天現況勘查後，本計畫共選定 23 個具有代表性的樣區，依現況將每個樣區劃設為 15×25 公尺，如圖 3.3、圖 3.4 所示。經現況調查與統計，全區喬木植栽共計得 12 科 19 種，而且全數幾近是人為培育植栽；灌木植栽計有 4 科 5 種，包括馬櫻丹（馬鞭草科）、金露華（馬鞭草科）、文珠蘭（石蒜科）、草海桐（海桐科）、蘭嶼羅漢松（羅漢松科）等。調查結果顯示，全區喬木以棕櫚科植物的數量最多（共有 155 株），且以可可椰子的 125 株，占棕櫚科植物中百分之八十為最大宗，另外欖仁樹、榕樹之數量亦不少，分別有 78 株與 60 株，不過若以各區之喬木總類數的調查結果來看，排序第一之 st11 樣區僅有七種，其他各樣區皆在六種以下，可見本計畫區之喬木植生的多樣性不高，全區調查結果可參考表 3-9 所示。最後，再應用 EXCEL 軟體計算各項植栽綠化因子，包含植生自然度、綠覆率、歧異度、植物分層結構等各項初步統計結果，呈列如下表 3-10 所示。

表 3-9 喬木植物調查結果

種類	科別	可可椰子	大王椰子	酒瓶椰子	華盛頓棕櫚	苦楝	構樹	茄冬	千頭木麻黃	台灣海棗	黃金榕	榕樹	福木	鳳凰木	欖仁樹	刺桐	香蕉	黃心柿	個體數	
st1	棕櫚科	0	0	0	0	0	0	7	0	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	3
st2	棕櫚科	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
st3	棕櫚科	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	3
st4	棕櫚科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
st5	棕櫚科	16	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
st6	棕櫚科	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	2
st7	棕櫚科	13	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
st8	棕櫚科	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	4
st9	棕櫚科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	3
st10	棕櫚科	2	0	1	0	8	0	0	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	5
st11	棕櫚科	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1	6	0	2	0	0	7
st12	棕櫚科	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	3
st13	棕櫚科	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
st14	棕櫚科	21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
st15	棕櫚科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1
st16	棕櫚科	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	0	0	3

種類	科別	可可椰子	大王椰子	酒瓶椰子	華盛頓棕櫚	苦楝	構樹	茄冬	千頭木麻黃	台灣海棗	黃金榕	榕樹	福木	鳳凰木	欖仁樹	刺桐	香蕉	黃心柿	個體數
st17	棕櫚科	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	3
st18	棕櫚科	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	6	0	0	0	4
st19	棕櫚科	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2
st20	棕櫚科	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	10	4
st21	棕櫚科	3	0	0	3	0	0	0	6	0	0	2	0	11	8	0	0	0	6
st22	棕櫚科	3	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	0	4
st23	棕櫚科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總數		125	1	1	28	9	3	7	8	4	10	60	2	20	78	15	2	28	



●:15×25 公尺樣區 :觀測方

圖 3.3 樣區位置參考圖



圖 3.4 樣區劃設參考圖 (st6 樣區)

表 3-10 各項植栽綠化因子分析結果

樣區	喬木 歧異度 λ	喬木 歧異度 H'	自然度	喬木/草地 面積比	草地/灌木 面積比	喬木/灌木 面積比	綠覆率	美質均數	標準差	排序
st1	0.4013	0.4356	3.49	0.45	0.00	0.00	0.96	5.21	0.94	4
st2	0.5950	0.3173	1.93	0.40	0.00	0.00	0.79	4.43	0.90	18
st3	0.4640	0.3690	3.13	0.45	0.00	0.00	0.79	4.36	0.97	20
st4	0.5556	0.2764	3.93	1.23	0.00	0.00	0.96	3.21	0.77	23
st5	0.5661	0.3366	1.97	0.45	10.91	4.96	0.81	4.21	0.67	21
st6	0.7341	0.1894	1.88	1.30	6.09	7.90	0.86	4.86	0.99	11
st7	0.5741	0.3170	3.25	0.41	8.89	3.67	0.86	4.57	0.90	17

樣區	喬木 歧異度 λ	喬木 歧異度 H'	自然度	喬木/草地 面積比	草地/灌木 面積比	喬木/灌木 面積比	綠覆率	美質均數	標準差	排序
st8	0.4320	0.4656	3.15	0.66	3.62	3.39	0.70	4.57	1.05	15
st9	0.5000	0.3768	1.87	0.49	5.03	3.45	0.75	4.57	1.05	15
st10	0.2851	0.6309	1.71	0.27	25.52	6.83	1.00	5.86	0.99	1
st11	0.2267	0.7444	3.01	0.30	1.85	0.55	1.00	5.14	0.83	7
st12	0.4506	0.4056	1.55	0.24	19.47	4.70	0.91	5.43	0.90	3
st13	0.4200	0.4729	3.70	0.55	7.93	4.38	0.91	5.50	0.73	2
st14	0.9132	0.0803	1.61	0.38	4.25	1.60	0.72	3.79	0.86	22
st15	1.0000	0.0000	3.78	1.02	45.50	46.62	0.83	4.79	1.01	12
st16	0.4050	0.4321	3.06	0.45	18.57	8.33	0.83	4.93	1.16	9
st17	0.3600	0.4581	3.01	0.91	23.14	21.00	0.75	4.43	1.40	19
st18	0.3367	0.5200	3.46	0.50	3.35	1.68	0.84	4.71	1.33	14
St19	0.7551	0.1781	3.46	1.47	0.89	1.32	0.78	4.79	1.47	13
st20	0.3525	0.5060	3.26	1.52	1.31	3.00	0.78	5.21	1.47	5
st21	0.2231	0.7060	3.08	0.57	5.34	3.05	0.99	4.93	1.16	9
st22	0.3287	0.5236	1.93	0.24	5.84	1.41	1.00	5.14	0.91	6
st23	0.0000	0.0000	0.80	0.08	35.11	3.93	1.00	5.14	1.81	8

3.3 港區浮游生物調查與分析

3.3.1 調查位置及方法

本計畫選擇在高雄港港內選擇五個固定測點進行兩次調查（第一次：98/3/13；第二次：98/6/6）。在花蓮港及基隆港內各選擇五個固定測點進行一次調查（花蓮港：98/9/20；基隆港：98/8/22）。調查位置如第二章圖 2.9~2.11 所示。

浮游動物調查方法是進行近表層及垂直之採樣：使用之網具為北太平洋標準網（NorPac net，網口直徑 45 cm，網長 180 cm，網目 330 μm ），網口裝置流量計（HydroBios）以估算流經網口之水量，採得之浮游動物樣品均在船上以 5~10% 中性福馬林固定保存。於實驗室內，將裝於標本瓶中待檢測的浮游動物樣品，以較大口徑吸管吸取出部份的浮游動物樣品，再置於立體解剖顯微鏡下，檢視及計數海水中所含浮游動物種類及數量，以進行定性種類組成及定量密度分析，如此經重複吸取出部份的浮游動物樣品，重複檢視及計數，直至待檢測之浮游動物樣品，檢測完畢為止。檢測分類應依聯合國教科文組織 UNESCO 的黑潮探測(CSK)所訂定之項目分類標準(Tham, 1973)編製分類標準外，並考量沿岸、河口經常出現幼生類群，對於樣品中有大量出現的優勢種（佔總量 30% 以上或前 3 至 5 個優勢種）則最好鑑定至種。

浮游植物調查方法是以採水器在表層採海水，再加入 50 毫升之中性福馬林固定保存，以便進一步鑑定及計數浮游植物之種類組成。浮游植物之鑑定及計數是以中性福馬林保存之浮游植物樣品，先攪拌均勻後，視量取 100ml 至 500ml 之水樣，放至沈澱管座上靜置 24 小時俾便充分沉澱，再以倒立光學顯微鏡(Nikon,model A300) 觀察及計數浮游植物之種類數量。

3.3.2 浮游動物調查結果

調查結果顯示高雄港區內第一季浮游動物，在真愛碼頭、旗津渡輪站及鹽埕碼頭皆出現 7 種浮游動物，在新光碼頭以及鼓山渡輪站出現 6 種浮游動物，其中 5 個測站均有出現哲水蚤、劍水蚤及貝類幼生，各測點物種數介於 6~7 種。第二季浮游動物調查結果顯示，在新光碼頭及鹽埕碼頭出現 2 種浮游動物，在鼓山渡輪站及旗津渡輪站出現 5 種浮游動物，在真愛碼頭出現 7 種浮游動物，其中又以哲水蚤及猛水蚤出現 4 次最多，如表 3-11 所示。其調查數量如附錄 2.1，2.2 所示。

表 3-11 高雄港浮游動物物種數

	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡船頭	鼓山渡船頭	鹽埕碼頭
第一季浮游動物種數	7 種 哲水蚤、劍水蚤、無節幼體、蟹類幼生、貝類幼生、尾虫類、Fish eggs	6 種 哲水蚤、劍水蚤、中腹足類、貝類幼生、尾虫類、Fish eggs	7 種 哲水蚤、劍水蚤、無節幼體、端腳類、中腹足類、貝類幼生、Fish eggs	6 種 哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、貝類幼生、Fish eggs	7 種 哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、中腹足類、貝類幼生、Fish eggs
第二季浮游動物種數	7 種 鉢水母、哲水蚤、劍水蚤、端腳類、螢光蝦類、藤壺幼生、尾虫類	2 種 哲水蚤、劍水蚤	5 種 多毛類、劍水蚤、猛水蚤、藤壺幼生、甲殼類卵	5 種 夜光蟲、哲水蚤、劍水蚤、無節幼體、藤壺幼生	2 種 哲水蚤、甲殼類卵

花蓮港浮游動物調查結果顯示，在賞鯨碼頭出現 6 種浮游動物，在觀光碼頭外側出現 5 種浮游動物，在觀光碼頭內側出現 7 種浮游動物，在遊輪碼頭出現 10 種浮游動物，在花蓮港務局前出現 9 種浮游動物。其中，哲水蚤及猛水蚤出現 5 次最多，又以哲水蚤數量最多為優勢種，如表 3-12 所示。其調查數量及種類如附錄 2.3。

表 3-12 花蓮港浮游動物物種數

	賞鯨碼頭	觀光碼頭外側	觀光碼頭內側	遊輪碼頭	花蓮港務局前
浮動物種數	6 種 管水母、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳類卵、尾虫類	5 種 哲水蚤、劍水蚤、端腳類、藤壺幼生、貝類幼生	7 種 哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳類卵、介形類、Fish eggs、多毛類	10 種 哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、多毛類、端腳類、棘皮幼生、蟹類幼生、貝類幼生、Fish eggs	9 種 哲水蚤、劍水蚤、多毛類、介形類、甲殼類卵、蟹類幼生、貝類幼生、Fish eggs

基隆港浮游動物調查結果顯示，在西候碼頭出現 7 種浮游動物；在火車站前廣場出現 10 種浮游動物；在基隆港務局前出現 8 種浮游動物；在正濱漁港內側出現 9 種浮游動物；在正濱漁港外側出現 7 種浮游動物。五個測站中以哲水蚤、猛水蚤及橈腳幼生出現五次最多，其中又以哲水蚤數量最多為優勢種，各測站物種數介於 7~10 種，如表 3-13 所示。其調查數量及種類如附錄 2.4。

表 3-13 基隆港浮游動物物種數

	西候碼頭	火車站前廣場	基隆港務局前	正濱漁港內側	正濱漁港外側
浮動物種數	7 種 管水母、哲水蚤、劍水蚤、多毛類、橈腳類卵、藤壺幼生、尾虫類	10 種 管水母、鉢水母、毛顎類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、介形類、藤壺幼生、貝類幼生、尾虫類、Fish eggs	8 種 哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、端腳類、糠蝦類、藤壺幼生、尾虫類	9 種 毛顎類、多毛類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、無節幼體、藤壺幼生、甲殼類卵	7 種 管水母、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、藤壺幼生、甲殼類卵

3.3.3 浮游植物調查結果

調查結果顯示高雄港區內第一季浮游植物，在鼓山渡輪站出現 34 種浮游植物；在旗津渡輪站出現 20 種浮游植物；在鹽埕碼頭出現 21 種浮游植物；在真愛碼頭出現 17 種浮游植物；在新光碼頭出現 41 種浮游植物。第二季調查結果顯示，在旗津渡輪站、鹽埕碼頭以及真愛碼頭皆出現 18 種浮游植物；在新光碼頭出現 17 種浮游植物；在鼓山渡輪站出現 16 種浮游植物。各測點物種數介於 16~18 種，如表 3-14 所示。其數量及種類如附錄 2.5、2.6 所示。

表 3-14 高雄港浮游植物物種數

	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡船頭	鼓山渡船頭	鹽埕碼頭
第一季浮游植物種數	17	41	20	34	21
第二季物種浮植種數	18	17	18	16	18

花蓮港調查結果顯示，在賞鯨碼頭出現 34 種浮游植物；在觀光碼頭外側出現 8 種浮游植物；在觀光碼頭內側出現 14 種浮游植物；在遊輪碼頭出現 14 種浮游植物；在花蓮港務局前出現 13 種浮游植物。各測點種類數介於 8~34 種，如表 3-15 所示，其調查數量及種類如附錄 2.7 所示。

表 3-15 花蓮港浮游植物物種數

	賞鯨碼頭	觀光碼頭 外側	觀光碼頭內 側	遊輪碼頭	花蓮港務 局前
浮植物種數	34	8	14	17	13

基隆港調查結果顯示，在西候碼頭出現 17 種浮游植物；在火車站前廣場出現 12 種浮游植物；在基隆港務局前出現 6 種浮游植物；在正濱漁港內側出現 23 種浮游植物；在正濱漁港外側出現 12 種浮游植物。各測點種類數介於 6~23 種，如表 3-16 所示，其調查數量及種類如 2.8 所示。

表 3-16 基隆港浮游植物物種數

	西候碼頭	火車站前 廣場	基隆 港務局前	正濱漁港 外側	正濱漁港內 側
浮植物 種數	17	12	6	23	12

3.4 港區水域生態環境評估

3.4.1 生態指標

在生態之研究上，歧異度指數(H')是用來評估一群聚結構中之物種組成與分布狀況之變化 (Spellerberg, 1991)。該指標利用生物種類及各物種數量以評估測站之生物歧異度，其前提為生物種類增加且各物種數量也相近時，將得到較高之指標值，即生物歧異度增加，H'越大表示個體在物種間分配越均勻。其公式如下所示：

$$H' = -\sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

式中 n_i 表示調查數據中地 i 種生物之個體數， N 表示調查數據中所有生物種類之總個體數。

在基隆港資料蒐集部份，由於港內監測點只有一處且只有一年資料，故本計畫在生態分析部分，只採用高雄港及台中港港內監測結果做進一步的分析。在此分析對象只採用最近的一年(97 年)資料，並將本季畫在 98 年調查局部地區資料一併呈現比較。

一、高雄港浮游動物資料分析

本計畫依據高雄港務局於高雄港內 97 年浮游生物測站之監測結果，進一步的做分析。97 年四季浮游動物歧異度介於 0.03~0.90 之間。將浮游動物的歧異度平均分成四等，A 等： $H' > 0.676$ 、B 等： $0.45 < H' < 0.675$ 、C 等： $0.225 < H' < 0.44$ 、D 等： $H' < 0.224$ 。為了更了解浮游動物歧異度空間分布，將高雄港務局所提供之浮游動物資料整理如圖 3.6~圖 3.9 與表 3.17 所示。

由圖 3.6 可知，高雄港 97 年 3 月的歧異度在鹽水港溪口有較低的表值 $H' = 0.31$ 屬於 C 等級，在主要河川部分愛河上游、運河上游及鹽水港溪中、上游歧異度介於 0.45~0.675 間，屬於 B 等級。港內歧異度部分，除了在新舊港交會處及前鎮河口歧異度介於 0.45~0.675 之間，故屬於 B 等級外，其餘的採樣點歧異度皆大於 0.676，屬於 A 等級。在港外部份，三個採樣點歧異度皆大於 0.676，故屬於 A 等級。

由圖 3.7 可知，高雄港 97 年 5 月的歧異度在主要河川部分，愛河中游歧異度介於 0.225~0.44 間屬於 C 等級；運河上游歧異度大於 0.676，屬於 A 等級；鹽水港溪中游歧異度小於 0.224 屬於 D 等級，其餘的採樣點歧異度介於 0.45~0.675 之間，屬於 B 等級。港內部分，在第一港口及第二港口歧異度表現值介於 0.225~0.44，屬於 C 等級；在新舊港交會處、前鎮河口及前鎮漁港口歧異度介於 0.45~0.675 之間，屬於 B 級；在第一船渠與新濱碼頭交會口、第二港口出外港處及大林發電廠與中船前交會航道歧異度大於 0.676，屬於 A 等級。港外部份歧異度皆小於 0.224，屬於 D 等級。

由圖 3.8 可知，高雄港 97 年 8 月的歧異度在主要河川部分，運河三個採樣點及愛河中游歧異度皆大於 0.676，屬於 A 等級，鹽水港溪上游歧異度介於 0.225~0.44 之間，屬於 C 等級，其餘的採樣點皆屬於 B 等級。在港內部分第一港口歧異度低於 0.224，屬於 D 等級；第二港口及第二港口出外港處歧異度介於 0.225~0.44 之間，屬於 C 等級；新舊港交會處歧異度大於 0.676，屬於 A 等級，其餘的採樣點歧異度皆屬於

B 等級。港外部份歧異度皆介於 0.45~0.675 間，故屬於 B 等級。

由圖 3.9 可知，高雄港 97 年 10 月的歧異度在主要河川部分，鹽水港溪中、上游歧異度大於 0.676，屬於 A 等級；鹽水港溪出河口屬於 D 等級；前鎮河三個採樣點歧異度皆介於 0.225~0.44 間，屬於 C 等級；愛河上游歧異度介於 0.225~0.44 間屬於 C 等級，其餘兩個採樣點屬於 B 等級；運河中、上游歧異度介於 0.225~0.44 間，屬於 C 等級；在運河出河口歧異度小於 0.224 屬於 D 等級。港內歧異度部分，在第一船渠與新濱碼頭交會處、第二港口出外港處及大林發電廠與中船前交會航道歧異度表現值較低，故屬於 D 等級，其餘的採樣點歧異度皆屬於 C 等級。港外部份除了旗津海水浴場歧異度介於 0.45~0.675 間，屬於 B 等級外，其餘兩採樣點皆屬於 C 等級。

整體而言，高雄港水域浮游動物的歧異度，隨空間與時間的不同有很大的變化，並未發現有浮游動物歧異度特別好或特別不好的地點。

表 3-17 高雄港浮游動物 H' 分類等級

	測 點	97 年 3 月 浮動 H' 等級	97 年 5 月 浮動 H' 等級	97 年 8 月 浮動 H' 等級	97 年 10 月 浮動 H' 等級
主要 河川	愛河上游	B	B	B	C
	愛河中游	A	C	A	B
	愛河口	A	B	C	B
	運河上游	B	A	A	C
	運河中游	A	B	A	C
	運河口	A	B	A	D
	前鎮河上游	A	B	B	C
	前鎮河中游	A	B	B	C
	前鎮河口	B	B	B	C
	鹽水港溪上游	B	B	C	A
	鹽水港溪中游	B	D	B	A
	鹽水港溪口	C	B	B	D

	測 點	97 年 3 月 浮動 H' 等級	97 年 5 月 浮動 H' 等級	97 年 8 月 浮動 H' 等級	97 年 10 月 浮動 H' 等級
港內	第一港口	A	C	D	C
	第一船渠與新濱碼頭交會處	A	A	B	D
	新舊港交會處	B	B	A	C
	前鎮漁港口	A	B	B	C
	第二港口出外港處	A	A	C	D
	大林發電廠與中船前交會航道	A	A	B	D
	第二港口	A	C	C	D
港外	旗津海水浴場	A	D	B	B
	中洲汙水處理廠邊	A	D	B	C
	第二港口北堤西側	A	D	B	C

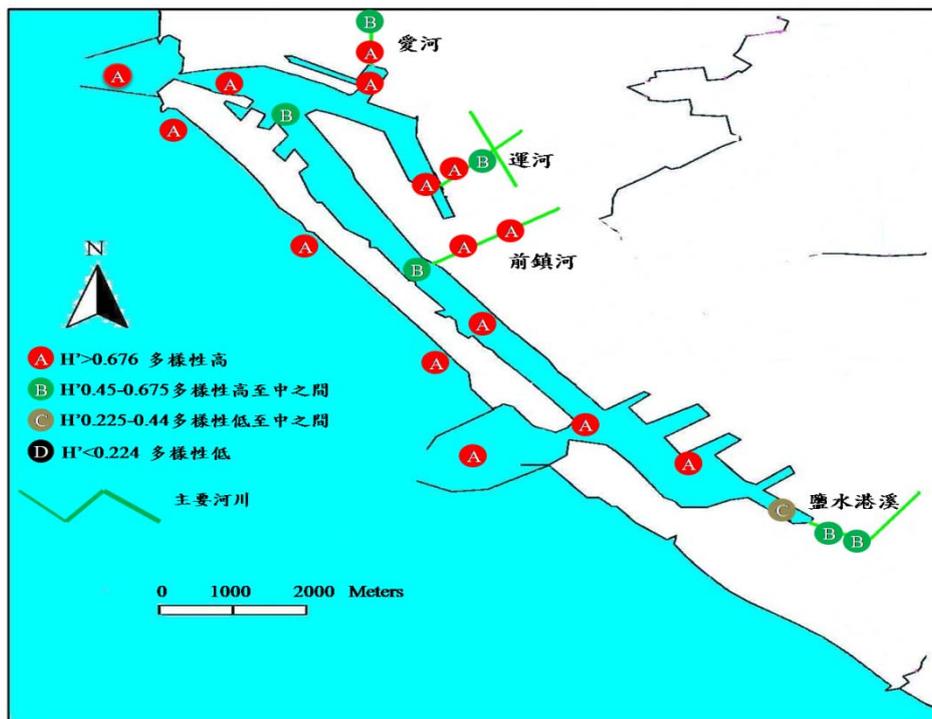


圖 3.6 高雄港 97 年 3 月各測點浮動 H' 評價等級

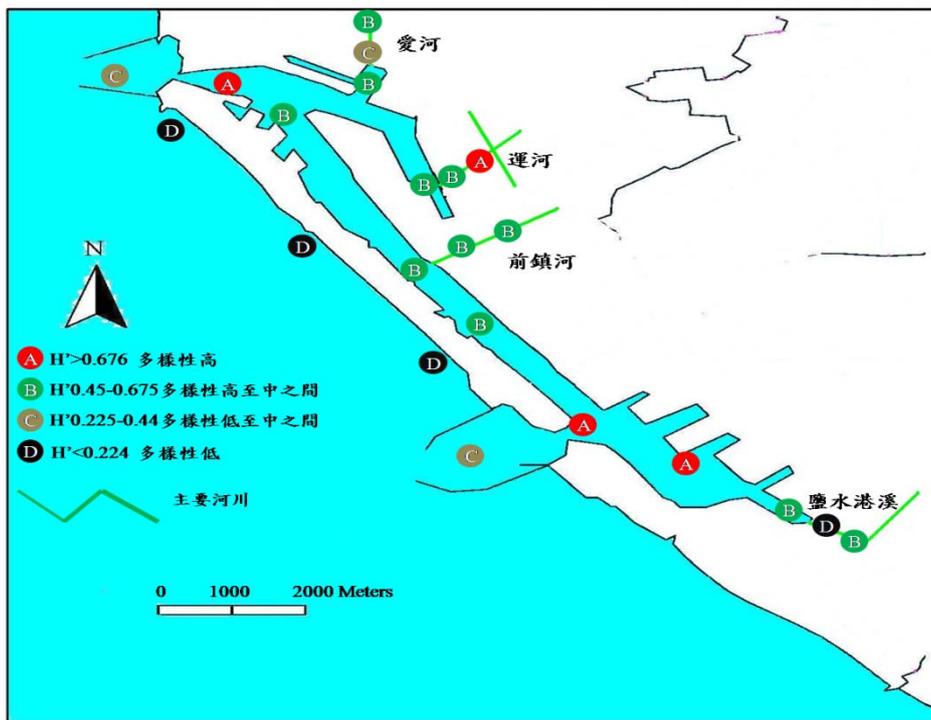


圖 3.7 高雄港 97 年 5 月各測點浮動 H' 評價等級

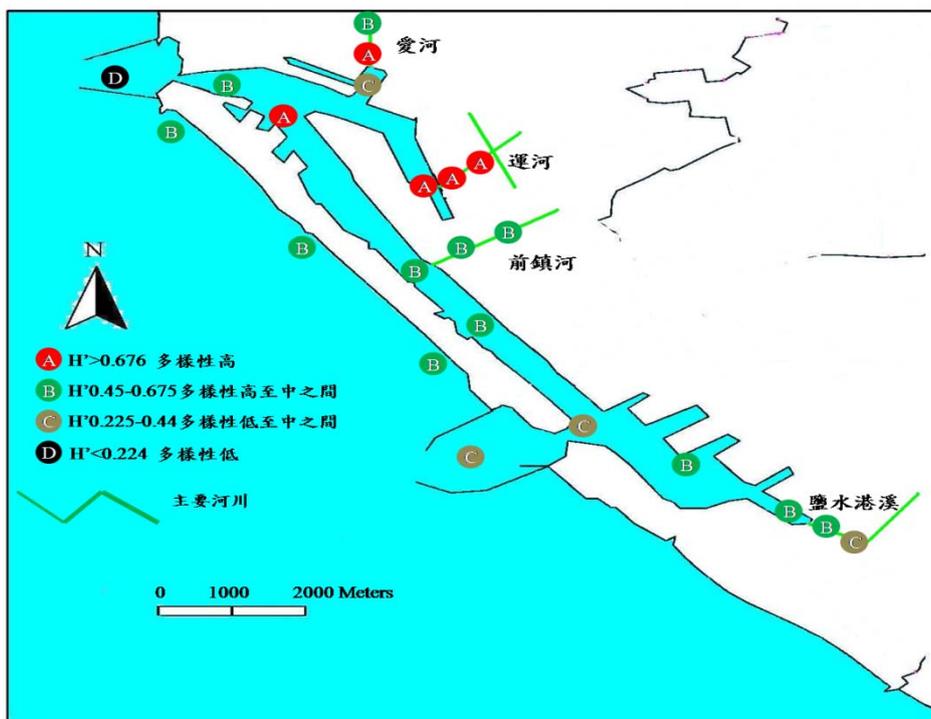


圖 3.8 高雄港 97 年 8 月各測點浮動 H' 評價等級



圖 3.9 高雄港 97 年 10 月各測點浮動 H' 評價等級

二、高雄港浮游植物資料分析

本計畫依據高雄港務局於高雄港內 97 年浮游生物測站之監測結果，進一步的做分析。97 年四季浮游植物歧異度介於 0.02~1.25 之間。將浮游動物的歧異度平均分成四等，A 等： $H' > 0.935$ 、B 等： $0.625 < H' < 0.934$ 、C 等： $0.31 < H' < 0.624$ 、D 等： $H' < 0.30$ 。為了更了解浮游植物歧異度空間分布，將高雄港務局所提供之浮游植物資料整理如圖 3.10~圖 3.13 與表 3-18 所示。

由圖 3.10 可知，高雄港 97 年 3 月浮游植物歧異度在主要河川部分，愛河三個採樣點、運河中游、前鎮河上游及鹽水港溪上游歧異度介於 0.31~0.624 間，屬於 C 等級；在運河上游、前鎮河中游、前鎮河口、鹽水港溪河口及中游歧異度介於 0.625~0.934 間，屬於 B 等級。在港內部分，除了第一港口、第二港口出外港處級大林發電廠與中船前交會航道歧異度大於 0.935，屬於 A 等級外，其餘的採樣點皆屬於 B

等級。在港外部份三個採樣點歧異度皆介於 0.625~0.934 間，故屬於 B 等級。

由圖 3.11 可知，高雄港 97 年 5 月浮游植物歧異度在主河川部分，愛河上游、運河河口、運河中游及前鎮河上游歧異度小於 0.3，屬於 D 等級；前鎮河中游及河口歧異度，屬於 B 等級；鹽水港溪河口歧異度屬於 A 等級其餘的採樣點歧異度皆介於 0.625~0.934 間，屬於 B 等級。港內歧異度在第一港口及新舊港交會處介於 0.31~0.624 間，屬於 C 等級；第二港口及大林發電廠與中船前交會航道歧異度大於 0.935，屬於 A 等級，其於其他採樣點皆屬於 B 等級。在港外部份除了中洲汙水處理廠歧異度介於 0.31~0.624 間屬於 C 等級外，其餘的採樣點皆屬於 B 等級。

由圖 3.12 可知，高雄港 97 年 8 月浮游植物歧異度在主河川部分，在愛河口、愛河中游、前鎮河口及運河三個測點歧異度小於 0.3，屬於 D 等級，其餘的採樣點皆屬於 C 等級。在港內部分除了第二港口及大林發電廠與中船交會航道歧異度介於 0.31~0.624，屬於 C 等級外，其餘的採樣點皆屬於 D 等級。在港外部份，旗津海水浴場歧異度在 0.625~0.934 間，故屬於 B 等級；中洲汙水處理廠歧異度在 0.31~0.624 間，屬於 C 等級；在第二港口北堤西側歧異度小於 0.3，屬於 D 等級。

由圖 3.13 可知，高雄港 97 年 10 月浮游植物歧異度在主河川部分，愛和三個採樣點、運河中游及前鎮河中游歧異度在 0.31~0.624 間，屬於 C 等級；前鎮河上游歧異度在 0.625~0.934 間，屬於 B 等級，其餘的採樣點歧異度皆小於 0.3，故屬於 D 等級。在港內部分，除了第二港口歧異度在 0.625~0.934 間，屬於 B 等級及第二港口出外港處歧異度小於 0.3，屬於 D 等級外，其餘的採樣點皆屬於 C 等級。在港外部份，除了第二港口北堤西側歧異度在 0.31~0.624 間，其餘的兩個採樣點皆屬於 B 等級。

整體而言，高雄港水域浮游植物的歧異度，隨空間與時間的不同有很大的變化，並未發現有浮游植物歧異度特別好或特別不好的地點。

表 3-18 高雄港浮游植物 H' 分類等級

	測 點	97 年 3 月 浮植 H' 等級	97 年 5 月 浮植 H' 等級	97 年 8 月 浮植 H' 等級	97 年 10 月 浮植 H' 等級
主要 河川	愛河上游	C	D	C	C
	愛河中游	C	C	D	C
	愛河口	C	C	D	C
	運河上游	B	C	D	D
	運河中游	C	D	D	C
	運河口	A	D	D	D
	前鎮河上游	C	D	C	B
	前鎮河中游	B	B	C	C
	前鎮河口	B	B	D	D
	鹽水港溪上游	C	C	C	D
	鹽水港溪中游	B	C	C	D
	鹽水港溪口	B	A	B	D
港內	第一港口	A	C	D	C
	第一船渠與新濱碼頭交會處	B	B	D	C
	新舊港交會處	B	C	D	C
	前鎮漁港口	B	B	D	C
	第二港口出外港處	A	B	D	D
	大林發電廠與中船前交會航道	A	A	C	C
	第二港口	B	A	C	B
港外	旗津海水浴場	B	B	B	B
	中洲汙水處理廠邊	B	C	C	B
	第二港口北堤西側	B	B	D	C



圖 3.10 高雄港 97 年 3 月各測點浮植 H' 評價等級

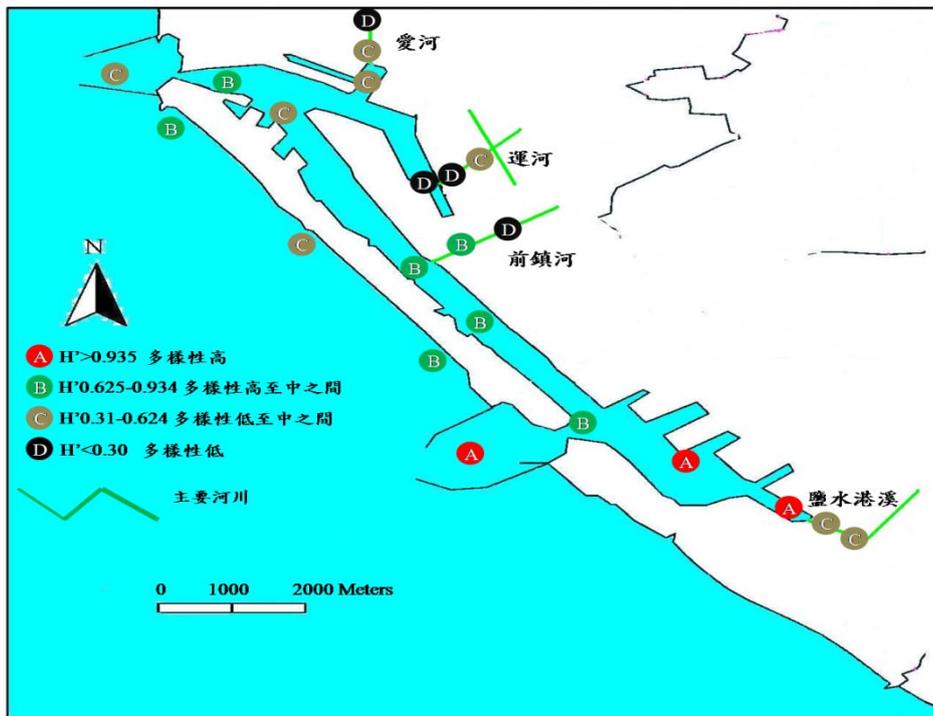


圖 3.11 高雄港 97 年 5 月各測點浮植 H' 評價等級



圖 3.12 高雄港 97 年 8 月各測點浮植 H' 評價等級



圖 3.13 高雄港 97 年 10 月各測點浮植 H' 評價等級

三、台中港浮游動物分析

本計畫依據台中港務局於台中港內 97 年浮游生物測站之監測結果，進一步的做分析。97 年四季浮游動物歧異度介於 1.22~3.29 之間。將浮游動物的歧異度平均分成四等，A 等： $H' > 1.72$ 、B 等： $1.15 < H' < 1.71$ 、C 等： $0.573 < H' < 1.14$ 、D 等： $H' < 0.572$ 。為了更了解浮游動物歧異度空間分布，將台中港務局所提供之浮游動物資料整理如圖 3.14~圖 3.17 與表 3-19 所示。

由圖 3.14 可知，台中港 97 年 3 月在工業泊渠及西碼頭區歧異度介於 1.15~1.71 之間，屬於 B 等級，其餘三個採樣點歧異度皆大於 1.72 屬於 A 等級。

由圖 3.15 可知，台中港 97 年 4 月港內 5 個採樣點歧異度皆大於 1.72，故屬於 A 等級。

由圖 3.16 可知，台中港 97 年 7 月在工業泊渠及西碼頭區歧異度介於 1.15~1.71 之間，屬於 B 等級，其餘三個採樣點歧異度皆大於 1.72，故屬於 A 等級。

由圖 3.17 可知，台中港 97 年 10 月港內 5 個採樣點歧異度介於 1.15~1.71 間，屬於 B 等級。

表 3-19 台中港浮游動物 H' 分類等級

測 點	97 年 3 月 浮動 H' 等級	97 年 4 月 浮動 H' 等級	97 年 7 月 浮動 H' 等級	97 年 10 月 浮動 H' 等級
主航道港口附近	A	A	A	B
中泊渠	A	A	A	B
西碼頭區	B	A	B	B
南泊渠	A	A	A	B
工業泊渠	B	A	B	B

整體而言，台中港水域浮游動物的歧異度，以空間來看差異並不大。以時間來看，在 97 年 4 月台中港水域浮游動物的歧異度最好，而 97 年 10 月浮游動物的歧異度稍為不好。

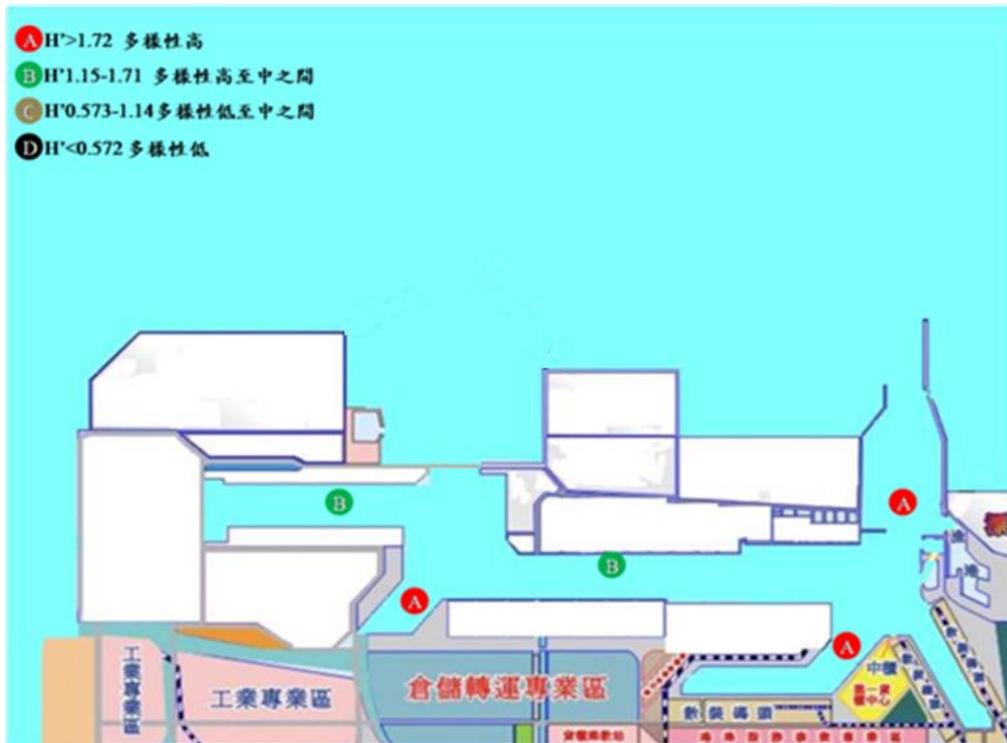


圖 3.14 台中港 97 年 3 月各測點浮動 H' 評價等級

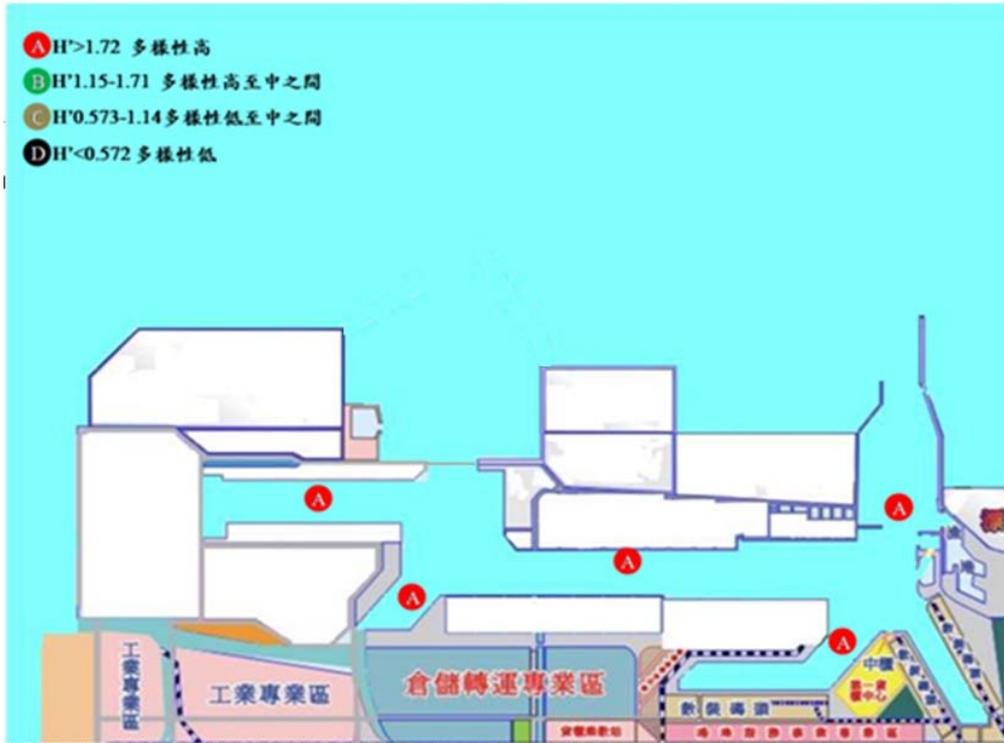


圖 3.15 台中港 97 年 4 月各測點浮動 H' 評價等級

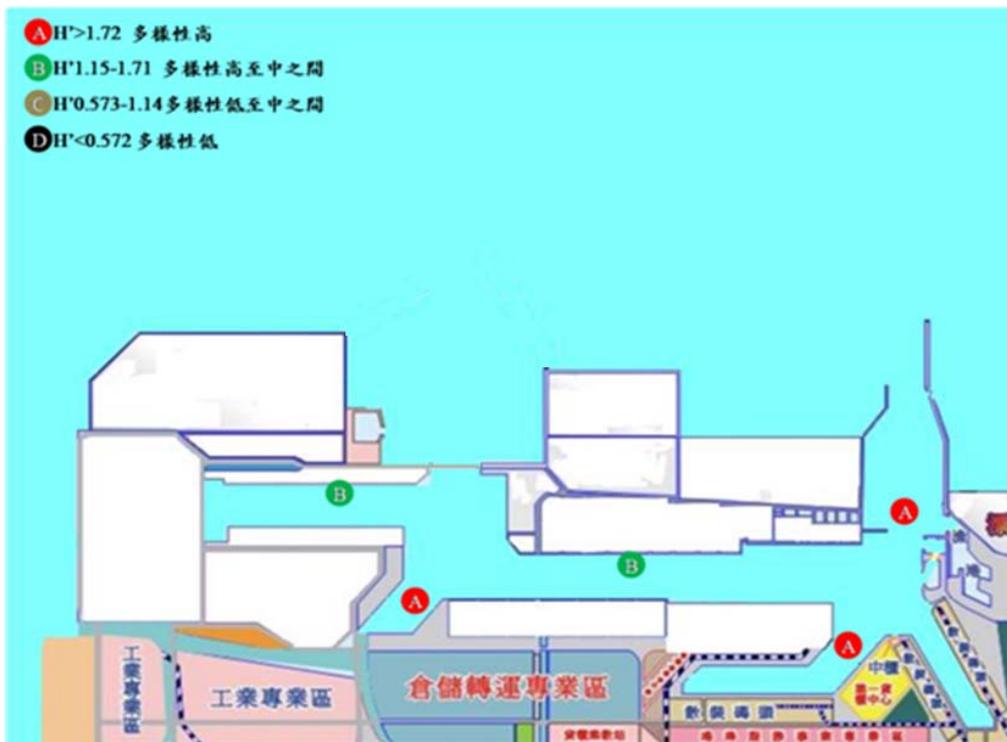


圖 3.16 台中港 97 年 7 月各測點浮動 H' 評價等級

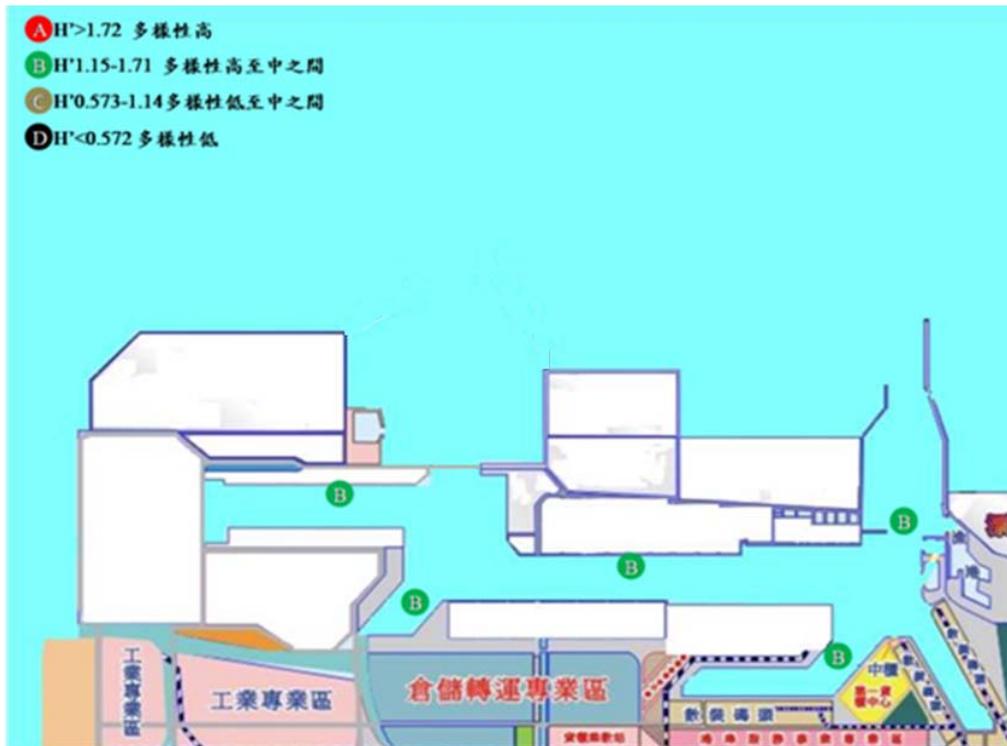


圖 3.17 台中港 97 年 10 月各測點浮動 H' 評價等級

四、台中港浮游植物分析

本計畫依據台中港務局於台中港內 97 年浮游生物測站之監測結果，進一步的做分析。97 年四季浮游植物歧異度介於 1.72~4.47 之間。將浮游動物的歧異度平均分成四等，A 等： $H' > 3.352$ 、B 等： $3.235 < H' < 3.352$ 、C 等： $1.1176 < H' < 3.234$ 、D 等： $H' < 1.1175$ 。為了更了解浮游植物歧異度空間分布，將台中港務局所提供之浮游植物資料整理如圖 3.18~圖 3.21 與表 3-20 所示。

由圖 3.18 可知，在台中港 97 年 3 月港內五個採樣點歧異度皆在 3.235~3.352 間，屬於 B 等級。

由圖 3.19 可知，在台中港 97 年 4 月港內浮游植物的歧異度，除了中泊渠介於 3.235~3.352 間屬於 B 等級外，其餘的四個採樣點皆屬於 C 等級。

由圖 3.20 可知，在台中港 97 年 7 月港內五個採樣點歧異度皆大於 3.52，屬於 A 等級。

由圖 3.21 可知，在台中港 97 年 9 月港內浮游植物的歧異度，除了港口主航道介於 1.1176~3.234 間屬於 C 等級外，其餘四個採樣點歧異度皆屬於 B 等級。

整體而言，台中港水域浮游植物的歧異度，以空間來看差異並不大。以時間來看，在 97 年 7 月台中港水域浮游植物的歧異度最好，而 97 年 4 月浮游植物的歧異度較為不好。

表 3-20 台中港浮游植物 H'分類等級

測 點	97 年 3 月 浮植 H' 等級	97 年 4 月 浮植 H' 等級	97 年 7 月 浮植 H' 等級	97 年 9 月 浮植 H' 等級
主航道港口附近	B	C	A	C
中泊渠	B	B	A	B
西碼頭區	B	C	A	B
南泊渠	B	C	A	B
工業泊渠	B	C	A	B

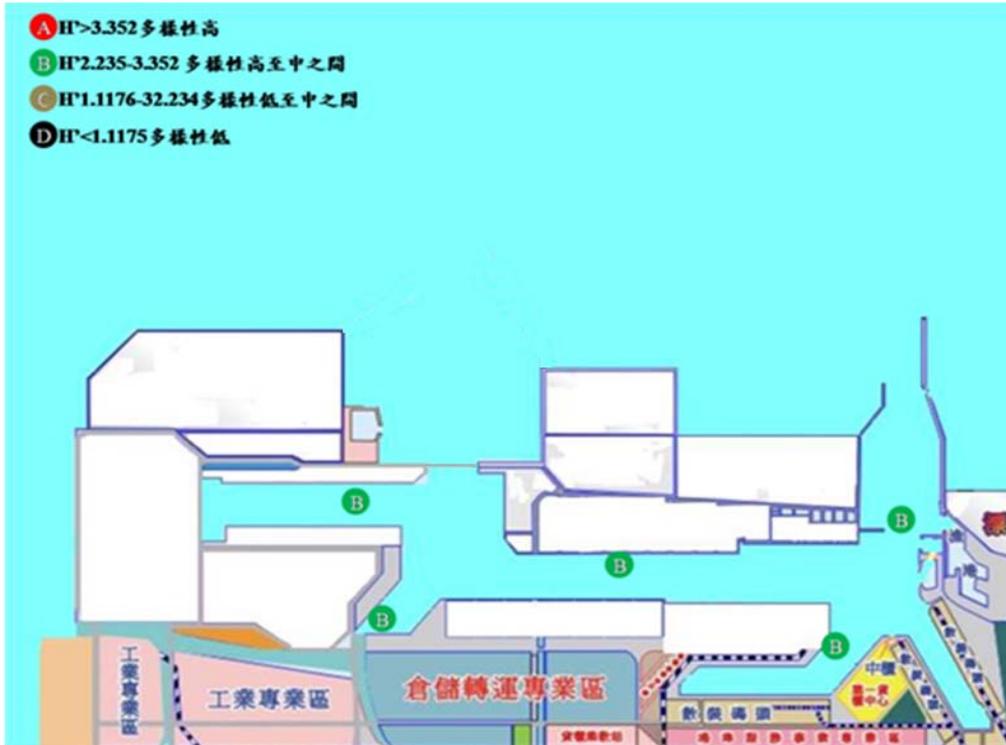


圖 3.18 台中港 97 年 3 月各測點浮植 H' 評價等級

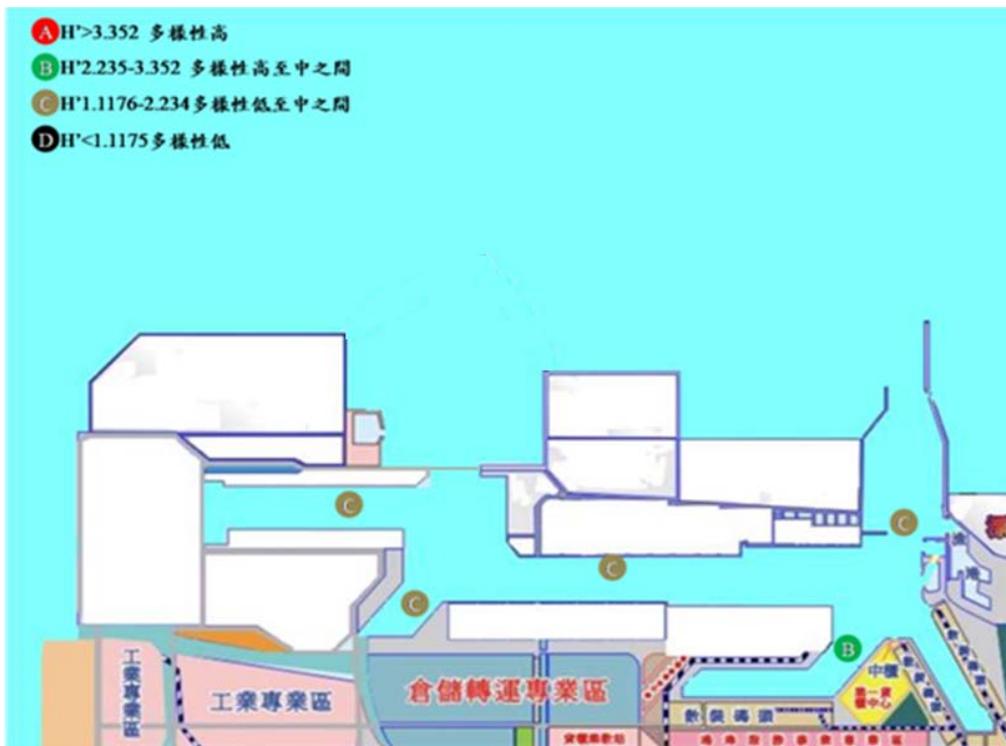


圖 3.19 台中港 97 年 4 月各測點浮植 H' 評價等級

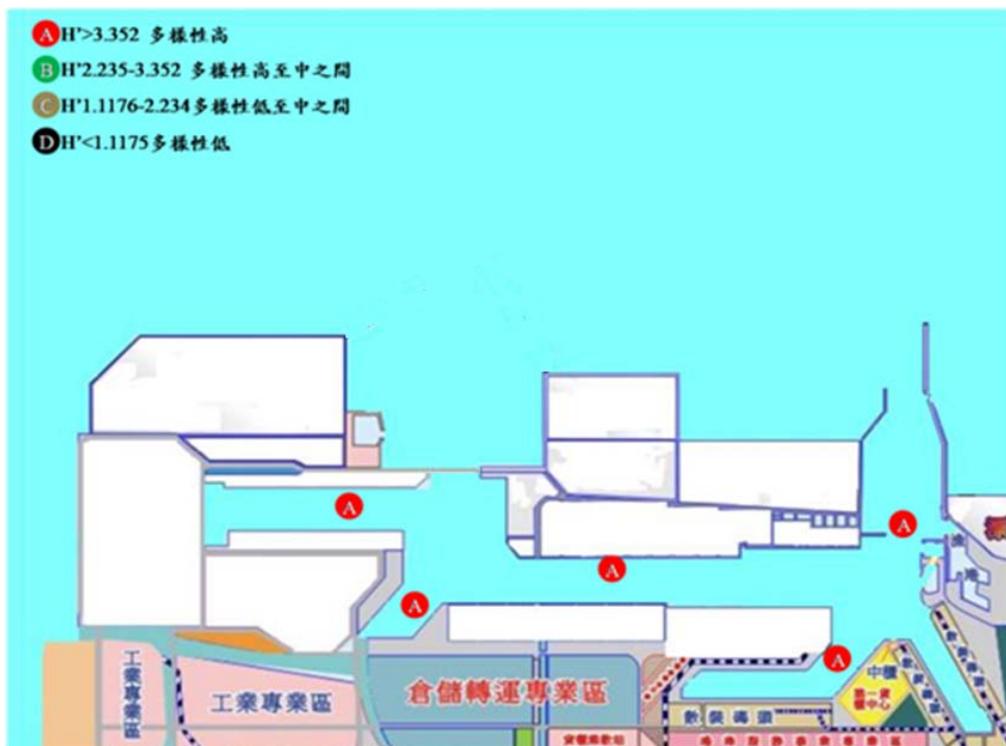


圖 3.20 台中港 97 年 7 月各測點浮植 H' 評價等級

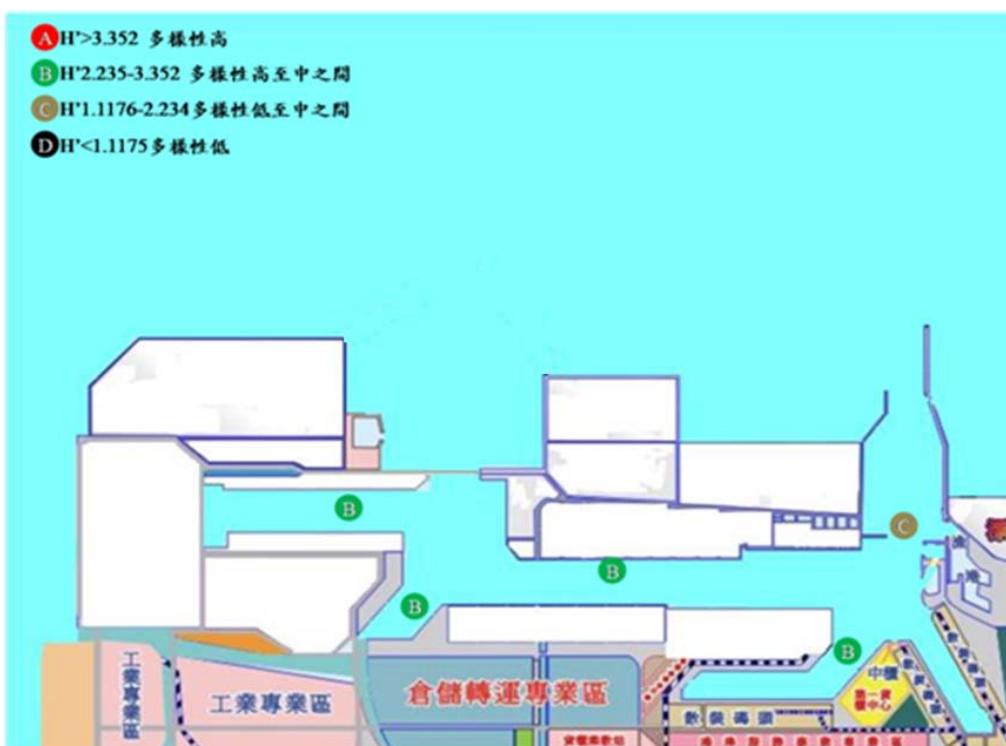


圖 3.21 台中港 97 年 9 月各測點浮植 H' 評價等級

綜合而言之，在浮游動物部分高雄港浮游動物歧異度介於 0.03~0.9 間，台中港浮游動物歧異度介於 1.22~3.29 間，歧異度比高雄港歧異度大。在浮游植物方面，高雄港浮游植物歧異度介於 0.02~1.25 間；台中港浮游植物歧異度介於 1.72~4.47 間，歧異度比高雄港歧異度大很多。

由上述結果可知，台中港區水域不論浮游動物或浮游植物歧異度皆比高雄港大，故台中港浮游生物個體在物種間的分配比高雄港均勻，且生物多樣性也較高。

五、浮游生物調查資料分析

本研究利用本團隊在高雄港、花蓮港及基隆港內，所調查到的浮游生物資料做進一步的分析。

(一)浮游動物部分：

在高雄港第一季浮游動物歧異度(H')部分，在旗津渡輪站歧異度為 1.31；在鼓山渡輪站歧異度為 1.29；在鹽埕碼頭歧異度為 1.2；在真愛碼頭歧異度為 1.21；在新光碼頭歧異度為 1.09。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 1$ 、B 等： $0.67 < H' < 0.99$ 、C 等： $0.34 < H' < 0.66$ 、D 等： $H' < 0.33$ 。其空間分佈如圖 3.22 所示。

在高雄港第二季浮游動物歧異度(H')部分，旗津渡輪站歧異度為 1.42；在鼓山渡輪站歧異度為 1.41；在鹽埕碼頭歧異度為 0.63；在真愛碼頭歧異度為 0.68；在新光碼頭歧異度為 0.33。將其歧異度平均分成四個等級其空間分佈如圖 3.23 所示。

花蓮港浮游動物歧異度(H')部分，在賞鯨碼頭歧異度為 0.96；觀光碼頭外側歧異度為 0.068；觀光碼頭內側歧異度為 0.17；遊輪碼頭歧異度為 0.28；花蓮港務局前歧異度 0.36。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 0.73$ 、B 等： $0.49 < H' < 0.72$ 、C 等： $0.25 < H' < 0.48$ 、D 等： $H' < 0.24$ 。其空間分佈如圖 3.24 所示。

基隆港浮游動物歧異度(H')部分，在西候碼頭歧異度為 1.06；火車站前廣場歧異度為 0.87；基隆港務局前歧異度為 0.49；正濱漁港內側歧異度為 1.14；正濱漁港外側歧異度為 1.24。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 0.94$ 、B 等： $0.63 < H' < 0.93$ 、C 等： $0.32 < H' < 0.62$ 、D 等： $H' < 0.31$ 。其空間分佈如圖 3.25 所示。

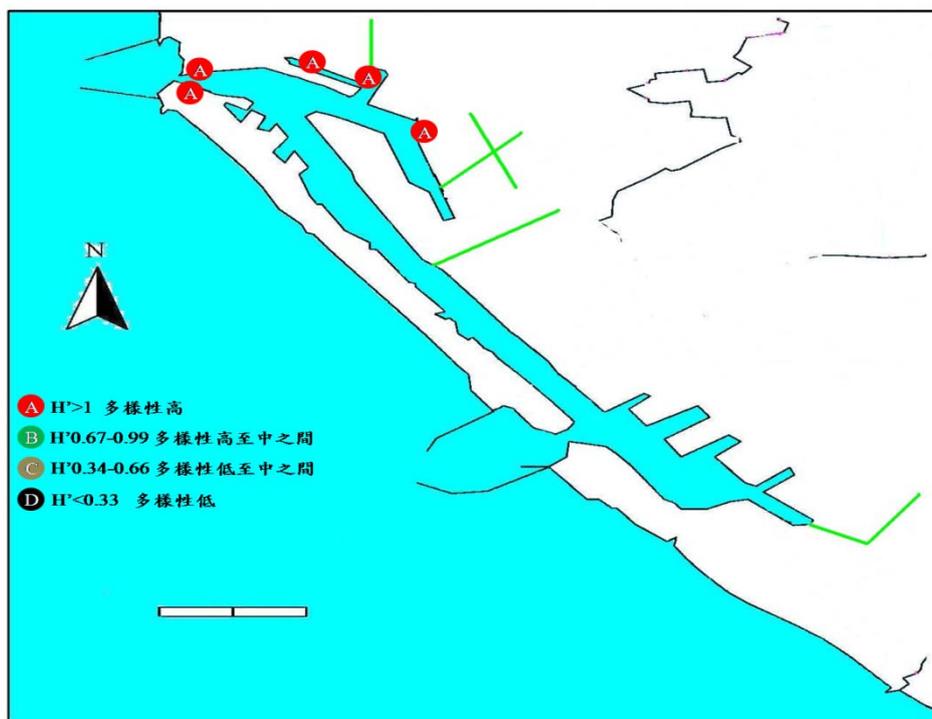


圖 3.22 高雄港第一季調查測點浮動 H' 評價等級



圖 3.23 高雄港第二季調查測點浮動 H' 評價等級



圖 3.24 花蓮港調查測點浮動 H' 評價等級



圖 3.25 基隆港調查測點浮動 H' 評價等級

整體而言，三個港區以花蓮港的浮游動物歧異度最差，歧異度介於 0.068~0.96 間差異性很大；在基隆港部分，除了基隆港務局前浮游動物歧異度較低外，其他測站差異不大，歧異度介於 0.49~1.24 間；而在高雄港部分，由圖 3.22 及 3.23 可明顯看出第二季歧異度較第一季差。而 98 年高雄港浮游動物歧異度與 97 年高雄港浮游動物歧異度比較，發現 98 年歧異度比 97 年高。

(二)浮游植物部分：

在高雄港第一季浮游植物歧異度(H')部分，在旗津渡輪站歧異度為 1.52；在鼓山渡輪站歧異度為 1.14；在鹽埕碼頭歧異度為 0.76；在真愛碼頭歧異度為 1.48；在新光碼頭歧異度為 1.03。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 1.27$ 、B 等： $0.85 < H' < 1.26$ 、C 等： $0.43 < H' < 0.84$ 、D 等： $H' < 0.42$ 。其空間分佈如圖 3.26 所示。

在高雄港第二季浮游植物歧異度(H')部分，旗津渡輪站歧異度為 1.27；在鼓山渡輪站歧異度為 1.69；在鹽埕碼頭歧異度為 1.03；在真愛碼頭歧異度為 1.02；在新光碼頭歧異度為 0.78。將其歧異度平均分成四個等級，其空間分佈如圖 3.27 所示。

花蓮港浮游植物歧異度(H')部分，在賞鯨碼頭歧異度為 0.106；花觀光碼頭外側歧異度為 0.29；觀光碼頭內側歧異度為 0.24；遊輪碼頭歧異度為 0.73；花蓮港務局前歧異度 1.67。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 0.73$ 、B 等： $0.49 < H' < 0.72$ 、C 等： $0.25 < H' < 0.48$ 、D 等： $H' < 0.24$ 。其空間分佈如圖 3.28 所示。

基隆港浮游植物歧異度(H')部分，在西候碼頭歧異度為 1.56；火車站前廣場歧異度為 1.35；基隆港務局前歧異度為 0.94；正濱漁港內側歧異度為 1.24；正濱漁港外側歧異度為 1.39。將其歧異度平均分成四個等級，A 等： $H' > 1.2$ 、B 等： $0.8 < H' < 1.17$ 、C 等： $0.4 < H' < 0.78$ 、D 等： $H' < 0.39$ 。其空間分佈如圖 3.29 所示。

整體而言，三個港區以花蓮港的浮游植物歧異度最差，歧異度介於 0.106~1.67 間差異性很大；在基隆港部分，浮游植物歧異度差異不大，歧異度介於 0.94~1.56 間；而在高雄港部分，由圖 3.26 及 3.27 可知浮游植物歧異度以旗津渡輪站最好。而 98 年高雄港浮游植物歧異度與 97 年高雄港浮游植物歧異度比較，發現 98 年歧異度比 97 年好。

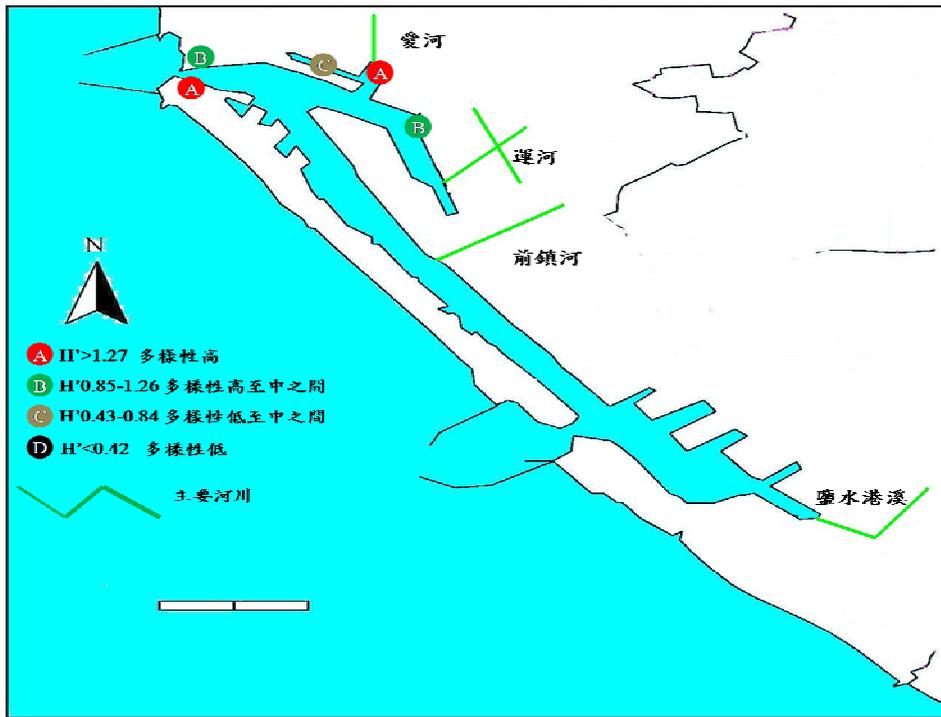


圖 3.26 高雄港第一季調查測點浮植 H' 評價等級

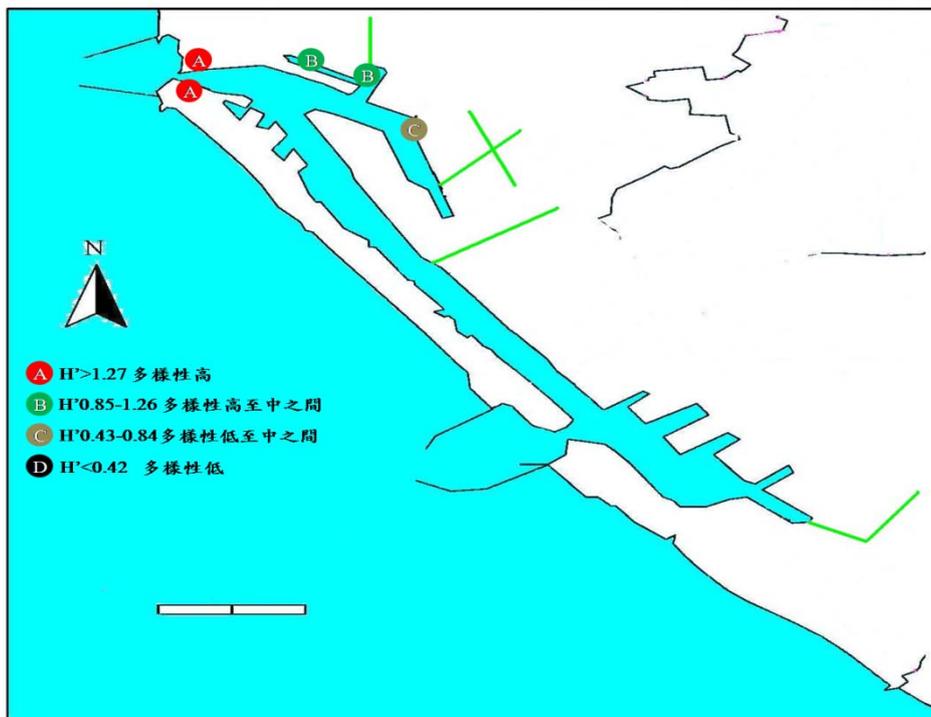


圖 3.27 高雄港第二季調查測點浮植 H' 評價等級

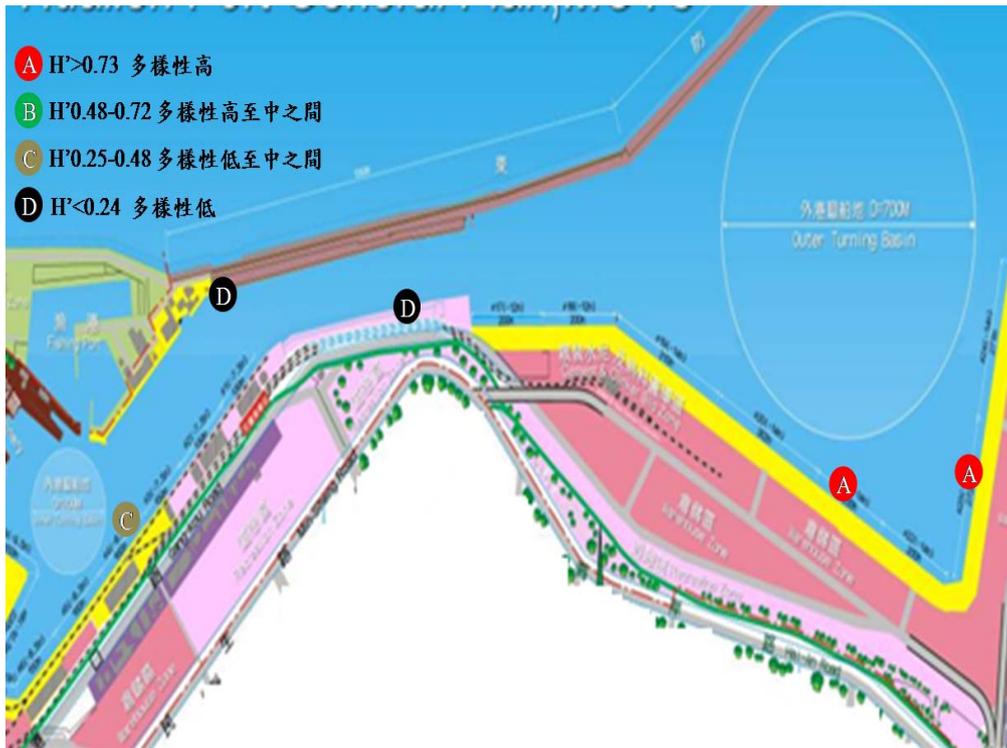


圖 3.28 花蓮港調查測點浮植 H' 評價等級

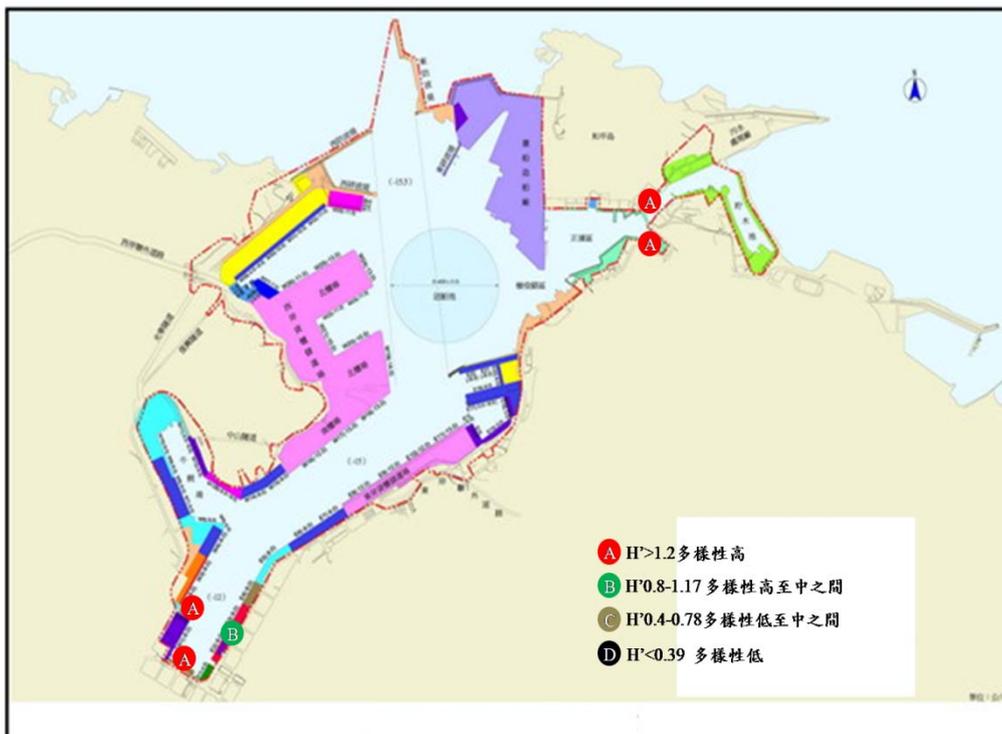


圖 3.29 基隆港調查測點浮植 H' 評價等級

3.4.2 棲地適合度指標(HSI)

棲地適合度指標(Habitat Suitability Index, HSI)是美國漁業、野生動物署發展來評估棲地適宜度與環境評估的利器。系量化、數質化某特定野生動物的棲息地因子與環境變數的評估方法，而其應用於棲地評價模式(Habitat Evaluation Procedure, HEP)中。

在 1980 年代，美國魚類及野生動物局改良發展一套有系統之棲地評價方法來評估開發計劃之衝擊程度，稱之為棲地評價模式(Habitat Evaluation Procedure, HEP) (USFWS, 1980)，評估棲地生態變化。利用此棲地評價方法(HEP)來評估開發計畫對環境的衝擊程度，評估棲地之變化並可擬定代償 (Mitigation) 之替代方案。而在 HEP 模式的應用方面，棲地評價程式適用來選定合適野生動物棲地的方法，同時給予質與量的界定。其後日本一些生態工程的研究，將此 HEP 法進一步推廣應用，如新保裕美等(2000)曾以二枚貝為探討對象，來評估日本橫濱之人工及天然之棲地環境是否適宜。

HEP 模式其分析程序為連續的資料收集、分析及模式修正之過程，以獲得最佳的評估模式。首先，選定所要調查研究的地區範圍，且對所調查地點進行相關資料收集（如氣候、地形、水深、水質等），並選定所要評估之物種對象；接著選定生物存活所需之棲地環境因子，例如水質（DO、pH、電導度等等）、底質（粒徑、有機質等等）作為影響底棲生物棲息之環境因子，依環境因子與生物之生物指標變化來建立 SI 指數包絡線圖。

SI 指數以包絡線表示，乃在探討各種環境因子，對於物種數量出現之極限，有助於探討、釐清每個因子對於生物量之影響性。另外，在生物指標部分則建議採用種類數、歧異度及底棲生物整合指標等三種方法以建立所需之生物因子。

確認各調查點所獲得之棲地生物因子後，以作為建立模式環境值之設定，並分析海岸棲地環境各項因子於調查期間與物種數之間的關係表現，進而建立一套適合指數(Suitability Index, SI)與環境因子之關係

的包絡趨勢線圖，並由各測站各個環境因子之表示值於包絡趨勢線圖求得 SI，以建立 SI 與棲地適合指數(Habitat Suitability Index, HSI)關係式，方可進一步探討 HSI 指數與棲地物種數之相關性程度。

其中，SI 指數包絡線為適宜度曲線是 HSI 模式中最重要的一環，因所有數學計算及物理棲地的模擬均是建立在這曲線上，其前提假設各因子間各為獨立的，物種棲地分布的現況，除了受到該棲地品質狀況之外，也受到諸多其他因素的影響（如族群密度、競爭者、補食者、非生物性因素、時間及季節和生理變化等）。

由 SI 指數曲線建立 HSI 模式計算式，進行變數的篩選與量化計算，進而評估生態調查點之棲地品質。但在模式建立中，需驗證 HSI 模式之正確性，若有不妥可再回到所選定的環境因子中，重新建立修正模式，而 HSI 模式相關性程度的高低可作為評估修正之參考，而建立完成之模式，預期可作為預測生物棲地品質之依據。本研究針對石門水庫集水區根據 HEP 建構程序分述如下：

一、環境要因選定

從現地調查資料來確認各測站所調查之物種數與環境因子之關係，選定物種生息之主要環境條件為環境要因，如水溫、溶氧、酸鹼度等。

二、SI (Suitability Index) 指數模式建立

SI 指數包絡線為適宜度曲線是 HSI 模式中最重要的一環，物種棲地分布的現況，除了受到該棲地品質狀況之外，也受到諸多其他因素的影響（如族群密度、競爭者、補食者、非生物性因素、時間及季節和生理變化等）。

經由各項棲地環境因子與物種數之間的關係，進而建立 SI 指數模式與環境因子之關係的包絡線圖，SI 的概念用下式表示。這個值介於 0.0 到 1.0 之間（1 為最適合，0 為不適合）。

$$SI = \frac{\text{研究棲地之主要環境因子狀態}}{\text{適當棲地之主要環境因子狀態}}, SI \text{ 介於 } 0\sim 1.0 \text{ 間。}$$

三、 HSI (Habitat Suitability Index) 指數模式建立

棲地適宜性指數的目的是用量化的數值來表示或預測物種對其環境的反應，意即是以棲地品質作為監測基礎的評估方式。此指數是數個物種存活所需因子之總和，其數值以 0 到 1 來表示。其中以 0 代表完全不適合目標物種的棲地狀況，1 代表最適合的棲地狀況。根據田中章(2002)整理出來的棲地適宜性的計算式有下列四種：

幾何平均法： $HSI = (SI_1 \times SI_2 \times SI_3 \times \dots \times SI_n)^{1/n}$

算術平均法： $HSI = (SI_1 + SI_2 + SI_3 + \dots + SI_n)/n$

限定要因法： $HSI = SI_1 \text{ or } SI_2 \text{ or } SI_3 \text{ or } \dots \text{ or } SI_n$

加算要因法： $HSI = SI_1 + SI_2 + SI_3 + \dots + SI_n$

建立 HSI 之模式，HSI 模式係透過專家或現地調查，瞭解某物種對棲息地的需求性，來決定最適當的棲息地狀況，以用來估算物種目前的棲息地狀況與物種的最適棲息地狀況之間的比值，作為評價對象種目前棲地適當性的程度，用 0(完全不適當)至 1(最適合)之間來表達的評價價值。HSI 的概念以下式表示：

$$HSI = \frac{\text{研究區的棲地狀態}}{\text{適當的棲地狀態}}, \text{ HSI 介於 } 0 \sim 1.0 \text{ 間。}$$

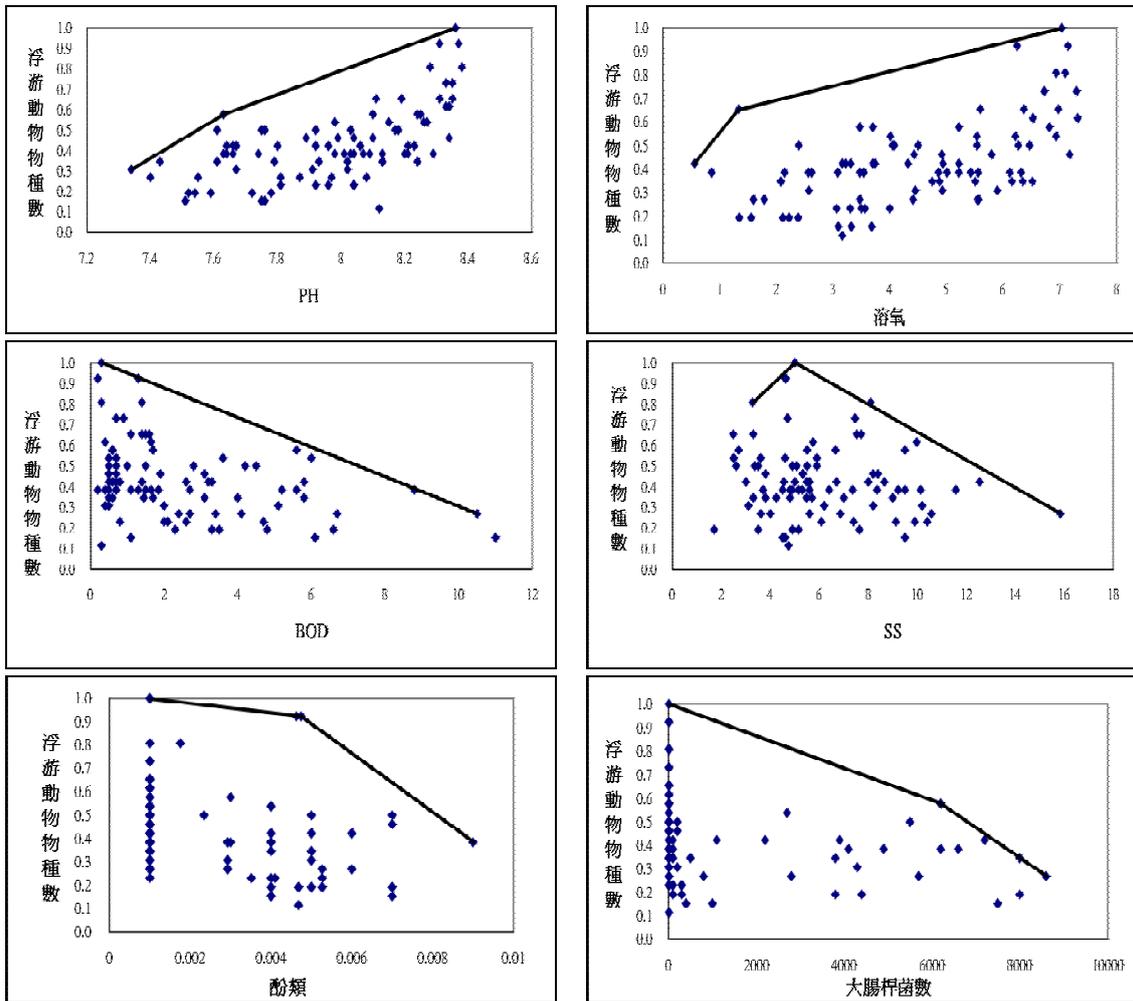
四、 SI 與 HSI 之關係建立

由各測站各項環境因子之代表值於包絡線圖求得 SI 值，以建立 SI 與棲地適合指數(habitat suitability index, HSI)關係式，結合各環境要因之評價指標 SI 值來建立 HSI，其基本建立方法有算數平均法、幾何平均法、限定要因法、加算要因法等。並進一步探討 HSI 指數與棲地物種數之相關性程度，而相關性程度的高低可作為評估棲地模式建立之良好程度之討論(參考陳，2005)，流程如圖 2.14 所示。

(一)浮游生物 HSI 建立

1.SI 值包絡線圖:

利用高雄港務局所提供之高雄港區 2008 年水質及浮游生物資料，如附錄 3.1 所示。以浮游動物、浮游植物及浮游生物的生物種數與水質資料建立 SI 包絡線圖，其中浮游生物為浮游動物與浮游植物之生物種數總和，建立結果如圖 3.30~3.32 所示。



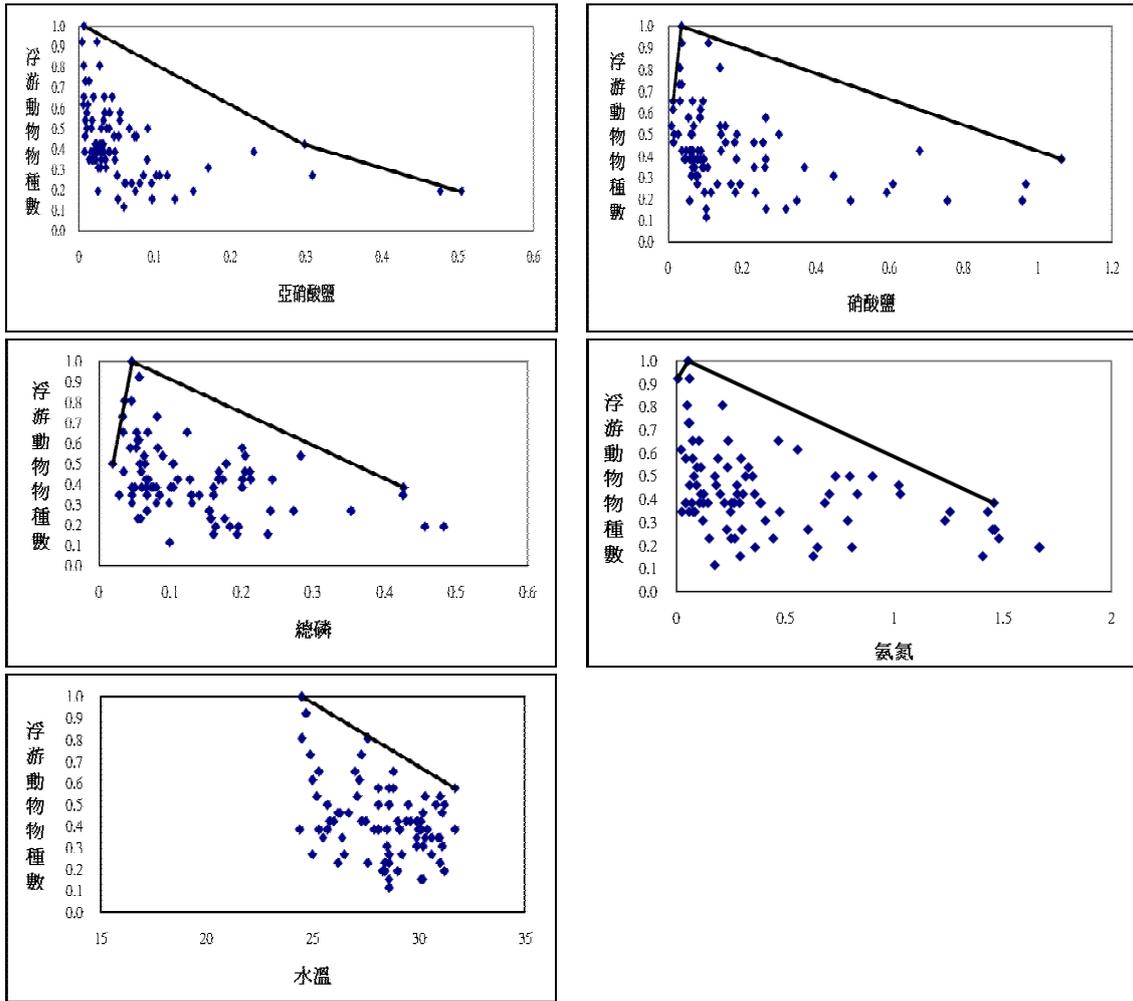
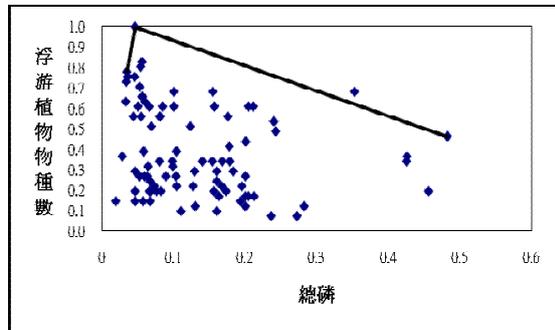
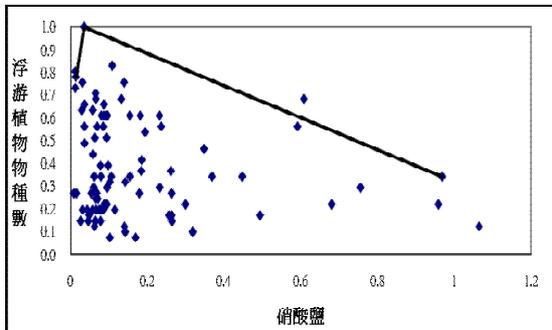
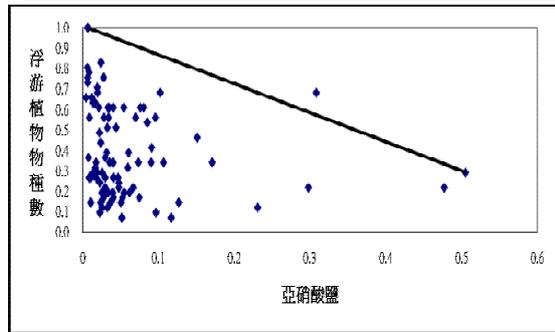
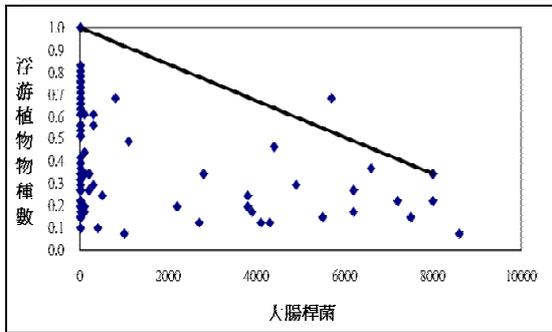
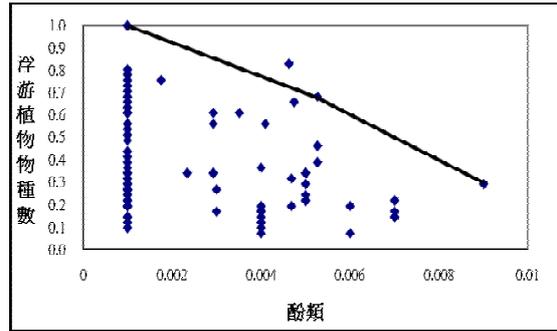
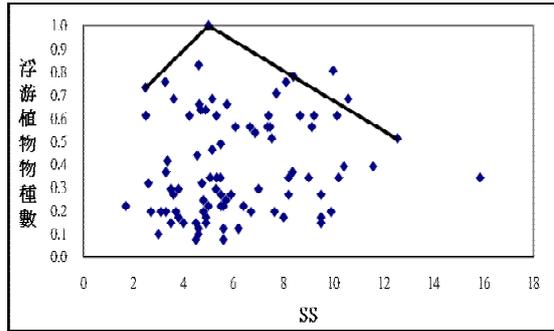
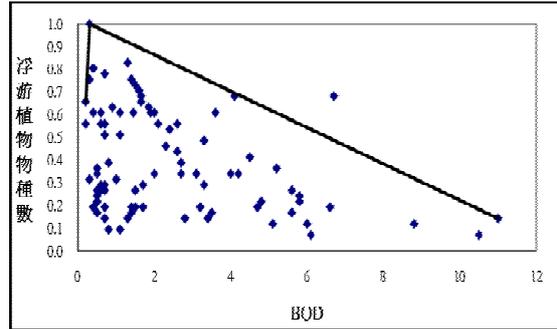
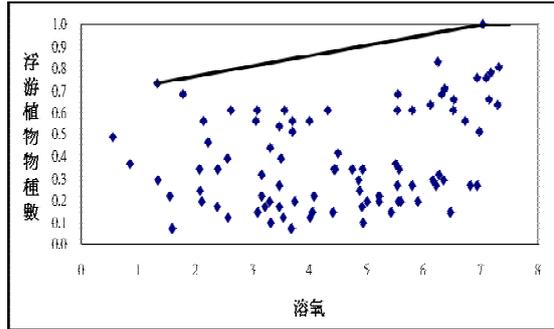
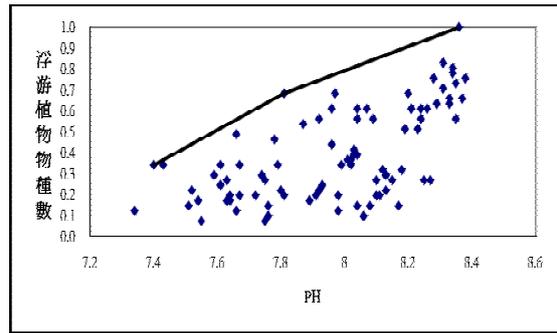
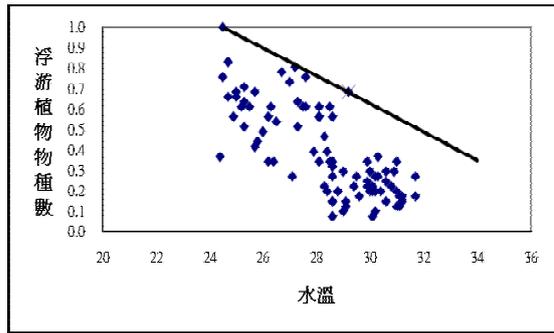


圖 3.30 浮游動物物種數 SI 包絡線圖



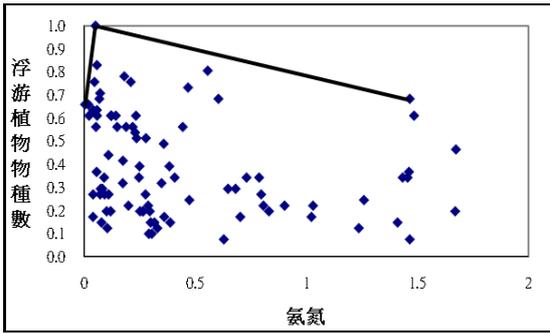
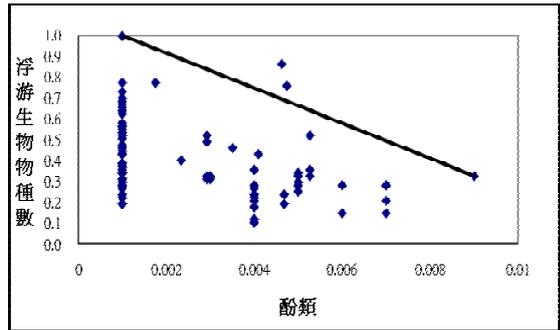
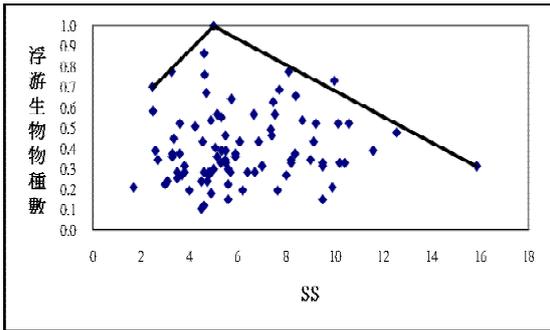
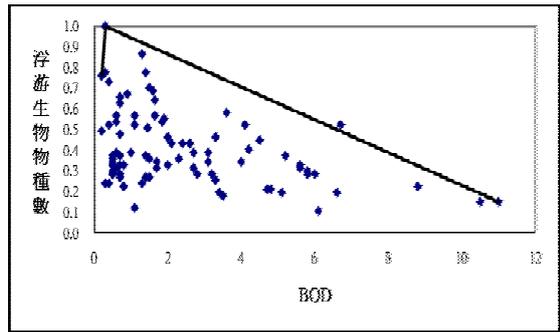
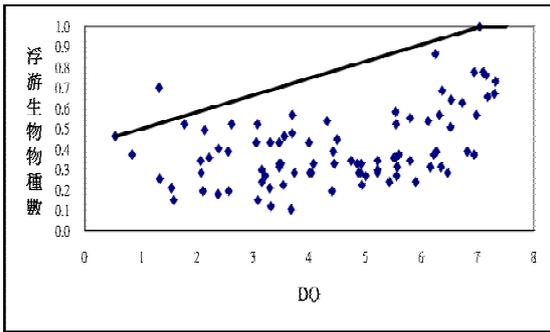
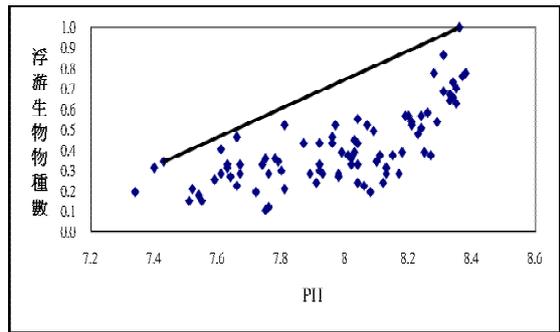
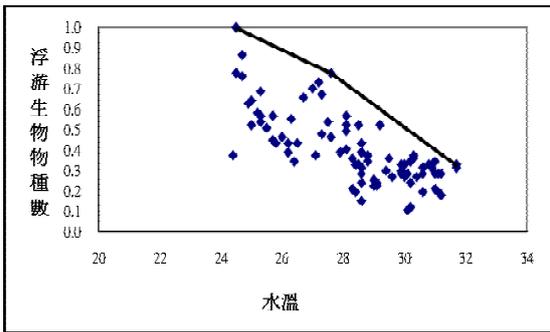


圖 3.31 浮游植物物種數 SI 包絡線圖



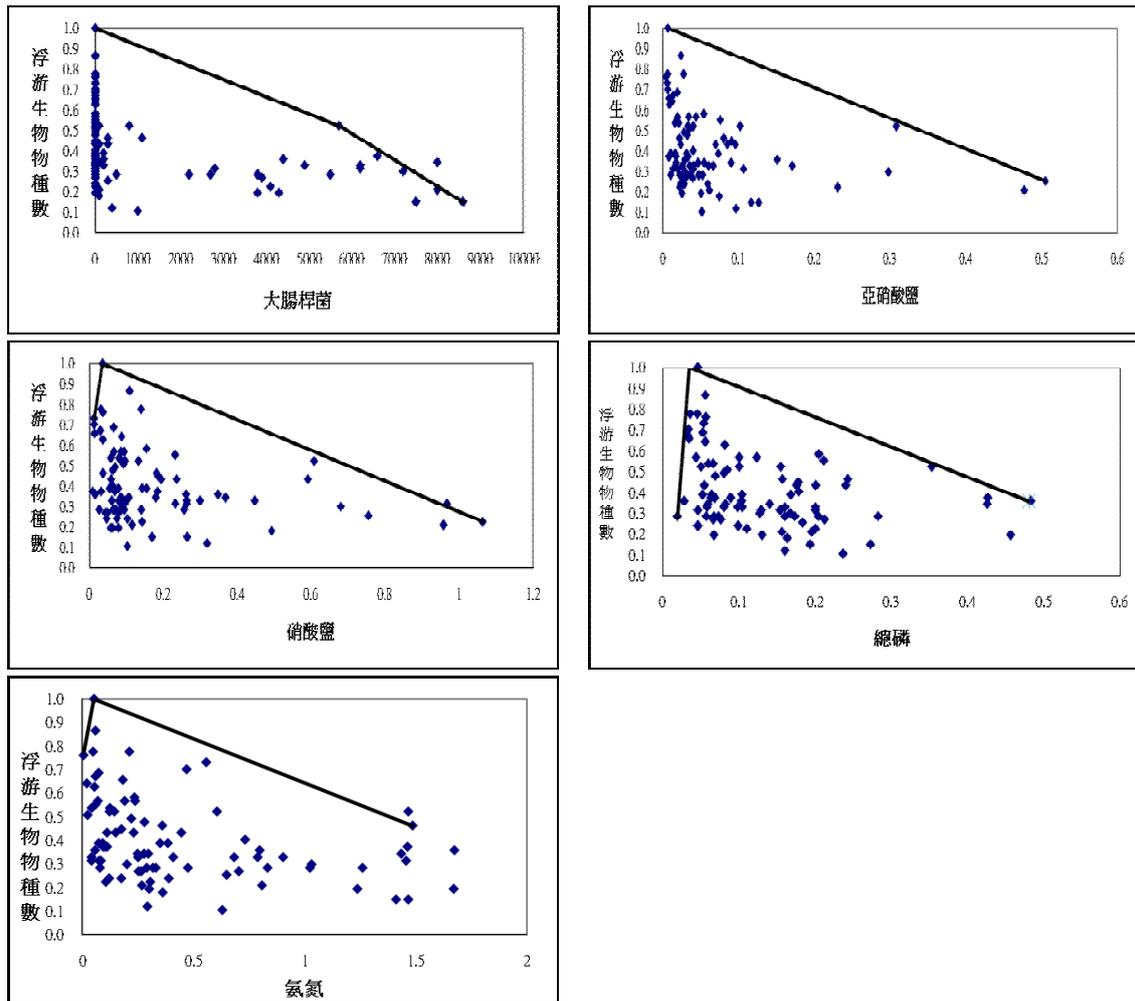


圖 3.32 浮游生物物種數 SI 包絡線圖

由圖 3.30~3.32 可知，浮游動物、浮游植物及浮游生物物種數有隨著 PH 值和溶氧的上升而提高的趨勢；而浮游動物、浮游植物及浮游生物物種數有隨著水溫、BOD、酚類、大腸桿菌、亞硝酸鹽、亞硝酸鹽、總磷及氨氮的上升而降低的趨勢，惟懸浮固體量在 5 mg/L 時呈現最多的浮游動物、浮游植物及浮游生物種類數。

2.SI 值與 HSI 指數之關係建立:

將與浮游動物、浮游植物及浮游生物有相關性之水質列為影響因子，並製表，如附錄 3.2 所示。

3.HSI 模式之建立

利用浮游動物、浮游植物及浮游生物物種種類數建立 HSI 模式，如圖 3.33~3.35 所示；X 軸為水質因子所構成的 HSI 指數，如下 (1)~(3) 式所示；Y 軸為浮游動物、浮游植物及浮游生物物種種類數，r 為水質因子所建立的 HSI 模式與浮游動物、浮游植物及浮游生物之相關係數，介於 0.712~0.883 間有很強的線性關係。故所建立之 HSI 模式與浮游動物、浮游植物及浮游生物物種種數有一定的線性相關。

$$\text{浮游動物：HSI} = \text{SI}_{\text{水溫}} \times \text{SI}_{\text{PH}} \times \text{SI}_{\text{DO}} \times \text{SI}_{\text{亞硝酸鹽}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{浮游植物：HSI} = \text{SI}_{\text{水溫}} \times \text{SI}_{\text{PH}} \times \text{SI}_{\text{DO}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{浮游生物：HSI} = \text{SI}_{\text{水溫}} \times \text{SI}_{\text{PH}} \times \text{SI}_{\text{DO}} \dots\dots\dots (3)$$

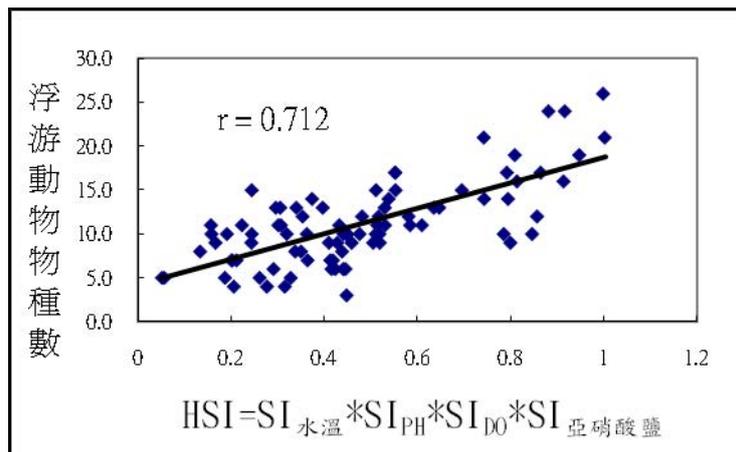


圖 3.33 浮游動物與水質所建立的 HSI 模式

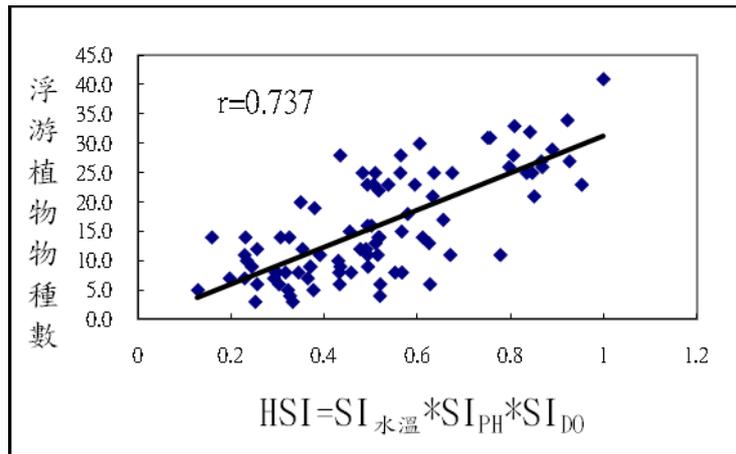


圖 3.34 浮游植物與水質所建立的 HSI 模式

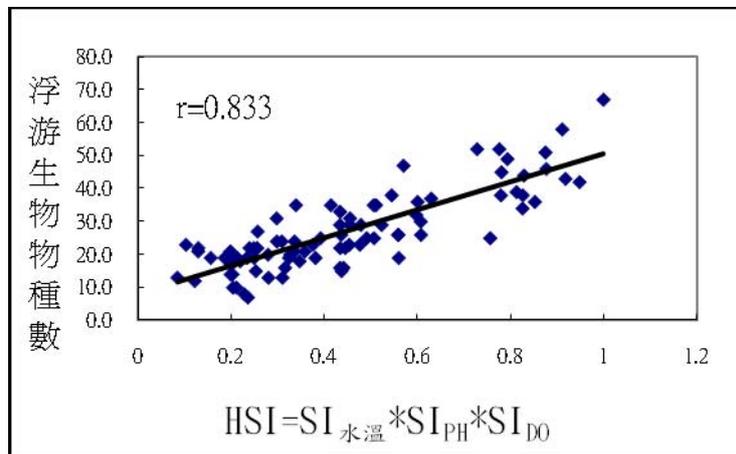


圖 3.35 浮游生物與水質所建立的 HSI 模式

由 (1) 式可知，浮游動物的物種數受到水溫、PH 值、溶氧及亞硝酸鹽之水質因子影響最大，利用水溫、PH 值、溶氧及亞硝酸鹽的 SI 圖可評估高雄港浮游動物適合之棲地並提升其生態多樣性；由 (2) 式可知，浮游植物的物種數受到水溫、PH 值及溶氧之水質因子影響最大，利用水溫、PH 值及溶氧的 SI 圖可評估高雄港浮游植物適合之棲地並提升其生態多樣性；由 (3) 式可知，浮游生物的生物物種數受到水溫、PH 值及溶氧之水質因子影響最大，利用水溫、PH 值及溶氧的 SI 圖可評估高雄港浮游生物適合之棲地並提升其生態多樣性。

(二)指標生物的選定及其 HSI

對生態環境的經營，生物多樣性是我們努力的主要目標，故選擇能代表生物多樣性之生態環境的指標生物，是實施生態工程(ecological engineering)的重要前提。指標或目標生物的設定能夠使生態環境復育的對象縮小，更簡單清楚的利於生物多樣性環境的營造，換句話說指標生物的棲地營造即是生物多樣性棲地的營造。指標生物通常要求具有數量多、分佈廣、採集容易、識別鑑識容易、對環境變化反應靈敏與生命週期適中等特性。一般通稱的指標生物又另有生態指標生物、污染指標生物與復育指標生物等不同的分類。有關污染指標生物的研究成果已經相當豐富，而復育指標生物則為對稀有或特殊利用價值的生物而言，易於決定，但生態工程的操作所指的指標生物大部份應為生態指標生物，生態指標生物的決定目前尚處於起步階段。

若以生物多樣性為生態環境復育的主要訴求，本研究考慮以能夠滿足如下二項原則所設定的條件為指標生物。

- 1.在生物多樣性高的地點常會出現的物種，而其在多樣性低的地點不會出現。
- 2.要求的棲地條件較為嚴格的物種。亦即在這種物種能生存的條件下，很多其他物種也都能生存。

由於經濟性的浮游生物為昆蟲或小型魚類等之食物來源，為生態系中食物網(Food web)重要的一環，如第二章 2.3.2 節敘。故本計畫利用上敘觀念結合經濟性浮游生物來找出能代表高雄港浮游生物多樣性的指標。而在台中港部份由於長期監測資料中，因水質測站與浮游生物測站並未同步，故無法建立其 HSI 模式。

利用經濟性浮游動、植物所伴隨出現物種豐富性決定指標生物。伴隨物種豐富性越大表示伴隨其同時出現的物種豐富性最高，即最能代表具物種多樣性生態環境的指標生物。利用高雄港務局所提供 2008

年每季的調查結果，找出經濟性浮游動物、植物並找出其出現次數及所伴隨出現的物種數，結果如表 3-21 及表 3-22 所示。

表 3-21 經濟性浮游動物出現次數

經濟性浮游動物	輪蟲類	纖毛蟲	多毛類	劍水蚤	哲水蚤	猛水蚤	魚卵
出現次數	0	0	32	87	73	23	57
伴隨出現物種數	-	-	13.84	11.14	11.71	14.82	13.85

表 3-22 經濟性浮游植物出現次數

經濟性浮游植物	奇異棍形藻	活動盒形藻	具槽直鏈藻	寬角斜紋藻
出現次數	5	24	2	11
伴隨出現物種數	25.2	25.375	24	28.18

接著，由伴隨出現物種數最多的浮游動物與浮游植物當作指標生物，在浮游動物方面，本研究選擇猛水蚤當作指標生物，且利用其數量與出現時的水質因子建立 HSI 模式，其結果如 (1) 式所示。經過與實際調查數據驗證，發現相關係數 r 值為 0.768，表示 HSI 模式與猛水蚤的數量有一定的線性相關。由 (1) 式可知猛水蚤數量受到溶氧、硝酸鹽及氨氮之水質因子的影響最大，利用其水質因子的 SI 圖可評估猛水蚤適合之棲地。

本計畫為了使指標生物更完善，在浮游動物方面多選定伴隨出現物種第二高的魚卵，其所建立的 HSI 模式如 (2) 式所示。經過與實際調查數據驗證，發現相關係數 r 值為 0.617，表示 HSI 模式與魚卵的數量有一定的線性相關。由 (2) 式可知魚卵數量受到溶氧、亞硝酸鹽及總磷之水質因子影響最大，利用其水質因子的 SI 圖可評估魚卵適合之

棲地。

在浮游植物方面，雖然寬角斜紋藻之伴隨出現物種數最多，但因寬角斜紋藻出現次數太少，而無法建立 HSI 模式，故改選定活動盒形藻當作指標生物。其所建立的 HSI 模式如 (3) 式所示。經過與實際調查數據驗證，發現相關係數 r 值為 0.64，表示 HSI 模式與活動盒形藻的數量有一定的線性相關。由 (2) 式可知活動盒形藻的數量受到溶氧、生化需氧量及氮氮之水質因子影響最大，利用其水質因子的 SI 圖可評估活動盒形藻適合之棲地。

$$\text{猛水蚤} : \text{HSI} = \text{SI}_{\text{DO}} \times \text{SI}_{\text{硝酸鹽}} \times \text{SI}_{\text{氮氮}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{魚 卵} : \text{HSI} = \text{SI}_{\text{DO}} \times \text{SI}_{\text{亞硝酸鹽}} \times \text{SI}_{\text{總磷}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{活動盒形藻} : \text{HSI} = \text{SI}_{\text{DO}} \times \text{SI}_{\text{BOD}} \times \text{SI}_{\text{氮氮}} \dots\dots\dots (3)$$

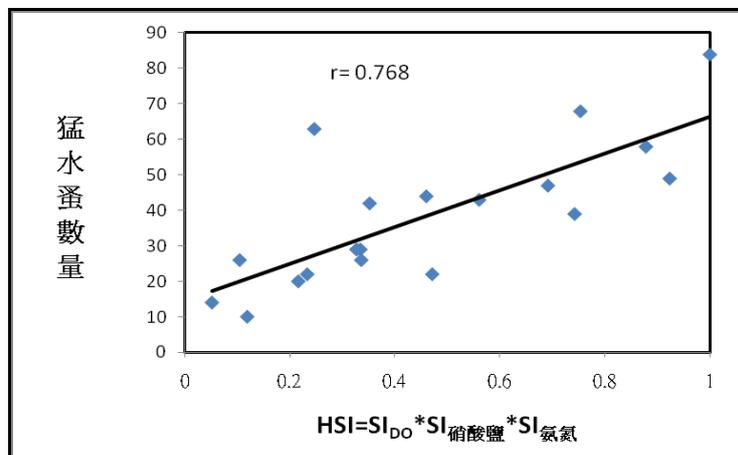


圖 3.36 猛水蚤數量與水質所建立的 HSI 模式

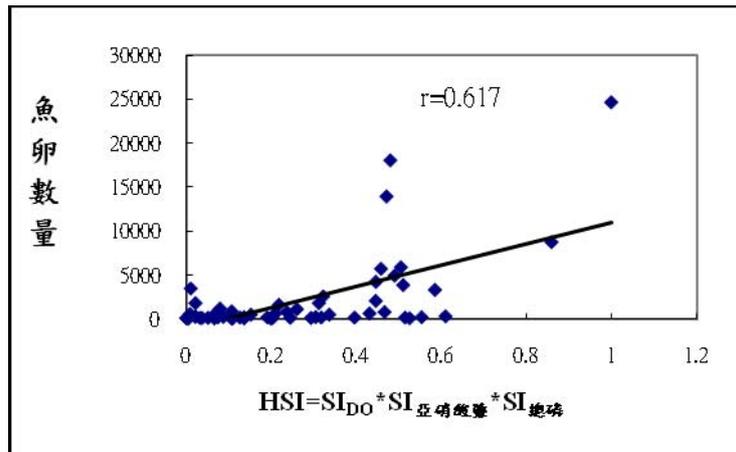


圖 3.37 魚卵數量與水質所建立的 HSI 模式

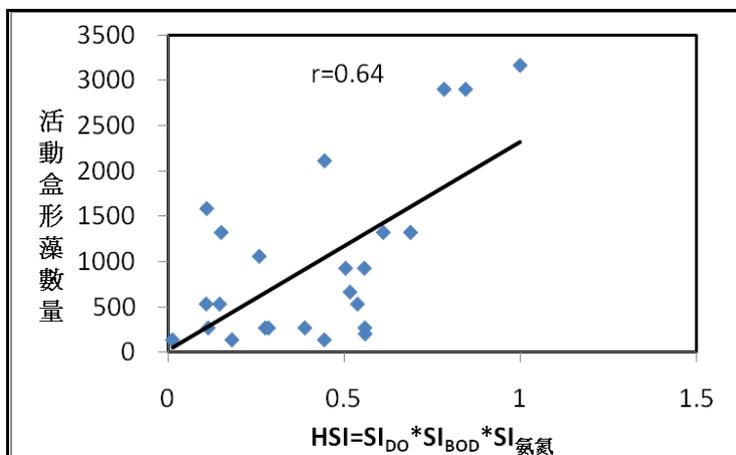


圖 3.38 活動盒形藻數量與水質所建立的 HSI 模式

3. 底棲生物 HSI 建立

利用高雄港務局所提共之資料，建立底棲生物 HEP 模式，如附錄 4.1 所示。在台中港務的資料方面，因台中港港內底質與底棲生物採樣的時間及地點不同，經過分析後發現無法建立 HEP 模式。

本研究以高雄港 97 年底質數據與底棲生物物種數，以 SPSS 統計軟體進行皮爾森相關係數(Pearson's correlation coefficient)之分析，探討各項底質因子是否與底棲生物物種數有顯著相關。如表 3-23 所示。

皮爾森相關係數的解釋與應用，必須經過顯著性考驗來決定系數

的統計意義，一但達到顯著相關，便可依據系數的高低來解釋其相關強度。從表 3-23 中顯示，14 個底質因子中除了錳未達顯著相關外，其餘的 13 個因子都與底棲生物物種數達到顯著相關。故剔除錳後，再由皮爾森係數來選擇因子，由表 3-23 所示，以銅和砷的相關係數最小，故剔除。綜合上述，在底質因子方面，剔除錳、銅及砷後利用剩下的 11 個底質因子與底棲生物物種數，進行 HSI 模式的相關分析。

表 3-23 皮爾森相關性分析

N=60

		含水量	總有機物	PH	總磷
底棲生物物種數	Pearson 相關係數	-.389**	-.407**	.564**	-.507**

** P<0.01 * P<0.05

表 3-23 皮爾森相關性分析(續)

N=60

		油脂	酚類	鉛	鋅
底棲生物物種數	Pearson 相關係數	-.509**	-.590**	-.400**	-.428**

** P<0.01 * P<0.05

表 3-23 皮爾森相關性分析(續)

N=60

		鉻	汞	銅	砷
底棲生物物種數	Pearson 相關係數	-.386**	-.381**	-.372**	-.332**

** P<0.01 * P<0.05

表 3-23 皮爾森相關性分析(續)

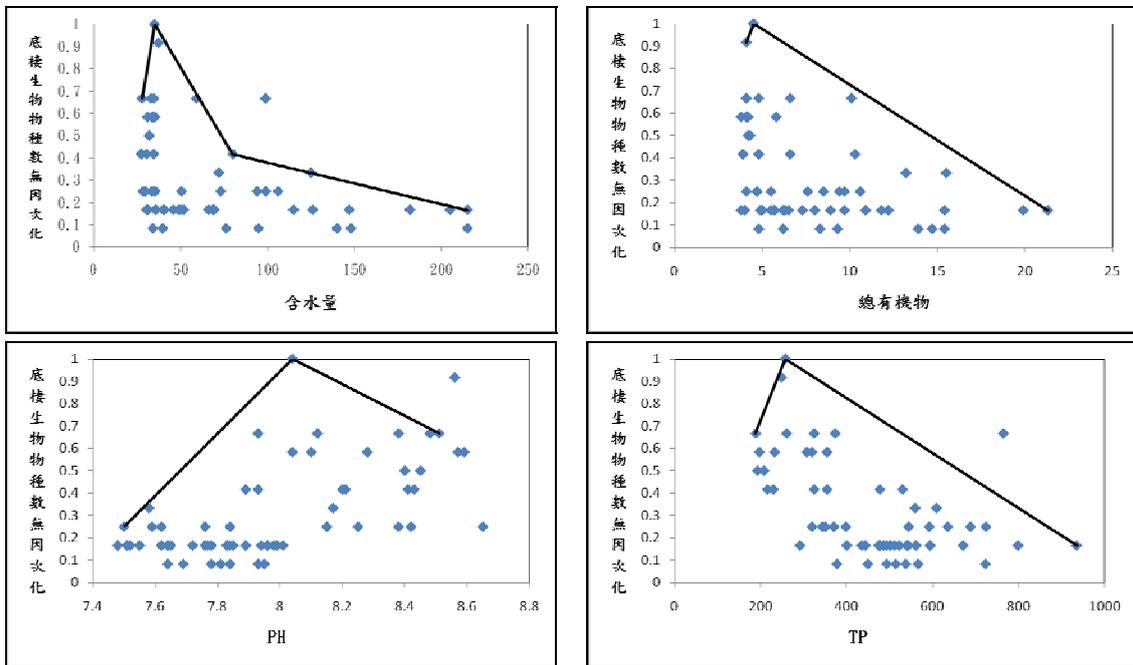
N=60

		鋁	猛	底棲生物物種數
底棲生物物種數	Pearson 相關係數	-.436**	.051	1

** P<0.01 * P<0.05

(1)SI 值包絡線圖:

利用高雄港務局所提供之高雄港區 2008 年底質及底棲生物資料，以底棲生物物種種數與底質資料建立 SI 包絡線圖，建立結果如圖 3.39 所示，並製表，如附錄 4.2 所示。



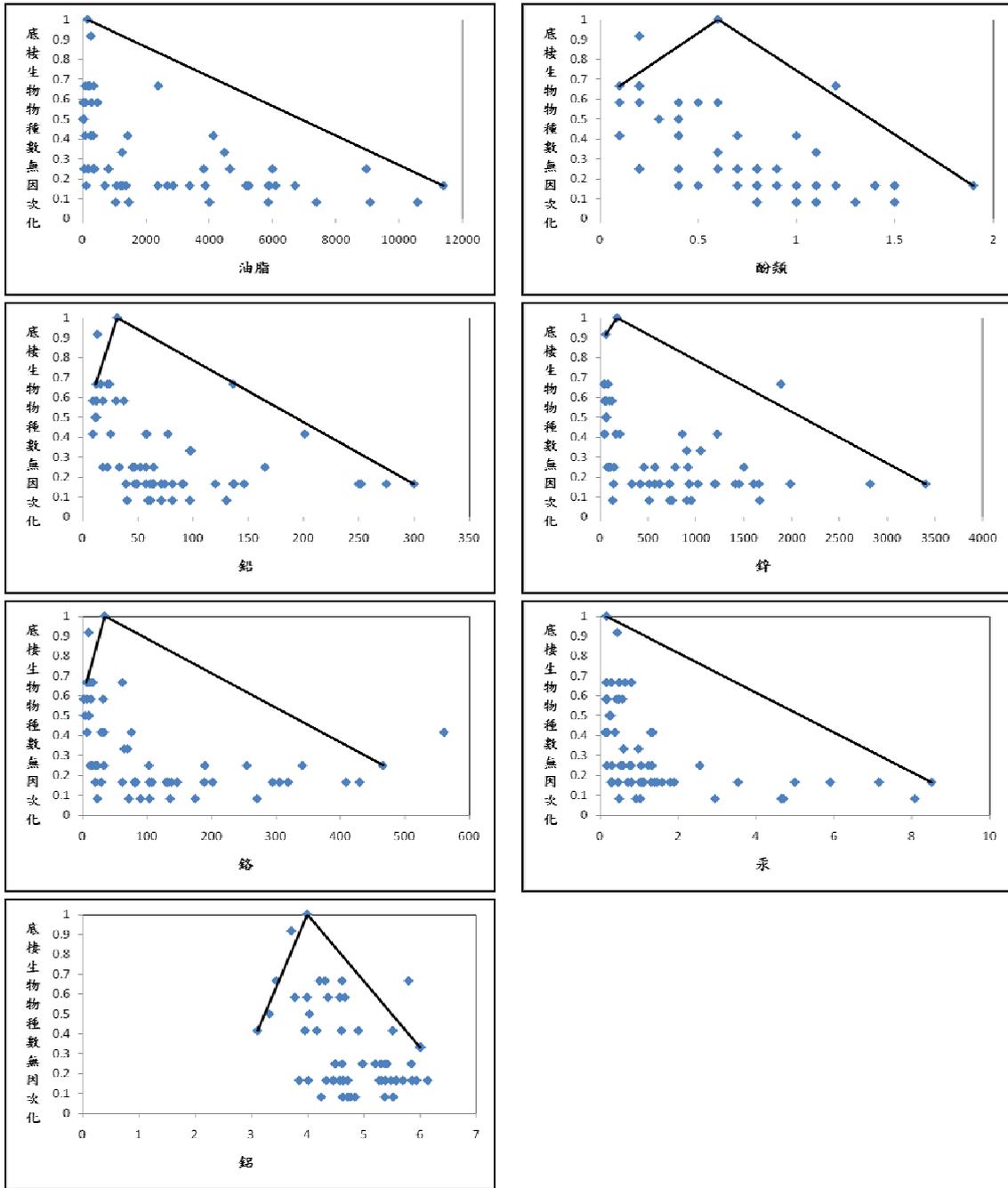


圖 3.39 底棲生物物種數 SI 包絡線圖

(2) HSI 模式之建立

利用底棲生物的生物種類數建立 HSI 模式；X 軸為底質因子所構成的 HSI 指數如 (1) 式所示；Y 軸為底棲生物的生物種類數；經過與實際調查數據驗證，發現相關係數 r 值為 0.717 表示 HSI 模式與底棲生物的生物種類數有一定的線性相關。

$$\text{底棲生物：HSI} = \text{SI}_{\text{PH}} \times \text{SI}_{\text{油脂}} \times \text{SI}_{\text{酚類}} \times \text{SI}_{\text{汞}} \times \text{SI}_{\text{鋁}} \dots \dots \dots (1)$$

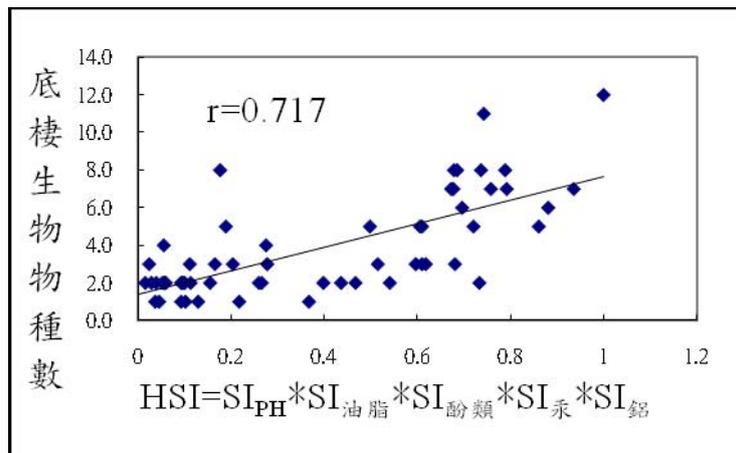


圖 3.40 底棲生物與底質所建立的 HSI 模式

由 (1) 式可知，底棲生物的生物種類數受到 PH 值、油脂、酚類、汞及鋁之底質因子影響最大，利用其底質因子的 SI 圖可以評估底棲生物適合之棲地環境並提高其多樣性。

第四章 生態性港灣水中結構物設計準則

4.1 港灣水中結構物生態性資料蒐集與探討

4.1.1 概說

各種海岸港灣工程建設的目的，均為抵抗浪潮，維護陸上人類生命財產及生存活動的安全方便，但各種不同工程結構有不同的功能和特性，有時又可兼具有改善生態環境的作用。圖 4.1 為各種海岸工程設施之防災功能與生態功能的傾向示意圖，在達到必要的防災功能的前提下，海岸工程建設應盡量規畫採用具有生態功能的結構設施物。

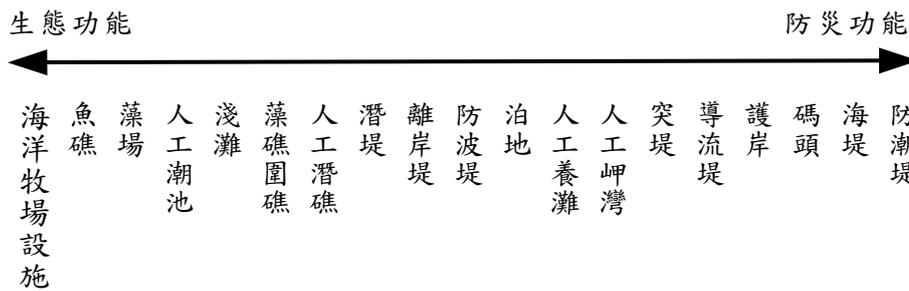


圖 4.1 港灣結構物之防災與生態機能傾向示意圖

根據以往的一些研究報告指出，同樣的水質水深條件下，設置防波堤的地區比不設置防波堤的地區海洋生物產量豐富，而且防波堤內側比外側生態豐富，這是因為防波堤內側波浪小水域穩定，適於海洋生物棲息的緣故。但港內水域對生物生長的缺點是水質不好，以及結構物多為直立壁，生物能附著生長的機會不多，能使防波堤、護岸、碼頭等海岸結構物的周邊自然形成藻場，對生態環境保護而言是非常重要的，以形成藻場為目的的結構物設計，藻類著生基盤的水深以及結構物斜面的傾角，是影響將來海洋動植物分佈存活的重要因素。此外，與港灣結構物無直接關係之港內水域浮游生物的生長，對水中生

態繁榮是重要的決定因素。

港灣工程建構，只要在工程規劃設計階段稍加用心經營，往往可以有效的產生生態豐富性。表 4-1 為一般港灣工程結構物增加生態性的設計手法。

表 4-1 增加海岸港灣工程生態性之設計手法

工程項目	增加生態性的作法
碼頭	岸壁增加孔隙、粗造度和與水接觸面積
防波堤	多孔隙、透水性、緩傾斜式、複斷面式
防砂堤	潛堤、多孔隙、透水性
護岸	緩坡、多孔隙
海堤	緩坡、多孔隙
導流堤	多孔隙、潛堤
突堤	多孔隙、透水性、潛堤
離岸堤	多孔隙、透水性、潛堤

海岸結構物所使用的材料，根據以往甚多的經驗顯示，岩礁粗糙的表面，比起卵石或混凝土的平滑表面具有更佳的生態效果，一般海岸結構物材料以混凝土居多，其實混凝土結構物作為海洋生物著生基質，已有非常類似礁岩的功能，尤其只要經過特殊處理反而會具有比天然岩礁更好的生態效果。混凝土表面不論是藥劑處理、凹凸處理、鋪設纖維網、或是利用輕量多孔質混凝土等之生態效果已有很多的研究和實例資料(明田定滿等，1996)。以下簡單說明結構物設計的一些原則(郭一羽等，2004)：

- 一、混凝土硬化過程會溶出強鹼成分，阻害水中生物生長，若使用高爐水泥以消化氫氧化鈣鹼性成分，或將亞硫酸鐵(FeSO_2)塗佈於混凝土表面防止強鹼溶出，對生物附著生長都是有益，但這種現象只發生在混凝土製成後的初期階段，半年或一年後就沒有影響了。

- 二、石材或混凝土表面若附著沉泥，會嚴重妨礙藻類孢子在基質上的著生。
- 三、在結構物完成初期階段，混凝土表面若有溝紋或凸起物，其周邊形成的渦流域容易讓孢子或卵捲入著生，粗糙的地方或隅角的地方都容易使海藻著生，而且比較大的起伏或比較深的溝穴其生態效果較佳，溝紋又比漥穴來的好。
- 四、輕量多孔質混凝土表面有很多微小的連續孔隙，具有成為甲殼類、多毛類之生息場所的機能，故很適合於做魚礁、藻礁。以生態效果而言多孔性混凝土和凹凸表面混凝土都優於普通混凝土，而輕質多孔性的又優於凹凸表面的。輕質多孔性混凝土材料內部有連續性孔隙且具透水性，對生態環境調和而言非常有益，但其強度小、重量輕，在工程上的設計要更為用心。
- 五、生物附著之基質和基質間的空隙可做為稚魚或海生動物隱藏或棲息的場所，但有時為抑制食害動物如海膽等過量繁殖，必需限制孔隙的數量。

4.1.2 碼頭之生態設計

碼頭是一種直立壁式護岸，為港內方便船舶裝卸貨物的設施。碼頭結構的設計不以波浪的作用力為主要考量，而著重於是否可耐受船舶靠岸時的衝擊，並儘可能避免造成波浪的反射，影響港內水面的平靜。可將碼頭分為三大類，棧橋式碼頭(如圖 4.2)、重力式碼頭(如圖 4.3)、浮動式碼頭(圖 4.4)。



圖 4.2 棧橋式碼頭



圖 4.3 具孔洞的重力式碼頭



圖 4.4 浮動式碼頭

棧橋式碼頭生態特性為，碼頭下面水域的消能結構設施，可提供作為生物棲息場所，但碼頭下面若陽光不足，則海藻的生長將受到限制，因此如何增加碼頭下面水面的光線為設計的重要考量。只要港區內水質控制良好，棧橋式碼頭下面水域經適當處理可產生良好的生態環境。而棧橋式碼頭的設計準則，需注重港區水質與增加棧橋下水體

的陽光照射時間，才能產生良好的生態環境，並且在考慮碼頭消能效果下，水下結構設計應盡量兼顧海洋生物的棲息環境。

重力式碼頭主要是由混凝土結構物所構成，依賴自重以承受船舶的衝擊力，但為減少壁面的波浪反射，孔洞式或設置貯水室的消能式碼頭現已被廣泛使用，如圖 4.3。其生態特性為結構物接觸水面的部分，可為海洋附著性生物生長的良好基盤，而且消能式碼頭具有很多孔隙或消能遊水區，為甲殼類或游泳類動物的良好棲息地。此外碼頭表面一般均設置有碰船墊，不論是用橡膠、輪胎或木頭，其均能增加結構物與水的接觸面積，而增加附著生物生長的空間。但港區水質不佳會影響生態環境，所以將港內水質控制得宜，消能式碼頭就可有良好生態環境，建議混凝土結構設計，應兼顧消減波能和生物的棲息條件，如混凝土結構物表面設計多溝紋和孔洞，將可提升碼頭的生態性。

浮動式碼頭適合潮差很大的港口，在小型港口較常使用。如圖 4.4 所示碼頭面可隨海水面升降，將可使人員上下或貨物裝卸得到很大的便利性，但浮動碼頭僅有水下的結構部份有少數附著性生物生存，其結構物本身對整體生態環境影響不大，但碼頭下方水體可以流通，對港內水質交換及海洋生物移動都有幫助。

4.1.3 防波堤之生態設計

防波堤為保護港口設施免受波浪侵襲，維護港內水域平穩的圍堤。防波堤大部分置於水深較深處，需承受巨大波浪的衝擊，同時必需有足夠的高度防止越波侵入港內。防波堤通常是為巨大的結構體，以材料而分其型式有拋石堤、沉箱堤、混凝土塊堤等。以形狀而分有直立堤和傾斜堤。

一、拋石堤

拋石堤如圖 4.5 所示，拋石堤利用石塊或混凝土塊拋置而成，其接近水面處因波浪作用力較大，所以需要使用較大的石塊。基於波浪以及石塊的形狀大小，其前後坡保持有固定的傾斜角，故大部分為傾

斜堤。拋石堤具有寬闊的底部，可使海底地盤單位面積平均承受較小的壓力，故適用於海底地質較為軟弱的地點；傾斜堤能使結構物接觸海水的面積以及陽光照射到的面積加大，故生態性較佳。在陽光、水分可及之處，拋石堤其安定不移動的石塊，將可為海洋附著性生物生長的基質，若石塊表面具有凹凸溝紋者，更有利生物附著生長，而拋石堤可形成大小孔隙，是生物躲藏的良好棲息空間，所以若在石塊大小、形狀、材質、表面以及排置方式稍加設計處理，將會有更大的生態效益，拋石堤會形成一種人工礁石海岸的生態特性，在台灣因風浪大較不適用，而在國外使用拋石堤較多，因其具有較大的景觀和生態的意義。



圖 4.5 拋石防波堤案例

二、沉箱堤

沉箱堤（如圖 4.6）是於岸邊如船塢的特定地點建造好中空的箱形結構體，使漂浮海面拖拉至海域定點，內填砂石使下沉固定以形成防波堤。此類防波堤屬於直立堤，但沉箱的靠海側，一般需加拋消波塊以消減波浪的衝擊力和保護堤腳。沉箱堤因施工時程易於掌握，能抵抗較大的風浪，國內目前港口的防波堤以此類型居多。但需注意堤前消波塊之置放，沉箱前儘可能採用具生態礁效果的混凝土塊，取代一般消波塊，亦可形成近似礁石海岸之海洋生態。因此沉箱堤放置消

波塊處常是釣客聚集之所，建議沉箱的垂直壁面水分可及之處，做成具孔洞或溝紋狀之表面可增強生物棲息及附著之功能。



圖 4.6 沉箱防波堤

三、混凝土塊堤

混凝土塊堤是利用各種混凝土預鑄塊堆疊而成，其可為直立堤或傾斜堤，但大部分是如圖 4.7 所示的直立堤。混凝土塊形狀大小的設計，依不同需求做調整，易於營造多孔隙的結構體，但為抵抗波浪的衝擊力，特別要注意上下左右相鄰塊體間的結合性。在生態性的考量，陽光及水分可及之處混凝土塊提供附著生物之生長基質，且形成的孔隙可提供海洋生物棲息空間，且混凝土塊堤在形態設計上具有很大彈性，生態工法可發揮的潛力較大，所以設計時考慮陽光及波浪，增加適當水深處的區段長度，以及混凝土塊表面設計溝紋，使附著性生物易於生長，再搭配適當水深處的混凝土塊，將其設計成人工生態礁，都可增加生態性，若混凝土塊堤具透水性更佳，可促進港內外海水交換，最近一些透水性的直立式防波堤被大力提倡，但因經費和技術要求較大，台灣目前仍缺乏此類案例。

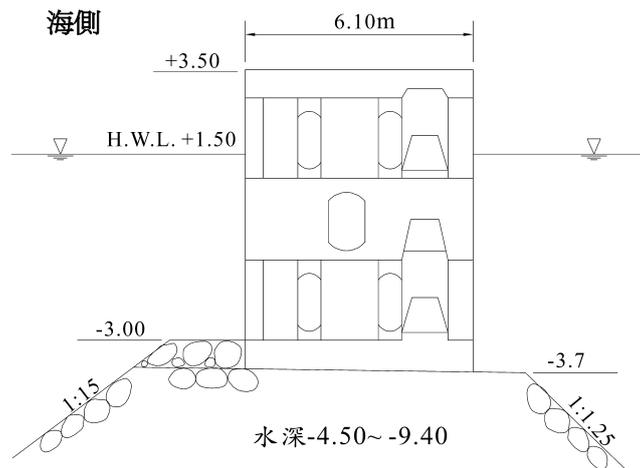


圖 4.7 混凝土塊堤設計斷面圖

開孔式混凝土堤為達到有效消減波浪能量以及提升視覺景觀的需求，很多開孔式的新型防波堤陸續被開發出來，如圖 4.8 所示。這種防波堤在設計和施工上難度較高，但能同時達到多方面的功能，故又稱為第三代防波堤。若結構物形狀經過特別設計，可兼具消浪和生態效果，但工程技術上難度較大。



圖 4.8 開孔式新型防波堤(日本海洋開發建設協會，1995)

四、合成堤

合成堤在水深較深或地盤軟弱的地點，下面設置寬闊的拋石基礎，上面設置沉箱堤或混凝土塊堤，以解決所需堤體過大的設計和施工上的困難，合成堤其直立體部分與沉箱堤或混凝土塊堤之生態特性相同，其基座部與拋石堤特性接近，但水深較深陽光較為不足，若水深適當，基座上面防止沖刷的消波塊或塊石，可具有豐富生態，合成

堤的直立體或基座在適當水深處均可營造類似礁岩性的生態環境。合成堤的設計準則（設計斷面如圖 4.9），是將合成堤的基座在波浪設計條件的許可下，盡量抬高高程以獲得充分陽光，以提高生態效果，並且在基座上可置生態礁取代部分消波塊和塊石，此種複合式的構造，生態效果顯著者亦被稱為生態型防波堤。

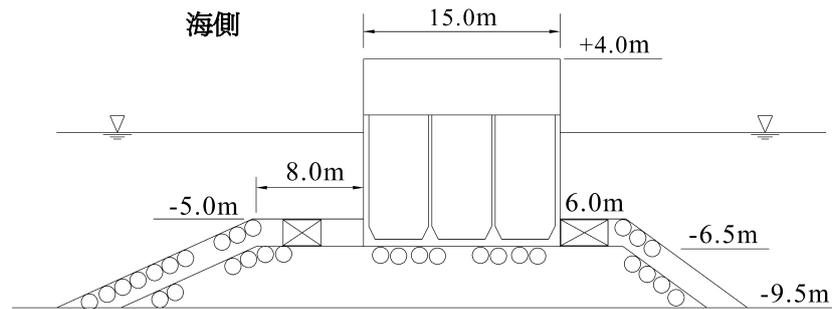


圖 4.9 合成堤設計斷面圖

4.1.4 消波塊之生態設計

消波塊浸泡於水中或保持溼潤狀態，可大量著生海洋動植物。(圖 4.10)，以及消波塊消能用的孔隙，可作為游泳動物躲藏庇護和棲息的空間，只要特殊設計或適當選用消波塊，可具有良好生態礁效果（如魚礁、藻礁或產卵礁），但是常保持乾燥狀態的消波塊則無生態效果。

參考郭(2006)所整理之資料說明，直接暴露於海水波流的消波塊，附著生物種類的豐富度指數較高（即種類數較多）。當消波塊用於離岸堤內側時，會積聚污泥或河水，鹽度及溶氧相對較低，生物豐富指數較低。消波塊表面的生態與波向似乎無關，日照水分充足的表面，綠藻類繁盛，顯現出生物多樣性佳。消波塊的堆放，內部空間可提供螺貝類生長，但陽光不足處，生物多樣性則不佳。消波塊混凝土表面雖然粗糙，但形狀平整少溝紋，故以材質而言混凝土塊與石塊的生態效果差異不大。

消波塊屬於一種消耗性的海岸保護工，故其雖有魚礁藻礁的效果，但因處於波浪作用力大的地方，漂砂移動劇烈的地方，安定性不足。生物棲地較傾向於有一定期限的安定期讓其適應，故消波塊形成的生物棲地變動快，缺乏生物的固有性，因之其比之於水深較大的魚礁，或真正的礁石海岸，其屬於變動週期短的生態環境，如變動週期短但能持續很長的時間，其亦有寶貴的生態特性，然而消波塊的存在往往伴隨海岸地形的變動，沒有持續性的安定或平衡，例如在花蓮南濱發現的珊瑚生態，也只是曇花一現，故利用消波塊如何創造更好的生態必須再努力思考和突破。



圖 4.10 著生海藻的消波塊

4.1.5 護岸

護岸有很多的型態，依材料分有石塊或混凝土，依型態分有斜坡式、階梯式、直立式等，主要目的保護海岸抵抗波浪的衝擊。

一、拋石護岸

一般拋石護岸所用的石塊大小有限，故只能用於波浪作用力不大的地方。拋石有卵石和岩塊，卵石形狀材質圓滑，其耐受波浪的安全性、親水性和生態效果不如岩塊。一般希望拋石護岸能有約 1：6 以

下的平緩坡度，坡度愈緩愈容易維持其安定性和親水性。護岸為水陸交接處，是重要的生態敏感區，拋石護岸生態主要為潮間帶的礁岩性生態。水分溼潤程度越高，生態效果愈佳。安定性較高的拋石護岸，可有耐鹽性陸域植物生長，生態較豐富。(圖 4.11)



圖 4.11 拋石護岸上的植生

拋石護岸為最具自然性的一種護岸工法，生態工法的經營較為容易。緩坡護岸較陡坡護岸安定，較有利生物生長和生存，岩塊較卵石結合力強，不易滾動，受波浪作用時較安定，也較卵石表面粗糙，生物較易著生，但岩塊間隙小底部光線不足，不利生物生活。海水可及處，拋石塊以大者為佳，雖孔隙率較小，但安定性強，較有利生物生長和生存；海水不可及之潮上帶，拋石塊以較小者為佳，因孔隙率較大，較有利陸域動植物生存和生長。

二、混凝土護岸

混凝土護岸耐受波浪作用的強度高，但護岸基礎易被淘洗沖刷，故常需有消波塊的護基保護。混凝土護岸依其坡面傾斜與否，又分為直立式護岸傾斜式護岸。護岸在海水可及處會有附著性生物；海水不可及處則生態貧乏。潮上帶海水不可及處，可能有少量攀附性植物著生。

大致上生態多屬貧瘠狀態，在設計上需特別處理才有可能營造出良好生態環境。護岸海水可及處，應使混凝土表面粗糙或有溝紋、孔隙，有利生物棲息。在岸壁內砂土不被海水吸出的條件下，岸壁上應多留設孔洞可增加生態效果，如圖 4.12。混凝土護岸用混凝土預鑄塊取代混凝土鋪面較易製造孔隙達到生態效果。



圖 4.12 直立開孔式混凝土護岸

三、階梯護岸

一般為親水性較佳之混凝土構造，然而因人類活動頻繁，導致生態貧乏，但可增加海水曝氣效用，具有淨化水質功能。其坡度愈平緩，親水及防止越波效果愈佳。因為是親水性設施，所以均注重在視覺美觀上的設計。

在生態設計上，若能著重於階梯構造的透水性並增加孔洞，例如利用預鑄塊，增加孔洞 (4.13)，可增加淨水及生物棲息功能。設計時應考慮階梯的形狀構造及材質，增加曝氣功能，同時設法增加防止行人打滑的表面措施，也可同時增加海洋生物附著功能。



圖 4.13 階梯式護岸具有透水孔隙

4.1.6 離岸堤與突堤

離岸堤、突堤、或防砂堤的構造，一般與防波堤類似但較為簡單，傾向屬於消耗性的結構物，其多以拋石堤的形式建造。近年來基於視覺景觀的需求，拋石多採用石塊而減少使用消波塊，不論是由塊石或消波塊堆疊而成，期均具有類似礁石海岸之生態特性，又因其位於離岸較遠處，水質良好，是極易兼具有防災與生態功能的海岸結構，因波流作用及水質之不同，堤體兩側生態特性有明顯差異。(如圖 4.14)。



(a)陸測



(b)海測

圖 4.14 離岸堤兩側有不同生態

構造物形狀儘量造成多孔隙（圖 4.15），儘量利用潛堤型態，石塊或消波塊堆砌方式應儘量使成自然礁石分佈狀態(4.16)。可能的話最好是依目標生物之棲地條件設計結構物形狀，留意漂砂移動產生的覆蓋和磨損作用對附著性生物生長非常不利。



圖 4.15 空心混凝土塊堤（謝世悞提供）



圖 4.16 消波塊突堤

4.2 國內港灣水中結構物生態特性調查

本計畫在現地調查時，利用海水漲退潮的機會，於海水退潮時拍攝目前國內港灣水中結構物，並加以分析探討水中結構物的生態性優劣，提出改善方法。

4.2.1 高雄

圖 4.17 和圖 4.18 為中山大學附近拍攝之消波塊，消波塊浸泡於水中或長時間保持濕潤狀態，可大量著生海洋動植物。混凝土消波塊具有附著性藻類的形成，亦可產生魚場，此類型不規則擺設之消波塊具有不同大小的孔隙，提供生物多樣性的棲地，在水中結構物屬生態性良好，但在景觀視覺方面效果卻比較差。



圖 4.17 中山大學 消波塊



圖 4.18 中山大學 消波塊

圖 4.19 為沉箱防波堤，陽光可及之沉箱直立壁上可生長附著性海洋生物，但有效面積不大，建議在沉箱堤垂直壁水分可及處，作成具孔洞或溝紋狀之表面可增強生物棲息及附著功能。沉箱堤下方具有消波塊，可形成近似礁石海岸之海洋生態，從圖 4.19 中看到有許多釣客在此釣魚，且垂釣方向皆往港內，可看出因沉箱堤可形成港內水域穩

定，以生態性來說港內比港外好。建議堤前放置的消波塊採用具生態礁功能的混凝土塊替代一般消波塊會更好。

圖 4.20 為鼓山渡站，此類直立型碼頭生態性效果原本就比較差，雖然碰船墊可增加生物棲息附著之面積，可是垂直壁面還是為平滑形式，所以效果還是不夠，可建議垂直牆面可施作溝紋狀之表面增加生物棲息及附著功能，藉以提高其生態性。



圖 4.19 中山大學 沉箱防波堤



圖 4.20 鼓山輪渡站

圖 4.21 和圖 4.22 皆為鹽埕碼頭之護岸，此類為漿砌石護岸建議施作時刻意無須整平，盡可能保留護岸面的凹凸不規則，可增加生物棲息及附著面積。水泥漿把護岸的孔隙填滿，使可利於生物棲的息孔隙消失，對生態性絕對是負面效果。可學習目前河川施作乾砌石或半漿砌石護岸的形式，考慮護岸的安全性又可增加護岸生態性。從圖 4.16 可看到護岸裂縫中生長出植物，清楚了解施作孔隙對於生態性的重要。



圖 4.21 鹽埕碼頭 護岸



圖 4.22 鹽埕碼頭 護岸

圖 4.23 為前鎮護岸，此類漿砌石護岸相較於圖 4.21 和圖 4.22 差異為漿砌石護岸施作完後並未刻意整平，可增加生物棲息及附著面積；但其縫隙也被水泥漿填滿，使可利於生物棲息的孔隙消失，都屬在生態性上為負面效果。

圖 4.24 為新光碼頭之護岸，此類型漿砌石護岸相較於圖 4.19 和圖 4.20 差異為砌石護岸其縫隙未被水泥漿填滿，保留了生物棲息的孔隙，在生態性效果也比較良好。



圖 4.23 第五船渠 護岸



圖 4.24 新光碼頭 護岸

圖 4.25 為新光碼頭之護岸，此類乾砌石護岸未浸泡於水中，無法增加附著性海洋生物的棲息地，但可建議參考圖 4.26 的方式施做立面植生，藉以提高生態性。

圖 4.26 為新光碼頭之護岸，此護岸採用立面植生方式，植種景觀性植物，因植種植物的落葉可增加水中有機物，為魚類及其它水中生物食物的來源，不只生態效果良好在景觀視覺效果也是良好的。建議在設計施種景觀植物時，可增加植種植物的多樣化，提高棲地的多樣性。



圖 4.25 新光碼頭 護岸



圖 4.26 新光碼頭 護岸

圖 4.27 為愛河出海口的橋墩，在橋墩水分可及處可看到附著性海洋生物棲息，可知只要在水中有結構物皆會有可能產生生態，建議多加穩固橋墩基座且類似之水中結構物可施作成具孔洞或溝紋狀之表面，以增加生物可棲息附著面積，以提高生態性。

圖 4.28 為真愛碼頭左岸，此類型緩斜坡式岸邊，可形成約為數十分短潮間帶，建議可利用砌石塊設計成具生態的親水性潮間帶。



圖 4.27 愛河口 橋墩



圖 4.28 真愛碼頭左岸

圖 4.29 為棧橋式碼頭，棧橋下面水域的消能結構設施，可提供作為海洋生物棲息空間，碼頭下面若因陽光不足，則會限制浮游性藻類的生長。建議在設計時在考慮消能效果下，水下結構物可兼顧海洋生物棲息環境，並設法增加棧橋下陽光。

圖 4.30 碼頭相較於圖 4.29 棧橋式碼頭，水中生物棲息面積更小，陽光更為不足，可能只有少部分浮游動物，在生態性比較為不好。



圖 4.29 新光碼頭 棧橋式



圖 4.30 新光碼頭

圖 4.31 與圖 4.32 為不同地區的輪胎，不論是直立或橫放都可提供海洋生物棲息的環境，在生態上皆屬正面效果。建議此類水中結構物，可加強景觀視覺方面的設計。



圖 4.31 愛河口 輪胎



圖 4.32 新光碼頭 輪胎

圖 4.33 和圖 4.34 分別為中洲渡輪與旗津渡輪，在水中的結構物均可使附著性生物棲息，附著性生物為游動性水中動物的食物來源，所以此種結構物為增加水岸，提高生物棲息空間，在生態性皆具正面效果。從圖 4.34 中可清楚看到附著性藻類棲息在渡輪碼頭上。



圖 4.33 中洲渡輪



圖 4.34 旗津渡輪

圖 4.35 和圖 4.36 皆為旗津之離岸堤，以消波塊堆疊而形成，可增加水陸交錯帶，水中可形成類似礁石海岸之生態特性，離岸堤可安定生物棲息地，增加棲地多樣性，對生態性具正面效果。建議堆砌方式使用自然礁石分佈狀態。



圖 4.35 旗津 離岸堤



圖 4.36 旗津 離岸堤

圖 4.37 為海岸護坡，此類型護坡在原先施作上是顧及到生態性，但因覆蓋海灘又無孔隙，與混凝土護坡並無兩樣，屬生態性較差的水中結構物。建議可參考圖 4.38 的拋石護岸施作，如考慮親水性可採用大小不同型石塊，產生較具自然景觀且生態性良好的護岸。

圖 4.38 為拋石護岸，為水陸交接處，可產生潮間帶的礁岩特性生態，若為較安定的拋石護岸，可植種耐鹽性陸域植物，生態較為豐富。建議在海水可及處可採用較大型石塊，增加穩定性，在海水不可及處採用較小型石塊，增加孔隙率，可有利於生物生長和生存。



圖 4.37 旗津 海岸護坡

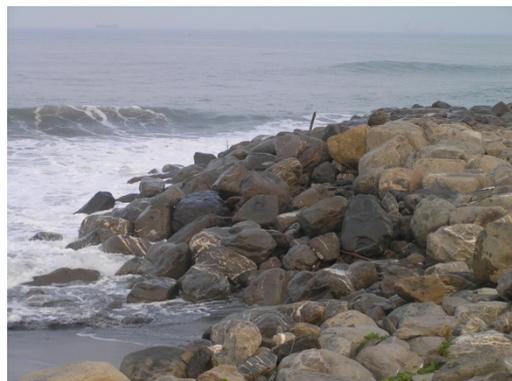


圖 4.38 旗津 拋石護岸

圖 4.39 和圖 4.40 皆為垂直水面的護岸，在水分可及處可有附著性生物棲息，但面積不大，所以產生的生態效益有限，是屬於生態性較差的護岸。建議作成具孔洞或溝紋狀之表面可增強生物棲息及附著功能。且從圖 4.40 看出為舊型碼頭，如果已經廢棄不再使用，可考慮把廢棄的碼頭添增其它功能，施作成具生態性和親水性水岸。



圖 4.39 前鎮渡輪站



圖 4.40 旗津

4.2.2 基隆

基隆港港區可分為商業用之東、西兩岸碼頭區，以及休閒遊憩用之市中心區域，因此本節將依各區域的特性，說明各區域水中結構物之生態特性。

一、西岸碼頭

西岸碼頭全線區分為西一碼頭至西三十三碼頭，因供各類型之船隻靠岸，所以碼頭護岸每隔著一段距離，就會設立一個碰船墊。全線護岸佈滿各種不同型態的碰船墊，如圖 4.41 至 4.43。

碼頭區中無碰船墊之區段，如圖 4.44，可發現漿砌石護岸比平整之水泥護岸，多了植生的存在，生態性效果較為良好。在有碰船墊之區段，如圖 4.45 可發現碰船墊接觸水面之部分已鏽漬斑斑，其生鏽之粗糙面可使附著性生物棲息。再由圖 4.46 可發現碰船墊內側下緣，具有高密度之附著性生物棲息，且漲潮時，碰船墊內側可供魚類作為遮蔽躲藏之處。再由現場觀察得知，在有碰船墊之水域，可發現魚類

群聚於碰船墊周圍，並可發現同一個碰船墊，在材質不同的區域，其生態性也有所不同，因此西岸之商業碼頭，欲增加其生態性，建議考量碼頭直立壁與碰船墊的種類。建議水中結構物，表面與水接觸的面積越多，及接觸的時間越久，便可讓商港有豐富的生態性。



圖 4.41 基隆港西岸碼頭（一）



圖 4.42 基隆港西岸碼頭（二）



圖 4.43 基隆港西岸碼頭（三）



圖 4.44 基隆港西岸碼頭（四）



圖 4.45 基隆港西岸碼頭（五）



圖 4.46 基隆港西岸碼頭（六）

圖 4.47 為基隆港的西岸碼頭近出海口之區域，可發現圖中的消波塊接觸海水之範圍不多，故港灣內放置消波塊於堤前時，建議可用沉箱防波堤的方式，讓消波塊(如圖 4.13)與水有大面積的接觸，形成近似礁石海岸之海洋生態。



圖 4.47 基隆港
出海口附近護岸

二、基隆市中心

圖 4.48 可發現橫放式的碰船墊，雖然碰船墊內部的光線強度比外部低，但其內部一樣可使附着性生物生長。觀察圖 4.49 中的碰船墊，發現斜放式的碰船墊與水體接觸的面積，較圖 4.48 的碰船墊接觸水體的面積少，且因地心引力的作用，斜放式之碰船墊內部的水會自然的流出，使碰船墊的中上部分與水體接觸的較少，生態性較低。圖 4.50 可看到直立壁裂縫中生長出植物，清楚了解施作孔隙對於生態性的重要。圖 4.51 為棧橋式碼頭，因底部之水體不易照射到陽光，則會限制浮游性藻類的生長。建議在設計時，設法增加棧橋下陽光，且不在水體交換率差的地點設立。

圖 4.52，建議多於橋墩基座水中結構物多施作成具孔洞或溝紋狀之表面，以增加生物可棲息附着面積，以提高生態性。圖 4.53 為基

隆火車站前之重力式碼頭，其表面附著性生物著生的面積不多，原因可能是水質太髒透光不佳之故。



圖 4.48 基隆港市區碼頭（一）



圖 4.49 基隆港市區碼頭（二）



圖 4.50 基隆港市區碼頭（三）



圖 4.51 基隆港市區碼頭（四）



圖 4.52 基隆港市區碼頭（五）



圖 4.53 基隆港市區碼頭（六）

三、東岸碼頭

分布於基隆港東岸碼頭之碰船墊種類，如圖 4.54~圖 4.56。東岸碼頭因作為軍用碼頭與商用碼頭，所以此區域的水中結構物，其陳列方式變化不大。碼頭直立壁除防舷材之外，建議可增加其表面之粗糙度，使生物有棲息與附著之空間。

圖 4.57、圖 4.58 為基隆港內港之東岸碼頭區域，內港的波浪能量較外港小。建議置放的消波塊盡量沒入水中，可增加固體結構物與水碰觸之面積，進而增加生態性。



圖 4.54 基隆港內港東岸碼頭(一)



圖 4.55 基隆港內港東岸碼頭(二)



圖 4.56 基隆港內港東岸碼頭(三)



圖 4.57 基隆港內港東岸碼頭(四)



圖 4.58 基隆港內港東岸碼頭(五)

四、和平島

圖 4.59 為和平島之出海口，可發現海堤內側較為安穩，放置塊石增加兩棲生物可躲藏之孔隙，且塊石也可讓附著性生物有穩定的生長基底(如圖 4.60)。所以建議海堤內側可放置塊石，增加生態性。

圖 4.61 出海口的海堤兩側之礁岩海岸邊坡，置放消波塊有礙視覺景觀，建議不影響安全的情況下，可將消波塊減量化。拋放消波塊進入水中，雖景觀不佳，但營造出礁石海岸的棲地環境，增加生態性。



圖 4.59 基隆和平島出海口 (一) 圖 4.60 基隆港和平島出海口(二)



圖 4.61 基隆港和平島出海口(三)

4.2.3 花蓮

花蓮港位於台灣東部，港區內水質乾淨（圖 4.62），且生態豐富，非常適合生態及景觀的營造。圖 4.63 為港區附近所拍攝到的螃蟹。圖

4.64 為花蓮港 9/19 號退潮時之海堤現況，圖 4.65 為海堤近拍之影像，階梯式的海堤平面，可當成螃蟹活動之空間，使得該區域隨處可見螃蟹的蹤影，生態性相當豐富。圖 4.66、圖 4.67 可知海堤被沖毀之空隙或排水凹槽，可當為螃蟹藏匿的生存空間。由調查可發現花蓮港當地的螃蟹種類多元化，花蓮港的海堤內側之生態性是非常豐富的，所以建議在不停靠船隻的沿岸可規劃成階梯式之海堤，堤前可放置塊石，增加孔隙率與生物之附著面積，進而提升生態性。再由圖 4.68 所攝影到的鳥類，可知花蓮港除了豐富的水中生物，同時也有金字塔般的生態層次，因此增加港灣的水中結構物之生態性，就可增擴生態網的龐大性。

花蓮港東防波堤內側，階梯式之海堤經由海水之沖刷與生物之附著，海堤已漸漸變成類礁岩之海岸。圖 4.69 中的防波堤因接近出海口，所以堤前置放消波塊以供防災用之。其上也可發現螃蟹與附生性生物存在，但依據現場觀查的結果，階梯式防波堤上螃蟹的數量明顯地多於消波塊的。應是平面式的海堤接觸水的面積，大於消波塊的浸水面積，且螃蟹也較易於活動在平面式的基質，故階梯式之海堤較消波塊適合螃蟹生活。



圖 4.62 花蓮港港內水質



圖 4.63 花蓮港碼頭邊的螃蟹



圖 4.64 花蓮港退潮時的東防波堤



圖 4.65 花蓮港台階式防波堤



圖 4.66 花蓮港破損堤身



圖 4.67 花蓮港防波堤排水凹槽



圖 4.68 花蓮港港內水鳥



圖 4.69 近出海口的東防波堤

圖 4.70、圖 4.71 攝影地點為花蓮港之賞鯨碼頭周圍。由兩圖的生態性比較，發現滿布輪胎的直立壁與設立碰船墊的直立壁，兩者的附著性生物量，經現場肉眼的觀測，放置輪胎的直立壁生態性較為差。



圖 4.70 花蓮港賞鯨碼頭（一）

圖 4.71 花蓮港賞鯨碼頭（二）

花蓮漁會前之碼頭結構物的岸壁，為孔洞式之消能碼頭。各孔洞的間距置有碰船墊，孔洞中與碰船墊接觸到水的表面，附著了許多生物，再由圖 4.72、圖 4.73 中的釣客群，可知該區域之水域有魚類的群落。所以水中結構物之表面與水接觸的面積越多，越具有生態價值。

圖 4.73 與圖 4.74 所拍攝之地點，兩地相差不遠，釣客群聚在圖 4.72 與圖 4.73 之水域釣魚，而圖 4.74 中的水域並無釣客至此垂釣，由此可知，平整無凹凸起伏之直立壁的生態性，較具孔洞與孔隙的壁面差。

圖 4.74 為漿砌式之護岸，表面雖具有附著性生物存在，但無調查到螃蟹的出現，建議可用乾砌式或半漿砌式的護岸，增加孔隙率，營造螃蟹的生態環境。



圖 4.72 花蓮港釣客聚集處（一） 圖 4.73 花蓮港釣客聚集處（二）



圖 4.74 花蓮港漁會前碼頭

圖 4.75、圖 4.76 為花蓮港區的工業區域。由圖 4.75 可發現直立放置的碰船墊下緣部分，有附著性生物的著生，而平放式的碰船墊，與直立放置的碰船墊在相同水位的情況下，可發現平放式的碰船墊並無附著性生物的著生(如圖 4.76)。建議考量潮差的落差高度，再依當地的水位變化情況，放置適合的碰船墊擺放方式。

圖 4.77 為花蓮港工業區域。圖 4.78 的碼頭如同圖 4.30 中的碼頭類型，水中生物棲息面積小且陽光不足，可能只有少部分浮游動物，在生態性比較為不好。建議可用圖 4.29 中的棧橋式碼頭，提供作為海洋生物棲息空間，並設法增加棧橋下陽光，以提升生態性。



圖 4.75 花蓮港直立式防舷材



圖 4.76 花蓮港橫式防舷材（一）



圖 4.77 花蓮港孔洞式碼頭

圖 4.78 為花蓮港的 1 號碼頭至 4 號碼頭，在水位可觸及到碰船墊的情況下，橫放式的碰船墊，其接觸到水的面積高於直立式的擺放方式，且附著性生物的數量也多於直立式的擺放方式。建議潮差不大的地方，可將碰船墊橫放提高與水接觸之表面積。



圖 4.78 花蓮港橫式防舷材（二）

圖 4.79、圖 4.80 為花蓮港務局前之水域範圍。由圖 4.79 與圖 4.80 的碰船墊比較，可發現圖 4.79 碰船墊與船隻接觸之弧面，因船隻碰撞使得弧面的下緣較少有生物附著。圖 4.80 的碰船墊前面置有鋼製受衝板，鋼製受衝板可作為船隻靠岸用，並且防舷材下緣的附著生物未因受船隻碰撞的影響而減少。再觀察圖 4.79、圖 4.80 碰船墊黑色的部分，發現有置放鋼製受衝板的碰船墊黑色部分，附著生物也無因受船隻碰撞的影響而減少。所以建議碰船墊都加裝鋼製受衝板，增加水中結構物的生態性。

再觀察圖 4.79 與圖 4.80 中的碼頭沿壁，可發現沿壁設計成具有孔洞的凹槽的情況時，其水中結構物周圍皆佈滿附著性生物。可說明水中結構物只要與水體有接觸，就會有生物的存在，所以水中結構物在不影響安全的情況下，建議結構物與水體的接觸面積越多越好，以增加生態性。

魚類會群聚於碰船墊周圍游移，且圖 4.51~圖 4.54 的碰船墊周圍也有魚類群聚，所以可推測碰船墊的設立可提升水域之生態性。並在圖 4.80 可發現鋼製受衝板背面上附著性生物的生長位置，比黑色部分的碰船墊生物附著的高度還高，應是海浪來回衝擊鋼製受衝板所激起的浪花，使得生物附著至水平面之上。所以建議碰船墊前方加裝鋼製受衝板，增加生態性。



圖 4.79 花蓮港務局前碰船墊(a)

圖 4.80 花蓮港務局前碰船墊(b)

4.3 國內適用之設計準則擬定

4.3.1 防波堤

一、依防波堤的位置、類型、形狀與材質等，把握生態棲地營造發揮的機會。

防波堤港內部分因水域穩定，生物可有安定的棲地，港外部分水質良好透光度佳，海藻海草易於生長，故生態棲地營造各有利弊。傾斜式防波堤水下陽光可及的結構體表面積較大，有利海洋附著生物著生。故在不影響船隻航行的範圍內，盡量採用傾斜堤以營造海洋生物生活空間。防波堤內側斜坡採用複式斷面，在水面下陽光可及處或在平均水位的高程附近設置平台，可有效增加海洋生物棲地。材料方面，天然石塊形狀不規則、具有大小孔隙以及表面粗糙，有利海洋生物生長和棲息；而混凝土材料的結構體形狀易於操控，可形成各種海洋生物生活的空間，亦有利於生物棲地營造。

二、在沉箱堤垂直壁水分可及處，作成具孔洞或溝紋狀之表面可增強生物棲息及附著功能。

國內習慣於採用沉箱防波堤，但沉箱堤接近水面處多為垂直岸壁，由於水下陽光可及之處才可生長附著生物，但直立壁水中陽光可及的表面積有限，故垂直牆面盡可能施作溝紋狀或突出狀之表面處理，增加生物附著和棲息功能。

三、防波堤前拋置消波塊，儘可能採用具生態礁功能的混凝土塊來替代傳統消波塊。

防波堤外側常需有消波塊來消減波浪能量，其又可形成近似礁石海岸之海洋生態，一舉兩得。若將消波塊只單純考慮消波性能，忽略其生態特性則非常可惜。將消波塊的形狀設計和表面處理，以及拋放方式多加用心規劃，即可兼具生態功能，例如排列使形成大小不一的孔隙、鑄造成凹凸不平的混凝土表面等。

4.3.2 碼頭

一、碼頭盡量採用消波孔洞式護岸，以增加生物棲息空間。

碼頭在水分和陽光可及處的岸壁上，可有附著性生物棲息，但因碼頭岸壁均垂直水面，故生物可附著生長的面積不大，所以產生的生態效益有限，是屬於生態性較差的港灣結構物。若將垂直岸壁作成具孔洞或溝紋狀之表面，可大幅增強生物棲息及著生功能。尤其孔洞型或遊水式岸壁的設計，可兼具消波和生態的功能。

二、善用碼頭防舷材可促進港區水域生態。

有防舷材之水域，可發現魚類群聚於防舷材周圍，並可發現不同種類防舷材其生態性高低也有所不同，表面與水接觸的面積越多，及接觸的時間越久，便可有豐富的生態性。橫放式的防舷材或斜放式的防舷材，必須考慮潮位氾生的水面高程，以大部分時間可以浸到水為較佳的設計。以廢輪胎當防舷材不論是直立或橫放都可提供海洋生物

棲息的環境，在生態上皆屬正面效果，但要特別注意景觀視覺方面的加強。

三、棧橋式碼頭設法增加棧橋下陽光

棧橋下面水域的一些構造物，包括消能設施和結構設施，可提供作為海洋生物棲息空間。但碼頭下面若因陽光不足，則會限制附著性和浮游性藻類的生長。建議設計時，在考慮安全性和方便性的前提下，多增加棧橋甲板的透光性，如部份透空或使用強化玻璃等，即可兼顧海洋生物棲息的環境。

4.3.3 護岸

一、階梯式護岸或斜坡式護岸可供生物有較大的生存空間。

具有垂直岸壁的護岸類似碼頭，陽光可及處的水中結構體面積有限，海洋生物可生存的空間不多，若為斜坡式則可增加生物生存空間，

但此必須基於不妨礙船舶航行的條件下，若將其設計為階梯式，更可提供作為親水護岸，但要有止滑鋪面以保障安全。若能以拋石來構築斜面是最佳的生態設計，盡量採用大小不同形狀的石塊，可產生較具自然景觀且生態性良好的護岸。

二、砌石護岸建議施作時刻意無須整平，盡可能保留護岸面的凹凸不規則，可增加生物棲息及附著面積。

砌石護岸表面不規則，非常有利於海藻等海洋附著生物著生。特別是乾砌的砌石護岸形狀不規則且具孔洞非常具生態性，但強度不佳少被採用；漿砌的砌石護岸若用水泥漿把護岸的孔隙填滿，使可利於生物棲息的孔隙消失，對生態性絕對是負面效果。

三、護岸岸壁上部常時浸不到水，採用立面植生增加生態和景觀效果。

護岸岸壁上部常時浸不到水，海洋生物無法著生。採用立面植生方式，植種耐鹽性景觀性植物，不只具生態效果在景觀視覺方面效果也是良好的。植物本身是一種生態，其落葉及昆蟲殘骸可增加水中有機物，為魚類及其它水中生物食物的來源，但有些植物的根部會破壞混凝土結構，必須在樹種的選擇和栽種方法上小心從事。

4.3.4 消波塊

一、消波塊浸泡於水中或長時間保持濕潤狀態，可大量著生海洋動物。

混凝土消波塊具有附著性海洋生物形成的功能。消波塊浸泡於水中或長時間保持濕潤狀態，具有生態礁或魚礁的功能，可形成各種海洋生物聚集的場所，但若經常因受波浪作用而產生移動和摩擦，則附著生物著生不易，故消波塊的擺設盡量要求穩定。倘若消波塊接觸海水的面積不多，則生態和景觀效果均不佳，建議以大塊石取代消波塊來保護海岸，以減少對景觀的衝擊。

二、不規則擺設之消波塊具有不同大小的孔隙，提供生物多樣性的棲地。

消波塊堆疊形成的消波塊群，其間產生很多孔隙以利於消減波浪能量。以消能而言，一定大小的孔隙會有較佳的消能效果，故規則排列的消波塊消波效能較佳，但作為以生物棲息空間而言，各個孔隙均為生物棲息的空間，各種不同大小空間可產生多樣的生物棲地，也可營造生物多樣性高的生態環境。

三、消波塊表面要盡量增加其粗造度，以利海洋生物著生。

具有溝紋凹槽的混凝土表面，容易使海藻等海洋附著生物著生。但因板模的關係，一般被鑄造出來的混凝土表面常十分光滑，因此不利於生物的著生。基於視覺景觀的提升，景觀型消波塊的生產已受重

視。同樣基於生態效果的提升，特殊構造的板模應被開發，發展生態型消波塊來取代傳統的消波塊。

四、採用特殊水泥製造消波塊，以利海洋生物的棲息。

使用一般水泥製造消波塊幾個月的短時期內，會有氫氧化鈣的弱鹼成分流出，阻害水中生物生長，使用高爐水泥等特殊化學成分中和鹼性成分，可改善水泥的弊害。此外，利用特殊化學添加劑製造輕質混凝土，產生微小的連續孔隙，也可有效提升海洋附著生物的生長。

4.3.5 其他結構

一、以消波塊或石塊堆疊而形成的離岸堤、突堤，可增加水陸交錯帶，水下可形成類似礁石海岸之海洋生態。

離岸堤突堤等海中結構物，若以石塊或消波塊堆疊而成，形成一種擬礁石海岸，對海洋生態有很大貢獻。礁石海岸是生物多樣性較高的一種海岸，擬礁石海岸雖較缺乏生態的長時間固有性，但其在短時間內所產生的海洋生態已頗為可觀，建議採用安定性較大的自然礁石分佈狀態，作為堆砌方式的參考。

二、橋墩基座屬水中結構物之處，可施作成具孔洞或溝紋狀之表面，以增加生物可棲息附著面積，以提高生態性。

橋墩水分可及處可看到附著性海洋生物棲息，也可看到附近水中魚類的集聚。可知只要在水中有結構物皆會有可能產生生態，但孔洞型的結構、不規則形狀或粗糙的表面、陽光充分的位置、隱蔽的空間、有適當水流波浪的環境等可以營造較佳的海洋生物棲地環境。

第五章 港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討

5.1 景觀評估理論與方法

景觀資源是指可供人類觀賞利用的人為或自然景觀，可以是有形具體的景觀，也可以是無形的心理意象。景觀資源之經營管理之目的，一為自土地獲得實質利益，例如港口營造屬之；一是透過視覺所接受之非實質利益，港口親水之休閒遊憩、海岸賞景之功能屬之。人類對環境的知覺有 87%來自視覺，因此景觀視覺之評估得以使景觀資源之經營管理具體化。

景觀由許多各種實在的環境要素及其構成方法所構成。而且也依觀察者的社會及個人狀況而有所不同。因為景觀是由人們與環境間產生的視覺現象而組成，所以兩者間不同的個別條件及組合方式而有多樣化的面貌。景觀對於所有的環境要素都必須整體考量，並且人們不會因為單一的環境要素去認知或感受環境。

Kaplan(1975)認為景觀評估是一種確認景觀可能為人所享受的內容；Hull(1989)認為景觀評估可以了解人們注意及有興趣的景觀環境。景觀評估本身是一種應用為導向的研究，其為一種幫助資源規劃、設計、經營管理者進行決策時，對基地美質資源下客觀判斷之調查，惟有深究激發知覺感受的肇因與反應，方得以將結果有效應用在景觀之經營管理上。(圖 5.1)

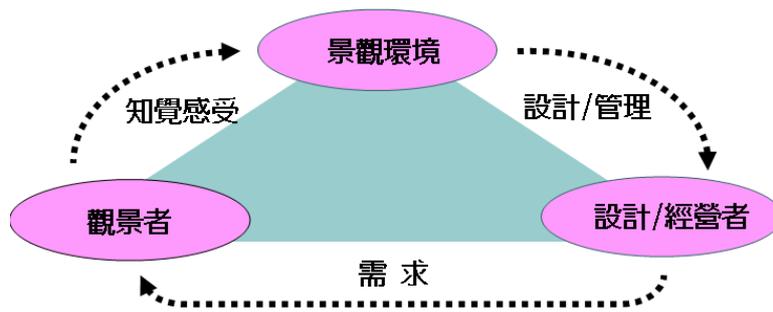


圖5.1 景觀品質評估之大眾偏好模式

景觀評估方法有專家法與群眾法，Zube et al. (1982)根據人與景觀環境互動模式，將後者又分為心理物理學派、認知學派、體驗學派。

專家法(Expert Paradigm)是以專業人士就景觀評估因子架構及評估準則進行環境景觀的分項評分，進行時比較有彈性的，可以適用在任何型態與尺度的景觀中。依據分析所需的不同參數，在分析及評估時資料的收集可以是現場調查或是應用數位類比的再生的資料。美國林務局及土地管理局所擬定的景觀資源評估法，即為專家評估法的一種，而且廣泛被全球所運用，基本上都是利用形、色、線、質感的變化度如生動性、自然性、獨特性、統一性等做為景觀品質的描述，該結果可有效做為景觀環境實質屬性改善的依據。

群眾法的評估目的在收集一般使用者景觀偏好意見與實質環境間的關係。過去研究顯示，進行群眾偏好評估時受測對象因研究主題需求而異，但學生團體因資料取得容易，且與非學生團體的差異性很低，因此許多研究將之視為一般大眾偏好之代表。在執行時，若要評估現地環境未來將改變的經營管理上之參考應用，可以由受測者以現地景觀的幻燈片或照片做為評估媒介，依據其所設計問卷進行評估。

其中心理物理模式(Psychophysical Paradigm) 主要在探求景觀之實質特徵與觀賞者知覺判斷的變數關係，以及刺激環境知覺反應的關聯，研究中並可以迴歸分析計算空間實質元素組成與群眾美質評價的影響關係、及建立預測模式。

認知模式(Cognitive paradigm) 認知模式係利用心理學上的認知經驗，強調景觀美質係決定於不同景觀，其主要功能在於喚起人們內在感情與知覺的程度；研究多以問卷調查分析群眾對景觀的心理認知感受，如神秘性、自明性、舒適性、可接受度等。

由過去研究結果得知，群眾對景觀偏好的評值是對開放空間、自然空間及容易被定義的空間有較高的偏好；相對的，如果是充滿人造物的空間，荒廢的空間，空間機能定義模糊而無法明確知道其用途時，偏好評值較低。(Kaplan and Kaplan,1989) 王鴻楷等 (1981) 的研究亦顯示環境品質會隨人造物數量的增加而降低，但隨人造物的品質之提高而提高。劉吉川 (1984)應用環境知覺理論研究指出人對於視覺破壞之容忍程度與因觀景者個人背景因素、及其所處觀賞環境而有差異。

由研究結果進一步分析群眾 (觀景者) 與景觀的互動關係時，景觀實質因子，包括不同植栽在空間的組成關係、植栽綠覆率、綠視率等；水體變化，包括水體的大小、顏色等；建築及設施物的形狀、質感和顏色、大小等，觀景者的觀賞距離、觀賞角度、觀賞的持續時間和觀景範圍等，都會影響觀景者對景觀的美質評價與心理認知感受。

其中甚或僅就環境色彩評估做為環境景觀營造的依據，因為環境色彩是視覺環境中最具決定性之因子，不僅可因調和設施與環境的視覺關係，減少設施對景觀之衝突，維持環境景觀的美質，更可以美化環境景觀提昇視覺美感。環境色彩的評估與土地使用類別有直接相關，但以變化(variety)及和諧(harmony)二項因子的改變為主要依據。其中環境中色彩的可見度與土地接受視覺改變之能力(Visual Absorption Capability)也會影響環境對色彩的敏感度，影響設施及色彩的規模。

日本對環境景觀評估的主要考量因子，環境設施與自然景觀的調和性、設施間的統一性、設施的親近性等。並根據基地尺度，即區域、地區、地點的不同，各有其未來景觀營造評估需求依據。或從觀景者角度出發做為景觀評估的依據，考量因子包括觀景者態度、關心的人

數比例、群眾對視覺資源的評價、關心程度、該景觀的獨特性及遊憩價值、視覺接受度等。(表 5.1)

表5.1 日本景觀評估基地尺度與評估因子架構表

尺度需求 因子	區域標準 地區選定	地區標準 設施配置	地點標準 設施設計
調和性	●	●	●
統一性		●	
親近性			●

5.2 碎形理論應用於景觀評估之初探

5.2.1 引言

基本上，景觀可視為藝術之一種具形表現，而藝術是屬於美學範疇，也是屬於哲學得一環。至於科學是否能處理藝術(美學)的課題？如果沒有在同一種基準下比較，討論是不會有交集的。換言之，藝術是牽扯到個人喜好的問題，科學是不能處理這類哲學的問題，科學只能處理在價值確定後的哲學問題。因此，本研究嚐試處理美學的問題，並以秩序美為處理美學問題之價值判斷基準，而所謂秩序美即一種看似複雜但隱藏規則之美，也就是俗謂之"簡單就是美"，透過"碎形"的概念，我們將秩序美引入景觀評估的探討。一般認為，藝術是師徒傳承的東西，每個人都各有其風格，但是站在客觀的觀點，是否可以"量化"式，或以較科學的方法顯示其風格，是簡約美學，是秩序美的設計風格。過去有關這方面(指美學或藝術)的研究，不外乎是"黃金比例"，或"對稱性"..等等，但除了這些以外，我們常講的"簡單就是美"到底應該怎樣去量化決定出來呢?這也就是本研究嘗試用確定性的碎形維度來探討的原因。

5.2.2 碎形簡介

兩千多年來，古典幾何一直被世人認為是唯一的幾何學，所有現

象的形成似乎都與它們相關，不是由直線、平面、三角形構成，就是由圓形、圓錐體、梯形組合而來，它們代表現實世界的抽象化。但事實上，海岸線不是由直線構成，天上的雲朵也不是圓形，山巒更不是圓錐形，還有滿布隕石凹凸不平的月球表面、樹枝的分歧等自然界中的各種形狀，種種不規則形狀要如何用幾何學來說明及解釋？這些無法用單純的歐基理德幾何(Euclidean geometry)測量，無論用長寬高何種尺度都無法完全覆蓋這些不規則物體，因此，為了量測出這些不規則物體的單位或維度，必須用特別的方法。

在 1960 至 1970 年代間，開始有少數的科學家投入這方面的研究，包括數學家、物理學家及生物學家...等等，並試圖從中找出一個秩序來詮釋這些現象。其中一位在 IBM Thomas J. Watson 研究中心的研究員曼得爾布羅特(Benoie Mandelbrot)於 1967 年提出碎形(又稱分形)理論，他針對英國海岸線長度發表了著名論文《英國海岸線有多長?》，在該篇論文中，他認為英國海岸線的長度是不確定的，比例尺越大或使用的度量單位越小，海岸線的長度越長，那是因為，較小尺寸的量度可以掌握更多海岸線的細節，而當度量單位無限小，則得到海岸線的長度變成無限長的無意義結論。然而，Mandelbrot 利用在不同的度量單位中找到共同的規則，導出了自相似性及碎形維度兩個碎形理論的重要概念，而建立了一套新的幾何學，他稱之為碎形幾何學(fractal geometry)。這套幾何學與傳統的幾何學有許多不同的地方，其中之一為定義了一個形狀的碎形維度(fractal dimension)可以非整數，有別於傳統幾何的整數維度。他描述碎形為“其組成部份以某種方式與整體相似的形體”。

Mandelbrot 所取的“碎形”(fractal)這個名詞，是由法文動詞 frangere (破壞)的形容詞“fractus”來的，其意義即為“破碎的”、“分裂的”、“不平坦的”。下圖 5.2 即為有名的碎形圖形 Mandelbrot Set，這個圖形有很細緻的結構，類似的形狀無窮的重複出現，而且不管你如何把圖形放大，你所看到的形狀，跟原圖形幾乎是一樣或類似(如圖 5.3 為圖 5.2 的局部放大圖)，而這就是碎形的基本特性。

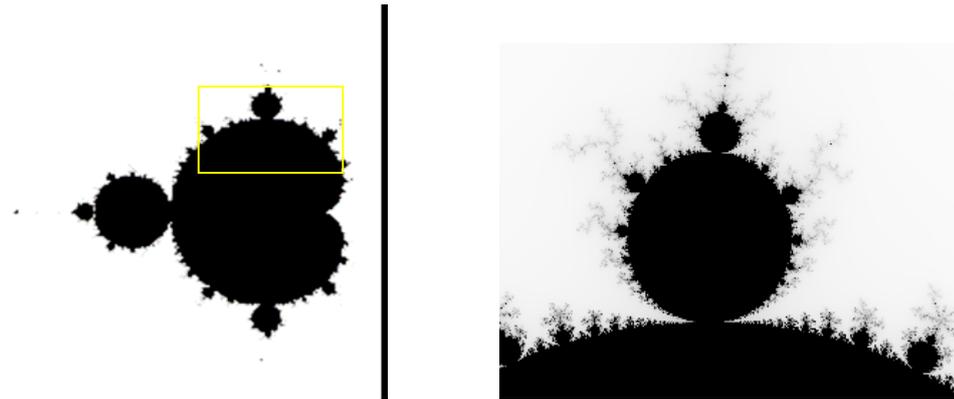


圖5.2 曼得爾布羅特集(Mandelbrot set) 圖5.3圖5.2的局部放大圖

自然界中的碎形處處可見，如天空中的雲、閃電、星星、雪花、海浪、山的形狀、岩石、樹木的枝葉、掉落的樹葉，土地的龜裂、地殼的斷層、衛星空照圖、海岸線、海島面積、湖泊面積、我們所吃的花椰菜、甚至於一大群人的聚會所成的圖形...等等，都可以碎形描述這些自然界的結構本質。事實上，傳統歐基理德幾何學所研究的，可以說幾乎都是人類思維的物件，如：直線、平面、多邊形等等。而碎形幾何學則更能細膩的描述出自然界物體的外形。

5.2.3 碎形特性

碎形是一種新維度觀念，和以往尺度、維度、結構有相當大的不同，碎形的重要概念及特性如下：

(1) 碎形是非線性動力過程的結果，大自然的外貌及結構皆是經由非線性動力過程而產生的結果，也就是說，在非線性動力現象中才能發現碎形的蹤跡。比如說，在水的流動或是在晶體成長的現象中，可能發現碎形。

(2) 碎形具有自相似性的結構，一個碎形經過不斷放大後，始終都具有自相似性的結構，不論該結構有多複雜、多粗糙、多摺疊，都存在某種相似性的結構。自相似性有兩種形式，精確的與統計的。假樹顯示的圖案，在不同放大尺度下都精確重複（如圖 5.4 左圖）。真樹的

圖案則不會精確重複，只有統計上的重複（如圖 5.4 右圖）。幾乎所有自然界的圖案都遵守統計上的自相似性。

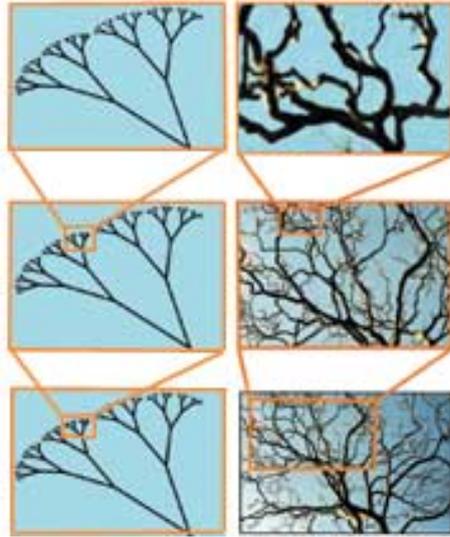


圖5.4 碎形之自相似性的不同形式比較(左：假樹；右：真樹)

(3) 碎形是分數維度，維度 (dimension) 是用來測量物體的量化標準，與度量的尺度有關。一維是線條概念，就像縫衣服的線一樣；二維是平面概念，就像街道地圖，有長有寬；三維是空間概念，就像經常說的三度空間，有經度、緯度與高度的概念。一維、二維、三維度都是整數維度，很容易運用到日常生活上，複雜程度不高。然而碎形的一個重要特徵是碎形維度 (以下簡稱 D)，它可用來量化圖案在不同放大尺度之下，所顯示出來的比例關係。對於歐氏空間中的形體，維度是簡單的概念，由我們熟悉的整數所描述。對於一條平滑的線條 (不含碎形結構)，其 D 值是 1，而一個填滿的區域，其 D 值則是 2。不過對於一個碎形圖案，重複的結構會使得曲線也可以佔據一個面積，此時它的 D 值就會落在 1 和 2 之間，而當這個重複結構的複雜度與豐富度增加時，它的數值就會往 2 趨近。

(4) 但碎形維度是有分數的，就像無窮擴張的三分之四的卡區雪花曲線，維度 $= \log 4 / \log 3 = 1.2618$ 。卡區雪花曲線是瑞典數學家范卡區

(Helege von Koch) 於一九〇四年首創的，這條既不是筆直又不是圓形的連結曲線，看起來很像雪花圖案，其維度就不是整數，是介於一及二的維度，如圖 5.5。

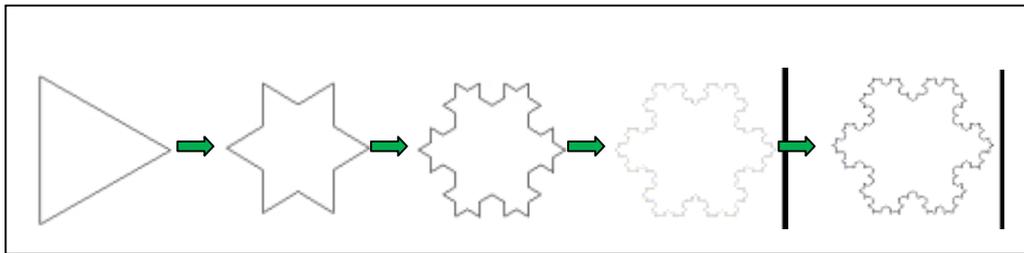


圖5.5 利用正三角形所製作之卡區雪花曲線

(5) 碎形具有自我模仿特質，自我模仿是一種很容易辨認的特質，係指在愈來愈小的尺度中，重覆製造細節，並且以某種固定方式縮小細節，造成某種循環的複雜現象。比如說，一枝樹幹初次分成兩枝，每一根分枝看起來跟整棵樹很像。就某種意義而言，一棵樹是由兩個、三個跟自己一樣的複本製作而成。這兩個或三個也許不是很完美，但複製的效果就是一棵樹，透過數學公式簡單的運算，再交由電腦繪製，可以很快地繪製完成一棵樹的「生長」過程，如圖 5.6。

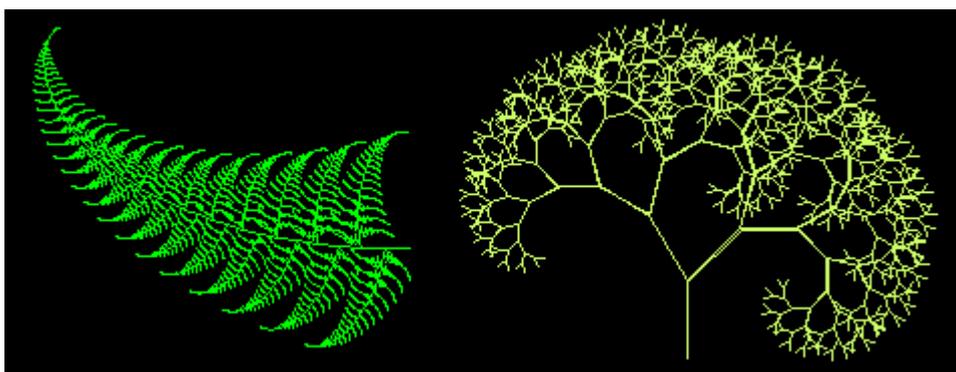


圖5.6 碎形之自我模仿特質(以樹葉及樹枝為例)

(6) 碎形和尺度不具相關性，無論尺寸是大是小，在一定可觀察的區域中，碎形會有一致性的碎形維度，也就是說它們之間的複雜性、粗糙度不會因為大小而有所改變。比如說，花椰菜是由小花組成，而小花又是由很多小花組成，小花的小花又是由很多小花組成……，第一組的小花比小花的小花大了許多，但它們的結構都差不多。

5.2.4 碎形維度

碎形理論認為傳統歐氏幾何並不適合於描述複雜的大自然，因為使用歐氏幾何的測量方法度量海岸線、雲朵、閃電…的周長時，無法得到一個準確的長度數值，反而隨著測量單位縮小，越貼近真實曲線，卻得到一組發散的數值，碎形理論認為無法正確度量的關鍵在於維度，為突破歐氏幾何的限制，故提出在單純的一維、二維、三維之間，還有分數的維度地帶，如 1.23 維，而非只有整數的維度。

我們嘗試用同樣具有海岸線般的扭曲與轉折的卡區曲線(Koch Curve)，如圖 5.7 作說明。當使用越長的量尺單位長度(s)去測量卡區曲線的長度(L)時，會發現有越多的細節無法量到，而當 s 趨近於無限小時，L 顯然也會趨近於無限長，但是，1/s 與 L 並不是正比關係，如圖 5.8，而是呈現指數關係，如圖 5.9。其中，值得注意的是，L 相當於量尺的測量次數 (N(s)) 乘上量尺單位長度，可以寫成 $L=N(s)*s$ 。

如圖 5.9 的關係圖所示，卡區曲線與海岸線一樣 $\log(1/s)$ 正比於 $\log(L)$ ，而圖中直線的斜率就是 d，其中 d 等於 $(\log(4)/\log(3))-1 \doteq 0.262$ ，顯然，d 是卡區曲線的「不變量」，當卡區曲線等比例地放大或縮小時，關係圖中的直線雖然會平移，但是直線的斜率還是不變的。相較之下，卡區曲線到底有多長於是變得不重要，我們所關心的是 d 所代表的意義。Mandelbrot 在計算英國海岸線的過程中，將此 d 值定義為碎形維度。

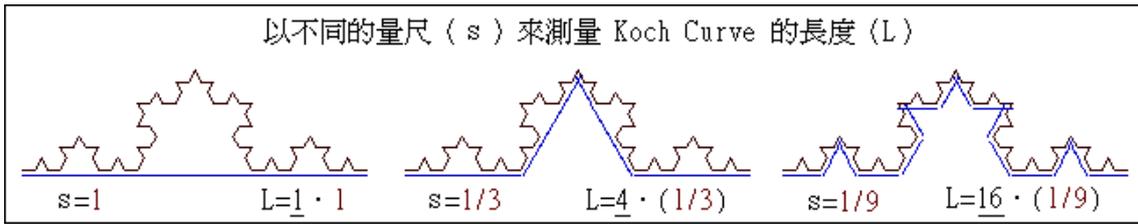


圖5.7 依不同量尺單位長度(s)測量卡區曲線長度(L)

Koch Curve 的 $1/s$ 與 L 關係圖

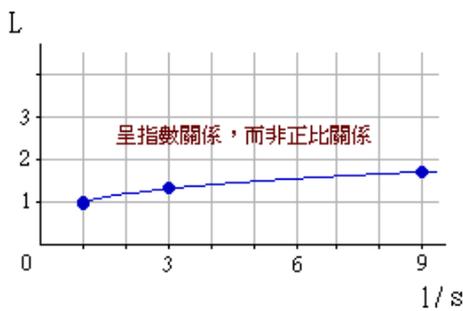


圖5.8 $1/s$ 與 L 之關係(線性座標)

Koch Curve 的 \log/\log 關係圖

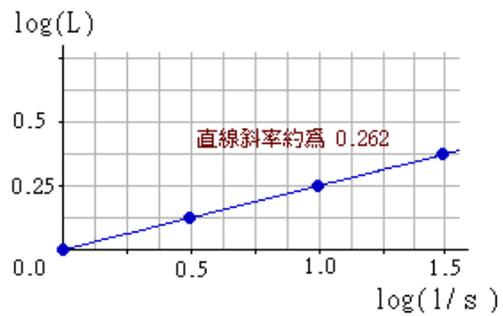


圖5.9 $1/s$ 與 L 之關係(對數座標)

碎形的主要特徵表現在碎形維度上，因此在實際應用時，碎形維度的計算是一重要課題。碎形維度的計算大致可以分為三種方法 (Batty and Longley, 1994; Kenkel and Walker, 1996)，分別為：等步進法 (Structured Walk Method)、面積—周長 (Area-Perimeter)、盒計數法 (Box Counting Method, BCM)，前兩項方法對於物體的形狀有高度的測量能力，盒計數法雖然對於物體形狀的偵測能力較其他兩者低 (Berube and Jebrak, 1999)，但卻可應用在空間分佈之研究。

盒計數法為量度一平面型碎形物件之維度最常用的一種方法，盒計數法又稱為格子法 (Grid Method)，其係根據碎形物件及其空間分佈在不同大小邊長的方格 (box) 切割下，所產生的對應關係而計算出其碎形維度。由於「面積 = 格子數 × 格子大小」，故可用格子數與格子邊長的速率變化來檢測出碎形維度，而導出下列關係式 (Buczowski et

al., 1997; Cheng et al., 1999; Shen, 2002; De Keersmaecker et al., 2003) :

$$D = \lim_{s \rightarrow 0} \log N(S) / \log\left(\frac{1}{S}\right) \dots\dots\dots(5-1)$$

S：方格邊長

N(S)：在方格邊長 S 的情形下，所切割出的格子數

D：碎形維度(盒計數法)

5.2.5 碎形之應用

現階段，碎形幾何數學概念早已經應用在不同領域。許多不規則、不穩定、具變動性的現象都會應用碎形予以解釋，或是利用碎形幾何製作出不同的模型，比如說樹狀空間模型、結晶演化模型等。

在繪畫藝術領域，碎形所能著墨之處甚多。碎形的自相似性結構及自我複製特質，可以成為繪畫素材，作品表現的自相似性可以很簡單，也可以很複雜。再從碎形結構來論，它可能還可以做為鑑定畫作真偽及年代的工具，只要將自相似性結構的簡單性及複雜性加以比較，就能夠得到確切的答案。

在音樂領域中，最常見的碎形結構應用是在吸音板設備。吸音板結構不是一面板子而已，而是由利用大凹槽裡面放置一個中凹槽，中凹槽再放入一個小凹槽，經過無限延伸達到吸音及消音的效果。此外，利用碎形自相似性結構創作音樂，也是許多樂曲家創作的泉源，除了創作純粹碎形音樂之外，還能創作出碎形變奏樂曲。所謂純粹碎形音樂，就是將所有自相似性的樂曲組成音樂旋律，這方面的音樂較為單調。而碎形變奏音樂內涵就豐富多了，不但有主旋律，還有副旋律。

碎形也應用在建築結構上，最常引用之處有三個部分，一是形狀生成研究，一是都市成長模擬，再則是設計概念應用。在形狀生成方面，碎形幾何能夠提供形狀延伸系列及形狀轉變機制；都市成長模擬是指碎形可以提供一個都市原型平面，並以自我相似的成長尺度與時

間軸進行都市成長模擬預測；設計概念應用是指運用碎形自我複製概念，在有限的範圍內創造各種設計。透過碎形幾何，建築風貌不再局限於點、線、面的構造，而可以容納更多不規則、具變動性的結構。

在圖檔壓縮技術上，碎形或許也可以幫很大的忙。比如說，要傳送壓縮檔給對方，只要下達自我相似縮小的指令給電腦運算，資料就會縮小在一定的空間之內，並傳送給對方，而對方也只要透過自我相似放大的指令，所有資料又會放大。

為什麼自然界一亂一序、疏落有致的美景，給人無限的驚歎？就物理學家的眼光來論，這是因為大自然包含了所有的尺度，有大小、有複雜、有規則與不規則，從任何角度及距離觀察，都是耐人尋味。而碎形是揭露自然界不規則及非線性動力的隱性秩序，因此在碎形幾何提出之後，對於各種不規則的現象，人們都希望藉由碎形觀念找出某種規則性，試圖解決紊亂中的不確定性。

目前相關的研究指出在視覺感知的測試中，受測者對於 d 值 1.3~1.5 有一致的偏好，而這和圖案的來源無關。此外，利用皮膚的導電性來測試壓力狀態，也發現中庸的 d 值會使人們放鬆。不過，這些發現仍很初步，但有趣的是，我們周遭自然界裡的碎形， d 值也在這個範圍內，例如浮雲的 d 值就是 1.3。因此，本研究對於景觀之視覺評估，將嘗試利用碎形理論進行有關探討。

5.3 港灣水岸環境景觀營造技術蒐集與探討

港灣因為被高度開發利用，使得美麗富饒的港灣環境地貌及景觀變遷的十分快速。另一方面為因應單一土地利用目的之水泥化建設，造成港灣景觀品質低劣、開放性視野受阻隔，使得海岸魅力不再（圖 5.10）。因此海岸景觀環境營造重點，除了研議管理策略以保存優美海岸景觀資源外，更重要的是在現有開發型態下營造優美適意海岸景觀。

港灣除了景觀特性及氣象變化使其具高度觀賞魅力外，港灣生

產、生態、生活機能也都具景觀的價值與意義。因此理想港灣水岸環境營造要根據不同土地機能，在保護美麗水岸環境的同時，也要防止水岸環境持續惡化，同時也要滿足人類親水的渴望。

港灣水岸環境營造手段包括維護與改善二個面向，維護面，目的是就港灣空間利用型態，維護地區海岸景觀特色。因此指認港灣景觀特色，加以維護或在營造過程中予以強化是為重點。改善面，目的在創造海岸更佳的觀賞性與吸引力。海岸工程結構物對海岸景觀的衝擊一直為國人所詬病，包括近岸海堤、護岸、消坡塊等，海域的離岸堤、突堤等，單調水泥化的漁港、陸域環境等，景觀改善重點之消極面在緩和這些結構物對景觀的衝擊，積極面在重新營造海岸景觀美質。



圖 5.10 高度開發利用的港灣環境

5.3.1 水岸環境課題

台灣現階段港灣水岸環境主要課題有：

- 一、海岸防護設施破壞海岸景觀，包括過多水泥海堤、護岸等結構物造成海岸景觀單調與人工化，消波塊亂拋置影響海洋景觀，過高的海堤阻隔視野等，這些結構物都會損毀海岸魅力，降低民眾親近欣賞海洋的意願。(圖 5.11)

- 二、不當的開發型式或結構物，造成沙灘流失，加速海岸侵蝕，如高雄旗津海岸公園等，這些工程使得人對海岸的意象認知與現有海岸開發型式無法連結，喪失台灣美麗的海洋印象。(圖 5.12)
- 三、對海岸結構物美化工作多侷限在水泥量體的處理，如彩繪、馬賽克或立體拼貼等；然因台灣海岸環境酷熱，根據李麗雪(2005)研究顯示，該種景觀並不為民眾所欣賞與偏好。近年由於生態議題活絡，堤岸植生綠化開始成為景觀營造重點之一，但現階段成果尚未呈現；且植栽組合與適用型式的美質效益有待進一步評估。(圖 5.13，圖 5.14)
- 四、陸側或漁港人為利用單一化，使得海岸景觀不具吸引力。
- 五、不論是漁港、海岸遊憩開發區或海岸防護措施等在設計上包括造型、色彩及材質，或植栽的選用普遍未能反映地方自然及人文特色，無法建立地域性特色語彙。



**圖 5.11 高大防波堤
使得海岸景觀單調**



圖 5.12 海岸高度開發
現象



圖 5.13 海堤彩繪與
海岸酷熱環境並不協調



圖 5.14 海堤植生綠化

5.3.2 水岸環境營造原則

- 秉持港灣水岸環境景觀特色，藉由景觀資源保育或自然共生環境的營造，以扭轉現有土地開發利用所造成的海岸景觀環境破壞之困境。

- 水域以水質改善為主，水岸以景觀改善，陸側以植栽復育手法，達到景觀美化之功能，增進海岸吸引力，維護民眾親近海洋的機會。
- 對於新的土地開發利用及人工結構物的建造，應考量與環境的協調性。
- 在安全防災無虞情況下，海岸工程應以減量設計原則，以維護較佳的景觀環境。同時應於從事海岸土地更新利用時就整體環境進行檢討，以對現行結構物進行景觀改善或減量計畫。
- 海岸工程及結構物的營建，諸如造型、量體、色彩、材料等在景觀規劃設計措施中，其與環境的融合及協調應視為重要思考項目之一，同時應就地域環境人文特色及語彙的運用，創造地區環境意象特色。
- 人工海堤或護岸應就陸域向海岸方向的視覺穿透及可及性進行考量。並結合景觀及植栽設計的運用，軟化結構體對環境的衝擊。
- 陸側相關結構設施物或道路、停車場等空間應少用混凝土、泊油等非綠色營建材料，儘量多使用砂土、木石和植栽等綠色營建材料。且儘量以透水性鋪面取代不透水性的鋪面等。



**圖 5.15 多功能漁港
要使其具三生特色**

5.3.3 水岸環境營造手法

有許多研究指出影響日本遊客對海岸景觀喜好的項目依序為海岸結構物、護岸材質、海岸線型式、海岸綠地、沙灘等因子。在結構物方面，如離岸堤、突堤、消波塊等的有無會影響群眾判定海岸景觀的美好性，其中又以有消波塊對遊客的海岸景觀美質評價有很大的負向影響。自然材質的護岸材料對遊客判定海岸景觀美質有很大的正向影響。海岸線型式，研究中指的是各種海堤或護岸的型式，其中不論是直線的緩傾斜、階梯式護岸或直立式護岸等，對遊客的海岸景觀偏好都有很大的負向影響；而曲線的緩傾斜護岸型式，遊客的景觀偏好則是正向的。前灘為自然海岸，後灘為寬廣綠地其遊客的喜好評價也高。因此運用景觀手法對相關結構物進行改善是港灣景觀營造非常重要的工作。

一、水岸結構物

另就海堤或護岸設施可分別從構造型式、色彩運用、線狀配置及材料選用四個方面說明景觀營造手法。

(一)構造形式

海堤為達到防災安全功效，因此具基本安全結構型式，但可因應海堤二側腹地的大小，運用複斷面型式海堤結構或提高陸側覆土深度，並結合景觀設計及植栽運用，緩合海堤量體結構對使用者可能產生的壓迫感受，以提昇景觀品質，增加海洋面的視野。在景觀設計上可分別就海堤的海側、陸側及堤頂分別考量。

1.海側部份，可以階梯式、階段式、緩坡式、階段加緩坡式、人工沙灘式為考量，並配合不同生態型海岸結構設施物的運用，使之更具親和感（圖 5.16~圖 5.19）。在遊憩利用的便利性上以階梯式海堤最佳，階段式海堤次之，緩坡式較差，但

階梯式海堤的腹地需求也最大。但若能營造人工沙灘則在景觀及遊憩利用上都是最好的。潮上帶可植生，緩和結構設施物對海岸的衝突。

- 2.陸側部份，可以階段式或緩坡式誘導使用者到達堤頂，眺望廣闊的蔚藍海岸；或提高堤後道路以降低陸側海堤高度(圖 5.20~5.22)，並以景觀手法進行陸側空間營造，使具景觀效益及親水遊憩機能(圖 5.23)；若陸側為漁港內且腹地不足，則可於結構設施下部增設兩庇式通路，經景觀處理後，可形成良好的賞景休憩空間。當腹地嚴重受限時，則可以植栽或其它景觀手法軟化混凝土堤。
- 3.堤頂部份，景觀處理可結合自然或適地材料的運用，諸如堤頂鋪木棧道或其它自然材料，軟化生硬的景觀感受，提高及延長遊憩使用機會及時間。

(二)色彩運用

台灣海岸環境日照長且炙熱，根據李麗雪(2005)研究顯示，使用者普遍對經彩繪處理且色彩與周邊環境形成強烈對比的海堤景觀美質及偏好評價都不高；所以若要運用色彩美化海堤，應對海岸及其周邊環境進行色彩分析，以選用與環境協調的色彩為宜。

(三)線狀配置

在平面配置上臨海側應配合海岸地形進行配置，同時考慮堤頂做為賞景的可能性。同時可利用突堤或防波堤等做為人工岬頭創造自然曲線，不僅能符合力學需求，並具自然環境美學之韻律。(圖 5.24)

(四)質感及材料的選用

海堤一般都使用混凝土，臨陸側腹地不大的海堤或有使用馬賽克拼貼、立體陶瓷拼貼進行美化，腹地較大者或以植栽進行綠美化軟化水泥化空間，前者遊客對其所產生的美質評價結果如同色彩部份所述。為改善該現象，未來可以自然或具地方人文語彙材料進行美化處理(圖 5.25，圖 5.26)；在植栽部份，對海岸陸側空間有很好的綠美化效果，未來可以地方原生植栽，增加其生態效益。



圖 5.16-a 直立式海堤

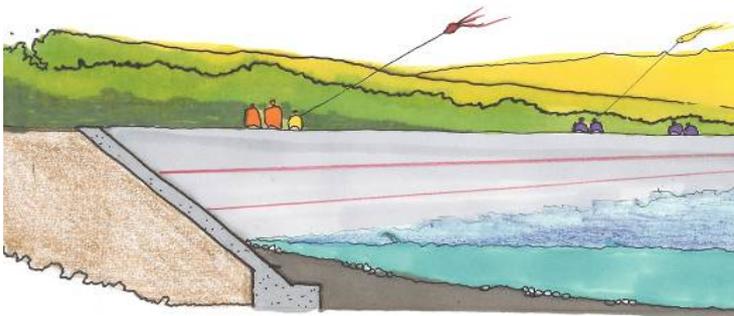


圖 5.16-b 斜面式海堤

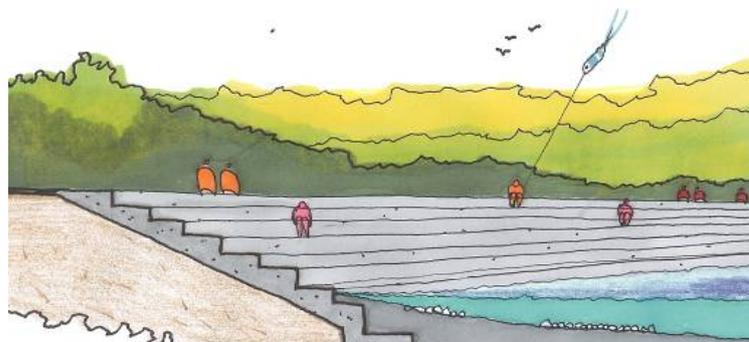


圖 5.16-c 台階式海堤



圖 5.17 階梯式海堤



圖 5.18 階段式海堤



圖 5.19 親水性是陸側景觀營造重點

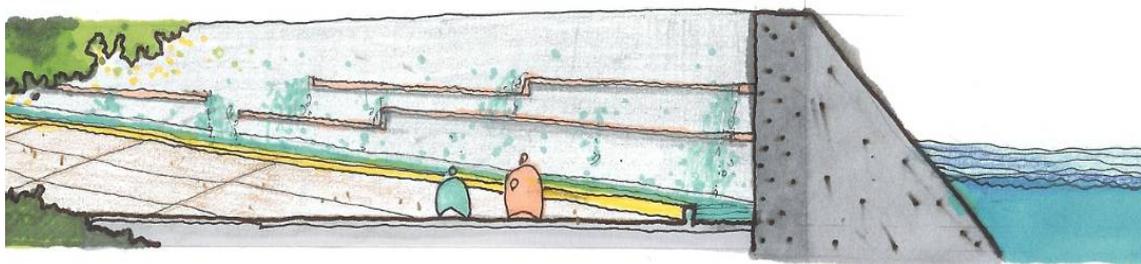


圖 5.20-a 海堤陸側直立式牆面可以景觀美化處理

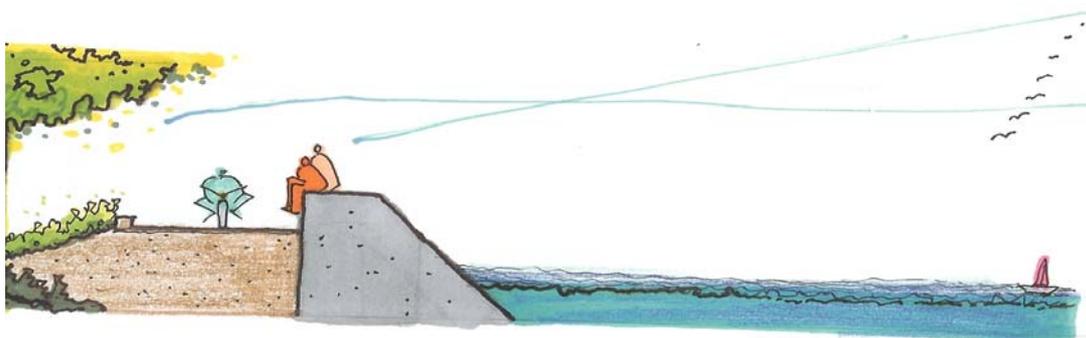


圖 5.20-b 海堤陸側部份提高道路覆土深度可增加視覺可及性



圖 5.21 陸側道路提高增加視覺開闊性



圖 5.22 面海視野的延伸彰顯了海洋魅力



圖 5.23 景觀改善後的突堤是優良賞景地點



圖 5.24 突堤景觀
改善可提昇親水機
能的設計手法



圖 5.25 自然材質
與海岸景觀可以相
融合



圖 5.26 巨大海堤
的改善以強化地區
意象

二、遊艇碼頭與漁人碼頭

海上的遊艇活動在先進國家是深受歡迎的休閒活動之一（圖 5.27，圖 5.28），雖然台灣是全世界最大的遊艇生產地，但一般民眾對遊艇休閒活動並不熱衷，這可能與國人的休閒習慣有關。過去台北龍洞遊艇專用碼頭建造失敗之後，就比較少類似的建設。台灣海岸缺乏灣澳，加上沿岸尤其是西海岸海水混濁水產資源缺乏，海面上的遊憩活動對民眾並沒有很大的吸引力。近來由於漁港多元化發展，很多地方的漁港碼頭改建成遊艇碼頭；很多漁船也改造為供遊憩使用的遊漁船，乘載遊客出海釣魚或賞景。台灣近海漁業資源枯竭，尤其是在西海岸沙灘型海岸漁獲不多，但如利用漁礁的設置創造漁場，對喜歡海上垂釣之遊客仍會有很大的吸引力。

漁港多元化發展，主要以觀光為主，除了遊艇碼頭以外，漁人碼頭的設立也是重要發展重點。遊客在漁港購買生鮮魚獲，還可以看到漁船與漁民生產作業，就如觀光果園一般，遊客可充份體驗漁市拍賣，獲得接近生物實體的滿足感，並可接近海洋大自然。圖 5.29 為台北淡水第二漁港的漁人碼頭，遊客量每年超過二百萬人次，為大台北都會區重要的遊憩據點。漁港多元化的觀光遊憩工程建設，應以水岸和生態的經營為重點，而不應以陸上景觀設施為投資重點，尤其硬體建築物，如廣大的停車場（圖 5.30）只求增加遊客製造商機，對環境而言並非永續性的經營投資。故漁港的多元化永續經營應從港池水質淨化開始，結合地方景觀生態環境和地方人文特色，並運用社區總體營造手法，達到充份發揮漁港碼頭觀光遊憩的功能。



圖 5.27 遊艇活動
是深受歡迎的海
上休閒活動(日本)



圖 5.28 遊艇港配合
環境美化成為民眾
海岸休閒最佳去處
(加拿大)



圖 5.29 台北淡水第
二漁港的漁人碼頭



圖 5.30 廣大停車場對海岸環境而言並非永續性之投資

5.4 港區結構物設施營造技術分析

5.4.1 營造觀念

港灣之建設是以推動經濟發展為主要目標，所以港區結構設施物都以營運、貨櫃轉運、及生產為主要目的；但又因為港灣具優美景觀、特殊生產方式、交通便利等特性，近年成為國人假日旅遊的重要據點。因此對港灣地區結構設施物景觀麻陋的聲音不斷的出現。為呼應時代需求，提升港灣的國際競爭力，同時要滿足不同使用目的需求，對港灣結構設施物景觀風貌改造，是刻不容緩的工作。

本節的內容旨蒐集及分析港區結構物設施營造技術，配合未來第五章的研究成果，以加速港灣結構設施物景觀風貌提升的速度，使港灣朝向多元的永續發展、提高港灣競爭力、活化產業、復甦地方經濟的再生目標。

港灣為高度發展地區，所面臨的課題是港灣景觀跟不上經濟發展之多元需求，因而無法呈現迷人的港灣風貌。

結構設施物與港灣環境衝突的型態有型態衝突、色彩衝突、材質的衝突、機能衝突和位置衝突等五種形式，這是目前港灣環境景觀營

造急待解決的問題。因此港灣暨有結構物設施物的拉皮美化是為重點，主要改善內容包括色彩、材質及造形、天際線等。

日本自 1999 年五月通過「海岸法改正計畫」後，改變了日本過去以防護為主導的海岸環境建設手段，積極著手進行海岸景觀環境改善。許多有關海岸景觀的相關研究被提出，進而影響海岸景觀環境的操作手法。這些研究最大特徵並不是引用國外的研究成果或設計方案，做為海岸景觀改善的手法，而是廣泛蒐集日本民眾對海岸的景觀偏好與美質評價，及其影響因素，做為景觀改善的依據。目前國內在進行港灣景觀改善的同時，缺乏廣泛蒐羅民眾對海岸景觀美質及偏好之評價觀點，做為海岸景觀改善之依據。民眾共同參與營造固然是成為地區環境永續經營及特色景觀營造的重點，但藉由探究民眾對海岸景觀的認知評價亦是景觀資源經營管理具體化之要項。

港灣的結構物設施物依使用分區，包括碼頭作業區、生產作業區、倉儲區，進行景觀營造時需根據港區使用分區機能、需求及結構設施物狀況，分別從互補及調和理念，建立港區適用的景觀改善計畫。

Ulrich(1983)研究指出，有關戶外視覺環境審美與反應的研究顯示，人們較偏好自然的景色，較不偏好缺乏自然元素的都市視野，但若有植被的視野、水景等都會能有效的引起人們的興趣與注意。港灣環境屬高度人工且都市化，但當結構設施物色彩與周邊環境色彩相調和關係是比較被群眾偏好的，人造設施能融合於自然環境中，可提高視覺景觀美質。

港區設施結構物營造原則：

- 一、以群眾審美經驗去進行設計，以營造地方風格特色與自明性。
- 二、進行改善計畫時，首先要考量港區總體環境景觀的基調。
- 三、為了結合地標建築，強化地區的可辨度，則地標建物可以與環境對比方式處理，以營造環境景觀的層次感與空間感。

5.4.2 案例說明

- 倉儲區感覺單調，可用色彩及植栽營造視覺的愉悅性（圖 5.31）。
- 港區內之休閒漁港色彩及建築設施物混雜，必須善加調整（圖 5.32）。
- 除港口原有設施結構物之外，港灣臨近地區結構設施亦會影響港灣整體景觀，是未來應改善的項目（圖 5.33）。
- 碼頭建設除滿足產業需求外，因其為寶貴的水陸交界面，儘可能使其呈現休閒意象（圖 5.34）。
- 視域可及的水域及其它作業區，屬於遠景景觀美質，利用植栽或結構物的增減，整體景觀要設法提昇（圖 5.35）。
- 港區內之次要結構設施物，如欄杆、管線等較易施以美化，應盡量利用機會（圖 5.36）。
- 港區倉庫利用色彩、遮蓋、裝修等手法予以美化（圖 5.37）。
- 港灣設施結構物佈置整齊是較容易的美化手法（圖 5.38）。
- 港灣設施結構物以低彩度最佳（圖 5.39）。
- 港灣作業區常是凌亂的場所，搭配建築物的美化，盡量減少對視覺的負面影響（圖 5.40）。
- 港灣提供的休憩設施要能呈現地方人文特色（圖 5.41）。
- 除了水際線的美感外，也應重視優美的天際線（圖 5.42）。
- 地形以造型變化手法處理創造趣味性（圖 5.43）。
- 植栽可以緩和混凝土結構物的視覺衝擊，提昇港灣視覺美質及舒適性感受（圖 5.44）。



圖 5.31 倉庫區可用色彩及植栽營造視覺的愉悅性



圖 5.32 休閒漁港色彩及建築設施物混雜



圖 5.33 港灣臨近地區結構設施是未來應改善的項目



圖 5.34 碼頭區要呈現休閒意象



圖 5.35 視域可及的水域及其它作業區景觀美質要提昇



圖 5.36 結構設施物美化



圖 5.37 港區倉庫美化

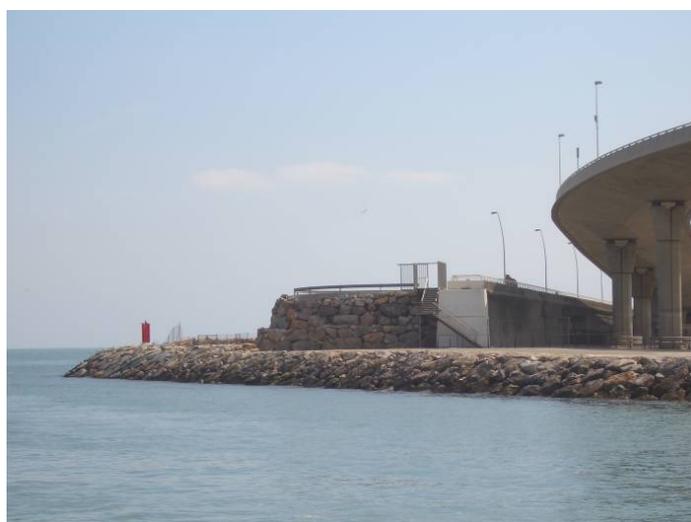


圖 5.38 港灣結構
設施物整齊美化



圖 5.39 港灣結構
設施物以低彩度
最佳



圖 5.40 港灣作業
區建築物美化



圖 5.41 港灣休憩
設施要能呈現地
方人文特色



圖 5.42 優美的海
岸天際線



圖 5.43 地形以造型變化手法處理
創造趣味性



圖 5.44 植栽可以
提昇港灣視覺美
質及舒適性感受

5.5 親水設施營造

2007 年國內旅遊人口已超過一億一千萬人次，其中港灣地區、海岸、離島、觀光漁港等地的旅遊人次接近二成，且逐年遞增，此與港灣等環境交通便利、設施多樣、及政府大力推廣港灣環境景觀生態營造有關。港灣地區不僅兼具自然及人為之多樣環境，依不同港灣環境特色衍生多樣的遊憩活動型態，這是使港灣地區具無法被取代的遊憩吸引力的優勢。因此港灣水岸環境景觀營造的重點即在有效活化運用港灣自然景觀資源、營運生產、地方人文等特色、創造其獨特之魅力。

5.5.1 港灣遊憩活動與港灣環境需求

港灣地區產生的遊憩活動十分多樣，從動態到靜態活動都有，水岸環境營造重點包括親水空間的提供、港灣環境景觀美質的改善、並重視親水及視覺的可及性；而多樣化生態環境營造也是重要的工作，其目的不僅在創造生態豐富港灣環境，也在提供更多樣化的遊憩機會。

港灣地區水岸環境可概分成五種類型包括碼頭、近岸海域、漁港、休閒區之沿岸及陸岸區、視覺可及之港區及水域環境。由於港灣是以營運生產為主要目的機能，航運安全十分重要，故不適宜發展水上遊憩活動，但港灣碼頭的營運作業、特殊的建築設施物，都具有良好的景觀價值，故具提供賞景遊憩機會的可能性；其它遠離碼頭、營運作業區、航道等的近岸海域可發生的遊憩活動有磯釣、堤釣、賞景、賞鳥、曬太陽、散步等，具良好生態棲地的地方，甚或可以有諸如生態觀察與環境教育等多樣與海岸生態環境相關的遊憩活動。

漁港地區發生的遊憩活動則是配合海岸及周邊環境特色衍生的休閒遊憩活動為主，其它可供民眾休閒遊憩利用的沿岸及陸域區，多具串聯港灣全區，甚或的延伸至港區外其它景點的可能性，故可能產生的活動，有散步、騎自行車、賞景、賞鳥、曬太陽等活動的。

然而，由於景觀具包被性之特點，即觀景者利用景觀環境是被整體對景觀所包被，因此對觀景者而言是同時體驗到整體景觀環境，而

這種感受的結果具影響觀景者的行動性，也會喚起觀景者的進一步行動等。因此，港灣地區視覺可及之港區及水域環境都是港灣水岸環境營造的對象。

因應不同港灣空間所可能產生的不同遊憩活動類型，在進行港灣水岸環境景觀營造時，海岸工程運用的目的除了要達到海岸防災安全保護外，同時應就海岸空間可能衍生的遊憩活動進行審慎考量，選擇適用的海岸工法，以符合民眾對港灣景觀生態、遊憩親水、賞景等的利用需求（圖 5.45）。相關適用海岸工程如表 5-2 所示。



圖 5.45 不同型式的親水性海堤

表 5-2 港灣遊憩活動環境營造與海岸工程技術

港灣空間環境型態	活動類型	環境營造重點	海岸工程類型
碼頭	賞景、碼頭作業、船舶航運	<ul style="list-style-type: none"> • 海域淨化 • 海域靜穩化 • 碼頭作業區景觀改善 	消波結構物、海洋生物著床型結構物
港口	生態觀察與環境教育、堤釣	<ul style="list-style-type: none"> • 自然生態復育 • 水質淨化 • 港口作業區景觀改善 	消波塊、消波結構物，緩坡護岸、堤防、海洋生物著床型結構物
近岸海域	賞景、賞鳥、曬太陽、散步、生態觀察與環境教育、堤釣	<ul style="list-style-type: none"> • 遊憩親水環境營造 • 景觀美質營造 	離岸堤 潛堤
休閒區之沿岸及陸岸區	賞景、賞鳥、曬太陽、散步、騎自行車、及配合海岸及周邊環境特色衍生的休閒遊憩活動	<ul style="list-style-type: none"> • 自然生態環境復育 • 景觀美質營造 	海灘，潮間帶，緩坡護岸、堤防，階梯式護岸，人工岬灣、突堤，親水性防波堤、海濱公園、綠地、遊步道
視覺可及之港區及水域環境	賞景	<ul style="list-style-type: none"> • 景觀美質營造 • 海域淨化 	防風林、景觀植栽、潛在植被復育

5.5.2 港灣親水環境營造目標及原則

一般指稱親水包括可接近水的岸邊活動或水中的戲水活動，諸如踏浪、游泳、衝浪等，或臨近水岸的垂釣等活動；另一方面我們也稱諸如親近水岸、欣賞海景等為視覺的親水。港灣地區因為營運生產的特殊性，所以視覺親水可視為港灣地區親水環境營造的重點。

- 一、港灣親水環境營造可就開放視野、海岸及其周邊景觀、可及性、臨水之水岸遊憩活動四項內容做為建構港灣景觀營造目標的基礎要素，並以適意、優美的港灣景觀營造、水岸遊憩空間營造做為現有港灣開發型式之改善的依據。
- 二、港灣適意環境營造：適意性(amenity)是指令人愉悅，港灣適意環境營造的目的是要營造令人樂於親近的水岸環境，因此諸如植栽可營造讓人舒適的海岸環境、碼頭區地方產業及人文特色的營色，都是港灣適意環境營造的重要手法。過去港灣地區營造方式並未依據各地海岸景觀特殊性而調整，使得台灣港灣人為景觀單一化，無法反映各地區環境特色。又過去以生產營運為主體，並未考慮遊客的需求，因此未來如何根據港灣特性及遊客需求，營造海岸及陸側的適意景觀空間實為重要。
- 三、港灣景觀美質營造，目的在創造海岸更佳的觀賞性與吸引力。主要是以現有結構設施物對海岸景觀衝擊的改善為主，諸如海堤或護岸的綠化和緩坡化，水泥化漁港的景觀美化及植栽軟化，與景觀環境不協調消坡塊的改善等，以重新營造海岸景觀美質。
- 四、臨水之水岸遊憩活動空間營造，目的在營造港灣多樣的遊憩機會。包括結構設施物、海水水色、水質及生態等。就海岸防護工法，如護岸、海堤等結構設施物的改善，及水質的淨化與水域的靜穩，以增加親水的可能性。

5.5.3 親水設施工程營造技術

港灣人為設施多，必須加以環境整理才能夠有遊憩利用價值。圖 5.46 為海岸緩坡砌石親水護岸，易於親水；圖 5.47 為商港港區公園的親水碼頭，可供視景散步休閒；圖 5.48 為港灣親水觀景平台。這些親水設施均是有效結合自然海洋景觀資源，加上美觀舒適的設施，營造良好的海岸遊憩親水空間。但這些場所在進行遊憩親水設施營造時要注意下列事項：

- 不能妨礙到港灣及原有土地使用功能。
- 強風巨浪經常發生的地方不適宜營造遊憩親水設施。
- 易於受侵蝕的海岸，海岸設施需以防災功能為主，然後才考慮與海岸景觀的協調性及遊憩親水設施的提供。
- 儘量減少人工設施，多採用植生美化環境或自然性材質才是永續性海岸建設手法。
- 設施的設置不應對海岸水陸域自然生態造成衝擊。同時工法的選用能以營造生態環境者為適當。



圖 5.46 易於親水的海岸緩坡砌石親水護岸(東京葛西公園)



圖 5.47 商港港區
親水碼頭（大阪）



圖 5.48 海岸親水
觀景平台(青島)

圖 5.49 是在海堤上設置自行車道，目的在增加遊憩空間，但自行車干擾休憩散步的空間，水泥製品欄杆這種人工設施破壞了與自然環境的協調性，海堤上的欄杆更增加海洋與陸地的阻隔性，喪失了誘人坐在海堤上觀景賞鳥的機會，這些設施是否適當就有待商榷。圖 5.50 則為理想的散步親水海堤，與周邊海灘、防風林搭配，休閒散步觀景的遊憩功能很高。圖 5.51 為親水防波堤、圖 5.52 為親水離岸堤，防波堤或離岸堤都是四面環海並且水深又水質乾淨，是觀景休閒的理想場所，可充份利用以發揮海洋自然景觀資源，提供休閒遊憩散步的空間。

海岸散步小徑或自行車道的配置，不應破壞自然生態環境（圖 5.53），例如圖 5.54 所示為竹南海岸開闢在防風林內的散步道及自行車道，這些設施將使得這片具固有性的自然生態，包括稀有的紫斑蝶在內的棲地受到干擾危機。



圖 5.49 海堤上設置自行車道



圖 5.50 適意的親水海堤(新竹紅毛港)



圖 5.51 親水防波堤
(日本和歌山)



圖 5.52 親水離岸堤
(大連)



圖 5.53 步道設置應
避免干擾海岸自然生態環境



圖 5.54 海岸防風林常為重要生態棲地但易受到遊憩干擾

5.5.4 釣漁設施

釣魚活動是很受喜愛的健康休閒活動，流連海邊垂釣的民眾相當多，也是港灣重要的臨水遊憩活動，圖 5.55 所示為民眾冒險在防波堤和消波塊上進行垂釣，因此安全而且有豐富魚群垂釣場所的開發有其必要性（圖 5.56）。圖 5.57 及圖 5.58 為收費的海上釣魚平台，以鋼構棧道設置釣魚活動空間於海中，平台上並設有專用的釣魚設施，如安全帶、水龍頭等。由於平台下面水中拋置各型魚礁有很大集魚效果，因此容易讓遊客達到休閒娛樂的目的。

圖 5.59 為利用漁港內閒置的碼頭改建成的收費親子釣魚場，除了有舒適的休閒設施外，營運單位利用音響餵餌方式，誘引外海魚類游進港區泊地，使遊客容易釣到魚。而且因安全性較高，比較適合親子一起遊樂。一般港口為了船隻航行安全，港內禁止遊客垂釣，但以後為了親水環境的需求，港口選擇適當地點開發垂釣區亦無不可能。

此外，因防波堤深入海中，加上消波塊等結構物容易有集魚效果。如圖 5.60 所示，為利用防波堤適於釣魚的特性，在堤頂增加安全性和

方便性措施，使釣客能安全且舒適的達到釣魚的樂趣。尤其台灣西海岸海底坡度平緩，近岸處水淺不利釣魚，故對防波堤、離岸堤等海岸構造物稍做改善，是營造釣魚活動場所很好的一個機會。



圖 5.55 消波塊上釣客



圖 5.56 安全又有豐富魚群垂釣場所的開發有其必要性



圖 5.57 鋼構棧道設置釣魚活動空間



圖 5.58 收費海上釣魚平台



圖 5.59 收費親子釣魚場



圖 5.60 港口防波堤稍做改善即可成為良好的釣魚場所(高雄港)

5.6 專家會議重要結論

「港灣生態景觀營造規劃設計專家座談會」舉辦了三次，時間分別是在 98 年 6 月 1 日、98 年 6 月 2 日及 98 年 10 月 2 日。經過這三次的專家意見交流，討論出多項重要的結論可做為本計畫後續研究的參考，重要結論內容說明如下：

1. 現階段四個商港中以高雄港及花蓮港的遊客量較最多，故景觀美質及認知感受群眾問卷調查所使用的照片，即選擇在這二個港口進行拍攝。

於現地拍攝照片時，為降低日照等天候因素對景觀照片的外部干擾，故拍攝時間是選擇天氣晴朗的上午 10:30 到下午 2 點，以消除外部天候的干擾。但因為各港口分別位於北中南東，其背景基礎色調還是有差異，未來希望進一步鑑別四個商港及港灣基礎色彩情形，以做為未來相關計畫應用的參考。

2. 以新加坡的聖陶沙 (Sentosa) 港為例，該港口同時結合貨運港口與觀光遊憩的機能，但二者結合的非常良好，主要注重生態、植栽、景觀的營造；所以高雄港的旗津和部分的花蓮港可參考新加坡聖陶沙來實行。本研究將依一般性的港灣美質基本準則，並參考國內外案例，商港、漁港、遊憩港將分別採用不同設計規範來進行景觀建造。
3. 本計劃是利用群眾對花蓮港等之景觀美質及認知體驗的評估結果，擬定港灣景觀美質設計準則，以做為未來港灣更新開發的參考依據；專家座談會的目的，一是要協助確認群眾問卷調查統計分析結果，二是協助對以電腦模擬研究結果中所提出的景觀美質設計手法應用內容，提出建言。未來擬根據此結果，擬定港灣景觀設計準則。
4. 於專家座談會中有一致的結論為，港域船舶若為整齊排列，是具有港灣的特殊意象效果，可為港灣景觀美質加分。但船舶的週邊設

施，例如：安全性護欄、護岸、碰船墊...等，會使整體景觀顯的凌亂，所以對港灣景觀會有負面影響。船隻類型式亦會造成不同的視覺感受，例如：工作船、帆船或遊艇等對港灣景觀美質的評價扮演著不同角色與地位。

在本問卷調查的研究工具之一，即現地拍攝的照片中不論是花蓮港或高雄大多是工作船，其統計分析結果也顯示，該元素對群眾景觀美質及認知感受評價，都是呈現負相關，顯示本結困與專家的看法頗為一致，即排列不整齊、凌亂的工作船等對港灣的景觀美質有負面影響。

5. 於景觀美質問卷調查所使用的照片中會出現少數比例的瞬間元素，即可能出現時間為短暫且為移動性的元素，例如汽車、船舶、海鳥...等，因不能掌控其出現時間，故不列入本研究分析研究討論。
6. 但在本計畫的景觀營造方面則可結合部分港灣原有的大型結構物，且其對群眾景觀美質評價及認知感受具正面效益者，例：花蓮港的鐵路。
7. 景觀美質問卷調查結果在進行景觀實質元素與景觀美質評價或認知感受的迴歸分析，將依照片的空間分為前景、中景、遠景，再將各景中的植栽因子，進行迴歸統計的研究。且因考慮讓設計者容易使用，所以採用劃分前景、中景、背景的面積計算方式，再進行迴歸分析求得美質迴歸方程式。
8. 由景觀植栽與美質評價的統計分析結果顯示，群眾對花蓮港植栽景觀美質評價優於高雄港、台中港及基隆港。本計畫往後將逐步規畫各港口的景觀植栽概念，是以營造港灣優美植栽景觀為目標。
9. 再由蒐羅國內 30 多個港口的問卷調查分析結果，發現灰綠色調與藍綠色調的設施物，民眾的接受度為最高。
10. 港灣設施物以景觀美質觀點進行評估時，該如何對設施物的美感定量化，如何找出符合其實務操作原則下的景觀美質因子相當困難。

例如起重機的排列方式等，未來擬以給予景觀美質管理原則或基本概念，以便實務工程的執行。

11. 由多方位來考慮港口景觀美質有必要性，限於時間因素，本研究將先以由使用者由陸地朝向水面的視覺方向為考慮重點。其它諸如，鳥瞰的景觀、水域向內陸看等，將根據未來計畫案的需求性再加以考慮。至於港區外的建築景觀，因牽涉到都市計劃和市政建設內容，非本計劃暫所能涵蓋的範圍，故不予以考慮。

第六章 擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估

6.1 植栽美質評估模式

6.1.1 評估模式建立

一、植栽與景觀美質

許多研究證明人類對於環境偏好與自然元素相關，人類偏好的環境是較自然及具有豐富生命的地方。Ulrich and Parson(1992)指出植栽環境會使人覺得身心舒服。Kaplan(1989)認為人類對於植群自然性之反應，自然性較高或者較低的植群不是最受喜好的。Gobster(1994)認為人們較偏好的植群空間結構是較低度生態性。Williams(2002)提出植物多樣性與美質具有相關性。Herbert(1994)提出使用者對植栽之偏好度受植栽的空間配置所影響，即偏好與植栽密度、配置形式與植栽類型有關。

蘇瑋佳(2000)指出景觀構成綠化植栽本身即是重要的景觀元素，同時可以修飾、遮蔽可能造成視覺衝擊的設施，並擔任調和周遭環境的角色，與綠化實質機能關係最大的因子乃是覆蓋比例之高低。一般而言，無論是視覺面積的佔有率，或是實際上的數量，植栽所佔的比例越高其成效越佳。

歐聖榮等(1996)提到植栽之組成與結構對景觀美質具有影響性，其中包括林相、叢生、植物分層結構、綠覆率、林木組成、喬木狀態等是最常被研究的要素。環保署認為綠覆率是評價環境品質的標準之一（環保署，2002），其有緩和空間擁擠感、舒緩壓力的功能，綠覆率愈高愈能達成心理上舒適美感之功能。植物分層結構通常泛指環境區域內植群的垂直層次結構，如喬木層、灌木層及草地層等（林麗樺，

2002)，植群各種尺度所構成空間組合上之層次變化，層次愈複雜愈能創造豐富之景觀。

二、研究操作

植栽景觀評估的操作主要在探討群眾對植栽景觀的美質評價及心理認知感受情形，同時要了解影響景觀美質的植栽類別、景觀空間中的組成情形、配置情形及其影響強度，藉以做為港灣植栽改善的依據。

研究是以現地拍攝的數位相片，分別進行群眾問卷調查及計算相片中植栽的各項因子，二者經統計分析，提出研究結果。研究架構如圖 6-1 所示，研究執行步驟及容說明如下，

1. 問卷設計

經從文獻回顧結果篩選二極的語義問項共十個，分別為美麗的--醜陋的、自然的--人工的、安全的--危險的、明亮的--灰暗的、親近的--疏遠的、協調的--突兀的、輕鬆的--壓迫的、生動的--單調的、舒適的--不舒適的、喜歡的--討厭的。

照片拍攝及植栽及其他元素面積與綠化因子計算：

植栽景觀照片拍攝時間是選擇日照良好的上午 10:30 至下午 2:30 間，沿著花蓮港遊客主要行進路線拍攝照片，同時為避免其它因子，如水體、建築物等對本研究目的研究結果的干擾，所以拍攝照片的取樣是以植栽為主體。拍攝時是以平視方式取景，再將拍攝所得之照片，將色澤較差、植群類型相同者予以刪除，最後選取 23 張較具代表性之數位相片進行評估。

就所拍攝的照片分別計算每張照片出現的各項植栽及其它景觀元素，包括喬木及棕櫚、灌木、地被植物、建物、天空、鋪面及道路、其它設施物（包括：電線桿、垃圾桶、指標等）在在照片中前、中、遠景出現的面積比例。植栽綠化因子則包含了該地的喬木歧異度 λ 、喬木歧異度 H' 、自然度、喬木/地被面積比、喬木/灌木面積比、綠覆率的計算。

2.問卷調查

將照片隨機排列，並予以編號。而問卷的受測者為學生，因為以往的研究顯示出學生問卷的結果與大眾問卷的結果同質性很高，所以本問卷就採用學生問卷。進行問卷調查時，首先對受測者說明本研究的目的及進行方式，再將所有照片（剔除編號）先快速播放影像一遍，接著播放照片每張間隔約 45 秒，由受測者就各照片的美質評價及各項認知語義進行非常(+3)--普通(0)--非常(-3)成對語義形容詞感受程度勾選。

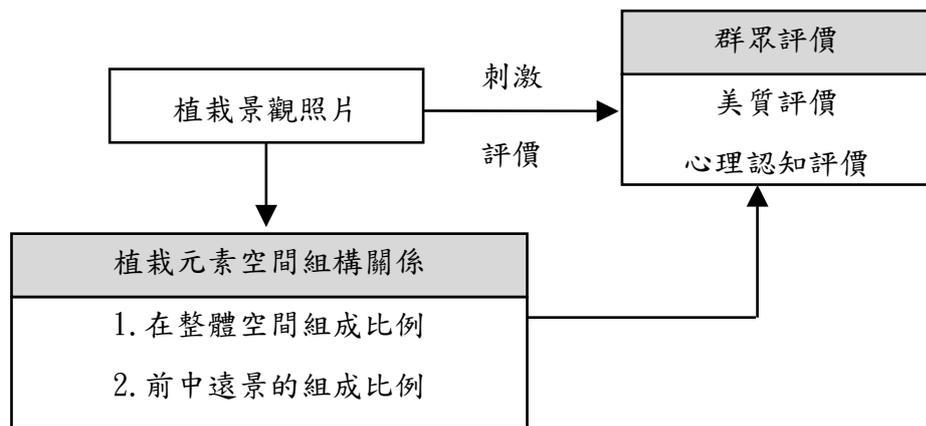


圖6-1 植栽景觀評估架構圖

3.迴歸方程式建立

統計問卷結果後，進而求得植栽美質迴歸方程式，運用 SPSS 統計軟體來取得植栽美質迴歸方程式，在操作時，眾多的因子採用與否，是由因子的顯著性以及共線性兩大方向來取捨。顯著性的檢定是透過統計操作方法來看所觀察的目標在不同獨變項的狀況下產生的差異是否達到顯著，而本研究篩選的每一項自變數皆達到 $p < 0.05$ 的顯著水準，未達 $p < 0.05$ 的因子一律踢除。除了顯著性以外，也將共線性的問題納入考量，因為共線性統計量的容忍值和變異數膨脹因素 VIF(Variance Inflation Factor) 是對個別變項的檢驗，容忍值 = $1 / VIF$ ，若 $VIF > 10$ 表示該自變數有多重共線性，本研究留下的自變數都符合 $VIF < 10$ 的標準。

6.1.2 分級評估準則

景觀美質評估結果，是做為景觀資源規劃設計、及管理者進行決策時的重要參考依據。問卷統計結果顯示，在 23 個樣區中，美質評分的最高分為 1.63 分，最低分為 -0.72 分。本節旨就在問卷調查的結果進行評價分級，判別港灣景觀的植栽美質等級(表 6-1)。將其分成五個等級，擬定未來的經營管理策略，港灣可依照所屬的等級來進行港灣植栽美質改善之參考標準。

A 等級：是植栽美質分數大於 2 分者，植栽美質屬於「優越級」，未來景觀經營管理策略是要對該地區進行「植栽保護」。

B 等級：是植栽美質分數介於 1~2 分者，植栽美質屬於「美質級」，未來景觀經營管理策略是要對該地區進行「植栽保存」。

C 等級：是植栽美質分數介於 0~1 分者，植栽美質屬於「普通級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略是為「植栽可改變」的。

D 等級：是植栽美質分數介於 -1~0 分者，植栽美質屬於「差級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略應為要進行「植栽改善」的。

E 等級：是植栽美質分數為 -1 分以下者，植栽美質屬於「劣級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略應為要進行「植栽更新」的。

表6-1 景觀美質評價等級表

植栽美質等級	總分	等級描述	經營管理策略
A	2~3	優越級	植栽保護
B	1~2	美質級	植栽保存
C	0~1	普通級	植栽可改變
D	-1~0	差級	植栽改善
E	-3~-1	劣級	植栽更新

6.1.3 建立設計準則

一、描述性統計及相關性檢定

(一)描述性統計

各區測得之美質均數，如下表 6-2 所示，其中美質感受分數超過 1 分以上者計有 8 個樣區，除了 St20 樣區以形塑林蔭博得民眾喜好外，這些樣區的共同點皆為人工鋪面步道相對少，且具有大面積無破碎的草生地；而美質感受分數低於 0 分者有兩個樣區，St14 樣區評價低的原因，推估應是該地單純為棕櫚科植生較不被民眾喜好之故，另外邊坡地區由於視覺上易有不易親近之感，以致相同條件下坡地上植生通常評價相對平地較低，此可由 St4 樣區測得之美質分數驗證之。

表6-2 各區測得之美質分數

	
St1 M:1.28 SD:0.66 No:3	St2 M:0.39 SD:0.88 No:19
	
St3 M:0.68 SD:0.75 No:13	St4 M:-0.72 SD:0.89 No:23
	
St5 M:0.33 SD:1.08 No:20	St6 M:0.73 SD:0.78 No:12
	
St7 M:0.56 SD:0.77 No:16	St8 M:0.29 SD:0.89 No:21
	
St9 M:0.51 SD:0.66 No:18	St10 M:1.63 SD:0.83 No:1
	
St11 M:1.07 SD:1.01 No:7	St12 M:1.24 SD:0.65 No:4
	
St13 M:1.43 SD:0.57 No:2	St14 M:0.02 SD:0.87 No:22

	
St15 M:0.89 SD:0.88 No:9	St16 M:1.09 SD:0.76 No:5
	
St17 M:0.59 SD:0.89 No:15	St18 M:0.93 SD:0.82 No:8
	
St19 M:0.67 SD:0.89 No:14	St20 M:0.75 SD:0.99 No:11
	
St21 M:0.84 SD:1.08 No:10	St22 M:1.07 SD:0.68 No:6
	
St23 M:0.55 SD:1.14 No:17	

M:平均數 SD:標準差 No:排序

(二)相關性檢定

海岸植栽之營造乃為運用人工方式種植海岸適生植栽，以期達到生態維護，並創造適意景觀環境，增加海岸遊憩機會等機能，可見人工植栽之規劃是海岸景觀營造重要之環節。由花蓮港區植生調查所獲得的綠化因子，在此與景觀美質做相關分析，由表 6-3 可知，各項植栽綠化因子中，初步呈現以植群多樣性（ λ 歧異度指數）、綠覆率與美質具有相關性。其中與歧異度指數呈負相關（ $r=-0.454$ ， $p=0.03$ ），

顯示若多樣性越高代表植群類型愈豐富，相對民眾對該景觀美質評價愈低；另景觀美質與綠覆率呈正相關（ $r=0.442$ ， $p=0.035$ ），顯示綠化程度愈高，民眾對該景觀美質評價愈高，如同 Smardon（1988）在植栽數量與景觀美質的關係之研究發現，觀賞者對於植群量的增加會產生正向反應，因此未來漁港港區之海岸經營管理上，應是可藉由提高綠覆率與增加喬木種類之數量，來提升該地海岸環境的美質評價。

表 6-3 皮爾森相關性分析

		λ	H'	自然度	喬木/地被 面積比	草地/灌木 面積比	綠覆率
美質 平均分數	Pearson 相關係數	-.454*	0.393	-0.239	-0.246	0.295	.442*
	P	0.03	0.063	0.271	0.258	0.171	0.035

* $P < 0.05$ λ :歧異度指數 H':多樣性指數

(三)迴歸分析

依照上述 6.1.1 植栽美質評估模式的操作方式所得到的植栽美質迴歸方程式(表 6-4)，共包含 7 個自變數：前景的喬木及棕櫚、前景的地被植物、中景的鋪面及道路、遠景的喬木及棕櫚、遠景的天空、喬木歧異度 H'和喬木/地被面積比，並且 R 平方高達 0.889，顯示這些因子可以解釋美質分數 88.9%的變異，所以此方程式擁有相當高的解釋變異量，預測美質分數的準確度也高。依照表 6-4 的迴歸分析表可寫出下列原始迴歸方程式 (6-1)、標準化迴歸方程式(6-2)。

原始迴歸方程式

$$\begin{aligned} \text{美質分數} = & -2.301 - 0.051 * \text{前景的喬木及棕櫚} + 0.018 * \text{前景的地被植物} \\ & - 0.023 * \text{中景的鋪面及道路} \\ & + 0.015 * \text{背景喬木及棕櫚} + 0.015 * \text{背景的天空} \\ & + 0.721 * \text{喬木歧異度 } H' + 0.805 * \text{喬木/地被面積比} \end{aligned} \quad (6-1)$$

標準化迴歸方程式

$$\begin{aligned} \text{美質分數} = & -0.767 * \text{前景的喬木及棕櫚} + 0.738 * \text{前景的地被植物} \\ & - 0.287 * \text{中景的鋪面及道路} \\ & + 0.593 * \text{背景喬木及棕櫚} + 0.622 * \text{背景的天空} \\ & + 0.285 * \text{喬木歧異度 } H' + 0.661 * \text{喬木/地被面積比} \end{aligned} \quad (6-2)$$

依照方程式(6-2)可看出在景觀元素中，近景的地被植物和遠景的天空是為民眾所喜歡的，因地被植物和天空對於美質分數的正向影響強度較大，二者在視覺上都讓人覺得是美的，所以可以在設計時將兩者的面積佔較多比例；而中景若出現鋪面及道路對美質分數是負面的影響，不被民眾喜愛的，在設計時就盡量避免其出現。然而，喬木及棕櫚這項因子在背景對美質雖然有正面的幫助，但若將它置於前景便會產生紊亂感及使人心生壓迫感，所以喬木及棕櫚在前景對美質會產生負面影響。此外，在綠化因子這方面的喬木歧異度 H' 、喬木/地被面積比在方程式中，亦是呈現其值越高，美質越佳的狀態。

所以，若往後要預測某地的景觀設計植栽方面的美質分數，可直接至該地攝影，再運算照片中前景、中景、遠景的景觀元素面積百分比及植栽綠化因子，將所得的數值匯入此美質方程式(6-1)，便可以預測其美

質分數與美質評價等級。

(四)設計準則

利用標準化迴歸方程式(6-2)得到的港灣植栽景觀設計規劃準則為：

- 1.前景增加地被植物，減少喬木及棕櫚。
- 2.中景減少鋪面及道路。
- 3.遠景增加喬木及棕櫚。
- 4.全景提高喬木歧異度 H' 、喬木/地被面積比。

以上這些準則都可以作為植栽景觀設計的方向。

表 6-4 植栽元素與綠化因子的美質迴歸分析表

元素 美質分數	前景				中景				遠景				
	喬木 及棕櫚	灌木	地被 植物	鋪面 及道路	喬木 及棕櫚	灌木	地被 植物	鋪面 及道路	天空	喬木 及棕櫚	灌木	地被 植物	天空
未標準化 係數	-0.051		0.18					-0.023		0.015			0.015
標準化 係數	-0.767		0.738					-0.287		0.593			0.622

綠化因子 美質分數	喬木 歧異度 λ	喬木 歧異度 H'	自然 度	喬木/地被 面積比	地被/灌木 面積比	喬木/灌木 面積比	綠 覆 率	常數	R ²
未標準化 係數		0.721		0.805				-2.301	0.889
標準化 係數		0.285		0.661					

6.2 港區環境美質評估模式

6.2.1 評估模式建立

一、港區環境設施物元素與景觀美質

由於自然環境在引進多樣遊憩與相關設施之際，極可能引起視覺景觀之改變，進而影響遊客的景觀偏好及遊憩意願。當人們在從事戶外遊憩時，伴隨著的是欣賞欣賞自然景觀的行為，因此機能適當且可強化當地視覺品質的設施與建設，必能提高遊客遊憩體驗。國內有多項研究顯示國人從事戶外遊憩時賞景為主要遊憩活動項目，Ruddell(1989)亦認為景觀美質是人們選擇戶外遊憩場所時的重要考慮因素之一，因此景觀美質在戶外遊憩機會的提供上，佔有相當之重要性。有些國家，如英美等國更明訂法令，以確保適意景觀資源能在環境規劃中被納入整體的考量(Zube , Sell and Tayler,1982 ; Brown and Daniel,1984)。

由過去研究結果得知，一般人對景觀偏好的評值是對開放空間、自然空間及容易被定義的空間有較高的偏好；相對的，如果是充滿人造物的空間，荒廢的空間，空間機能定義模糊而無法明確知道其用途時，偏好評值較低。（Kaplan and Kaplan,1989）王鴻楷等（1981）的研究亦顯示環境品質會隨人造物數量的增加而降低，但隨人造物的品質之提高而提高。劉吉川（1984）應用環境知覺理論研究指出人對於視覺破壞之容忍程度與因觀景者個人背景因素、及其所處觀賞環境而有差異。

二、研究操作

設施物景觀評估的操作主要在探討群眾對設施物景觀的美質評價及心理認知感受情形，同時要了解影響景觀美質的設施物類別、設施物在景觀空間中的組成情形、配置情形等，設施物色彩等，及其影響強度，藉以做為港灣設施物改善的依據。

研究是以現地拍攝的數位相片，分別進行群眾問卷調查及計算相片中設施物的各項因子及色彩，二者經統計分析，提出研究結果。研究架構如圖 6-2 所示，研究執行步驟及容說明如下，

(一)問卷設計

經從文獻回顧結果篩選二極的語義問項共十三個，分別為美麗的--醜陋的、自然的--人工的、安全的--危險的、明亮的--灰暗的、吸引人的--令人排斥的、和諧的--突兀的、輕鬆自在的--沉重壓迫的、生動活潑的--單調枯燥的、舒適的--不舒適的、喜歡的--討厭的、溫暖的--冰冷的、具親水性的--不具親水性的、有趣的--無聊的。

(二)照片拍攝及港區環境設施物元素面積計算

設施物景觀照片拍攝時間是選擇日照良好的上午 10:30 至下午 2:30 間，沿著花蓮港及高雄港遊客主要行進路線拍攝照片，拍攝時是以平視方式取景，再將拍攝所得之照片，將色澤較差、植群類型相同者予以刪除，最後選取較具代表性之數位相片進行評估。就所拍攝的照片分別計算每張照片出現的各項設施物元素內容包含植栽、天空、海、沙灘、礫灘、礫石、礁岩、船舶、道路、硬鋪面、軟鋪面、鐵路、防波堤、消波塊、建物、景觀設施、其他設施...等。其中軟鋪面為木板鋪面，硬鋪面為水泥或磚塊鋪面；景觀設施包含涼亭、特別設計過的橋.....等，其他設施則為路燈、告示牌、護欄.....等設施。並且為達成有效地判斷港區環境元素與觀賞者的距離遠近對美質、偏好及情

緒認知的影響，故將照片裡的這些元素分成前景、中景、遠景三部份分開來計算其出現的面積比例。

(三)問卷調查

將照片隨機排列，並予以編號。而問卷的受測者為學生，因為以往的研究顯示出學生問卷的結果與大眾問卷的結果同質性很高，所以本問卷就採用學生問卷。進行問卷調查時，首先對受測者說明本研究的目的及進行方式，再將所有照片(剔除編號)先快速播放影像一遍，接著播放照片每張間隔約 45 秒，由受測者就各照片的美質評價及各項認知語義進行非常(+3)--普通(0)--非常(-3)成對語義形容詞感受程度勾選。

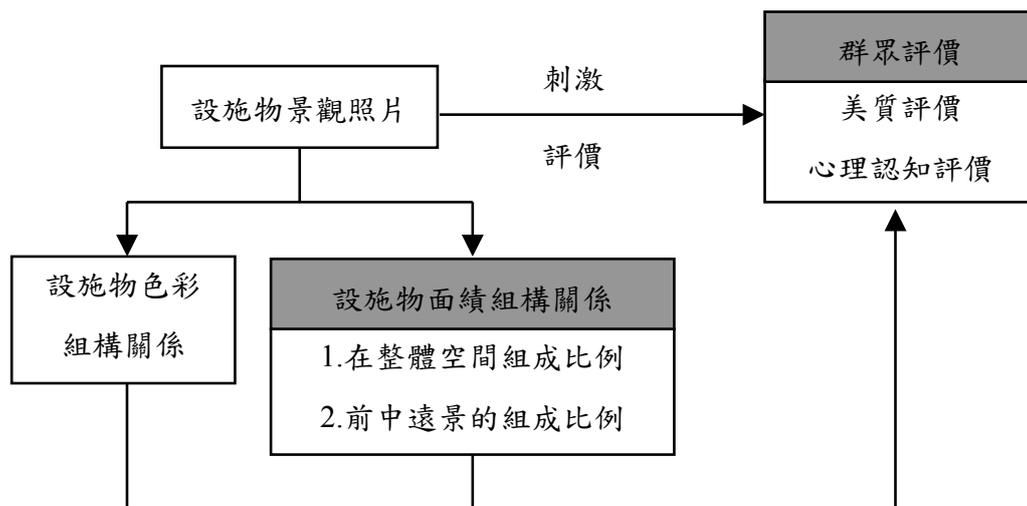


圖 6-2 設施物景觀評估架構圖

(四)迴歸方程式建立

統計問卷結果後，進而求得港區環境設施物美質迴歸方程式。運用 SPSS 統計軟體來取得港區環境設施物美質迴歸方程式，在操作時，眾多的因子採用與否，是由因子的顯著性以及共線性兩大方向來取捨。顯著性的檢定是透過統計操作方法來看所觀察的目標在不同獨變項的狀況下產生的差異是否達到顯著，而本研究篩選的每一項自變數皆達到 $p < 0.05$ 的顯著水準，未達 $p < 0.05$ 的因子一律踢除。除了顯著性以外，也將共線性的問題納入考量，因為共線性統計量的容忍值和變異數膨脹因素 VIF (Variance Inflation Factor) 是對個別變項的檢驗，容忍值 = $1/VIF$ ，若 $VIF > 10$ 表示該自變數有多重共線性，而本研究留下的自變數都符合 $VIF < 10$ 的標準。

6.2.2 分級評估準則

景觀美質評估結果，是做為景觀資源規劃設計、及管理者進行決策時的參考依據。問卷統計結果顯示，在 50 張高雄港及花蓮港的港區現地照片中，美質評分的最高分為 1.55 分，最低分為 -2 分。本節旨就在問卷調查的結果進行評價分級，判別港區環境設施美質等級(表 6-5)。將其分成五個等級，擬定未來的經營管理策略，港灣可依照所屬的等級來進行港區環境美質改善之參考標準。

- A 等級：是港區環境美質分數大於 2 分者，港區環境美質屬於「優越級」，未來景觀經營管理策略是要對該地區進行「保護」。
- B 等級：是港區環境美質分數介於 1~2 分者，港區環境美質屬於「美質級」，未來景觀經營管理策略是要對該地區進行「保存」。
- C 等級：是港區環境美質分數介於 0~1 分者，港區環境美質屬於「普通級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略是為「可變更」的。

D等級：是港區環境美質分數介於 -1~0 分者，港區環境美質屬於「差級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略應為要進行「改善」的。

E等級：是港區環境美質分數為 -1 分以下者，港區環境美質屬於「劣級」，該地區景觀在未來景觀經營管理策略應為要進行「更新」的。

表 6-5 港區環境美質評價等級表

港區環境美質等級	總分	等級描述	經營管理策略
A	2~3	優越級	保護
B	1~2	美質級	保存
C	0~1	普通級	可變更
D	-1~0	差級	改善
E	-3~-1	劣級	更新

6.2.3 建立設計準則

一、因素分析

依照上述 6.2.1 港區環境美質評估模式的問卷調查可得到 13 組美質及認知語義分數，因為景觀環境對民眾的影響順序為：認知感受影響美質，美質進而影響偏好，最普遍被民眾使用的情緒形容詞為美麗的--醜陋的、喜歡的--討厭的，將這 2 組形容詞所得的問卷分數抽出之後，剩下的 11 組形容詞問卷分數匯入 SPSS 統計軟體作因素分析(表 6-6)。

表6-6 港灣景觀情緒形容詞因素分析表

轉軸後的成份矩陣^a

	成份	
	1	2
舒適的	.949	.258
親近的	.934	.303
溫暖的	.923	.293
生動活潑的	.915	.297
輕鬆自在的	.906	.370
安全的	.906	-.296
和諧的	.893	.312
有趣的	.883	.407
明亮的	.869	.297
具親水性的	.094	.910
自然的	.392	.780

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 3 個疊代。

Factor1 包含 9 組形容詞，依序為舒適的--不舒適的、吸引人的--令人排斥的、溫暖的--冰冷的、生動活潑的--單調枯燥的、輕鬆自在的--沉重壓迫的、安全的--危險的、和諧的--突兀的、有趣的--無聊的、明亮的--灰暗的。Factor 2 包含具親水性的--不具親水性的、自然的--人工的。參考海岸景觀情緒因素統計表(熊谷健藏、松原雄平，2002)，將 Factor1 命名為「協調性」，將 Factor 2 命名為「自然親水性」。

二、描述性統計

附錄五為港區環境的景觀美質分數與心理認知感受分數，包含 50 張花蓮港與高雄港現地照片的美質、偏好、協調性、自然親水性的分數平均數及標準差。

三、迴歸分析

將美質、偏好、協調性、自然親水性依照 6.2.1 的操作方式求得港區環境元素與美質分數、心理認知感受的迴歸方程式，表 6-7(a)、表 6-7(b)。並可寫出下列四組港區環境美質分數及心理認知感受的原始迴歸方程式(6-3)、(6-4)、(6-5)、(6-6)及標準化迴歸方程式(6-7)、(6-8)、(6-9)、(6-10)。

原始迴歸方程式

$$\begin{aligned} \text{美質分數} = & -0.979 + 0.066 * \text{前景礁岩} \\ & + 0.038 * \text{中景植栽} + 0.015 * \text{中景天} + 0.033 * \text{中景景觀設施} \\ & + 0.052 * \text{背景植栽} - 0.085 * \text{背景船舶} + 0.118 * \text{背景的景觀設施} \end{aligned} \quad (6-3)$$

$$\begin{aligned} \text{偏好分數} = & -1.169 - 0.218 * \text{前景沙灘} - 0.043 * \text{前景礫石} + 0.137 * \text{前景礁岩} \\ & + 0.02 * \text{前景軟鋪面} + 0.025 * \text{前景消波塊} \\ & + 0.028 * \text{中景植栽} + 0.021 * \text{中景天空} - 0.021 * \text{中景消波塊} \\ & + 0.049 * \text{背景海} - 0.13 * \text{背景硬鋪面} + 0.032 * \text{背景建物} \\ & + 0.013 * \text{背景景觀設施} \end{aligned} \quad (6-4)$$

$$\begin{aligned} \text{協調性分數} = & -0.498 - 0.123 * \text{前景沙灘} + 0.092 * \text{前景礁岩} + 0.012 * \text{前景軟鋪面} \\ & + 0.032 * \text{中景植栽} - 0.059 * \text{中景礫石} - 0.02 * \text{中景消波塊} \\ & + 0.039 * \text{中景景觀設施} + 0.017 * \text{中景其他設施} \end{aligned} \quad (6-5)$$

$$\begin{aligned} \text{自然親水性分數} = & 0.302 - 0.019 * \text{前景植栽} - 0.011 * \text{前景軟鋪面} - 0.182 * \text{前景防波堤} \\ & + 0.058 * \text{前景景觀設施} + 0.024 * \text{中景植栽} + 0.044 * \text{中景礁岩} \\ & - 0.037 * \text{中景硬鋪面} + 0.032 * \text{背景海} - 0.197 * \text{背景其他設施} \end{aligned} \quad (6-6)$$

標準化迴歸方程式

$$\begin{aligned} \text{美質分數} = & 0.209 * \text{前景礁岩} \\ & + 0.514 * \text{中景植栽} + 0.304 * \text{中景天空} + 0.311 * \text{中景景觀設施} \\ & + 0.466 * \text{背景植栽} - 0.197 * \text{背景船舶} + 0.261 * \text{背景的景觀設施} \end{aligned} \quad (6-7)$$

$$\begin{aligned} \text{偏好分數} = & -0.424 * \text{前景沙灘} - 0.222 * \text{前景礫石} + 0.388 * \text{前景礁岩} \\ & + 0.445 * \text{前景軟鋪面} + 0.33 * \text{前景消波塊} \\ & + 0.34 * \text{中景植栽} + 0.367 * \text{中景天空} - 0.193 * \text{中景消波塊} \\ & + 0.386 * \text{背景海} - 0.309 * \text{背景硬鋪面} \\ & + 0.296 * \text{背景建物} + 0.2 * \text{背景景觀設施} \end{aligned} \quad (6-8)$$

$$\begin{aligned} \text{協調性分數} = & -0.238 * \text{前景沙灘} + 0.257 * \text{前景礁岩} + 0.279 * \text{前景軟鋪面} \\ & + 0.385 * \text{中景植栽} - 0.181 * \text{中景礫石} - 0.176 * \text{中景消波塊} \\ & + 0.329 * \text{中景景觀設施} + 0.191 * \text{中景其他設施} \end{aligned} \quad (6-9)$$

$$\begin{aligned} \text{自然親水性分數} = & -0.409 * \text{前景植栽} - 0.242 * \text{前景軟鋪面} - 0.434 * \text{前景防波堤} \\ & + 0.172 * \text{前景景觀設施} + 0.289 * \text{中景植栽} + 0.265 * \text{中景礁岩} \\ & - 0.482 * \text{中景硬鋪面} + 0.251 * \text{背景海} - 0.193 * \text{背景其他設施} \end{aligned} \quad (6-10)$$

美質分數、偏好分數、協調性分數、自然親水性分數的迴歸方程式 R 平方依序為 0.728、0.806、0.761、0.763，顯示美質分數、偏好分數、協調性分數、自然親水性分數的迴歸方程式擁有相當高的解釋變異量，預測分數的準確度也有一定的程度。

表6.7(a) 港區環境元素的美質及偏好迴歸分析表

美麗的
—
醜陋的

	前景			中景			背景			R ²
	礁岩	植栽	天空	景觀設施	植栽	船舶	景觀設施	常數		
未標準化係數	0.066	0.038	0.015	0.033	0.052	-0.085	0.118	-0.979	0.728	
標準化係數	0.209	0.514	0.304	0.311	0.466	-0.197	0.261			

喜歡的
—
不喜歡的

	前景						中景				背景			R ²
	沙灘	礫石	礁岩	軟鋪面	消波塊	植栽	天空	消波塊	海	硬鋪面	建物	景觀設施	常數	
未標準化係數	-0.218	-0.043	0.137	0.02	0.025	0.028	0.021	-0.021	0.049	-0.13	0.032	0.103	-1.169	0.806
標準化係數	-0.424	-0.222	0.388	0.445	0.33	0.34	0.367	-0.193	0.386	-0.309	0.296	0.205		

表6-7(b) 港區環境元素的心理認知感受迴歸分析表

協調性

	前景				中景						R ²
	沙灘	礁岩	軟鋪面	植栽	礫石	消波塊	景觀設施	其他設施	常數		
未標準化係數	-0.123	0.092	0.012	0.032	-0.059	-0.02	0.039	0.017	-0.498	0.761	
標準化係數	-0.238	0.257	0.279	0.385	-0.181	-0.176	0.329	0.191			

自然親水性

	前景				中景				背景		R ²
	植栽	軟鋪面	防波堤	景觀設施	植栽	礁岩	硬鋪面	海	其他設施	常數	
未標準化係數	-0.019	-0.011	-0.182	0.058	0.024	0.044	-0.037	0.032	-0.197	0.302	0.763
標準化係數	-0.409	-0.242	-0.434	0.172	0.289	0.265	-0.482	0.251	-0.193		

依照方程式(6-7)、(6-8)可看出近景的礁岩和中景的植栽、天空和背景的景觀設施不僅可以讓海岸景觀產生美感，並且也同時是民眾所喜歡的元素；遠景的植栽與中景的景觀設施與美質分數亦呈現正相關；而背景若出現船舶對美質分數是負面的影響。而近景的軟鋪面和遠景的海及建物，都是讓民眾喜歡的元素；但前景若出現沙灘、礫石或是遠景出現硬鋪面，都是讓民眾反感的。而比較特別的一項元素是消波塊，其出現在近景時是正面的影響，若移到中景便不被民眾喜愛的，因其會影響景色的整體性，讓視覺產生雜亂感。

依照方程式(6-7)、(6-8)、(6-9)、(6-10)可看出中景的植栽對美質、偏好及協調性、自然親水性的影響強度都是正面的，可見其不僅可以提升海岸景觀的協調性，並且也同時扮演使海岸自然又親水的角色。近景的軟鋪面愈多，愈可以增加遊客對協調性的感受，但近景的軟鋪面會降低遊客對自然親水性的感受。而在近景裝置礁岩及在中景加設景觀設施、其他設施，都能使海岸景觀更為協調；但前景若出現沙灘或是中景出現礫石與消波塊，都會產生突兀感。此外，中景的礁岩與遠景的海都能提升港灣的自然親水性；而近景的植栽、防波堤和中景的硬鋪面會使民眾與海岸產生空間的阻隔感，也比較不自然。

四、設計準則

進行港區環境設計規劃時，參考方程式(6-7)、(6-8)、(6-9)、(6-10)，配置出現頻率較高的正向因子，定出簡單的港區環境設計準則：

- (一)前景增加礁岩、軟鋪面，減少沙灘。
- (二)中景增加植栽、景觀設施，減少消波塊。
- (三)遠景亦可增加景觀設施。

以上這些準則都可以作為港區環境景觀設計的方向。

6.3 港區環境色彩美質評估模式

6.3.1 評估模式建立

色彩學的研究起源甚早，因為色彩對人類的心理及情感起一定的作用，因此關於環境色彩計畫在許多景觀計畫皆被納入考量，如 1970 年代美國聯邦政府所發展的視覺資源經營管理系統 (VRM) 即將色彩納入景觀評估體系中，對環境色彩之界定範圍包括土壤、岩石、植被、水、雪地等之色彩組合並納入評估考量。國內在環境景觀設施與色彩的相關研究則多趨向色彩學中的調和理論，陳傳興 (1992)、孔廉 (1988)，王佩琪、林晏州 (1998)、李麗雪 (2005a、b)、李麗雪、許博森 (2007) 的研究皆指出與環境色彩呈調和之設施色彩會得到較高的美質評價。陳傳興 (1992) 的研究結果同時建議除生態區或高品質之風景區需以專家或生心理模式進行環境色彩的適宜性評估外，開發度較高之地區應以民眾反應為主。

環境色彩研究中最有系統、運用最廣泛則是由創立於 1966 年的日本色彩與設計研究所 (Nippon Color and Design Research Institute, NCD) 所發展的色彩意象空間，並由色彩學專家小林重順 (Shigenobu Kobayashi) 所研發的色彩意象量表 (Color Image Scale, 圖 6.3)，使環境色彩研究能較有系統的進行討論分析。

色彩意象的理論建立在語意認知所得到的意象與色彩本身的關係，其研究認為色彩不應該是孤立存在的，而是經由三色或五色配色後，所得到的顏色感受才是真正色彩感受，因此他在 *Color Image Scale* 一書中將 130 個單色將每個色彩與其他色彩配色，並且用 180 個語意形容詞得到每個色彩的感覺，並且與傳統色彩學中的暖(W)、冷(C)、軟(S)、硬(H)、清(K)、濁(G)等感覺形成坐標後 (圖 6.4)，並與所調查出的語意軸加以研究歸納

出完整的色彩意象尺度(圖 6.5), 打破了傳統上討論色彩心理學時皆是以單色獨立作探討。

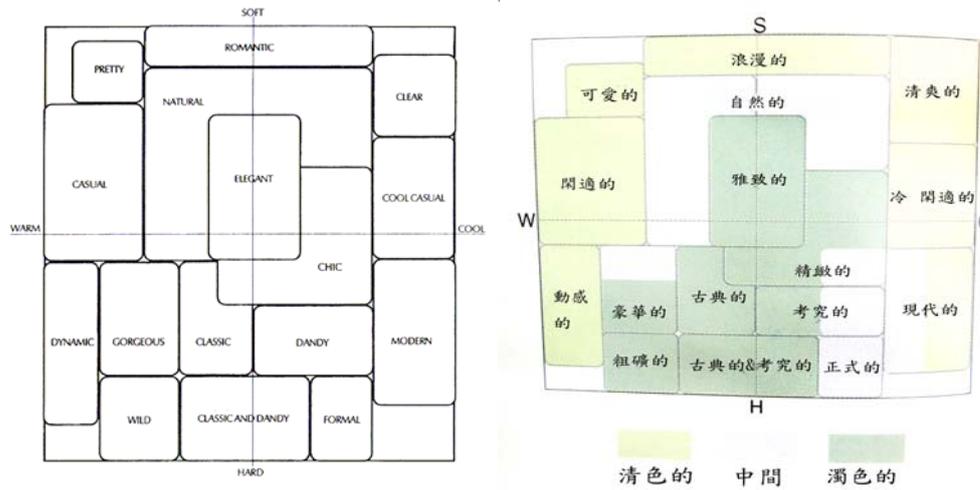


圖6.3 色彩意象語意軸 資料來源：小林重順(Shigenobu Kobayashi)，
1998、NCD2001

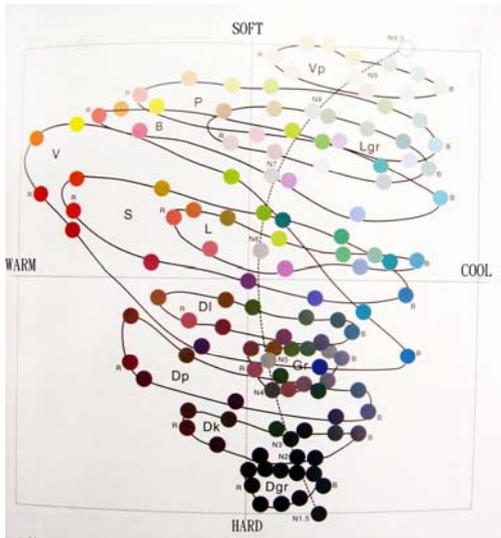


圖6.4單色意象尺度
資料來源:NCD,1981

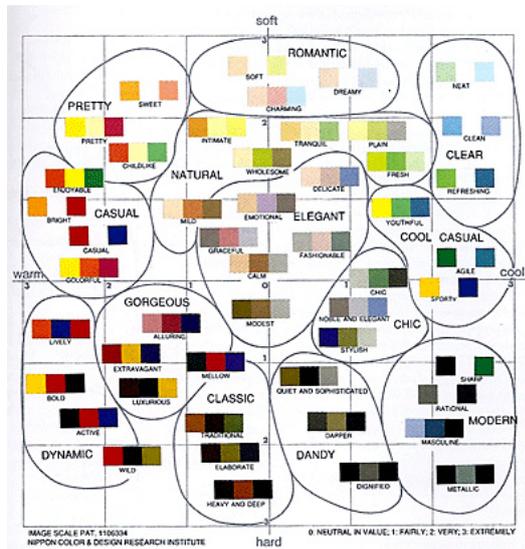


圖6.5 色彩意象尺度 資料來源：
小林重順(Shigenobu Kobayashi)，
1995

景觀為環境的構成，而認知則是心理上的作用，藉由環境的刺激與認知中產生情緒反應，在 Mehrabian & Russell(1974)探討環境刺激、情緒與行為反應的關係中顯示人類對環境的趨向與逃避是因實質環境中的因素所產生，並可藉由語義的測量得到對於實質環境因素的心理情緒反應，其關係模式如圖 6.6。

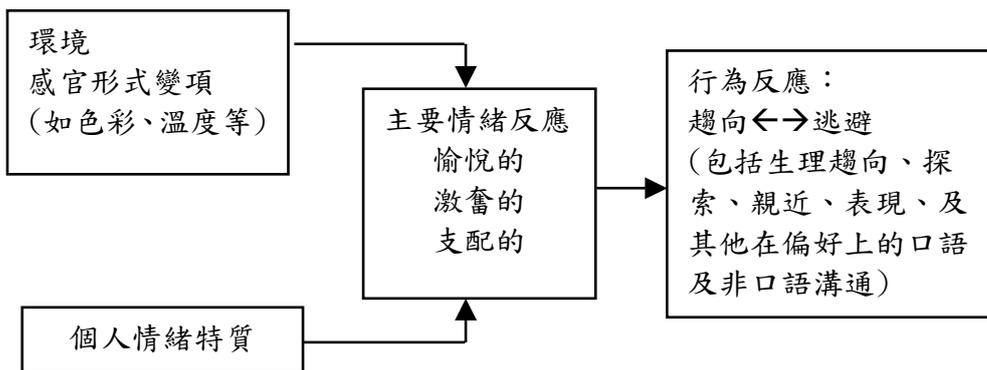


圖6.6環境刺激-情緒狀態-行為反應之關係圖

(資料來源:Mehrabian & Russell，1974)

一、評估架構

本研究研究內容以環境色彩分析為主軸，並用認知心理學測量出偏好與色彩分析進行比較探討，評估架構如下：(圖 6.7)

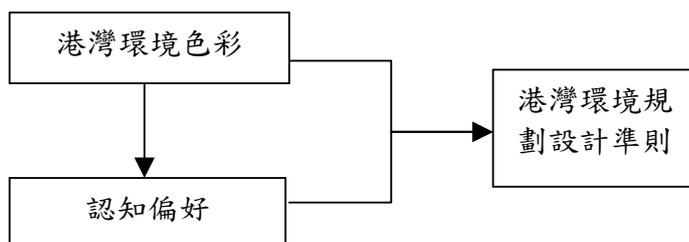


圖6.7研究架構圖

二、研究操作

(一)照相拍攝拍

照相工具以 SONY DSC707、35mm 鏡頭相機所拍攝之影像進行調查，在拍攝的手法上考慮遊客近觀(nearview)的視角，取景時以人的眼睛前視，平行於地面的高度拍攝，拍攝時間控制在上午 10 時至下午 2 時之晴朗天氣下拍攝。

共獲得港灣及其週邊海岸環境照片約五百張，刪除逆光、拍攝角度不佳、曝光過度或不足等不適用照片後，經三位具景觀背景人員討論、挑選出 87 張照片並將之編號，再依照片依照海岸特色分為五組，這五組的主要特性為：

- 1.第一組:海岸灘地景觀
- 2.第二組:海岸景觀

3. 第三組: 港灣景觀
4. 第四組: 港灣及海岸結構物景觀
5. 第五組: 植栽景觀

依照上述特性討論從全部相片中挑選出每組 16 張照片，並另外再挑選出七張桃竹苗海岸景觀之照片供語意測量時使受測者適應視覺感受的調整組。

(二) 照片色彩分析

本研究使用繪圖軟體 Corel DRAW 將照片轉換成色塊的點陣圖檔，並紀錄每張照片之色票與 RGB 值，再以數學軟體 meta lab 計算每個色票在畫面所佔的百分比並標示之，整理完後便可大致了解每組相片的色彩屬性為何，再對照小林重順的 *Color Image Sacle* 一書中的色彩標示，該手冊除了有詳盡的色彩心理意象與英文標示色彩名稱外，李軍(2006)將此書編譯成中文版，因此更有中文色彩名稱，因此將港灣地區所調查的色彩以相似色名表示出來，可便於後續進行規劃設計時色彩名稱的討論之用。

另外為了進行與認知語意偏好分析，再將每張照片的色票放入小林重順的色彩意象量表中得到的面積可了解每張照片的色彩分布的廣度，小林重順的量表中將包含了單獨色彩的心理感受，因此將色票放入此色彩語意量表可跟 偏好進行比對與討論。

放置色票的方式則以人工比對的方式依照量表中的屬性、判斷後放入空白量表中，最後再將量表中的外圍色票框起來即顯示照片中的色彩差異之面積。

三、問卷調查

問卷調查方式上是將每組 16 張照片，加上共同組 7 張照片共 23 張照片，以投影機方式進行測量，先將所有影像快速播放一遍，接著由受測者觀看間隔 30 秒至 45 秒一張影像，並就影像內容勾選問卷內容中的語意選項，15 項語意內容詳見表 6-8。

表 6-8 本研究使用之語意形容詞

1	2	3	4	5	6	7	8
有趣的-- 無趣的	獨特的-- 平凡的	豐富的-- 單調的	生動的-- 呆板的	輕鬆的-- 沉重的	溫暖的-- 冰冷的	愉快的-- 沈悶的	喜歡的-- 不喜歡的
9	10	11	12	13	14	15	
美麗的-- 醜陋的	柔和的-- 堅硬的	協調的-- 突兀的	整齊的-- 雜亂的	舒適的-- 不舒適的	鮮豔的-- 樸素的	明亮的-- 灰暗的	

四、研究結果分析

(一) 港灣環境色彩分析

依據上一節每組分類色票得知，整體而言港灣環境的天空與海水的藍色系色彩皆帶有灰色調，一些水色除了為藍色系之外，第二組開闊海岸景觀、第三組港灣景觀為主的水色則除了藍色外帶有綠色色彩；灘地部分的色彩亦是帶灰的褐色為主；植栽則是以黃綠、褐綠與部份深色的青綠等，得到的色票雖多，但多為綠色漸層之色票，單色在畫面上所佔比例也較少；人工結構物則分為兩種色系為主，一為灘地結構物等皆偏向以灰褐色為主，而港灣的人工結構物則有天藍、橘黃與紅色等明度較高的色彩，色彩多變、明度彩度廣泛，色票也較多。

為了能更將本研究調查內容以一般色名說出以便應用，將以上照

片與色票資料對照小林重順之 *Color Image Scale* 一書中使用 130 種色票與 RGB 名稱，將研究的色票與這 130 種色票之相似色彩，經歸納整理如下：

表 6-9 港區環境色彩分析表

內容	色票名稱(英文名稱, RGB 值)	
天空	天藍色( sky blue, 91:189:206)	淡湖藍色( aqua blue, 150:222:233)
	淡藍色( pale blue, 217:253:255)	寶石藍色( sapphire, 54:96:141)
	石藍色( salvia blue, 138:176:223)	淺霧色( sky mist, 191:216:255)
	淡藍灰色( pale mist, 225:236:255)	月光藍色( moonstone blue, 179:186:200)
	藍灰色( pale blue, 133:153:186)	影藍色( shadow blue, 102:120:149)
	水色	寶石綠色( jewel green, 52:139:118)
湖藍色( light blue, 54:119:133)		天藍色( sky blue, 91:189:206)
淡湖藍色( aqua blue, 150:222:233)		淡藍色( pale blue, 217:253:255)
寶石藍色( sapphire, 54:96:141)		石藍色( salvia blue, 138:176:223)
淺霧色( sky mist, 191:216:255)		淡藍灰色( pale mist, 225:236:255)
月光藍色( moonstone blue, 179:186:200)		藍灰色( pale blue, 133:153:186)
灘地	淡赭石色( french beige, 206:181:159)	丁香色( beige, 232:157:96)
	茶灰色( rose/beige, 176:143:119)	駝色( camel, 176:119:72)
	茶色( brown, 168:84:0)	深茶色( falcon, 64:32:0)
	淺橄欖灰色( light olive gray, 205:191:156)	
	淺湖綠色( light aqua green, 152:231:203)	蛋青色( horizon blue, 231:255:236)
	湖藍色( light blue, 54:119:133)	天藍色( sky blue, 91:189:206)
	淡湖藍色( aqua blue, 150:222:233)	淡藍色( pale blue, 217:253:255)
	青灰色( blue gray, 124:152:156)	淺霧色( sky mist, 191:216:255)
	藍灰色( pale blue, 133:153:186)	影藍色( shadow blue, 102:120:149)
	淡褐色( rose mist, 207:186:196)	明灰色( pearl grey, 238:238:226)
植栽	芥末綠色( mustard, 228:200:99)	草綠色( grass green, 151:187:4)
	秋香綠色( mistletoe green, 152:164:104)	樹葉綠色( leaf green, 129:145:66)
	苔蘚綠色( olive green, 105:136:0)	常青綠色( ivy green, 79:96:0)
	孔雀綠色( malachite green, 57:155:91)	祖母綠色( emerald, 72:204:125)

內容	色票名稱(英文名稱, RGB 值)	
	淺綠色( opaline green, 157:247:173)	嫩竹綠色( spray green, 135:205:149)
	淺葉色( mist green, 132:170:134)	墨綠色( jade green, 102:145:107)
	老綠色( Cambridge blue, 82:131:124)	深藍綠色( teal green, 0:72:69)
	黑綠色( 0:60:60)	
人工 結構 物	薔薇色( rose, 255:88:80)	粉紅色( flamingo, 255:152:136)
	粉駝色( pink/beige, 208:180:176)	灰紅色( rose gray, 184:147:143)
	赭石色( old rose, 168:104:96)	絳紅色( mahogany, 104:0:31)
	栗色( maroon, 64:0:24)	橘黃色( orange, 255:156:0)
	淡赭石色( French beige, 206:181:159)	丁香色( beige, 232:157:96)
	茶灰色( rose/beige, 176:143:119)	駝色( camel, 176:119:72)
	茶色( brown, 168:84:0)	深茶色( falcon, 64:32:0)
	淺橄欖灰色( light olive gray, 205:191:156)	
	芥末綠色( mustard, 228:200:99)	褐色( sand beige, 171:157:109)
	橄欖色( olive, 112:92:0)	
	秋香綠色( mistletoe green, 152:164:104)	
	孔雀綠色( malachite green, 57:155:91)	
	深翠綠色( Prussian green, 0:104:94)	淡湖藍色( aqua blue, 150:222:233)
	青灰色( blue gray, 124:152:156)	鈷藍色( peacock blue, 0:99:123)
	深孔雀藍色( teal, 0:71:91)	普魯士藍色( Prussian blue, 0:51:68)
	藍紫色( ultramarine, 0:33:152)	
	月光藍色( moonstone blue, 179:186:200)	
	藍灰色( pale blue, 133:153:186)	影藍色( shadow blue, 102:120:149)
	黑藍色( midnight blue, 0:29:77)	淡褐色( rose mist, 207:186:196)
	豆沙色( orchid grey, 165:129:145)	明灰色( pearl gray, 238:238:226)
	灰色( medium grey, 143:143:131)	中灰色( medium grey, 128:128:117)
	深灰色( smoke grey, 76:76:70)	暗灰色( charcoal grey, 46:46:42)

(二) 港灣環境色彩意象與語意分析

1. 第一組：海岸灘地景觀

海岸灘地景觀的色彩經疊圖後發現其意象面積不大，整體而言語意的偏好低於4的負面值並不多，完全沒有低於4的負面值語意有：有趣的、獨特的、溫暖的、愉快的、喜歡的、美麗的、整齊的、明亮的。整體而言，當其環境色彩偏灰濁時，少色彩變化時，多被認為是較為無趣的。

2. 第二組：海岸景觀

本組僅明亮-灰暗選項是低於4的負面值，偏好的歧異度甚大，在本組照片中當水色較為混濁、水色變化也較少時，多被認為是醜陋的；相反的，當水色較清澈、變化多時，其美麗的評值也較高。

3. 第三組：港灣景觀

本組的色彩因港區工作船、結構物等因素影響，色彩變化是五組照片裡面最大的、色彩意象的面積也是最大，除了豐富的--單調的感受評值是較偏向單調的以外，其餘則多偏向正面值，顯示港灣色彩變化多元時，各語意的偏好值平均得點皆較高。顯示漁港區人工結構物以鮮明的色彩整體的語意認知較容易得到平均正向的偏好值。

4. 第四組：結構物景觀

港灣結構物的色彩影響偏好在折線圖與色彩分析上較不明顯，其影響因素可能搭配畫面之天空、水色或灘地等色彩影響而給予評價，整體而言其在生動-呆板、輕鬆-沉重得分中間偏負向。

5. 第五組：植栽景觀

本組色彩與其他組色彩相比，柔和的正向較多，顯示植栽景觀的綠色系色彩的確較能使視覺感受柔和感，但語意稍微偏負向值，如單調的、呆板的、沉重的、突兀的與雜亂的，從圖片看出綠色色彩分布可看出較為雜亂，可解釋負面的得點的原因，但在喜歡-不喜歡得點上卻不受其他負面

得點語意影響，，然而在整齊-雜亂、舒適-不舒適、突兀的、單調的評值則偏低。但整體的語意折線圖來看仍是偏正向值為主。

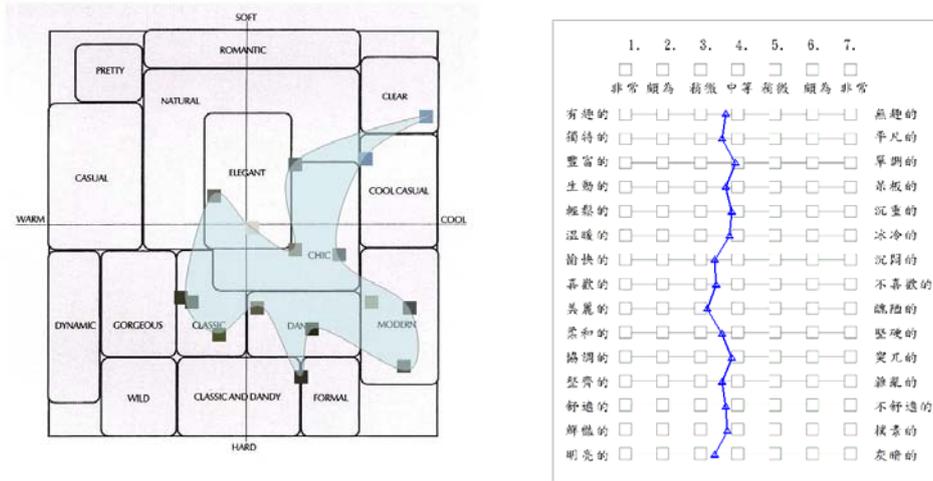


圖 6.8 第 1 組海岸灘地環境色彩意象與語意偏好折線圖

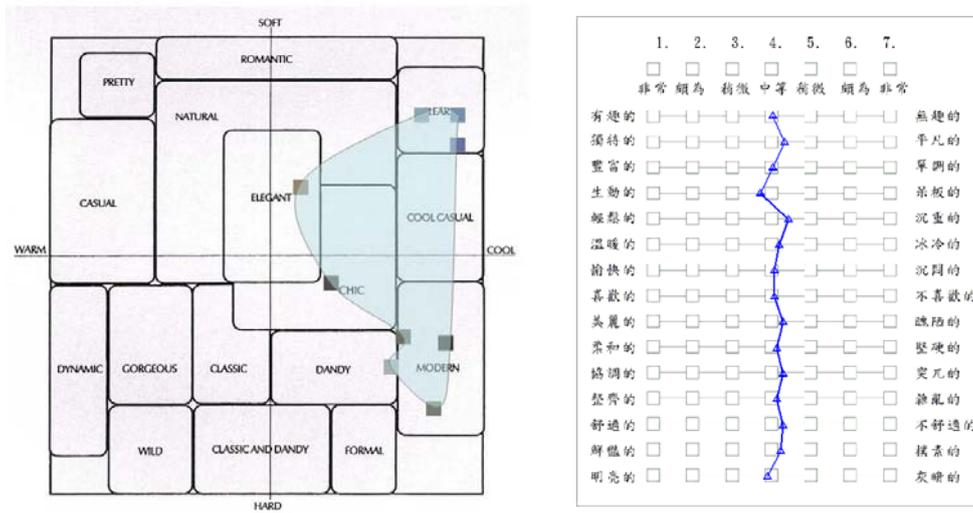


圖 6.9 第 2 組海岸環境色彩意象與語意偏好折線圖

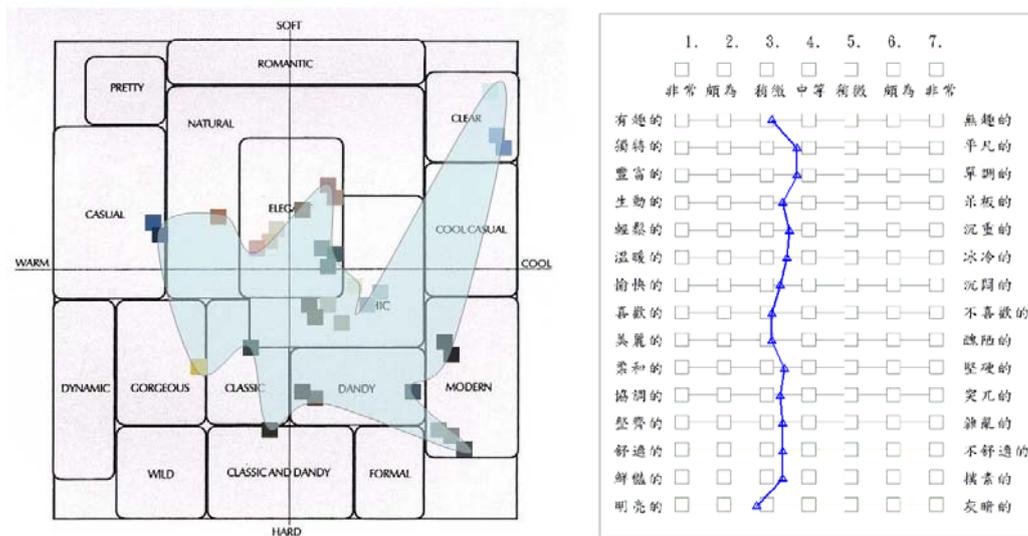


圖 6.10 第 3 組 港 灣 環 境 色 彩 意 象 與 語 意 偏 好 折 線 圖

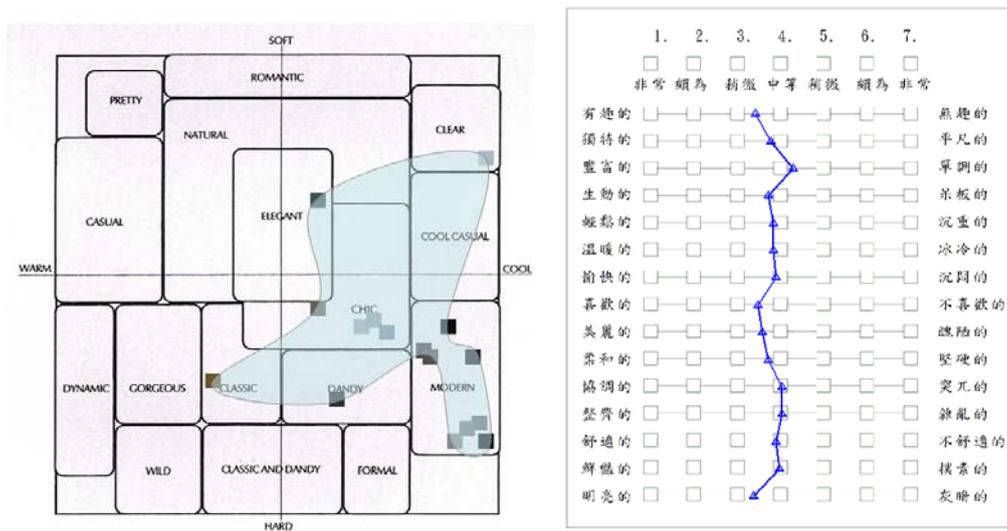


圖 6.11 第 4 組 結 構 物 環 境 色 彩 意 象 與 語 意 偏 好 折 線 圖

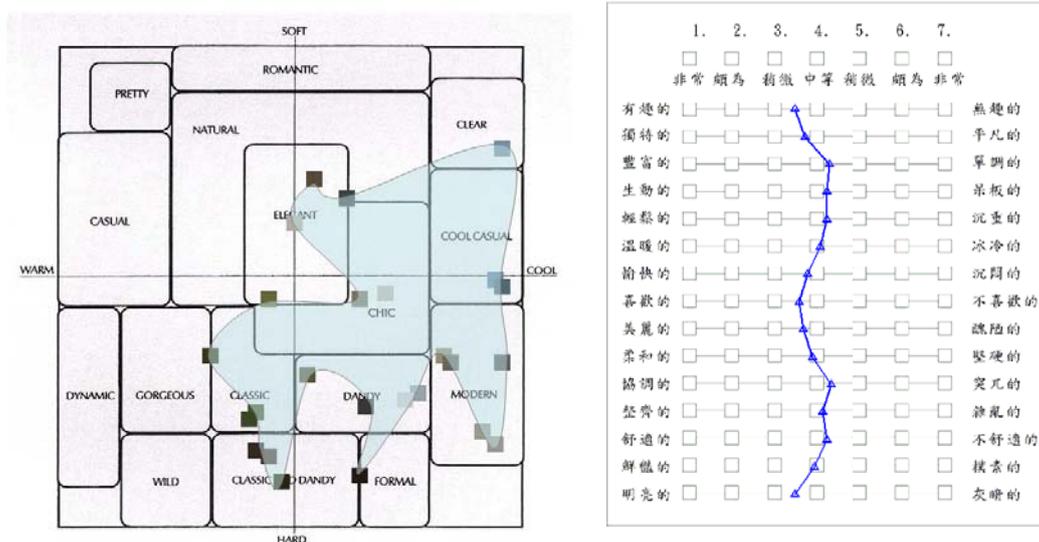


圖 6.12 第 5 組植栽環境色彩意象與語意偏好折線圖

6.3.3 設計準則

- 一、從色票整理分析得知港灣環境色彩特性有：在海洋與天空色系整體偏灰藍色調或藍綠色調；沿岸植栽的色彩以綠色系偏灰暗，草綠色也帶有褐色；沿岸灘地則是以灰褐色或灰色為主；消波塊、堤防等人工構造結構物則是以灰色調為主。明度、彩度變化大的顏色則是出現在港區結構物或漁船上，雖在畫面所佔比例不大但易成為焦點。
- 二、色彩過於雜亂的灘地與植栽景觀的偏好評值較低，也就是不連續、碎形的色彩排列得到的語意認知較不佳；色彩面積較大、同色系較為連續且不帶灰色的自然元素之色彩偏好較高，但非單調的色彩變化，色彩上以少量的調和變化偏好較高，從第2組視野開闊海岸景觀中的討論可證實。
- 三、鮮豔、變化較高的色彩構成在港灣環境中的人工結構物偏好較高，推測可能是色彩對比性高所造成的色彩偏好也較高。
- 四、人工構造物的色彩偏好會受到環境影響而有所不同，若其周邊環境色彩較為明亮時、則偏好較高。

因此在港灣環境色彩上的設計提出如下原則：

- 一、高度人工環境的色彩計畫可朝向明度、彩度變化較多樣的方向進行，尤其以港灣環境更適合朝豐富色彩的方向計畫，但要避免的是避免過多雜亂的配色，可使用節點的方式點綴、豐富高度人工之海岸環境，如碼頭設施、休閒設施等搭配造型的變化可發展多樣的色彩計畫。
- 二、當植栽景觀的綠色系呈現碎形狀態，在未來應可用生態工法的角度加以補足植群的破碎視覺，除了可增加連續性的自然色彩景觀，強化植

栽景觀與港灣環境的連結性。

- 三、在自然環境如海岸灘地、海水水域等景觀上，色彩計畫應保持其完整連續性的自然調和色調為主，與港區景觀相異，在色彩上不適合過於突兀與零碎的顏色出現，此色彩規劃與視覺開闊性有所相關。
- 四、整體而言西部港灣的環境色彩皆帶灰濁色，因此建議色彩計畫上可利用清澈的色彩來使環境得到較高的偏好，並且依照上述之建議、因地制宜的進行環境色彩計畫來建構優質的港灣環境。

第七章 結論

一、水質方面

- (一)經資料蒐集與調查國內港口的水質，發現高雄港港內水質介於乙類海水與丙類海水之間，而靠近入流河川的部分有較差的表現值；台中港內水質差異性並不大，大部分屬於甲類水質，水質環境比高雄港的水質好；花蓮港亦水質良好，但氨氮偏高須留意；基隆港水質在正濱漁港附近總磷值偏高，在接近市區附近水質溶氧很低，甚至未達丙類海水環境之標準
- (二)海水顏色偏向帶有藍色的青海綠色的水質最為人們所喜愛，偏向帶有綠色的青海綠色次之，偏向灰色者最不受喜好。
- (三)本研究建立視覺嗅覺水質滿意度評估模式，結果發現視覺方面，當水體透明度在 3.81 以下、濁度在 2.11NTU 以上及 COD 在 19.4mg/L 以上時，遊客對於水體的水色偏好、海水清澈度及視覺滿意程度皆開始下降；在嗅覺方面，當水體溶氧小於 6.04mg/L、鹽度在 29.6% 以下及總磷在 0.19mg/L 以上時，遊客對於水體之嗅覺感受程度開始下降。
- (四)本研究利用生物棲地評估模式，對具有經濟性的浮游生物可以生存的水質做探討，結果發現浮游動物多毛類的數量受到水溫、懸浮固體量及亞硝酸鹽之水質因子影響；經濟性浮游植物受水溫、懸浮固體量、BOD 及氨氮之影響，分別利用各水質因子的適合度指標曲線圖，可評估水質並做為改善之目標。

二、植栽、結構物景觀方面

- (一)觀賞距離與植栽、結構物景觀

1. 前景、中景、背景之判斷，是以動線為中心。靠近動線為前景，其次為中景，最外為遠景，並以可及性為參考依據。
2. 前景中，可以使用植栽、軟鋪面作為景觀元素，並搭配礁岩點綴。
3. 中景中，可以使用植栽、景觀設施、其他設施作為景觀元素，並搭配礁岩點綴，同時需要保留天空的範圍，即使用的元素不可過高或有穿透性。
4. 背景中，可以使用植栽、景觀設施、建物、海作為景觀元素，同時需要保留天空的範圍。
5. 植栽位於前景時，以草皮為元素，植栽位於中景時；以草皮為主要元素；植栽位於背景時，以喬木及棕櫚為元素。
6. 前景中，盡量減少沙灘、礫石等元素出現的比例。
7. 中景中，盡量減少礫石、硬鋪面等元素出現的比例。
8. 背景中，盡量減少其他設施、船舶、硬鋪面元素出現的比例。

(二) 認知感受與植栽、結構物景觀

1. 可在動線（前景）與建物（背景）之間加入植栽元素，作為中景的轉換，可達成協調性、自然親水性、美質、喜好的認知感受原則。
2. 建築物（背景）的植栽，加入喬木植栽，如棕櫚樹，可達成協調性、自然親水性、美質、喜好的認知感受原則。
3. 利用軟鋪面（木平台）銜接動線、草坪、建築物的過渡空間，並藉以將大範圍的硬鋪面破碎化，降低硬鋪面給人比例過多的感受，達到協調性、喜好的認知感受原則，並減少對自然親水性、喜好的認知感受原則有負向影響的元素比例。
4. 將海岸自然元素，如礁岩錯落在木平台與草皮之間，達到協調

性、自然親水性在前景與中景的正向影響關係，同時也可增加美質感受評價。

5. 動線與船舶停靠區的區隔可以介入景觀元素，如欄杆拉繩索等，以達到中景區協調性的原則。
6. 主要動線周邊的建物加入景觀元素，此設計手法在於利用景觀設施創造出過渡空間，可以提昇前中景景觀的協調性、自然親水性、美質、喜好的認知感受。

三、生態方面

(一)陸域生態

1. 港區植生之營造，乃為運用人工方式種植海岸適生植栽，以期達到生態復育，並創造適意景觀環境。本研究訂定港灣人工植栽之七項基本操作原則。
2. 經蒐集資料分析後，本研究選擇植生自然度、綠覆率、歧異度、植物分層結構、植群內緣比等生態因子做為港灣陸域生態環境評估指標，並以花蓮港做案例說明。

(二)水域

1. 本研究建議水域生態要以食物鍊的最基本位階浮游生物，作為生態評估的目標。依本研究的現地調查，浮游動物歧異度花蓮港介於 0.068~0.96、基隆港介於 0.49~1.24、高雄港介於 0.33~1.42；浮游植物歧異度花蓮港介於 0.106~1.67、基隆港介於 0.94~1.56、高雄港介於 0.76~1.69。而 98 年高雄港浮游生物歧異度較 97 年的為高。

2. 以生物多樣性的觀點，利用伴隨出現物種豐富性決定指標生物。在浮游動物方面，本研究選擇猛水蚤和魚卵當作指標生物，猛水蚤數量受到溶氧、硝酸鹽及氨氮之水質因子的影響最大，魚卵數量受到溶氧、亞硝酸鹽及總磷之水質因子影響最大；在浮游植物方面，選定活動盒形藻當作指標生物，盒形藻的數量受到溶氧、生化需氧量及氨氮之水質因子影響最大。分別利用各水質因子的適合度指標曲線圖，可評估生態並做為改善其棲地之依據。此外，港內水域底棲生物的生物種數受到 PH 值、油脂、酚類、汞及鋁之底質因子影響最大。

(三)港灣結構物

1. 本研究進行高雄、基隆、花蓮三個港口的水中結構物生態特性調查，並加以分析探討結構物兼具的生態性優劣，提出改善方法。
2. 綜合相關參考資料和國內港灣結構物生態調查結果，擬定國內適用之設計準則，包括防波堤、碼頭、護岸、消波塊等港灣結構物。

四、後續研究課題

1. 港灣景觀美質與各警官元素的迴歸關係，希望能擴充國內外的成功案例做為分析背景資料，以增加其通用性。
2. 本計畫所提出的景觀設計原則，應有實地應用案例，並加以評估分析，驗正其有效性。
3. 除花蓮港區外，應調查其他港區的陸域植栽，並加以分析評估其生態性和景觀性。
4. 持續進行水質調查，增加水質資料包括物化性和生物性資料，改進水質評估模式的準確性。
5. 充分引用其他相關計畫的研究成果，充實操作參考手冊之內容。

參考文獻

1. Gregory, K. J., Davis R. J. (1993) The Perception of Riverscape Aesthetics: an Example from Two Hampshire Rivers, *Journal of Environmental Management*.39:171-185.
2. Gobster, P.H. (1994). The urban savanna: Reuniting ecological preference and function. *Restoration and Management Notes*
3. Hull, R. B. and A. Harvey. 1989. Explaining the emotion people experience in suburban park. *Environment and Behavior*.
4. Herbert, E.D. & Brian, O. (1994). Viewer preference for spatial arrangement of park trees: An application of video-imaging technology, *Environmental Management*.
5. Kaplan, R. 1975. Some methods and strategies in the prediction of preference. In: Zube, E.H., Brush, R.O. and Fabos, J.G. (eds), *Landscape Assessment*. Stroudsburg, Penn., Dowden, Hutchinson and Ross.
6. Moran, Joseph M. (1980) *Introduction to Environmental Science*. San Francisco W.H. Freeman.
7. Ruddell, E.J.et.al. (1989), “The Psychological Utility of Visual Penetration in Near-View Forest Scenic-Beauty Models”, *Environment and Behavior*.
8. Ulrich, R. S.1983 *Human Behavior and Environment*. 6 Vols. New York: Plenum.
9. Ulrich R. and Parsons, R. (1992). Influences of Passive Experiences with Plants on Individual Well-bring and Health, In Ralf, D. ed., *The Role of Horticulture in Human Well-being and Social Development*.
10. William J. Mitch Sven Erik Jorgensen (2004) *Ecological Engineer and Ecosystem Restoration*.
11. Williams, K.J.L. & Cary, J. (2002). Landscape preferences, ecological quality, and biodiversity protection. *Environment and Behavior*.
12. Zube, E.H., J.L. Sell, and J.G. Taylor. 1982. Landscape perception, research, application and theory. *Landscape Planning*. 9:1-35.

13. 明田定滿、吉屋溫美、長野章、中內勳，1996，漁港の水面多目的利用とその課題について，海洋開發論文集，12:309-314。
14. 日本海洋開發建設協會，1995，これからの海洋環境づくり，山海堂。
15. 郭一羽、李麗雪，海岸生態景觀環境營造，2005，明文書局。
16. 行政院農業委員會漁業署，2006，漁港水質淨化技術及策略之研究專業服務委託工作。
17. 鄭重，1964，浮游生物學概論，科學出版社，北京。
18. 華澤愛，1994，赤潮災害，海洋出版社。
19. 王正方、張慶、呂海燕，2001，溫度、鹽度、光照強度和 pH 對海洋原甲藻增長的效應，海洋與湖沼。
20. 中國近海赤潮生物圖譜，2002，中國國家海洋局。
21. 李永函、趙文、張樹林，2002，水產餌料生物學，大連出版社年。
22. 黃建榮、查廣才、周昌清、徐潤林，2005，凡納對蝦淡化養殖池浮游纖毛蟲研究，水生生物學報，Vol.29 No.3。
23. 朱藝峰、林霞、徐同成、Zhu Yi-Feng、Lin Xia、Xu Tong-Cheng，2006，輪蟲生態毒理試驗的指標分析，水產科學，Vol.25 No.3。
24. 郭一羽等，2004，生態工法暨生物多樣性國家型科技計畫規劃，專題研究計畫報告，國科會。
25. 李麗雪，2005，漁港景觀美質評估及設計手法研究，第 27 屆海洋工程學術研討會論文集，p671~677。
26. 李麗雪，2005，水岸設施景觀美質評估，經濟部水利署河川海岸排水環境營造成果發表會文集。
27. 李麗雪，2005，漁港景觀美質評估研究，第十二屆中國海岸工程學術研討會論文集，p719~723。
28. 王鴻楷、洪啟文，1981，人造物對環境品質影響初探，台灣大學建築與城鄉研究學報。
29. 劉吉川，1984，人為措施對環境美質衝擊之研究—以太魯閣峽谷為例，國立台灣大學森林學研究所碩士論文。

30. 謝嘉峰、吳健銘、翁明祥、賴明芬、沈美慧，1997，海水中農藥檢測方法之研究與建立，行政院環境保護署環境檢驗所。
31. 胡征宇、畢永紅，2005，水色及其藻類之關係，生態科學期刊 01 期。
32. 任洪濤、張光勤，2007，淺談浮游植物與水質的關係，中國水產。
33. 薛惠鋒、苗治平，1994，水域景觀美學價值評價理論研究，人文地理期刊 02 期。
34. 劉如熙，2006，野溪景觀評估模式之建立，逢甲大學水利工程研究所碩士論文。
35. 蘇瑋佳，2000，以立面綠化設計改善都市商業街道視覺品質之模式研究，國立中興大學園藝學系碩士論文。
36. 歐聖榮、王傑民、傅克昌，1996，小葉南洋杉群植數量之偏好研究，造園學報。
37. 林麗樺，2002，海岸植群景觀結構之生態效益評估，東海大學景觀學系碩士論文。
38. 陳盈禎，2007，曾文水庫集水區之地形幾何特性與山崩分佈關係之研究，成功大學資源工程學系碩士論文。
39. 黃怡靜，2007，臺灣本島地質分區之地形碎形特性研究，成功大學資源工程學系碩士論文。
40. 陳義裕，2003，碎形-奇怪的形狀，無窮的應用，科學發展，第 370 期，第 48~53 頁。
41. 李介中、蔡博文，2005，應用碎形理論於臺灣建地空間型態與地形關係之研究，臺灣地理資訊學刊，第三期，第 43~55 頁。

附錄一

水質調查結果

附錄 1.1 高雄港第一季水質調查結果(2009/3/13)

日期	2009/3/13	2009/3/13	2009/3/13	2009/3/13	2009/3/13
測點	旗津 渡輪站	鼓山 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
水溫	25.29	25.13	25.93	25.28	25.55
鹽度	32.4	31.9	31.2	31.2	30.3
溶氧	4.82	4.2	4.38	3.1	4.23
酸鹼度	8.02	8.03	7.95	7.94	7.96
導電度	49.6	48.8	41	47.9	46.7
透明度	1.74	1.4	1.7	1.92	1.85
濁度	4.53	7.37	7.5	2.27	3.86
BOD	1.53	1.13	3.37	0.56	1.76
COD	94	74	115	65	77
氨氮	1.45	1.55	1.95	1.55	1.5
總磷	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02
硝酸鹽	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5
懸浮固體量	22.50	34.17	20.17	24.67	18.83
油質	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
大腸桿菌	<10	2.5×10 ²	<10	<10	30
酚類	ND	ND	ND	ND	ND
氰化物	ND	ND	ND	ND	ND
銅	0.002	0.0012	0.0018	0.0008	0.0044
鉛	ND	ND	ND	ND	ND
鋅	0.0205	0.0385	0.0167	0.0178	0.0806
汞	ND	ND	ND	ND	ND

低於方法檢測及線之測定以”N.D.”表示

氰化物:ND<0.003(MDL=0.003)

大腸桿菌群:ND<10(MDL=10)

油脂:ND<1.0(MDL=1.0)

酚類:ND<0.0008(MDL=0.0008)

銅:ND<0.0004(MDL=0.0004)

鉛: ND<0.0004(MDL=0.0004)

鋅:ND<0.002(MDL=0.002)

汞:ND<0.0005(MDL=0.0005)

附錄 1.2 高雄港第二季水質調查結果(2009/6/6)

日期	2009/6/6	2009/6/6	2009/6/6	2009/6/6	2009/6/6
測點	旗津 渡輪站	鼓山 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
水溫	29.57	29.86	30.27	30	30.02
鹽度	31.7	29.7	30.2	31	24.3
溶氧	5.57	4.33	5.38	6.04	3.22
酸鹼度	8.11	8.02	7.99	8.06	7.5
導電度	38.5	40.4	39	40.1	32.8
透明度	1.71	1.83	1.23	1.99	1.68
濁度	4.58	4.04	5.34	2.29	5.27
BOD	1.66	0.7	2.21	2.61	1.82
COD	114	103	78	78	96
氨氮	0.88	1.08	1	0.36	0.76
總磷	0.22	0.46	0.42	0.36	0.54
硝酸鹽	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
懸浮固體量	14.67	11.5	17.5	17.17	15.67

附錄 1.3 花蓮港水質調查結果(2009/5/26)

日期	2009/5/26	2009/5/26	2009/5/26
測點	觀光碼頭外側	觀光碼頭內側	賞鯨碼頭
水溫	28.56	27.58	27.39
鹽度	28.5	28.7	29.2
溶氧	4.96	5.9	5.93
酸鹼度	8.28	8.18	8.12
導電度	35.21	35.44	35.55
透明度	2.17	2.92	2.28
濁度	2.95	2.54	2.38
BOD	1.36	2.2	2.05
COD	73	94	81
氨氮	2.88	2.8	2.36
總磷	0.17	0.15	0.14
硝酸鹽	0.2	0.2	0.2
懸浮固體量	7.1	6.5	6.5

附錄 1.4 花蓮港水質調查結果(2009/9/20)

日期	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20
測點	觀光碼頭 外側	觀光碼頭 內側	賞鯨碼頭	游輪碼頭	港務局前
水溫	29.3	29.8	29.4	28.9	29.2
鹽度	28.4	30.1	31.2	29.6	30.9
溶氧	5.95	6.01	5.74	6.76	7.2
酸鹼度	8	8.01	8.01	7.94	8.19
導電度	44	46.4	47.9	45.8	47.4
透明度	3.81	3.81	3.7	3.88	3.88
濁度	1.94	2.11	2.67	1.89	1.6
BOD	0.81	0.47	0.7	0.49	1
COD	19.4	26.9	22.9	10.8	18.5
氨氮	3.3	3.12	3.42	3.28	3.24
總磷	0.31	0.26	0.15	0.19	0.16
硝酸鹽	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
懸浮固體量	11.33	11	16	13	19.5

附錄 1.5 基隆港水質調查結果(2009/8/22)

日期	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20	2009/9/20
測點	西候碼頭	火車站前廣 場	基隆港務局 前	正濱漁港內 側	正濱漁港外 側
水溫	30.5	29.8	30.9	29.3	28.9
鹽度	11.7	17.1	6.8	31.3	33.6
溶氧	1.25	0.72	0.84	5.83	6.51
酸鹼度	7.25	7.26	7.09	8.09	8
導電度	19.68	27.6	11.96	48.1	50.9
透明度	2.27	1.26	0.68	3.75	3.04
濁度	8.97	8.61	8.95	1.28	1.84
BOD	0.28	0.1	0.49	1.92	1.72
COD	62.4	127	62.4	130	116
氨氮	2.92	2.12	2.88	1.4	1.52
總磷	1.84	1.45	1.57	0.21	0.18
硝酸鹽	0.2	0.1	0.1	0	0
懸浮固體量	14	16.67	9.33	12.83	9.5

附錄二

浮游生物調查結果

附錄 2.1 高雄港第一季浮游動物調查結果(2009/3/13)

採樣測站	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡輪站	鼓山渡輪站	鹽埕碼頭
流量計讀數 :起始	364300	364042	364971	364870	364596
流量計讀數 :結束	364587	364388	364997	364960	364780
每網過濾水量 (m ³)	0.31	0.37	0.03	0.10	0.20
分割比例 (n ⁻¹)	1	1	1	1	1
每網總個體量 (ind./haul)	215	155	147	210	259
單位個體量 (ind./1000m ³)					
Noctiluca 夜光蟲	0	0	0	0	0
Foraminifera 有孔蟲	0	0	0	0	0
Ciliophora 纖毛蟲	0	0	0	0	0
Radiolaria 放射蟲	0	0	0	0	0
Rotifera 輪蟲類	0	0	0	0	0
Medusa 水母類					
Hydroida 水螅水母	0	0	0	0	0
Siphonophora 管水母	0	0	0	0	0
Scyphomedusae 鉢水母	0	0	0	0	0
Ctenophora 櫛水母	0	0	0	0	0
Chaetognatha 毛顎類	0	0	0	0	0
Polychaeta 多毛類	0	0	0	0	0
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0
Copepoda 橈腳類					
Calanoida 哲水蚤	47	16	24	90	33
Cyclopoida 劍水蚤	116	38	82	54	102
Harpacticoida 猛水蚤	0	0	0	1	1
copepodite 橈腳幼生	0	0	0	1	1
nauplius 無節幼體	2	0	1	0	0
egg 橈腳類卵	0	0	0	0	0
Amphipoda 端腳類	0	0	7	0	0
Ostracoda 介形類	0	0	0	0	0
Luciferidae 螢光蝦類	0	0	0	0	0
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0
Balanus larvae 藤壺幼生	0	0	0	0	0
Crustacean eggs 甲殼類卵	0	0	0	0	0
Echinoderm larvae 棘皮幼生	0	0	0	0	0
Decapoda larvae 蟹類幼生	2	0	0	0	0
Stomatopoda larvae 口足類幼生	0	0	0	0	0
Mollusca 軟體動物					

附錄 2.1 高雄港第一季浮游動物調查結果(2009/3/13) (續)

採樣測站	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡輪站	鼓山渡輪站	鹽埕碼頭
Janthinidae 中腹足類	0	1	1	0	1
Pteropoda 翼足類	0	0	0	0	0
Heteropoda 異足類	0	0	0	0	0
Bivalve larvae 貝類幼生	5	7	19	16	13
Shrimp larvae 蝦類幼生	0	0	0	0	0
Appendicularia 尾虫類	3	1	0	0	0
Thaliacea 海桶	0	0	0	0	0
Tadpole larvae 海鞘幼生	0	0	0	0	0
Others 其他	0	0	0	0	0
Fish eggs	40	92	13	48	108
Fish larvae	0	0	0	0	0
種類數	7	6	7	6	7

附錄 2.2 高雄港第二季浮游動物調查結果(2009/06/06)

採樣測站	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡輪站	鼓山渡輪站	鹽埕碼頭
流量計讀數 :起始	558550	558470	1	1	1
流量計讀數 :結束	558900	558548	1	1	1
每網過濾水量 (m ³)	0.37	0.08	0.00	0.00	0.00
分割 比例 (n ⁻¹)	1	1	1	1	1
每網總個體量 (ind./haul)	247	78	9	10	3
單位個體量 (ind./1000m ³)					
Noctiluca 夜光蟲	0	0	0	1	0
Foraminifera 有孔蟲	0	0	0	0	0
Ciliophora 纖毛蟲	0	0	0	0	0
Radiolaria 放射蟲	0	0	0	0	0
Rotifera 輪蟲類	0	0	0	0	0
Medusa 水母類					
Hydrozoa 水螅水母	0	0	0	0	0
Siphonophora 管水母	0	0	0	0	0
Scyphomedusae 鉢水母	1	0	0	0	0
Ctenophora 櫛水母	0	0	0	0	0
Chaetognatha 毛顎類	0	0	0	0	0
Polychaeta 多毛類	0	0	1	0	0

附錄 2.2 高雄港第二季浮游動物調查結果(2009/06/06) (續)

採樣測站	真愛碼頭	新光碼頭	旗津渡輪站	鼓山渡輪站	鹽埕碼頭
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0
Copepoda 橈腳類					
Calanoida 哲水蚤	204	71	0	4	2
Cyclopoida 劍水蚤	12	6	1	1	0
Harpacticoida 猛水蚤	0	0	2	0	0
copepodite 橈腳幼生	0	0	0	0	0
nauplius 無節幼體	0	0	0	1	0
egg 橈腳類卵	0	0	0	0	0
Amphipoda 端腳類	21	0	0	0	0
Ostracoda 介形類	0	0	0	0	0
Luciferidae 螢光蝦類	1	0	0	0	0
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0
Balanus larvae 藤壺幼生	7	0	4	3	0
Crustacean eggs 甲殼類卵	0	0	1	0	1
Echinoderm larvae 棘皮幼生	0	0	0	0	0
Decapoda larvae 蟹類幼生	0	0	0	0	0
Stomatopoda larvae 口足類幼生	0	0	0	0	0
Mollusca 軟體動物					
Janthinidae 中腹足類	0	0	0	0	0
Pteropoda 翼足類	0	0	0	0	0
Heteropoda 異足類	0	0	0	0	0
Bivalve larvae 貝類幼生	0	0	0	0	0
Shrimp larvae 蝦類幼生	0	0	0	0	0
Appendicularia 尾蟲類	1	0	0	0	0
Thaliacea 海桶	0	0	0	0	0
Tadpole larvae 海鞘幼生	0	0	0	0	0
Others 其他	0	0	0	0	0
Fish eggs	0	1	0	0	0
Fish larvae	0	0	0	0	0
種類數	7	2	5	5	2

附錄 2.3 花蓮港第一次浮游動物調查結果 (2009/09/20)

採樣測站	賞鯨碼頭	觀光外側	觀光內側	遊輪碼頭	港務局前	
流量計讀數：	起始	688730	688501	689643	689850	690760
	結束	688740	688740	689852	690747	691394
每網過濾水量 (m ³)	0.01	0.26	0.22	0.96	0.68	
分割比例 (n ⁻¹)	1	1	1	1	1	
每網總個體量 (ind./haul)	39	1301	783	761	323	
單位個體量 (ind./1000m ³)						
Noctiluca 夜光蟲	0	0	0	0	0	
Foraminifera 有孔蟲	0	0	0	0	0	
Ciliophora 纖毛蟲	0	0	0	0	0	
Radiolaria 放射蟲	0	0	0	0	0	
Rotifera 輪蟲類	0	0	0	0	0	
Medusa 水母類						
Hydroida 水螅水母	0	0	0	0	0	
Siphonophora 管水母	1	0	0	0	0	
Scyphomedusae 鉢水母	0	0	0	0	0	
Ctenophora 櫛水母	0	0	0	0	0	
Chaetognatha 毛顎類	0	0	0	0	0	
Polychaeta 多毛類	0	0	2	5	2	
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	
Copepoda 橈腳類						
Calanoida 哲水蚤	28	1288	760	724	302	
Cyclopoida 劍水蚤	6	6	10	12	4	
Harpacticoida 猛水蚤	1	0	1	1	0	
copepodite 橈腳幼生	0	0	0	0	0	
nauplius 無節幼體	0	0	0	0	0	
egg 橈腳類卵	2	0	4	0	2	
Amphipoda 端腳類	0	4	0	7	0	
Ostracoda 介形類	0	0	5	6	5	
Luciferidae 螢光蝦類	0	0	0	0	0	
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0	
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0	
Balanus larvae 藤壺幼生	0	2	0	0	0	
Crustacean eggs 甲殼類卵	0	0	0	0	3	
Echinoderm larvae 棘皮幼生	0	0	0	2	0	
Decapoda larvae 蟹類幼生	0	0	0	1	1	
Stomatopoda larvae 口足類幼生	0	0	0	0	0	
Mollusca 軟體動物						

附錄 2.3 花蓮港第一次浮游動物調查結果(2009/09/20) (續)

採樣測站	賞鯨碼頭	觀光外側	觀光內側	遊輪碼頭	港務局前
Janthinidae 中腹足類	0	0	0	0	0
Pteropoda 翼足類	0	0	0	0	0
Heteropoda 異足類	0	0	0	0	0
Bivalve larvae 貝類幼生	0	1	0	2	1
Shrimp larvae 蝦類幼生	0	0	0	0	0
Appendicularia 尾虫類	1	0	0	0	0
Thaliacea 海桶	0	0	0	0	0
Tadpole larvae 海鞘幼生	0	0	0	0	0
Others 其他	0	0	0	0	0
Fish eggs	0	0	1	1	3
Fish larvae	0	0	0	0	0

附錄 2.4 基隆港第一次浮游動物調查結果(2009/08/22)

採樣測站 :	西候碼頭	火車站前廣場	港務局前	正濱漁港內側	正濱漁港外側
流量計讀數 : 起始	687740	688123	688331	688446	688573
結束	688106	688202	688440	688556	688729
每網過濾水量 (m ³)	0.39	0.08	0.12	0.12	0.17
分割比例 (n ⁻¹)	1	1	1	1	1
每網總個體量 (ind./haul)	218	385	159	125	80
單位個體量 (ind./1000m ³)					
Noctiluca 夜光蟲	0	0	0	0	0
Foraminifera 有孔蟲	0	0	0	0	0
Ciliophora 纖毛蟲	0	0	0	0	0
Radiolaria 放射蟲	0	0	0	0	0
Rotifera 輪蟲類	0	0	0	0	0
Medusa 水母類					
Hydroida 水螅水母	0	0	0	0	0
Siphonophora 管水母	2	2	0	0	1
Scyphomedusae 鉢水母	0	1	0	0	0
Ctenophora 櫛水母	0	0	0	0	0
Chaetognatha 毛顎類	0	1	0	1	0
Polychaeta 多毛類	1	0	0	1	0

附錄 2.4 基隆港第一次浮游動物調查結果(2009/08/22) (續)

採樣測站 :	西候碼頭	火車站前廣場	港務局前	正濱漁港內側	正濱漁港外側
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0
Copepoda 橈腳類					
Calanoida 哲水蚤	133	296	143	77	41
Cyclopoida 劍水蚤	25	49	7	28	23
Harpacticoida 猛水蚤	0	5	1	1	3
copepodite 橈腳幼生	1	2	1	2	1
nauplius 無節幼體	0	0	0	1	0
egg 橈腳類卵	0	0	0	0	0
Amphipoda 端腳類	0	0	2	0	0
Ostracoda 介形類	0	5	0	0	0
Luciferidae 螢光蝦類	0	0	0	0	0
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0
Mysidacea 糠蝦類	0	0	2	0	0
Balanus larvae 藤壺幼生	51	17	2	2	10
Crustacean eggs 甲殼類卵	0	0	0	12	1
Echinoderm larvae 棘皮幼生	0	0	0	0	0
Decapoda larvae 蟹類幼生	0	0	0	0	0
Stomatopoda larvae 口足類幼生	0	0	0	0	0
Mollusca 軟體動物					
Janthinidae 中腹足類	0	0	0	0	0
Pteropoda 翼足類	0	0	0	0	0
Heteropoda 異足類	0	0	0	0	0
Bivalve larvae 貝類幼生	0	1	0	0	0
Shrimp larvae 蝦類幼生	0	0	0	0	0
Appendicularia 尾蟲類	5	5	1	0	0
Thaliacea 海桶	0	0	0	0	0
Tadpole larvae 海鞘幼生	0	0	0	0	0
Others 其他	0	0	0	0	0
Fish eggs	0	1	0	0	0
Fish larvae	0	0	0	0	0

附錄 2.5 高雄港第一季浮游植物調查結果(2009/03/13)

測 站	鼓山 渡輪站	旗津 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
短柄曲殼藻	0	0	0	0	264
狹窄雙眉藻	0	0	0	0	528
華美輻瀾藻	0	0	0	0	264
日本星桿藻	673200	145992	432432	257136	864600
顆粒直鏈藻	0	0	0	0	1056
奇異棍形藻	0	0	0	0	792
顆粒盒形藻	2112	0	528	0	0
活動盒形藻	528	264	528	0	0
緊密角管藻	0	0	0	0	528
窄隙角刺藻	0	0	1320	0	1848
扁面角刺藻	0	0	5544	0	2112
旋鏈角刺藻	15312	26928	13992	370392	17688
並基角刺藻	1320	0	3696	0	0
雙突角刺藻	1584	2376	0	0	0
洛氏角刺藻	1056	0	528	9240	792
短刺角刺藻	0	0	0	0	4224
扁圓卵形藻	0	0	0	0	264
星臍圓篩藻	0	0	0	1056	264
離心列圓篩藻	0	0	264	0	0
線形圓篩藻	74184	33528	27192	227568	150480
條紋小環藻	0	528	264	0	1056
蜂腰雙壁藻	0	0	0	0	528
丹麥細柱藻	5544	3432	0	0	2112
短紋楔形藻	264	0	264	1320	1056
突刺胸隔藻	0	0	0	0	528
直舟形藻	0	0	0	0	792
膜狀舟形藻	264	0	0	0	0
尖錐菱形藻	264	0	0	0	0
柔弱菱形藻	0	0	0	0	1848
分散菱形藻	1320	264	0	0	11616
長菱形藻	0	0	0	528	0
盾頭菱形藻刀形變種	0	0	0	0	1584
太平洋菱形藻	6600	528	0	0	0
彎菱形藻	264	264	0	792	264
透明菱形藻	0	0	0	0	528
近緣斜紋藻	2112	528	264	1584	1056

附錄 2.5 高雄港第一季浮游植物調查結果(2009/03/13) (續)

測 站	鼓山 渡輪站	旗津 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
長斜紋藻	0	0	0	0	528
鈍棘根管藻半刺變種	3696	5544	8448	2640	4488
剛毛根管藻	7656	2640	20592	1320	264
斯托根管藻	2376	0	0	0	0
筆尖形根管藻	792	0	2640	0	1848
骨條藻	127512	38808	1861728	217800	29568
中間長羽藻	0	0	0	0	1848
掌狀冠蓋藻	1056	0	0	0	0
扭鞘藻	264	0	0	0	0
條紋藻	0	0	0	0	264
流水雙菱藻	264	264	0	0	0
肘狀針桿藻	264	0	0	0	0
菱形海線藻	6864	0	0	0	1320
透明海鏈藻	792	0	0	0	0
圓篩海鏈藻	1056	1584	0	792	1056
伏恩海毛藻	16104	2640	264	3168	6600
粗紋藻	0	0	264	0	0
長叉狀角藻	264	1056	0	0	2376
原甲藻	0	0	0	0	264
海洋原甲藻	528	1056	264	528	1848
多甲藻	264	0	0	0	0
小等刺矽鞭藻	264	0	0	264	0
六異刺矽鞭藻	264	528	0	264	0
束毛藻	0	0	47784	0	25344
種類數	34	20	21	17	41
Total(cells/l)	956208	268752	2428800	1096392	1146288

附錄 2.6 高雄港第二季浮游植物調查結果(2009/06/06)

測 站	鼓山 渡輪站	旗津 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
短柄曲殼藻	0	0	0	0	198
咖啡形雙眉藻	0	0	132	0	0
平滑雙眉藻	0	132	132	0	0
卵形雙眉藻	0	132	0	0	132
日本星桿藻	4884	4620	1584	264	4158

附錄 2.6 高雄港第二季浮游植物調查結果 (2009/06/06) (續)

測 站	鼓山 渡輪站	旗津 渡輪站	鹽埕 碼頭	真愛 碼頭	新光 碼頭
奇異棍形藻	0	132	0	0	0
緊密角管藻	1056	6072	3300	792	0
窄隙角刺藻	2376	0	924	1056	330
旋鏈角刺藻	42900	91608	372240	147180	179058
雙突角刺藻	0	1320	0	0	0
洛氏角刺藻	0	0	0	0	264
線形圓篩藻	0	0	132	0	132
條紋小環藻	0	0	4092	1320	198
蜂腰雙壁藻	0	0	0	264	132
施氏雙壁藻	132	0	0	0	0
長角彎角藻	792	1188	0	0	0
菱板藻	132	0	0	396	0
北方勞德藻	0	660	1188	0	330
丹麥細柱藻	23100	12276	2112	5544	2046
短紋楔形藻	132	0	0	0	66
直舟形藻	0	132	0	264	0
膜狀舟形藻	0	0	0	0	66
柔弱菱形藻	1716	4488	0	2244	0
琴式菱形藻	264	132	132	0	66
透明菱形藻	0	132	0	0	0
直邊斜紋藻	0	0	0	132	0
鈍棘根管藻半刺變種	132	0	0	132	0
剛毛根管藻	0	0	0	132	0
斯托根管藻	8184	792	528	1716	0
筆尖形根管藻	0	396	1320	264	132
骨條藻	56364	164736	468600	546480	422928
扭鞘藻	0	0	132	0	0
透明海鏈藻	0	0	132	0	0
圓篩海鏈藻	14256	13464	77352	191796	12672
伏恩海毛藻	0	0	0	132	0
長叉狀角藻	132	0	0	0	0
海洋原甲藻	0	0	1848	0	0
種類數	16	18	18	18	17
Total(cells/l)	156552	302412	935880	900108	622908

附錄 2.7 花蓮港第一次浮游植物調查結果 (2009/09/20)

測 站	賞鯨碼頭	觀光外側	觀光內側	遊輪碼頭	港務局前
短柄曲殼藻	792	0	0	0	0
線形曲殼藻	0	0	528	264	0
日本星桿藻	10560	0	0	0	0
顆粒直鏈藻	4752	0	0	0	0
奇異棍形藻	7128	0	0	0	0
變異輻桿藻	2376	0	792	1056	1320
活動盒形藻	528	0	0	0	0
辣氏馬鞍藻	264	0	0	0	0
中肋角刺藻	8976	0	0	0	0
旋鏈角刺藻	0	0	1056	5280	1584
洛氏角刺藻	19008	0	0	0	0
海洋角刺藻	6072	0	0	0	0
祕魯角刺藻	1056	0	0	0	0
盾卵形藻	0	0	0	528	0
星臍圓篩藻	528	0	0	0	0
離心列圓篩藻	792	0	0	0	0
線形圓篩藻	1056	0	0	0	0
輻射列圓篩藻	2904	0	0	0	0
小環藻	0	0	11352	10560	43824
邊緣橋彎藻	0	264	0	0	0
蜂腰雙壁藻	264	0	0	0	0
異極藻	0	1056	0	528	264
海洋斑條藻	7920	0	0	0	0
霍克半管藻	0	0	0	264	0
北方勞德藻	528	0	0	0	0
丹麥細柱藻	0	0	7392	17160	15312
短紋楔形藻	1056	0	0	0	0
直舟形藻	0	264	0	0	264
喙頭舟形藻	0	0	264	0	0
柔弱菱形藻	0	0	0	6072	5808
分散菱形藻	0	0	0	264	0
簇生菱形藻	264	0	0	0	0
太平洋菱形藻	0	1584	0	0	0
彎菱形藻	528	0	0	0	0
菱形藻	264	0	0	0	0

附錄 2.7 花蓮港第一次浮游植物調查結果(2009/09/20) (續)

測 站	賞鯨碼頭	觀光外側	觀光內側	遊輪碼頭	港務局前
范氏斜斑藻	1056	0	0	0	0
長斜紋藻	264	0	0	0	0
異根管藻	792	0	0	0	0
斯托根管藻	0	0	0	3432	1320
骨條藻	0	0	2640	12144	4488
條紋藻	0	0	264	264	0
肘狀針桿藻	0	0	264	0	0
菱形海線藻	1320	264	792	528	6072
圓篩海鏈藻	4488	0	528	0	264
圓海鏈藻	792	0	0	0	0
細弱海鏈藻	12144	6600	5544	2376	15048
伏恩海毛藻	5016	0	0	0	0
長海毛藻	2112	0	0	0	0
多甲藻	264	0	0	0	0
小等刺矽鞭藻	264	0	0	0	0
鐵氏束毛藻	0	33264	36432	112728	0
束毛藻	8038800	609840	1454112	760320	62304

附錄 2.8 基隆港第一次浮游植物調查結果(2009/08/22)

測站	西候碼頭	火車站前 廣場	港務局前	正濱漁港 內側	正濱漁港 外側
短柄曲殼藻	0	0	0	264	0
線形曲殼藻	0	132	0	0	66
雙凸雙眉藻	0	0	0	264	0
咖啡形雙眉藻	0	0	0	264	0
日本星桿藻	0	0	0	30888	3564
奇異棍形藻	0	264	0	0	0
中肋角刺藻	13596	0	0	27720	528
旋鏈角刺藻	0	0	0	70752	7524
並基角刺藻	1584	0	0	0	0
線形圓篩藻	132	132	0	0	0

附錄 2.8 基隆港第一次浮游植物調查結果(2009/08/22) (續)

測站	西候碼頭	火車站前 廣場	港務局前	正濱漁港 內側	正濱漁港 外側
小環藻	528	0	0	1056	0
平滑橋彎藻	0	132	0	0	0
太陽雙尾藻	0	0	0	528	0
球異極藻	132	0	44	0	0
異極藻	132	0	0	0	0
海洋斑條藻	0	0	0	528	0
北方勞德藻	396	528	0	0	792
丹麥細柱藻	7656	3960	1232	62568	2178
短紋楔形藻	0	0	0	264	0
直舟形藻	132	132	44	264	198
豪納舟形藻	0	0	0	264	0
瞳孔舟形藻	396	0	0	0	0
尖錐菱形藻	924	660	176	0	0
柔弱菱形藻	0	0	0	3960	2112
分散菱形藻	0	132	0	0	0
長菱形藻	0	0	0	264	0
透明菱形藻	264	264	132	0	0
羽紋藻	264	0	0	0	0
斯托根管藻	0	0	0	3168	1518
骨條藻	26136	11484	0	391248	28578
菱形海線藻	132	0	0	792	0
離心海鏈藻	132	0	0	0	0
透明海鏈藻	0	0	0	1056	132
圓篩海鏈藻	3696	1848	44	5808	462
伏恩海毛藻	0	0	0	528	0
海洋原甲藻	0	0	0	264	0
束毛藻	0	0	0	1320	0

附錄三

高雄港 2008 年水質與浮游生物資料

及水質及浮游生物 SI 值

附錄 3.1 高雄港 2008 年水質與浮游生物資料

測點	水溫	PH	DO	BOD	SS	酚類	大腸桿菌	亞硝酸鹽	硝酸鹽	總磷	氨氮	浮動種類數	浮植種類數	浮游生物種類數
A	24.70	8.31	6.25	1.30	4.61	0.005	10	0.024	0.108	0.056	0.058	24	34	58
	27.60	8.28	6.94	1.40	8.10	0.002	10	0.028	0.139	0.036	0.211	21	31	52
	30.3	8.02	5.51	0.5	3.30	0.004	10	0.030	0.261	0.028	0.057	9	15	24
	28.8	8.11	5.60	1.4	3.3	0.001	10	0.034	0.031	0.068	0.102	17	8	25
B	25.30	8.19	6.98	1.10	7.53	0.001	10	0.044	0.093	0.123	0.237	17	21	38
	28.10	8.24	3.70	0.60	6.66	0.001	10	0.035	0.085	0.044	0.190	15	23	38
	29.5	7.75	5.54	1.5	5.9	0.001	200	0.03	0.015	0.103	0.797	13	11	24
	30.2	8.1	5.80	0.5	8.2	0.001	10	0.047	0.179	0.059	0.277	12	11	23
C	25.70	8.03	4.50	4.50	3.36	0.001	10	0.091	0.185	0.177	0.175	13	17	30
	28.40	8.04	3.50	0.80	10.41	0.005	10	0.061	0.097	0.058	0.250	6	16	22
	31.20	7.760	4.05	2.800	4.900	0.007	5500	0.037	0.064	0.02	0.317	13	6	19
	30.60	8.080	4.41	3.400	4.000	0.001	10.00	0.051	0.078	0.07	0.300	7	6	13
C1	26.2	7.99	4.43	3.1	5.3	0.001	200	0.074	0.154	0.168	0.091	12	14	26
	28.6	8.12	3.16	0.3	4.7	0.005	10	0.060	0.102	0.099	0.175	3	13	16
	31.0	7.98	4.01	6.0	4.6	0.004	2700	0.033	0.14	0.282	0.330	14	5	19
	31.0	7.81	3.30	4.7	9.9	0.004	100	0.062	0.115	0.156	0.267	6	8	14
C2	26.2	7.92	3.06	2.6	6.1	0.001	300	0.070	0.591	0.176	0.149	6	23	29
	29.2	7.81	5.55	4.1	10.6	0.005	800	0.103	0.132	0.155	0.605	7	28	35
	30.1	7.75	3.68	6.1	4.5	0.004	1000	0.052	0.102	0.236	0.629	4	3	7
	31.2	7.54	2.38	3.5	4.9	0.004	100	0.075	0.493	0.163	0.361	5	7	12
D	26.30	8.04	5.80	1.90	5.32	0.001	10	0.076	0.231	0.211	0.059	12	25	37
	28.60	8.04	4.00	2.10	9.13	0.004	10	0.096	0.236	0.054	0.444	6	23	29
	31.1	7.89	4.92	0.5	3.80	0.007	10	0.053	0.256	0.204	1.023	12	7	19
	30.8	7.92	4.08	0.5	5.5	0.005	10	0.067	0.299	0.104	0.902	13	9	22
D1	26.4	7.79	4.75	3.1	5.5	0.001	100	0.091	0.368	0.425	0.248	9	14	23
	28.5	8.02	4.45	2.0	10.2	0.003	10	0.171	0.447	0.080	0.788	8	14	22
	31.7	7.63	3.47	5.6	9.5	0.003	6200	0.041	0.263	0.2	0.041	15	7	22
	31.7	7.63	3.47	5.6	9.5	0.003	6200	0.041	0.263	0.2	0.041	10	11	21
D2	26.5	7.87	3.47	2.4	6.9	0.001	10	0.086	0.194	0.240	0.230	7	22	29
	28.6	7.40	5.57	2.7	15.9	0.003	2800	0.107	0.968	0.154	1.455	7	14	21
	31.1	7.34	2.57	5.1	6.2	0.001	4300	0.026	0.062	0.13	1.236	8	5	13
	30.2	7.76	3.32	1.1	4.6	0.004	400	0.097	0.318	0.16	0.292	4	4	8

附錄 3.1 高雄港 2008 年水質與浮游生物資料(續)

測點	水溫	PH	DO	BOD	SS	酚類	大腸桿菌	亞硝酸鹽	硝酸鹽	總磷	氨氮	浮動種類數	浮植種類數	浮游生物種類數
E	25.50	8.24	6.52	1.45	4.24	0.001	10	0.036	0.092	0.084	0.023	9	25	34
	28.10	8.21	3.08	0.40	9.22	0.001	10	0.041	0.096	0.050	0.122	10	25	35
	29.9	7.92	5.22	0.5	5.6	0.001	10	0.03	0.088	0.167	0.200	11	9	20
	30.1	8.13	5.22	0.5	6.4	0.001	10	0.048	0.094	0.073	0.289	10	9	19
F	25.70	8.20	6.32	1.65	5.15	0.001	10	0.020	0.066	0.100	0.069	10	28	38
	28.50	8.07	2.62	1.10	10.14	0.003	100	0.034	0.086	0.100	0.143	10	25	35
	30.0	7.74	4.86	0.7	5.3	0.009	4900	0.026	0.06	0.16	0.682	10	12	22
	29.9	7.93	4.88	0.5	4.8	0.001	500	0.048	0.065	0.067	0.474	9	10	19
F1	25.8	7.96	3.31	2.6	4.6	0.001	100	0.024	0.058	0.200	0.110	11	18	29
	27.9	8.03	2.56	2.7	11.6	0.001	10	0.032	0.078	0.104	0.384	10	16	26
	30.6	7.61	2.08	5.8	5.7	0.005	3800	0.023	0.071	0.16	1.259	9	10	19
	30.1	7.67	3.74	3.2	6.7	0.006	2200	0.032	0.066	0.173	0.832	11	8	19
F2	26.0	7.66	0.55	3.3	5.5	0.001	1100	0.023	0.036	0.242	0.359	11	20	31
	28.1	7.61	2.39	4.2	5.1	0.002	10	0.040	0.061	0.178	0.731	13	14	27
	31.0	7.43	2.07	4.0	9	0.005	8000	0.018	0.106	0.14	1.433	9	14	23
	29.6	7.64	3.22	1.4	8	0.004	3900	0.028	0.048	0.212	0.703	11	7	18
G	25.30	8.29	6.12	1.85	4.89	0.001	10	0.017	0.057	0.060	0.041	10	26	36
	28.10	8.09	2.14	0.20	7.36	0.003	10	0.028	0.069	0.080	0.220	10	23	33
	29.90	7.67	4.93	0.50	8.20	0.005	200	0.036	0.079	0.098	0.408	8	14	22
	29.10	8.04	5.43	1.30	4.50	0.004	10	0.024	0.046	0.046	0.388	10	6	16
H	25.00	8.33	6.53	1.65	5.74	0.001	10	0.012	0.087	0.056	0.019	16	27	43
	27.50	8.21	4.32	0.60	8.66	0.001	10	0.022	0.080	0.066	0.124	11	25	36
	30.4	7.64	5.01	1.5	4.8	0.001	10	0.03	0.043	0.076	0.252	10	8	18
	29	8.06	4.94	0.8	3	0.001	10	0.023	0.142	0.11	0.305	11	4	15
I	25.30	8.31	6.37	1.60	7.71	0.001	10	0.020	0.065	0.052	0.073	17	29	46
	27.30	8.23	3.70	0.70	12.55	0.001	10	0.033	0.063	0.069	0.279	11	21	32
	30	7.98	5.56	0.7	3.7	0.001	10	0.04	0.079	0.066	0.264	10	8	18
	28.8	8.1	5.22	1.7	2.7	0.001	10	0.055	0.085	0.082	0.296	15	8	23
J	24.90	8.35	6.73	0.70	7.46	0.001	10	0.009	0.036	0.081	0.054	19	23	42
	27.30	8.33	7.30	0.90	4.70	0.001	10	0.014	0.029	0.033	0.058	19	26	45
	30.2	7.91	5.9	0.4	3.1	0.001	10	0.029	0.074	0.046	0.12	8	8	16
	28.6	8.18	6.27	1	2.6	0.001	10	0.017	0.142	0.064	0.349	13	13	26

附錄 3.1 高雄港 2008 年水質與浮游生物資料(續)

測點	水溫	PH	DO	BOD	SS	酚類	大腸桿菌	亞硝酸鹽	硝酸鹽	總磷	氨氮	浮動種類數	浮植種類數	浮游生物種類數
K	24.50	8.36	7.04	0.30	5.00	0.001	10	0.007	0.035	0.046	0.052	26	41	67
	26.70	8.34	7.18	0.70	8.39	0.001	10	0.009	0.013	0.034	0.181	12	32	44
	30.6	8.13	6.16	0.6	3.8	0.001	10	0.014	0.095	0.129	0.083	9	12	21
	27.1	8.27	6.94	0.7	3.6	0.001	10	0.009	0.068	0.089	0.093	14	11	25
L	24.50	8.38	7.10	0.30	3.27	0.001	10	0.007	0.031	0.045	0.048	21	31	52
	27.00	8.35	1.33	1.50	2.48	0.001	10	0.007	0.012	0.034	0.468	17	30	47
	30.9	8.13	6.35	1.7	7	0.001	10	0.02	0.232	0.046	0.075	9	12	21
	28.6	8.25	6.82	0.6	5.5	0.001	10	0.011	0.054	0.052	0.073	15	11	26
M	24.7	8.37	7.15	0.2	4.6	0.005	10	0.005	0.036	0.056	0.005	24	27	51
	27.2	8.34	7.32	0.4	10.0	0.001	10	0.006	0.012	0.054	0.557	16	33	49
	30.3	8.15	6.22	0.5	5.9	0.001	10	0.018	0.008	0.063	0.111	14	11	25
	28.6	8.17	6.47	0.7	3.5	0.001	10	0.011	0.026	0.057	0.079	13	6	19
N	25.2	8.26	5.54	3.6	2.5	0.001	10	0.055	0.154	0.204	0.234	14	25	39
	27.6	7.96	3.56	2.0	7.4	0.004	300	0.081	0.181	0.157	1.484	6	25	31
	29.4	7.8	3.16	5.8	5	0.005	7200	0.298	0.68	0.127	1.03	11	9	20
	29.1	7.66	3.54	8.8	5.6	0.004	4100	0.231	1.064	0.2	0.105	10	5	15
N1	25.0	7.97	1.78	6.7	3.6	0.001	5700	0.308	0.608	0.352	1.465	7	28	35
	28.3	7.78	2.22	2.3	5.2	0.005	4400	0.151	0.347	0.482	1.673	5	19	24
	28.3	7.52	1.55	4.8	1.7	0.007	8000	0.477	0.958	0.195	0.807	5	9	14
	28.6	7.55	1.59	10.5	5.6	0.006	8600	0.117	0.169	0.272	1.465	7	3	10
N2	24.4	8.01	0.85	5.2	8.4	0.001	6600	0.008	0.184	0.426	1.461	10	15	25
	28.4	7.72	2.11	6.6	7.6	0.005	3800	0.026	0.057	0.456	1.669	5	8	13
	29	7.59	1.34	3.3	3.5	0.005	300	0.505	0.755	0.183	0.648	5	12	17
	28.6	7.51	3.09	11	9.5	0.007	7500	0.127	0.264	0.193	1.41	4	6	10

附錄 3.2 水質與浮游動種類數 SI 值計算結果

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氨氮}	浮動物種數無因次化
A	0.99	0.97	0.95	0.93	0.96	0.93	1.00	0.97	0.96	0.98	1.00	0.92
	0.82	0.95	0.99	0.92	0.79	0.98	1.00	0.96	0.94	0.81	0.93	0.81
	0.66	0.80	0.91	0.99	0.81	0.94	1.00	0.95	0.86	0.67	1.00	0.35
	0.75	0.86	0.91	0.92	0.81	1.00	1.00	0.95	0.94	0.96	0.98	0.65
B	0.95	0.90	1.00	0.94	0.83	1.00	1.00	0.93	0.97	0.87	0.92	0.65
	0.79	0.93	0.80	0.98	0.89	1.00	1.00	0.95	0.97	0.96	0.94	0.58
	0.71	0.65	0.91	0.91	0.94	1.00	0.99	0.95	0.70	0.91	0.67	0.50
	0.67	0.85	0.92	0.99	0.78	1.00	1.00	0.92	0.91	0.98	0.90	0.46
C	0.93	0.81	0.85	0.70	0.82	1.00	1.00	0.83	0.91	0.79	0.95	0.50
	0.77	0.81	0.79	0.96	0.64	0.86	1.00	0.89	0.96	0.98	0.91	0.23
	0.61	0.65	0.82	0.82	0.99	0.64	0.62	0.94	0.98	0.50	0.88	0.50
	0.64	0.84	0.84	0.78	0.89	1.00	1.00	0.91	0.97	0.97	0.89	0.27
C1	0.90	0.79	0.84	0.80	0.98	1.00	0.99	0.87	0.93	0.80	0.98	0.46
	0.76	0.86	0.76	1.00	0.97	0.92	1.00	0.90	0.96	0.91	0.95	0.12
	0.62	0.78	0.82	0.59	0.96	0.94	0.82	0.95	0.94	0.62	0.88	0.54
	0.62	0.68	0.77	0.68	0.67	0.94	0.99	0.89	0.95	0.82	0.91	0.23
C2	0.90	0.74	0.76	0.84	0.93	1.00	0.98	0.87	0.67	0.79	0.96	0.23
	0.72	0.68	0.91	0.73	0.62	0.86	0.95	0.81	0.94	0.82	0.76	0.27
	0.67	0.65	0.80	0.58	0.94	0.94	0.93	0.91	0.96	0.69	0.75	0.15
	0.61	0.49	0.72	0.77	0.99	0.94	0.99	0.87	0.73	0.81	0.87	0.19
D	0.89	0.81	0.92	0.89	0.98	1.00	1.00	0.86	0.88	0.73	1.00	0.46
	0.76	0.81	0.82	0.87	0.72	0.94	1.00	0.82	0.88	0.99	0.83	0.23
	0.61	0.73	0.87	0.99	0.87	0.64	1.00	0.91	0.87	0.74	0.58	0.46
	0.63	0.74	0.82	0.99	0.97	0.89	1.00	0.88	0.84	0.91	0.63	0.50
D1	0.89	0.67	0.86	0.80	0.97	1.00	0.99	0.83	0.80	0.39	0.91	0.35
	0.76	0.80	0.84	0.88	0.65	0.96	1.00	0.67	0.75	0.94	0.68	0.31
	0.58	0.58	0.78	0.62	0.70	0.96	0.58	0.93	0.86	0.75	0.98	0.58
	0.58	0.58	0.78	0.62	0.70	0.96	0.58	0.93	0.86	0.75	0.98	0.38
D2	0.88	0.72	0.78	0.85	0.87	1.00	1.00	0.84	0.91	0.69	0.92	0.27
	0.76	0.36	0.91	0.83	0.27	0.96	0.81	0.80	0.44	0.83	0.39	0.27
	0.61	0.31	0.73	0.66	0.92	1.00	0.71	0.96	0.98	0.86	0.48	0.31
	0.67	0.65	0.77	0.94	0.96	0.94	0.97	0.82	0.83	0.82	0.90	0.15
E	0.94	0.93	0.97	0.92	0.92	1.00	1.00	0.94	0.97	0.94	0.95	0.35
	0.79	0.91	0.76	0.99	0.72	1.00	1.00	0.93	0.96	0.99	0.97	0.38
	0.68	0.74	0.89	0.99	0.96	1.00	1.00	0.95	0.97	0.80	0.94	0.42
	0.67	0.87	0.89	0.99	0.91	1.00	1.00	0.92	0.96	0.96	0.90	0.38

附錄 3.2 水質與浮游動種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI 水溫	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI 酚類	SI 大腸桿菌	SI 亞硝酸鹽	SI 硝酸鹽	SI 總磷	SI 氨氮	浮動物種數無因次化
F	0.93	0.91	0.96	0.90	0.99	1.00	1.00	0.97	0.98	0.91	0.99	0.38
	0.76	0.83	0.73	0.94	0.65	0.96	0.99	0.95	0.97	0.91	0.96	0.38
	0.68	0.64	0.87	0.97	0.98	0.38	0.67	0.96	0.99	0.82	0.72	0.38
	0.68	0.75	0.87	0.99	0.98	1.00	0.97	0.92	0.98	0.97	0.82	0.35
F1	0.92	0.77	0.77	0.84	0.95	1.00	0.99	0.97	0.99	0.75	0.97	0.42
	0.80	0.81	0.73	0.83	0.56	1.00	1.00	0.95	0.97	0.91	0.86	0.38
	0.64	0.56	0.70	0.61	0.95	0.89	0.74	0.97	0.98	0.82	0.47	0.35
	0.67	0.60	0.80	0.79	0.89	0.76	0.85	0.95	0.98	0.79	0.66	0.42
F2	0.91	0.59	0.42	0.79	0.97	1.00	0.93	0.97	1.00	0.68	0.87	0.42
	0.79	0.56	0.72	0.72	1.00	0.97	1.00	0.93	0.98	0.79	0.70	0.50
	0.62	0.39	0.70	0.73	0.73	0.89	0.35	0.98	0.96	0.85	0.40	0.35
	0.70	0.58	0.77	0.92	0.80	0.94	0.73	0.96	0.99	0.73	0.72	0.42
G	0.95	0.96	0.94	0.89	0.99	1.00	1.00	0.98	0.99	0.98	0.98	0.38
	0.79	0.84	0.70	0.92	0.84	0.96	1.00	0.96	0.98	0.94	0.93	0.38
	0.68	0.60	0.87	0.99	0.78	0.89	0.99	0.94	0.97	0.92	0.84	0.31
	0.73	0.81	0.90	0.93	0.94	0.94	1.00	0.97	0.99	1.00	0.85	0.38
H	0.97	0.98	0.97	0.90	0.95	1.00	1.00	0.99	0.97	0.98	0.95	0.62
	0.82	0.91	0.84	0.98	0.75	1.00	1.00	0.97	0.97	0.97	0.97	0.42
	0.65	0.58	0.88	0.91	0.98	1.00	1.00	0.95	1.00	0.95	0.91	0.38
	0.74	0.83	0.87	0.96	0.78	1.00	1.00	0.97	0.94	0.90	0.89	0.42
I	0.95	0.97	0.96	0.91	0.82	1.00	1.00	0.98	0.98	0.99	0.99	0.65
	0.84	0.92	0.80	0.97	0.49	1.00	1.00	0.95	0.98	0.96	0.90	0.42
	0.68	0.78	0.91	0.97	0.86	1.00	1.00	0.93	0.97	0.97	0.91	0.38
	0.75	0.85	0.89	0.90	0.74	1.00	1.00	0.91	0.97	0.94	0.89	0.58
J	0.98	0.99	0.98	0.97	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	0.73
	0.84	0.98	1.00	0.96	0.97	1.00	1.00	0.99	0.91	0.76	1.00	0.73
	0.67	0.74	0.93	0.99	0.79	1.00	1.00	0.96	0.98	1.00	0.97	0.31
	0.76	0.90	0.95	0.95	0.73	1.00	1.00	0.98	0.94	0.97	0.87	0.50
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.87	0.99	1.00	0.97	0.77	1.00	1.00	1.00	0.67	0.79	0.94	0.46
	0.64	0.87	0.95	0.98	0.87	1.00	1.00	0.99	0.96	0.87	0.99	0.35
	0.85	0.95	0.99	0.97	0.84	1.00	1.00	1.00	0.98	0.93	0.98	0.54
L	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	1.00	1.00	0.99	0.93	0.99	0.99	0.81
	0.85	0.99	0.65	0.91	0.72	1.00	1.00	1.00	0.65	0.77	0.82	0.65
	0.62	0.87	0.96	0.90	0.87	1.00	1.00	0.97	0.88	1.00	0.99	0.35
	0.76	0.94	0.99	0.98	0.97	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.58

附錄 3.2 水質與浮游動種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氨氮}	浮動物種數無因次化
M	0.99	1.00	1.00	0.92	0.96	0.92	1.00	0.92	1.00	0.98	0.92	0.92
	0.84	0.99	1.00	0.99	0.66	1.00	1.00	0.98	0.65	0.99	0.78	0.62
	0.66	0.88	0.95	0.99	0.94	1.00	1.00	0.98	0.59	0.97	0.97	0.54
	0.76	0.89	0.97	0.97	0.83	1.00	1.00	0.99	0.86	0.98	0.99	0.50
N	0.96	0.94	0.91	0.76	0.72	1.00	1.00	0.91	0.93	0.74	0.92	0.54
	0.82	0.77	0.79	0.88	0.84	0.95	0.98	0.85	0.91	0.82	0.37	0.23
	0.71	0.68	0.76	0.61	1.00	0.89	0.45	0.42	0.61	0.87	0.57	0.42
	0.73	0.59	0.79	0.39	0.96	0.94	0.72	0.56	0.38	0.75	0.98	0.38
N1	0.97	0.77	0.68	0.54	0.85	1.00	0.61	0.41	0.66	0.50	0.38	0.27
	0.78	0.66	0.71	0.86	0.99	0.86	0.70	0.71	0.81	0.29	0.29	0.19
	0.78	0.47	0.67	0.68	0.63	0.64	0.35	0.22	0.45	0.76	0.67	0.19
	0.76	0.50	0.67	0.27	0.96	0.76	0.27	0.78	0.92	0.63	0.38	0.27
N2	0.38	0.80	0.51	0.65	0.77	1.00	0.53	1.00	0.91	0.38	0.38	0.38
	0.77	0.63	0.70	0.55	0.82	0.92	0.74	0.96	0.99	0.34	0.29	0.19
	0.74	0.54	0.65	0.79	0.83	0.89	0.98	0.19	0.57	0.78	0.74	0.19
	0.76	0.47	0.76	0.23	0.70	0.64	0.41	0.76	0.86	0.76	0.41	0.15

附錄 3.3 水質與浮游植物種類數 SI 值計算結果

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氮氮}	浮植物種數無因次化
A	0.99	0.97	0.96	0.92	0.96	0.73	1.00	0.98	0.95	0.99	1.00	0.83
	0.79	0.95	1.00	0.91	0.80	0.94	1.00	0.97	0.93	0.81	0.96	0.76
	0.61	0.80	0.93	0.98	0.82	0.77	1.00	0.97	0.84	0.66	1.00	0.37
	0.71	0.86	0.93	0.91	0.82	1.00	1.00	0.96	0.96	0.97	0.99	0.20
B	0.95	0.90	1.00	0.94	0.84	1.00	1.00	0.95	0.96	0.90	0.96	0.51
	0.76	0.93	0.84	0.98	0.89	1.00	1.00	0.96	0.96	0.96	0.97	0.56
	0.66	0.63	0.93	0.90	0.94	1.00	0.98	0.97	0.80	0.93	0.83	0.27
	0.62	0.85	0.94	0.98	0.79	1.00	1.00	0.94	0.90	0.98	0.95	0.27
C	0.92	0.81	0.88	0.66	0.83	1.00	1.00	0.88	0.89	0.84	0.97	0.41
	0.74	0.82	0.83	0.96	0.65	0.68	1.00	0.92	0.96	0.99	0.95	0.39
	0.55	0.64	0.86	0.80	0.99	0.50	0.55	0.96	0.98	0.49	0.94	0.15
	0.59	0.84	0.88	0.75	0.89	1.00	1.00	0.94	0.97	0.97	0.94	0.15
C1	0.89	0.79	0.88	0.78	0.98	1.00	0.98	0.91	0.92	0.85	0.99	0.34
	0.72	0.86	0.82	1.00	0.97	0.72	1.00	0.93	0.95	0.93	0.97	0.32
	0.56	0.78	0.86	0.55	0.96	0.77	0.78	0.96	0.93	0.71	0.94	0.12
	0.56	0.68	0.82	0.65	0.68	0.77	0.99	0.92	0.94	0.86	0.95	0.20
C2	0.89	0.75	0.81	0.82	0.93	1.00	0.98	0.91	0.61	0.84	0.98	0.56
	0.68	0.68	0.93	0.70	0.64	0.68	0.93	0.86	0.93	0.87	0.87	0.68
	0.62	0.63	0.84	0.54	0.95	0.77	0.92	0.94	0.95	0.77	0.87	0.07
	0.55	0.46	0.78	0.74	0.99	0.77	0.99	0.90	0.68	0.86	0.93	0.17
D	0.88	0.82	0.94	0.87	0.98	1.00	1.00	0.90	0.86	0.80	1.00	0.61
	0.72	0.82	0.86	0.86	0.73	0.77	1.00	0.87	0.86	0.99	0.91	0.56
	0.55	0.73	0.90	0.98	0.87	0.50	1.00	0.93	0.84	0.81	0.78	0.17
	0.57	0.75	0.86	0.98	0.97	0.70	1.00	0.91	0.81	0.93	0.81	0.22
D1	0.87	0.67	0.89	0.78	0.97	1.00	0.99	0.88	0.76	0.53	0.96	0.34
	0.73	0.80	0.88	0.86	0.66	0.85	1.00	0.77	0.71	0.96	0.83	0.34
	0.51	0.53	0.83	0.58	0.71	0.85	0.49	0.95	0.84	0.81	0.92	0.17
	0.51	0.53	0.83	0.58	0.71	0.85	0.49	0.95	0.84	0.81	0.92	0.27
D2	0.87	0.72	0.83	0.83	0.88	1.00	1.00	0.89	0.89	0.76	0.96	0.54
	0.72	0.34	0.93	0.81	0.30	0.85	0.77	0.86	0.34	0.87	0.68	0.34
	0.55	0.29	0.79	0.62	0.92	1.00	0.65	0.97	0.98	0.90	0.73	0.12
	0.62	0.64	0.83	0.94	0.96	0.77	0.97	0.87	0.80	0.86	0.95	0.10
E	0.93	0.93	0.98	0.91	0.92	1.00	1.00	0.96	0.96	0.95	0.79	0.61
	0.76	0.91	0.81	0.99	0.73	1.00	1.00	0.95	0.96	0.99	0.98	0.61
	0.64	0.75	0.91	0.98	0.96	1.00	1.00	0.97	0.96	0.85	0.97	0.22
	0.62	0.87	0.91	0.98	0.91	1.00	1.00	0.94	0.96	0.97	0.95	0.22

附錄 3.3 水質與浮游植物種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氨氮}	浮植物種數無因次化
F	0.92	0.91	0.97	0.89	0.89	0.99	1.00	0.98	0.98	0.93	1.00	0.68
	0.73	0.83	0.79	0.94	0.94	0.67	0.85	0.96	0.96	0.93	0.98	0.61
	0.63	0.62	0.90	0.97	0.97	0.98	0.30	0.97	0.98	0.86	0.86	0.29
	0.64	0.75	0.90	0.98	0.98	0.98	1.00	0.94	0.98	0.97	0.90	0.24
F1	0.91	0.77	0.82	0.82	0.82	0.95	1.00	0.98	0.98	0.81	0.99	0.44
	0.77	0.81	0.79	0.81	0.81	0.57	1.00	0.96	0.97	0.93	0.92	0.39
	0.59	0.52	0.77	0.56	0.56	0.95	0.70	0.98	0.97	0.86	0.73	0.24
	0.62	0.57	0.84	0.77	0.77	0.89	0.60	0.96	0.98	0.84	0.82	0.20
F2	0.90	0.56	0.70	0.76	0.76	0.97	1.00	0.98	1.00	0.76	0.93	0.49
	0.76	0.52	0.78	0.69	0.69	1.00	0.90	0.95	0.98	0.84	0.85	0.34
	0.56	0.37	0.77	0.70	0.70	0.74	0.70	0.98	0.95	0.88	0.69	0.34
	0.66	0.54	0.82	0.91	0.91	0.81	0.77	0.97	0.99	0.80	0.85	0.17
G	0.95	0.96	0.96	0.88	0.88	0.99	1.00	0.99	0.98	0.98	0.92	0.63
	0.76	0.84	0.77	0.66	0.66	0.85	0.85	0.97	0.98	0.96	0.96	0.56
	0.64	0.57	0.90	0.98	0.98	0.79	0.70	0.96	0.97	0.94	0.92	0.34
	0.69	0.82	0.92	0.92	0.92	0.95	0.77	0.98	0.99	1.00	0.92	0.15
H	0.97	0.98	0.98	0.89	0.89	0.95	1.00	0.99	0.96	0.99	0.76	0.66
	0.80	0.91	0.87	0.98	0.98	0.76	1.00	0.98	0.97	0.98	0.98	0.61
	0.60	0.54	0.90	0.90	0.90	0.98	1.00	0.97	0.99	0.96	0.95	0.20
	0.70	0.83	0.90	0.96	0.96	0.79	1.00	0.98	0.92	0.92	0.94	0.10
I	0.95	0.97	0.97	0.90	0.90	0.82	1.00	0.98	0.98	0.99	1.00	0.71
	0.81	0.93	0.84	0.97	0.97	0.51	1.00	0.96	0.98	0.97	0.95	0.51
	0.63	0.78	0.93	0.97	0.97	0.86	1.00	0.95	0.97	0.98	0.95	0.20
	0.71	0.85	0.91	0.89	0.89	0.76	1.00	0.93	0.96	0.96	0.94	0.20
J	0.97	0.99	0.99	0.97	0.97	0.84	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	0.56
	0.81	0.98	1.00	0.95	0.95	0.97	1.00	0.99	0.94	0.75	1.00	0.63
	0.62	0.74	0.95	0.99	0.99	0.80	1.00	0.97	0.97	1.00	0.98	0.20
	0.72	0.90	0.96	0.94	0.94	0.74	1.00	0.99	0.92	0.98	0.93	0.32
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.85	0.99	1.00	0.97	0.97	0.78	1.00	1.00	0.78	0.78	0.97	0.78
	0.59	0.87	0.96	0.98	0.98	0.87	1.00	0.99	0.96	0.90	0.99	0.29
	0.82	0.95	1.00	0.97	0.97	0.85	1.00	1.00	0.98	0.95	0.99	0.27
L	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00	0.82	1.00	0.97	0.96	0.99	0.97	0.76
	0.83	0.99	0.73	0.90	0.90	0.73	1.00	0.98	0.77	0.77	0.91	0.73
	0.57	0.87	0.97	0.89	0.89	0.87	1.00	0.98	0.86	1.00	0.99	0.29
	0.72	0.94	0.99	0.98	0.98	0.97	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	0.27

附錄 3.3 水質與浮游植物種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氮氣}	浮植物種數無因次化
M	0.99	0.88	1.00	0.66	0.96	0.72	1.00	0.66	1.00	0.99	0.66	0.66
	0.82	0.99	1.00	0.99	0.68	1.00	1.00	0.91	0.77	0.99	0.89	0.80
	0.61	0.88	0.96	0.98	0.94	1.00	1.00	0.98	0.73	0.98	0.99	0.27
	0.72	0.89	0.97	0.97	0.84	1.00	1.00	0.99	0.91	0.99	0.99	0.15
N	0.95	0.94	0.93	0.74	0.73	1.00	1.00	0.93	0.92	0.81	0.96	0.61
	0.79	0.77	0.84	0.86	0.84	0.81	0.98	0.90	0.90	0.86	0.67	0.61
	0.67	0.67	0.82	0.56	1.00	0.70	0.41	0.59	0.54	0.90	0.78	0.22
	0.69	0.56	0.84	0.32	0.96	0.77	0.66	0.68	0.27	0.81	0.99	0.12
N1	0.97	0.78	0.75	0.49	0.85	1.00	0.53	0.57	0.60	0.62	0.68	0.68
	0.74	0.66	0.77	0.84	0.99	0.68	0.64	0.80	0.78	0.46	0.63	0.46
	0.74	0.44	0.74	0.64	0.65	0.50	0.34	0.33	0.35	0.82	0.83	0.22
	0.72	0.47	0.74	0.19	0.96	0.60	0.29	0.84	0.91	0.72	0.68	0.07
N2	1.00	0.80	0.71	0.61	0.78	1.00	0.46	1.00	0.89	0.53	0.68	0.37
	0.74	0.61	0.77	0.50	0.83	0.72	0.69	0.97	0.98	0.50	0.63	0.20
	0.70	0.50	0.73	0.76	0.84	0.70	0.98	0.29	0.49	0.83	0.86	0.29
	0.72	0.43	0.81	0.15	0.71	0.50	0.38	0.83	0.84	0.82	0.69	0.15

附錄 3.4 水質與浮游生物種類數 SI 值計算結果

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氮氣}	浮游生物種類數無因次化
A	0.99	0.96	0.93	0.92	0.95	0.70	1.00	0.97	0.94	0.99	1.00	0.87
	0.78	0.94	0.99	0.91	0.80	0.94	1.00	0.97	0.92	0.73	0.94	0.78
	0.48	0.76	0.87	0.98	0.80	0.75	1.00	0.97	0.83	0.52	1.00	0.36
	0.64	0.82	0.88	0.91	0.80	1.00	1.00	0.96	0.95	0.97	0.98	0.37
B	0.94	0.88	1.00	0.94	0.84	1.00	1.00	0.94	0.96	0.89	0.93	0.57
	0.72	0.92	0.72	0.98	0.89	1.00	1.00	0.96	0.96	0.94	0.95	0.57
	0.57	0.57	0.88	0.90	0.94	1.00	0.98	0.97	0.77	0.92	0.72	0.36
	0.49	0.82	0.90	0.98	0.80	1.00	1.00	0.94	0.89	0.98	0.92	0.34
C	0.91	0.77	0.79	0.67	0.81	1.00	1.00	0.87	0.89	0.81	0.95	0.45
	0.69	0.77	0.71	0.96	0.66	0.64	1.00	0.92	0.95	0.98	0.93	0.33
	0.38	0.58	0.75	0.80	0.99	0.50	0.54	0.96	0.98	0.28	0.90	0.28
	0.45	0.80	0.78	0.75	0.88	1.00	1.00	0.93	0.97	0.97	0.91	0.19
C1	0.88	0.74	0.78	0.78	0.98	1.00	0.98	0.90	0.91	0.82	0.99	0.39
	0.67	0.83	0.68	1.00	0.97	0.69	1.00	0.92	0.95	0.92	0.95	0.24
	0.40	0.73	0.75	0.55	0.95	0.75	0.77	0.96	0.92	0.65	0.90	0.28
	0.40	0.61	0.69	0.65	0.69	0.75	0.99	0.92	0.94	0.84	0.92	0.21
C2	0.88	0.69	0.67	0.82	0.93	1.00	0.98	0.91	0.58	0.81	0.96	0.43
	0.60	0.61	0.88	0.70	0.65	0.64	0.93	0.86	0.93	0.84	0.79	0.52
	0.50	0.57	0.72	0.54	0.94	0.75	0.92	0.93	0.95	0.72	0.78	0.10
	0.38	0.42	0.61	0.75	0.99	0.75	0.99	0.90	0.65	0.83	0.88	0.18
D	0.87	0.77	0.90	0.87	0.98	1.00	1.00	0.90	0.85	0.76	1.00	0.55
	0.67	0.77	0.75	0.86	0.74	0.74	1.00	0.87	0.85	0.99	0.85	0.43
	0.39	0.67	0.82	0.98	0.86	0.50	1.00	0.93	0.83	0.77	0.64	0.28
	0.43	0.69	0.75	0.98	0.97	0.66	1.00	0.91	0.80	0.91	0.68	0.33
D1	0.86	0.60	0.81	0.78	0.97	1.00	0.99	0.87	0.75	0.44	0.93	0.34
	0.68	0.76	0.79	0.86	0.67	0.84	1.00	0.75	0.69	0.95	0.72	0.33
	0.33	0.48	0.70	0.58	0.72	0.83	0.46	0.95	0.83	0.77	0.95	0.33
	0.33	0.48	0.70	0.58	0.72	0.83	0.46	0.95	0.83	0.77	0.95	0.31
D2	0.86	0.65	0.70	0.83	0.88	1.00	1.00	0.88	0.88	0.71	0.93	0.43
	0.67	0.32	0.88	0.81	0.31	0.84	0.77	0.85	0.30	0.84	0.47	0.31
	0.39	0.28	0.63	0.62	0.92	1.00	0.64	0.97	0.98	0.88	0.56	0.19
	0.49	0.58	0.69	0.94	0.95	0.75	0.97	0.87	0.79	0.83	0.91	0.12
E	0.93	0.92	0.96	0.91	0.91	1.00	1.00	0.96	0.96	0.94	0.86	0.51
	0.72	0.89	0.67	0.99	0.73	1.00	1.00	0.95	0.95	0.99	0.97	0.52
	0.52	0.69	0.85	0.98	0.96	1.00	1.00	0.97	0.96	0.82	0.94	0.30
	0.50	0.84	0.85	0.98	0.91	1.00	1.00	0.94	0.96	0.96	0.91	0.28

附錄 3.4 水質與浮游生物種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氧氣}	浮游生物物種數無因次化
F	0.91	0.89	0.94	0.89	0.99	1.00	1.00	0.98	0.98	0.92	0.99	0.57
	0.68	0.80	0.63	0.94	0.67	0.84	0.99	0.96	0.96	0.92	0.97	0.52
	0.51	0.56	0.82	0.97	0.98	0.33	0.67	0.97	0.98	0.83	0.76	0.33
	0.52	0.70	0.82	0.98	0.98	1.00	0.97	0.94	0.98	0.97	0.84	0.28
F1	0.91	0.72	0.69	0.82	0.95	1.00	0.99	0.97	0.98	0.77	0.98	0.43
	0.74	0.77	0.63	0.81	0.58	1.00	1.00	0.96	0.97	0.91	0.88	0.39
	0.45	0.47	0.59	0.56	0.96	0.66	0.74	0.98	0.97	0.83	0.55	0.28
	0.50	0.51	0.73	0.77	0.89	0.58	0.85	0.96	0.98	0.81	0.71	0.28
F2	0.89	0.51	0.46	0.76	0.97	1.00	0.93	0.98	1.00	0.71	0.88	0.46
	0.72	0.47	0.62	0.69	1.00	0.89	1.00	0.95	0.98	0.80	0.75	0.40
	0.40	0.34	0.59	0.71	0.75	0.66	0.35	0.98	0.95	0.86	0.48	0.34
	0.56	0.49	0.68	0.91	0.81	0.75	0.73	0.97	0.99	0.75	0.76	0.27
G	0.94	0.95	0.92	0.88	0.99	1.00	1.00	0.99	0.98	0.98	0.95	0.54
	0.72	0.81	0.59	0.76	0.85	0.84	1.00	0.97	0.97	0.95	0.94	0.49
	0.52	0.51	0.83	0.98	0.80	0.66	0.99	0.96	0.97	0.92	0.87	0.33
	0.61	0.77	0.87	0.92	0.94	0.75	1.00	0.97	0.99	1.00	0.87	0.24
H	0.96	0.98	0.96	0.89	0.95	1.00	1.00	0.99	0.96	0.99	0.85	0.64
	0.78	0.89	0.77	0.98	0.77	1.00	1.00	0.98	0.97	0.97	0.97	0.54
	0.47	0.49	0.83	0.90	0.98	1.00	1.00	0.97	0.99	0.96	0.92	0.27
	0.62	0.79	0.83	0.96	0.76	1.00	1.00	0.98	0.92	0.91	0.91	0.22
I	0.94	0.96	0.94	0.90	0.83	1.00	1.00	0.98	0.98	0.99	0.99	0.69
	0.80	0.91	0.72	0.97	0.52	1.00	1.00	0.96	0.98	0.97	0.91	0.48
	0.51	0.73	0.88	0.97	0.85	1.00	1.00	0.95	0.97	0.97	0.92	0.27
	0.64	0.82	0.85	0.89	0.73	1.00	1.00	0.93	0.96	0.95	0.91	0.34
J	0.97	0.99	0.97	0.97	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	0.63
	0.80	0.98	1.00	0.95	0.96	1.00	1.00	0.99	0.93	0.65	1.00	0.67
	0.49	0.68	0.91	0.99	0.77	1.00	1.00	0.97	0.97	1.00	0.97	0.24
	0.67	0.87	0.94	0.94	0.72	1.00	1.00	0.99	0.92	0.97	0.89	0.39
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.84	0.99	1.00	0.97	0.79	1.00	1.00	1.00	0.75	0.69	0.95	0.66
	0.45	0.84	0.93	0.98	0.86	1.00	1.00	0.99	0.95	0.88	0.99	0.31
	0.81	0.94	0.99	0.97	0.83	1.00	1.00	1.00	0.98	0.94	0.98	0.37
L	1.00	0.78	1.00	1.00	0.80	1.00	1.00	0.98	0.95	0.98	0.98	0.78
	0.82	0.99	0.53	0.90	0.70	1.00	1.00	0.99	0.73	0.67	0.84	0.70
	0.42	0.84	0.94	0.89	0.87	1.00	1.00	0.98	0.85	1.00	0.99	0.31
	0.67	0.92	0.98	0.98	0.97	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.39

附錄 3.4 水質與浮游生物種類數 SI 值計算結果(續)

測點	SI _{水溫}	SI _{PH}	SI _{DO}	SI _{BOD}	SI _{SS}	SI _{酚類}	SI _{大腸桿菌}	SI _{亞硝酸鹽}	SI _{硝酸鹽}	SI _{總磷}	SI _{氨氮}	浮游生物種類數
M	0.99	0.89	1.00	0.76	0.96	0.69	1.00	0.76	1.00	0.98	0.78	0.76
	0.80	0.99	1.00	0.99	0.68	1.00	1.00	0.94	0.73	0.99	0.81	0.73
	0.48	0.85	0.93	0.98	0.94	1.00	1.00	0.98	0.68	0.97	0.98	0.37
	0.67	0.87	0.95	0.97	0.82	1.00	1.00	0.99	0.89	0.98	0.99	0.28
N	0.95	0.93	0.88	0.74	0.70	1.00	1.00	0.93	0.91	0.77	0.93	0.58
	0.78	0.72	0.71	0.86	0.85	0.79	0.98	0.89	0.89	0.84	0.46	0.46
	0.58	0.60	0.68	0.56	1.00	0.66	0.33	0.56	0.51	0.88	0.63	0.30
	0.61	0.51	0.71	0.32	0.96	0.75	0.66	0.66	0.22	0.77	0.98	0.22
N1	0.96	0.72	0.56	0.49	0.84	1.00	0.52	0.55	0.57	0.55	0.47	0.52
	0.70	0.59	0.60	0.84	0.99	0.64	0.63	0.78	0.76	0.35	0.39	0.36
	0.70	0.41	0.55	0.64	0.61	0.50	0.23	0.30	0.30	0.78	0.72	0.21
	0.67	0.43	0.55	0.19	0.96	0.58	0.15	0.84	0.90	0.67	0.47	0.15
N2	1.00	0.75	0.49	0.61	0.79	1.00	0.41	1.00	0.89	0.44	0.47	0.37
	0.69	0.55	0.59	0.50	0.83	0.69	0.68	0.97	0.98	0.39	0.39	0.19
	0.62	0.46	0.53	0.76	0.82	0.66	0.98	0.25	0.46	0.80	0.78	0.25
	0.67	0.40	0.67	0.15	0.72	0.50	0.29	0.82	0.83	0.78	0.49	0.15

附錄四

高雄港 2008 年水質與底棲生物

資料及 SI 值

附錄 4.1 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料

測點	含水量	總有機物	PH	TP	油脂	酚類	鉛	鋅	鉻	汞	鋁	底棲生物物種數
A	34.9	4.5	8.04	257	144	0.6	31	175	34	0.15	3.99	12
	30.9	5.8	8.04	354	467	0.6	37	124	32	0.56	3.99	7
	35.5	4.9	7.89	291	105	0.5	57	139	29	0.28	3.85	2
C1	45.8	6.3	7.99	540	2671	1	63	930	81	1.79	4.33	2
	126	11.8	7.55	561	5213	1.2	71	721	138	1.07	4.63	2
	39.7	6.2	7.95	514	1040	0.8	130	950	72	4.64	4.24	1
	35.7	4	7.72	486	2369	0.9	91	568	83	1.11	4.71	2
C2	147	6.2	7.98	475	3381	0.4	39	1020	133	1.89	4.45	2
	205	19.9	7.51	543	6705	1.5	61	619	189	1.3	4.01	2
	148	13.9	7.84	723	9081	1	61	905	90	2.94	4.76	1
	215	15.4	7.64	493	5860	1.5	81	511	104	1.02	4.62	1
D1	51.7	5.7	7.85	443	6094	1.4	250	3400	319	4.99	5.57	2
	50.1	7.3	7.76	475	3875	1	275	2820	430	8.5	5.48	2
	69	9.7	7.78	935	11393	0.8	252	1657	295	7.15	5.37	2
	215	15.4	7.64	493	5860	1.5	81	511	104	1.02	4.62	2
D2	76.2	9.3	7.81	449	10577	1.3	97	1666	136	4.7	4.84	1
	182	10.9	7.84	478	5255	1.4	90	1603	147	5.9	5.38	2
	140	14.7	7.93	537	7379	1.1	59	727	175	8.07	4.71	1
	40.6	5.7	7.52	799	5160	0.8	300	1412	306	3.53	5.85	2
F1	80.1	10.3	7.89	477	4126	1	77	856	561	1.34	5.51	5
	94.12	10.6	7.62	592	5993	0.8	64	782	466	0.74	5.3	3
	50.5	5.5	7.59	724	4651	0.8	57	916	255	1.23	4.49	3
	94.8	8.3	7.69	566	4000	1	71	129	271	0.91	5.52	1
F2	66.1	8	7.83	511	5898	0.7	64	722	409	1.39	6.13	2
	106.1	9.4	7.5	544	8960	0.7	52	572	341	2.55	5.84	3
	73.1	7.6	7.84	635	3821	0.9	47	455	190	1.32	5.41	3
	40	3.8	7.48	522	2854	0.8	74	418	202	0.79	5.93	2
H	35.4	4.7	8.38	398	322	0.2	33	106	23	1.04	4.61	3
	34.5	4.8	8.41	354	255	0.4	58	205	33	0.12	4.9	5
	99	9.7	8.25	370	369	0.6	45	145	33	0.57	4.98	3
	30.4	4.8	8.21	324	250	0.4	57	163	29	0.37	4.6	5

附錄 4.1 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料(續)

測點	含水量	總有機物	PH	TP	油脂	酚類	鉛	鋅	鉻	汞	鋁	底棲生物物種數
J	33.5	4.7	8.42	319	353	0.2	22	73	15	0.51	4.49	3
	33.6	4.7	8.65	350	50	0.4	18	89	12	0.16	5.2	3
	59.1	6.6	8.38	324	74	0.2	24	77	16	0.28	4.61	8
	28.4	4.1	8.15	343	169	0.2	45	81	20	0.29	4.97	3
	34.5	4.1	8.48	260	218	0.2	12	44	6.4	0.48	3.44	8
K	32	4.3	8.45	192	30	0.3	12	65	4.1	0.22	3.32	6
	27.4	3.9	8.43	229	326	0.1	9	46	7	0.17	3.11	5
	27.4	3.9	8.2	215	74	0.1	25	41	7	0.17	3.95	5
L	35.2	4.1	8.57	232	269	0.5	12	46	7.3	0.41	4.36	7
	33.5	4.2	8.59	196	25	0.4	9.1	46	7.4	0.17	4.66	7
	34.1	4.1	8.28	307	20	0.1	18	98	2	0.47	4.57	7
	32.9	4.1	8.12	188	168	0.1	22	38	9	0.15	4.31	8
M	37.2	4.1	8.56	248	254	0.2	13	58	9.4	0.43	3.71	11
	31.8	4.2	8.4	207	10	0.4	11	58	10	0.26	4.03	6
	27.8	4.8	8.51	373	343	0.2	16	81	12	0.63	4.21	8
	34	3.8	8.1	319	90	0.2	30	59	13	0.14	3.77	7
N	125	15.5	8.17	609	1243	0.6	97	904	65	0.97	5.99	4
	72	13.2	7.58	559	4476	1.1	98	1049	70	0.59	6.01	4
	98.9	10.1	7.93	765	2382	1.2	136	1886	62	0.79	5.79	8
	69.3	21.3	7.94	501	1371	1.1	120	1205	81	0.45	5.57	2
N1	27.6	6.6	7.93	530	1419	0.7	201	1222	76	1.29	4.16	5
	30.41	8.9	7.77	594	695	0.9	137	1194	81	0.7	4.46	2
	31.2	5	8.01	671	1245	0.8	136	1986	62	1.58	4.57	2
	29.7	8.5	7.76	688	812	0.7	165	1500	103	0.78	5.37	3
N2	115	12.2	7.96	435	1258	1.9	146	1451	130	1.45	5.27	2
	68.19	6.5	7.65	400	1198	1.4	47	930	108	0.3	5.69	2
	34	4.8	7.78	377	1455	1.1	40	750	23	0.48	5.37	1
	48.9	5.5	7.62	502	1067	1.1	49	330	20	0.27	5.31	2

附錄 4.2 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料 SI 值

測點	SI _{含水量}	SI _{總有機物}	SI _{PH}	SI _{TP}	SI _{油脂}	SI _{酚類}	SI _鉛	SI _鋅	SI _鎳	SI _汞	SI _鎘	底棲生物無因次化
A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.81	0.94	1.00	0.94	0.98	1.00	0.98	0.96	0.99	0.96	1.00	0.58
	0.99	0.98	0.79	0.98	1.00	0.98	0.92	0.97	0.98	0.99	0.96	0.17
C1	0.86	0.91	0.93	0.81	0.81	0.78	0.90	0.85	0.92	0.84	0.89	0.17
	0.33	0.64	0.32	0.80	0.62	0.67	0.88	0.89	0.82	0.91	0.79	0.17
	0.94	0.92	0.88	0.83	0.93	0.89	0.69	0.85	0.93	0.55	0.92	0.08
	0.99	0.90	0.56	0.85	0.84	0.83	0.81	0.92	0.91	0.90	0.76	0.17
C2	0.29	0.92	0.92	0.86	0.76	0.96	0.98	0.84	0.83	0.83	0.85	0.17
	0.19	0.24	0.26	0.81	0.51	0.50	0.91	0.91	0.73	0.89	0.99	0.17
	0.29	0.53	0.72	0.69	0.34	0.78	0.91	0.86	0.90	0.72	0.74	0.08
	0.17	0.46	0.44	0.85	0.58	0.50	0.85	0.93	0.88	0.91	0.79	0.08
D1	0.78	0.94	0.74	0.88	0.56	0.56	0.32	0.37	0.51	0.52	0.47	0.17
	0.80	0.86	0.61	0.86	0.72	0.78	0.24	0.49	0.31	0.17	0.50	0.17
	0.56	0.74	0.64	0.56	0.17	0.89	0.32	0.71	0.55	0.30	0.54	0.17
	0.17	0.46	0.44	0.85	0.58	0.50	0.85	0.93	0.88	0.91	0.79	0.17
D2	0.47	0.76	0.68	0.87	0.23	0.61	0.80	0.71	0.82	0.55	0.72	0.08
	0.23	0.68	0.72	0.86	0.62	0.56	0.82	0.72	0.80	0.43	0.54	0.17
	0.31	0.49	0.85	0.82	0.46	0.72	0.91	0.89	0.76	0.21	0.76	0.08
	0.93	0.94	0.28	0.64	0.63	0.89	0.17	0.76	0.53	0.66	0.38	0.17
F1	0.42	0.71	0.79	0.86	0.71	0.78	0.86	0.87	0.09	0.88	0.49	0.42
	0.39	0.70	0.42	0.78	0.57	0.89	0.90	0.88	0.25	0.94	0.56	0.25
	0.80	0.95	0.38	0.69	0.67	0.89	0.92	0.86	0.62	0.89	0.83	0.25
	0.39	0.81	0.51	0.80	0.71	0.78	0.88	0.97	0.59	0.92	0.49	0.08
F2	0.60	0.83	0.71	0.83	0.57	0.94	0.90	0.89	0.35	0.88	0.29	0.17
	0.37	0.76	0.25	0.81	0.35	0.94	0.93	0.92	0.47	0.76	0.38	0.25
	0.51	0.85	0.72	0.75	0.73	0.83	0.95	0.95	0.73	0.88	0.53	0.25
	0.93	0.85	0.22	0.83	0.80	0.89	0.87	0.95	0.71	0.94	0.35	0.17
H	0.99	0.99	0.95	0.91	0.99	0.92	0.99	0.95	0.96	0.91	0.79	0.25
	0.98	0.99	0.94	0.94	0.99	0.96	0.92	0.99	1.00	0.80	0.70	0.42
	0.38	0.74	0.97	0.93	0.98	1.00	0.96	0.98	1.00	0.96	0.67	0.25
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42

附錄 4.2 高雄港 2008 年水質與底棲生物資料 SI 值(續)

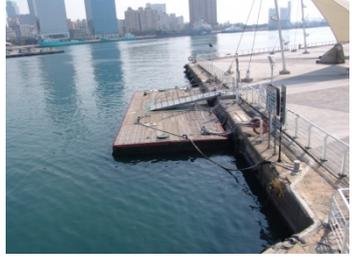
測點	SI _{含水量}	SI _{總有機物}	SI _{PH}	SI _{TP}	SI _{油脂}	SI _{酚類}	SI _鉛	SI _鋅	SI _鎘	SI _汞	SI _鉍	底棲生物無因次化
J	0.93	0.99	0.94	0.96	0.98	0.92	0.96	0.93	0.94	0.96	0.83	0.25
	0.94	0.99	0.90	0.94	1.00	0.96	0.94	0.94	0.93	1.00	0.60	0.25
	0.69	0.90	0.95	0.96	1.00	0.92	0.97	0.93	0.94	0.99	0.79	0.67
	0.70	0.92	0.98	0.94	1.00	0.92	0.96	0.93	0.95	0.99	0.67	0.25
	0.98	0.92	0.93	1.00	0.99	0.92	0.91	0.91	0.91	0.97	0.84	0.67
K	0.86	0.96	0.93	0.69	1.00	0.94	0.91	0.92	0.90	0.99	0.80	0.50
	0.65	0.88	0.94	0.86	0.99	0.90	0.90	0.91	0.91	1.00	0.74	0.42
	0.65	0.88	0.97	0.80	1.00	0.90	0.97	0.90	0.91	1.00	0.99	0.42
L	1.00	0.92	0.92	0.88	0.99	0.98	0.91	0.91	0.91	0.97	0.88	0.58
	0.93	0.94	0.91	0.71	1.00	0.96	0.90	0.91	0.91	1.00	0.78	0.58
	0.96	0.92	0.96	0.97	1.00	0.90	0.94	0.95	0.89	0.97	0.81	0.58
	0.91	0.92	0.99	0.67	1.00	0.90	0.96	0.90	0.92	1.00	0.89	0.67
M	0.97	0.92	0.92	0.96	0.99	0.92	0.92	0.92	0.92	0.97	0.92	0.92
	0.85	0.94	0.94	0.76	1.00	0.96	0.91	0.92	0.92	0.99	0.99	0.50
	0.67	0.99	0.92	0.92	0.99	0.92	0.93	0.93	0.93	0.95	0.93	0.67
	0.96	0.85	0.99	0.96	1.00	0.92	1.00	0.92	0.93	0.93	0.93	0.58
N	0.33	0.45	0.98	0.77	0.92	1.00	0.80	0.86	0.95	0.92	0.33	0.33
	0.52	0.57	0.36	0.80	0.68	0.72	0.79	0.83	0.94	0.96	0.33	0.33
	0.38	0.72	0.85	0.67	0.83	0.67	0.67	0.67	0.95	0.94	0.40	0.67
	0.56	0.17	0.86	0.84	0.91	0.72	0.72	0.80	0.92	0.97	0.47	0.17
N1	0.66	0.90	0.85	0.82	0.91	0.94	0.47	0.80	0.93	0.89	0.94	0.42
	0.79	0.78	0.63	0.78	0.96	0.83	0.67	0.80	0.92	0.95	0.84	0.17
	0.83	0.98	0.96	0.73	0.92	0.89	0.67	0.65	0.95	0.86	0.81	0.17
	0.76	0.80	0.61	0.72	0.95	0.94	0.58	0.74	0.88	0.94	0.54	0.25
N2	0.35	0.62	0.89	0.88	0.92	0.28	0.64	0.75	0.83	0.87	0.57	0.17
	0.57	0.90	0.46	0.91	0.92	0.56	0.95	0.85	0.87	0.99	0.43	0.17
	0.96	0.99	0.64	0.92	0.90	0.72	0.97	0.89	0.96	0.97	0.54	0.08
	0.82	0.95	0.42	0.84	0.93	0.72	0.94	0.97	0.95	0.99	0.56	0.17

附錄五 港區環境景觀

美質分數與心理認知感受分數

						
	照片 1		照片 2		照片 3	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	0.90	1.21	0.75	1.16	0.40	1.31
自然的 -- 人工的	0.10	1.21	1.30	1.22	-0.25	1.33
安全的 -- 危險的	0.00	1.17	-0.30	0.98	-0.05	1.43
明亮的 -- 灰暗的	1.45	1.32	0.75	1.29	0.75	1.25
吸引人的 -- 令人排斥的	1.20	1.20	0.60	1.35	0.65	1.35
和諧的 -- 突兀的	1.00	1.12	0.35	1.23	0.05	1.39
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	1.50	0.76	0.35	1.57	0.50	1.36
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.90	1.17	-0.30	0.73	0.30	1.45
舒適的 -- 不舒適的	0.90	1.17	0.20	1.06	0.25	1.02
喜歡的 -- 討厭的	1.40	1.05	0.55	1.47	0.55	1.23
溫暖的 -- 冰冷的	0.80	1.40	-0.05	0.94	-0.10	1.29
具親水性的 -- 不具親水性	0.80	1.36	0.50	1.50	0.05	1.54
有趣的 -- 無聊的	0.85	0.93	-0.15	0.99	0.35	1.23

						
	照片 4		照片 5		照片 6	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	0.15	1.27	1.55	1.32	1.05	1.19
自然的 -- 人工的	0.70	1.38	-0.90	1.52	-1.05	1.28
安全的 -- 危險的	-0.50	1.36	1.50	1.05	1.35	1.04
明亮的 -- 灰暗的	0.35	1.35	1.95	1.05	1.60	1.14
吸引人的 -- 令人排斥的	0.55	1.43	1.45	1.32	1.15	1.53
和諧的 -- 突兀的	0.30	1.30	1.05	1.47	0.70	1.38
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	0.75	1.37	1.05	1.19	1.20	1.01
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.10	1.17	1.10	1.33	1.10	1.33
舒適的 -- 不舒適的	0.10	1.07	1.40	1.05	0.95	1.00
喜歡的 -- 討厭的	0.60	1.19	1.15	0.99	1.05	1.61
溫暖的 -- 冰冷的	0.10	1.12	1.10	1.37	0.65	1.42
具親水性的 -- 不具親水性	1.20	1.58	-0.35	1.46	-0.15	1.50
有趣的 -- 無聊的	0.25	0.79	0.75	1.16	0.55	1.39

	 照片 7		 照片 8		 照片 9	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.05	1.10	0.20	1.15	-0.50	1.19
自然的 -- 人工的	-0.80	1.44	-0.90	1.12	-1.35	1.35
安全的 -- 危險的	-0.35	1.27	0.85	0.99	0.25	1.25
明亮的 -- 灰暗的	0.70	1.08	1.00	0.97	0.60	0.88
吸引人的 -- 令人排斥的	0.35	1.31	0.45	0.83	-0.40	0.99
和諧的 -- 突兀的	0.30	1.34	0.55	0.76	-0.35	1.04
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	0.10	1.12	0.50	1.00	-0.75	1.12
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-0.10	1.07	-0.10	0.64	-0.45	0.89
舒適的 -- 不舒適的	-0.21	1.03	0.35	0.59	-0.35	1.14
喜歡的 -- 討厭的	0.15	1.42	0.15	0.88	-0.55	1.19
溫暖的 -- 冰冷的	-0.05	1.32	0.05	0.94	-0.50	1.36
具親水性的 -- 不具親水性	0.75	1.55	0.00	1.26	-0.60	1.35
有趣的 -- 無聊的	-0.05	1.39	0.05	0.89	-1.00	1.08

	 照片 10		 照片 11		 照片 12	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	1.35	1.04	0.80	1.32	-1.00	1.34
自然的 -- 人工的	0.95	1.32	0.35	1.53	-0.90	1.74
安全的 -- 危險的	1.20	0.83	1.25	0.85	-1.25	1.25
明亮的 -- 灰暗的	1.75	0.97	1.45	1.15	-0.10	1.33
吸引人的 -- 令人排斥的	1.65	0.88	0.80	1.36	-1.25	1.25
和諧的 -- 突兀的	1.35	1.18	0.90	1.25	-1.10	1.52
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	1.40	1.10	1.15	0.93	-1.00	1.30
生動活潑的 -- 單調枯燥的	1.05	1.05	0.40	0.99	-1.30	1.13
舒適的 -- 不舒適的	1.50	1.05	0.95	1.00	-1.20	1.11
喜歡的 -- 討厭的	1.85	0.99	0.90	1.45	-1.55	1.19
溫暖的 -- 冰冷的	1.15	0.88	0.80	1.11	-1.00	1.08
具親水性的 -- 不具親水性	-0.20	1.28	-0.55	1.47	-0.45	1.70
有趣的 -- 無聊的	1.30	1.13	0.30	1.03	-1.25	1.07

	 照片 13		 照片 14		 照片 15	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-1.20	1.01	0.05	1.19	-0.45	1.43
自然的 -- 人工的	-0.30	1.84	-0.35	1.18	-0.30	1.45
安全的 -- 危險的	-1.45	1.47	-0.40	1.10	-0.95	1.15
明亮的 -- 灰暗的	-0.60	1.73	0.55	1.15	0.25	1.62
吸引人的 -- 令人排斥的	-1.25	1.16	0.00	1.08	-0.80	1.70
和諧的 -- 突兀的	-1.00	1.34	0.00	1.21	-0.60	1.57
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-1.00	1.26	0.00	1.08	-0.30	1.59
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.35	1.14	-0.25	1.21	-1.10	0.91
舒適的 -- 不舒適的	-1.30	0.92	-0.15	1.09	-0.70	1.26
喜歡的 -- 討厭的	-1.50	0.89	-0.20	1.36	-0.70	1.59
溫暖的 -- 冰冷的	-1.30	1.17	0.05	0.94	-0.45	1.32
具親水性的 -- 不具親水性	0.00	1.49	-0.20	1.24	0.75	0.97
有趣的 -- 無聊的	-1.60	1.19	-0.20	1.11	-0.75	1.07

						
	照片 16		照片 17		照片 18	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.95	1.00	-1.10	1.12	-0.35	1.18
自然的 -- 人工的	-1.65	1.27	-1.35	0.93	-1.25	1.37
安全的 -- 危險的	-1.45	1.19	-0.70	1.38	-0.20	1.44
明亮的 -- 灰暗的	-0.70	1.49	-1.10	1.21	-0.05	1.50
吸引人的 -- 令人排斥的	-1.40	0.99	-1.25	1.37	-0.60	1.47
和諧的 -- 突兀的	-1.35	1.04	-1.40	1.14	-0.40	1.31
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-1.35	1.09	-1.35	1.18	-0.50	1.32
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.50	1.19	-1.10	1.12	-0.95	1.05
舒適的 -- 不舒適的	-1.45	0.94	-1.20	1.01	-0.75	1.12
喜歡的 -- 討厭的	-1.55	0.94	-1.10	0.97	-0.50	1.40
溫暖的 -- 冰冷的	-1.55	1.23	-0.75	1.29	-0.45	1.32
具親水性的 -- 不具親水性	-0.30	1.59	-1.90	1.21	-0.50	1.50
有趣的 -- 無聊的	-1.50	1.05	-1.35	1.14	-0.95	1.32

	 照片 19		 照片 20		 照片 21	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.60	1.43	-1.10	1.12	-0.45	1.54
自然的 -- 人工的	-1.50	1.43	-2.00	0.86	-1.00	1.45
安全的 -- 危險的	0.20	1.15	-0.20	1.11	-0.65	1.23
明亮的 -- 灰暗的	0.30	1.34	-0.60	1.23	-0.50	1.40
吸引人的 -- 令人排斥的	-0.40	1.47	-0.95	1.10	-0.55	1.23
和諧的 -- 突兀的	-0.45	1.39	-1.00	1.03	-0.55	1.39
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-0.30	1.49	-0.85	1.31	-0.40	1.39
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.00	1.45	-1.65	0.99	-0.80	1.36
舒適的 -- 不舒適的	-0.20	1.58	-1.15	0.99	-0.80	1.20
喜歡的 -- 討厭的	-0.45	1.64	-1.20	1.24	-0.70	1.42
溫暖的 -- 冰冷的	-0.50	1.28	-1.30	1.17	-0.85	1.42
具親水性的 -- 不具親水性	-1.45	1.54	-1.95	1.00	0.05	1.82
有趣的 -- 無聊的	-0.65	1.66	-1.50	1.19	-0.40	1.60

						
	照片 22		照片 23		照片 24	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-1.35	1.18	0.35	1.50	-0.80	1.36
自然的 -- 人工的	-1.55	1.54	-1.25	1.65	-2.10	1.33
安全的 -- 危險的	-0.85	1.31	0.40	1.31	0.50	1.54
明亮的 -- 灰暗的	-1.25	1.52	-0.50	1.61	-0.95	1.43
吸引人的 -- 令人排斥的	-1.40	1.19	0.00	1.52	-0.70	1.34
和諧的 -- 突兀的	-1.15	1.04	-0.25	1.52	-0.60	1.43
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-1.35	1.09	-0.40	1.57	-0.75	1.48
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.85	1.04	-0.35	1.69	-1.05	1.39
舒適的 -- 不舒適的	-1.35	1.09	-0.05	1.39	-0.90	1.41
喜歡的 -- 討厭的	-1.60	1.10	0.05	1.70	-0.80	1.51
溫暖的 -- 冰冷的	-1.55	1.05	-0.75	1.62	-1.25	1.37
具親水性的 -- 不具親水性	-0.60	1.57	-1.85	1.42	-1.95	1.50
有趣的 -- 無聊的	-1.45	1.36	-0.45	1.64	-1.30	1.53

	 照片 25		 照片 26		 照片 27	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-1.30	1.17	1.40	1.14	1.35	1.04
自然的 -- 人工的	-1.95	1.23	0.65	1.50	0.85	1.66
安全的 -- 危險的	0.50	1.43	0.90	0.91	-0.40	1.10
明亮的 -- 灰暗的	-0.65	1.23	1.25	0.91	1.25	1.29
吸引人的 -- 令人排斥的	-1.00	1.08	1.55	0.94	1.20	1.11
和諧的 -- 突兀的	-0.60	1.31	1.30	1.30	0.95	1.19
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-1.10	1.21	1.35	0.99	0.45	1.32
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.50	1.19	1.25	0.85	1.20	1.20
舒適的 -- 不舒適的	-1.10	1.07	1.35	0.93	0.50	0.95
喜歡的 -- 討厭的	-0.90	1.45	1.65	0.88	1.25	0.97
溫暖的 -- 冰冷的	-1.20	1.36	0.95	0.89	0.45	1.32
具親水性的 -- 不具親水性	-2.05	1.36	1.25	1.16	0.95	1.54
有趣的 -- 無聊的	-1.45	1.32	1.35	0.99	1.15	1.46

	 照片 28		 照片 29		 照片 30	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	1.05	1.05	-0.65	1.09	0.50	1.19
自然的 -- 人工的	-0.30	1.63	-1.10	1.07	-0.45	1.36
安全的 -- 危險的	1.20	1.15	0.10	0.97	0.40	0.75
明亮的 -- 灰暗的	1.40	0.68	0.05	1.19	0.90	1.25
吸引人的 -- 令人排斥的	1.05	1.15	-0.85	1.23	0.80	1.51
和諧的 -- 突兀的	1.15	0.88	-0.50	1.19	0.55	1.23
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	1.20	1.06	-0.20	1.20	0.70	1.03
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.55	1.15	-0.50	1.10	0.35	0.99
舒適的 -- 不舒適的	1.30	0.98	-0.25	1.07	0.75	1.02
喜歡的 -- 討厭的	1.05	0.89	-0.55	1.10	0.80	1.28
溫暖的 -- 冰冷的	1.05	1.15	-0.55	1.00	0.75	1.33
具親水性的 -- 不具親水性	0.05	1.32	0.20	1.15	0.50	1.43
有趣的 -- 無聊的	0.60	1.14	-0.45	1.19	0.80	1.06

						
	照片 31		照片 32		照片 33	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	0.90	1.12	0.85	1.46	0.85	1.14
自然的 -- 人工的	-1.05	1.39	-0.75	1.48	-0.65	1.18
安全的 -- 危險的	1.10	0.85	1.10	1.21	0.95	1.15
明亮的 -- 灰暗的	1.50	0.69	1.30	1.30	1.40	1.10
吸引人的 -- 令人排斥的	1.30	0.98	1.10	1.21	1.20	1.47
和諧的 -- 突兀的	0.90	1.33	0.50	1.28	0.50	1.32
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	1.15	0.99	0.70	1.53	0.95	1.39
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.75	0.97	1.05	1.19	0.80	1.15
舒適的 -- 不舒適的	0.85	0.99	0.55	1.28	0.75	1.25
喜歡的 -- 討厭的	1.20	1.01	0.70	1.53	0.70	1.22
溫暖的 -- 冰冷的	0.85	1.35	0.60	1.31	0.55	1.23
具親水性的 -- 不具親水性	-0.60	1.35	1.15	1.35	-1.25	1.48
有趣的 -- 無聊的	0.80	0.95	1.15	1.09	0.35	1.31

						
	照片 34		照片 35		照片 36	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.30	1.56	-0.25	1.65	-1.00	1.34
自然的 -- 人工的	-1.25	1.21	-1.45	1.23	-0.70	1.63
安全的 -- 危險的	-0.05	1.00	0.35	1.46	-0.50	1.15
明亮的 -- 灰暗的	0.45	1.43	1.45	1.10	0.55	1.43
吸引人的 -- 令人排斥的	-0.30	1.42	-0.10	1.83	-1.00	1.17
和諧的 -- 突兀的	-0.15	1.46	-0.05	0.94	-0.65	1.31
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	0.00	1.21	-0.10	1.29	-0.55	1.05
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.05	1.28	-0.35	1.18	-1.00	1.03
舒適的 -- 不舒適的	-0.35	1.14	-0.40	1.31	-1.25	1.02
喜歡的 -- 討厭的	-0.05	1.39	-0.30	1.69	-1.40	0.94
溫暖的 -- 冰冷的	-0.15	1.31	0.45	1.19	-0.70	1.13
具親水性的 -- 不具親水性	0.05	1.61	-0.05	1.64	-0.40	1.70
有趣的 -- 無聊的	-0.05	1.28	-0.40	1.39	-1.30	1.22

	 照片 37		 照片 38		 照片 39	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-2.00	0.79	-0.15	1.23	-1.80	1.32
自然的 -- 人工的	-1.60	1.39	-0.40	1.54	-2.05	1.00
安全的 -- 危險的	-0.95	1.28	0.00	0.92	-1.05	1.43
明亮的 -- 灰暗的	-0.45	1.39	0.00	1.30	-0.45	1.32
吸引人的 -- 令人排斥的	-1.35	1.18	-0.25	1.02	-1.85	0.99
和諧的 -- 突兀的	-1.35	1.35	-0.50	1.05	-1.60	0.99
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-1.30	1.17	-0.10	0.97	-1.70	0.92
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.35	1.04	-0.70	1.08	-1.90	1.21
舒適的 -- 不舒適的	-1.60	1.14	-0.50	1.15	-2.05	0.89
喜歡的 -- 討厭的	-1.70	1.22	-0.50	1.24	-1.90	1.12
溫暖的 -- 冰冷的	-1.30	1.26	-0.75	1.25	-1.65	1.39
具親水性的 -- 不具親水性	0.35	1.95	-0.60	1.67	-1.10	1.94
有趣的 -- 無聊的	-1.50	1.15	-1.00	1.49	-1.75	1.33

	 照片 40		 照片 41		 照片 42	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	0.50	1.24	-0.65	1.14	-0.10	1.12
自然的 -- 人工的	0.00	1.56	-0.90	1.41	-1.10	0.97
安全的 -- 危險的	0.45	1.50	-0.50	1.15	-0.45	1.19
明亮的 -- 灰暗的	1.20	0.95	-0.40	1.43	-0.65	1.14
吸引人的 -- 令人排斥的	0.20	1.28	-1.15	1.14	-0.30	1.03
和諧的 -- 突兀的	-0.60	1.39	-0.05	1.19	0.00	1.03
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-0.05	1.32	-0.90	0.97	-0.15	1.14
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.35	1.23	-1.75	1.16	-0.40	1.31
舒適的 -- 不舒適的	0.15	1.27	-1.20	1.28	-0.35	1.09
喜歡的 -- 討厭的	0.05	1.39	-1.20	1.51	-0.45	1.10
溫暖的 -- 冰冷的	0.35	1.14	-1.50	1.40	-0.95	0.83
具親水性的 -- 不具親水性	-1.75	1.16	-0.05	1.23	-0.95	1.10
有趣的 -- 無聊的	-0.30	1.34	-1.45	1.15	-0.50	1.24

						
	照片 43		照片 44		照片 45	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	0.50	1.00	-0.75	0.91	-0.85	1.09
自然的 -- 人工的	-1.60	0.99	-1.25	1.02	-1.70	0.73
安全的 -- 危險的	1.10	0.79	-0.55	1.05	0.00	1.03
明亮的 -- 灰暗的	1.30	0.80	-0.70	1.26	-0.40	1.27
吸引人的 -- 令人排斥的	1.05	0.69	-1.20	1.15	-0.65	0.99
和諧的 -- 突兀的	0.75	1.21	-0.50	1.05	-0.50	1.24
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	0.60	0.99	-0.70	1.03	-0.45	0.76
生動活潑的 -- 單調枯燥的	0.75	1.16	-1.25	0.97	-0.65	0.88
舒適的 -- 不舒適的	0.50	1.05	-1.00	1.03	-0.75	0.72
喜歡的 -- 討厭的	0.50	1.00	-1.05	0.89	-0.75	0.97
溫暖的 -- 冰冷的	0.75	0.79	-1.10	1.17	-0.45	0.83
具親水性的 -- 不具親水性	-1.35	1.27	-0.30	1.17	-0.10	1.29
有趣的 -- 無聊的	0.50	1.10	-1.10	1.33	-0.70	0.80

	 照片 46		 照片 47		 照片 48	
	M	SD	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.90	1.02	-1.05	1.19	-0.80	1.11
自然的 -- 人工的	-1.00	1.38	-1.55	1.36	-1.45	1.05
安全的 -- 危險的	-0.30	1.42	0.25	1.33	-0.10	1.12
明亮的 -- 灰暗的	-0.10	1.37	-0.70	1.34	-0.15	1.27
吸引人的 -- 令人排斥的	-0.75	0.72	-1.20	0.95	-1.00	0.86
和諧的 -- 突兀的	-0.05	1.19	-0.35	0.93	-0.65	0.88
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-0.70	0.86	-0.80	1.20	-0.60	1.23
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.40	1.05	-0.90	1.12	-0.80	0.95
舒適的 -- 不舒適的	-1.10	0.79	-1.05	1.05	-0.85	0.81
喜歡的 -- 討厭的	-1.05	0.89	-0.90	1.02	-1.05	0.94
溫暖的 -- 冰冷的	-0.75	0.97	-0.55	1.28	-0.75	1.25
具親水性的 -- 不具親水性	-0.15	1.60	-0.20	1.47	-0.50	1.36
有趣的 -- 無聊的	-1.10	0.97	-0.85	0.88	-1.05	0.60

				
	照片 49		照片 50	
	M	SD	M	SD
美麗的 -- 醜陋的	-0.80	1.20	-0.30	1.45
自然的 -- 人工的	-0.75	1.55	-1.80	1.15
安全的 -- 危險的	0.25	1.29	0.65	1.53
明亮的 -- 灰暗的	0.10	1.25	0.05	1.57
吸引人的 -- 令人排斥的	-0.80	0.70	-0.60	1.39
和諧的 -- 突兀的	-0.45	1.43	0.00	1.41
輕鬆自在的 -- 沉重壓迫的	-0.60	0.68	-0.75	1.45
生動活潑的 -- 單調枯燥的	-1.15	0.88	-1.15	1.53
舒適的 -- 不舒適的	-0.95	0.89	-0.60	1.39
喜歡的 -- 討厭的	-1.10	0.79	-0.70	1.49
溫暖的 -- 冰冷的	-1.00	0.97	-0.65	1.46
具親水性的 -- 不具親水性	-0.75	1.33	-2.25	1.37
有趣的 -- 無聊的	-1.05	0.83	-0.95	1.47

附錄六

專家座談會議紀錄

附錄 6.1

港灣生態景觀營造規劃設計

第 1 次專家座談會

座談會時間：98 年 6 月 1 號上午 9:30

座談會地點：新竹市大學路 1001 號 國立交通大學工程二館 329 室

主持人：郭一羽

出席人員：邱永芳、簡仲璟、李俊穎、蕭俊賢、陸曉筠、廖賢波

王价巨、朱達仁、李麗雪、郭一羽

主持人報告：(略)

簡報者：李麗雪

討論事項

1. 整體景觀美質綜合性評價各項因子的權重
2. 分區改善執行優先次序各項因子的權重

記錄者：黃俊儒

專家發言

邱永芳主任

希望本計畫可提出港灣跟生態景觀結合之準則，將舊有以營運為目標的港灣，改變成跟民眾親近結合的港灣。本計畫可以提出適用於各港口的生態景觀營造規劃設計準則，各港務局日後港灣營造操作都可使用此準則以做為規範。目前是選擇高雄和花蓮，來當所提出的方

法和準則的實例說明。花蓮在東部是唯一可開發的景觀遊憩點，而高雄港有西子灣，將高雄港依特性分區規劃處理；把花蓮港擺在計畫重點部分，因為知道花蓮港的營運 99.7%都是在礦石(石頭、砂石)，對環境及營運都是走下坡的因素。因為現在中國大陸、菲律賓的砂石進來，而且以後西部河川的開發及排水的整治計劃都會觸及到砂石這一塊，所以砂石如果再繼續當成花蓮港的主要營運，花蓮港的營運一定會走下坡。

配合東部花蓮的洄瀾計劃，有一部分是七星潭的遊憩觀光規劃區域，是江教授所提的洄瀾新都心，還有一個洄瀾舊都心，都在市區裡面，所以有兩心。所以現在先把花蓮港舊防波堤整治好，再分成兩個港，一個是砂石港，一個是遊憩港。

希望把花蓮這個國際港變成一個比較漂亮的遊憩港，讓它融入七星潭，讓它融入南北濱。南北濱現在都是岩石海岸，看起來親水性不高，且比較危險。雖然要改造起來很困難，但是如果這個部分跟七星潭結合起來的話，一定是台灣的峇里島，而且是比峇里島還漂亮的地方。當然這些想法會跟港務局有些矛盾與衝突，但是想提出一個有願景的計劃，讓花蓮港成為一個結合人跟水的地方。將這個地方做一個好的開發，並訂出一個以後各港開發規劃的準則。

簡仲璟科長

國內目前都非常重視景觀和生態，如果一個地方沒有景觀及生態環境就不容易發展遊憩。如果看一張空曠海邊照片，觀賞者就不會留下特別印象，視覺影響就不大，如果照片多兩隻海鷗，視覺上就會很漂亮，所以如何去拍攝照片，一定會影響到整個景觀評估的分數。

地形因子也會影響港灣視覺景觀評分，且各港口的地形因子不太相同，例如：花蓮港在景觀上有自然的高度落差。所以港灣視覺景觀評估因子則需先決定其權重比例。

蕭俊賢組長

依照現行建築法規定建築設施物更新，需要建築執照及建築許可。在民國 72 年花蓮港務局以整個商港法來涵蓋建築法，可是到地方自治法的時候，地方政府並不承認商港法。所以商港法是徒備一個法的外表而已，實質內容並不能夠涵蓋觀光遊憩設施的建造。希望本計畫可制定規範手冊，花蓮港務局可依照本計畫制訂準則，施作港灣生態景觀營造。

陸曉筠老師

- 1.因高雄港與花蓮港的風格不同，及觀看美質問卷照片流程的動線也不太一樣，可依各港灣特色增加不同的自然因子。
- 2.因氣候和天氣影響各港口有不同顏色，建議先將景觀美值問卷的照片拆成許多細部因子，在以問卷成績去兩兩比對，抓出不同因子的優先順序。
3. 在港灣跟生態景觀結合方面，可參考國外港口在景觀及開發方面已制定的準則，例：雪梨港、加州。

廖賢波老師

- 1.本計畫中生態景觀營造規劃設計，將如何整合各港灣周邊的資源。
- 2.建議港灣營造要列入各港口營運時所產生的影響因子。例：吊車工作產生的噪音。
- 3.在各港灣施作景觀營造規劃設計時須把生態環境和景觀為最主要考量的因子，以及如何永續發展留給下一代良好的環境為最重要。

王价巨老師

- 1.建議從港灣的環境安全及環境容受力評估(防災及永續發展的評估)，確認適合投入資源或再規劃的區位。
- 2.建議各港灣可從三度空間思考整體環境，並同時考量港灣內外的相互關係(海⇄港灣⇄都市)。
 - (1).港灣內外建築特質與環境景觀是否一致或可接受。
 - (2).地方特質和環境串接應適度因考量都市設計的引入。
 - (3).港灣內原有機能是否也成為景觀創造或使用經驗的一環。
- 3.美質問卷照片因子可考慮不同的角色對於各港灣空間有不同的景觀需求，例：公部門、居民、遊客。
- 4.本計畫可從永續經營的角度考量生態景觀規劃可以發揮的功能做為定位。
 - (1).港灣內舊有機能的特殊性保存與再利用。
 - (2).港灣新功能的引入：文化創意與生活性格。
- 5.設施物以美學的觀點評估，以現在探討工業移植的結構物美學，主要注重於建築物是否可以在被再利用，舊有建築移植新的產業文化。例：德國工業區鋼鐵工廠轉換成熱門音樂中心。

朱達仁老師

- 1.先取金山漁港的案例，因為台灣大部分的港也都是漁港。也因為漁港的使用功能不同，在政府和民眾的角度來看有不同的目的性。金山漁港有金山溫泉，但漁業資源已經慢慢枯竭，所以在政府的立場是想把金山漁港轉成休憩功能為主、漁業功能為輔的漁港。
- 2.如果港灣要以施作成更高經濟性價值的商港為目的，分區化的問題

必須要先行討論。第一、不影響航道功能設計，第二、不能影響靠泊功能的設計，第三、不能影響港灣卸貨及堆貨功能的設計，第四、不能影響貨車進出功能的設計，第五、港灣離都市距離越近越繁榮。

- 3.一般的遊憩活動有賞景和散步，所以可以考慮到一些步道及座椅，甚至在港區附近可以喝咖啡或餐飲，也可以聽音樂。再來，可以在岸邊岸釣。更甚至如果水很乾淨的話，還可以游泳。可以在類似圓形廣場的地方設計戲水區，民眾可以玩水和聽音樂。非車道的地方可以變成人行道、自行車道，非卸貨區可設計成戲水區、涼亭、咖啡座和堡塔。
- 4.港區生態有兩個部分，一是生物性生態（水域動植物及陸域動植物），一是人對環境所產生的生態性，包含空氣和水的汙染問題，都需列入考慮。

主持人會議結論

- 1.現地拍攝的美質問卷照片拍攝時間規定在上午 11 點到下午 2 點，以消除氣候、天氣對照片大部分的影響，但各港口色調還是有差異，未來希望可做出東部、北部，中部不同港灣不同的色彩(色調)。
- 2.以新加坡的 Sentosa 為例，對面是個貨運港口，但 Sentosa 的觀光遊憩與貨港結合非常良好，主要注重生態、植栽的營造，所以高雄港的旗津和部分的花蓮港可參考新加坡 Sentosa 來實行。
- 3.日後將先確定一般性的港灣美質基本準則，未來在參考國內外案例，再舉辦專家研討的方式，針對不同港口進行不同的改善。
- 4.各港灣的美質問卷照片內外不同的角度，如高處因子、觀看的角度及距離的不同等，日後可考慮列入研究範圍。
- 5.本計畫在景觀營造方面可結合部分港灣原有的結構物，使其具景觀

正面的感受。例：花蓮港的鐵路。

6.設施物以美學的觀點評估，該如何對設施物的美感定量化，如何找出建築物對於景觀美質的因子尚待突破。

附錄 6.2

港灣生態景觀營造規劃設計

第 2 次專家座談會

座談會時間:98 年 6 月 2 號上午 9:30

座談會地點:新竹市大學路 1001 號 國立交通大學工程二館 219 室

主持人:郭一羽

出席人員: 陳天佑、張莉欣、朱志光、李麗雪、郭一羽

主持人報告:(略)

簡報者:李麗雪

討論事項

1. 整體景觀美質綜合性評價各項因子的權重
2. 分區改善執行優先次序各項因子的權重

記錄者:周信昱

專家發言

陳天佑老師

- 1.建議研究項目的結構物之文字用詞，改稱為設施物，對於研究內容較為適合。
- 2.現地調查中，受訪者的專業程度，是否能理解問卷的題意，以及調查者對受訪者詮釋問卷題意時，調查者的用句遣詞是否具有
一致性。

- 3.計畫研究中欲進行營造港灣景觀規劃時，建議將周遭的環境事物，納入規劃研究的項目。
- 4.現地中高雄港舊有的設施物以及其置放空間，研究計畫的處理方式是欲保留或移除或作為其他用途。建議可將舊有的設施物及其放置空間，發展為適合各年齡層的遊憩休閒區。
5. 研究計畫中，港灣的整體景觀美質綜合性評估，建議將視覺景觀結構物的美質權重，與植栽以及水質之美質權重，景觀結構物所占比例要為三者中最高。
- 6.簡報中對於港灣規劃之分區改善執行優先次序，建議可將所提之景觀等級、可行性、需求性、開發成本、開發效益，這五項因子的權重以綜合性景觀等級>需求性>可行性>開發效益>開發成本，為各因子的權重排比順序。
- 7.設施物的美質評估，建議可以景觀的方式評估，例如歷史性的建物，可分為一級古蹟、二級古蹟評量，或是建物は構造工法特殊、建材特殊，都將有保留的價值。

張莉欣老師

1. 港灣設施物的視覺層面，建議可將各類不同之設施物，分類討論或是以各區域的適用性探討，再進行分析研究，較可提出確切的建議。
- 2.受測者或是遊客觀看港灣的角度，會因觀看者的所在位置而有所不同，建議可將觀看的視線分為，由陸地向海面觀看以及從海面往陸地觀看，兩種不同視線的景觀，都可納入景觀營造規劃的設計因子。
- 3.調查區域中的高雄愛河，其日間與夜間的景觀，各自有其不同的美感，兩者都非常具有營造的價值，建議可將愛河夜間的景觀納入

研究中。

4. 現地問卷調查，受測者離港口的距離遠近不同，受測者對於視覺與嗅覺也會有不同的觀感，建議可選擇固定的測點，讓受訪者在同一受測條件下做問卷。
5. 植栽景觀評估中計算現地生態指數的部分，建議可將評估因子的綠覆率改為綠視率。評估植栽的生物多樣性指數，建議用複層植栽因子會比生物多樣性指數較為適合。
6. 計畫中的調查樣區，在不同的環境分區中，其設施物種類特色有所不同，建議環境分區可分為 2 至 3 種種類，操作上較為方便且應用的可能性也較為廣闊。
7. 需考量簡報中所述之分區執行優先次序，其各項目的執行可行性。以及分區執行優先次序中的研究項目，其命名應避免各項目間關係有重疊的可能。
8. 調查時海水的水色是視覺重要的因子，並且建議納入水體透明度，以做為視覺問卷的感受因子。
9. 調查民眾對於海水之嗅覺感受度時，建議可用有無感覺到臭味來進行問卷的評分等級，再將問卷的評分結果與水質檢測數據做分析研究，以民眾感受到臭味時的檢測值，當作水質因子對於嗅覺感受度的門檻關鍵值。

高雄港務局 朱志光科長

1. 建議可以論述港灣的整體景觀，其觀看的角度與距離，給與觀看者的感受。以及論述港灣的整體景觀，其規劃與營造的比例尺之尺度拿捏。
2. 港灣規劃設計準則，可先配合都市計畫相關法令，考量綠帶景觀搭

配，納入準則研擬。

3. 建議報告書中可論述或說明，現地進行的問卷調查，是否有區分年齡層的考量。
4. 建議港灣生態景觀營造規劃設計的研究結果，可邀集具港灣設計能力的顧問公司做交流。
5. 港口與市區的管理機制不同，建議可將如何協調港口與市區的交界地帶，納入研究考量。
6. 港灣中的歷史性設施物，在本次座談會所討論的景觀營造規劃設計中之權重，請以商港特性予以考量。
7. 簡報中的綜合性評價等級，其給分的標準，建議由零為起始值，作為評等的區分標準。

主持人會議結論

1. 將納入各位來賓的寶貴意見，修正目前的研究。把問卷中的照片依圖片的空間分為前景、中景、遠景，再將各景中的植栽因子，進行回歸統計的研究。
2. 由之前景觀植栽調查結果，可知花蓮港的植栽較高雄、台中、基隆良好。而本計畫往後將逐步規畫各港口的植栽概念，是以營造出適合各年齡層的使用為目標。
3. 由 30 多個港口的研究結果，可發現灰綠色調與藍綠色調的設施物，民眾的接受度為最高。
4. 植栽美學的問題中，生態因子是否可納入美學評估中，本計劃將嘗試納入考慮。
5. 之前有研究過水質因子，對於視覺與嗅覺的感受度，但受測者離水的距離與觀看的角度以及觀看的方向，日後可考慮列入本計

畫的研究範圍。

- 6.設施物以美學的觀點評估，該如何對設施物的美感定量化，如何找出建築物的景觀美質因子相當困難。例如起重機的排列方式等，大概只能給予原則或基本概念，以便工程的執行。
- 7.由多方位來考慮港口景觀有必要性，限於時間因素，本研究將先以由陸地朝向水面來考慮。鳥瞰的景觀要求隨需求性再加以考慮。港區外的建築牽涉到都市計劃和市政建設，本計劃暫無法涵蓋在研究範圍內。

附錄 6.3

港灣生態景觀營造規劃設計

第3次專家座談會

座談會時間： 98年10月2日上午9:30

座談會地點：台中縣梧棲鎮中橫十路2號

交通部運輸研究所港灣技術研究中心 1F 會議室

主持人：郭一羽

出席人員：葉美智、鄒君瑋、陳淑珍、簡仲璟、李俊穎、朱達仁、李麗雪、郭一羽

主持人報告：(略)

簡報者：郭一羽、李麗雪

討論事項：

- 1.計畫案說明
- 2.「港灣環境景觀美質營造及改善操作」重點及流程說明
- 3.港灣景觀美質設計手法模擬影片介紹
- 4.專家指導

專家意見

葉美智 教授

1. 本案透過先驅研究，將研究結果納入實務設計，誠屬難得。
2. 應確定港灣設計完成後，主要使用對象是哪些人，並且考慮其使用行為可能會影響景觀設計之操作。
3. 考量後續管理維護問題，例如草皮較難維護，所以應可考慮將

草皮換成卵礫石或者不同之地被植物，納入設計規範中。

陳淑珍 老師

1. 建議加入景觀空間的紋理抽離、組合與分析。
2. 以景觀美學的三線概念(天際線、地平線、層次線)思考景觀空間設計置入或減少。
3. 建議增加視覺化的改變呈現 ex:置入不同色調、量體或樣式
4. 增加港灣景觀設計動化的真實性，並且不要忽略影響環境的因素。在定格中的畫面中，著重真實元素與背景的重現。
5. 考量色彩學和光學或環境色彩學的差異。
6. 參考書籍: 共鳴的環境—田園城市文化出版。

鄒君瑋 經理

1. 建議應先針對前景、中景、背景之距離及觀賞者的視角與視高資料予以量話說明。
2. 港灣的類型是否能加以定義並配合類型訂定不同的原則規範(惟以符合計畫性質及經費比例為基本)。
3. 植栽的模擬類型僅有草皮(地被)、棕櫚(喬木)，請說明為何缺乏灌木之配置。
4. 植栽的種植與後續管理是否能在港口碼頭的土木結構物上(沉箱及硬鋪面)落實?
5. 設計原則 8、船舶的變項在背景中的角色是否應排除或重新定義?模擬圖之設施位置宜考量是否與原有港灣設施之功能與基

本作業空間相衝突？

主持人會議結論

1. 商港、漁港、遊憩港將分別採用不同設計規範來進行景觀建造。
2. 本研究是進行花蓮港景觀美質改善，其設計型態類似都市整體規劃，會依照基本的都市設計原則方向來進行景觀設計，細節部份也會進行調整。
3. 這階段的研究是以港灣的環境元素來討論，所以在植栽方面並不進行細分。先前研究植栽元素及綠化因子與美質的分析討論裡，包含較詳細的植栽種類劃分，ex:喬木、棕櫚、灌木及地被植物...等。
4. 研究成果顯示灌木在前景及中景對於景觀美質是較負面的。
5. 船舶若為整齊排列，形成港灣的特殊意象，可為港灣景觀美質加分。但船舶的週邊設施，ex:護岸，碰船墊...等，會使整體凌亂，所以會形成負面影響。船支種類亦會造成不同的視覺感受，工作船、帆船或遊艇扮演的角色不同。拍攝照片時，花蓮港大多是工作船，得到的結果必然是負面影響。
6. 移動元素，ex:汽車、船舶、海鳥...等，因不能掌控其出現時間，不列入分析研究討論。
7. 因考慮讓設計者容易使用，所以採用劃分前景、中景、背景的面積計算方式，再進行回歸分析求得美質迴歸方程式。

附錄七

期末報告審查意見及辦理情形說明表

**交通部運輸研究所自辦研究計畫
期末報告審查意見處理情形表**

計畫名稱：港灣生態景觀規劃設計應用研究（1/4）

參與審查人員 及其所提之意見	處理情形
<p>一、林銘崇委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究規劃具前瞻性，研究內容相當完整。 2. 提出具體評估模式，具參考價值。 3. 親水性、植栽景觀，水質淨化，生態等之相互影響可考慮納入探討。 4. 建物景觀與透視學之聯結應用。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝肯定。 2. 謝謝。 3. 參酌辦理。 4. 透視學為建築設計之專業領域，後續將邀集相關學者專家共同討論參與。
<p>二、李兆芳委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 內容豐富，資料彙整，具參考性。 2. 可以就港灣特性加以強調，以和一般性區格。 3. 實際應用中涉及長期維護可加以考慮。 4. 景觀遊憩相輔相成，整合概念可以考慮。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝肯定。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。 4. 基本上景觀的營造目的之一為遊憩，後續研究參照委員意見納入整合的概念。
<p>三、黃清和委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研究目標定位明確，研究團隊因成員專長背景，第一年有如此成果值得肯定。 2. 水質調查建議，增加污染源追蹤。 3. 景觀設計準則，見人見智，惟大部限於經費，建議應針對各港區位，環境建立各港特色，而讓特色應是「唯一」而非「第一」 4. 研究面相寬闊，惟深度略嫌不足。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝肯定。 2. 參酌辦理。 3. 景觀屬美學的領域，然美學是很難依科學作定量評估，因為，觀景者之美學素養、情緒狀態、個人喜好對評估結果皆有關連。本計畫著重於一般性之參考準則擬定，對於各港特有之景觀形色將提醒手冊使用者另加注意。 4. 後續將研擬相關重要課題，強化進一步之深入研究。
<p>四、岳景雲委員</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 以一年時間完成港灣生態景觀研究內容豐富資料充足研究團隊值得肯定。 2. 港區結構物設施營造案例說明(P5-28)，若有改善前、後之比對可以方便閱讀、欣賞並加註國內、外地點。 3. 自然水質淨化技術透水性防波堤國外何處有採用，國內是否可行？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝肯定。 2. 所附圖片僅是配合案例說明，加強讀者之認知，並無改善前、後之比對資料。 3. 目前國內尚無實際之透水性防波堤使用案例，但未來應可嘗試進行，因為，日本有相關案例可供參考。

<p>4. P4-26 基隆港”餒”港→”內港”</p> <p>5. P4-32 孔洞”是”碼頭→”式”</p>	<p>4. 已修正。</p> <p>5. 已修正。</p>
<p>五、楊德良委員</p> <p>1. 短短一年內，已把基本架構大致建立，誠屬難得，給予高度肯定。</p> <p>2. 如果可能，各種評估方法，僅量能計量 SOP，強調各港之特色，而非廣泛之水質、景觀準則。</p> <p>3. 仍有一些文字上之錯誤，請在期末報告修正之。</p>	<p>1. 感謝肯定。</p> <p>2. 參酌辦理。本計畫著重於一般性之參考準則擬定，對於各港特有之景觀形色將提醒手冊使用者另加注意。</p> <p>3. 遵照辦理。</p>
<p>六、主席裁示：</p> <p>審查委員所提意見，請參考列入計畫之報告完稿修訂辦理。所提建議納入後續研究計畫參酌。</p>	

附錄八

期末審查簡報

九十八年度科技計畫期末審查
計畫編號：MOTC-IOT-98-H3DA001

港灣生態景觀規劃設計應用研究(1/4)



報告人：簡仲璟 科長
梧棲，台中 2010/03/16

<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

港灣生態景觀規劃設計應用研究

研究期程：98/01~101/12
研究經費：3,600仟元(98年度)
研究人力：李俊穎、簡仲璟
工作重點(98)：

- 1.水質淨化技術資料蒐集與探討
- 2.訂定港灣生態環境評估準則
- 3.訂定生態性港灣水中結構物設計準則
- 4.港灣環境景觀營造技術資料蒐集與探討
- 5.擬定港灣景觀美質評估準則

<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

港灣生態景觀規劃設計應用研究

計畫目的

近年來公程會積極推動推動工程要兼具安全、生態和景觀，更要求公共建設的實施必須盡量同時進行環境營造。港灣是擁有生態與景觀豐富的地區，但以往港灣建設對海岸環境造成不少的傷害。故在能夠維持航運正常運作下，如何兼顧生態景觀甚至復育自然環境，是本計劃所欲研究的課題。

然而從實際執行的層面檢視，安全、生態與景觀要同時兼顧是相當不容易的事，因為一方面三者彼此間往往相互衝突，另一方面三者各須具備不同的知識背景。因此，環境營造的實現，必須有多方面知識的整合，同時制訂港灣生態景觀環境營造操作參考手冊提供港灣工程人員於工程規劃設計時之參考，而有助於優質港灣環境之營造(綠色港口)。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

港灣景觀美質評估

港區植栽

港區設施物

港區環境色彩



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

相關研究

綠化植栽本身即是重要的景觀元素，除同時可以修飾、遮蔽可能造成視覺衝擊的設施，並擔任調和周遭環境的角色。一般而言，無論是視覺面積的佔有率，或是實際上的數量，植栽所佔的比例越高其成效越佳。

植栽之組成與結構對景觀美質具有影響性，其中包括林相、叢生、植物分層結構、綠覆率、林木組成、喬木狀態等是最常被研究的要素。

植栽之綠覆率是評價環境品質的標準之一，其有緩和空間擁擠感、舒緩壓力的功能，綠覆率愈高愈能達成心理上舒適美感之功能。



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

評估資料蒐集調查

1.問卷設計：

參考文獻篩選二極的語義問項共十個，分別為美麗的--醜陋的、自然的--人工的、安全的--危險的、明亮的--灰暗的、親近的--疏遠的、協調的--突兀的、輕鬆的--壓迫的、生動的--單調的、舒適的--不舒適的、喜歡的--討厭的。

2.相片拍攝及因子計算：

植栽景觀相片拍攝時間是選擇日照良好的時段，沿著花蓮港遊客主要行進路線拍攝，相片的取樣是以植栽為主體，以平視方式取景，最後選取23張較具代表性之相片進行評估。植栽綠化因子則包含了喬木歧異度 λ 、喬木歧異度 H' 、自然度、喬木/地被面積比、喬木/灌木面積比、綠覆率的計算。



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

評估資料蒐集調查

3.問卷調查：

將相片隨機排列，並予以編號。進行問卷調查時，首先對受測者說明本研究的目的及進行方式，再將所有相片（剔除編號）先快速播放影像一遍，接著播放相片每張間隔約45秒，由受測者就各相片的美質評價及各項認知語義進行非常(+3)--普通(0)--非常(-3)成對語義形容詞感受程度勾選。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

劃分評估分級

依問卷調查的結果進行評估分級的劃分，以判別港灣景觀的植栽美質等級如附表，港灣可依照所屬的等級來進行港灣植栽美質改善之參考標準。問卷統計結果顯示，在23個樣區中，美質評分的最高分為1.63分，最低分為-0.72分。

植栽美質等級	總分	等級描述	經營管理策略
A	2~3	優越級	植栽保護
B	1~2	美質級	植栽保存
C	0~1	普通級	植栽可改變
D	-1~0	差級	植栽改善
E	-3~-1	劣級	植栽更新



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

問卷調查美質排名



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

美質感受分數超過1分以上者的共同點皆為人工鋪面步道相對少，且具有大面積無破碎的草生地；而美質感受分數低於0分者其評價低的原因，推估應是該地單純為棕櫚科植生較不被民眾喜好，另外邊坡地區由於視覺上易有不易親近之感，以致相同條件下坡地上植生通常評價相對平地較低。

由綠化因子與景觀美質做相關分析，發現各項植栽綠化因子中，初步呈現以植群多樣性（ λ 歧異度指數）、綠覆率與美質具有相關性。其中與歧異度指數呈負相關，顯示若多樣性越高(表植群類型愈豐富)，民眾對該景觀美質評價愈低；另景觀美質與綠覆率呈正相關，顯示綠化面積愈大，民眾對該景觀美質評價愈高。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

運用SPSS統計軟體計算分析問卷資料，以求得植栽美質迴歸方程式(標準化)，如下。結果顯示該方程式共包含7個自變數：前景的喬木及棕櫚、前景的地被植物、中景的鋪面及道路、遠景的喬木及棕櫚、遠景的天空、喬木歧異度H'和喬木/地被面積比。並且R平方高達0.889，也顯示迴歸方程式對美質分數的評估，具有良好的準確性。

美質分數 = $-0.767 * \text{前景的喬木及棕櫚} + 0.738 * \text{前景的地被植物} - 0.287 * \text{中景的鋪面及道路} + 0.593 * \text{背景喬木及棕櫚} + 0.622 * \text{背景的天空} + 0.285 * \text{喬木歧異度H}' + 0.661 * \text{喬木/地被面積比}$



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

植栽景觀評估模式

植栽設計準則

1. 前景增加地被植物，減少喬木及棕櫚。
2. 中景減少鋪面及道路。
3. 遠景增加喬木及棕櫚。
4. 全景提高喬木歧異度H'及喬木/地被面積比。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

相關研究

一般人對景觀偏好的評值是對開放空間、自然空間及容易被定義的空間有較高的偏好；相對的，如果是充滿人造物的空間，荒廢的空間，空間機能定義模糊而無法明確知道其用途時，偏好評值較低。

環境品質會隨人造設施物數量的增加而降低，但隨人造設施物的品質之提高而提高。

國人從事戶外遊憩時賞景為主要遊憩活動項目，因此，景觀美質是人們選擇戶外遊憩場所時的重要考慮因素之一。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

評估資料蒐集調查

1. 問卷設計：

參考文獻篩選二極的語義問項共十三個，分別為美麗的--醜陋的、自然的--人工的、安全的--危險的、明亮的--灰暗的、吸引人的--令人排斥的、和諧的--突兀的、輕鬆自在的--沉重壓迫的、生動活潑的--單調枯燥的、舒適的--不舒適的、喜歡的--討厭的、溫暖的--冰冷的、具親水性的--不具親水性的、有趣的--無聊的。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

評估資料蒐集調查

2. 相片拍攝及因子計算：

植栽景觀相片拍攝時間是選擇日照良好的時段，沿著花蓮港及高雄港遊客主要行進路線拍攝，相片的取樣是以植栽為主體，以平視方式取景，最後選取較具代表性之相片進行評估。就所拍攝的相片分別計算每張相片出現的各項設施物元素內容包含植栽、天空、海、沙灘、礫灘、礫石、礁岩、船舶、道路、硬鋪面、軟鋪面、鐵路、防波堤、消波塊、建物、景觀設施、其他設施...等。為判斷港區環境元素與觀賞者的距離遠近對美質、偏好及情緒認知的影響，故將相片裡的這些元素分成前景、中景、遠景三部份分開來計算其出現的面積比例。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

評估資料蒐集調查

3. 問卷調查：

將相片隨機排列，並予以編號。進行問卷調查時，首先對受測者說明本研究的目的及進行方式，再將所有相片（剔除編號）先快速播放影像一遍，接著播放相片每張間隔約45秒，由受測者就各相片的美質評價及各項認知語義進行非常(+3)--普通(0)--非常(-3)成對語義形容詞感受程度勾選。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

評估資料蒐集調查

照片編號		非常 +3	頗為 +2	稍微 +1	無感覺 0	稍微 -1	頗為 -2	非常 -3	
1	美麗的								醜陋的
	自然的								人工的
	安全的								危險的
	明亮的								灰暗的
	吸引人的								令人排斥的
	和諧的								突兀的
	輕鬆自在的								沉重壓迫的
	生動的								單調枯燥的
	舒適的								不舒適的
	喜歡的								討厭的
	溫暖的								冰冷的
	具親水性的								不具親水性的
	有趣的								無聊的



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

劃分評估分級

依問卷調查的結果進行評估分級的劃分，以判別港灣景觀的設施物美質等級如附表，港灣可依照所屬的等級來進行港灣設施物美質改善之參考標準。問卷統計結果顯示，在50個樣區中，美質評分的最高分為1.55分，最低分為-2.0分。

港區環境美質等級	總分	等級描述	經營管理策略
A	2~3	優越級	保護
B	1~2	美質級	保存
C	0~1	普通級	可變更
D	-1~0	差級	改善
E	-3~-1	劣級	更新



http://www.ihmt.gov.tw
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

問卷調查美質排名

美麗的

No.1



No.2



醜陋的

No.1



No.2



<http://www.thmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

問卷調查美質排名

喜歡的

No.1



No.2



討厭的

No.1



No.2



<http://www.thmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

依問卷調查可得到13個二極語義之美質認知分數，其中最普遍被民眾瞭解的語義詞為美麗的--醜陋的(美質分數)、喜歡的--討厭的(偏好分數)，將這2個語義詞所得的問卷分數抽出之後，剩下的11個語義詞再分成2組(協調性及自然親水性)問卷分數個別匯入SPSS統計軟體作因素分析。

協調性包括：舒適的--不舒適的、吸引人的--令人排斥的、溫暖的--冰冷的、生動活潑的--單調枯燥的、輕鬆自在的--沉重壓迫的、安全的--危險的、和諧的--突兀的、有趣的--無聊的、明亮的--灰暗的。

自然親水性包括：具親水性的--不具親水性的、自然的--人工的。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

美麗的--醜陋的
(美質分數)

	前景	中景			遠景			常數	R ²
	礁岩	植栽	天空	景觀設施	植栽	船舶	景觀設施		
未標準化係數	0.066	0.038	0.015	0.033	0.052	-0.085	0.118	-0.979	0.728
標準化係數	0.209	0.514	0.304	0.311	0.466	-0.197	0.261		



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

喜歡的 - 不喜歡
(偏好分數)

	前景					中景			遠景				常數	R ²
	沙灘	礫石	礁岩	軟鋪面	消波塊	植栽	天空	消波塊	海	硬鋪面	建物	景觀設施		
未標準化	-0.218	-0.043	0.137	0.02	0.025	0.028	0.021	-0.021	0.049	-0.13	0.032	0.103	1.169	0.806
標準化	-0.424	-0.222	0.388	0.445	0.33	0.34	0.367	-0.193	0.386	-0.309	0.296	0.205		



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

協調性分數

	前景			中景						常數	R ²
	沙灘	礁岩	軟鋪面	植栽	礫石	消波塊	景觀設施	其他設施			
未標準化係數	0.123	0.092	0.012	0.032	0.059	-0.02	0.039	0.017	0.498	0.761	
標準化係數	0.238	0.257	0.279	0.385	0.181	0.176	0.329	0.191			



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

自然親水性分數

	前景				中景			遠景		常數	R ²
	植栽	軟鋪面	防波堤	景觀設施	植栽	礁岩	硬鋪面	海	其他設施		
未標準化係數	-0.019	-0.011	-0.182	0.058	0.024	0.044	-0.037	0.032	-0.197	0.302	0.763
標準化係數	-0.409	-0.242	-0.434	0.172	0.289	0.265	-0.482	0.251	-0.193		



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

依迴歸式可發現前景的礁岩和中景的植栽、天空和遠景的景觀設施不僅可以讓港灣景觀產生美感，並且也同時是民眾所喜歡的元素；而遠景若出現船舶對美質分數是負面的影響。

比較特別的一項元素是消波塊，其出現在前景時是正面的影響，若移到中景便不被民眾喜愛的，因其會影響景色的整體性，讓視覺產生雜亂感。

中景的植栽對美質、偏好及協調性、自然親水性的影響強度都是正面的，可見其不僅可以提升港灣景觀的協調性，同時也扮演親水的角色。

中景的礁岩與遠景的海都能提升港灣的自然親水性；而前景的植栽、防波堤和中景的硬鋪面會使民眾與海岸產生空間的阻隔感，也比較不自然。



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

設施物景觀評估模式

設施物設計準則

- 1.前景增加礁岩、軟鋪面，減少沙灘。
- 2.中景增加植栽、景觀設施，減少消波塊。
- 3.遠景可考慮增加植栽、景觀設施。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

相關研究

環境色彩研究中最有系統、運用最廣泛的是日本色彩學專家小林重順(Shigenobu Kobayashi)所研發的色彩意象量表，使環境色彩研究能較有系統的進行討論分析。其研究認為色彩不應該是孤立存在的，而是經由三色或五色配色後，所得到的顏色感受才是真正色彩感受，因此，小林重順以130個單色將每個色彩與其他色彩配色，並且用180個語意形容詞得到每個色彩的感覺，並且與傳統色彩學中的暖(W)、冷(C)、軟(S)、硬(H)、清(K)、濁(G)等感覺形成坐標後，並與所調查出的語意軸加以研究歸納出完整的色彩意象尺度，打破了傳統上討論色彩心理學時皆是以單色獨立作探討。

<http://www.ihmt.gov.tw>

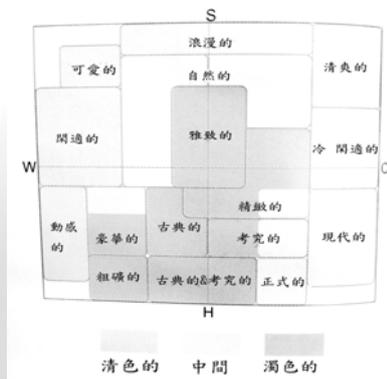


交通部運輸研究所港灣技術研究中心

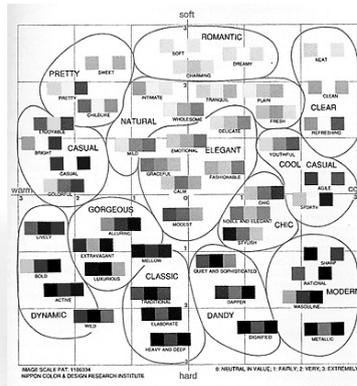
擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

相關研究



色彩意象量表



色彩意象尺度

<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

評估資料蒐集調查

1. 問卷設計：參考文獻篩選二極的語義問項共十五個。

1	2	3	4	5	6	7	8
有趣的-- 無趣的	獨特的-- 平凡的	豐富的-- 單調的	生動的-- 呆板的	輕鬆的-- 沉重的	溫暖的-- 冰冷的	愉快的-- 沈悶的	喜歡的-- 不喜歡的
9	10	11	12	13	14	15	
美麗的-- 醜陋的	柔和的-- 堅硬的	協調的-- 突兀的	整齊的-- 雜亂的	舒適的-- 不舒適的	鮮豔的-- 樸素的	明亮的-- 灰暗的	

<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

評估資料蒐集調查

2.相片拍攝及因子計算：

以SONY DSC707、35mm鏡頭相機所拍攝之影像進行調查，在拍攝的手法上考慮遊客近觀(nearview)的視角，取景時以人的眼睛前視，平行於地面的高度拍攝，拍攝時間控制在上午10時至下午2時之晴朗天氣下拍攝。

刪除不適用相片後，經三位具景觀背景人員討論、挑選出80張相片將之編號，並依相片景物特色分為1.海岸灘地景觀、2.海岸景觀、3.港灣景觀、4.港灣及海岸結構物景觀及5.植栽景觀等五組，每組16張。另外再挑選出7張桃竹苗海岸景觀之照片供語意測量時使受測者適應視覺感受的調整組。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

評估資料蒐集調查

2.相片拍攝及因子計算：

使用繪圖軟體Corel DRAW將照片轉換成色塊的點陣圖檔，並紀錄每張照片之色票與RGB值，再以數學軟體meta lab計算每個色票在畫面所佔的百分比並標示之，整理完後便可大致了解每張相片的色彩屬性為何，再對照小林重順的Color Image Sacle一書中的色彩標示，將每張照片的色票放入色彩意象量表中。

放置色票的方式是以人工比對的方式依照量表中的屬性、判斷後放入空白量表中，最後再將量表中的外圍色票框起來即顯示相片中的色彩差異之面積。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

評估資料蒐集調查

3.問卷調查：

將每組16張照片，加上共同組7張照片共23張照片，以投影機方式進行測量，先將所有影像快速播放一遍，接著由受測者觀看間隔30秒至45秒一張影像，並就影像內容勾選問卷內容中的15種語意選項。



<http://www.ihmt.gov.tw>

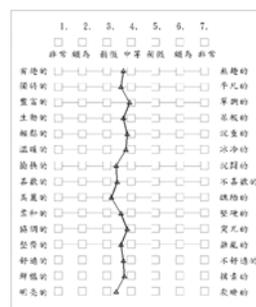
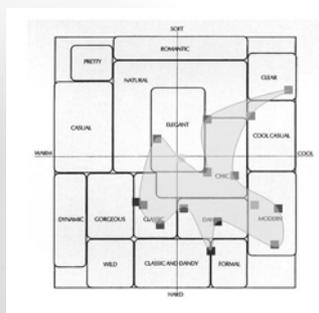
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

1.海岸灘地景觀：經疊圖後發現其意象面積不大，整體而言語意的偏好高於4的負面值並不多，當其環境色彩偏灰濁時，少色彩變化時，多被認為是較為無趣的。



<http://www.ihmt.gov.tw>

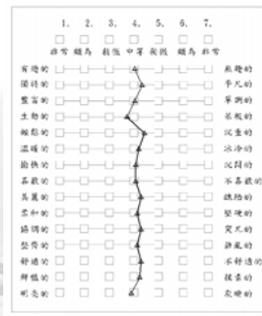
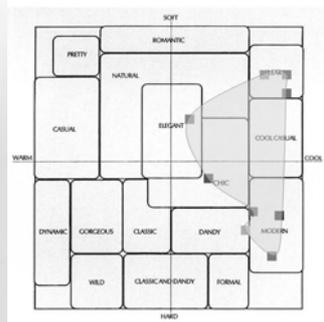
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

2.海岸景觀：本組僅明亮-灰暗及生動-呆板選項是低於4的正面值，當水色較為混濁、水色變化較少時，多被認為是醜陋的；當水色較清澈、變化多時，其美麗的評值也較高。



<http://www.ihmt.gov.tw>



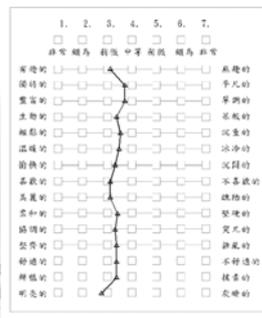
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

3.港灣景觀：本組因港區工作船、結構物等因素影響，色彩變化是五組照片裡面最大的、色彩意象的面積也是最大，此顯示港灣色彩變化多元時，各語意的偏好值也偏向正面。



<http://www.ihmt.gov.tw>



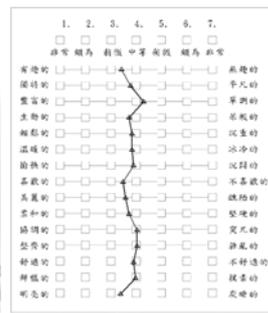
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

4.港灣及海岸結構物景觀：本組的色彩影響因素可能搭配畫面之天空、水色或灘地等色彩影響而給予評價，整體而言其在豐富-單調語意偏好偏向負面。



<http://www.ihmt.gov.tw>



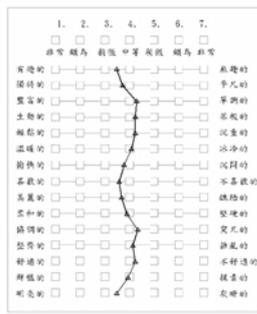
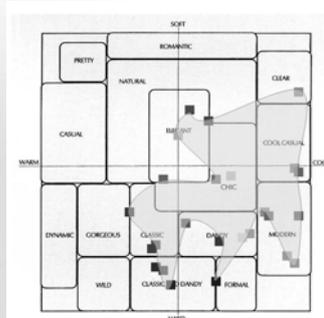
交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

結果分析及評估準則建立

5.植栽景觀：本組色彩分布較為雜亂，而影響豐富-單調、生動-呆板、輕鬆-沉重及協調-突兀等語意偏好偏向負面，但在喜歡-不喜歡及美麗-醜陋語意卻不受其他負面語意影響。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

環境色彩設計準則

- 1.環境的色彩計畫可朝向明度、彩度變化較多樣的方向進行，但要避免的是避免過多雜亂的配色。
- 2.當植栽景觀的綠色系呈現碎形狀態時，可應用生態工法的角度加以補足植群的破碎視覺，除可增加連續性的自然色彩景觀，也強化植栽景觀與港灣環境的連結性。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

擬定港灣景觀美質評估準則

環境色彩景觀評估模式

環境色彩設計準則

- 3.在自然環境如海岸灘地、海水水域等景觀上，色彩計畫應保持其完整連續性的自然調和色調為主，與港區景觀相異，在色彩上不適合過於突兀與零碎的顏色出現，此色彩設計與視覺開闔性有所相關。
- 4.整體而言西部港灣的環境色彩皆帶灰濁色，因此建議色彩計畫上可用利用清澈的色彩來使環境得到較高的美質感受。



<http://www.ihmt.gov.tw>



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

港灣生態景觀規劃設計應用研究

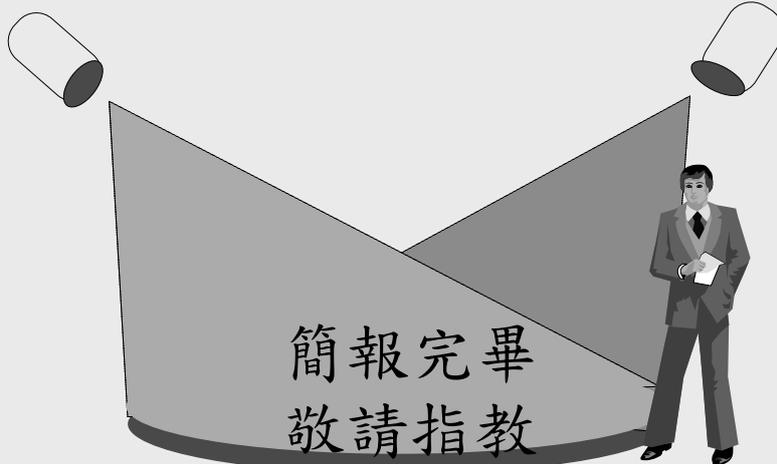
後續課題

1. 景觀美質與各景觀元素的迴歸關係，需擴充國內外的成功案例做為分析背景資料，以增加其通用性。
2. 景觀設計準則，應有實地應用案例，並加以評估分析，以驗證其有效性。
3. 除花蓮港區外，應調查其他港區的陸域植栽，並加以分析評估其生態性和景觀性。
4. 持續進行水質調查，增加包括物化性和生物性資料，以改進水質評估模式的準確性。
5. 充分引用其他相關計畫的研究成果，充實操作參考手冊(草案)之內容。



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心



<http://www.ihmt.gov.tw>

交通部運輸研究所港灣技術研究中心