100-41-7526
MOTC-IOT-99-H3DB005

港灣生態景觀營造規劃設計
(2/4)

交 通 部 運 輸 研 究 所
中 華 民 國 100 年 4 月

100-41-7526
MOTC-IOT-99-H3DB005

港灣生態景觀營造規劃設計
(2/4)

著 者：李麗雪、郭一羽、朱達仁、陳奐承、林姿宏
蔡明勳、王子仁、李奕勳、卓聖昌、陳立儒
廖家誌、邱永芳、簡仲璟、李俊穎

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 100 年 4 月

100

港灣生態景觀營造規劃設計 (2/4)

交通部運輸研究所

GPN：1010000484
定價： 350 元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)
/李麗雪等著. --初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，
民 100.04
面 ； 公分
ISBN 978-986-02-7348-9 (平裝)

1. 港埠工程 2. 水淨化 3. 環境規劃 4.景觀工程設計

443.2 100004256

港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

著　　者：李麗雪、郭一羽、朱達仁、陳奐承、林姿宏
蔡明勳、王子仁、李奕勳、卓聖昌、陳立儒
廖家誌、邱永芳、簡仲璟、李俊穎
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.ihmt.gov.tw (中文版＞中心出版品)
電　　話：(04)26587176
出版年月：中華民國 100 年 4 月
印 刷 者：
版(刷)次冊數：初版一刷 100 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： 350 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：1010000484　　ISBN：978-986-02-7348-9 (平裝)

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN978-986-02-7348-9 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010000484</td><td>運輸研究所出版品編號
100-41-7526</td><td>計畫編號
99-H3DB005</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：港研中心
主管：邱永芳
計畫主持人：簡仲璟
研究人員：李俊穎
參與人員：錢爾潔、馬維倫
陳正義，張麗瓊
聯絡電話：04-26587132
傳真號碼：04-26564415</td><td colspan="2">合作研究單位：台灣濕地學會
計畫主持人：李麗雪
研究人員：郭一羽、朱達仁、陳奐辰、林姿宏
蔡明勳、王子仁、李奕勳、卓聖昌
陳立儒、廖家誌
地址：300 新竹市五福路 2 段 707 號
聯絡電話：03-5186675</td><td>研究期間
自 99 年 3 月
至 99 年 11 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：水質淨化技術、生態環境、生態景觀</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
港灣除了要滿足海上運輸機能外，同時因為港灣也是擁有豐富景觀資源的水岸，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，因此現在港灣建設都被要求提升環境品質，或是局部開放做為親水空間。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，另方面三者各須具備不同的知識背景。
「港灣生態景觀營造規劃設計」案的目的即在藉由四年的研究成果，撰述可供工程人員做港灣生態景觀營造規劃設計時參考的準則，並研訂相關的規劃設計規範。計畫共分四年執行，第一年，擬定港灣生態景觀營造的規劃設計準則，並制訂港灣生態景觀環境營造操作參考手冊。第二年，是以花蓮港為案例，建立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方案，及進行港灣生態景觀環境營造操作參考手冊修補。第三年，是就台北港進行案例分析，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，及進行研擬港灣生態景觀營造規劃設計的相關設計規範。第四年，制定適用於國內港灣工程規劃設計之規範手冊，並分別就四大港灣的環境特性，擬定適地的相關設計準則及規範。
本年度（99年度）為第二年計畫，主要工作成果包括：(1) 水質淨化技術資料增補。(2) 修定港灣生態環境評估準則。(3) 修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持續蒐集與探討。(5) 擬定港灣景觀美質營造準則。(6) 進行花蓮港區及南北濱海岸之整體港灣環境營造規劃。(7) 編訂海洋相關教材並舉行教育訓練。本研究結果除可作為花蓮港未來執行環境改善的參考外，亦可做為以後制定港灣生態景觀營造規劃設計規範的重要參考依據。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>100 年 4 月</td><td>346</td><td>350</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密□機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Ecology and Landscape planning and design for Harbors (2/4)

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN978-986-02-7348-9 (pbk)	1010000484	100-41-7526	99-H3DB005

DIVISION: Harbor & Marine Technology Center
DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chien Chung-ching
PROJECT STAFF: Lee Jung-yin
PARTICIPATOR; Chien Er-jier, Ma Wei-lun, Chen Cheng-yi, Chang Lee-chung
PHONE: (04) 26587132; FAX: (04) 26564415

PROJECT PERIOD
FROM March 2010
TO November 2010

RESEARCH AGENCY: Taiwan Wetland Society
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lee Lee-Hsueh
PROJECT STAFF: KuoYi-yu, Zhu Da-ren, Chen Huan-cheng, Lin,Zi-hong, Wang Zi-ren, Lee Yi-xun, Zhuo Sheng-chang, Chen Li-ru, Liao Jia-zhi
ADDRESS: 707, Sec.2, WuFu Rd., Hsinchu, Taiwan 300, ROC
PHONE: 03-5186675

KEY WORDS: Water Purification Technology, Ecological environment, ecology landscape

ABSTRACT:

In addition to meeting sea transportation function, construction quality of harbors is required to be enhanced in environment or partially opened for water amenity space, as harbors have rich landscape resources and in crisscrossed ecology and water structure in harbor construction tends to be good habitat for marine life. It is not easy to take emphasis care of safety, ecology and landscape in the light of execution. The three are in mutual conflicts and require different knowledge background.

The purpose of Harbor Ecology Landscape Construction Design Project aims to provide engineering personnel with design of harbor ecology landscape standards and make relevant design norms. The project lasts 4 years. In the first year, design principles are decided and operation reference manual is made. In the second year, overall environment construction plan focusing on landscape leisure, Hualien Harbor area and south/north shores is made in reference of Hualien Harbor with modification of operation manual. In the third year, we will analyze Taipei Harbor with appeal of new generation harbor construction in coordination of overall environment construction plan of Taipei Harbor at the outlet of Tamsui River in order to draft design standards on harbor ecology landscape construction planning. In the fourth year, we will establish standard manual for domestic harbor construction planning design and draft relevant design guidelines and standards against the features of the four major harbors.

The year (2010) was the second year; our major achievements included: (1) addition of water purification technology, (2) modification of harbor ecology environment evaluation guidelines, (3) revision of ecology harbor water structure designated guidelines, (4) collection and discussions of technical data of harbor landscape construction, (5) draft of harbor ecology quality construction guidelines, (6) conducting overall harbor environment construction planning of Hualien Harbor and south/north shores and (7) preparing marine teaching materials and holding education training. Besides serving as reference of future environment improvement of Hualien Harbor, the results of this study would also be major reference of making harbor ecology planning design standards.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
April 2011	346	350	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

目　　錄

表目錄

圖目錄

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

港灣原本只純為達到海上運輸方便之功能而建立的設施，故與其他土木工程一樣，以往不被要求考慮環境品質的問題，因而常變為破壞自然環境或環境不良的處所。然近年來各種工程建設都被要求提升環境品質，尤其港灣建設擁有富景觀生態資源的水岸，因此部份港灣水岸被加以美化而開放做為親水空間，在國內外均已有不少成功案例。另外從國家永續發展的觀點而言，自然生態景觀的保護與復育，也是我們必須積極負起的責任。

國內近年來行政院公共工程委員會積極推動的生態工程，要求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。港灣工程建設以往對於自然海岸環境造成很大的傷害，而水岸又是一種生態豐富的異質交錯帶。因此，往後在維持港灣經濟發展正常運作的同時，必須積極正視海岸港灣環境營造的問題。

另一方面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，貿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，分年計畫目標如下：

第一年：規劃設計準則擬定：(98 年度已完成)

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：(99 年度執行中)

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

本研究將以台中港及台北港進行水中結構物及相關生態調查。台中港區總面積為3,793公頃，其中水域面積有973公頃，陸地面積有2,820公頃。台中港是一個人工港，目前營運商港碼頭有50座，未來興建計畫可擴建至

83座，同時有包括諸如漁業專業區、港埠服務專業區、濱海遊憩專業區、親水遊憩專業區等專業區之規劃。台北港港區總面積為3,102公頃，港區用地全以填海造地方式取得。目前營運碼頭已有14座，其中包含2座貨櫃碼頭，營運規模正擴大中。未來港區整體發展配置計畫，包括外廓及水域設施、碼頭設施59席、及其他港區關聯設施，有離岸物流倉儲區、遊樂船停泊區、親水遊憩區等。(圖1.1)

另以花蓮港區及其南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析。花蓮港為台灣東部地區唯一之國際港口，深具觀光發展潛力，花蓮港南邊的南北濱海岸以及北邊的七星潭海岸目前已是重要觀光遊憩地點，且花蓮縣政府對這些海岸地區也已有不少的規劃和建設，結合花蓮港觀光碼頭的開放，共同發展成為帶狀或面狀的觀光遊憩地區乃必然的趨勢。因此在對花蓮港做整體規劃時，勢必考慮與其周邊海岸的結合。(圖1.2)

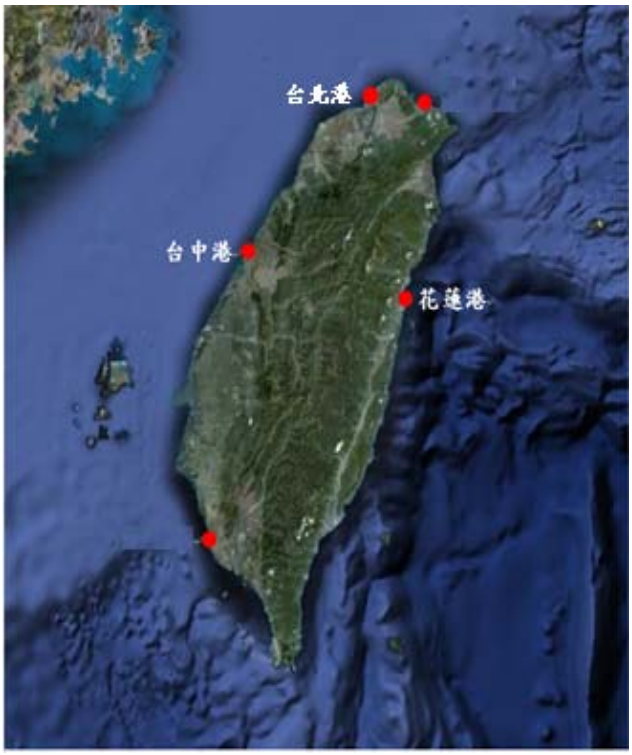


圖 1.1 研究範圍位置圖

圖 1.2 花蓮港區位圖

1.3 研究內容與工作項目

本年度（99 年度）為第二年計畫，首先將廣泛收集國內外相關研究資料，對第一年制定的「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」之內容進行增補。主要內容包括：(1) 水質淨化技術資料持續蒐集與探討。(2) 修定港灣生態環境評估準則。(3) 修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持續蒐集與探討。(5) 擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估。(6) 以景觀休閒遊憩為主軸，針對花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析。(7) 編訂海洋相關教材並舉行教育訓練。本研究結果除可作為以後花蓮港實施環境營造的參考外，亦可增加一般港灣環境營造的技術經驗，查驗上述參考手冊的實用性，做為以後制定港灣規劃設計規範的重要參考依據。各項工作內容詳述如下：

一、水質淨化技術資料方面

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、港灣生態環境評估方面

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、生態性港灣水中結構物設計方面

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。圖 1.3 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，如海洋牧場設施、魚礁等是完全以生態功能為主的結構設施，海堤、防潮堤等是完全以防災功能為主的結構設施，而離岸堤、人工潛礁等則是比較上可同時兼具兩種功能的結構設施。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。

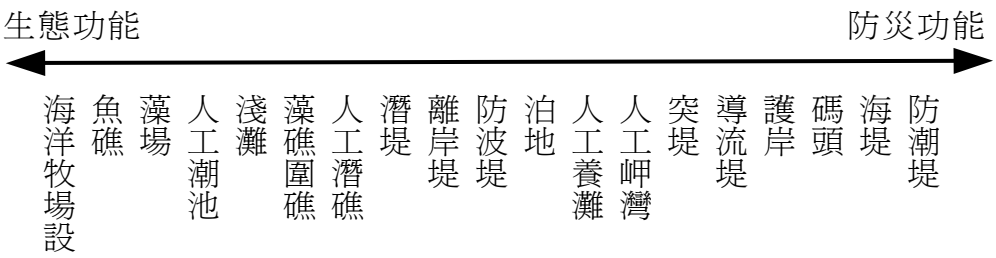


圖 1.3 各種海岸工程設施之防災功能與生態功能的傾向示意圖

四、港灣環境景觀營造技術資料方面

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、空間組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

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，港灣景觀美質評估主要包括二方面，一是探討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。二是港灣植生綠化方面，近年來，環保意識抬頭，生態景觀設計手法成為重要議題，故植生綠化在現今是港灣建設的重要工作之一。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。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，在港灣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生活環境上，將可有效的改善港灣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。

六、以景觀休閒遊憩為主軸，針對花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析

研究將根據第一年研究成果，所擬定的景觀規劃設計原則，分別就花蓮港區及南北濱海岸環境特色、使用狀況、遊憩特色等因素，在以提昇遊客對海岸景觀的自然親水性、美質偏好的認知感受原則下，分別從結構物景觀、植栽等實質元素與遊客觀賞距離、行進動線研擬景觀改善計畫。

七、編訂海洋相關教材並舉行教育訓練

擬進行小學相關課程整理分析，編訂海洋鄉土教學之相關教材，並舉行相關之教育訓練一場。

1.4 研究方法及進行步驟

本計畫的整體研究方法及進行步驟詳如下所述，及如圖 1.4 所示。

一、「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」增補與修定

(一)港灣水質

1.水質評估模式的探討

包括親水性水質評估、生態性水質評估和水產經濟性水質評估。檢討操作參考手冊中各種評估模式的可靠性和實用性。

2.水質污染防治

包括污染源的調查、控制和淨化技術的探討。蒐集最近其他研究計畫成果加以補充。

(二)港灣植生綠化

1.生態綠化技術的探討

以生物多樣性的營造為主要訴求，增加調查資料，尋找能創造生物多樣性的植栽因子與植栽方式。

2.景觀綠化技術的探討

增加調查資料，利用電腦模擬技術和問卷調查結果，建立植栽美質評估模式。

3.生態與景觀的融合

以景觀為主體或以生態為主體，各有不同的適用地點和營造手法。若以生態為主體，則選擇以達到生物多樣性的目標所需的植栽因子為主要考量，達到景觀美質目的的植栽因子為次要考量。反之亦然。如需同時兼顧，則以共同的植栽因子為優先考量。建立港灣植生綠化的最佳模式。

(三)水域生態評估

1.改善浮游生物的生態評估模式

浮游生物為代表水中生態的最方便指標生物。增加蒐集浮游生物與水質的資料，利用棲地評估模式，建立其與水質的相關方程式。

2.生態指標的建立

嘗試搜集港灣水中生物，依生態指標建立的基本原則，如原生性、稀有性等，建立港灣生態指標。

3.增加海岸潮間帶的生物棲地評估模式

蒐集和參考海岸棲地營造與海岸生態工法的相關資料，制定潮間帶生態評估模式或準則。

(四)水中結構物資料調查與蒐集

1.台中港水中結構物調查

延續上年度計畫調查成果，接續調查可兼具生態性的港灣水中結構物，並加以分類探討。

2.台北港水中結構物調查

延續上年度計畫調查成果，接續調查可兼具生態性的港灣水中結構物，並加以分類探討。

3.國外資料蒐集

蒐集國外最近相關資料，加以分析探討，選擇適於國內使用者，提供國內工程設計參考。

(五)環境景觀營造技術

1.國外資料蒐集

蒐集國外最近相關資料，加以分析探討，選擇適於國內使用者，提供國內工程設計參考。

2.港灣景觀設計原則訂定

利用資料蒐集，以及景觀美質評估模式的建立，增補港灣景觀設計原則。

(六)景觀美質評估

1.電腦模擬技術的應用

建立操作原則，方便工程人員應用電腦模擬技術。

2.美質評估模式的建立

增加調查資料，提升評估模式的使用範圍和對象。

二、花蓮港整體環境營造規劃

(一)規劃原則及分區規劃

1.以往規劃方案之蒐集與分析

搜集以往花蓮港及其周邊的環境營造或觀光遊憩規劃研究成果，加以分析整理，擷取好的規劃設計構想，做為本計劃整體規劃的參考。

2.規劃目標和原則

依照未來花蓮港的發展方向以及花蓮市濱海地區的利用需求，訂定規劃目標。並在永續發展的大原則下，地區的產業與遊憩發展，必須遵循一些必要的生態保育和景觀營造原則。依地區特色建立必要遵守的規劃與設計原則。

3.短中長期整體規劃構想

任何港口的發展都有其長期規劃，參考花蓮港的未來發展計畫，以及以往既有的地方發展計畫，再加上與地方人士和專業人士的諮詢結果，擬定花蓮港區及其周邊地區的短中長期環境營造整體規劃構想。

4.各分區發展構想

港區內有各種不同使用功能的碼頭區，港區外也有各種不同的使用分區。不同使用功能以及不同地理環境，其生態景觀環境營造，必須有不同的營造技術。依類型加以區分，分別擬定不同類型之基地的環境營造原則和建議。

(二)生態營造

1.港灣水域生態

包括水質改善和水中結構物改善，利用「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」中所建議方法應用於花蓮港，提出目前的改善具體建議，和未來建設的生態設計方法。

2.海岸水域生態

包括潮間帶和海岸結構物的生態營造，利用「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」中所建議方法應用於花蓮港，提出目前的改

善具體建議，和未來建設的生態設計方法。

3.陸域植栽生態

利用「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」，建議適合各地區的植物種類和植生方法，以求達到生態保育和景觀營造的目的。

(三)景觀營造及遊憩規劃

景觀營造部份將根據上述研究結果，以花蓮港為案例，分別依分區特色，包括：(1)觀光休閒區、(2)碼頭作業區、(3)臨海公園、(4)海岸景觀等分別擬定規劃設計手法，並研提未來改善方案建議。再根據此結果，以電腦模擬方式進行研析，再經專家座談會確認上述規劃設計手法及改善方案的可行性。

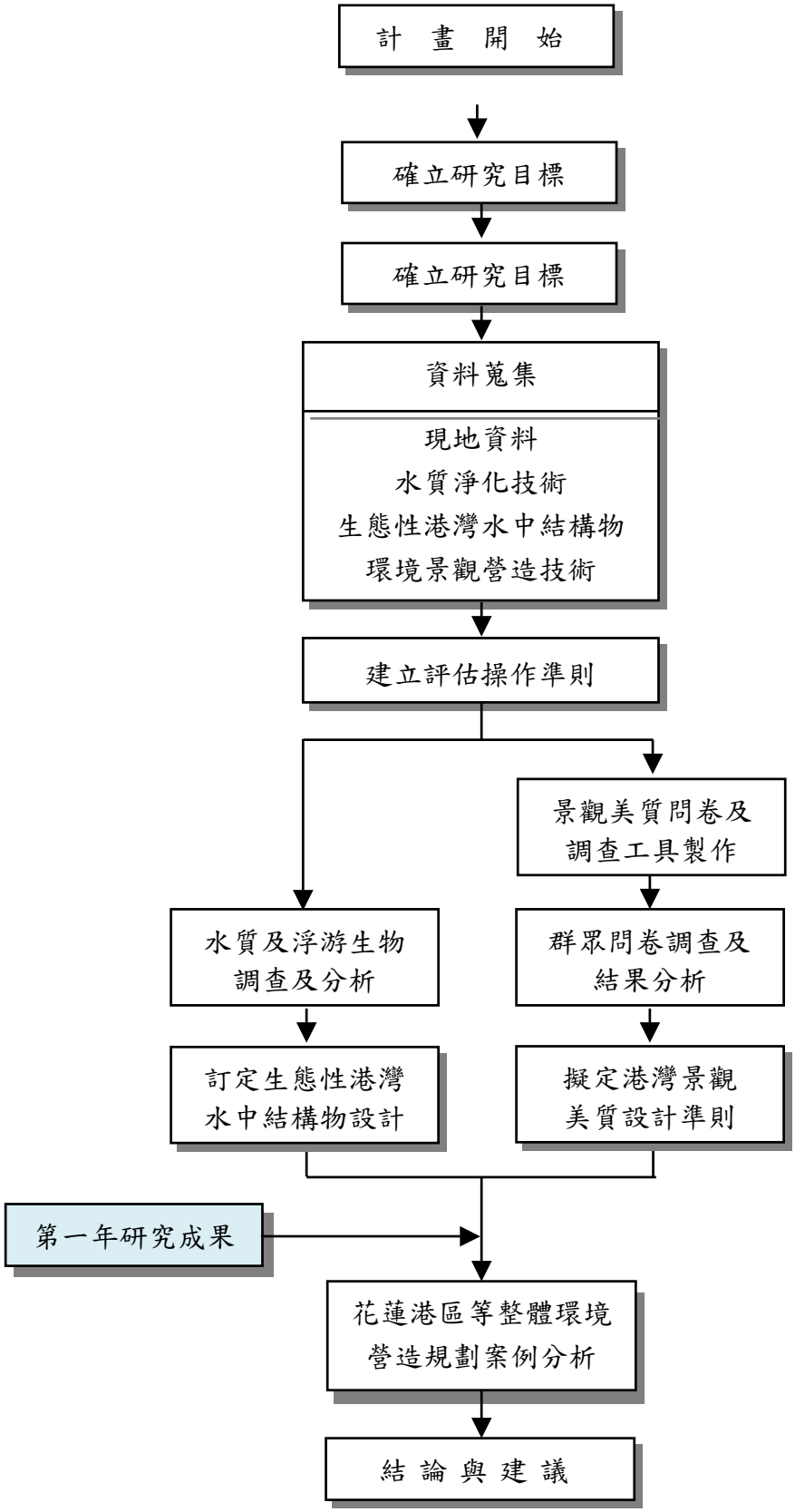

計 畫 開 始
確立研究目標
確立研究目標
資料蒐集
現地資料
水質淨化技術
生態性港灣水中結構物
環境景觀營造技術
建立評估操作準則
景觀美質問卷及
調查工具製作
水質及浮游生物
調查及分析
群眾問卷調查及
結果分析
訂定生態性港灣
水中結構物設計
擬定港灣景觀
美質設計準則
第一年研究成果
花蓮港區等整體環境
營造規劃案例分析
結 論 與 建 議

圖 1.4 研究流程圖

1.5 研究目的

一、研究目的

(一)商港港口環境景觀營造相關資料蒐集與建檔。

(二)港灣生態景觀環境營造操作參考手冊(草案)。

(三)花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析。

二、效益及其應用

本計畫之效益及其應用：

(一)本計畫擬融合不同空間和不同學識領域，提出改善港灣環境品質的對策與實施方法。改善港區範圍內外人民的生活品質外，亦提供國人良好的休閒遊憩空間。

(二)本計畫研擬景觀環境評估方法，以及生環境評估方法，以利於往後的港灣環境評估，並據此作為改善環境品質的依據。

(三)本計畫研擬生態工程設計、植栽設計、景觀設計等之設計準則或手冊以利交通部所屬各港務局或本領域相關工程人員規劃設計參考使用。

(四)本計劃除蒐集建立相關技術資料外，在準則或手冊之擬訂過程中，將利於港灣工程人員對於從事環境營造觀念的養成。

(五)研究成果作為本所後續相關研究之依據，並提供花蓮港務局參考。

(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。

1.6 相關計畫

一、98 年度『港灣生態景觀營造規劃設計（1/4）』執行成果

交通部運輸研究所港灣技術研究中心於民國 98 年執行的「港灣生態景觀營造規劃設計」研究計畫第一年的研究成果摘要如下：

(一)水質方面

1. 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。台中港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。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。
2. 依據視覺滿意度的現地調查結果顯示，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。
3. 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。
4. 利用生物棲地評估模式，對具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)生態方面

1.陸域生態

(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。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，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，並以花蓮港做了案例說明。

2.水域

(1) 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，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物種數受到 PH 值、油脂、酚類、汞及鋁之底質因子影響最大。

3.港灣水中結構物

(1) 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。

(三)植栽、結構物景觀方面

1.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。

2.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。

二、台灣地區商港整體發展規劃(96～100 年)

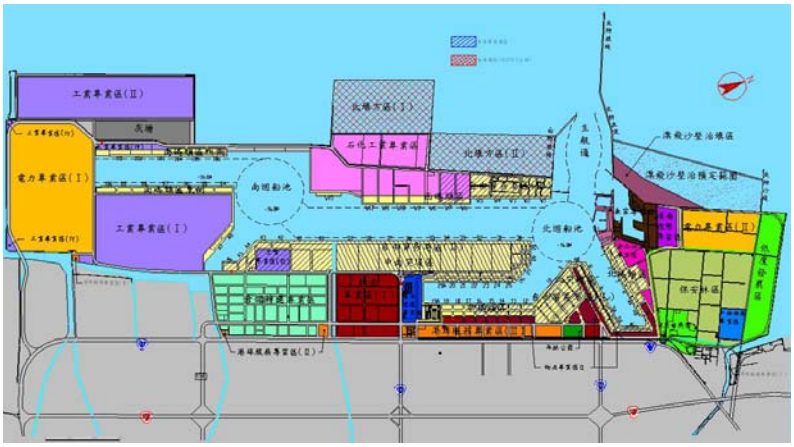
臺灣的國際商港共有基隆港、臺中港、高雄港與花蓮港四個，另外安平港、蘇澳港及臺北港則為國際商港的輔助港。交通部運輸研究所 2006 提出『台灣地區商港整體發展規劃(96～100 年) 』案作為民國 96 年至 100 年間台灣地區各商港進行整體規劃之上位計畫。各商港以「交通」及「產業」功能為主，至於「生活」功能，以不妨礙港區安全及貨物裝卸作業之條件下，提供民眾親水空間，促進地方觀光之發展。各商港未來發展的定位如表 1-1 所示，各港埠平面圖及設施見表 1-2， 表 1-3。

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。

表 1-1 台灣商港定位

港埠名稱	定　位
基隆港	(1)北部區域以近洋航線爲主之國際商港。 (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	(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	(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	(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	(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	(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。
安平港	(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。
永安港	回歸經濟部管理體系

表 1-2 研究範圍港埠平面圖



台中港港區平面圖

台北港港區平面圖

花蓮港港區平面圖

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。

三、台灣地區整體國際港埠發展規劃第一次通盤檢討（2002）

『台灣地區整體國際港埠發展規劃』係為配合亞太營運中心計畫之海運轉運中心，所進行整體國際商港第一階段之整體規劃，以作為各國際商港進行整體規劃之上位計畫，本案前經行政院經建會委員會議審議通過後，各港即依所擬發展策略進行整體規劃及未來發展計畫，並依商港法規定陳報核定。並經由近幾年來之內外在環境檢討，修訂未來整體港埠發展目標為『促進港埠現代化、提昇國際競爭力、擴大港埠功能、活化港際整合』，據此研擬整體港埠發展策略，同時修訂各港之發展定位以及各港之運量預測。

四、花蓮港整體規劃及未來發展計畫（2002～2006）(2003)

計畫之目的在使花蓮港充份發揮其應有之功能，研究結果指出，花蓮港除仍定位為台灣東部之主要國際港外，今後更應結合觀光發展為親水性港口，此外，由於水泥、砂石為花蓮港之主要貨種，今後應加強污染防治

作業，同時，因其目前能量遠大於發展需求，而碼頭之使用率又不高，今後雖不須作太多的硬體建設，但碼頭之使用應予調查，明確區分營運與非營運碼頭，並逐步釋出以作為親水空間，並改善資訊軟硬體建設，將發展觀光客輪遊艇等作為未來重點工作計畫。此外，由於漁業專業區之各項開發建設與花蓮港之發展息息相關，未來應充分協調溝通，相互配合，以促使共存共榮，另外，現有港區倉儲用地亦應結合民間團體共同開發使用，以達到港埠資源之有效利用。

五、花蓮港整體及未來發展計畫（1996）

該計畫依據花蓮港該階段之各項發展檢討，研擬未來發展建設計畫，以五年為一期逐步推動。報告書中指出花蓮港現有碼頭規模足可充分服務及滿足東部地區之需求；為使花蓮港能充分發揮其應有之功能，並配合台灣地區各國際商港之分工，花蓮港務局曾於民國 86 年陳報『花蓮港整體規劃及未來發展計畫』經交通部核轉行政院後，行政院經建會於 87 年 4 月 14 日以總(87)字 1628 號函核示：以核定之「台灣地區整體國際港埠發展規劃」作為上位計畫，進行花蓮港整體規劃，原則同意。交通部在研議報告書中相關課題時，就花蓮港現有碼頭，有供過於求現象，觀光、遊憩應為為花蓮港未來發展重點。

五、花連港區民間投資經營觀光遊憩事業之研究（民國87年）

為發展花蓮港成為兼具觀光遊憩功能之海港，需導入適當觀光遊憩產業，研擬如何獎勵民間投資，經營觀光遊憩事業，本計畫即以『海軍安海營區及閒置之信號台週邊土地』提供民間業者投資經營建立一套投資開發模式之執行準則。

六、花蓮港砂石專區與客運專區規劃（1999）

花蓮港原定為東部地區散雜貨進出口港及環島航運散裝貨之出口港，但為配合政府推動『促進東部地區產業發展計畫』，結合花蓮地區觀光遊憩事業之發展，定位本港為『商港兼觀光遊憩港口』之功能，期能提昇本港經營績效，是故有設置客運專區之建議。但砂石及客輪碼頭是極不

相容的，故有必要就全港碼頭區位劃分作一通盤檢討，選擇適當之砂石及客運專區位置，使本港各種不同用途之碼頭有較高的相容性，以改善碼頭作業環境及提昇營運績效，是為本計畫目標。

七、花蓮專用漁港細部規劃及海堤設計（1996）

花蓮縣雖然海岸線長達110公里，但一直無一設備較完善之漁港，縣政府乃決定擴建原花蓮港小型船渠為花蓮專用漁港，並把觀光休閒漁業引入本專用漁港。為擴建小型船渠成為花蓮專用漁港，必須先築海堤，以圍出約7.9公頃範圍，填土後成為供陸上設施之陸域及開挖後成為泊地及碼頭岸線，配合休閒及觀光漁業之發展將專用漁港區分為五區，即漁港區、漁業專用區、漁業商業區、休閒旅館區及廟宇區等。海堤設計則使用親水式，惟因經費考量，未採用。

花蓮港已定位為『商港兼觀光遊憩港口』，應整合專用漁港之觀光休閒漁業設施及活動成為花蓮港觀光遊憩的一部份。

八、花蓮港域配合東部相關發展計畫之規劃構想(2010)

該計畫就花蓮港及其鄰近海岸資源的整合提出，花蓮港位於區域遊憩帶中之發展原則包括：1.銜接海岸遊憩帶。包括：北側七星潭風景區、太魯閣國家公園；南側南、北濱公園及市區觀光。2.活化港區多元經營機能，串連市區觀光或相關之套裝遊程。

基於以上原則，花蓮港於區域遊憩帶中發展遊憩之方向包括：「串連七星潭與南北濱公園」、「強化海上活動」、「活化休閒漁港」、「導入藝術創作園」、「結合海洋生態資源」及「提供海岸渡假機會」等六項，花蓮港區域遊憩帶之發展構想如圖 1.5 所示。

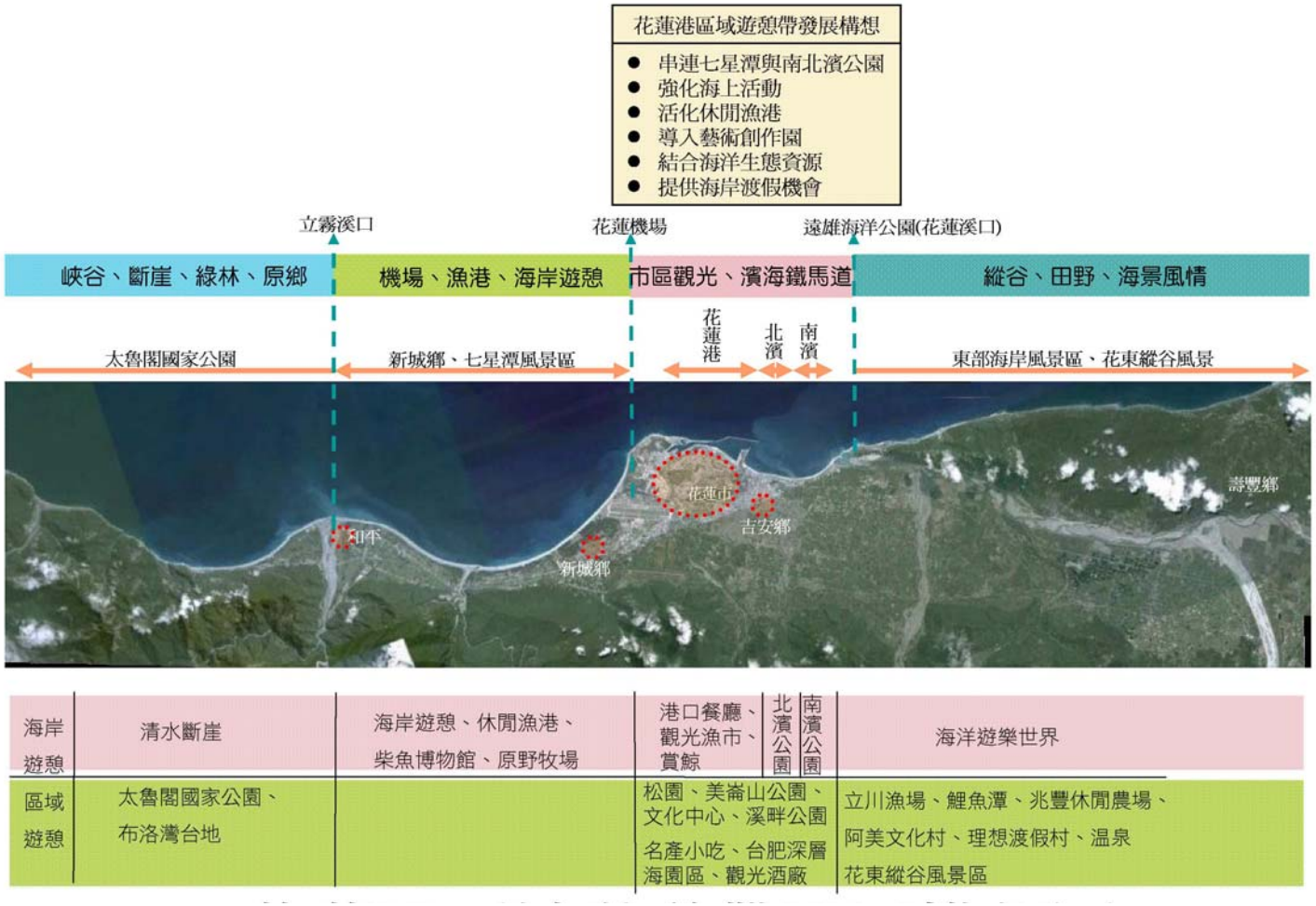


圖1.5花蓮港區域遊憩帶發展構想圖

該報告中同時綜合整理歷年有關花蓮港港池共振問題相關研究報告提出花蓮港港池共振改善計畫，以採用較彈性方式逐步整合之方案，以直接圍堵內外港航道之方式，取代設置閘門之方式封閉內港，降低後續維護及管理費用，並拆除舊東堤約 400m 及新建外廓防波堤約 1,300m，以闢建新港口，且浚深外港迴船池，其配置如圖 1.6 所示。此方案並有 4.5 公頃新生地，現值可達新臺幣 4 億元，可供花蓮港務局出租使用，而後續亦可結合消能結構物減少長浪威脅。

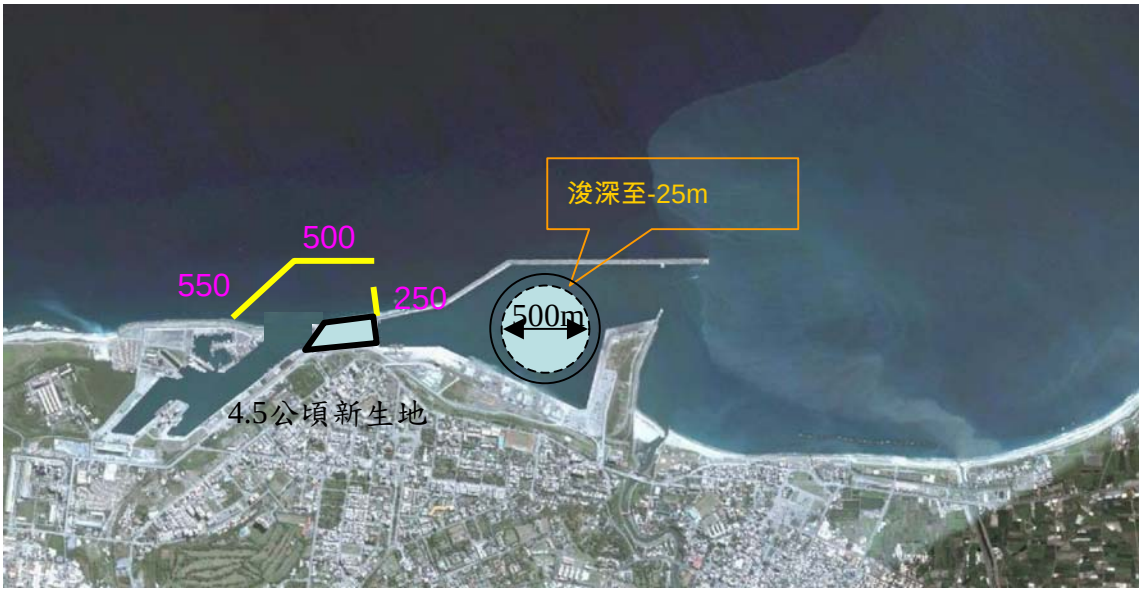


圖 1.6 花蓮港港池共振改善計畫工程可行替代方案示意圖

第二章 港灣水質

2.1 港區水質調查與分析

一、採樣調查位置及期距

本計畫選擇在台北港內選擇五個固定測點對台北港水質及浮游動物進行一次調查，在台中港內選擇五個固定測點進行一次調查（台北港：99/04/28；台中港：99/05/26）。採樣地點如圖 2.1 及圖 2.2 所示。

圖 2.1 台北港調查位置

圖 2.2 台中港調查位置

二、水質調查結果

(一)台北港調查結果

本研究於台北港內選擇 5 個水質固定採樣點，採樣時間為 2010 年 4 月 28 日，其採樣結果如下顯示：水溫為 21℃~22.9℃、鹽度為 32.6%~33.2%、pH 值約為 8.06~8.5、導電度為 49.4ms/cm~50.7ms/cm、溶氧約 4.29mg/L~5.3mg/L 間。

在 COD 方面，ST5 有較高的表現值，其值為 76mg/L 外，其他測點 COD 則較為平均，值分佈範圍為 6mg/L~25mg/L 間。在 BOD_5 方面值為 0.13mg/L~1.38mg/L；在氨氮方面其值介於 1.97mg/L~2.96mg/L 間；在懸浮固體量方面，其值介於 13.5mg/L~21.67mg/L 間；在濁度方面，值介於 1.95NTU~5.39NTU 間；在透明度方面，其值介於 1.95m~3.61m 間；在總磷方面，其值介於 0.07mg/L~0.15mg/L 間；在硝酸鹽方面，5 個測點的表現值皆為 0.1mg/L，如附表 2-1 所示。

整體而言，台北港的測點除了 ST4 達到環保署訂定海洋環境分類為乙類外，其餘的測點皆因為溶氧未達 5mg/L 以上屬於丙類海洋等級。其中又以測點 ST5 水質環境較差，推估是因為該測點位置較為內側海水交換不良所導致。

(二)台中港調查結果

本研究於台中港內選擇 5 個水質固定採樣點，採樣時間為 2010 年 5 月 26 日，其採樣結果如下顯示：水溫為 27.7℃~29℃、溶氧為 3.18mg/L~5.53mg/L、pH 值為 7.63~8.18、透明度為 1.47m~3.19m、BOD_5 為 0.17mg/L~2.67mg/L、氨氮為 0.7mg/L~3.3mg/L、總磷為 0.07mg/L~0.41mg/L、硝酸鹽為 0.2mg/L~0.4mg/L。

在鹽度方面，ST2 有較低的表現值為 17.8%，其餘的測站表現值為 30.9%~33.2%間；在濁度方面，ST2 有較高的表現值 7.62NTU，其餘的測站表現值為 1.47NTU~4.33NTU 間；在導電度方面，ST2 有較低的表現值 28.9ms/cm 外，其餘的測站表現值為 47.6ms/cm~49.6ms/cm；再懸浮固體量方面，表現值介於 12mg/L~22mg/L 之間，如附表 2-2 所示。

整體而言，台中港除了 ST1 屬於乙類海水等級外，其餘的測站皆因溶氧量未達 5mg/L 屬於丙類海水等級。其中又以測點 ST2 水域環境最差，推估是因為測點位置較為內側且陸域水質的排入導致該測點水質環境較差。

三、各商港水域環境比較

本團隊利用本年度調查結果與上一年度調查結果，對台灣各商港之水域環境做一比較。

在高雄港部分，在溶氧方面兩季的調查結果顯示值介於 3.1mg/L~6.04mg/L 間，平均值為 4.53mg/L；在透明度方面，值介於 1.23m~1.99m 之間，平均值為 1.7m；在濁度方面，值介於 2.27NTU~7.37NTU 間，平均值為 4.7NTU；在 BOD_5 方面，值介於 0.56mg/L~3.37mg/L 間，平均值為 1.73mg/L；在 COD 方面，值介於 65mg/L~115mg/L 間，平均值為 89.4mg/L；在氨氮方面，值介於 0.36mg/L~1.95mg/L 間，平均值為 1.21mg/L；在總磷方面，值介於 0.01mg/L~0.54mg/L 間，平均值為

0.21mg/L；在硝酸鹽方面，值介於 0.3mg/L~0.5mg/L 間，平均值為 0.35mg/L；在懸浮固體量方面，值介於 11.5mg/L~34.17mg/L 間，平均值為 19.68mg/L。

在花蓮港方面，在溶氧方面調查結果顯示值介於 5.74mg/L~7.2mg/L 間，平均值為 6.33mg/L；在透明度方面，值介於 3.7m~3.88m 之間，平均值為 3.82m；在濁度方面，值介於 1.6NTU~2.67NTU 間，平均值為 2.04NTU；在 BOD_5 方面，值介於 0.47mg/L~1mg/L 間，平均值為 0.69mg/L；在 COD 方面，值介於 10.8mg/L~26.9mg/L 間，平均值為 19.7mg/L；在氨氮方面，值介於 3.12mg/L~3.42mg/L 間，平均值為 3.27mg/L；在總磷方面，值介於 0.15mg/L~0.31mg/L 間，平均值為 0.24mg/L；在硝酸鹽方面，值皆為 0.1mg/L；在懸浮固體量方面，值介於 11mg/L~19.5mg/L 間，平均值為 14.17mg/L。

在基隆港部分，在溶氧方面兩季的調查結果顯示值介於 0.72mg/L~6.51mg/L 間，平均值為 3.03mg/L；在透明度方面，值介於 0.68m~3.75m 之間，平均值為 2.2m；在濁度方面，值介於 1.28NTU~8.97NTU 間，平均值為 5.93NTU；在 BOD_5 方面，值介於 0.1mg/L~1.92mg/L 間，平均值為 0.9mg/L；在 COD 方面，值介於 62.4mg/L~130mg/L 間，平均值為 99.56mg/L；在氨氮方面，值介於 1.4mg/L~2.92mg/L 間，平均值為 2.16mg/L；在總磷方面，值介於 0.18mg/L~1.84mg/L 間，平均值為 2.17mg/L；在硝酸鹽方面，值介於 0mg/L~0.2mg/L 間，平均值為 0.08mg/L；在懸浮固體量方面，值介於 9.33mg/L~16.67mg/L 間，平均值為 12.47mg/L。

整體而言，在平均溶氧方面以基隆港表現值較低；在平均水體透明度方面以高雄港的表現值較低；在平均濁度方面以基隆港的表現值較高；在平均 BOD_5 方面以台中港有較高的表現值，但其中基隆港因溶氧太低導致在 BOD_5 方面變化不大，而使得表現值較低；在平均 COD 方面以台中港的表現值較大；在平均氨氮方面以花蓮港的表現值較大；在平均總磷方面以基隆港的表現值較大；在平均硝酸鹽方面以高雄港的表現值較大；再平均懸浮固體量方面高雄港有較大的表現值。各商港水域水質綜合比較可參照表 2-1。

表 2-1 各商港水域水質表

項目	高雄港	花蓮港	基隆港	台中港	台北港
溶氧 (mg/L)	3.10 ~6.04	5.74 ~7.20	0.72 ~6.51	3.18 ~5.53	0.29 ~5.3
透明度 (M)	1.23 ~1.99	3.70 ~3.88	0.68 ~3.75	1.47 ~3.19	1.95 ~3.61
濁度 (NTU)	2.27 ~7.37	1.60 ~2.67	1.28 ~8.97	1.47 ~4.33	1.95 ~5.39
生化需氧量 BOD_5(mg/L)	0.56 ~3.37	0.47 ~1.0	0.10 ~1.92	0.17 ~2.67	0.13 ~1.38
化學需氧量 COD(mg/L)	650 ~115	10.8 ~26.9	62.4 ~130.0	3.18 ~5.53	6.0 ~25.0
氨氮 (mg/L)	0.36 ~1.95	3.12 ~3.42	1.4 ~2.92	0.7 ~3.3	1.97 ~2.96
總磷 (mg/L)	0.01 ~0.54	0.15 ~0.31	0.18 ~1.84	0.07 ~0.41	0.07 ~0.15
硝酸鹽 (mg/L)	0.30 ~0.50	0.10	0.00 ~0.2	0.2 ~0.4	0.10
懸浮固體 (mg/L)	11.5 ~34.17	11.0 ~19.50	9.33 ~16.67	12.0 ~22.0	13.5 ~21.67

綜合上述調查結果，可以從表 2-1 中觀察出台灣商港的水域環境狀況以基隆港最差，推估是因為測點位於基隆港最內端海水交換不良、生活廢汙水排入及市場攤販廢汙水排入，導致水域環境較其他商港差。

四、港區浮游生物調查與分析

(一)調查位置

本計畫選擇在台北港內選擇五個固定測點對台北港浮游生物進行一次調查，同樣在台中港內選擇五個固定測點進行一次調查(台北港：99/04/28；台中港：99/05/26)。採樣地點如圖 2.1 及圖 2.2 所示。

(二)浮游動物調查與分析

調查結果顯示台北港內浮游動物，在 ST2、ST3 及 ST5 皆出現 9 種浮游動物；在 ST1 出現 6 種浮游動物；在 ST4 出現 8 種浮游動物，如表 2-2

所示。在台北港浮游動物歧異度(H')部分，在 ST1 歧異度為 1.67；在 ST2 歧異度為 1.34；在 ST3 歧異度為 1.99；在 ST4 歧異度為 1.77；在 ST5 部分歧異度為 1.8。

調查結果顯示台中港港內浮游動物，如表 2-3 所示，在 ST1 出現 8 種浮游動物；在 ST2 出現 9 種浮游動物；在 ST3 出現 10 種浮游動物；在 ST4 出現 5 種浮游動物；在 ST5 出現 7 種浮游動物，如表 2-2 所示。在台中港浮游動物歧異度(H')部分，在 ST1 歧異度為 1.735；在 ST2 歧異度為 1.944；在 ST3 歧異度為 2.054；在 ST4 歧異度為 1.362；在 ST5 部分歧異度為 1.767。

表 2-2 台北港浮游動物物種數

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
浮游動物種數	6 種	9 種	9 種	8 種	9 種
	纖毛蟲、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、藤壺幼生、其他	多毛類、哲水蚤、劍水蚤、無節幼體、端腳類、介形類、藤壺幼生、蟹類幼生、尾虫類	毛顎類、哲水蚤、劍水蚤、無節幼體、端腳類、介形類、蟹類幼生、海鞘幼生、貝類幼生	毛顎類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、端腳類、介形類、蟹類幼生、海鞘幼生	毛顎類、多毛類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、無節幼體、介形類、甲殼類卵、蟹類幼生

表 2-3 台中港浮游動物物種數

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
浮游動物種數	8 種	9 種	10 種	5 種	7 種
	管水母、多毛類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、藤壺幼生、甲殼類卵、海鞘幼生	多毛類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、藤壺幼生、甲殼類卵、蟹類幼生、海鞘幼生	多毛類、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、橈腳幼生、端腳類、介形類、藤壺幼生、甲殼類卵、蟹類幼生	哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、端腳類、甲殼類卵	哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、無節幼體、介形類、甲殼類卵、蟹類幼生、貝類幼生

(三)浮游植物調查與分析

調查結果顯示台北港內浮游植物,在 ST1 及 ST3 出現 17 種浮游植物;在 ST2 出現 14 種浮游植物;在 ST4 出現 16 種浮游植物;在 ST5 出現 15 種浮游植物。各測點物種數介於 14~17 種,如表 2-4 所示。在台北港浮游植物歧異度(H')部分,在 ST1 歧異度為 0.258;在 ST2 歧異度為 0.168;在 ST3 歧異度為 0.81;在 ST4 歧異度為 1.03;在 ST5 部分歧異度為 1.03。

表 2-4 台北港浮游植物物種數

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
浮游植物種類數	17	14	17	16	15

調查結果顯示台中港內浮游植物,在 ST1 及 ST4 出現 31 種浮游植物;在 ST2 出現 38 種浮游植物;在 ST3 出現 23 種浮游植物;在 ST5 出現 32 種浮游植物。各測點物種數介於 23~38 種,如表 2-5 所示。在台中港浮游植物歧異度(H')部分,在 ST1 歧異度為 2.424;在 ST2 歧異度為 2.05;在 ST3 歧異度為 0.86;在 ST4 歧異度為 1.21;在 ST5 部分歧異度為 1.59。

表 2-5 台中港浮游植物物種數

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
浮游植物種類數	31	38	23	31	32

2.2 水質評估評估模式探討

一、水質生態性及水產經濟性選擇指標生物

本計畫利用上一年度所調查的高雄港、花蓮港及基隆港及本年度所調查的台北港及台中港之水質及浮游動物資料,建立水域水質評估模式。本研究考慮以能夠滿足下兩項原則所設定的條件為判定水域水質的指標生物:

1.在生物多樣性高的地點常會出現的物種，而其在生物多樣性低的地點不會出現。

2.具有經濟性價值的浮游生物,能利用此浮游生物達到漁業資源復育。

港區水域的水質，雖然對於船舶航行並不是重要的條件，然以環境品質而言，水質優劣必需受到重視。港口大部分是不允許遊客進入港區，故不考慮親水的要求。在此水質的改善，只考慮水域中海洋生態，即生物多樣性的提升，以及水產經濟或水產資源復育的要求。因任何穩靜的水域都是水中生物生長繁殖有利的地方。

本研究利用伴隨物種豐富度的概念，對本團隊兩年調查的浮游生物資料進行分析。分析結果顯示台北 5 個測點中共出現了 16 種浮游動物，其中伴隨物種豐富度較大的且具有經濟性價值的浮游動物為多毛類、無節幼體、甲殼類卵及貝類幼生；高雄港 5 個測點中共出現了 17 種浮游動物，其中伴隨物種豐富度較大的且具有經濟性價值的浮游動物為蟹類幼生、多毛類及無節幼體；花蓮港 5 個測點中共出現了 14 種浮游動物，其中伴隨物種豐富度較大且具有經濟性價值的浮游動物為棘皮幼生、蟹類幼生、甲殼類卵及多毛類；基隆港 5 個測點中共出現了 17 種浮游動物，其中伴隨物種豐富度較大且具有經濟性價值的浮游動物為貝類幼生、猛水蚤及無節幼體；台中港 5 個測點中共出現了 13 種浮游動物，其中伴隨物種豐富度較大的且具有經濟性價值的浮游動物為枝角類、多毛類及蟹類幼生。其伴隨物種豐富度如表 2-6~表 2-10 所示。

表 2-6 台北港伴隨物種豐富度

台北港浮游動物伴隨物種豐富度共 16 種浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
多毛類	8
無節幼体	8
甲殼類卵	8
貝類幼生	8
尾虫類	8
介形類	7.75
蟹類幼生	7.75
毛顎類	7.67

表 2-7 高雄港伴隨物種豐富度

高雄港浮游動物伴隨物種豐富度 共 17 種浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
缽水母	10
螢光蝦類	10
蟹類幼生	10
端腳類	9.5
多毛類	9
無節幼体	9
藤壺幼生	9
夜光蟲	8

端腳類	7.67
海鞘幼生	7.5
哲水蚤	7.02
劍水蚤	7.02
猛水蚤	6.67
藤壺幼生	6.5
纖毛蟲	5
其他	5

甲殼類卵	8
哲水蚤	7.8
劍水蚤	7.8
貝類幼生	7.8
Fish eggs	7.8
猛水蚤	7.5
橈腳幼生	7.5
尾虫類	7.5
中腹足類	7

表 2-8 花蓮港伴隨物種豐富度

花蓮港浮游動物伴隨物種豐富度 共 14 種浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
棘皮幼生	8
蟹類幼生	7.5
甲殼類卵	7
多毛類	6.67
介形類	6.67
貝類幼生	6.33
猛水蚤	6
端腳類	6
哲水蚤	5.8
劍水蚤	5.8
橈腳類卵	5.67
管水母	5
尾虫類	5
藤壺幼生	4

表 2-9 基隆港伴隨物種豐富度

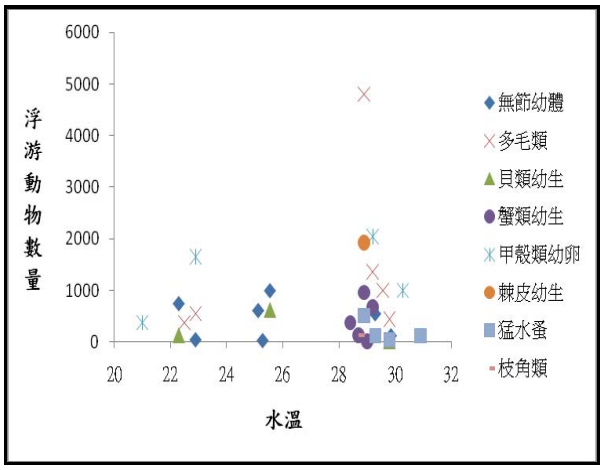
基隆港浮游動物伴隨物種豐富度 共 17 種浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
缽水母	11
介形類	11
貝類幼生	11
Fish eggs	11
毛顎類	9.5
猛水蚤	8
無節幼体	8
尾虫類	8
管水母	7.67
藤壺幼生	7.67
哲水蚤	7.6
劍水蚤	7.6
橈腳幼生	7.6
多毛類	7
端腳類	7
糠蝦類	7
甲殼類卵	7

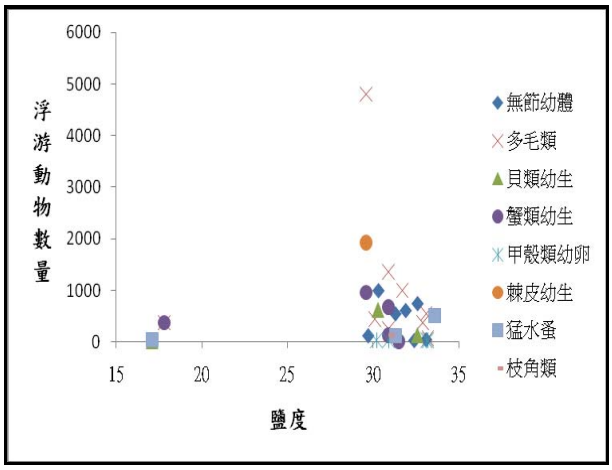
表 2-10 台中港伴隨物種豐富度

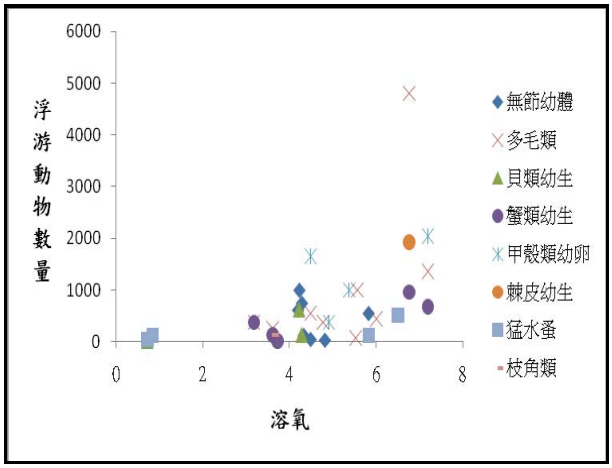
台中港浮游動物伴隨物種豐富度 共 13 種浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
枝角類	9
多毛類	8
橈腳幼生	8
藤壺幼生	8
蟹類幼生	7.67
海鞘幼生	7.5
管水母	7
哲水蚤	6.8
劍水蚤	6.8
猛水蚤	6.8
甲殼類卵	6.8
端腳類	6.5
貝類幼生	6

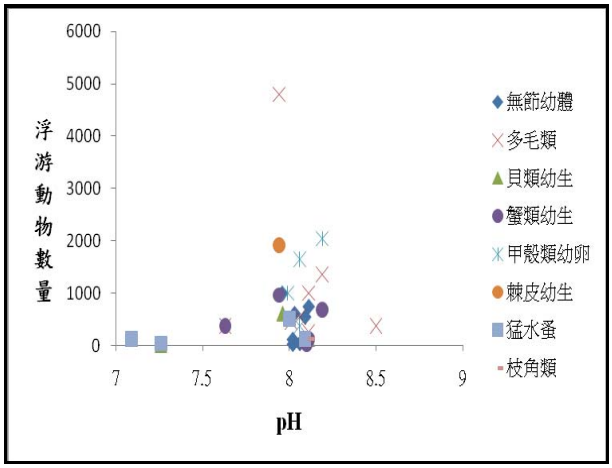
二、生態水質評估

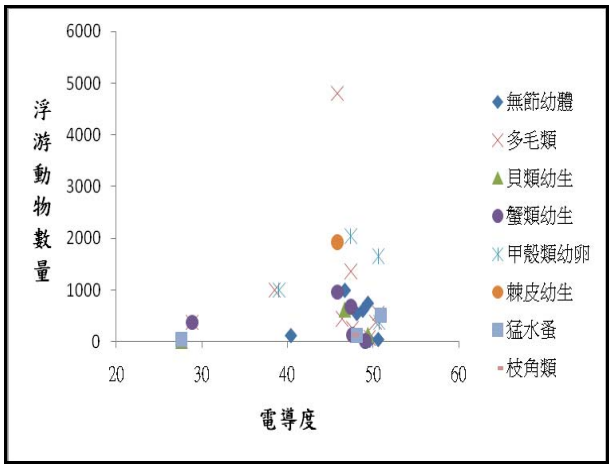
本研究利用伴隨物種豐富度及浮游生物的經濟性價值分別挑選出台北港、高雄港、花蓮港、基隆港及台中港水域生態指標生物，並研究各水域生態指標生物與水質相關的適合度分析，結果顯示當水溫在 28.9℃時，水域指標生物的數量最大；當鹽度在 29.6%時浮游動物的數量最大；當 pH 值在 7.94 時浮游動物的數量最大；當 BOD_5 在 0.5mg/L 時浮游動物的數量最大；氨氮在 3.28 時浮游動物的數量最大；當電導度為 45.8ms/cm 時浮游動物的數量最大；當總磷為 0.19mg/L 時浮游動物的數量最大；當硝酸鹽在 0.1mg/L 時浮游動物的數量最大；當懸浮固體量為 13mg/L 時浮游動物的數量最大；另外，溶氧量及透明度皆與浮游動物的數量成正比之關係，而濁度與浮游動物數量成反比之關係。如圖 2.3 所示。

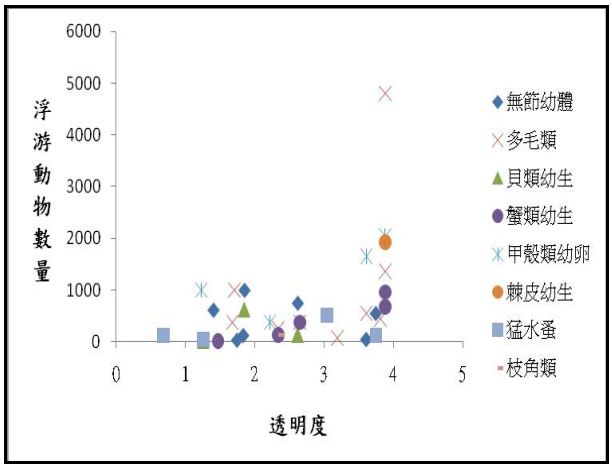

浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
20
22
24
26
28
30
32
水溫
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類


浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
15
20
25
30
35
鹽度
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類


浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0
2
4
6
8
溶氧
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類


浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
7
7.5
8
8.5
9
pH
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類


浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
20
30
40
50
60
電導度
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類


浮游動物數量
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0
1
2
3
4
5
透明度
無節幼體
多毛類
貝類幼生
蟹類幼生
甲殼類幼卵
棘皮幼生
猛水蚤
枝角類

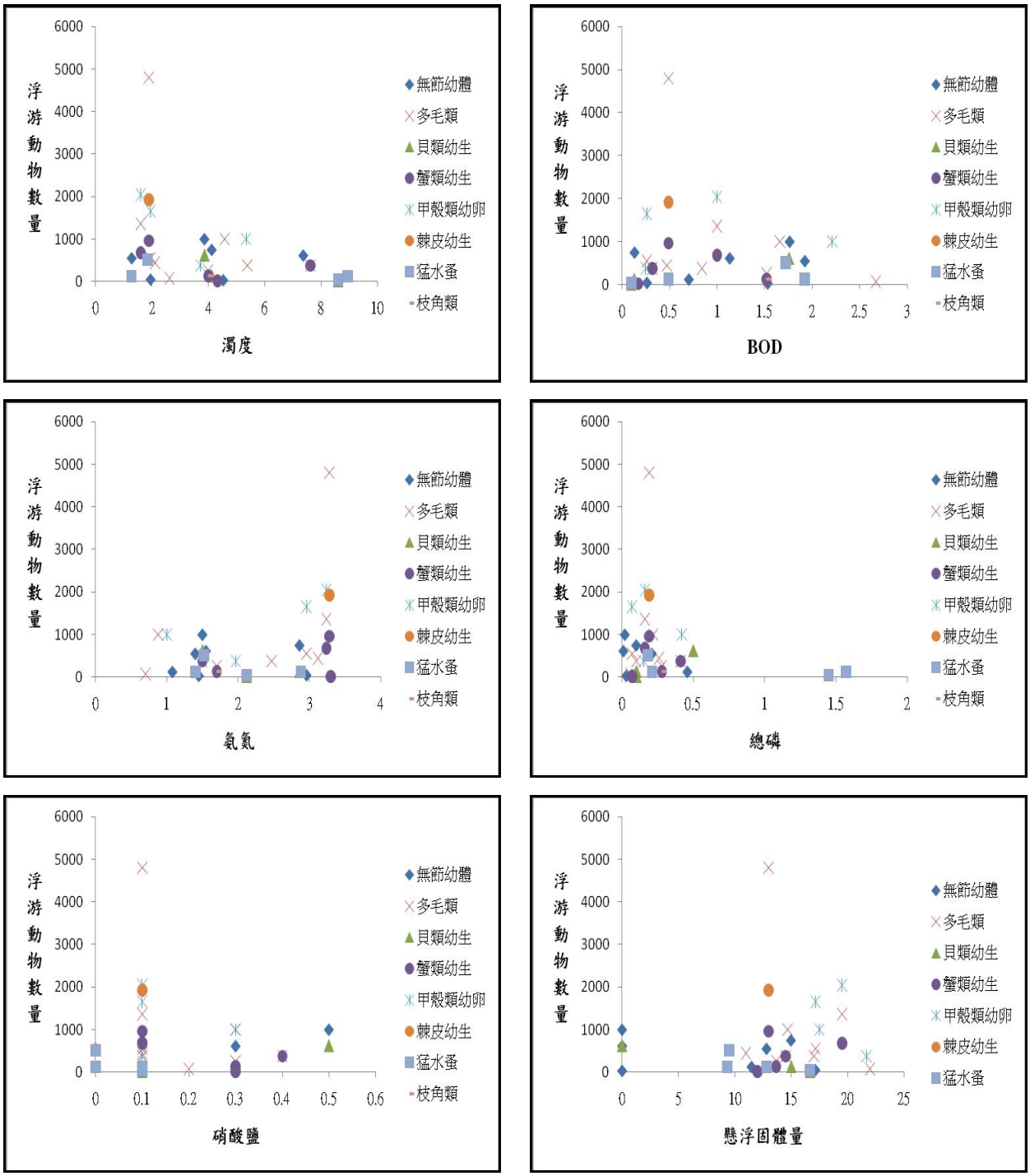


圖 2.3 浮游動物適合度圖

2.3 水汙染防治

目前台灣西部沿海的環境問題主要有兩項，即沿海之海水汙染以及海岸之環境破壞。台灣沿海汙染物質主要來自陸地，主要汙染源有市鎮汙水、工業廢水以及畜牧廢水等，除了有些工廠從沿岸直接排放外，最主要還是經由河川的中、下游河水都受嚴重汙染，這些河水排入沿海，在加上海港、海洋放流管排入海的汙水，一起隨潮流在沿海往返流動，遠超過海水的涵容能力，而汙染物的傳輸與循環如圖 2.4 所示。

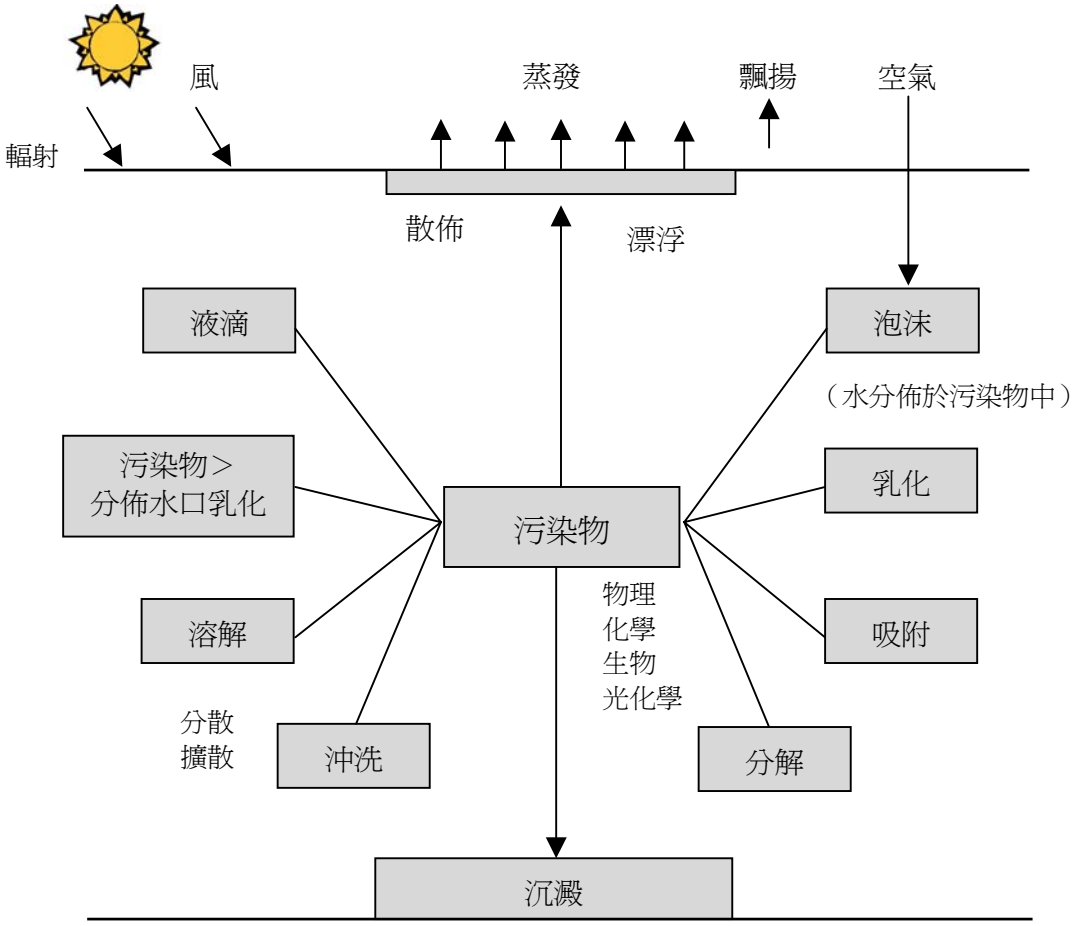


圖 2.4 汙染物在海洋中之循環(資料來源：水體水質保護,楊萬發,1994 年)

一、水汙染管制之方法

(一)濃度管制

放流水標準如以濃度管制標準為基礎，全國各地各類型事業單位一律以此為準，並不考慮工廠大小、排水量多寡、承受水體的涵容能力、自淨能力等因素，只要求放流水水質檢驗項目(如BOD 、COD 、SS 、pH等)不超過放流水標準即可，否則，即屬違反規定。如此，將造成對廠商不公平， 因為大廠商勢必比小廠商危害環境程度更大，加上對於各承受水體之特性未列入考慮，譬如在自淨能力較大之水體，因其可涵容較大的污染量，而要求該地區的廠商仍需達到全國統一的放流水標準，不僅造成處理設備過度使用，造成資源及能源的浪費，同時也可能因處理後排放水太乾淨，而使承受水體達到反效果；反之，若自淨能力較小之水體，因所能涵容的污染量較小，當廠商將達到放流水濃度標準的排放水排入承受體，水體將因污染物超過水體涵容能力而使水體環境品質惡化，達不到維護水體正常用途之目的。因此乃形成總量管制之觀念，藉總量管制的實施，可促使本身自淨能力較小的水體或水體用途標準較高的水質提昇，達到保護水體的目標。

(二)總量管制

水污染總量管制制度之基本構想，為提昇水體環境品質，其目的除了要求排放廢水濃度不得超過放流水標準之外，其排放污染物之總量亦不得超過總量管制標準。

事實上，因事業密集，以放流水標準管制，仍未能達到水體之水質標準目的，必須增加總量管制，而放流水標準管制，亦不全然表示皆以現行的濃度值管制,亦可將濃度與單位產品污染量二者同時管制(美國目前之作法) 。針對工廠、礦場、畜牧場而言，單位產品污染量的管制即

是總量管制的作法，但對承受水體而言，總量管制必須有整條流域全盤的估算及管制，例如除事業之放流水外，應考慮增加對大面積非點源之農藥肥料管理，實施最佳管理實務，以降低流入水體之總量。實施前提之二為「需特予保護者」，需特予保護者，在立法文字上雖不明確，但在環境學理上卻是很高的定位，運作強性很大，可不以排放污染物的量或濃度為依據。

如果在水質管理中以總量管制作為管制策略，可以得到以下各項效果:

1. 儘速達到水體用途目標：總量管制策略除了以個別工廠考慮並配合以流域性整體考慮，對於現存嚴重污染的水體，可以在最短時間收到整治兼防治再污染的功效。
2. 減少稀釋等投機行為：以濃度為管制依據時，有可能以地下水稀釋等投機行為達到符合放流水濃度標準之假像,總量管制可預防異常排放。
3. 減少水資源浪費：總量管制廢水排放，工廠必然期望降低其單位廢水量， 減少之量可供作其他資源之用，對於生產程式耗水量低者，將可作為引導科技升級之重要方向之一。
4. 提昇水體環境品質：藉著總量管制策略的推展，企業減少不必要廢(污)水排放，水體污染負荷逐年減少。如此，除可儘速達到原先設定之水體使用目標之外，尚可視運作狀況，達到控制污染，恢復環境原始狀況。

二、水體水質保護措施

水體水質保護之目的為達成環境水體水質標準，其水質保護對策架構如圖2.5所示，而環保署國家環境保護計畫中之水體水質保護措施整理如下:

(一) 加強污染源管制及排放削減

1. 遷移改善河川行水區垃圾棄置場。
2. 加速下水道興建、接管及家庭污水處理設施管理。
3. 輔導管制工廠污染玫善。
4. 推動非點源污染管制。
5. 加強污染源稽查管制。
6. 研發清潔生產技術。

(二) 推動排放許可制度

1. 建立污染源基本資料檔案。
2. 建立操作檢測申報制度。

(三) 加強海域污染防治工作

1. 推動設置船舶廢油廢水收受處理設施。
2. 推動排入港區下水道建設。
3. 加強海域環境品質監測。
4. 加強海上意外污染事件之處理。

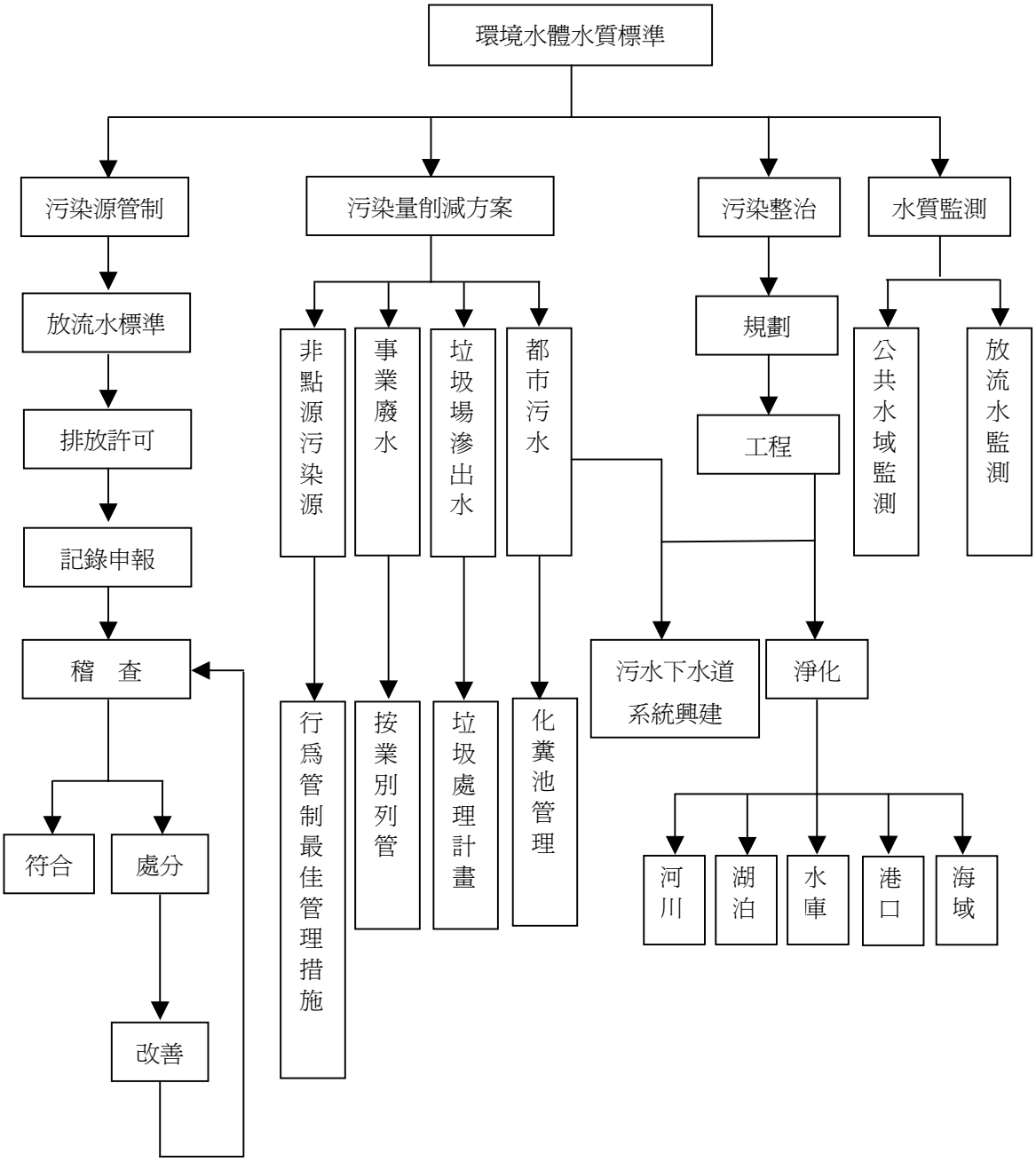


圖 2.5 水質保護對策架構圖
(資料來源：楊萬發，1994，水體水質保護)

三、處理方式

而依照廢水處理之作用，可以處理方式以及其原理不同，可將方法分為物理處理法、化學處理法、生物處理法三類。下列為各類處理法中較具代表性之處理方式。

(一)物理處理法：

1.沉澱法

沉澱為污水及廢水處理最普遍最廉價之方法，沉澱法可以去除可沉降懸浮固體物質，如砂、無機固體物、懸浮性有機物以減少污染物質。最終沉澱池用以分離污泥與廢水之混合水、濃縮生物性污泥、排出廢水。沉澱由懸浮固體物之濃度及顆粒凝聚性而分四種，即單獨沉澱(discrete settling) 、混凝沉澱(flocculant settling) 、層沉澱(zone set tling)及壓密(compression)。第一種沉澱為保持單顆粒之沉降性，其大小、形狀、密度不變，而沉砂池屬於此種。混凝沉澱之特點為顆粒有凝聚作用，沉降速度隨著變化。層沉澱大部份為顆粒成為塊狀沉降，上澄液與沉澱固體物出現明顯之界面。壓密為固體物向下壓縮，孔隙中液體被壓出，減少固體物體積。

2.過濾法

過濾為流體通過多孔質濾料，使懸浮物與液體分離的方法，價格一般來說比沉澱池貴，但佔地小，操作快速，去除之固體物易於乾燥。

過濾分為重力、壓力、真空、離心力等四種型式。重力法用於去除懸浮物濃度低之廢水，可直接通過濾床。真空過濾用於懸浮物濃度較高時，如污泥之脫水應用。若淨化液體粘性較高，固體物不易通過時，利用壓縮過濾法較適宜。離心式過濾用於易於過濾之固體物，如含水率低之泥餅。

過濾設備又分有三種，為柵篩、顆料濾床及柔質濾床。柵篩有粗、中、細之分。由篩孔或間距大小而分。顆粒濾料即利用堅硬物質如石、砂、塑膠矽藻土等為濾料者。而柔質濾床則利用纖維質之布、紙等為濾料者。

(二)化學處理法

1.中和法

pH值為放流水之重要標準之一，而廢水處理時，pH高低對處理效果影響甚大，因此酸性、鹼性廢水都需要利用化學藥劑產生中和反應，調節pH值到適宜範圍，為化學處理法中最普遍使用之一種。

而中和劑之選擇，應考慮價格、反應速度、生成之污泥及沉澱能力，及其他各種中和劑之特性、廢水性質、廢水量等。

設計中和處理系統所需要之資料包括：需要中和之廢水量(日平均流量及流量變化)、廢水之酸度或鹼度(各種時間均勻化後之各平均值之酸度或鹼度的變化)及其中和曲線、已中和處理水之pH、酸度或鹼度，此值由放流水標準而定。

2.氧化還原法

氧化作用對各種廢水之處理，具有很高的價值，不但能有效地去除生化需氧量，更能破壞廢水中合成物之構造，且產生無害之物質如二氧化碳、氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽和硫酸鹽等。而還原作用在廢水處理上之應用較少，但對某些廢水來說效用卻很大，如電鍍廢水：鉻酸鹽還原為三價鉻減少毒性。

(三)生物處理法

1.滴濾處裡法

滴濾法與活性污泥法相同，為有機性廢水生物處理法中最實用之一種方式。將廢水放置於濾料上層，與繁殖在濾料表面之微生物接觸，發生吸著混凝作用。因為微生物附著於濾料上，其數量較難以人工調節，故在操作上來說較缺乏其伸縮性。若在通風不良之場所，池底附近易成厭氣分解產生臭氣，較不常使用於家庭廢水上。不過滴濾法對原水水質及流量之變

動適應性較大，管理簡便，因此適合於工業廢水或小型污水廠使用。

2.旋轉生物圓盤法

旋轉生物圓盤法(Rotating Biological Contactor)簡稱RBC法，為生物處理的一種。由於可以在短時間接觸下獲得高效率的處理，對負荷變動較具彈性，設計簡單、產生污泥量最少，無活性污泥法之鬆化(bulking) 、發泡(foaming)、及滴濾法之散發臭氣、濾池組塞等缺點，且噪音小，接作上不需要高度技術，所需動力亦較少；因此近年來歐、美、日本等國漸加重視。而積極開發用於有機工業廢水以及都市汙水的處理。

第三章 港灣植生綠化

3.1 生態技術綠化

3.1.1 植物的生態性指標

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。各評估指標和生態機能的相關內容整理詳見本計畫第一年報告書。

一、植物多樣性

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：

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

λ 為 Simpson’s index of diversity，ni/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。

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

ni：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

植物自然度主要探討人為干擾下，植物結構、組成之改變程度，港灣是以人工植栽為主，上述分級標準並不適於本計畫，故依現地之植群組成型態訂定分級標準如表 3-1，係從人為復育的角度，探討其植物結構、組成的差異性。自然度指數計算公式，如下式（3）。

$$N = ((a_1 \times n_1) + (a_2 \times n_2) + (a_3 \times n_3)) / A \quad \text{.....(3)}$$

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 3-1 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，人爲喬木	喬木 Ø>16cm
自然度 4	人爲喬木	喬木 8cm≦Ø≦16cm
自然度 3	人爲喬木，天然灌木，人爲灌木	喬木 Ø≦8cm，灌木 5 年生以上
自然度 2	人爲灌木，天然草地	灌木介於 3-5 年生，自然草本
自然度 1	人爲灌木，人工草地	灌木 3 年生以下，人爲干擾草本
自然度 0	無植被	裸露地

Ø: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。

本計畫擬定植物分層結構分級標準，如表 3-2 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 3-3、3.4 所示。

表 3-2 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 3-3 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 3-4 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

樹　型	類　別	每株綠覆面積（m^2）	株距（M）	栽植時胸高徑計算法
	棕櫚木	16 m^2	4M	幹高 3.5m 以上 栽植時，胸高徑 10-30cm 者同
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：

$$C = a / A \times 100\% \quad \text{.....} (4)$$

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

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。

$$S = A / P \quad \text{.....} (5)$$

P：不同植物塊體之邊長　A：樣區面積

3.1.2 港區植生調查與分析案例

本年度針對高雄港旗津海岸公園、台中港森林公園與港區公園進行植栽調查與分析。為節省調查時間，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。

經 2010 年 6 月 19、20 日與 7 月 25、26 日四天現況勘查與調查後，本次共選定具有代表性的樣區高雄港旗津海岸公園 15 點，台中港森林公園與港區公園 27 點、並依現況將每個樣區劃設為 15x25 公尺進行調查，樣區位置如圖 3.1~3.4 所示。各樣區調查與分析結果說明如下（參考表 3-5）：

另外，本年度也將各樣區調查結果，如同去年度以輸入統計軟體(excel)，計算出各項植栽綠化因子，包含植生自然度、綠覆率、歧異度、植物分層結構等，計算結果如下表 3-6 所示。

一、高雄港旗津海岸公園

經現況調查與統計，全區木本植栽共計得 12 科 17 種，而且全數幾乎是人為培育植栽（詳表 3-5.1）；除了本次所劃設的樣區之外，調查過程中亦發現包括台灣肉荳蔻（肉豆蔻科）、茄冬（大戟科）、海檬果（夾竹桃科）、斯氏榕（桑科）、稜果榕（桑科）、蓮葉桐（蓮葉桐科）、欖仁樹（使君子科）、馬櫻丹（馬鞭草科）、金露華（馬鞭草科）等數量較少的群體。

統計結果顯示，全區喬木以木麻黃的數量最多（共有 516 株），其他種類數量較少，最多也只有 st13 樣區之 52 株大葉山欖植物。若以分區之喬木種類數的調查結果來看，排序第一之 st1 及 st2 樣區僅有五種，其他各樣區皆在四種以下，可見在高雄港旗津海岸公園中人為培育植栽的結果，多樣性不佳。

二、台中港森林公園、港區公園

經現況調查與統計，全區木本植栽共計得 15 科 23 種，全數也幾乎是人為培育植栽，只有在森林公園中的「原有樹林區」可見天然喬木；而在灌木方面，如圓柏（柏科）、黃金榕(桑科)等數量頗多，其他亦有如夾竹桃（夾竹桃科）、春不老（紫金牛科）、馬櫻丹（馬鞭草科）、金露華（馬鞭草科）等在樣區以外且是數量較少的群體。

統計結果顯示，全區喬木也同樣地以木麻黃的數量最多（共有 771 株），其他較多的如榕樹也只有 141 株；而全區灌木以黃金榕的數量最多（共有 233 株），但仍舊是人為培育的結果。若以分區之喬木種類數的調查結果來看，排序第一之 st18 樣區僅有六種，其他各樣區皆在五種以下，甚至在 st8、st11、st12 與 st19 樣區中，只有一種植物出現，所以台中港港區植物的多樣性也不佳。

表 3-5.1 高雄港海岸公園木本植物調查結果

種類	山欖	大葉山欖	木麻黃	水黃皮	可可椰子	台灣海棗	白水木	小葉欖仁	厚殼樹	苦楝	草海桐	黃金榕	榕樹	構樹	瓊崖海棠	酒瓶椰子	恆春黃槿	
科別	山欖科	山欖科	木麻黃科	蝶形花科	棕櫚科	棕櫚科	紫草科	使君子科	紫草科	楝科	草海桐科	桑科	桑科	桑科	藤黃科	棕櫚科	錦葵科	種類數
st1	5	0	50	5	0	0	0	0	0	0	0	2	18	0	0	0	0	5
st2	0	0	59	0	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	2	5
st3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	15	0	8	0	0	0	0	3
st4	0	0	68	0	4	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	3
st5	0	0	47	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
st6	0	0	125	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
st7	0	0	32	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3
st8	0	0	47	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
st9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1
st10	0	0	40	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3
st11	0	0	29	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	6	0	4	0	4
st12	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
st13	0	52	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
st14	0	0	9	0	0	0	0	0	4	0	0	0	3	2	0	0	0	4
st15	0	0	0	0	0	23	0	0	2	0	4	7	0	0	0	0	0	4
總數	5	52	516	5	40	23	3	48	6	32	26	9	31	8	3	11	38	

表 3-5.2 台中港森林公園、港區公園木本植物調查結果

種類	木麻黃	水黃皮	可可椰子	台灣海棗	白千層	肯式南洋杉	菩提樹	榕樹	構樹	鳳凰木	龍柏	羊蹄甲	樟樹	黃金榕	小葉欖仁	茄冬	木棉	苦楝	烏臼	欖仁	印度橡膠樹	白水木	圓柏	
科別	木麻黃科	蝶形花科	棕櫚科	棕櫚科	桃金孃科	南洋杉科	桑科	桑科	桑科	豆科	柏科	蘇木科	樟科	桑科	使君子科	大戟科	木棉科	楝科	大戟科	使君子科	桑科	紫草科	柏科	種類數
st1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	23	2	0	0	2	0	0	5
st2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2
st3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	3
st4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	5	7	0	0	0	4
st5	69	0	0	0	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	5
st6	81	0	0	0	0	0	0	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
st7	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
st8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	1
st9	93	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3
st10	37	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
st11	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
st12	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
st13	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
st14	46	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

種類	木麻黃	水黃皮	可可椰子	台灣海棗	白千層	肯式南洋杉	菩提樹	榕樹	構樹	鳳凰木	龍柏	羊蹄甲	樟樹	黃金榕	小葉欖仁	茄冬	木棉	苦楝	烏臼	欖仁	印度橡膠樹	白水木	圓柏	
科別	木麻黃科	蝶形花科	棕櫚科	棕櫚科	桃金孃科	南洋杉科	桑科	桑科	桑科	豆科	柏科	蘇木科	樟科	桑科	使君子科	大戟科	木棉科	楝科	大戟科	使君子科	桑科	紫草科	柏科	種類數
st15	0	0	0	0	12	0	0	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	4
st16	2	0	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
st17	56	0	0	0	12	0	3	0	0	2	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
st18	19	0	0	0	7	0	0	0	0	0	4	0	0	54	3	0	0	0	0	0	2	0	0	6
st19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
st20	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	6	0	0	3
st21	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
st22	29	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
st23	0	0	0	0	4	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	3
st24	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
st25	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
st26	22	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
st27	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
總數	771	17	3	9	35	3	3	141	11	16	41	3	3	233	3	5	23	27	30	24	23	31	10	

●:15×25 公尺樣區區　➤:觀測方向

圖 3.1 高雄港海岸公園樣區位置參考圖

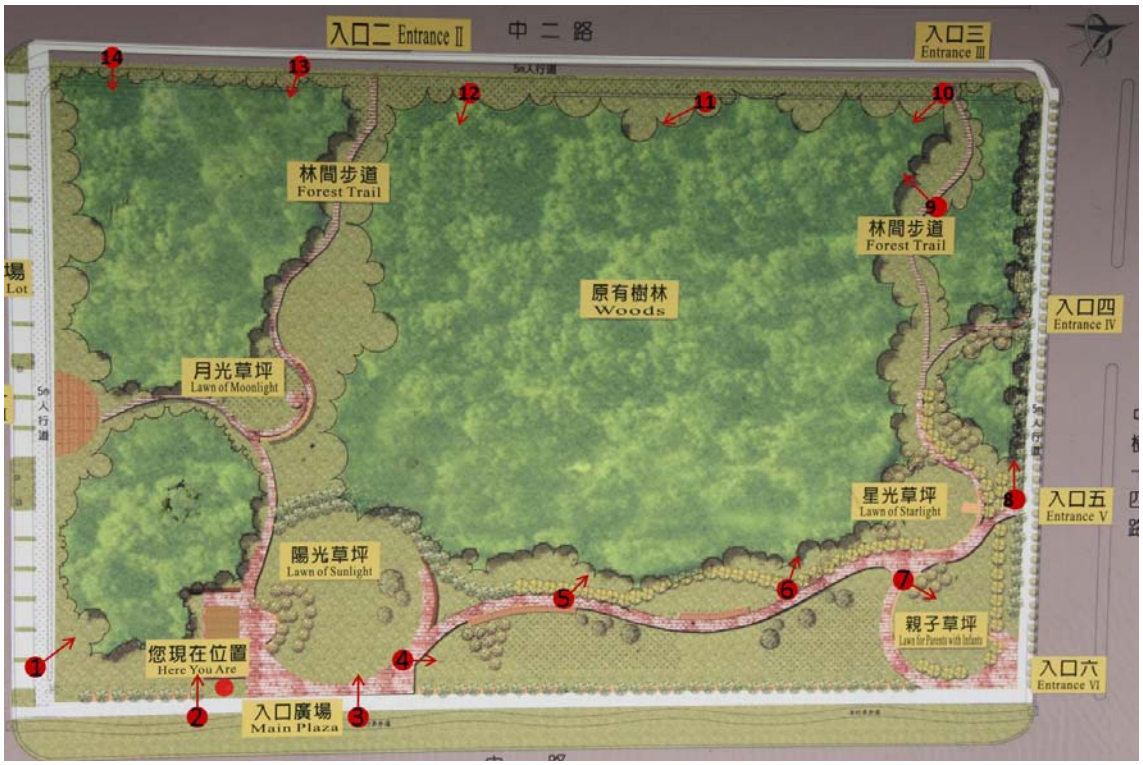


圖 3.2 台中港森林公園樣區位置參考圖

●:15x25 公尺樣區　　➤:觀測方向

圖 3.3 台中港港區公園樣區位置參考圖

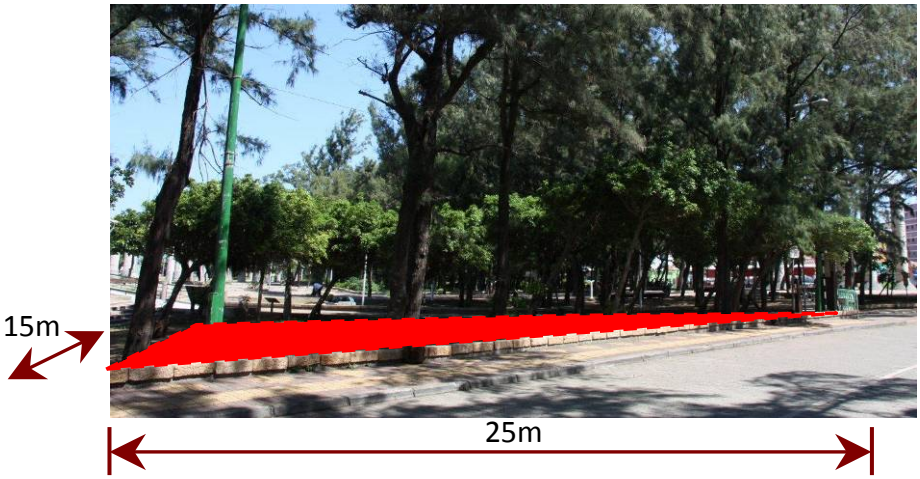


圖 3.4 樣區劃設參考圖（高雄港海岸公園 st1 樣區）

表 3-6 各項植栽綠化因子統計結果

位置	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
高雄港海岸公園	st1	0.5346	0.4016	3.36	9.46	0.00	0.00	0.74
	st2	0.6803	0.2922	3.25	3.69	3.23	11.92	0.92
	st3	0.4340	0.4125	1.54	4.85	4.54	22.03	0.79
	st4	0.8122	0.1719	3.44	0.00	0.00	8.57	0.98
	st5	0.6775	0.2533	3.25	4.62	0.00	0.00	0.91
	st6	0.9372	0.0621	3.33	14.16	0.00	0.00	0.90
	st7	0.4687	0.3730	1.62	1.35	0.70	0.95	1.00
	st8	0.5983	0.3333	1.98	1.15	29.29	33.63	1.00
	st9	1.0000	0.0000	0.48	0.03	0.00	0.00	0.86
	st10	0.7354	0.2266	3.30	2.83	1.61	4.55	1.00
	st11	0.5039	0.4150	3.09	1.88	4.52	8.50	1.00
	st12	1.0000	0.0000	1.42	0.43	27.21	11.66	0.99
	st13	0.6525	0.2309	1.80	3.12	0.00	0.00	1.00
	st14	0.4091	0.4823	1.91	2.24	0.00	0.00	0.86
	st15	0.4614	0.4384	1.22	0.00	0.41	0.00	0.67
台中港森林公園	st1	0.3984	0.4765	1.92	2.60	0.00	0.00	1.00
	st2	0.5139	0.2950	2.64	6.34	7.56	47.94	0.97
	st3	0.3765	0.4457	1.91	2.27	1.41	3.18	1.00
	st4	0.4622	0.4382	0.63	0.26	4.43	1.15	0.87
	st5	0.7392	0.2565	2.94	2.98	0.00	0.00	1.00
	st6	0.8248	0.1790	3.19	3.46	0.00	0.00	1.00
	st8	1.0000	0.0000	1.50	0.99	0.00	0.00	0.99
	st9	0.6927	0.2412	2.87	2.84	0.00	0.00	1.00
	st10	0.8805	0.1031	3.08	3.35	0.00	0.00	1.00
	st11	1.0000	0.0000	3.12	7.60	1.03	7.83	0.93
	st12	1.0000	0.0000	4.15	5.94	0.00	0.00	1.00
	st13	0.8951	0.0932	3.45	5.62	1.31	7.38	0.88
	st14	0.6800	0.2173	3.98	5.82	0.78	4.52	1.00
台中港港區公園	st15	0.3648	0.5073	3.26	10.86	0.45	4.84	0.98
	st16	0.2959	0.5651	3.37	7.52	3.10	23.31	0.96
	st17	0.4777	0.4407	2.95	5.04	0.54	2.75	0.96
	st18	0.4073	0.5144	3.28	12.26	0.19	2.31	0.97
	st19	1.0000	0.0000	2.09	21.47	0.09	1.87	0.93

位置	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
台中港港區公園	st20	0.4540	0.3746	3.65	18.56	0.27	4.94	0.91
	st21	0.4990	0.3319	2.11	21.04	0.20	4.17	1.00
	st22	0.6217	0.3351	3.83	0.00	0.00	12.73	0.80
	st23	0.4808	0.3733	2.96	12.45	0.54	6.69	1.00
	st24	0.8580	0.1178	3.72	0.00	0.00	9.09	0.90
	st25	0.6682	0.2533	3.07	0.00	0.00	3.78	0.77
	st26	0.8716	0.1090	3.46	0.00	0.00	13.50	0.75
	st27	0.7025	0.2059	3.65	15.19	0.66	10.02	1.00

3.1.3 各港區公園植栽生態指標的比較

因基隆港港區植栽極度缺乏，故不做調查研究。台北港港區尚未成型亦不做調查研究。高雄、台中和花蓮各港區公園植栽調查分析結果的生態指標，包括喬木歧異度、自然度、喬木灌木草地的面積比等，分別求出其最大值、最小值和平均植，列於下表 3-7 中做比較。

表 3-7 各港區植栽綠化因子統計結果

樣區	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
高雄港海岸公園	0~0.48 (M=0.27)	0.48~3.44 (M=2.33)	0~14.16 (M=3.32)	0~29.29 (M=4.77)	0~33.63 (M=6.79)
台中港森林公園	0~0.48 (M=0.21)	0.63~4.15 (M=2.72)	0.26~7.6 (M=3.85)	0~7.56 (M=1.27)	0~47.94 (M=5.54)
台中港港區公園	0~0.57 (M=0.32)	2.09~3.83 (M=3.18)	0~21.47 (M=9.57)	0~3.1 (M=0.46)	1.87~23.31 (M=7.69)
花蓮港海濱公園	0~0.74 (M=0.38)	1.55~3.49 (M=2.69)	0.08~1.52 (M=0.62)	0~45.5 (M=10.11)	0~46.62 (M=5.73)

花蓮港海濱公園的喬木歧異度最高，台中森林公園最低，高雄港海岸公園也偏低。花蓮港海濱公園以景觀經營的操作方法栽植喬木故多樣性

高，台中森林公園和高雄港海岸公園兼顧防風林的作用故多樣性低。因港區植栽絕大部分是由人工栽植而成非自然形成，故植栽環境的營造完全在於人為操作，因此樹種的選擇和引入建議要多考慮樹種的多樣性。

在自然度方面，台中森林公園各測點的變化最大，也就是說有的地點很高有的地點很低。台中港區公園各測點的變化幅度最小，而且自然度平均值最高，且其歧異度亦高，相對上是較好的案例。花蓮港自然度平均不高，但各測點都有一定的水準，且其歧異度很高，也是很好的案例。至於高雄港海岸公園則自然度最低，有待改善。自然度的提高必須在於植栽配置的明智考量。

在喬木、灌木和草地的面積比方面，台中港區公園喬木最多，草地最少，故其自然度也最高。花蓮港海濱公園喬木最少，草地最多，故其自然度不高，但喬木的歧異度最高，是典型的景觀營造結果。台中港森林公園和高雄港海岸公園的喬木、灌木和草地面積分布較均勻，是另一種植物歧異度高的表現。港區的植栽經營必須兼顧防風和景觀，並且港區由於土地利用和氣候條件的關係，樹木栽植不易，故增加喬木的面積可能是較必須努力的方向。

總而言之，高雄港在喬木的多樣性以及自然度的表現方面均有待改善。台中港森林公園應參考港區公園的經營模式來改善。花蓮港是很好的港區植栽成功案例，唯自然度稍嫌不足，在自然復育和景觀營造之間如何取得平衡尚待努力。

3.2 景觀綠化技術探討

海岸地區一向常為人們休閒遊憩及親水的熱門地點，因此海岸景觀之營造便顯得相當重要，而其中植栽乃扮演一相當重要的角色。目前台灣海岸地區現存的植物景觀，除了防災功能的防風林之外，少有景觀植栽的營造。同時海岸地區植栽的景觀評估研究更欠缺了相關文獻的探討。

所謂景觀評估乃指兩個以上之景觀經由視覺品質的評價，決定其程度高低的比較關係(Laurie, 1975)。藉由景觀評估可幫助在環境規劃、地景保育、生態保護或資源管理時，提供決策者一客觀之參考。

在景觀美質偏好之研究當中，因受限於實質景觀取得之困難度及代表性，運用模擬方式則能克服此類問題。景觀模擬工作在早期電腦硬體不普及時，僅能以手繪或模型方式來呈現，然而近幾年來，電腦科技快速的發展，利用電腦作景觀模擬儼然成為一種趨勢，使用相片模擬、電腦繪圖、影像處理與虛擬實境等模擬方法均可探索使用者的情緒反應與態度偏好(Bishop et al.,2001)。同時其相關軟體應運而生，如 AutoCad、3D-Studio 等，並能以數值地形模型（DTM）作地形模擬之工作。

植物在景觀設計中本為一相當重要的元素，而在美學上的應用，植栽是影響景觀偏好的因素之一。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）。同時台灣海岸海洋氣候嚴苛，海堤充斥海岸線，自然景觀品質不佳，而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負面效果。

本研究以屏東後灣海岸灘地為例，以台灣海岸地區常見之七種喬木樹種為模擬對象，利用不同樹種、不同型態之樹高、冠幅、枝葉疏密，配合種植間距之大小，將其配置在灘地上，並以景觀美質評估方法探討照片中海岸灘地植栽元素與景觀美質的關係，以瞭解灘地上植栽種植之美質偏好狀況，藉以作為海岸灘地植栽景觀規劃及經營管理時之參考。

一、研究方法及操作

(一)研究方法

影響景觀美質之因子相當眾多，在不同的環境中，景觀美質會受不同景觀元素的影響。為避免在不同環境中景觀元素歧異造成對美質評價不一的情形，故本研究以電腦模擬的方式，在同一環境背景下將不同種類之喬木配置在海岸灘地上。

本研究首先調查在不同社會經濟背景下之受測者，藉由照片之刺激而對景觀產生不同的偏好；接著分析大眾偏好的景觀美質與景觀單元、樹種、植栽元素與配置手法之間的關係。

本研究之操作建立在以下假設：

假設一：不同的喬木樹種會影響海岸景觀美質。

假設二：海岸景觀單元之面積與週長變化會影響海岸景觀美質。

假設三：海岸植栽元素會影響海岸景觀美質。

假設四：植栽疏密之配置手法會影響海岸景觀美質。

針對海岸灘地植栽的景觀美質研究很少，而從各有關植栽景觀美質的研究當中(如道路、公園、森林等)，發現會影響植栽美質的因子很多。而若以所有影響景觀美質之植栽元素或配置方式為模擬條件時，模擬工作將相當困難且難以操作，故本研究先將所有的植栽元素作篩選動作，以本研究能操作之變項為主。

由於植栽景觀的組成包含喬木、灌木及地被植物，其中喬木的出現在景觀中最具有影響力(Smardon，1988、章錦瑜，1997)，因此本研究僅針對喬木景觀作為模擬時空間配置的操縱主體，模擬的空間範圍則在海岸灘地上接近海堤的線形區域，故僅探討單列喬木植栽。

篩選影響景觀美質的植栽因子後，以電腦模擬的方式創造後灣海岸灘地之植栽景觀。藉由照片刺激產生個人偏好，進而形成景觀美質。根據研究目的，本研究以景觀美質評估方法探討一般大眾對於海岸植栽的偏好狀況，找出對景觀美質具有重要影響力的海岸植栽組成元素及景觀單元。

(二)電腦模擬

為了讓模擬照片與真實景觀相仿，以實地拍攝海岸植栽及背景為方法，選擇以 SONY DSC-F828 數位相機、35mm 鏡頭拍攝海岸喬木及後灣海岸灘地。

本研究主要在探討海岸景觀中植栽之組成與景觀美質之關係，然而影響海岸景觀美質之因子除了植栽本身對觀賞者之美質有影響之外，亦會受其他景緻，如天空、建築物、海水、灘地等所影響。因此，在作景觀評估時如以現地拍攝照片作為測試樣本時，由於整體環境複雜多變，無法控制的因素太多。而以電腦模擬的方式，則能去除非本研究標的之干擾。

海岸地區因環境較為嚴苛，必須特殊樹種才能存活，故模擬樹種以台灣海岸普遍常見之樹種為選取依據，並考慮到植栽模擬時乃以不同樹種之樹冠大小、葉片大小、枝葉疏密等之差異為模擬條件，故模擬植株之選取必須能表現植栽元素之差異。最後選擇以水黃皮(Pongamia pinnata L.)、大葉欖仁(Terminalia catappa L.)、苦楝(Melia azedarach L.)、大葉山欖(Palacuium formosanum Hayata)、黃槿(Hibiscus tiliaceus L.)、海檬果(Curbera manghas L.)、椰子樹(Cocos nucifera L.)等 7 種喬木為本研究模擬之樹種。7 種喬木樹種間之葉片大小、冠幅、枝葉疏密狀況均不相同。

植株拍攝時是在海岸地區的晴天，時間為早上十點至下午兩點之間，於 2007 年 9~12 月進行。拍攝時以單棵全株植株為鏡頭取景範圍。拍攝完成後在研究室以電腦螢幕輸出，並挑選出適合的植株照片，最後選出之植株型態為水黃皮 3 種、苦楝 3 種、大葉欖仁 4 種、大葉山欖 4 種、黃槿 4 種、海檬果 3 種、椰子樹 3 種，總共有 24 種不同植株之組成，各植株之間的高度、冠幅及枝葉疏密狀況等均不盡相同。

在電腦中利用 PhotoShop 影像軟體處理拍攝之照片，照片中除了目標喬木外，其餘背景予以清除，只剩下單一喬木，將喬木以物件方式剪下，再貼至後灣海岸灘地上，並且依樹冠之寬度調整其適合間距，植株之實際比例亦須作調整，以符合其實際高度大小。間距的模擬依據樹冠大小，分別為冠幅之 1 倍、2 倍、3 倍間距三種，再配合 24 種不同植株，最後共模擬出 72 張後灣海岸地區植栽照片，並隨機排列各張照片編成單冊。圖 3.5 為其中被評為美質較佳的三張電腦模擬案例。

		
照片8　M:5.41　S:1.21	照片44　M:5.24　S:1.12	照片16　M:5.17　S:1.43

圖 3.5 海岸景觀植栽電腦模擬案例

(三)景觀植栽因子的計算

模擬完成後之照片，利用 Photoshop 10.0 版之影像處理軟體，配合 SigmaScan Pro 5.0 版計算面積與週長之功能，分別量化各張照片中之景觀單元、植栽元素及植株種植疏密情形。景觀單元包括天空、海水、沙灘、灘地地被、遠山、近景喬木、遠景喬木、建築物等之面積及週長；植栽元素包括樹高、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、樹冠枝葉週長、樹冠完形週長、枝葉疏密度、葉片面積、葉片週長等。植株配置以植株間距及植株疏密度為其探討變項。植株間距為植株間之實際距離。植株疏密度採 15 米內出現之植株數乘以冠幅再除以 15 來計算。而堤防舖面因照片中並無變化，可將其視為一常數而予以忽略。

近景喬木面積及週長之計算方式為喬木體扣除背景之後殘留的部分，面積並不包含枝葉之孔隙；週長除輪廓外，亦包含所有孔隙之週長。其他景觀元素單元之計算方式則為扣除近景喬木體後，殘留的碎形部分之面積及週長。各週長及面積之計算均以公分為單位，輸出照片之規格為 4 吋乘 6 吋，照片總面積為 145.95cm2。計算完之數據以 Excel 建立檔案，並將其轉成 SPSS 軟體之資料格式，分別以.xls 及.sav 儲存於硬碟中。

(四)問卷設計及分析

在一般大眾眼中，個人對景觀美質評斷標準不一，而藉由群體之平均美質，可以消弭個人之間對景觀評價的美質差異，本研究選擇以景觀評估方法中的心理物理模式，以照片問卷方式配合李克特量表，針對海岸地區

之遊客作美質問卷調查，將植栽景觀美質分為五等級評分，藉以探討海岸灘地植栽的美質偏好狀況。

遊客問卷的進行地點選擇以鄰近學校的三處海岸風景區，於假日白天時以隨機方式抽取遊客做照片美質評分。受測者男女各半，教育程度以大專畢業者為多，而大部分為喜愛海邊景色的人群。問卷測試過程中一開始先請遊客填答第一部份之基本資料，第二部分為相片之美值評分，先將所有照片給予受測者預先瀏覽一次，接著按照照片編號依序看完每張照片後在問卷評分欄上打勾。問卷總共完成 395 份，回研究室中進行問卷檢查，問卷中發現有胡亂勾選或太多題項遺漏者則予以剔除；另外，因未滿 18 歲之受測者可能對於美質之感受程度較差，其問卷亦予以剔除。扣除無效及不適合之問卷 69 份，共得到有效問卷 326 份。將各張照片之美質感受評值予以平均，平均評值最高的為 5.41 分，最低的為 3.10。

二、景觀單元與景觀美質之相關性分析

經計算各張照片中海岸景觀單元之面積及週長，包括天空、海水、沙灘、遠山、近景喬木、遠景喬木、建築物等，利用相關分析之 Pirson 相關係數探討景觀單元與景觀美質之相關性。

結果顯示在週長方面，各景觀單元之週長與景觀美質並無明顯相關性。而在面積部分如表 3-8 所示，只有近景喬木與景觀美質具有顯著正相關性存在 (相關係數 0.67)，而遠景喬木、天空、海水、沙灘、建築物、遠山之面積與景觀美質均為負相關。此即照片中近景喬木面積增加，相對的其他單元面積會減少，景觀美質便增加。此表示從海岸風景的照片中顯示出，不論是自然或人工背景，缺少綠化面積即不被喜好。

表 3-8 海岸景觀單元面積與景觀美質之相關性矩陣

景觀單元面積	景觀美質
景觀美質	1
遠山面積	-.324**
沙灘面積	-.227
建物面積	-.661**

景觀單元面積	景觀美質
海水面積	-.199
天空面積	-.713**
遠喬面積	-.398**
近喬面積	.669**

已知景觀美質之主要控制變項為近景喬木之量體，由迴歸分析得到其直線迴歸方程式如下式 3-1，其解釋變異量為 44.8%。

$Y=3.591+0.039X$……(式 3-1)

式中 Y 為景觀美質評值， X 為近景喬木面積百分比。今再經由二次曲線迴歸分析，得知近景喬木與海岸景觀美質之間存在著呈倒 U 字形之曲線關係，其二次回歸方程式如下 3-2，解釋變異量為 53.6%。

$Y=2.951+0.117X-0.002X^2$……（式 3-2）

由直線和曲線迴歸之分析中知道，曲線迴歸方程式之解釋變異量較直線迴歸來得高，因此近景喬木面積與景觀美質之關係，比較適合用曲線方程式來解釋（圖 3.6）。由圖中的散佈圖及二次方程式顯示，當近景喬木在照片中出現之面積愈大，則景觀美質愈高，但是當近景喬木之面積到達佔照片總面積約 30.%左右時，海岸景觀美質即沒有再增加反而是下降。

在海岸景觀中，近景喬木植栽量體增加，亦即綠化面積增加，能提高景觀美質。但是當近景喬木比例過高時，對於植栽後方之海岸景觀單元，如灘地、海水等之感受較為微弱，反而會使景觀美質降低。此顯示當受測者在海岸景觀中，若只能感受到植栽組成已變成一道綠籬，而無法明顯感受到海岸自然景觀時，會降低其景觀美質。

以下本文將對近景喬木的組成再做進一步分析。

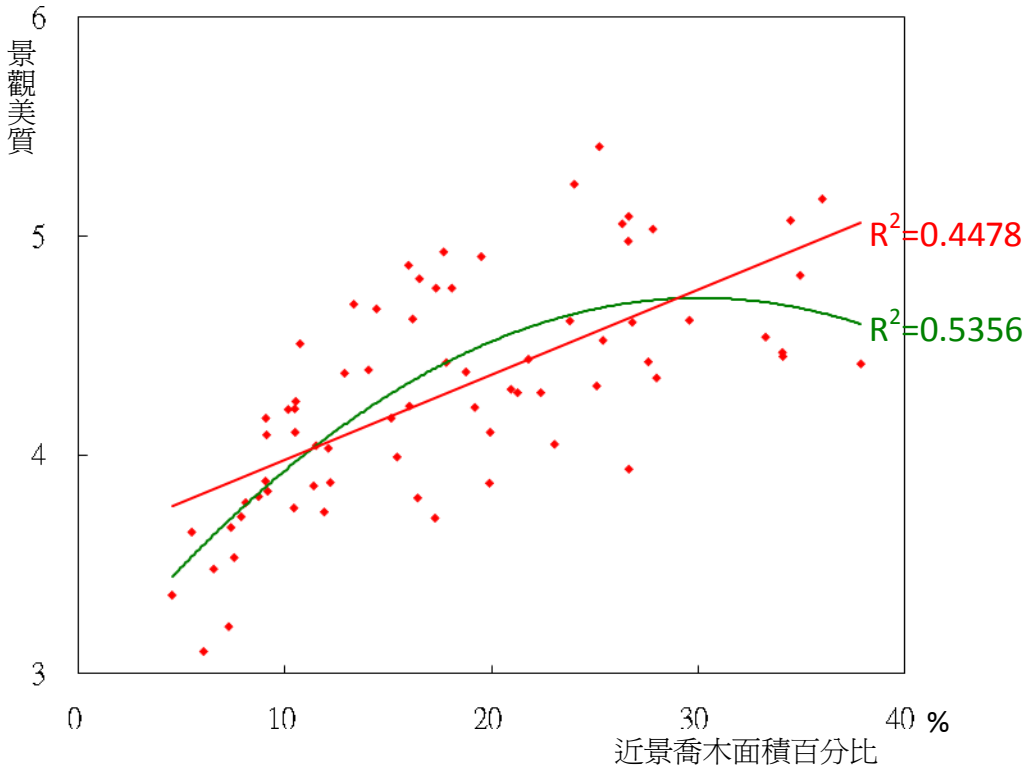


圖 3.6 近景喬木面積與景觀美質之直線與曲線關係

三、植栽與景觀美質之分析

（一）相關分析

將各照片中海岸植栽元素及配置手法予以計算，植栽元素包括樹高、冠幅大小、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、樹冠枝葉週長、樹冠完形週長、枝葉疏密度、葉片面積、葉片週長等；配置方法包括植株疏密度及植株間距。利用 Pierson 相關係數探討海岸植栽元素、配置方法與景觀美質之相關性結果如表 3-9 所示。

經由分析結果發現，在海岸植栽元素方面，景觀美質與喬木高度、樹冠冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、枝葉疏密度、葉片週長、等之間具有相關性存在。枝葉疏密度與景觀美質之相關程度最高，其相關係數 r 值高達 0.630，其相關散佈圖如圖 3.7 所示；樹高與景觀美質之相關程度次之為.462；第三高為樹冠枝葉面積，相關係數為 0.433。在配置方式方面中，植株疏密度與景觀美質之相關程度相當高，相關係數 0.719（圖 3.8）；而植株間距與景觀美質之相關程度則很低。

表 3-9 海岸植栽元素與景觀美質之相關係數

植栽元素	景觀美質
景觀美質	1
樹高	.462**
冠幅	.384**
樹冠枝葉面積	.433**
樹冠完形面積	.395**
枝葉疏密度	.630**
樹冠枝葉週長	.158
樹冠完形週長	.138
枝葉/完形週長比	-.228
葉片面積	-.047
葉片週長	.300*
植株疏密度	.719**
植株間距	-.077

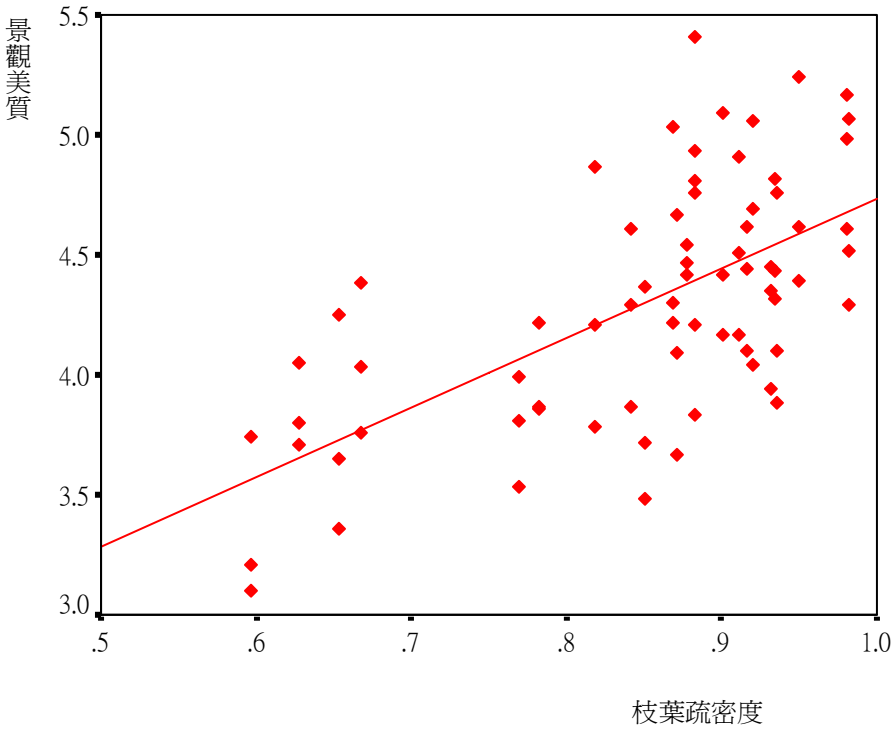


圖 3.7 枝葉疏密度與景觀美質之散佈圖

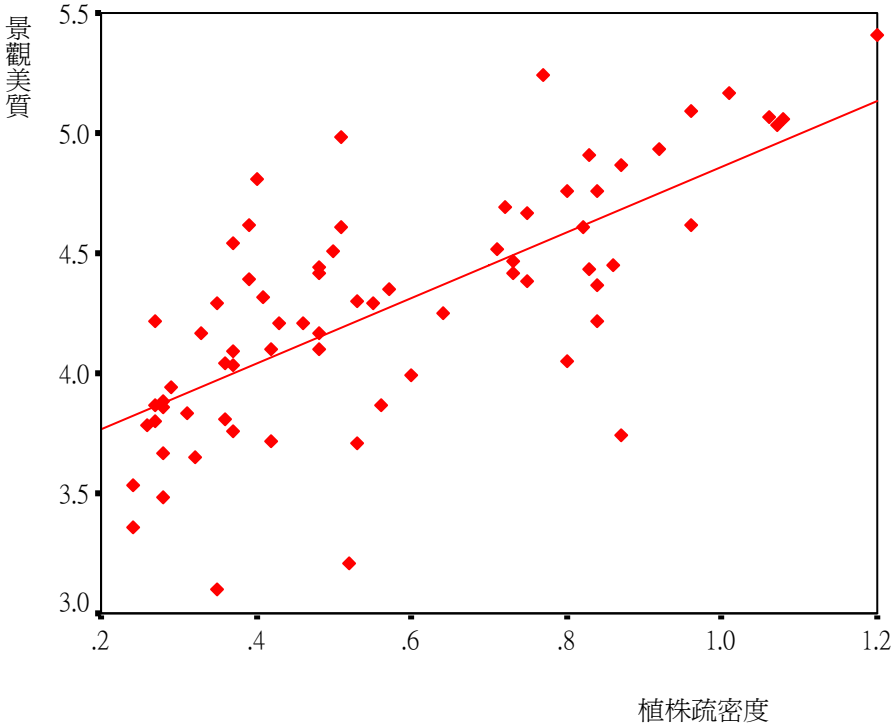


圖 3.8 植株疏密度與景觀美質之散佈圖

(二)迴歸分析

以景觀美質為因變數，將海岸植栽元素及配置方式之所有因子作為自變數納入考慮，利用逐步迴歸分析法，進行迴歸分析，結果得到解釋變異量為最高 78%的三元迴歸方程式，其中的三個自變項為植株疏密度、枝葉疏密度與葉片面積。其次為植株疏密度、枝葉疏密度 2 個變項的二元迴歸方程式，其解釋變異量 76%。此二者之解釋變異量差別很小。另外，又由共線性診斷中發現，二元迴歸方程式之容忍度較高，變異數膨脹因子 VIF 值均較低，顯示此方程式沒有共線性之問題。故我們認為採用如下的二個變項的回歸方程式，來描述景觀美質與植栽因子的相關關係為較佳的選擇。

$$Y=1.641+1.171X1+2.322X2 \quad \text{（式 3-3）}$$

式中 Y 為海岸景觀美質評值，X1 為植株疏密度，X2 為枝葉疏密度。

在此植株疏密度的定義，是指單位距離內植株枝葉覆蓋總長度對單位距離長度的比值，其最高值為 1.0 最低值為 0，而在本研究中植株疏密度之數據最高為 1..0，最低為 0.24。植栽枝葉疏密度的定義為數冠枝葉面積除以其完形面積，因此此變項一樣最高值為 1.0 最低值為 0，本研究中最高值為 0.98，最低為 0.60。

要想比較各個自變項對因變項之相對影響力，可藉由標準化過程，即令變項數值之平均值為 0 標準離差為 1，得到標準化迴歸方程式如下：

Y=0.617X1+0.505X2……（式 3-4）

由此標準化回歸方程式中得知，對景觀美質而言，植株疏密度的影響力是大於枝葉疏密度的。

本研究亦曾進一步在非線性的回歸分析中發現，其回歸方程式之解釋變異量並未能提高。其實線性迴歸方程式（3-4）已具有相當高的解釋變異量，也就是說若以式（3-4）來評估或預測景觀美質，其實已會有相當高的可靠度。

(三)景觀美質評估方程式

根據以上得到的景觀美質評估方程式，植株疏密度與枝葉疏密度愈大則海岸景觀美質評值會愈高。然而在前述景觀單元與景觀美質之分析中獲知，近景喬木量體之增加會提升海岸景觀美質，而且其間存在一曲線關係，亦即在照片中當綠色的面積過大時，反而會使景觀美質下降。但是在本評估方程式中，植株疏密度及枝葉疏密度愈高時，其景觀美質評值亦會愈高且呈直線關係，然而其並不代表照片中近景喬木量體之比例會愈高，因照片中近景喬木量體之大小尚受到樹冠大小及樹高的影響，且本研究模擬之樹種有較高的枝下高，在枝葉疏密度愈大且植株愈密時，並不至於構成類似綠籬的狀態。

式（3-4）中之 Y 值愈大表示景觀美質愈高，因 X1、X2 的最大值均為 1.0，故 Y 值的最大值為 1.122。今為了對景觀美質的評估有一個客觀的評估值，本研究將迴歸方程式做轉換，將式（3-4）兩邊都除以 1.122，則 Y 值的最大值為 1.0，最小值為 0。即景觀美質 Y 等於 1 代表美質滿分，0 代表美質最差，以此方程式作為海岸灘地喬木植栽之美質評估則更為簡便

客觀。因此重新界定之美質評估方程式如下：

$$Y=0.335\ X_1+0.665X_2 \quad \text{.....（式 3-5）}$$

在此為驗證此評估方程式的有效性，將 X1、X2 的原始調查數據代入式中，得到美質評估的預測值 Y，比較 Y 與景觀美質的實際問卷調查結果，用相關散佈圖表示如圖 3.9 所示，其 pierson 相關係數達 0.87，因此可認為此評估方程式對預測這些照片的景觀美質具有很好的有效性。

最後須特別注意的是，本文之研究範圍僅在於海岸喬木之種植，故此景觀美質評估方程式僅適用於海岸喬木之種植。此外依據上述本研究在景觀單元與景觀美質之分析中，知道近景喬木面積與景觀美質具有曲線關係，亦即近景喬木在海岸景觀中過多及過少均會使景觀美質下降，因此以上之景觀美質評估方程式也適用範圍為在近景喬木面積佔照片比例的20%~40%之間方為有意義。

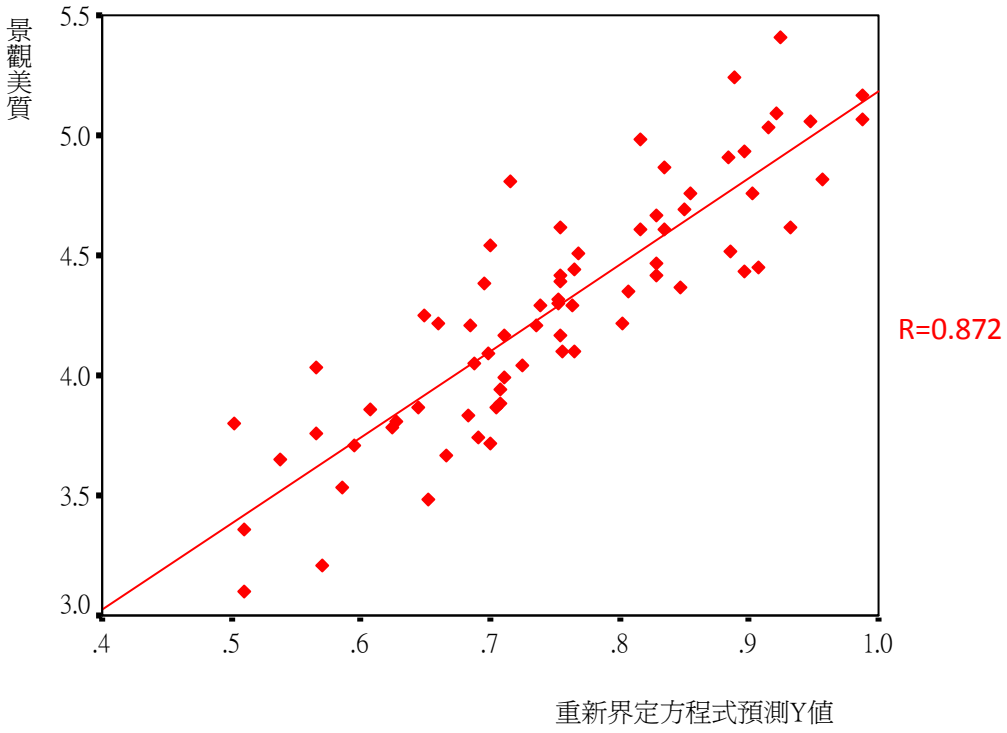


圖 3.9 美質評估預測值與實際問卷調查評值之驗證散佈圖

(四)受測者偏好之喬木樹種

本研究模擬之樹種有七種，包括水黃皮、大葉欖仁、苦楝、大葉山欖、黃槿、海檬果、椰子樹等七種樹種，將樹種及景觀美質評值經由 oneway-anova 分析，結果顯示不同樹種與美質之間具有顯著之差異，表示受測者針對海岸景觀中不同之喬木樹種，其美質偏好會有所不同。而在本研究模擬之照片中，以各樹種美質平均值顯示，群眾偏好之樹種以海檬果與椰子樹較高，大葉欖仁之偏好程度較低 (圖 3.10)。故建議樹種為海檬果、椰子樹與大葉欖仁。

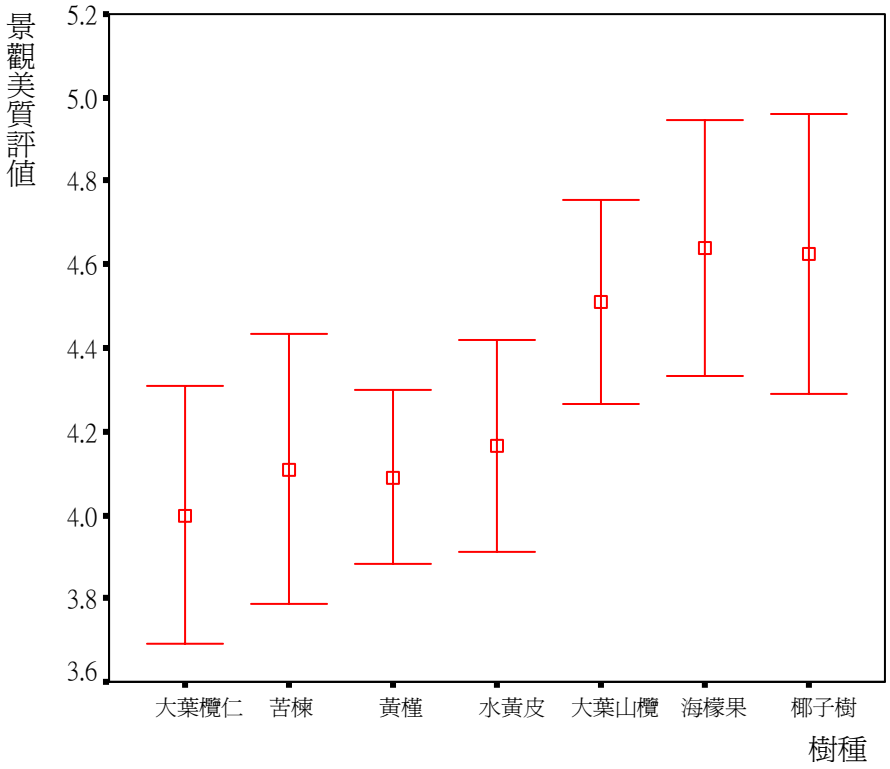


圖 3.10 受測者偏好樹種之美質高低

為了先瞭解植栽對整體景觀的影響，由海岸景觀單元包括了天空、海水、沙灘、遠山、近景喬木、遠景喬木、建築物等與景觀美質之相關分析中發現，其中近景喬木面積大小與景觀美質好壞之正相關程度最高，顯示了近景喬木在海岸景觀中的重要性。由二次曲線迴歸發現，當近景喬木面積達到 30%左右以後，海岸景觀美質不再明顯增加反而降低。亦即當近景

喬木面積過大時，其他景觀單元包括海水、沙灘、遠山等之面積也變小，受測者在無法明顯感受到海岸景觀組成時，其對海岸之景觀美質評價也會降低。

本研究主要在探討海岸植栽元素、配置手法與景觀美質之關係，而由相關分析中發現，海岸灘地植栽之景觀美質與樹高、冠幅、樹冠枝葉面積、樹冠完形面積、枝葉疏密度、樹冠完形週長、葉片週長、植株疏密度等之間具有顯著正相關存在，其中植株疏密度、枝葉疏密度與景觀美質有高度正相關，植株疏密度與美質之相關程度最高，其相關係數高達 0.72；枝葉疏密度與景觀美質之相關程度次之，其相關係數為 0.63。而由逐步迴歸分析建立之二元線性迴歸方程式，植株疏密度與枝葉疏密度二變項對景觀美質即有相當高的解釋變異量。因此在很多的植栽元素中，只利用植株疏密度與枝葉疏密度二植栽元素，即可對景觀美質做相當可靠的預測。其結果顯示，在海岸灘地植栽的種植上，若單純以景觀為考量，則喬木的種植密度應儘量密植，且樹冠枝葉茂密程度也應較大，以提升海岸灘地景觀之美質。但因從海岸景觀單元與景觀美質的討論已知，近景喬木面積與景觀美質為一曲線關係，在 30.8%時景觀美質反而開始下降，故先決條件是在近景喬木面積佔照片比例的 20%~40%之間，上述回歸方程式方為有意義，且僅限於對喬木植栽之評估。

然為了對景觀美質的評估有一個客觀的評估值，本研究將迴歸方程式做轉換，使預測出來的評分值範圍重新界定在 0~1 之間，1 代表美質滿分，0 代表美質最差，以此方程式作為海岸灘地喬木植栽之美質評估則更為簡便客觀。本研究亦將所有原始數據代入此景觀美質評估方程式，驗證了由其所推算出的景觀美質預測質，與實際照片之景觀美質評值具有相當高的一致性，Pierson 相關係數高達 0.874，結果顯示了此預測方程式之預測能力相當高。

本研究利用影像模擬的方式構築海岸植栽景觀預測或評估模式，得到相當滿意的結果。雖然在不同的海岸地區之景觀單元可能不盡相同，本研究僅以屏東後灣海岸灘地為例，但此預測方程式可提供環境類似地區使用。而在環境不同的地區，本研究的操作模式可提供該區建立類似的預測評估模式，利用不同的調查資料和問卷去建立另外適合當地的方程式。藉由本研究之結果，可以作為海岸景觀規劃及經營管理時之參考，而後續之研究可再加入灌木及地被植物或以複層植栽等方式來進行美質評估，以期瞭解海岸灘地植栽景觀之重要美質因子。

3.3 生態與景觀的融合

環境營造若以生態為主體，則選擇以達到生物多樣性的目標所需的植栽因子為主要考量，達到景觀美質目的的植栽因子為次要考量。反之亦然。如需同時兼顧，則以共同的植栽因子為優先考量。建立港灣植生綠化的最佳模式。

植物在自然環境中乃為具有多項功能的重要元素，如調節氣候、降低風速、穩定土壤、減少噪音、淨化空氣、空間營造等功能。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，因其為自然的產物，可消除人工產物的視覺藩籬，為環境提供自然的感覺。海岸植栽之營造不僅有上述多項功能，還能增加海岸的生物多樣性，進行生態維護，並創造適意的海岸景觀環境，增加群眾到海岸遊憩機會等機能。

為了使生態和景觀融合，可利用生態綠化的方式。生態綠化與一般認知的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 3-10)

表 3-10 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、遊憩利用爲主要考量目的。	以基地生態復育達到生物多樣性爲主要目的。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爲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爲當地的潛在自然植生。
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，動物棲息環境需求，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。因此，植物種類岐異度高，植栽結構岐異度大。
育苗	多爲外地苗圃育苗。	以現地育苗爲主，免除馴化過程。
苗木大小與移植	多半以大樹爲主，移植耗功費時，不易存活且影響以後生機。	強調以小苗爲主，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與量、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	爲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，後續爲低度養護。
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爲主要考量依據，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。

生態綠化的觀念運用在海岸植栽營造上，既可以達到生態維護，並創造適意景觀環境，增加海岸遊憩機會等機能。海岸植栽設計之基本原則詳列如下（郭一羽、李麗雪，2006）：

1.選擇環境適應性強的本土樹種為主，馴化而能適應本地環境的引進樹種為輔，對於植栽撫育及維護管理較容易，亦可避免外來樹種對當地生態造成之傷害。

2.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時間較短。

3.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、阻撓等機能之保護結構，以達保護海岸環境。

4.海岸沙地有機質缺乏，可用有機肥或栽植肥木，促進植栽生長。

5.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，並增加根部保水。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。

而海岸植栽的特性與功能為以下幾點：

1. 防風、防潮、防沙
2. 對人工元素的遮蔽
3. 海濱與背後地視覺的關係性調整
4. 自然海濱空間和背後都市之間的緩衝機能
5. 確保綠蔭的存在
6. 表現海岸景觀

這些機能與景觀的功用需要配合恰當的設計，才能發揮其效果。防風、防潮、防沙為主要訴求，滿足這些基本的需求之後，再進一步達成其他功能的設計考量。

對人工元素的遮蔽來說，以停車場的設計管理為例，考慮到海邊遊玩的遊客大多以汽車為交通工具，海岸停車場的管理規劃便成了重要課題，停車場中栽種樹木，車輛原本的紊亂趕在樹蔭中變得較不顯眼(圖 3.11)。

或是停車場在海灘和道路間設置時的情況，可將停車場的地盤設計較道路的地盤低，並且施種一些植栽，則路側行人的視線便不會被落在停車場中(圖 3.12)。再以海岸遊憩地的服務設施為例，服務設施等建築物盡量不要過分醒目的建造，並且以能被植栽遮蔽為原則最好，才不會對自然環境帶來景觀上的衝擊。

圖 3.11 植栽綠化停車場

圖 3.12 植栽綠化停車場

海濱與背後地的視覺關係強調空間的整合性及連續性。如圖 3.13 後灘植物可以降低壓迫感和阻隔感，適量的提高海堤前的沙灘高度，並引進一些適合當地環境的海濱植生，可以降低堤防的衝擊。同時，可以產生後面

的海濱植物及前面的海灘植被間的綠化連續性，也可以緩和堤前、堤後的阻隔感。

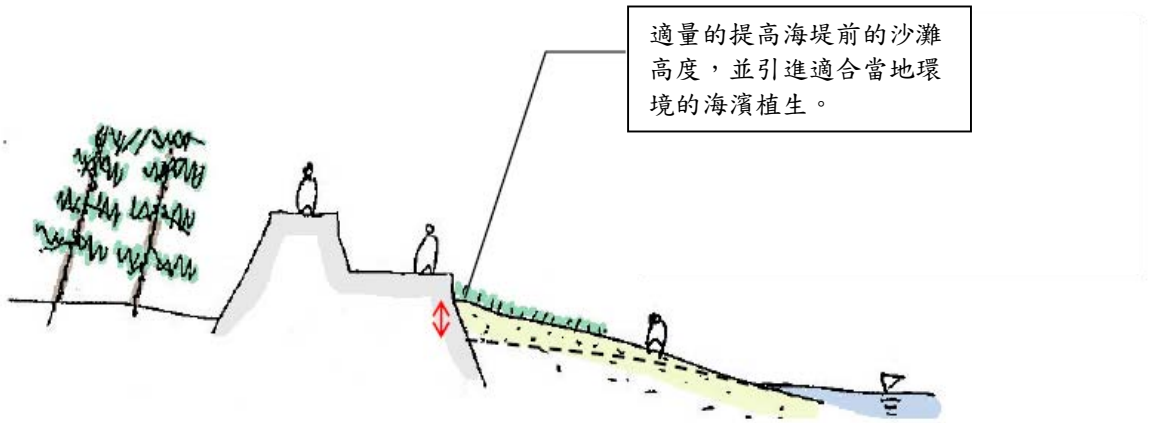


圖 3.13 後灘植物降低壓迫感和阻隔感(資料來源:日本港灣局,2006 年)

自然海濱空間和背後都市之間的緩衝機能是以植栽作為空間連接，降低兩者間的不協調感，並且運用地形的設計來減少眺望海景的在公園或後面的道路也能看見海，有空間的、視覺的連續性。阻礙。如圖 3.14，海岸－公園－道路的斷面概略圖，將公園設置在海岸和步道中間，眺望的視線隨著傾斜的緩坡地形而下，便不會產生物理障礙。海岸背後有綠地及都市公園，形成足夠的休閒空間。背後的綠地也有擔負防災的能力，因此，就能避免過多的海岸保護設施結構。但是，在設計時要特別留意植栽的密度。若植栽密度過高，反而會造成反效果，海岸空間連續性弱。適切的密度滿足防風效果，同時也要確保不影響海的能見度。

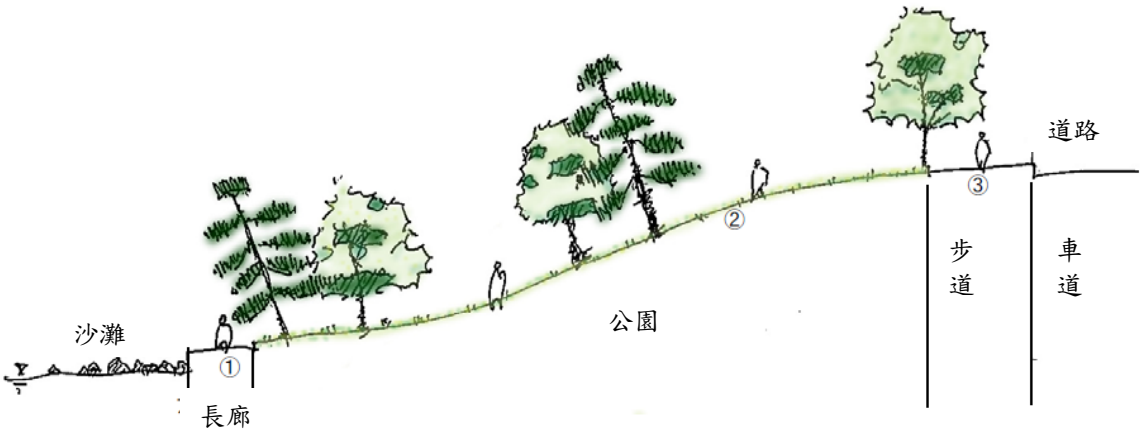


圖 3.14 海岸－公園－道路的斷面概略圖(資料來源:日本港灣局,2006 年)

植栽能夠確保綠蔭的存在，又能夠降低溫度，形成一個陰涼舒適的空間。此外，植栽還能提供模糊柔化堤防或護岸與沙灘之間生硬的邊界。如圖 3.15、3.16 及 3.17，由護岸法線投影下適量的綠蔭，可以模糊並柔化護岸和沙灘的邊界，消除原本邊界線條產生的僵硬現象，並且能提供遊客舒適的休息停留空間。

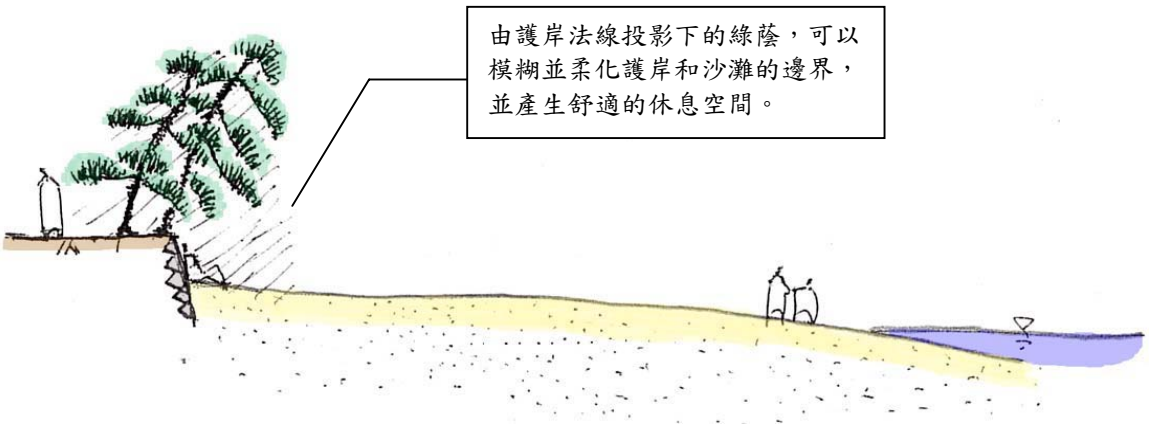


圖 3.15 護岸法線上植栽的綠蔭(資料來源:日本港灣局,2006 年)

圖 3.16 護岸與沙灘邊界的綠蔭

圖 3.17 護岸與沙灘邊界的綠蔭

植栽可以做為呈現海岸景觀的自然元素，施種適合當地環境景觀的植物為優先考慮。海岸是與風和浪潮直接對峙的地方，對植物來說，是個相當嚴峻的環境。因此，耐鹽、抗潮、防風等功能，是選擇海岸植栽的基本條件。同時，再進而考慮與環境景觀的相符程度。如圖 3.18 沙灘上枯萎的棕梠，為了夏日的海水浴季節吸引遊客的棕梠樹，到了淡季卻形成寂寥的

場景。樹種難以適應當地秋季～春季的氣候，已變得面目全非。所以，區域植生的選擇是相當重要的，選擇植物特性能夠貫穿當地四季的氣候條件的樹種更是必須考量。

圖 3.18 沙灘上枯萎的棕櫚樹

海岸植栽的特性與機能需要配合恰當的設計與配置，才能最有效地發揮其功能與效果。多數海岸常常工程過量，設置了許多不必要的設施，卻對植栽的設計配置不加以用心，往往遺忘了尊重環境自然的樣貌。因此，欲達成海岸安全防護、生態 維護和景觀美質三方面一併提升，並且從多樣的且複合性的觀點來研討，才能營造出良好的海岸景觀。

第四章 水域生態評估

4.1 改善浮游生物的生態評估模式

本計畫利用高雄港務局所提供之高雄港區水質及生態資料，進行水質評估模式的探討。利用棲地評價模式(HEP)的概念，建立本章第 4.2 節生態指標的建立所挑選出的高雄港區 5 種指標生物的棲地模式。但 5 種指標生物中其中兩種海桶及輪蟲類因出現次數太少，無法建立其棲地模式，故本研究建立其他 3 種指標生物枝角類、無節幼體及翼足類的棲地模式。

一、棲地評價模式

棲地評價模式在操作過程中，利用將利用吉安勇介(2001)與 Llanso(2001)等所提到的觀念，在調查區域中，各物種的數量最大值當作棲地參考值(reference sites)，即最大值設定為 1，如此經正規化後的各物種數量值稱為適宜度指標（SI）。在環境因子選定部分，因目前文獻除了水溫外並無明顯指出影響浮游動物的環境因子，所以本文將竟量選取全部的環境因子來建構 HSI 模式以避免遺漏。

利用高雄港務局所提供的資料中，利用各物種的數量最大值當作最佳棲地參考。因枝角類及翼足類兩種浮游動物出現時數量差距很大，會影響 HSI 模式的建構，故本研究採用枝角類數量及翼足類數量取自然對數，即 ln(枝角類數量)和 ln(翼足類數量) 。

再計算出無節幼體數量、ln(枝角類數量)和 ln(翼足類數量)的無因次 SI 值其概念可用下式(4-1)表示，這個值介於 0.0 到 1.0 之間（1 為最適合，0 為不適合）。

$$SI = \frac{\text{研究棲地之主要環境因子狀態}}{\text{最佳棲地之主要環境因子狀態}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-1）}$$

本研究尋求浮游動物與各水質因子間的關係，選擇的水質因子項目有水溫、酸鹼度(pH)、溶氧(Do)、生物需氧量(BOD_5)、懸浮固體量(ss)、亞硝酸鹽(NO_2)、硝酸鹽(NO_3)、總磷(Tp)、氨氮(NH4)等 9 個項。參考生物棲地適宜度曲線（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 是依生物量與其棲地環境因子相關散佈圖的包絡線所繪製的，指出生物量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，假設調查的樣本足夠，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，應為是其它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它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。

以下便舉一個如何建構 SI 模式的例子:當某項水質因子固定時，如圖 4.1 以 ln(翼足類數量)的 SI 值為縱軸，水質因子中的生物需氧量(BOD_5)為橫軸，繪製其相關散佈圖，則關係散佈圖中，當生物需氧量(BOD_5)為 0.2mg/L 時呈現 ln(翼足類數量)的 SI 值最高的事為 1 的測點，此時其他因子應為當對 ln(翼足類數量)呈現最佳狀態時的結果。由於 ln(翼足類數量)並不僅是依據生物需氧量(BOD_5)單一項因子所獲得的，故當生物需氧量(BOD_5)在固定的情況下，其他測站或許會因為生物需氧量(BOD_5)以外的水質因子不佳而影響到 ln(翼足類數量)。及同樣的生物需氧量(BOD_5)0.2mg/L 但 ln(翼足類數量)的 SI 值卻低於 1 的測點，就是未受其他因子不加的影響而使 ln(翼足類數量)低落。故在此所謂的生物棲地適宜度曲線，是取 ln(翼足類數量)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 ln(翼足類數量)的相關關係，亦即有排除其它因子影響的意義。

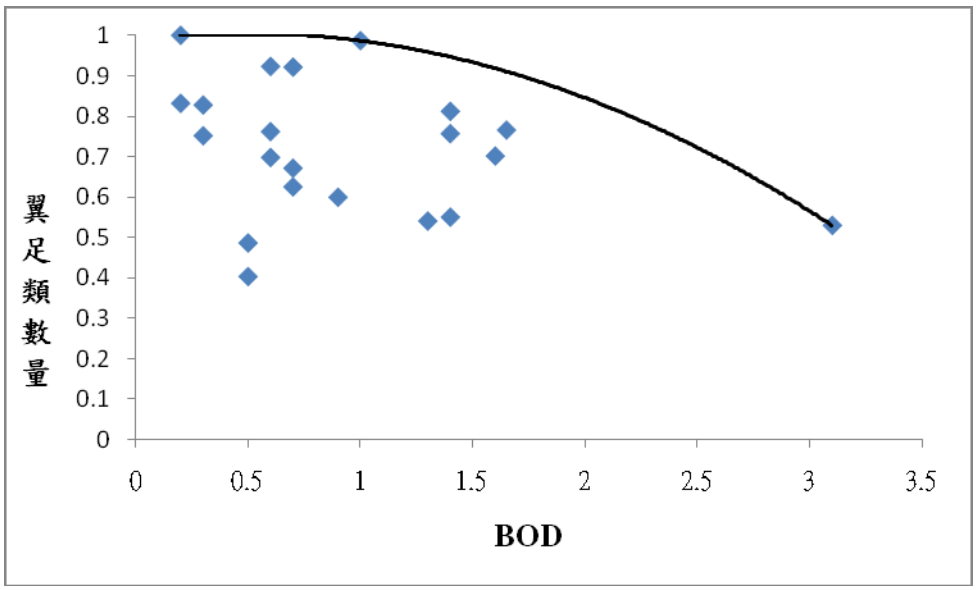


圖 4.1 BOD_5 因子與 SI 值的事宜度曲線圖

將無節幼體數量、ln(枝角類數量)和 ln(翼足類數量)與各個水質因子建立生物棲地事宜度曲線，以無節幼體數量、ln(枝角類數量)和 ln(翼足類數量)為縱軸，會影響無節幼體數量、ln(枝角類數量)和 ln(翼足類數量)的水質因子為橫軸，即可畫出各物種的生物棲地適宜度曲線如下圖 4.2、圖 4.3 及圖 4.4 所示。在畫此適宜度曲線時，雖其在數學上的意義是包絡線的作法，但因實際能夠得到的數據和資料有限，故有時可根據經驗或常識來補助。

由圖 4.2 可發現，水質因子 BOD_5、SS 及硝酸鹽(NO_3)越高翼足類數量也就越低，溶氧(DO)越高翼足類數量也就越高，總磷(TP)在 0.056mg/L 時翼足類的數量最大。

由圖 4.3 可發現，水質因子硝酸鹽(NO_3)越大無節幼體數量也就越低，水溫在 30.3℃時無節幼體的數量最大，氨氮在 0.111mg/L 時無節幼體的數量最大。

由圖 4.4 可發現，水質因子 BOD_5 越高時枝角類數量也就越低，在水溫及 SS 方面則是分別在 29.2℃及 7.1mg/L 時枝角類的數量最大。

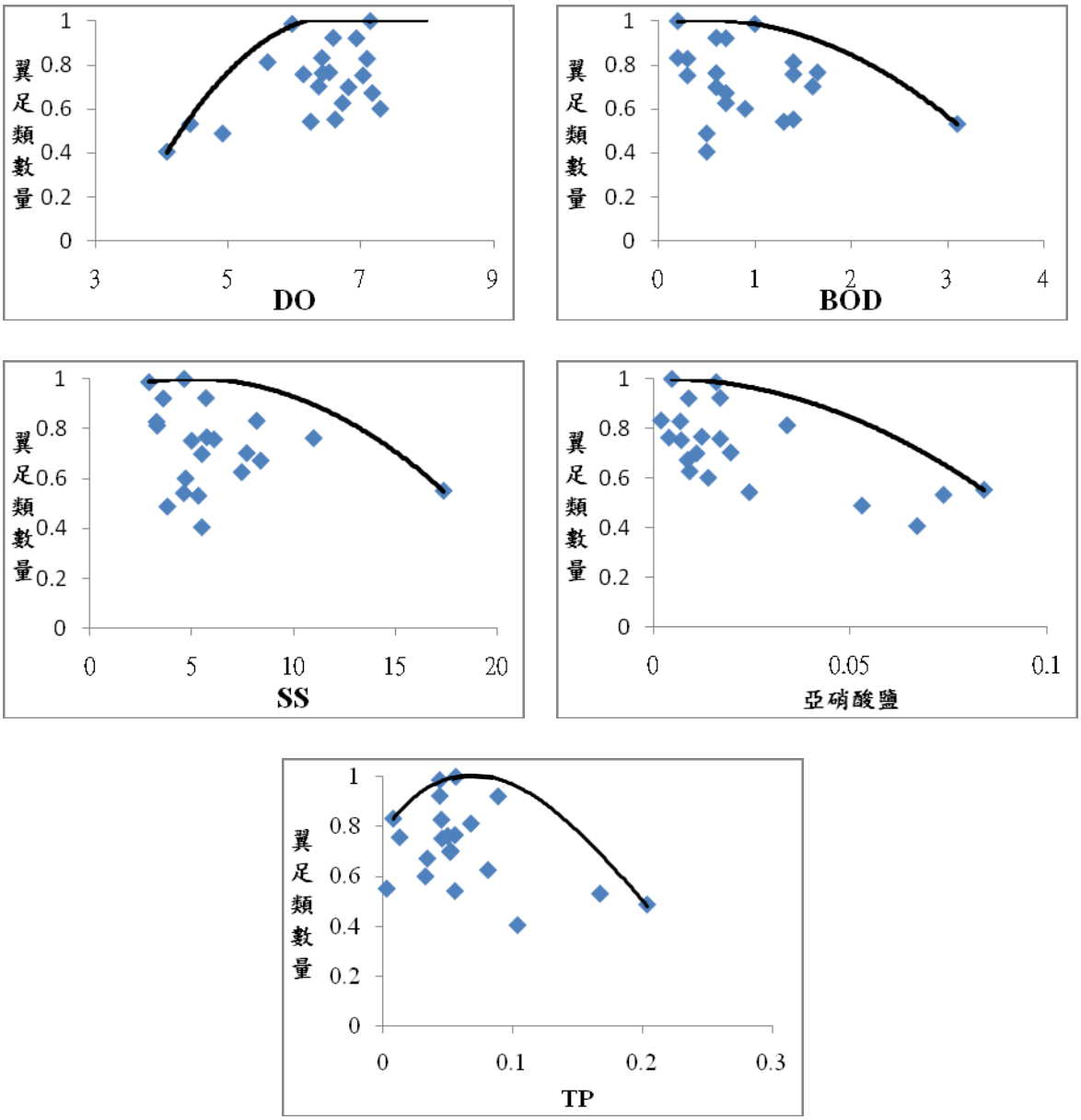
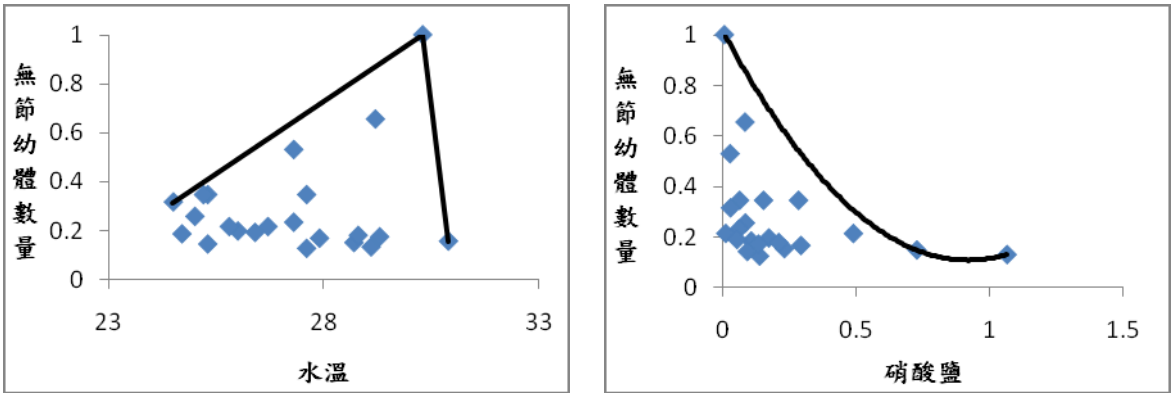


圖 4.2 各因子與 ln(翼足類數量)的適宜度曲線圖



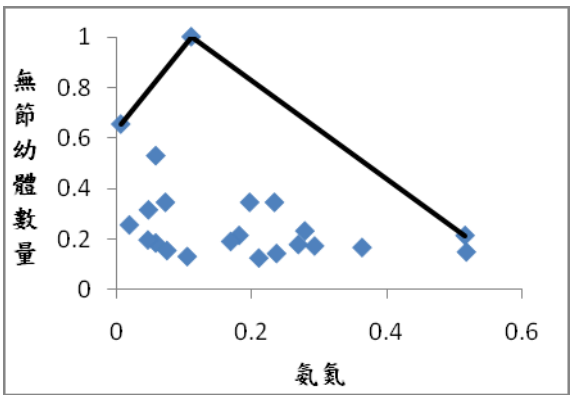
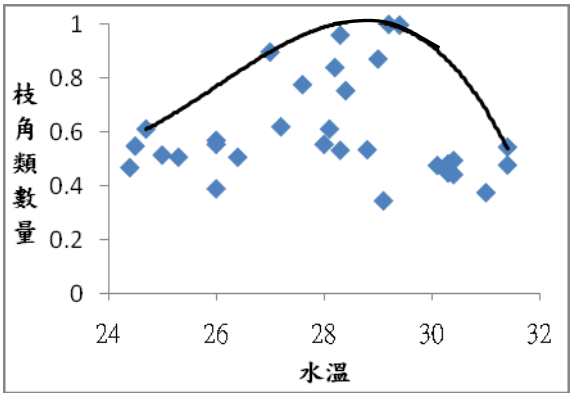
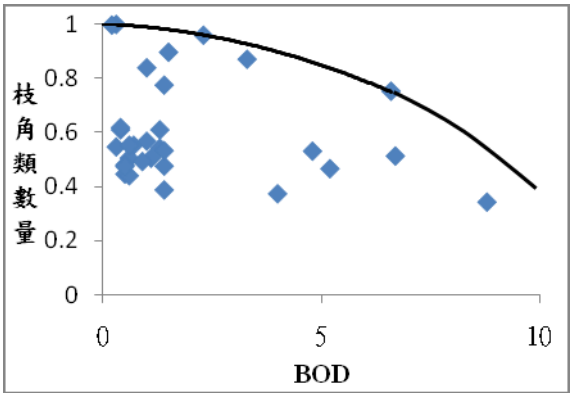


圖 4.3 各因子與無節幼體數量的適宜度曲線圖





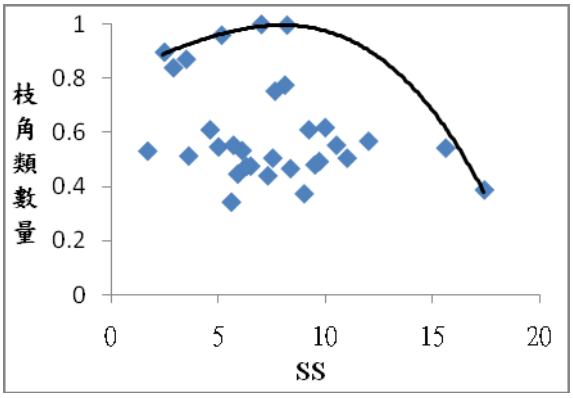


圖 4.4 各因子與 ln(枝角類數量)的適宜度曲線圖

二、棲地適合度(HSI)模式建立

棲地適合度(HSI)是依各物種的數量影響因子之適合度的總合來判斷，為了使 HSI 模式更加方便參考使用，將取任意 3 到 5 個因子的新 SI 值相乘而得 HSI，其組合方式有算術平均法、幾何平均法、限定要因法、加算要因法等各種方法，主要目的只在於能獲得一個使物種數量與各因子間具有良好關係的數學式，故必須利用不斷嘗試各種組合的方法去找到一個最佳的組合數學式。再將各組 HSI 與各物種的數量進行相關性探討，選出皮爾森相關系數(r)接近 1 時，代表所建立的模式相當好，可充分反映 HSI 模式預測值與實測的各物種的數量有線性正相關，反之，如果皮爾森相關系數(r)較低時，則需進行模式的檢討修正，建構新的 HSI 模式，直到求得 HSI 模式與各物種的數量皮爾森相關系數(r)能夠接近 1 的良好模式。本研究用三種指標生物建立 HSI 模式，如圖 4.5、圖 4.6 及圖 4.7 所示。

由圖 4.5 可知，無節幼體的棲地適合度指標如下式：

$$HSI=SI_{水溫}\times SI_{硝酸鹽}\times SI_{氨氮} \quad \text{……（式 4-2）}$$

其 HSI 經與實際對照數據做驗證，其相關係數 r=0.88，表示其有強烈的線性相關存在。由無節幼體 HSI 可知其數量受到水溫、硝酸鹽(NO3)及氨氮(NH4)之影響。

由圖 4.6 可知，翼足類的棲地適合度指標如下式：

$$HSI=SI_{DO}\times SI_{BOD}\times SI_{SS}\times SI_{亞硝酸鹽}\times SI_{TP} \quad \text{……（式 4-3）}$$

其 HSI 經與實際對照數據做驗證，其相關係數 r=0.7，表示其有強烈的線性相關存在。由翼足類 HSI 可知其數量受到溶氧(DO)、生物需氧量(BOD5) 、懸浮固體量(SS)、亞硝酸鹽(NO2)及總磷(TP)之影響。

由圖 4.7 可知，枝角類的棲地適合度指標如下式：

$HSI=SI_{水溫}\times SI_{BOD}\times SI_{SS}$ ……（式 4-4）

其 HSI 經與實際對照數據做驗證，其相關係數 r=0.64，表示其具有一定的線性相關存在。由枝角類 HSI 可知其數量受到水溫、生物需氧量(BOD5) 、懸浮固體量(SS)之影響。

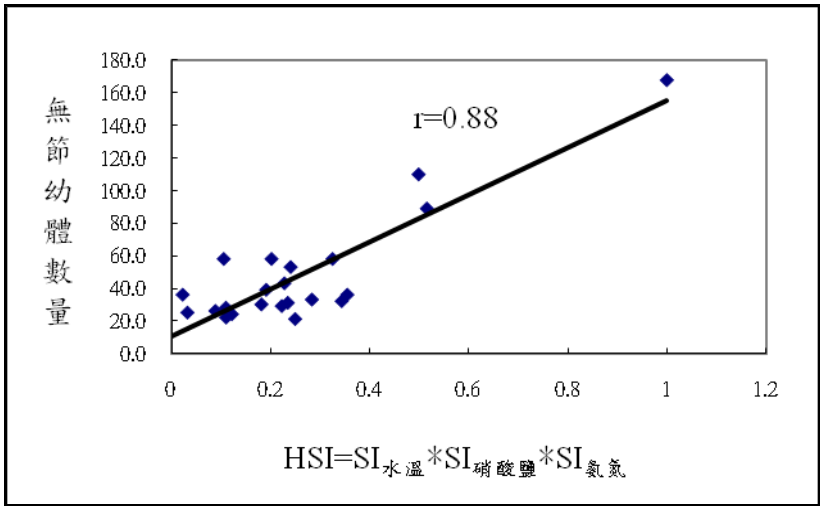


圖 4.5 無節幼體數量 HSI 模式驗證

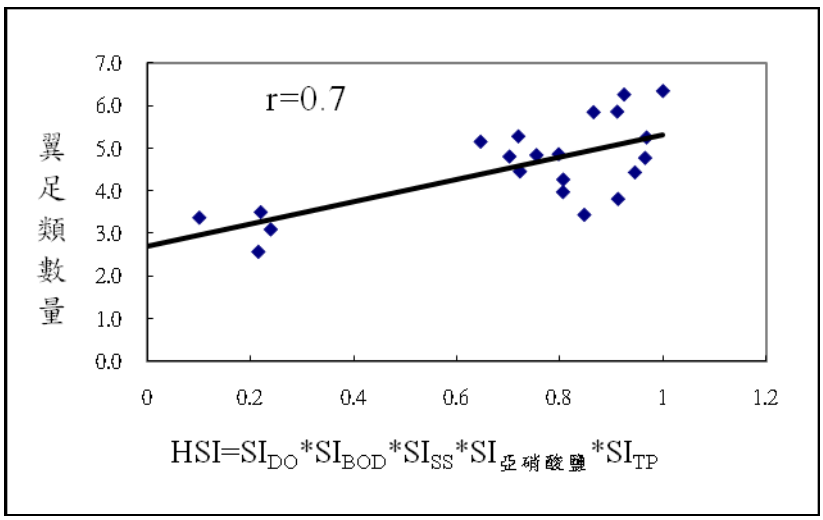


圖 4.6 ln(翼足類數量)HSI 模式驗證

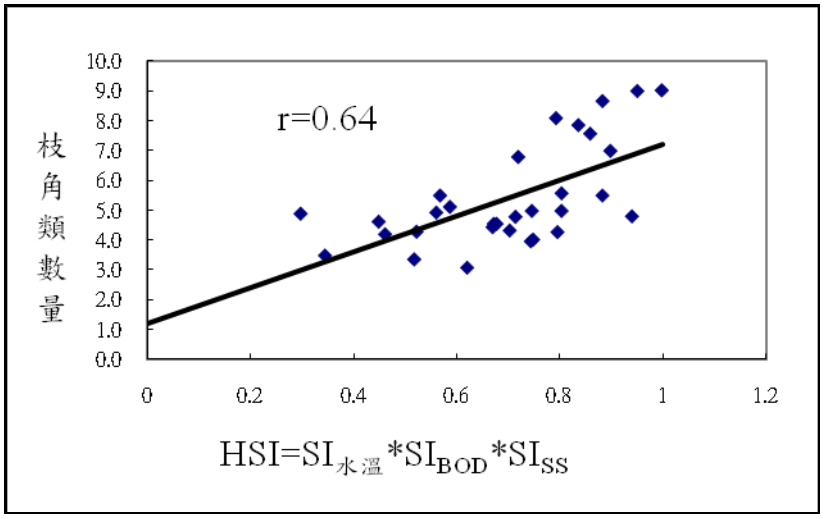


圖 4.7 ln(枝角類數量)HSI 模式驗證

4.2 生態指標的建立

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。本研究希望以生物多樣性為生態環境復育為主要訴求，考慮以能夠滿足下兩項原則所設定的條件為指標生物。

1. 伴隨物種豐富性：在生物多樣性高的地點出現，而其在生物多樣性低的地點不會出現
2. 嚴苛度：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。

利用上述兩種方法，建立高雄港港區浮游動物的指標生物。

一、伴隨物種豐富性

本研究利用高雄港務局所提供的高雄港區調查資料，分別對高雄港 97 年及 96 年的各浮游動物計算其伴隨物種豐富度，並將各浮游動物於各個不同測點之伴隨出現物種數取平均值如附表 2-1 及附表 2-2 所示。依伴隨物種豐富度平均值之大小給予排序，其整理結果如表 4-1 及 4.2 所示。

由表 4-1 可知，高雄港 97 年共出現 32 種浮游動物，其中以有孔蟲伴隨物種豐富度為 27 種最大；以端腳類伴隨物種豐富度 17.31 種最小。由表 4-2 可知，高雄港 96 年共出現 34 種浮游動物，其中以輪蟲類伴隨物種豐富度為 29 種最大；以口足類幼生伴隨物種豐富度 19 種最小。

表 4-1 97 年伴隨物種豐富度排序

物種	伴隨物種豐富度	伴隨物種豐富度排序
有孔蟲	27	1
海桶	26	2
櫛水母	25.4	3
缽水母	25.28	4
管水母	24.63	5
無節幼体	24	6
棘皮幼生	23.85	7
螢光蝦類	22.6	8
翼足類	22.4	9
貝類幼生	22	10
介形類	21.7	11
海鞘幼生	21.69	12
放射蟲	21.5	13
橈腳幼生	21.36	14
中腹足類	21.08	15
枝角類	20.9	16
其他	20.38	17
夜光蟲	20.28	18
猛水蚤	20.23	19
魚卵	19.73	20
毛顎類	19.36	21
甲殼類卵	19.35	22
多毛類	19.25	23
藤壺幼生	19.2	24
橈腳類卵	19.18	25

表 4-2.96 年伴隨物種豐富度排序

物種	伴隨物種豐富度	伴隨物種豐富度排序
輪蟲類	29	1
放射蟲	28	2
海桶	28	2
櫛水母	27	4
翼足類	26	5
中腹足類	25.5	6
管水母	24.8	7
缽水母	24.25	8
纖毛蟲	24	9
橈腳幼生	24	9
枝角類	23.83	11
猛水蚤	23.5	12
貝類幼生	23.2	13
其他	22.5	14
棘皮幼生	22.33	15
夜光蟲	22	16
橈腳類卵	22	16
無節幼体	21	18
介形類	21	18
螢光蝦類	20.8	20
藤壺幼生	19.9	21
毛顎類	19.25	22
多毛類	19.25	22
哲水蚤	19.25	22
劍水蚤	19.25	22

哲水蚤	18.95	26
尾虫類	18.95	26
仔稚魚	18.76	28
劍水蚤	18.54	29
糠蝦類	18.54	29
蟹類幼生	18.54	29
端腳類	17.31	32

端腳類	19.25	22
糠蝦類	19.25	22
甲殼類卵	19.25	22
蟹類幼生	19.25	22
尾虫類	19.25	22
海鞘幼生	19.25	22
魚卵	19.25	22
仔稚魚	19.25	22
口足類幼生	19	34

二、物種嚴苛性

一般在水質棲地條件適當的地方有很多生物可以生存，而污染嚴重或水溫太低太高等環境條件不佳的棲地只有少數的生物能夠生存，故要求的生活條件嚴格，只能在最佳環境才能生存的下去的生物比較適合做為指標生物；因為只要這種生物能存活，其他生物更能活的下去。

因目前文獻中指出浮游動物受到水溫、水流及生物需氧量等的影響。但高雄港務局的調查資料中水流資料有遺漏，故本研究去除水流這個項目。並且盡量選擇全部的環境因子，以避免疏漏，包括：水溫、PH、溶氧(DO)、BOD_5、懸浮固體量(SS)、大腸桿菌、亞硝酸鹽氮(NO_2)、硝酸鹽氮(NO_3)、總磷(TP)及氨氮(NH4)。

以棲地嚴格性決定指標生物，所需水溫、PH、BOD_5、懸浮度體量(SS)、大腸桿菌、亞硝酸鹽氮(NO_2)、硝酸鹽氮(NO_3)、總磷(TP)及氨氮(NH4)值適合生存範圍越窄，所需溶氧量(DO)越高表示其生活條件較嚴苛。

從高雄港務局 97 及 96 年所調查發現的種浮游動物中，分析其生存的棲地環境因子之範圍如附表 2-3 及附表 2-4 所示。

利用各浮游動物生存之棲地環境因子條件計算各物種於各棲地因子之嚴苛度並加以排序，將排序結果加總再平均如附表 2-5 及附表 2-6 所示，並依其平均大小給予名次整理如表 4-3 及表 4-4 所示。

由表 4-3 可知 97 年嚴苛度部分高雄港共出現 31 種浮游動物，排序由

1 至 31 名，其中甲殼類卵與端腳類因嚴苛度相同皆給予相同名次 22；劍水蚤及尾虫類也出現相同嚴苛度故也給予相同名次 28。由表 4-4 可知 96 年高雄港出現 31 種浮游動物，排序由 1 至 28 名，其中介形類及中腹足類因嚴苛度相同皆給予相同名次 10；毛顎類及魚卵因嚴苛度相同皆給予相同名次 21；哲水蚤、糠蝦類及蟹類幼生也出現相同的嚴苛度故也給予相同的名次 28。此與上節所述高雄港 97 年伴隨物種豐富度出現 32 種浮游動物，96 年伴隨物種豐富度出現 34 種浮游動物有所差異。是因為某些浮游動物只出現一次故其環境生存條件並無區間，無法計算其嚴苛度。例如 97 年出現的有孔蟲及 96 年出現的輪蟲類、口足類幼生及節水母。

表 4-3　97 年浮游動物嚴苛度物種排序結果

物種	名次
放射蟲	1
海桶	2
缽水母	3
櫛水母	4
管水母	5
無節幼体	6
其他	7
棘皮幼生	8
中腹足類	9
夜光蟲	10
貝類幼生	11
介形類	12
翼足類	13
橈腳幼生	14
海鞘幼生	15
猛水蚤	16
螢光蝦類	17
枝角類	18
毛顎類	19
多毛類	20
橈腳類卵	21

表 4-4　96 年浮游動物嚴苛度物種排序結果

物種	名次
放射蟲	1
海桶	2
纖毛蟲	3
貝類幼生	4
翼足類	5
缽水母	6
管水母	7
橈腳幼生	8
其他	9
介形類	10
中腹足類	10
枝角類	11
夜光蟲	12
猛水蚤	13
橈腳類卵	14
棘皮幼生	15
無節幼体	16
螢光蝦類	17
藤壺幼生	18
甲殼類卵	19
海鞘幼生	20

甲殼類卵	22		毛顎類	21
端腳類	22		魚卵	21
仔稚魚	24		多毛類	23
魚卵	25		尾虫類	24
藤壺幼生	26		端腳類	25
糠蝦類	27		劍水蚤	26
劍水蚤	28		仔稚魚	27
尾虫類	28		哲水蚤	28
蟹類幼生	30		糠蝦類	28
哲水蚤	31		蟹類幼生	28

三、相關分析

將上述伴隨物種排序結果分別與物種嚴苛度排序結果整理如表 4-5 及表 4-6 所示，並針對其排序結果做相關分析。

97 年伴隨物種豐富性排序與嚴苛度排序之相關性散佈圖如圖 4.8 所示，Pierson 相關分析結果為 0.87。

96 年伴隨物種豐富性排序與嚴苛度排序之相關性散佈圖如圖 4.9 所示，Pierson 相關分析結果為 0.89。

本研究希望利用伴隨物種豐富度排序高且物種嚴苛度排序也高的物種當作指標生物，但由於高雄港務局在 96 年及 97 年水質調查方面因某些測點不同。在 96 年的部分 ，比 97 年少了 10 水質監測位置分別為 C-1、C-2、D-1、D-2、F-1、F-2、M、N、N-1 及 N-2，其餘的水質監測位置皆相同，而 97 年監測位置如圖 4.10 所示。故無法合併兩年資料計算嚴苛度。

由上述伴隨物種豐富度排序與嚴苛度排序相關分析之結果顯示，伴隨物種豐富度與物種嚴苛度具有強烈的線性相關，此結果表示當某物種伴隨物種豐富性大，其生物多樣性較高，而該物種對於環境的生存條件也較為嚴格。故本研究合併高雄港 96 年及 97 年的浮游動物資料，計算出伴隨物種豐富度大的物種並配合浮游動物之經濟價值建立指標生物。

表 4-5　97 年浮游動物嚴苛度及伴隨物種排序結果

物種	嚴苛度排序	伴隨物種豐富度排序
放射蟲	1	13
海桶	2	2
缽水母	3	4
櫛水母	4	3
管水母	5	5
無節幼体	6	6
其他	7	17
棘皮幼生	8	7
中腹足類	9	15
夜光蟲	10	18
貝類幼生	11	10
介形類	12	11
翼足類	13	9
橈腳幼生	14	14
海鞘幼生	15	12
猛水蚤	16	19
螢光蝦類	17	8
枝角類	18	16
毛顎類	19	21
多毛類	20	23
橈腳類卵	21	25
甲殼類卵	22	22
端腳類	22	32
仔稚魚	24	28
魚卵	25	20
藤壺幼生	26	24
糠蝦類	27	29
劍水蚤	28	29
尾虫類	28	26
蟹類幼生	30	29
哲水蚤	31	26

表 4-6　96 年浮游動物嚴苛度及伴隨物種排序結果

物種	嚴苛度排序	伴隨物種豐富度排序
放射蟲	1	2
海桶	2	2
纖毛蟲	3	9
貝類幼生	4	13
翼足類	5	5
缽水母	6	8
管水母	7	7
橈腳幼生	8	9
其他	9	14
介形類	10	18
中腹足類	10	6
枝角類	11	11
夜光蟲	12	16
猛水蚤	13	12
橈腳類卵	14	16
棘皮幼生	15	15
無節幼体	16	18
螢光蝦類	17	20
藤壺幼生	18	21
甲殼類卵	19	22
海鞘幼生	20	22
毛顎類	21	22
魚卵	21	22
多毛類	23	22
尾虫類	24	22
端腳類	25	22
劍水蚤	26	22
仔稚魚	27	22
哲水蚤	28	22
糠蝦類	28	22
蟹類幼生	28	22

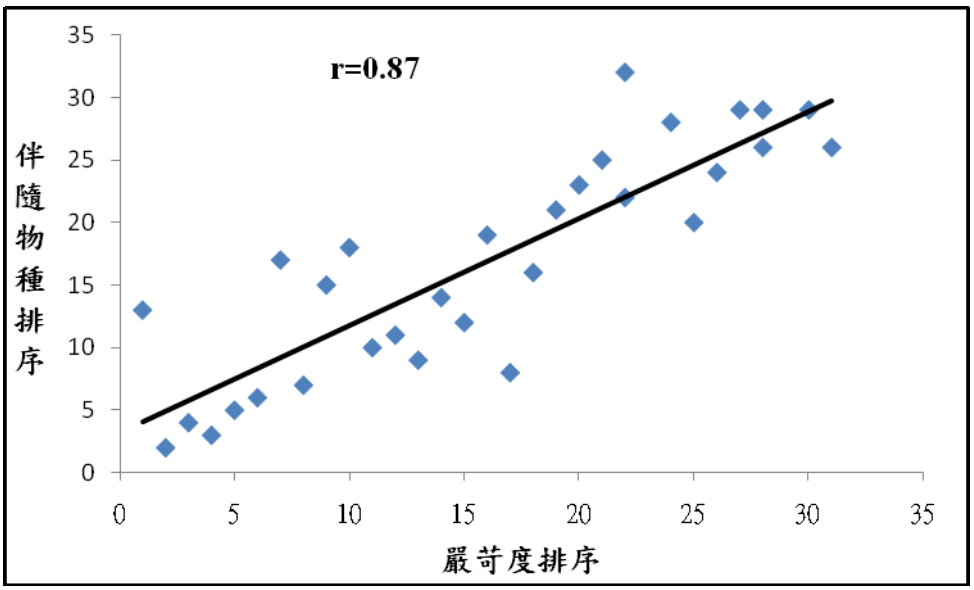


圖 4.8　97 年伴隨物種與嚴苛度排序相關分析

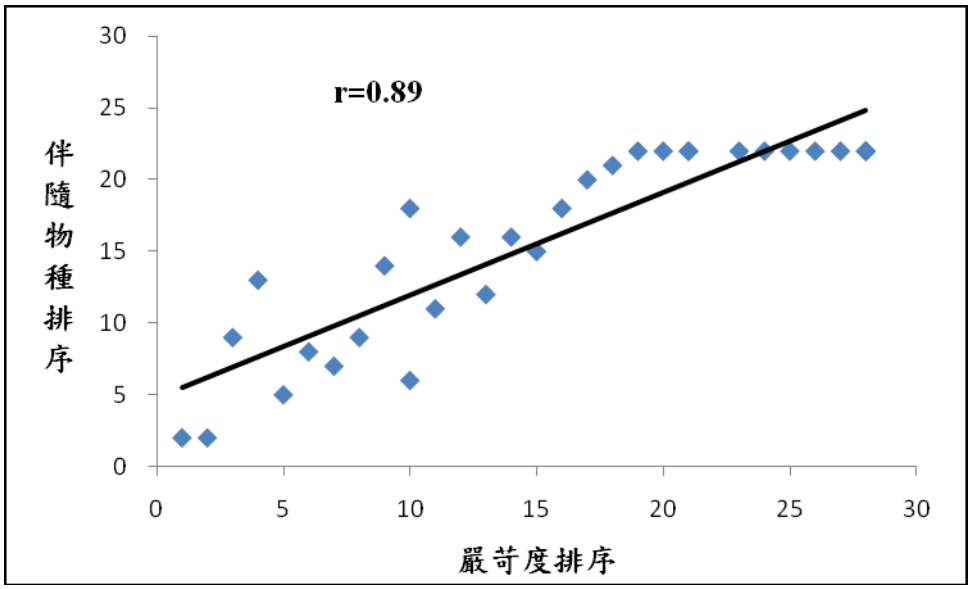


圖 4.9　96 年伴隨物種與嚴苛度排序相關分析

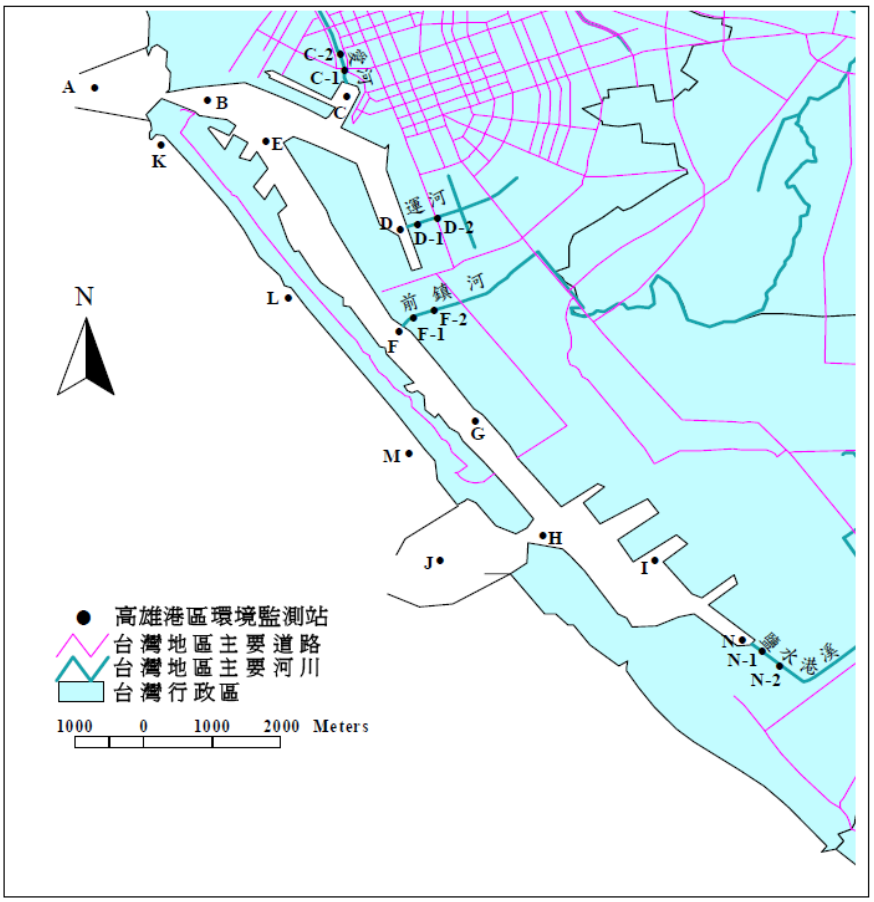


圖 4.10 高雄港 97 年水質監測位置(資料來源:高雄港務局，2008 年)

四、指標生物的選定

(一)伴隨物種豐富度

由上述相關分析的結果可知，伴隨物種豐富度與物種嚴苛度具有強烈的線性關係，而因 96 年及 97 年水質調查資料的不同，故本研究合併 96 年及 97 年浮游生物資料，利用伴隨物種豐富度的概念及浮游動物之經濟價值挑選指標生物。

從高雄港務局 97 年及 96 年所調查的結果，找出每個測點兩年中的出現物種種數，重復出現的只記數一次，即可得每個測點出現過之物種數。再分別檢視每種生物，如表 4-7 所示，若該生物在某測點沒被發現則不予紀錄，若該生物有出現，則統計一年之中同樣於該測點伴隨著其出現之物

種數予以紀錄。

例如表 4-7 中高雄港兩年中，A 測點出現過夜光蟲、纖毛蟲、放射蟲等 32 種浮游種物，亦即此測點這 32 種浮游動物是互相伴隨出現的，以 A 測點的夜光蟲為例，其餘的 31 種浮游動物是伴隨著夜光蟲出現的，故伴隨物種豐富度紀錄為 31 種。

統計出所有生物於各個測點之伴隨出現物種數。將各生物於 22 個不同測點之伴隨出現物種數取平均值，其平均值最大者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。

將兩年度 22 個測點的資料，依其平均大小排序整理成表 4-8，可發現某些生物如毛顎類、多毛類、哲水蚤、猛水蚤、端腳類、康蝦類、藤壺幼生、蟹類幼生、尾虫類及仔稚魚皆出現 22 次，平均伴隨出現物種為 21.95 種，這十種浮游動物排序皆較低，不論測點的總物種數高或低時都會出現，及適應環境能力較強，因此能與其同時出現的物種並不多，不適宜當作指標生物。反之，表 4-8 中排序較高的浮游動物只有在出現物種數很高的時間才會出現，故我們可以認為些物種適合做為指標生物的。

由於高雄港務局所調查的結果顯示，97 年及 96 年共出現 35 種浮游動物，本研究從這 35 種浮游動物中排序前 13 名選擇 5 種的浮游動物當作指標生物。

表 4-7 浮游動物伴隨物種數

測點	A	B	C	C1	C2	D	D1	D2	E	F	F1	F2	G	H	I	J	K	L	M	N	N1	N2	平均
夜光蟲	31	24	21	21			19		19	15		23	17	24	22	31	28	30	31	24			23.75
有孔蟲																			31				31
纖毛蟲	31													24								17	24
放射蟲	31		21													31		30			21		26.8
輪蟲類				21												31							26
水螅水母																							
管水母	31	24									17	23		24		31	28	30	31	24	21		25.82
缽水母	31	24										23			22	31	28	30	31	24			27.11
櫛水母	31						19									31	28	30	31				28.33
毛顎類	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95

測點	A	B	C	C1	C2	D	D1	D2	E	F	F1	F2	G	H	I	J	K	L	M	N	N1	N2	平均
多毛類	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
枝角類	31	24							19		17	23		24		31	28	30	31	24	21	17	24.62
橈腳類																							
哲水蚤	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
劍水蚤	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
猛水蚤	31	24	21	21	16	18	19	14			17	23		24	22	31	28	30	31		21		23
橈腳幼生	31		21	21						15			17	24	22	31	28	30	31	24			24.58
無節幼体	31	24	21		16					15				24	22	31	28	30	31	24			24.75
橈腳類卵	31	24	21	21	16	18	19	14			17	23	17	24		31	28	30	31	24		17	22.55
端腳類	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
介形類	31				16		19		19			23	17		22	31	28	30	31	24		17	23.69
螢光蝦類	31	24	21	21		18			19		17	23		24		31	28	30	31	24	21		24.2
磷蝦類																							
糠蝦類	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
藤壺幼生	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
甲殼類卵	31	24	21	21		18	19		19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	22.65
棘皮幼生	31			21								23	17	24	22	31	28	30	31				25.8
蟹類幼生	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
口足類幼		24																	31				27.5
中腹足類	31	24	21			18	19		19			23				31	28	30	31	24	21		24.62
翼足類	31			21		18								24	22	31	28	30	31		21	17	24.91
異足類																							
貝類幼生	31	24			16	18		14	19	15					22	31		30	31		21		22.67
蝦類幼生																							
尾虫類	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
海桶	31															31	28	30	31	24			29.17
海鞘幼生	31	24	21	21	16	18	19		19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	22.33
魚卵	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21		22.19
仔稚魚	31	24	21	21	16	18	19	14	19	15	17	23	17	24	22	31	28	30	31	24	21	17	21.95
其他	31	24	21	21			19	14	19			23		24	22	31	28	30	31	24	21	17	23.52

表 4-8 伴隨物種排序結果

物種	平均	排序	出現次數
有孔蟲	31	1	1
海桶	29.17	2	6
櫛水母	28.33	3	6
口足類幼生	27.5	4	2
缽水母	27.11	5	9
放射蟲	26.8	6	5
輪蟲類	26	7	2
管水母	25.82	8	11
棘皮幼生	25.8	9	10
翼足類	24.91	10	11
無節幼体	24.75	11	12
枝角類	24.62	12	13
中腹足類	24.62	12	13
橈腳幼生	24.58	14	12
螢光蝦類	24.2	15	15
纖毛蟲	24	16	3
夜光蟲	23.75	17	16
介形類	23.69	18	13

物種	平均	排序	出現次數
其他	23.52	19	17
猛水蚤	23	20	17
貝類幼生	22.67	21	12
甲殼類卵	22.65	22	20
橈腳類卵	22.55	23	18
海鞘幼生	22.33	24	21
魚卵	22.19	25	21
毛顎類	21.95	26	22
多毛類	21.95	26	22
哲水蚤	21.95	26	22
劍水蚤	21.95	26	22
端腳類	21.95	26	22
糠蝦類	21.95	26	22
藤壺幼生	21.95	26	22
蟹類幼生	21.95	26	22
尾虫類	21.95	26	22
仔稚魚	21.95	26	22

(二)浮游動物經濟性價值

海洋魚類及各種海洋動物皆是以海洋中浮游生物為食物，海洋浮游生物是海洋生物重要的組成，浮游生物數量龐大、種類繁多。然而，並非所有浮游生物皆是魚類及其他海洋動物的食物，故本研究針對高雄港區之浮游動物伴隨物種豐富度排序較高者選擇 5 種具有經濟性價值的浮游動物做為指標生物，分別為海桶、輪蟲類、翼足類、無節幼體及枝角類。而此 5 種浮游動物之經濟價值如下所述：

1. 海桶：

為大型海洋膠體性浮游動物，屬於脊索動物門（Chordata），尾索亞門（Urochordata），海樽綱（Thaliacea）；分為三目，分別是燐海桶目

（Pyrosomatida），共有 1 科 8 種（Van Soest, 1981）；全肌目（Dolioilda）則有 2 科 20 種（Kruger, 1939; Tokioka and Berner, 1958a,b; Garstang, 1993; Godeaux, 1996）和半肌目（Salpida）共有 1 科 44 種（Madin and Harbison, 1978）。

Naqvi *et al.*（2002）於阿拉伯海 (Arabian Sea)更經由海水中磷酸鹽和硝酸鹽的變化與溶解有機碳大量的出現，認為半肌目海桶的存在會抑制植物性浮游生物藻華的發生。Yoon *et al.* (2001)更發現 *Cyclosalpa affinis*, *Salpa fusiformis*, *Iasis zonaria* 與其他兩種未知紐海桶的糞粒有著較翼足類、異足類、磷蝦類和橈足類快的沉降速率，因此半肌目海桶其高生產量及高沉降率的糞粒經常成為較深層浮游生物和底棲生物的能量來源（Wiebe *et al*., 1979）。此外，由於半肌目海桶有相對較高的組織密度、氮含量、柔軟的身體和無法躲避掠食的特性（Heron *et al*., 1988），因此也是其他浮游動物（磷蝦科）、鳥類和魚類（10 目 47 種全球分佈，包含鮭魚、鯡科魚、燈籠魚科和鯷魚）捕食的對象（Kashkina, 1986; Kawaguchi and Takahashi, 1996;Mianzan,2001; Pakhomov *et al*., 2002）；半肌目海桶類和橈足類有著片利共生的行為（Perissintto and Pakhomov, 1997），因此海桶類在海域生態系營養傳遞上亦佔有重要的地位。

2. 輪蟲類：

輪蟲屬於輪形動物門(Rotifera)，單巢綱(Monogonta)；分成三目，分別是簇輪蟲目（Floscularіacea）、膠鞘輪蟲目（Collothecacea）及游泳輪蟲目（Ploima）。輪蟲類是一類微小的浮游動物（體長 0.04-2.0 毫米），在淡水浮游生物中具有相當的重要性。輪蟲類可以當成分解許多大型動物或植物的一個輪環，輪蟲類的主要食物就是這些腐敗的個體，所以能夠幫助自然界來做清潔水質的功夫。

一般新生的魚類或兩生動物類的小幼體，因為口太小所以幾乎沒辦法吃下食物，所以這種像針尖般細微的輪蟲自然而然的可以充作這些新生苗

的最佳食物，一般的養殖池也都將輪蟲當做飼養的一項人工食物的來源；所以興起許多專門飼養輪蟲的農家或研究單位，是仔魚重要的食物來源之一，具有一定的經濟意義。

3. 翼足類：

浮游翼足類是海洋浮游動物群聚中重要類群之一，這類群屬於軟體動物門、腹足綱（Gastropoda）、後鰓亞（Opisthobranchia）的翼足目（Pteropoda），翼足目又分為被殼亞目（Thecosomata）及裸體亞目（Gymnosomata），前者顧名思義具有外殼，後者無殼且體型較小。被殼亞目又分為真殼部（Euthecosomata）及擬殼部（Pseudothecosomata），真殼皆具有左旋的外殼，例如蜷螺科（Limacinidae）的種類，明顯呈現真殼翼足類此項重要特徵，而擬殼翼足類的特色為軟體裸露、兩翼合成一肥厚的游泳板。

浮游翼足類廣泛分布於世界各海洋，多數為暖水種，但在高緯度或極區海域有些冷水種數量很多，是為極區海域魚類（如鯡、鬚鯨）重要的餌料來源（Be′ and Gilmer, 1977；張, 1964）。Van der Spoel（1974）指出：有些熱帶及亞熱帶海域浮游翼足類種類及數量頗豐，是許多經濟魚類的餌料，且由於浮游翼足類活動範圍接近大洋表層，易伴隨著海流進入近海，成為良好的暖流指示生物，例如：Creseis clava 可作為南海季風指示種（鄒,1991），而 Limacina helicina 為北極水指標種（張, 1966）；Cavolinia inflexa 是加利福尼亞洋流的指示種（Van der Spoel and Heyman, 1983）；海若螺（Clione limacina）被作為北方冷水團的指示生物，透過這些指示生物的分布狀況可以瞭解海流流向及水團消長情形（鄭等, 1991），並可提供水文學的研究參考。另有些浮游翼足類為了攝食會分泌製造出黏液網（mucousweb），這些分泌物會沉降至海底，在沉降過程中，黏液網附著許多海中的懸浮微粒，形成海雪「Marine snow」，因此也有助於將海表有機物往深海輸送。

4. 枝角類：

枝角類是指節肢動物門(Arthropoda)，甲殼綱（Jiaqiaogang），鰓足亞綱（Branchiopoda)，雙甲目（Diplostraca），枝角亞目（Eucladocera）的動物。通稱水蚤。俗稱紅蟲或魚蟲。它與其它甲殼動物不同的特徵是，軀體包被於兩殼瓣中，體不分節（薄皮溞例外），頭部具一個大複眼。第二觸角強大為雙肢型，後腹部結構、功能複雜，胸肢４－６對兼具濾食、呼吸功能。

枝角類大部分是濾食性種類。濾食性枝角類濾食水中微小的粒子，這些粒子包括有生命的酵母菌、細菌、單細胞藻類、原生動物及無生命的有機碎屑，對水體自淨有著重要的功能。枝角類對毒物十分敏感，是汙水毒性試驗的合適物種，同時也可做汙染水體的監測生物。

枝角類大多生活於淡水僅少數產于海洋，一般營浮游生活是水體浮游動物的主要組分。由於枝角類個體不大（體長 0.2－10mm。一般 1－3mm）、運動速度緩慢及營養豐富可提供經濟性仔魚的營養需求，提高仔魚的存活率，是水產經濟動物幼苗期的重要天然餌料。

5. 無節幼體：

無節幼體為節肢動物門中的甲殼亞門的幼體時期，在海洋和淡水生態系統中甲殼亞門動物，尤其是小的作為浮游動物的甲殼亞門動物，起了一個非常關鍵的作用。它們食用水中的浮游植物，由此控制這些植物的生長。在浮游動物中它們所佔的數量比例最大，同時它們也是其他大的水中動物的直接的或間接的食物。人也直接食用一些甲殼亞門動物（比如蝦、螃蟹和龍蝦等）。甲殼亞門也被用來淨化用水，它們有過濾塵埃、細菌和單細胞生物與結合毒質等作用。

本研究利用上述兩種方法，從高雄港務局所檢測到的 35 種浮游動物中選取 13 種伴隨物種豐富度較高的浮游動物，在從其中找出 5 種具有經

濟價值的浮游動物，分別為海桶、輪蟲類、翼足類、無節幼體及枝角類。這 5 種浮游動物伴隨物種豐富度較高，表示其指出現在生物多樣性較高的地點，而其在生物多樣性較低的地點不會出現。而這 5 種浮游動物可提供經濟性魚種當作食物使魚種聚集，具有一定的經濟價值。故選定此 5 種浮游動物當作指標生物，可提升高雄港港區的生物多樣性，且此 5 種浮游種物又為經濟性魚種的食物，故可使高雄港港區聚集更多的經濟性魚種形成自然的漁場。

4.3 增加海岸潮間帶的生態評估模式

海岸潮間帶是最常見的海岸濕地，一般係指坡度平緩的沙泥質海灘，由於泥質海灘富含有機質、微生物、底棲生物、水生植物等構成等構成物種豐富的生態系。臺灣西部海岸潮差大且有寬廣的潮間帶，但海洋汙染的後果，有生態潛能的潮間帶溼地不多，應特別加以保護和重視。

一、 棲地評價模式(HEP)之建立

本研究參考郭等(2008)利用底棲生物整合指標(B-IBI)，建立棲地評價模式(HEP)的步驟概念，運用於潮間帶消波塊上的附著生物建立棲地評價模式(HEP)，而 HEP 評價的步驟是首先進行事前現地調查資料之收集，而事先資料之收集包括：調查區域之確定、相關現地資料之收集。接者建立 HSI 之模式，HSI 模式係透過專家或現地調查，瞭解各棲地環境因子對附著生物的影響，來決定最適當的棲息地狀況，以估算附著生物目前的棲息地狀況與最佳棲息地狀況之間的比值，即適合度指標作為評價目前各棲地因子適當性的程度，用 0(最不適宜)至 1(最適宜)之間來表達的評價價值，並以幾何平均數為概念，選取各環境因子之適合度指標相乘而得 HSI，以 HSI 與實際調查值之皮爾森相關係數(r)的高低，評估此 HSI 模式是否良好。HSI 的概念以下式 4-5 表示。

$$HSI = \frac{\text{研究區棲地狀態}}{\text{理想的棲地狀態}} \quad \text{……(式 4-5)}$$

HSI 介於 0~1.0 間。選定生種棲地之主要生存環境要因，如水質、水位、流速等。各環境要因的適宜度指數 SI（Suitability Index）指數模式建立，需經由現地調查資料來建立，結合各環境要因之評價指標 SI，才能建立 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。

HSI（Habitat Suitability Index）模式修正將所建立之 HSI 模式利用棲地實際狀況（實測數據）試行演算，若不合理性時，則須再回頭重新建立模式。亦即是將各測站的 HSI 與捿地平均生物種數進行相關性迴歸分析，如相關係數值相當接近 1 值時，則代表所建立的模式相當好，相反的如果相關係數值不高，則需進行模式檢討修正。

二、新竹漁港 B-IBI 之 HEP 模式的建立

(一)研究位置與期距

本研究以新竹漁港為案例，依照漁港及附近海岸之特性可分為兩種類型：北邊港口兩側之防波堤及南邊海岸之消波塊工程。本研究選定八個觀測點藉以採樣及觀測結構物上之生物附著分布及生態特性。新竹漁港各測站位置如圖 4.11 所示。

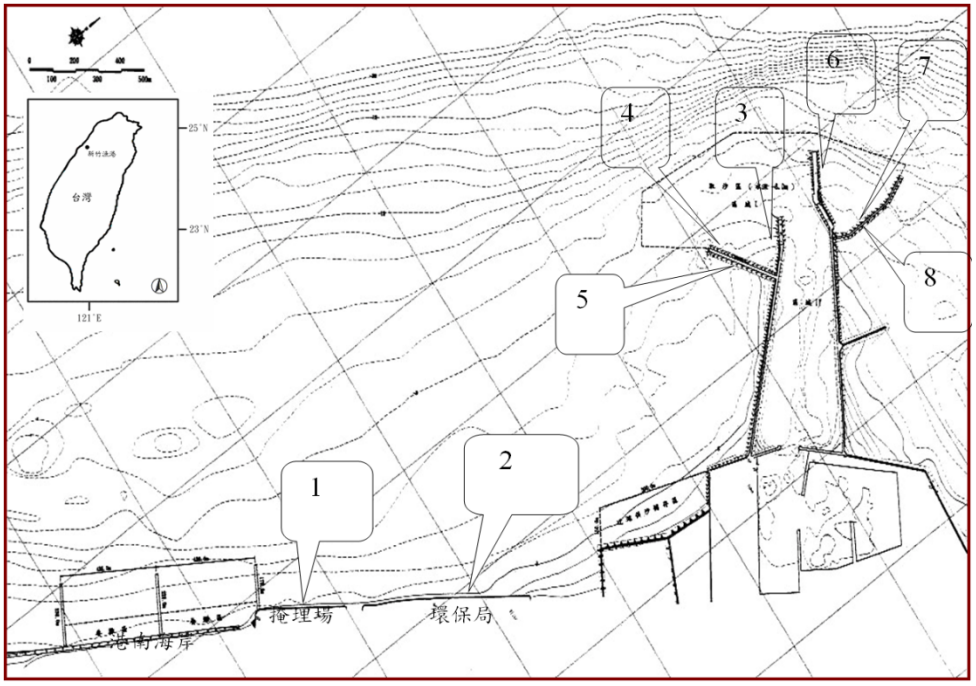


圖 4.11 新竹漁港海域調查示意圖（修改自葉，2002）

(二)水質調查及分析方法

為了解各測站的水質環境特徵對生物的影響，水質環境調查物理性項目，包含水溫、氣溫、鹽度、溶氧、pH、電導度、濁度、懸浮固體（SS）等。檢測方式分為現場操作部分與採樣後將樣品固定再於實驗室分析二種。現場監測使用電導度計、溫度計、pH 計、電極溶氧計等直接置入水中測定及紀錄資料。

(三)生物調查方法

勘查各測站消波塊上之附著生物分布情形，其中包含從上潮帶至低潮帶上的藻類、貝類、蟹類及螺類等生物之種類調查，並估計各種類數量或覆蓋面積以推算其豐度。調查之進行係參考潮汐表，選在大退潮時前往各測站，選定數個消波塊，觀察其結構物上之附著生物分布情形。觀測時由高潮位向低潮位方向，逐一記錄各生物種類的數量、出現位置及附著之基質，並於消波塊上中下各部位隨機選取 10cm×10cm 之方框大小採集數份樣本，經過刮取、裝袋及冷藏，將採樣之標本攜回實驗室鑑別其種類，鑑

定時乃依據各類圖鑑及有關報告予以鑑定（邵等，1996；賴，1999；黃，2000；陳，2001）。另由現場拍照之記錄，輔以瞭解結構物附著生物之分佈及估算覆蓋面積。

(四)新竹漁港附著生物 B-IBI 值

本研究以底棲生物整合性指標法（B-IBI）（Weisberg et al.，1997；Alden et al. ，2002；Llanso et al.，2002）來進行生態評估。由於新竹附近海域鹽度平均在 32（ppt）以上，屬於多鹽開放海域砂質底質環境系統，因此 B-IBI 評估棲地分級，選擇多鹽砂環境系統（PM sand），其中包含 Shannon-Wiener 種類歧異度指數（H'）、單位面積之總種類豐富（Abundance） (#/m2)、單位面積之總種類生物量（Biomass）(g/m2)、單位面積之污染指標種類之生物量百分比（Biomass of pollution-indicative taxa）(%)、單位面積之污染敏感性種類之豐富百分比（Abundance of pollution-sensitive taxa）(%)、單位面積之深溝沈積物中消費者之豐富百分比（Abundance of deep-deposit feeders）(%)等六個評價項目。而由於附著生物中包含附著藻類，因此，本研究參考張（2004）研究報告加入單位面積之藻類種類豐富量（Abundance of Algae taxa）(%)的評價項目。

在 B-IBI 的計算過程中使用的 5、3、1 三等級的計量方法係參考 Weisberg et al. (1997)所發展出來的計算方法，以其各個評價數值，較好的給予 5 點評值，普通的給予 3 點評值，差的給予 1 點評值，予以標準量化評估，綜合各評分項目得分數，總分越低的表示棲地的評價等級也降級的越嚴重。因此本研究蒐集宜蘭烏石漁港、新竹漁港、台南安平漁港、高雄興達漁港等漁港附著生物調查資料（如表 4-9，以日本運輸省在 1981 年關西國際空港的環境影響評估案及吉安勇介（2001）所建議選取影響因子區間值參考點前、中、後段 25%作為參考代表值，進行統計區分。操作方法乃將所有數據繪製頻佈圖，將各筆數據散佈點作等級區分，以前（＜25%），中（扣除屬於前段＜25％及後段＞25％），後（＞25%），建構多鹽砂評估

項目矩陣及所須參考之合理前、中、後段值區間，以建置配分之標準。其中，由於有部分矩陣如單位面積之總種類豐富（Abundance），會受到部分總數量繁多之高度污染或季節性種類的干擾，因此，本研究參考（Alden et al.，2002）的做法會出現造成干擾之物種測站，另外訂定合理前、中、後段值區間，以排除總種類豐富（Abundance）高，但不代表生態效益好的問題。所建構之多鹽砂評估項目矩陣及配分標準如表 4-10 所示。

本研究在新竹漁港八個測點每個測點依水位區分上、中、下層，附著生物 B-IBI 評價結果上層的 B-IBI 值（落在 1.0~1.2 之間），明顯較中層的 B-IBI 值（落在 2.1~3.29 之間）及下層的 B-IBI 值（落在 2.1~3.29 之間）結果較差，此與陳盈曲（2005）研究指出消波塊上層生態效果較差的結果大致相符。而在平均各測點上、中、下層 B-IBI 最大值後發現，值落在 1.0~3.29 之間，其中，ST4、ST6、ST7 在十二個月間生物棲地評價相較於其它測點來的好，其中又以 ST6 評價結果最佳。但若以分層進一步分析，結果發現，在上層的 B-IBI 值評價中，ST5、ST6、ST7 在十二個月間生物棲地評價相較於其它測點來的好，其中又以 ST6 最佳。而在中層的 B-IBI 值評價中，ST6、ST7 在十二個月間生物棲地評價相較於其它測點來的好，其中又以 ST6 最佳。最後在在下層的 B-IBI 值評價中，ST4、ST6、ST7 在十二個月間生物棲地評價相較於其它測點來的好，其中又以 ST6 最佳。綜合言之，新竹漁港八個測點以 ST6 的評價較佳，可供作為最佳 B-IBI 值之參考點。

表 4-9 發展新竹漁港附著生物 B-IBI 矩陣
及配分標準區間之相關漁港資料

資料來源	調查期距	取樣方法	樣本數	參考文獻
新竹漁港	2002.6~2003.5	0.5m×0.5m	12(Month)	葉，2003
新竹漁港	2003.4~2003.9	0.5m×0.5m	9(Month)	郭等，2004
新竹漁港	2004.9~2005.6	0.5m×0.5m	4（Season）	張，2005
烏石漁港	2004.9~2005.6	0.5m×0.5m	4（Season）	張，2005
興達漁港	2004.9~2005.6	0.5m×0.5m	4（Season）	張，2005
安平漁港	2003.7~2004.5	0.5m×0.5m	4（Season）	張等，2004
安平漁港	2004.9~2005.4	0.5m×0.5m	4（Season）	朱，2004

表 4-10 多鹽砂環境評估項目及評分標準（修正自 Llanso et al.，2002）

項目	5	3	1
Shannon-Wiener種類多樣性指數（H'）	≥1.5	1-1.5	<1.0
單位面積之總種類豐富 (#/m^2)	≥10000or ≥6000	3000-10000or 3000-6000	<3000
單位面積之總種類生物量(g/m^2)	≥14	9-14	<9
單位面積之污染指標種類之生物量百分比(%)	≥100 or ≥67	67-100or 38-67	<67or <38
單位面積之污染敏感性種類（易受影響的）之豐富百分比(%)	≥150	120-150or 100-150	<120or <100
單位面積之深溝沈積物中消費者之豐富百分比(%)	≥230	150-230	<150
單位面積之藻類種類生物量(%)	≥23	1-23	<1

(五)B-IBI 套入 HEP 之模式建立

1.SI 模式建立

本研究依據八個測站每月所測量的調查資料，確認各測站各次所調查的生物物種數，在 SI 模式圖中建立各環境因子與生物物種數間之座

標點，共有 96 筆數據，在 96 筆數據中所出現之最 B-IBI 值的那一筆的數據作為最佳值，出現最小 B-IBI 值的那一筆數據作為最小值。最大 B-IBI 值是 3.29，分別出現在測站六、七的 6 月，以此設 SI=1，求導 SI 值。而陳盈曲（2005）利用 H'及最大物種數，確認最大物種數是 23 種，分別出現在測站四、六、七的 6、7、8 月。再之，將環境影響因子之包絡線圖將依此 96 筆調查數據來建立。

（1）水質因子

依上述環境因子與物種數之關係中，在水質方面，主要選取各站之鹽度、pH 值、DO、導電度為環境影響因子。圖 4.12 為鹽分濃度之 SI（SIs）包絡線圖。物種大多出現集中在鹽分濃度約 2.87%~3.5%範圍內，鹽分濃度在 2.87%以下隨濃度變小，物種數逐漸減少。而陳盈曲（2005）研究結果則指出物種大多出現集中在鹽分濃度約 2.87%~3.45%範圍內，鹽分濃度在 2.87%以下隨濃度變小，物種數逐漸減少。研究結果兩者大致相同，另依吉安勇介（2001）、橋中秀典等（2003)得知附著生物在鹽度 3.74%以上會逐漸減少。因此，可推論當棲地降級的時候，生物的物種物也相對減少。圖 4.13 為 pH 之 SI（SIp）包絡線圖，B-IBI 高值多出現在 pH 值 7.65~8.3 範圍，在 pH 在 4.9 以下及 8.3 以上顯示 B-IBI 值逐漸降低。陳盈曲（2005）研究結果則指出而物種大多出現最多物種數 28 在 pH 值 7.97~8.3 範圍，在 pH 在 7.97 以下及 8.3 以上顯示物種數逐漸減少。研究結果兩者有所差異。圖 4.14 為 DO 之 SI(SId)包絡線圖，B-IBI 高值出現在 DO 值 4.8mg/l 以上，DO 值在 4.8mg/l 以下顯示 B-IBI 值逐漸降低，依海域海洋環境品質標準 DO 為 5.0mg/l 以上為甲級海水，可得知 DO 小於 5.0mg/l 之海水水質比較不好，而物種生存也會受影響。陳盈曲（2005）研究結果則指出物種出現在 DO 值 5.76mg/l 以上，DO 值在 5.76mg/l 以下顯示物種數逐漸減少，兩者研究結果有所差異。圖 4.15 為電導度之 SIe 包絡線圖，物種集中出現在導電度 57.8~69.5 ms/㎝，導電度為 57.5 ms/㎝以下顯示 B-IBI

值逐漸降低。陳盈曲（2005）研究結果則指出物種集中出現在導電度59.8~68.8 ms/cm，導電度為 58.8 ms/cm以下物種逐漸減少，兩者大致相同，因此，可以推論導電度在 57.5 ms/cm以下，棲地降級的時候，生物的物種物也相對減少。

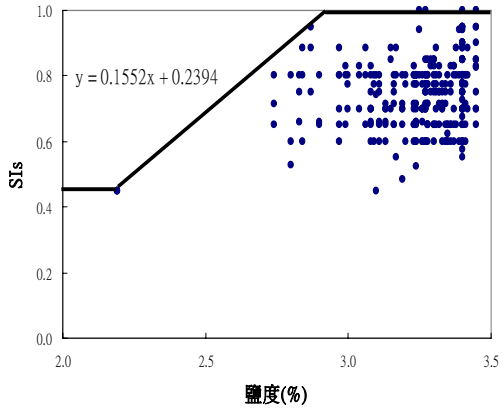


圖 4.12 鹽度 SI 指數包絡線圖

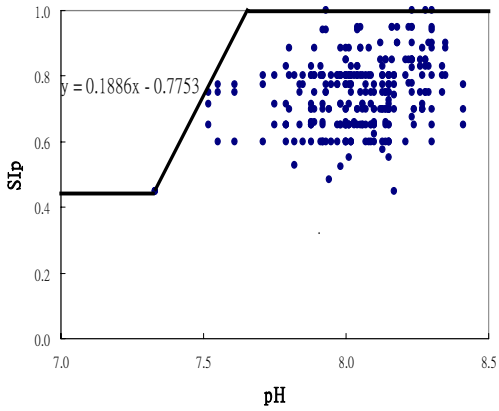


圖 4.13 pH SI 指數包絡線圖

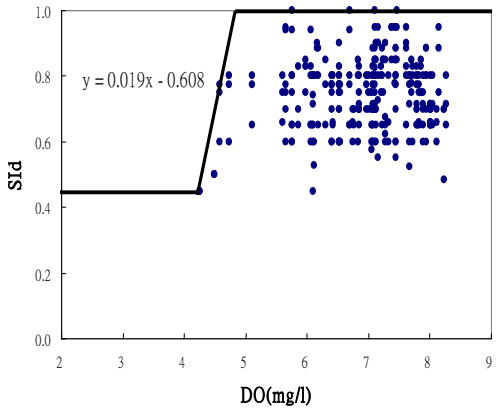


圖 4.14 DO SI 指數包絡線圖

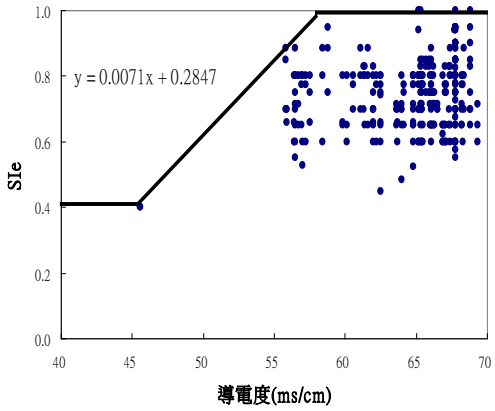


圖 4.15 導電度 SI 指數包絡線圖

（2）海底坡度因子

在海底坡度方面，圖 4.16 為坡度因子之 SI（SIg）包絡線圖，在坡度2.3%~2.5%範圍，出現 B-IBI 高值，而在坡度在 2. 3%附近時顯示 B-IBI 值逐漸降低。陳盈曲（2005）研究結果則指出在坡度 1.8%~2.5%範圍，出現物種類多，而在坡度在 1. 0%附近時物種數明顯減少，兩者之間有所差異。

（3）浸水因子

在浸水時間方面，從 2003 年 4 月至 2003 年 5 月之浸水時間調查資料中，調查出在浸水時間 18 小時 B-IBI 值出現最大值，圖 4.17 為浸水時間因子之 SI（SIw）包絡線圖，在浸水時間 18 小時以下，顯示 B-IBI 顯示棲地有降級的趨勢。陳盈曲（2005）研究結果則指出。在浸水時間 12.49 小時以下顯示物種數逐漸減少。因此，雖說兩者的研究所推論出來的時間由於受到考量因子數的影響而有所差異，但仍然可以推論浸水時間的長短的確會對生物的種類數及棲息環境造成影響。郭&李（2005）亦曾指出水分濕潤程度約高，生態效果愈佳。

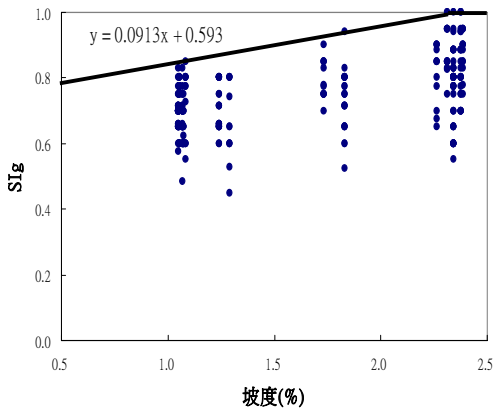


圖 4.16 坡度因子 SI 指數包絡線圖

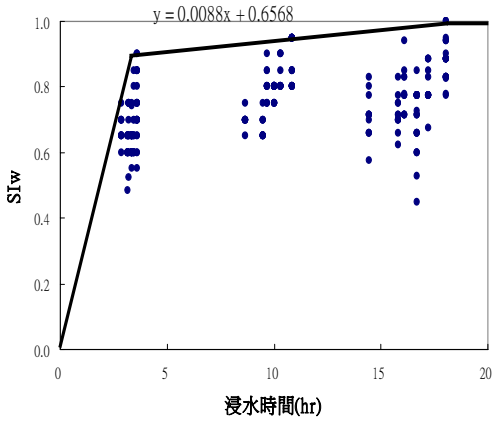


圖 4.17 浸水時間因子 SI 指數包絡線圖

2.HSI 模式建立

棲地適合度（HSI）是依各生物影響因子之適合度的總合來判斷。為了對不同棲地有同樣的標準來比較，HSI 值應該定義在 0~1 之間。即各 SI 之合成必須滿足 HSI≤1。依吉安勇介（2001）的建議選取水質影響因子區間值下限 25%處作為其測站代表值，而坡度因子單純的以灘前平均坡度作為代表，浸水時間因子選擇堤腳至滿潮位之中間位置之浸水時間作為代表值。各測站之環境因子代表值，如表 4-11 所示。HSI 值之計算方法主要由前面所提之各測站環境影響因子 SI 指數包絡線圖來推得之各測站之 SI

值。參考田中章（2002）之限定要因及幾何平均法，建立 SI 與 HSI 之相關如下式 4-6：

HSI=MIN(SIs，SIp，SId，SIe) ×SIw×SIg ……(式4-6)

式中的組合是否能夠充分反應實際棲地狀況，必需再以現地資料來驗證。八個測站的各棲地因子由其適合度曲線找出的 SI 值和由 4-6 式計算出的 HSI 值如表 4-12 所示。各測站實際調查到的最大 B-IBI 值與 HSI 值之關係，如圖 4.18 所示，其分析結果之判定係數為 0.71，相關性相當高。而由表 4-12 顯示測站 1、2、3、8 之 HSI 值較低，表示較不適合附著生物生長，而測站 4、5、6、7 之 HSI 值較高，表示較適合附著生物生長。而陳盈曲（2005）對物種歧異度 H’與 HSI 相關性研究結果指出其相關係數為 0.90，與本研究結果接近。B-IBI 可綜合的考量各階層的生物因子，應可達到較客觀的評價。

表 4-11 各測站之環境因子代表值

站別	鹽度%	酸鹼度	溶氧 mg/l	電導度 ms/cm	浸水時間 hr	坡度 %
ST1-1	3.16	7.92	6.61	59.70	3.17	1.07
ST1-2	3.16	7.92	6.61	59.70	9.50	1.07
ST1-3	3.16	7.92	6.61	59.70	15.83	1.07
ST2-1	3.17	8.01	6.40	59.13	2.89	1.05
ST2-2	3.17	8.01	6.40	59.13	8.67	1.05
ST2-3	3.17	8.01	6.40	59.13	14.45	1.05
ST3-1	3.28	7.55	5.29	59.85	3.33	1.07
ST3-2	3.28	7.55	5.29	59.85	10.00	1.07
ST3-3	3.28	7.55	5.29	59.85	16.67	1.07
ST4-1	3.20	8.00	6.57	59.58	3.22	1.78
ST4-2	3.20	8.00	6.57	59.58	9.67	1.78
ST4-3	3.20	8.00	6.57	59.58	16.12	1.78
ST5-1	3.17	7.98	6.57	59.75	3.44	2.30
ST5-2	3.17	7.98	6.57	59.75	10.33	2.30
ST5-3	3.17	7.98	6.57	59.75	17.22	2.30
ST6-1	3.01	7.93	6.36	58.95	3.61	2.38
ST6-2	3.01	7.93	6.36	58.95	10.83	2.38
ST6-3	3.01	7.93	6.36	58.95	18.05	2.38
ST7-1	2.99	8.00	6.22	59.58	3.61	2.33
ST7-2	2.99	8.00	6.22	59.58	10.83	2.33
ST7-3	2.99	8.00	6.22	59.58	18.05	2.33
ST8-1	2.48	7.68	5.25	50.93	3.33	1.27
ST8-2	2.48	7.68	5.25	50.93	10.00	1.27
ST8-3	2.48	7.68	5.25	50.93	16.67	1.27

註：測站後面之（-1）、（-2）、（-3）分別代表高潮帶、中潮帶、低潮帶

表 4-12 各測站 HSI 之結果

站別	SIs	SIp	SId	SIe	SIw	SIg	HSI	某站別十二月份中B-IBI出現最大值
ST1-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.88	0.77	3.33
ST1-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.88	0.84	3.80
ST1-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.88	0.85	4.14
ST2-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0.85	0.70	3.75
ST2-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.85	0.80	3.75
ST2-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.85	0.82	4.14
ST3-上	1.00	0.85	1.00	1.00	0.89	0.90	0.68	3.25
ST3-中	1.00	0.85	1.00	1.00	0.96	0.90	0.73	4.00
ST3-下	1.00	0.85	1.00	1.00	0.98	0.90	0.75	4.25
ST4-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.92	0.83	3.75
ST4-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.92	0.87	4.25
ST4-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.92	0.90	4.71
ST5-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.90	4.25
ST5-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	0.96	4.50
ST5-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	4.43
ST6-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	4.50
ST6-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	0.96	5.00
ST6-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	4.71
ST7-上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00	0.91	4.25
ST7-中	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	0.96	4.75
ST7-下	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	5.00
ST8-上	0.65	1.00	1.00	0.65	0.91	0.91	0.54	3.71
ST8-中	0.65	1.00	1.00	0.65	0.95	0.91	0.56	4.00
ST8-下	0.65	1.00	1.00	0.65	0.98	0.91	0.58	3.57

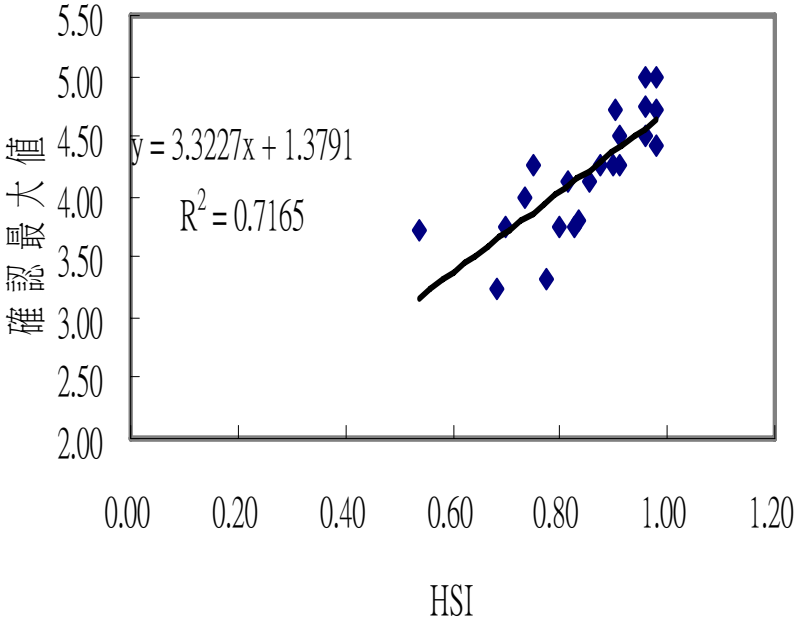


圖 4.18HSI 模式之驗證

第五章 水中結構物資料調查與蒐集

5.1 台中港與台北港水中結構物調查

一、台中港水中結構物調查

圖 5.1~圖 5.3 為棧橋式碼頭，此種設施不僅可以減少波浪在碼頭上所造成的衝擊能量，橋面下的水域空間以及結構物表面也可提供作為海洋生物棲息之用，不過棧橋底下通常為陽光不足將限制浮游性以及附著性藻類的生長。建議在設計具消能效果之水中結構物時，也同時考慮到海洋生物棲息之環境，使得該區域更具生態性。例如圖 5.3 優於圖 5.1，因具有較多陽光及附著物生長空間。

圖 5.1 台中港棧橋式碼頭(一)

圖 5.2 台中港棧橋式碼頭(二)

圖 5.3 台中港棧橋式碼頭(三)

圖 5.4 和圖 5.5 為台中港內一處緩坡護岸，此類型之護岸將大小不同之石塊放置於混凝土作成的方格裡，除了可以增加石塊之穩定性外，石塊間的空隙也有利於生物的成長，在圖中也可見到未觸及海水之處有綠色植物的生長，生態豐富。建議在海水可及之處可採用較大型之石塊，降低因波浪能量所造成的石塊移動，而海水未及之處放置較小石塊，增加其多孔性。

圖 5.4 台中港緩坡護岸(一)

圖 5.5 台中港緩坡護岸(二)

圖 5.6 和圖 5.7 為台中港內一處水質不佳的區域，由圖可發現此區環境髒亂，水質不佳，水面上漂浮著許多垃圾以及死魚，整體上來說屬情況較差的一區，也可能因為是水質太髒的原因，造成旁邊結構物表面上所附著的生物量以及其面積不多，建議將此處的環境整潔作改進並加以維護，以增加該區的生態性。

而圖 5.8 和圖 5.9 為台中港內一處水質較佳的區域，由圖中可發現，此處環境較為整潔，水質也比較乾淨，其結構物表面的附著性生物著生的數量以及面積，相較於圖 5.6 及圖 5.7 之處，有明顯的增加，其中從圖 5.9 還可清楚的看出有數條成魚以及為數不少的魚苗在此活動。

圖 5.6 台中港內水質不佳區(一)

圖 5.7 台中港內水質不佳區(二)

圖 5.8 台中港內水質較佳區(一)

圖 5.9 台中港內水質較佳區(二)

圖 5.10~圖 5.12 為台中港區內一處因淤積而形成為使用作為碼頭的沙灘，此處先於岸邊堆放大量消波塊，接著在部分地區堆至石塊於其外，岸邊有些許植生。由現場觀察石塊之生態性，並未發現大量附著性生物著生於石塊表面，可能是石塊太小受到波浪能量影響而移動，造成生物著生不易。建議可增加大型石塊，並且將消波塊適度減量，以提升景觀視覺方面之感受。

圖 5.10 台中港區淤積之沙灘

圖 5.11 石塊之生態性

圖 5.12 消波塊與石塊所組成之保護工

由圖 5.13 可發現金屬材質的防舷材在長期接觸海水下，已經大量生鏽並且覆蓋了很多附著性的生物。圖 5.14 為防舷材內部情況，可發現內側橡膠材質部分也同樣附著了高密度的附著性生物。而圖 5.15 為橫式防舷材，雖然防舷材內部受到陽光照射的範圍有限，但在其內部仍然有附著生物的存在，只是數量較直立式的少。建議在施作防舷材時，以表面接觸海水面積越多、接觸時間越久，並且受到充足的陽光照射為考量。

圖 5.13 直式防舷材

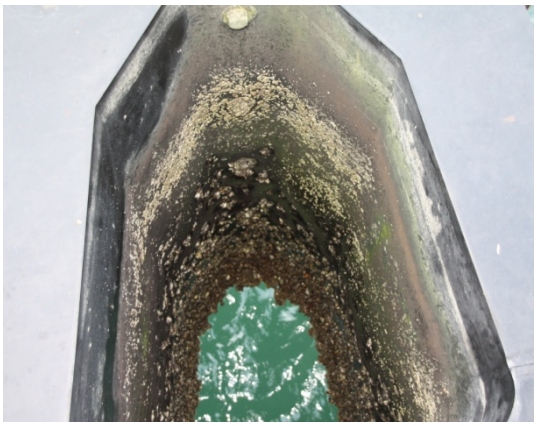


圖 5.14 直式防舷材內部情況

圖 5.15 橫式防舷材

二、台北港水中結構物調查

圖 5.16 與 5.17 為台北港區內一處放置消波塊之區域，由圖可知消波塊長時間浸泡在水中，加上經由不規則的擺設、堆放，使其具有大小不同的孔隙，在表面上容易形成大量的附著性生物以及藻類，生態性良好，唯獨此處的環境非常髒亂，景觀視覺不佳，由圖 5.18 與 5.19 所示，建議將此處環境整理乾淨，對生態性、景觀性都將會有所提升。

圖 5.20~圖 5.23 是台北港區內以拋石工法所施作的護岸，由岩塊與卵石所組成，可以從圖上清楚看出石塊接觸到水面的部分，皆有附著性生物以及綠藻類的生長，由於此處位於港內波浪較平靜之場所，故可在安定且海水不可及之護岸，多加種植耐鹽性陸域植物，以豐富港區的生態性。

圖 5.16 台北港區內消波塊(一)

圖 5.17 台北港區內消波塊(二)

圖 5.18 台北港區內環境髒亂(一)

圖 5.19 台北港區內環境髒亂(二)

圖 5.20 台北港區內之拋石護岸(一)

圖 5.21 台北港區內之拋石護岸(二)

圖 5.22 台北港區內之拋石護岸(三)

圖 5.23 台北港區內之拋石護岸(四)

圖 5.24~圖 5.27 為台北港區內水質乾淨與水質髒亂兩處防舷材之比較，由圖可看出附著性生物著生的數量以及面積，會因水質汙染的嚴重程度與陽光透光性的高低，而造成截然不同的結果，建議將圖之區域的水質環境加以改善，以提高防舷材表面之生物附著的數量與面積。

由圖 5.28 可發現此區域有兩種不同的防舷材，而由圖 5.29 與圖 5.30 可以發現在防舷材前面有設置金屬受衝板的類型，表面上所著生的附著性生物數量會遠比未設置金屬受衝板之防舷材來的多，推測可能為加了受衝板之防舷材與海水接觸面積變多，而且在船隻撞擊到防舷材的同時，受衝板也可保護在背面所附著的生物不會因撞擊而脫落。故建議可在防舷材前面加設金屬受衝板，以增加水中結構物之生態性。

圖 5.31 與圖 5.32 為台北港區內一處直立型防舷材碼頭，直立型碼頭因與海水接觸面積較少，而導致生態效果不好。雖然防舷材可增加生物棲息以及附著之面積，但整體而言，與消波式碼頭相比，效果還是有所不同。建議除防舷材的用心施作之外，將直立壁牆面上施作溝紋，以此方法增加附著面積與強度，提高生態性。

圖 5.24 水質乾淨之防舷材內部(一)

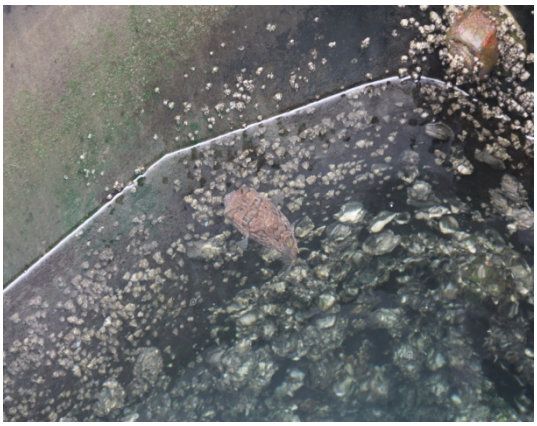


圖 5.25 水質乾淨之防舷材內部(二)

圖 5.26 水質髒亂之防舷材內部(一)

圖 5.27 水質髒亂之防舷材內部(二)

圖 5.28 台北港區內不同類型之防舷材

圖 5.29 具有受衝板之防舷材

圖 5.30 無受衝板之防舷材

圖 5.31 台北港直立式碼頭(一)

圖 5.32 台北港直立式碼頭(二)

5.2 國內適用之設計準則擬定

5.2.1 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。

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。如圖 5.33，基隆港和平島出海口，其堤內側

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。所以建議海堤內側可放置塊石，增加生態性。但必須格外留意礁岩海岸邊坡，置放消波塊有礙視覺景觀(圖5.34)。建議不影響安全的情況下，可將消波塊減量化。

圖 5.33，基隆港和平島出海口(一)

圖 5.34 基隆港和平島出海口(二)

四、沉箱防波堤內側生態較佳

沉箱防波堤(圖 5.35)在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，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 5.35 沉箱防波堤內側海生較多

五、階梯式防波堤可成為生物棲息地。

階梯式防波堤由於海水的浸潤效果，可以成為可成為生物棲息地；圖 5. 36 為花蓮港港區內的階梯式防波堤上的螃蟹。

如圖 5.37，階梯式的防波堤平面，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。堤面被沖毀之空隙或排水凹槽，可當為螃蟹藏匿的生存空間。建議在不停靠船隻的岩壁可規劃成階梯式之結構，若堤前放置塊石，增加孔隙率與生物之附著面積，進而提升生態性。平面式的堤防結構接觸水的面積，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 5.36 花蓮港階梯式防波堤的螃蟹

圖 5.37 花蓮港台階式防波堤

5.2.2 碼頭

一、碼頭應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。碼頭結構平整且無凹凸起伏之直立壁的生態性，較具孔洞與孔隙的壁面差。如圖 5.38，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，故能吸引大批的釣客前往垂釣。

圖 5.38 孔洞型岸壁設計(花蓮港)

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。如圖 5.39 為橫放式的碰船墊，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著性生物生長。這種橫放式的防舷材，內部可積存海水較久的時間，故對附著生物而言較有利。此外，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。

圖 5.39 橫放式防舷材(基隆港市區碼頭)

但是，平放式的碰船墊若接觸不到海水，便無附著性生物的著生(如圖 5.40)。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。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 5.40 接觸不到海水的橫式防舷材

並且還可以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，如圖 5.41。所以建議碰船墊加裝鋼製受衝板，增加水中結構物的生態性。圖 5.42 可觀察到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 5.41 置放鋼製受衝板的碰船墊

圖 5.42 置放鋼製受衝板的碰船墊

三、棧橋式碼頭設法增加棧橋下陽光

圖 5.43 是新光碼頭，為棧橋式設計碼頭。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。

圖 5.43 新光碼頭 棧橋式

四、直立型碼頭生態效果不佳，應設法改善

直立型碼頭，如圖 5.44 的鼓山渡輪站。其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 5.44 鼓山輪渡站

5.2.3 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。

圖 5.45 為真愛碼頭左岸，此類型緩斜坡式護岸設計，可形成約為數十公分短潮間帶，建議可利用砌石塊設計成具生態的親水性潮間帶。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。

圖 5.45 真愛碼頭左岸的緩斜坡護岸

二、砌石護岸表面不規則，有利於海藻等海洋附著生物著生

漿砌石護岸建議施作時無須刻意整平，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。然而，圖 5.46 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。

圖 5.46 第五船渠 泥漿石砌護岸

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。

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 5.47 新光碼頭的護岸設計方式施做立面植生，藉以提高生態性。

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 5.47 新光碼頭護岸的立面植生

5.2.4 消波塊

一、消波塊浸泡於水中或長時間保持濕潤狀態，可著生海洋動植物。

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(圖 5.48)，具有生態礁或魚礁的功能，混凝土消波塊具有附著性藻類的形成，亦可產生魚場。

此類型設計，以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，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。

圖 5.48 浸泡於水中的消波塊

二、不規則擺設消波塊具有不同大小的孔隙，提供生物多樣性棲地。

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，在短時期內，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，可有效提升海洋附著生物的生長。

5.2.5 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。如圖 5.49 為旗津之離岸堤，以消波塊堆疊而形成，可增加水陸的異質交錯帶，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。

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。

圖 5.49 旗津 離岸堤

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。

圖 5.50 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。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。

圖 5.50 愛河口 橋墩

三、以拋石護案工法來取代海岸護波，可豐富其生態性。

圖 5.51 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 5.52 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。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 5.51 旗津 海岸護坡

圖 5.52 旗津 拋石護岸

第六章 環境景觀營造技術

6.1 港灣環境景觀再造案例

隨著運輸系統現代化快速發展，諸如船舶大型化、貨物貨櫃化等，使得港埠用地需求範圍不若過去，因此會有窳陋地區或不適用地區，在不妨礙港區安全及貨物裝卸作業之條件下，可以提供做為民眾親水空間，促進地方觀光發展。由於港埠資源極具稀少性，因此有必要經由景觀環境改造，使港埠成為具親水性、文化、觀光等功能，讓民眾樂於親近，具國際觀光效益，進而帶動地方繁榮。

一、日本国土交通省港湾局

日本国土交通省港湾局於 2005 年擘劃日本港灣未來發展的白皮書，以「產業活力、港埠安全、環境生命」做為其未來發展的願景目標。並基於港灣環境乃為整體國民共有財產的理念，以營造「美麗、安全、活力海岸」為原則，擬定港灣環境的基本政策方針如下圖 6.1。

港灣局同時就所管轄的港湾海岸之特徵進行分析指出，港灣環境保護及再造的重要性，在日本需要被保全的海岸長度，在港灣部份雖僅 28%，但受防護的人口數則達防護人口數的 63%，因此港灣海岸的防護與再造有其重要性。而其中再造工程與環境的和諧、生態系統和自然環境的復育，營造美麗的海岸，讓人與港灣海岸和諧共生是港灣局追求的目標之一。歷年來港灣局進行海岸環境改造的案例如圖 6.3～圖 6.7 所示。

圖 6.1 日本港灣環境的基本政策方針

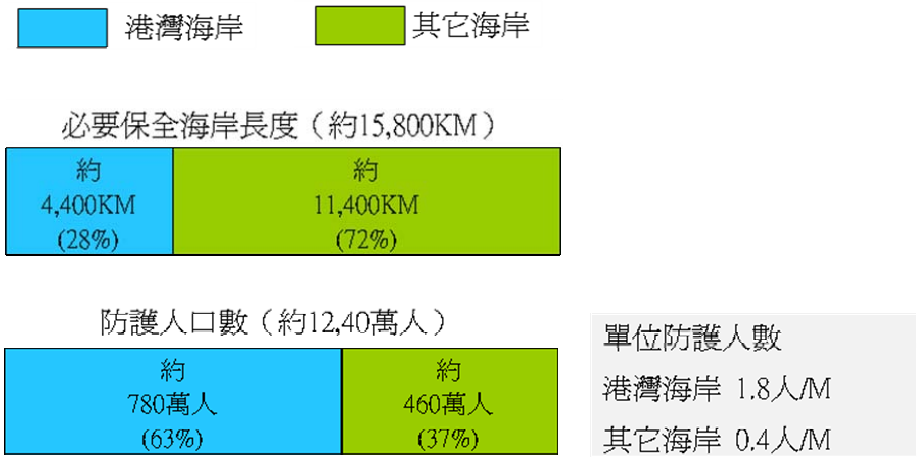


圖 6.2 日本必要保全海岸長度及防護人口數

整備前　　津田港海岸（香川）　　整備後

圖 6.3 日本津田港整備前後環境景觀對照圖

整備前　　富岡港海岸（熊本県）　　整備後

圖 6.4 日本富岡港整備前後環境景觀對照圖

整備前　　瀬戸田港海岸（広島県）　　整備後

圖 6.5 日本瀨戶田港整備前後環境景觀對照圖

整備前　　博多港海岸（福岡県）　　整備後

圖 6.6 日本博多港整備前後環境景觀對照圖

整備前　　熱海港海岸（静岡県）　　整備後

圖 6.7 日本熱海港整備前後環境景觀對照圖

二、日本東京港

東京港位於日本東京灣內，港區陸域面積 1,080 公頃，水域面積 5,453 公頃，東京港約闢建於 550 年前，自 1941 年日本政府將之改為國際貿易港後，其中經過六次港灣改訂計畫，至 1996 年完成青海碼頭，至今仍持續開發中，為世界重要大港。

充份發展港灣機能及創造美好環境留給子孫，是東京港的經營策略，即以港埠發展與環境保護共生為目標，亦即以追求經濟發展與環境保護務必平衡為目標。主要的經營管理策略有：

1. 造港要與自然共生：創造良好自然環境傳給子孫。
2. 造港要多樣化：創造海岸及港灣為多姿多彩的環境。
3. 造港要人與海相結合：創造海邊魅力吸引大眾接近。
4. 造港要綠美化：創造優質綠地供大眾親近。

5. 造港要與地區結合：以改善、貢獻大東京環境為目標。

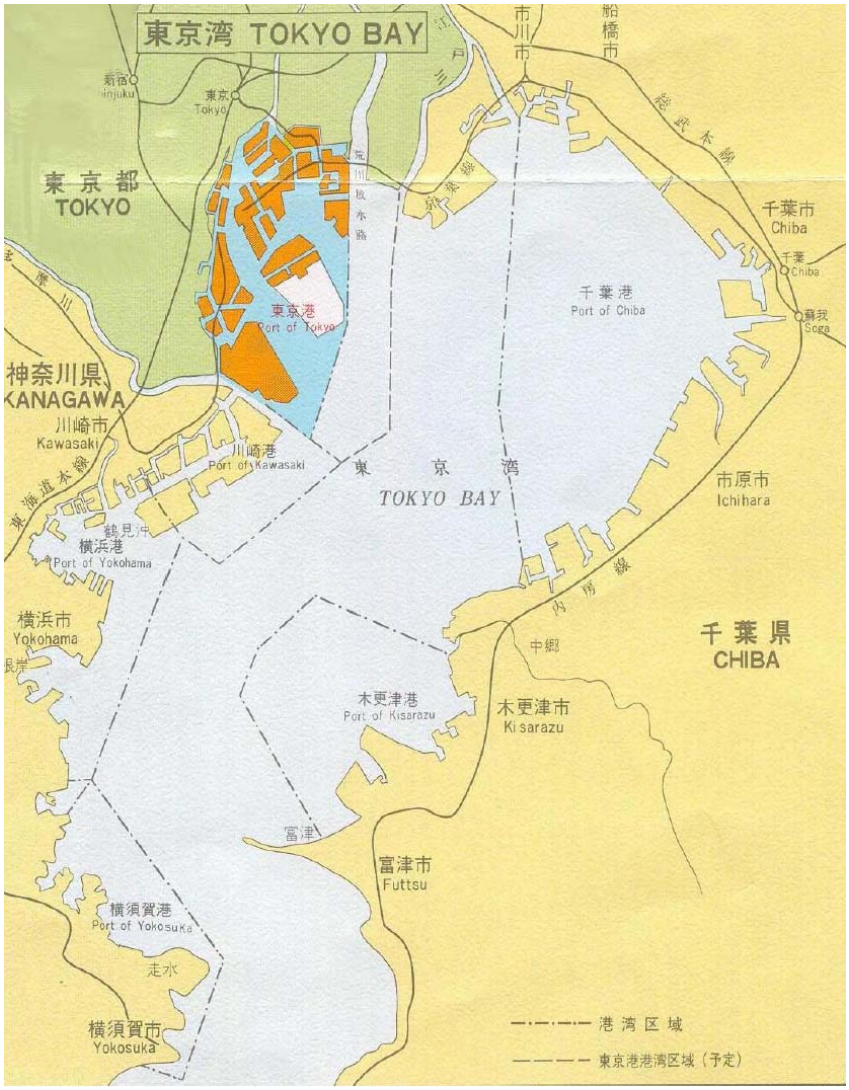


圖 6.8 東京港區位置圖





圖 6.9 東京港灣環境景觀照片

三、西班牙巴塞隆納港

西班牙巴塞隆納港（Barcelona free port）港區面積為 140 公頃，在歷史上發展已經超過二千年， 1987 年開始港口改造計畫，同時為因應 1992 年奧林匹克運動會在巴塞隆納舉行，成立巴塞隆納港務局。在此策略計畫中，巴塞隆納港共劃分成三個主要區域，即商業港區、後勤補助港區、舊港再生區。根據該戰略的重點是要將老舊破敗的巴塞隆納港，改造成兼具現代游艇港和遊樂中心的自由貿易港。該計劃特別重視過去

歷史，其中在廢棄的 Port Vell 是以文化景觀再生為基調，並因為充分融入城市之中，而成為歐洲最出色的旅遊景點之一。

圖 6.10 巴塞隆納港港區平面圖

圖 6.11 巴塞隆納港環境景觀照片

四、新加坡港

新加坡港附近沿新加坡的克拉碼頭 Clarke Quay是由60個舊貨倉棧改

建而成，經過保留規劃及整修後，集合購物、用餐與觀賞表演的天堂。現在已搖身一變為休閒的最佳去處，克拉碼頭因此深深吸引國內外遊客，成為觀光客來到新加坡必到之的最佳景點。

聖淘沙島(Sentosa Island)與新加坡港二者距離僅 500 公尺，島上有 3.2 公里長的白色沙灘，為復育因海岸人工化影響及海岸侵蝕所衍生的生態及遊憩使用課題，所以進行一系列海岸生態復育工程，包括生物多樣性與棲地的復育與再造、海岸侵蝕防護、水質淨化工程等。

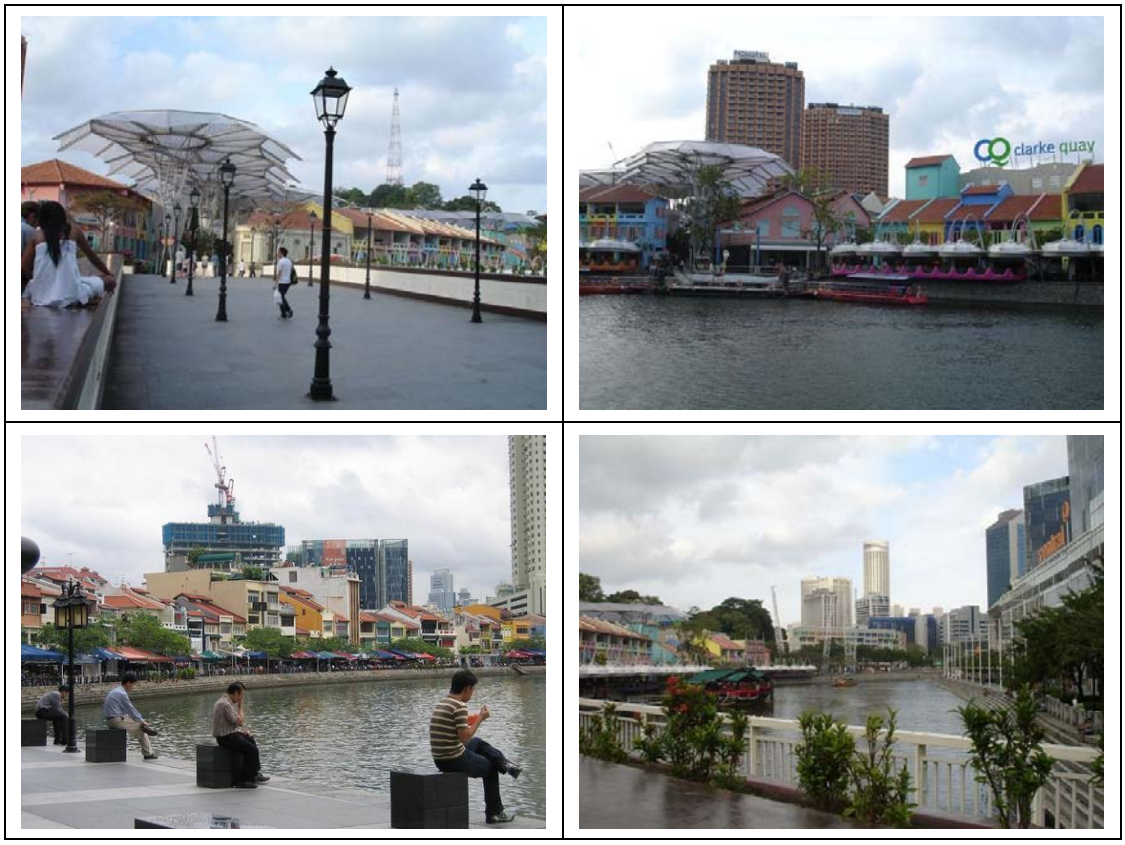


圖 6.12 克拉碼頭 Clarke Quay 景觀照片


圖 6.13 新加坡港及聖淘沙島環境景觀照片


圖 6.14 新加坡港及聖淘沙島環境景觀照片(續)

6.2 港灣景觀設計原則擬定

構成港灣及海岸景觀的要素，有海岸線、海灘(沙灘、礫灘等)、海岸林、岬、背後的丘陵和山等的自然要素，也有海岸堤防、護岸、離岸堤、人工島、突堤等人工要素。海岸景觀是「海岸、市街和地域居民的互相融合」。需要為此了解地域的歷史和文化等，理解構成海岸的地基、植被和氣象、海象等的自然要素。可是，自然的要素不是只有對居民的生活帶來正面的影響。海岸保全設施和自然的要素應互相協調融合。構成港灣及海岸景觀的主要要素，分別有以下幾點：

1. 港灣及海岸的自然要素

(1) 海岸線：海岸線是決定海岸的印象的基調和形成要素。海岸線形狀以直線、曲線、凹凸狀表現，所呈現出的景觀印象完全不相同。日本的海岸常以“長汀曲浦”來形容，意為沿著弧線一直到綿延到遠方的海岸，是美麗的海岸景致。

(2) 海灘(沙灘、礫灘等)：海灘與海岸線一起形成海岸印象。特別是海灘的情況，例如灘幅和地形等，會因為使用者的行動形態產生生態環境變化，對周邊的景色帶來很大的影響。海灘進行景觀整備時應與海灘內部同時整合，也需要充分地考慮周圍眺望之事。

(3) 海岸林：海濱背後的海岸林是為了防風、防砂功能而存在的，在景觀整備時，以此防護功能為優先考量。同時，這些功能之外在加上綠蔭帶來的附加價值，維持植被本身的身姿進而達成景觀創造的優點。

(4) 岬、背後的群山：岬的作用為 Eye Stop (意同 Focus)，設計海岸線延長線上的終點的停留位置，可限制性地誘導視線目的地之路徑的焦點。背候的群山遠觀就像抱住海岸一樣，應保持此自然象徵的存在。

2. 港灣及海岸的人工要素

(1) 海岸堤防：使波浪的氣勢衰弱，有防禦抵禦高潮的功能的海岸堤防，對於海岸是必要且不可缺少構造物。為了抵擋波浪的力量，海岸堤防常常是厚重又長又大的構造物，成為影響海岸自然印象的要素之一。海岸堤防應結合海岸工學和景觀工學等的專家和地域居民的意見，進行檢討和設計。

(2) 護岸：護岸與海岸堤防一樣是厚重且又長又大的構造物，也成為影響海岸的印象的重要景觀要素。海岸堤防、離岸堤、突堤等應作一制性的檢討與改善。

(3) 離岸堤：設置在海岸前面的離岸堤，主要功能是控制波浪、安穩水面。同時，離岸堤防止海濱的沙的流出，也有著堆積海水的沙的作用，完成維持海岸線的重要作用，應進一步與景觀配合設計。

(4) 突堤、排水道：突堤主要為防止沙灘的流失。突堤和排水道一般常從沙灘垂直設置到海域，對海岸的景觀直接帶來很大的衝擊。

(5) 閘門、導水管、潮游池、排水機廠：排水開墾地海岸，因為空間往水平方向大幅擴展，把排水開墾地做為有機能作用的閘門、導水管、潮游池、排水機廠等的垂直峭立的人工結構物，因為極為容易突出，應特別其對景觀的影響。

一、自然要素的設計原則

(一)海灘

海灘的特性為以下幾點：

1. 自然力量的平衡而形成
2. 地形與植生的變化形成不同的景觀風貌
3. 眺望海及休憩活動的場所

在進行海灘整備的同時，須尊重自然營力所產生的地形變化和植生變化，最好能運用海灘地形原有的自然傾斜和起伏而產生高低差，活用在景觀效果上。在海灘的設計上須特別注意海灘是由自然力量的微妙平衡而生

成的，即使經過設計整備完成後也並非是其最後的樣貌，整備後依然會受到自然力的影響而產生變化。因此，若欲在海灘上設置人工構造物時，須先考量其對該海岸及周邊地形的影響，也要預測實施後海灘的形狀變化，將衝擊降到最低。

圖 3.15 的海岸由養灘厚的自然營力造成不規則的填土厚度和地形起伏，緩緩地將空間分節了。而海堤刻劃出的坡度伴隨著景觀變化，減緩了海灘冗長呆板的印象。圖 3.16 為岬灣型海灘，附有岬頭的海岸環境，海灘後方的綠地身懷綠蔭，尊重了海岸應有的地形起伏和植生存在的原則，不僅是景觀多樣性的表現，更是吸引群眾遊玩及活動利用的場所。

圖 6.15　地形起伏與植生變化的海岸

圖 6.16 岬灣型海灘

海灘幅廣的規模大小也會影響使用者的心理感受。如圖 6.17、圖 6.18，人工海灘大多屬於接近市區的場所，訴求為市區與海岸間的休憩機能，如娛樂活動、眺望等。海灘的規模應設定在群眾視線可以交流的範圍內，創造出人的表情和動作可以略知一二的空間，營造出熱鬧繁華的海岸形象。而圖 6.19 是空間規模過大的海灘，人、事、物的距離都被拉長了，空間較為空曠，產生視覺交流的障礙，讓人感到寂寞與不安。

圖 6.17 熱鬧的海岸型態

圖 6.18 熱鬧的海岸型態

圖 6.19 空間規模過大的海灘

再進行海灘的規畫設計時，也須考慮防止沙灘退後而設置的離岸堤和潛堤。但是為了抵禦波高、波速等海項條件而採用的防波堤往往設計得比人的身高還高，阻礙了眺望外海水平線的視線，海灘視點場的價值大打折扣。改善方法如圖 6.20，可在後攤施作養灘工並提高加固，視線便能跨越防波堤或消波塊，確保眺望海平面風景的可行性。

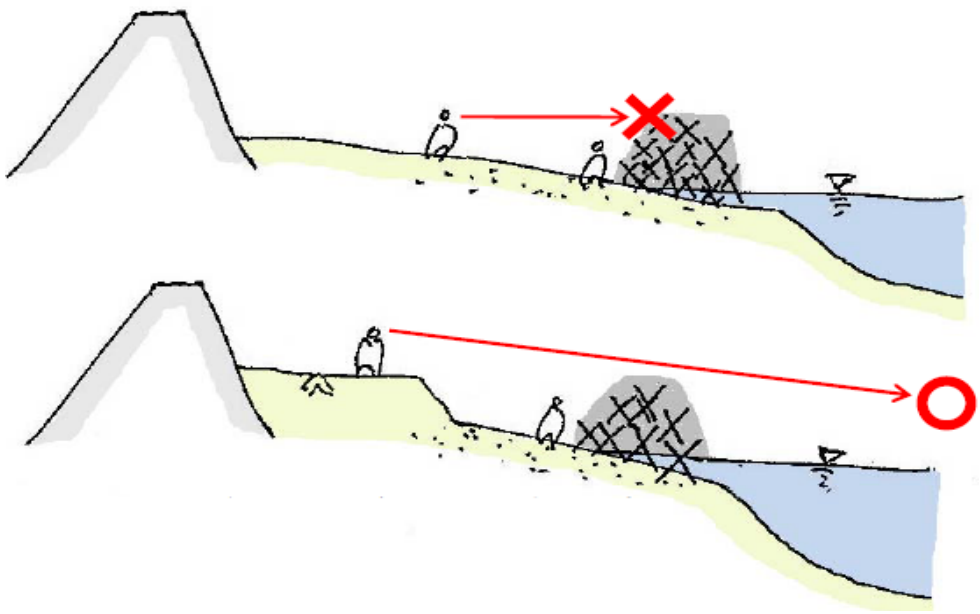


圖 6.20 提高後灘確保海的眺望

(二)海岸線

海岸線的特性為以下二點：

1. 海岸線的形狀為當地的海岸特徵
2. 眺望海岸線是欣賞海岸魅力的方式

海岸線可以反映當地海岸原有的自然特性。尊重海岸線的形狀和特徵，在為了對付侵蝕而開發的海岸保全策略和進行沿海開發工程時，必須謹慎預測將來海岸線形狀改變帶來的影響，盡可能避免負面影響的發生。海岸線是決定海岸的印象的基調和形成要素。海岸線形狀以直線、曲線、凹凸狀表現，所呈現出來的景觀印象完全不相同。自然的海岸線形狀為「弓形」，日本又常以“長汀曲浦”來讚美海岸風景，其意為沿著彎曲的弧線一直綿延到遠方的海濱，是美麗的海岸景致（圖 6.21）。

圖 6.21 長汀曲浦

在進行海岸的整備時，尊重當地海岸的自然特性。海灘和海岸線的附近的人工設施，例如突堤、離岸堤等，往往會阻礙了海岸線整體的眺望程度，也會造成綿延的海岸線連續性被分割。同時，河川和排水道這些會橫斷海岸線的人工設施，應與岬頭和突堤施作成一體化設置，採取一致性的施工考量。以不切割海岸線的連續性為主，極力降低構造物的存在感為最好的整備方案。

如圖 6.22 所示，排水道毫無修飾地赤裸呈現。如果可以的話，最好將排水道設置在海底或海中，以不影響海岸景觀為主。倘若無法將其高度降低，就盡量將排水道的形狀設計由方形轉變為較圓滑的形狀，試圖軟化結構物原本僵硬的線條。

圖 6.22 排水道影響海岸景色

為了避免海岸線的連續性被構造物切割的問題，可以將構造物相互融合。例如海岸結構物同時出現排水道與突堤時，便可將排水道融合到突堤內部，同時也要考慮其形狀和材質。

圖 6.23 為排水道和突堤一體化的海岸。除了突堤以外，便沒有存在其他可以橫斷海岸線的設施。海岸線沒有被嚴重切割分節，突堤的設計方法和突堤邊緣設計便是決定沙灘順暢程度的主角，也是整合海岸空間表現。

圖 6.23 排水道和突堤一體化

二、人工要素的設計原則

(一)海堤、護岸

海堤、護岸的特性為以下幾點：

1. 為了抵抗波浪和消波而設計
2. 盡量減輕構造物帶來的壓迫感和人工印象
3. 緩和護岸邊界的設計
4. 海堤與護岸作為觀景視點場

海岸堤防和護岸為反抗波浪等的自然力的形態而設計，以力學的、合理的構造形態的呈現。因為對高潮和海嘯防護的必要性，規模(高度和長度)往往過大，巨大的人工構造物對人們帶來壓迫感和不協調感，也容易對海岸景觀帶來人工的印象。在以自然環境為基礎的海岸中，應極力抑制人工構造物帶來的視覺影響，其使用的材料也須慎選。海堤、護岸前的沙灘和背後空間，應設計成視覺不被分斷的空間，並做整體一致性的規畫。

為了確保防災的功能，有些海堤和護岸的高度是我們無法掌握控制的，因此便產生了許多對視覺造成衝擊的構造物。如何減輕其帶來的心理壓迫，又同時降低其對海岸空間的分割等問題，可以參照圖 6.24 的改善示意圖。如圖所示，將後灘覆土提高，相對的背後海堤的高度就降低，壓迫感也減輕了。堤防和護岸的人造斜坡以緩傾斜化來設計，並且施以填土和植草綠化，不但可以減輕視覺衝擊，緩和人工構造物對視覺之影響。同時，又能提高海岸堤防、護岸的可及性，堤防、護岸的上方也能作為視點場和遊覽路徑的活用。

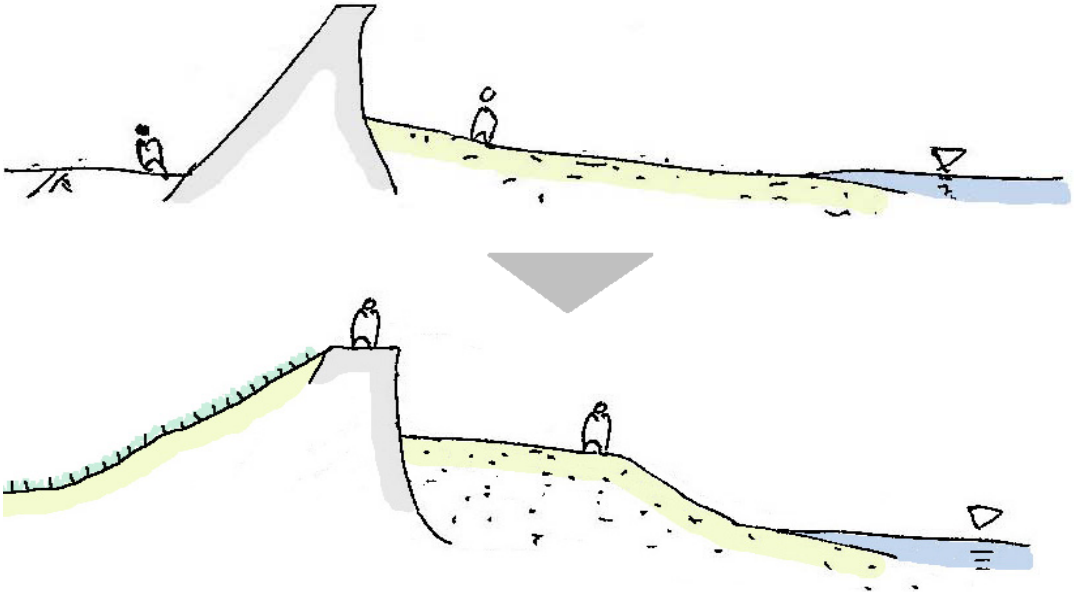


圖 6.24 減輕海堤壓迫感的設計

此外，海堤和護岸的設計風格切勿因為特意營造，而與海岸環境產生衝突，設計最好以能顯現自然風格為主。海堤和護岸本體為混凝土製成，卻常常見到以「自然風尚」、「愛護海岸」為口號而進行的壁畫和彩繪，如圖 6.25、圖 6.26。這樣的設計對於海岸景觀美質的提升沒有幫助，且這些壁畫經過波浪的侵蝕及日曬雨淋往往變得斑駁不堪，又是一破壞景觀的問題。

圖 6.25　海堤上的繪畫

圖 6.26 海堤上的繪畫

相較於壁畫海堤，可改用其他素材建置海堤，設計活用素材原有的特性為構造物增添質感。構造物應該完成功能後，再研究洗練造型於其外表。如圖 6.27，反映「回波工程」機能而設計得海堤形狀，並運用石塊拼貼的方式，外觀的呈現與自然環境較能相互融合。

圖 6.27 回波工程形狀的海堤

海堤和護岸畢竟是人工構造物，與原本的海濱、沙灘之間會產生生硬的分割線條，造成視覺的斷層。因此，為了提升海岸景觀，緩和自然環境和人工構造物的邊界印象也是一項重要的課題。可運用自然素材，例如塊石、植栽等，來模糊邊緣的線條。如圖 6.28，階梯護岸以塊石設置，並施種草皮綠化，可是將模糊、緩和原本護岸冗長的人工印象。

圖 6.28 緩和護岸邊界的植栽

除了植栽可運用於破碎護岸邊界上，自然石也擁有緩和人工印象的效果。如圖 6.29，在沙灘和綠地間的護岸使用大面積的石塊砌造而成，有別於人工意味濃厚的混凝土護岸。同時，這樣的高度也提供群眾可以坐下休憩的場所。

圖 6.29 自然石砌造的護岸

圖 6.30、圖 6.31 同樣也是以自然石頭為素材設計的護岸，不同於使用均質的混凝土材料設計的護岸，每個石頭的形狀、大小和紋理都不相同，呈現不單調的視覺感受，也較能夠與周遭環境不突兀地融合。在道路與海岸之間堆積這樣的石頭，不僅能夠美化景觀，同時也可以做為預防行人失足跌落的護欄。不過，在配置這些塊石的時候，須留意配量的斟酌，避免其量過多而壓縮到原本步道的面積，影響到觀景行人的散步空間。

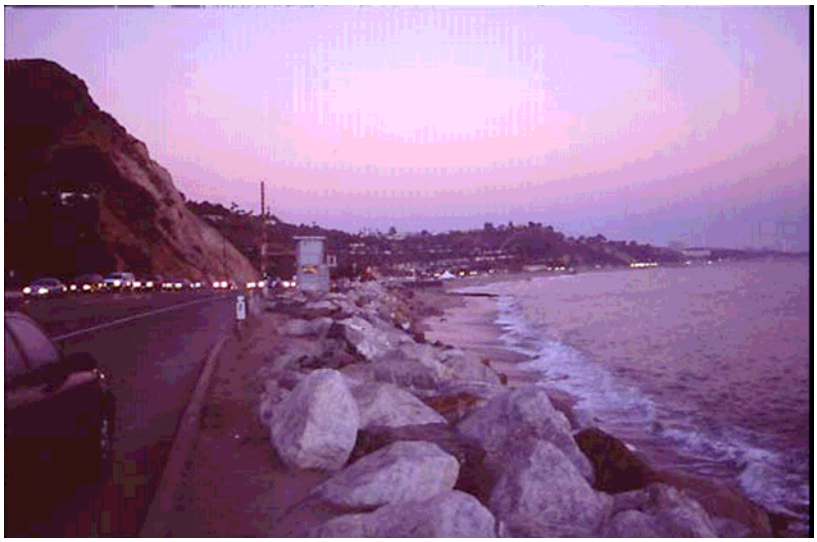


圖 6.30 自然石堆積的護岸

圖 6.31 自然石堆積的護岸

因為屬於大規模的人工構造物，海堤和護岸的上方台端成為眺望海岸的視點場，成為一邊凝視海岸和背後地，一邊沿著海岸線周遊的路徑。如果是以「複斷面海堤」呈現，就同時擁有兩個視點場（圖 6.32）。複斷面堤防的高台端及低台端可作為步道活用。在設計上，須特別注意兩個台端的高低差，以圖 6.32 原本低台端的位置可以提高至虛線的位置，這樣可以確保眺望的視線，並且也不會因為後面的堤防過高而產生壓迫感。

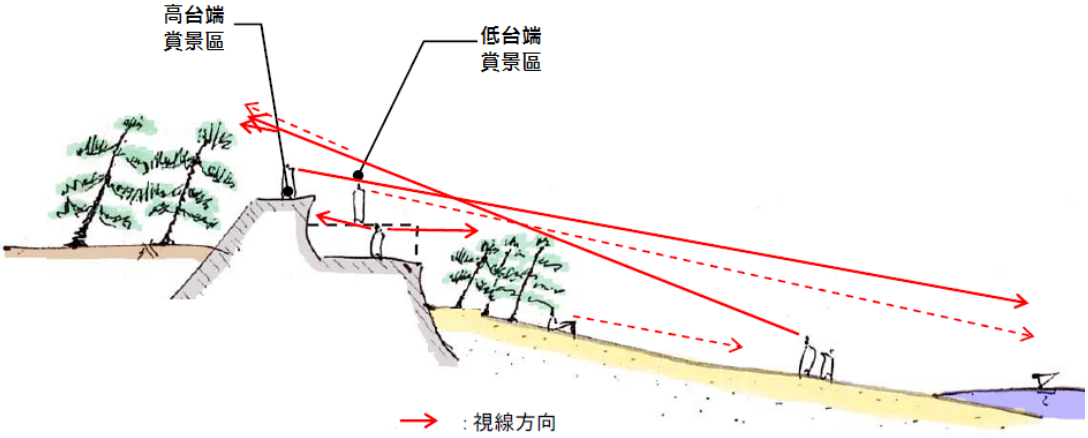


圖 6.32 複斷面海堤的活用

圖 6.33 為高台端上愜意舒適地享受海岸景色，可以眺望美麗的海岸線及動態的波浪美景，也可以欣賞背後的群山之姿。圖 6.34 為低台端上透過松林等樹群欣賞海岸的另一種風情。

除了以上敘述的海堤和護岸的設計原則，尚還有海埔新生地的情況。如果背後是海埔新生地的情況，因為背後是廣大的排水後新的開墾地，更容易看見海岸堤防，更應該加強堤防背面的緩坡填土和綠化，可以緩和人工構造物對視覺的影響，所以最好能以提高堤防上方可及性的設計為辦法。

另外，還要考慮海岸和潮間帶的利用，如果堤防海側的斜坡為緩傾斜面或是階梯式的話，需要注意大幅設計的話會使潮間帶的面積變小，應盡量避免這種壓縮到海灘面積的行為。並且還需要充分考慮該地生存的貴重生物等的生態環境，並以尊重自然為主，進而討論堤防的形狀。

圖 6.33 海堤高台端視點場

圖 6.34 海堤低台端視點場

(二) 離岸堤

離岸堤的特性為以下幾點：

1. 使波浪在堤前減衰並安定海灘
2. 選擇能確保水平線的眺望的構造形式

離岸堤為一離開陸地且平行海岸線之堤防，能使波浪在堤前減衰，漂沙在堤後堆積，間接發揮穩定海灘的功能。一般而言，離岸堤工程費高，施工不易，維護費可觀，以往海岸保護甚少採用離岸堤。但近年來各先進國家使用離岸堤做為防護機制的海岸已日漸增多，因為海岸地帶因經濟繁榮，大幅開發利用，不宜在該地帶施設防護措施影像整體規劃，故設置離岸堤達到安定海灘和土地開發利用目的。同時又因為沿海地區相繼加速開發，人口集中，足以負擔較高的工程費用，且近年施工技術進步，海中施工已非難事。

經過防災方面的考量，必須設置離岸堤的情況時，在確保防災功能的同時，盡量選擇不阻礙對水平線眺望的構造形式，並極力控制掌握頂端的高度。另一方面，也能運用調整陸側的視點場來確保對海眺望的可能性。一般傳統的離岸堤是以混凝土塊施工方法的重力式離岸堤，消波浪塊過高阻礙眺望遠方的水平線的可能性（圖 6.35）。

相較於傳統的離岸堤，新型離岸堤海面構造物較少，水平線風景被確保(圖 6.36)。新型離岸堤為舊建設省土木研究所與民營企業共同開發的離岸堤，與以前的離岸堤消波浪功能相同。不過，可以在水深較深處、陡坡海底設置，透過性、環境淨化能力和集魚效果都高，水面上的結構物較少，景觀較優。除了維持管理成本掌握，為了使其可以常久的使用，也須從 life cycle cost(生命週期成本)的概念作考量。

圖 6.35 消波塊形式的離岸堤阻礙了海面的眺望

圖 6.36 新型離岸堤

圖 6.37 為傳統消波塊離岸堤與新型離岸堤對海岸影響的比較。傳統混凝土塊施工方法的離岸堤，沿岸漂沙淤積堤後，易形成突出於原海岸地形的沙舌 (salient)或繫岸沙洲 (tombolo)，使原本的圓滑的海岸線形狀變得歪斜，形成不自然的形狀。有腳式的新型離岸堤，漂砂流通不堆積，便不會造成影響，所以能維持原本自然的海岸線形狀。

圖 6.37 有腳式離岸堤能維持自然的海岸線
(資料來源:日本國土交通省地方整備局靜岡工務所)

在景觀方面，潛堤和人工潛礁，最好以能確保水平線的眺望及海面的風景。不過，如果被空間特性和工程費用而制約了效果，還是以離岸堤應有的機能來設置。而水平線和海面的風景被阻礙，則以活用視點場來改善，海堤上方或後灘都可以做為視點場。如圖 6.38，提高後灘養灘地，改善眺望的視點場，使觀景者的視線可以高於離岸堤。

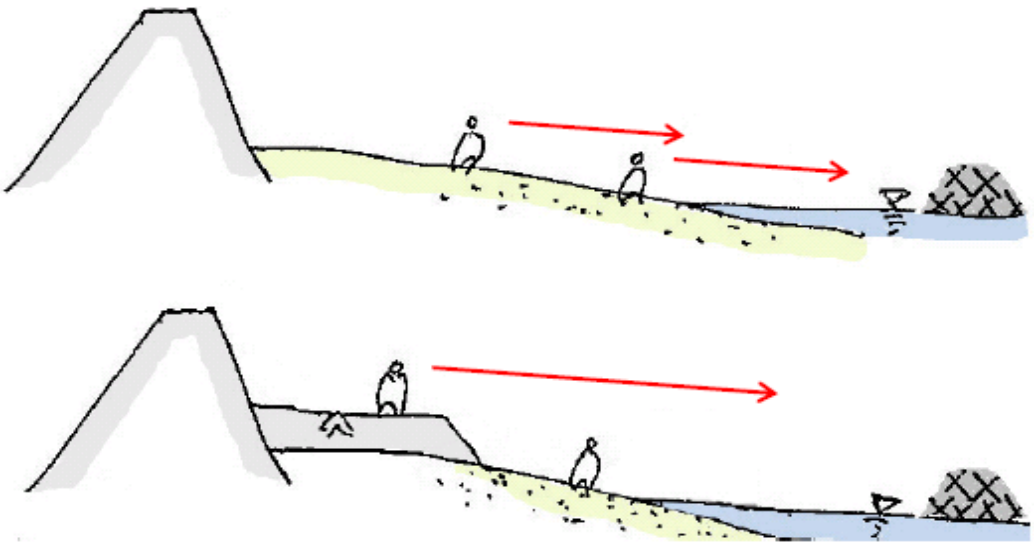


圖 6.38 提高後灘使觀景視線高於離岸堤

如果在人工海灘(特別是口袋型海灘)設置與離岸堤同樣擁有穩定維護海灘功能的人工島，透過設計手法，能產生人工海灘空間性的整體感。但是，為了人工島的設置對海濱的海岸線帶來影響，關於其規模和配置，仍須考慮以穩定海岸線為首要目的進行檢討。人工島與人工海濱必須有一致性的空間設計，並考慮周圍的地形後，再進行填土和栽植施種之事。圖 6.39 為綠化的人工島，人工島和背後地的松林和突堤同樣以植栽綠化，形成一個有整合性的空間。

圖 6.39 人工島的綠化設計

(三)突堤、岬頭

突堤、岬頭的特性為以下幾點：

1. 攔截沿岸漂沙以保護海岸不受侵蝕
2. 突堤的設計最好能與海灘滑順的收斂
3. 營造突堤、岬頭與海岸空間的整體感

突堤為垂直於海岸線或與海岸線形成某一夾角，由沙灘向海興建且突出海岸之結構物，用以攔截沿岸漂沙、控制海灘地形、改變海岸線方向、阻擋沿岸流或壓迫潮流方向，進而減小保護區域之海岸侵蝕。高堤能完全攔截漂沙，低堤則在下游側可獲沙源，減少侵蝕發生。突堤使用材料有拋石、消波塊、板樁等。在設計突堤、岬頭的時候，須留意其高度、形狀和素材，並注意這些保全設施須與海濱沙灘和水面滑順的結合。同時，如果這些的保全設施連續性地被設置，應該與海岸線形狀和週邊地形取得平

衡，並確保其保全設施的功能，進行檢討設計配置和規模。

設置突堤使得沿岸漂沙固定，而形成新的海岸線。但突堤的位置和規模如果缺乏妥善的設計，便會影響到原本自然的海岸線弧度。海濱沙灘設置的突堤如果突兀的結束了，便會使夾著突堤兩側的海岸線形成不整合感，給予觀賞者不協調的感覺。如圖 6.40，照片中突堤兩側的沙灘海岸線在漂沙特性上，使得一邊的積沙面積較大，形成兩側海岸線不平整的情況。在這個情況下，應該設法讓突堤在兩側的海濱沙灘可以光滑地結束，並且最好能在突堤上施種與背後地有連續性的植栽，營造海岸空間的整體感。

圖 6.40 突堤兩側海岸線不平整

改善突堤兩側海岸線不平整的情況，以圖 6.41 的設計方式使突堤有平滑順利的收斂感。此斷面圖可以看出緩傾斜式的突堤的上方面積應設計較為寬廣，接水面為緩坡度。相較於直立堤，這樣在沙灘邊緣較有滑順的收斂感，景觀效果佳。並且搭配使用自然石頭覆蓋在突堤上方，能緩和人工構造的印象。不過，自然石頭的大小和種類，須以海象穩定性為依歸，並將空間規模納入討論。

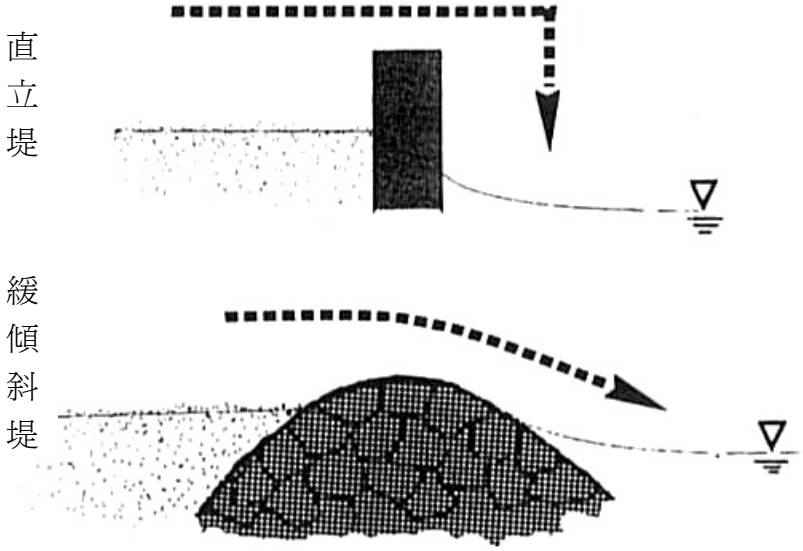


圖 6.41 緩傾斜式突堤斷面圖

圖 6.42、圖 6.43 為上述圖 6.41 的緩傾斜式設計的突堤。突堤不做成直立堤，沙灘和水面的接觸面以緩傾斜呈現，並用自然石頭堆積，沙灘和突堤能夠滑順的收斂，沒有不自然印象。同時，圖 6.43 中，在突堤上施種植栽，與背後的草木繁茂地帶相連，海濱空間與背後地帶有一致性與整合性，更是景觀上加分的效果。

圖 6.42　與沙灘滑順收斂的堆石突堤

圖 6.43 植栽綠化的緩坡堆石突堤

自然海濱因為岬的存在，形成沿岸流沙堆積的海濱沙灘。但另一方面，突堤是從海岸線向外設置成一個相當顯眼的人工構造物，成為阻礙海岸線延長方向的景色，對景觀有極大的影響。因此，突堤和岬頭的設計不應單獨設計，應與海濱形成一個整合性的空間，並一同檢討設計的形狀和素材。因此，應融合海岸工學和景觀設計的背景，創造出與背後自然有相關性的海岸線形狀，並討論突堤與突堤的設置間隔。同時，又因為背後地的植栽，樹種及綠化量能在突堤與岬頭之間，形成一個景觀空間的整合。

圖 6.44，由於突堤上面的栽植，使突堤和背後的岬頭有一致性。在水平方向的設計中，沙灘上的護岸到接近突堤時稍稍增大，膨脹沙灘量，便能使海岸線延伸連續弓狀般的曲線形狀。因此，沙灘的海岸線形狀和連接的突堤沒有不協調感，構造物和海濱沙灘有一致性，沙灘空間整合性很高，使海濱沙灘營造成整體性的海岸空間。

圖 6.44 突堤與背後岬頭形成整體性的空間

圖 6.45 為典型的口袋型海灘。河川沿著兩側流動，在這之間的兩道突堤間已有完成的人工海灘。這樣的地形有制約性，突堤前端的海岸線被分割了，使得週邊空間產生阻隔感，整合性也減弱了。像這樣的情況時，最好能考慮在背後地栽種植栽，沙灘和突堤、綠地要做一致性的檢討與設計。

圖 6.45 口袋型海灘

三、海岸林、綠地、植栽

(一)海岸植栽營造

植物在自然環境中乃為具有多項功能的重要元素，如調節氣候、降低風速、穩定土壤、減少噪音、淨化空氣、空間營造等功能。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，因其為自然的產物，可消除人工產物的視覺藩籬，為環境提供自然的感覺。海岸植栽之營造不僅有上述多項功能，還能增加海岸的生物多樣性，進行生態維護，並創造適意的海岸景觀環境，增加群眾到海岸遊憩機會等機能。

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）：

1. 常綠性喬木：相思樹、白千層、蒲葵、海檬果、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。
2. 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。
3. 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。
4. 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、裸花鰜蓬、雙花蟛蜞菊、天蓬草舅、蘆葦、鴨舌癀、過長沙、賽芻豆及文珠蘭等。

5. 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。

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。海岸植栽設計之基本原則詳列如下（郭一羽、李麗雪，2006）：

1. 選擇環境適應性強的本土樹種為主，馴化而能適應本地環境的引進樹種為輔，對於植栽撫育及維護管理較容易，亦可避免外來樹種對當地生態造成之傷害。
2. 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時間較短。
3. 儘量以生態綠化手法取代傳統景觀綠化。
4. 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、阻撓等機能之保護結構，以達保護海岸環境。
5. 海岸沙地有機質缺乏，可用有機肥或栽植肥木，促進植栽生長。
6. 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，並增加根部保水。
7. 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。

另外因為海岸風力強勁而需有適當的設計原則和樹種搭配，以減少風壓，且基於環境的差異及使用需求不同，如景觀、生態、防風、定砂等，其所選用的植栽應各有不同（郭一羽、李麗雪，2006）。

1.海岸防潮及沿海護岸

木本植物：水筆仔、海茄苳、五梨跤、苦藍盤、海檬果、甜藍盤、林投。

草本植物：濱水菜、臺灣濱藜(海芙蓉)、濱雀稗。

植物特性：耐鹽、耐潮、呼吸根、胎生、氣生根、肉質葉、鹽腺、通氣構造、耐湛水。

2.定砂植物

植物種類：濱雀稗、馬鞍藤、海埔姜、濱刺麥(貓鼠刺)、蟛蜞菊、草海桐、龍舌蘭、林投。

植物特性：耐風、耐鹽、耐旱、耐砂埋、耐高溫、節節生根。

3.防風植物

植物種類：木麻黃、無葉檉柳、黃槿、瓊崖海棠、福木、海檬果、草海桐、日本黑松。

植物特性：抗風、生長繁殖容易、耐旱、耐鹽、枝葉強韌、深根、常綠。

(二)海岸植栽特性與設計的注意事項

海岸植栽的特性為以下幾點：

1. 防風、防潮、防沙
2. 對人工元素的遮蔽
3. 海濱與背後地視覺的關係性調整
4. 自然海濱空間和背後都市之間的緩衝機能
5. 確保綠蔭的存在
6. 表現海岸景觀

以上這些機能與景觀的功用區要配合恰當的設計配置，才能發揮其效果。最主要的功能就是防風、防潮、防沙，滿足這些基本的需求之後，再進一步達成其他功能的設計考量，像是海岸林和綠地的廣幅或是植栽綠化量都有研究檢討的必要。

對人工元素的遮蔽來說，以停車場的設計管理為例，考慮到海邊遊玩的遊客大多以汽車為交通工具，海岸停車場的管理規劃便成了重要課題，停車場中栽種樹木，車輛原本的紊亂趕在樹蔭中變得較不顯眼(圖 6.46)。

或是停車場在海灘和道路間設置時的情況，可將停車場的地盤設計較道路的地盤低，並且施種一些植栽，則路側行人的視線便不會被落在停車場中(圖 6.47)。再以海岸遊憩地的服務設施為例，服務設施等建築物盡量不要過分醒目的建造，並且以能被植栽遮蔽為原則最好，才不會對自然環境帶來景觀上的衝擊。

圖 6.46 植栽綠化停車場

圖 6.47 植栽綠化停車場

海濱與背後地的視覺關係強調空間的整合性及連續性。如圖 6.48 後灘植物可以降低壓迫感和阻隔感，適量的提高海堤前的沙灘高度，並引進一些適合當地環境的海濱植生，可以降低堤防的衝擊。同時，可以產生後面的海濱植物及前面的海灘植被間的綠化連續性，也可以緩和堤前、堤後的阻隔感。

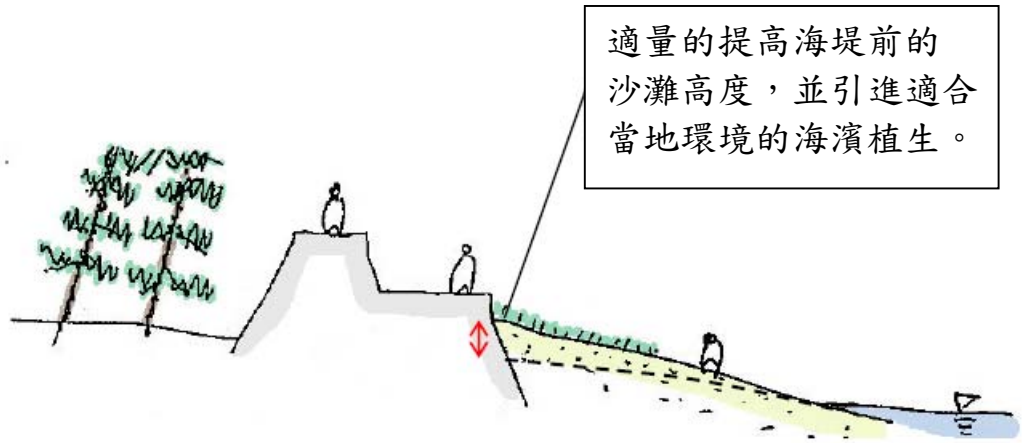


圖 6.48 後灘植物降低壓迫感和阻隔感(資料來源:日本港灣局,2006)

自然海濱空間和背後都市之間的緩衝機能是以植栽作為空間連接，降低兩者間的不協調感，並且運用地形的設計來減少眺望海景的阻礙。如圖 6.49，海岸－公園－道路的斷面概略圖，將公園設置在海岸和步道中間，眺望的視線隨著傾斜的緩坡地形而下，便不會產生物理障礙。在公園或後面的道路也能看見海，有空間的、視覺的連續性。海岸背後有綠地及都市公園，形成足夠的休閒空間。背後的綠地也有擔負防災的能力，因此，就能避免過多的海岸保護設施結構。但是，在設計時要特別留意植栽的密度。若植栽密度過高，反而會造成反效果，海岸空間連續性弱。適切的密度滿足防風效果，同時也要確保不影響海的能見度。

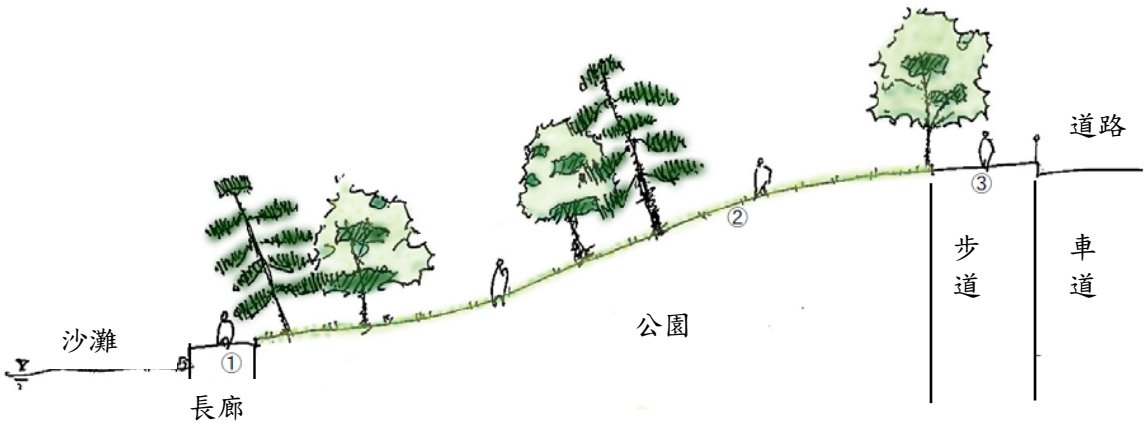


圖 6.49 海岸－公園－道路的斷面概略圖(資料來源:日本港灣局,2006)

植栽能夠確保綠蔭的存在，又能夠降低溫度，形成一個陰涼舒適的空間。此外，植栽還能提供模糊柔化堤防或護岸與沙灘之間生硬的邊界。如圖 6.50、圖 6.51 及圖 6.52，由護岸法線投影下適量的綠蔭，可以模糊並柔化護岸和沙灘的邊界，消除原本邊界線條產生的僵硬現象，並且能提供遊客舒適的休息停留空間。

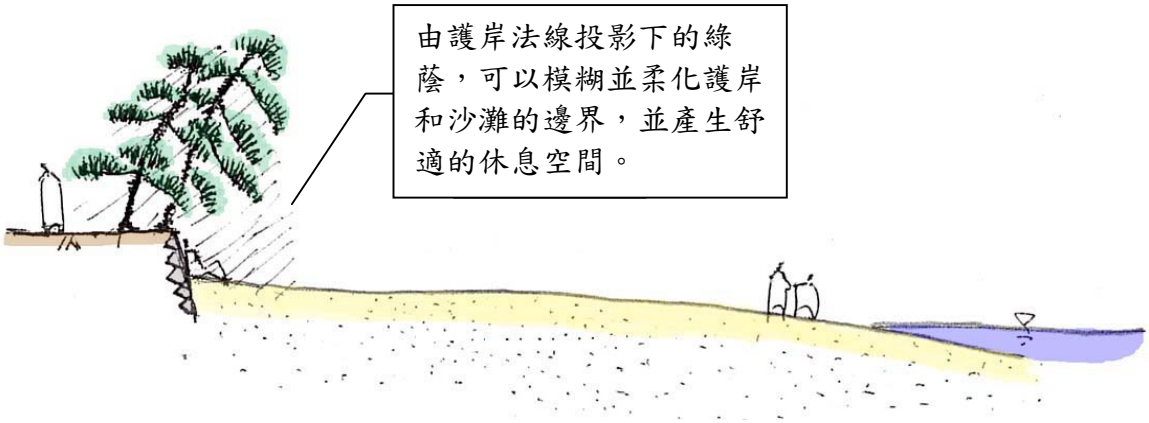


圖 6.50 護岸法線上植栽的綠蔭(資料來源:日本港灣局,2006)

圖 6.51 護岸與沙灘邊界的綠蔭

圖 6.52 護岸與沙灘邊界的綠蔭

植栽可以做為呈現海岸景觀的自然元素，施種適合當地環境景觀的植物為優先考慮。海岸是與風和浪潮直接對峙的地方，對植物來說，是個相當嚴峻的環境。因此，耐鹽、抗潮、防風等功能，是選擇海岸植栽的基本條件。同時，再進而考慮與環境景觀的相符程度。

如圖 6.53 沙灘上枯萎的棕櫚，為了夏日的海水浴季節吸引遊客的棕梠

樹，到了淡季卻形成寂寥的場景。樹種難以適應當地秋季～春季的氣候，已變得面目全非。所以，區域植生的選擇是相當重要的，選擇植物特性能夠貫穿當地四季的氣候條件的樹種更是必須考量。

圖 6.53 沙灘上枯萎的棕櫚樹

海岸植栽的特性與機能需要配合恰當的設計與配置，才能最有效地發揮其功能與效果。多數海岸常常工程過量，設置了許多不必要的設施，卻對植栽的設計配置不加以用心，往往遺忘了尊重環境自然的樣貌。因此，欲達成海岸安全防護、生態 維護和景觀美質三方面一併提升，並且從多樣的且複合性的觀點來研討，才能營造出良好的海岸景觀。

6.3 港灣設施物色彩原則擬定

一、環境色彩分析方法

環境色彩為形塑區域特色的一大重要參考基準，在進行後續的規劃設計時，依據區域色彩的特性、有系統地分析與定出區域色系的基準範圍，能避免過於突兀的色彩計畫。分析方法如下：

(一) 拍照與選取

拍攝手法上以人以近觀(near view)的視角為考量，以平行地面高度進行拍攝，於區域現況拍攝照片後，將曝光過度或不足之照片刪除後，再選取最能呈現出該區現況之 6 張圖片進行色彩分析。

(二) 圖像轉換與色票整理

選出的照片以向量軟體（Corel DRAW）將轉換成圖像色塊後，可查詢出每個色塊的色票值來對照色彩表色系，並且依照色系與圖片分布作色票歸類整理。

(三) 色彩表色系參考依據

表色系提供了色彩研究討論與應用的客觀數值標準，而表色系的種類眾多，本分析表色系以曼塞爾表色系(Munsell color system)作為參考依據，優點為具國際通用的表色系，如日本工業規格(JIS)之表色系即是以曼塞爾表色系為準，且經光學驗證為正確的表色體系，因此適合作為色彩管理用途。

曼塞爾表色系的組合為「色相」、「明度」、「彩度」，表色原則為：

1. 色相(Hue)：共分為 10 種色相(黃、黃綠、綠、藍綠、藍、藍紫、紫、紅紫、紅、黃紅十種色系)，在標示上以色相的英文大寫縮寫來表示(Y、GY、G、BG、B、PB、P、RP、R、YR)，每個色相再細分為 10，標示時於英文大寫前標出數即為色相環之色系位置。
2. 明度(Value)：明度共為 11 階段，N 為灰階(Neutral)的縮寫，在明

度軸上以 N0（黑）、N1、N2...N10（白）來表示。

3. 彩度(Chroma)：從 0（無彩色）開始，受到明度階段影響與色相間的差異，因此各色系的彩度階段相異，使曼塞爾色立體呈不規則狀。

4. 曼塞爾色票標示法

   色相 明度／彩度 = Hue Value/Chroma = H V/C

   參考圖 6.57 不同色彩的葉片所標示方法。

5. 色票值查詢

   分析的區域色票可利用色彩轉換值相關軟體(如 Munsell Conversion、Babel Color 等)查詢到 RGB、CMYK 或 LAB 值在曼塞爾表色系中的標示，以避免因印刷或不同標示造成色偏誤差之狀況。

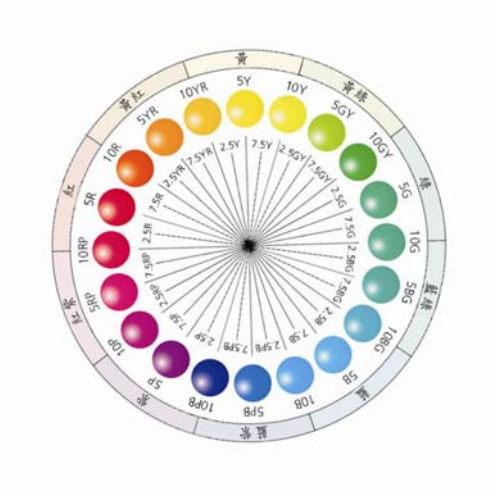


圖 6.54 曼塞爾色相環

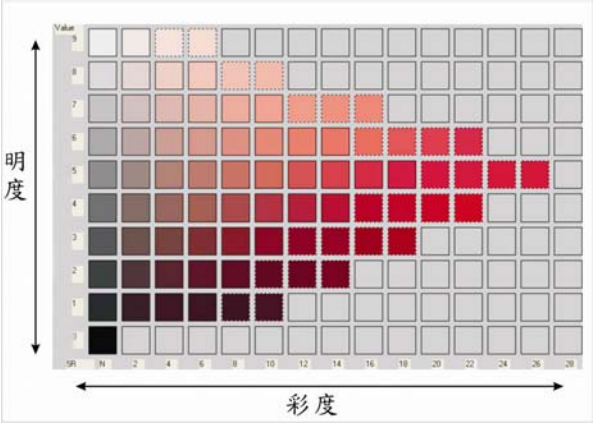


圖 6.55 明度與彩度軸線色階

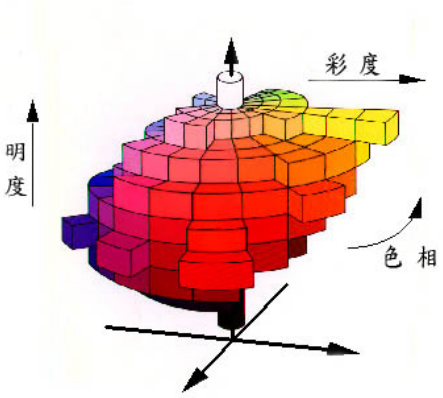


圖 6.56 曼塞爾色立體

圖 6.57 曼塞爾色票標示方式

(四) 環境色彩討論分析

環境色彩的心理分析可使用日本色彩與設計研究所(Nippon Color and Design Research Institute，NCD)與小林重順(Shigenobu Kobayashi)所發展的色彩意象量表(Color Image Scale)，將區域內所整理找出的色票依照色彩的暖(W)、冷(C)、軟(S)、硬(H)、清(K)、濁(G)之特性放入色彩意象量表中，以得到環境色彩的心理感覺內容來進行環境色彩討論與應用。

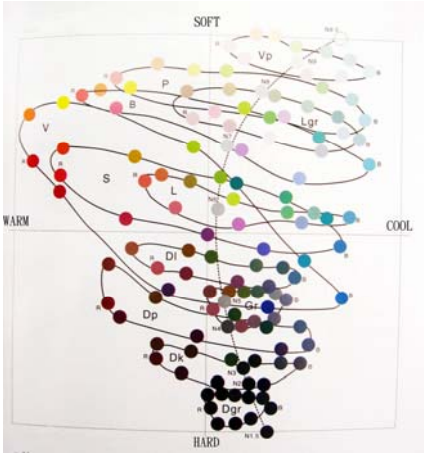


圖 6.58 單色意象尺度
資料來源：NCD,1981

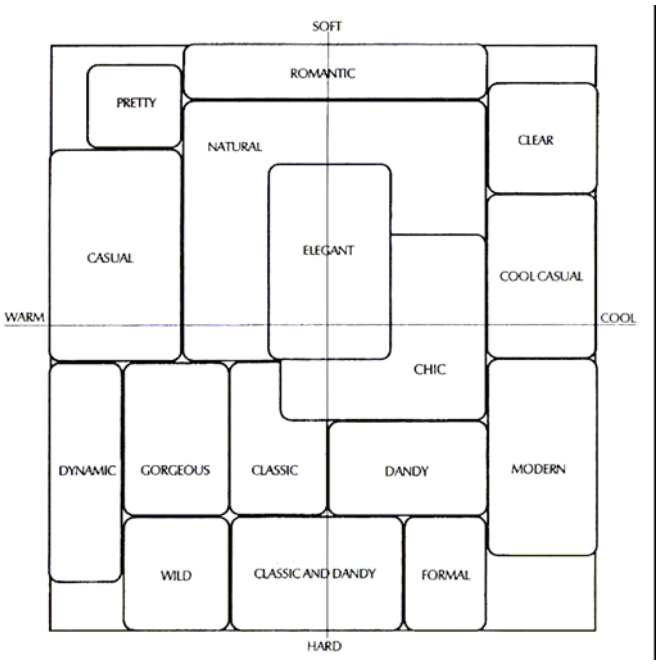


圖6.59色彩意象語意軸
資料來源：
Shigenobu Kobayashi(1998),NCD2001

(五) 規劃設計使用色系基準範圍建立

環境景觀設施與色彩的相關研究中多建議在規劃設計時以色彩學中的調和理論為架構，如孔廉(1988)以東北角海岸風景特定區為實證認為建築物之配色依照調和理論的法則應以背景色為調和主要依據，其次為考慮使用性質。王佩琪、林晏州(1998)在風景區設施色彩適合度影響因子之探討一文中提出，與環境色彩呈同一調和(亦即與環境色彩相似)之設施色彩會得到較高的適合度評價。

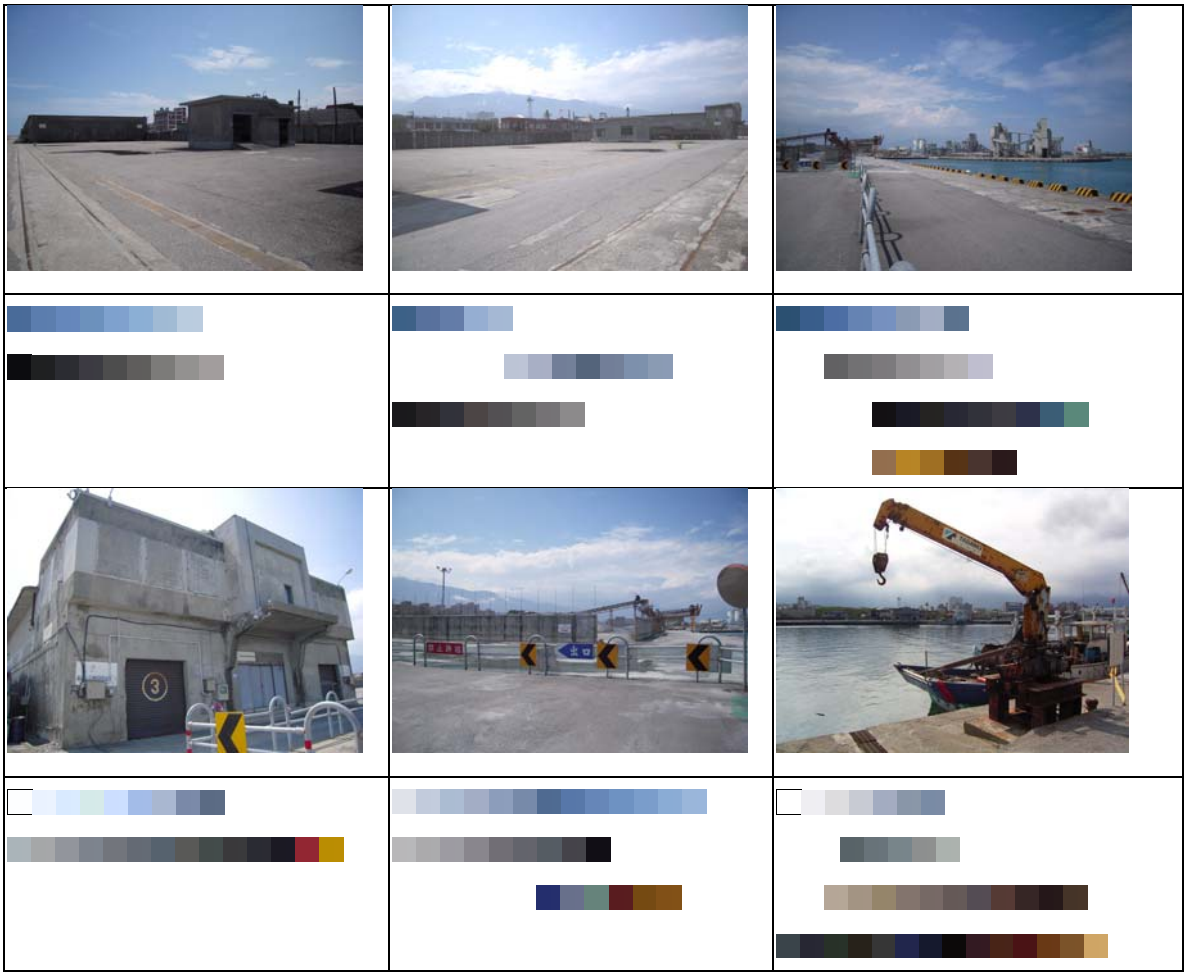
因此藉由區域色彩的整合與討論可找出每個色系的建議色彩使用範圍值，基準範圍則是以現況區域中的每色系之色票，以最大值與最小值為準則，剔除過於突兀與不合整體環境等不當色階後，圈出每個色系在區域內的合理使用範圍值，以創造整體、調和度佳的景觀環境色彩。

二、花蓮港環境色彩分析與色彩計畫

(一)環境色彩分析

花蓮港主要環境設施物色彩分析如下表 6-1 所示，色彩意象量表分佈區位如圖 6.60 所示。

表 6-1 花蓮港環境色彩分析表



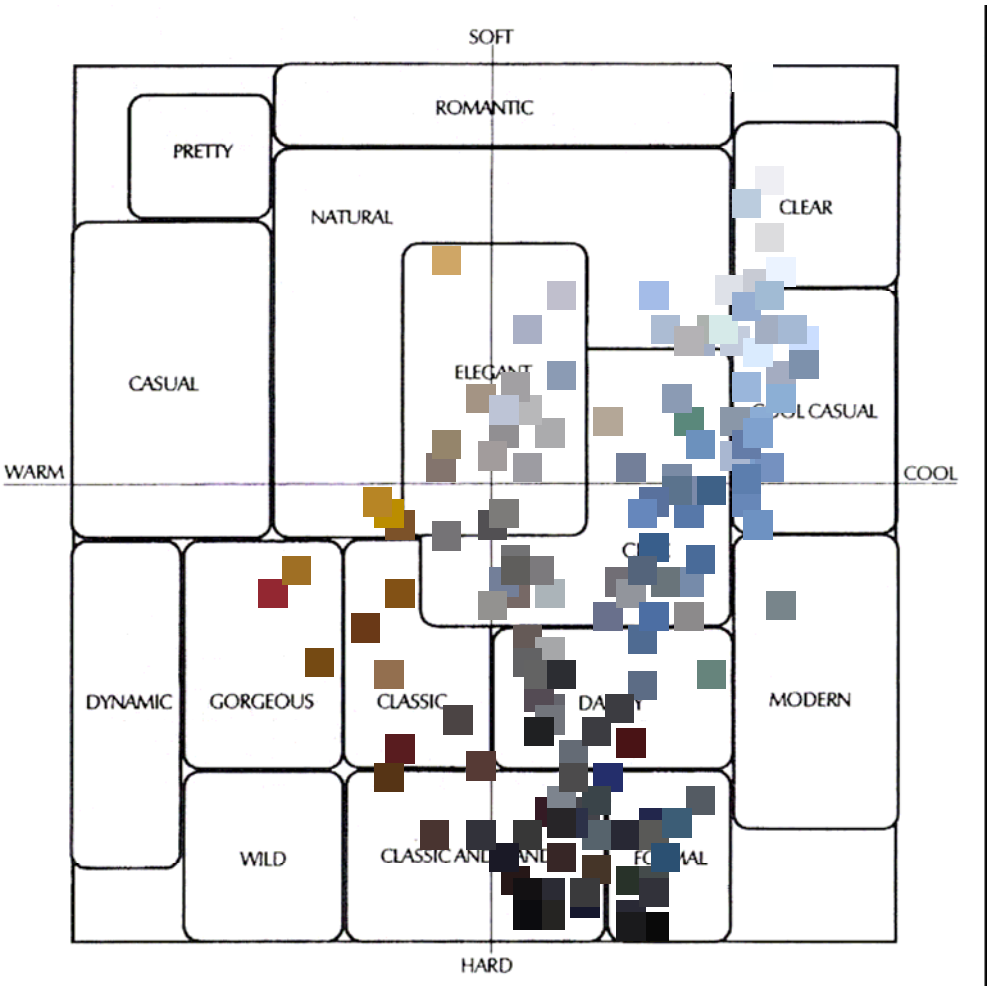


圖 6.60 花蓮港色彩意象量表分佈圖

(二)花蓮港環境色彩討論

1. 色彩分佈

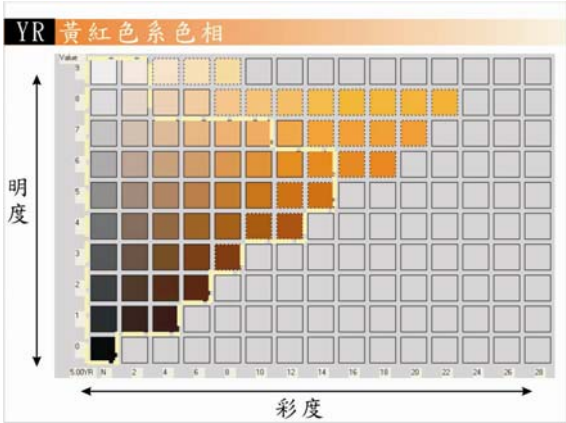
本區環境色彩現況屬寒色系、較為生硬的顏色，雖有暖色系的顏色分佈，但可從圖片中可發現暖色系色票來自標誌、機具與護欄，並且機具色彩呈現出濁色色調，在整體環境色彩中略顯突兀。

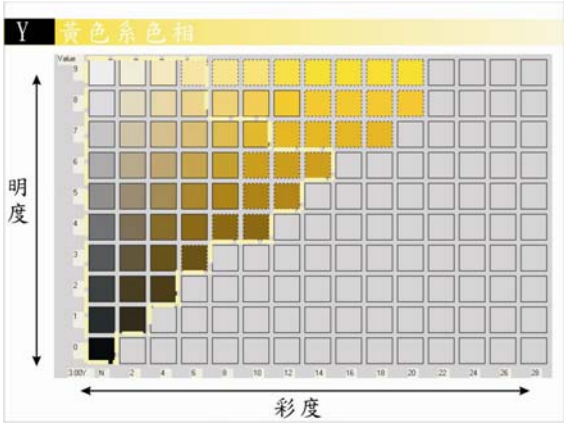
2. 色彩意象說明

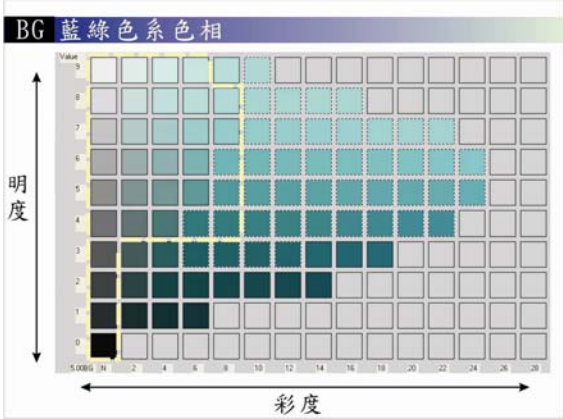
套入色彩形象坐標中可知本區自然環境（天空、水色部分）分佈在「清爽」、「閒適的」與「精緻的」之間，人工構造物（倉庫、道路部分）則分佈在「雅致的」、「考究的」、「古典／考究的」與「正式的」之間。

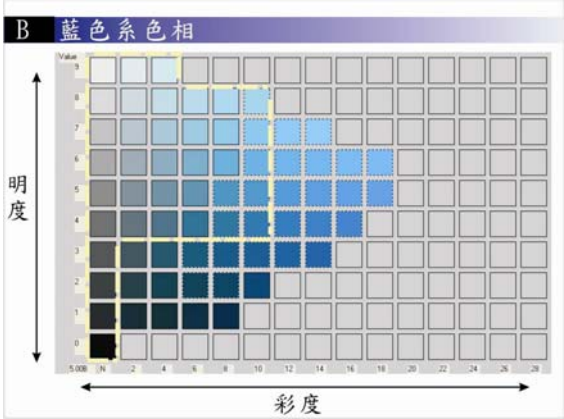
3. 建議色系基準範圍

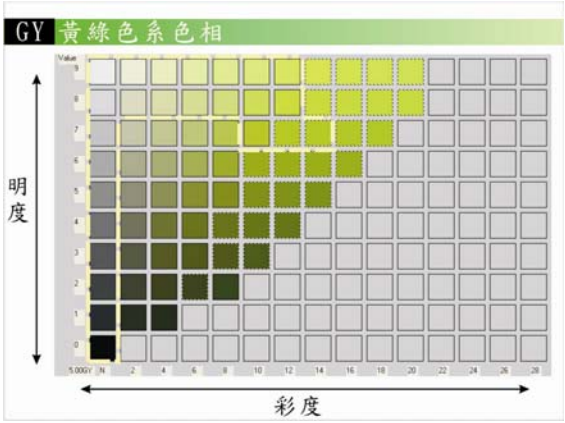
色彩選用建議寒色系可選明度較高彩度適中的色彩，以融入環境；暖色系則不宜放入明度彩度皆高的色彩，另外搭配色彩意象之配色，暖色系色彩則是建議以中低明度、彩度適中的穩重色彩作為藝文區整體規劃概念之色彩形塑。

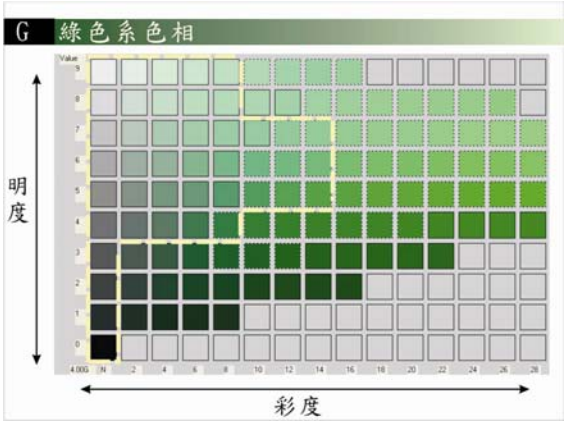


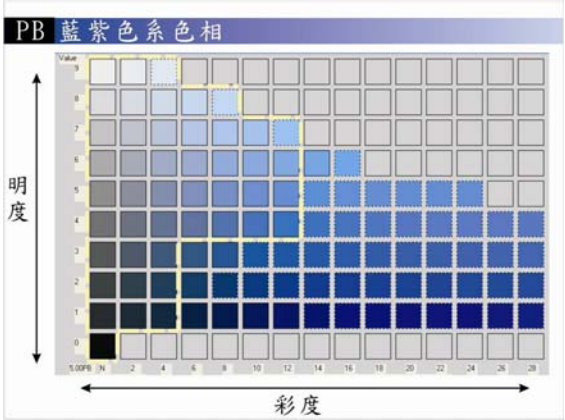


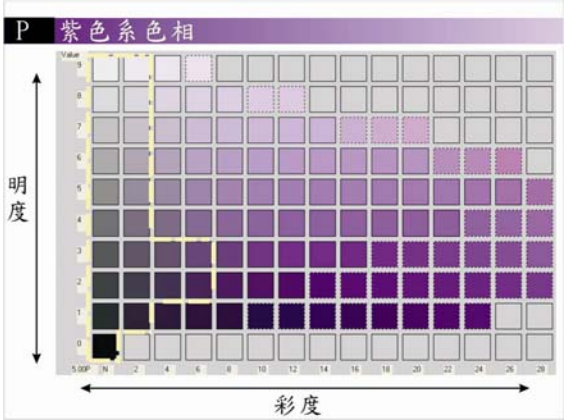


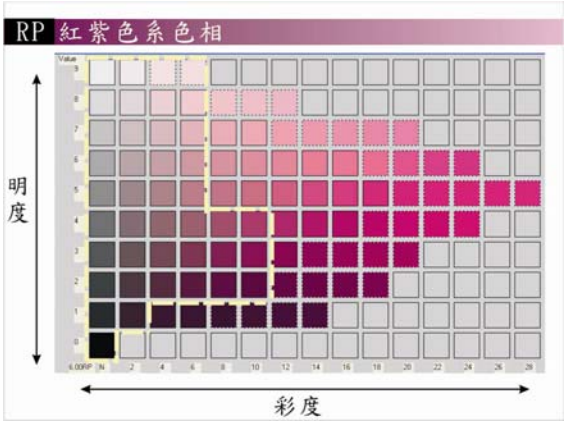


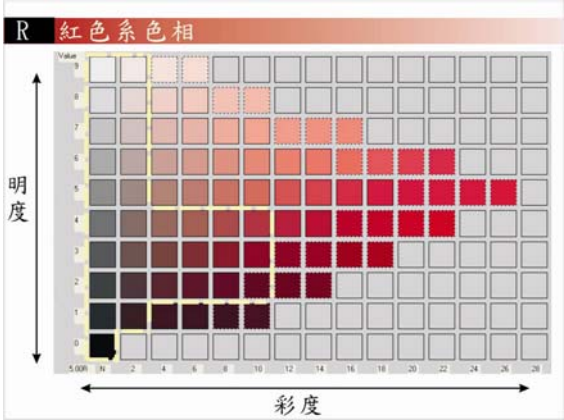

GY 黃綠色系色相
明度
彩度


G 綠色系色相
明度
彩度


PB 藍紫色系色相
明度
彩度


P 紫色系色相
明度
彩度


RP 紅紫色系色相
明度
彩度


R 紅色系色相
明度
彩度

第七章 花蓮港環境景觀營造

7.1 花蓮港及其周邊環境

花蓮港位於臺灣東部花蓮市東北方，港內水域面積 136.84 公頃，陸域面積 171.98 公頃，總計陸水域面積為 308.82 公頃。東西兩防波堤左右環抱，開口西南，區分為內、外港，自外港往北經狹長航道而進入內港。

花蓮港海岸北臨七星潭、北邊有南北濱公園。七星潭原為沼澤地，早於清光緒五年臺灣圖中，即有記載此地之零星小湖泊，當時並已定名為「七星潭」雖名為潭，但實際上是海邊的一個灣澳，突出於美崙鼻的一側，據傳因在此地觀察北斗七星最為明亮之故。往南則是北濱公園、及南濱公園，佔地十分廣闊，擁有寬廣的的海岸景觀，是花蓮市民最重要的海岸休閒遊憩據點之一。南濱公園入夜後，則成為花蓮規模最大的夜市。

這些景點如圖 7.1 所示，主要是由全長約 15 公里的海濱自行車道串聯，，從花蓮海岸南濱公園往北濱公園再經過曙光橋，而進入花蓮港區，越過奇萊鼻(四八高地)，到七星潭海灣。沿途可欣賞美麗的花蓮山海風情，包括：南濱公園觀光夜市、跨美崙溪詩情畫意的「曙光橋」、純樸忙碌的花蓮港與全國第一座規劃為娛樂漁船專用碼頭－休閒碼頭(由此出海可探尋太平洋鯨豚的蹤跡)、神秘的「軍事要塞」四八高地以及奇萊鼻燈塔，最後進入海水潔淨蔚藍的七星潭風景區。這條海濱自行車路線同時也是散步、看海、戲水、撿奇石的熱門路線，且已成為國際知名的路線，每年吸引無數國際自行車愛好者前來。

1.七星潭

2.奇萊鼻燈塔

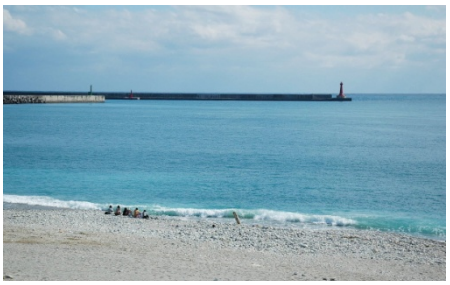
3.環保公園

4.往七星潭港濱道路

5.美崙濱海公園

6.花蓮港

7.曙光橋



8.美崙溪口

9.北濱公園

10.南濱公園

圖 7.1 花蓮港及其周邊景觀據點分佈圖

在「臺灣地區商港整體規劃(96～100)」[*]給予花蓮港的定位是兼具觀光及親水性港口。花蓮港整體規劃及未來發展計畫（96～100 年）[†]中也指出花蓮港未來的發展目標之一是配合港埠業務與觀光發展，朝向港埠多元化之經營模式。東部永續發展綱要計畫第一期實施計畫（96~98 年度）[‡]中擬推動動花蓮洄瀾雙心再造計畫，其中重要工作項目包括：花蓮港區多元發展計畫、七星潭海岸生態環境保育計畫、南北濱親海計畫及花蓮港區聯外道路。花蓮縣綜合發展計畫(第一次修訂)[§](2002)中的交通運輸計畫發展構想包括：強化花蓮國際商港的服務功能，改善港埠設施及整治港灣污染。同時要提昇花蓮洪港設施品質，發展休閒漁業，並闢建遊艇港，規劃經營遊輪航線。報告中也指出花蓮港對聯外道路應被強化。(圖 7.2)

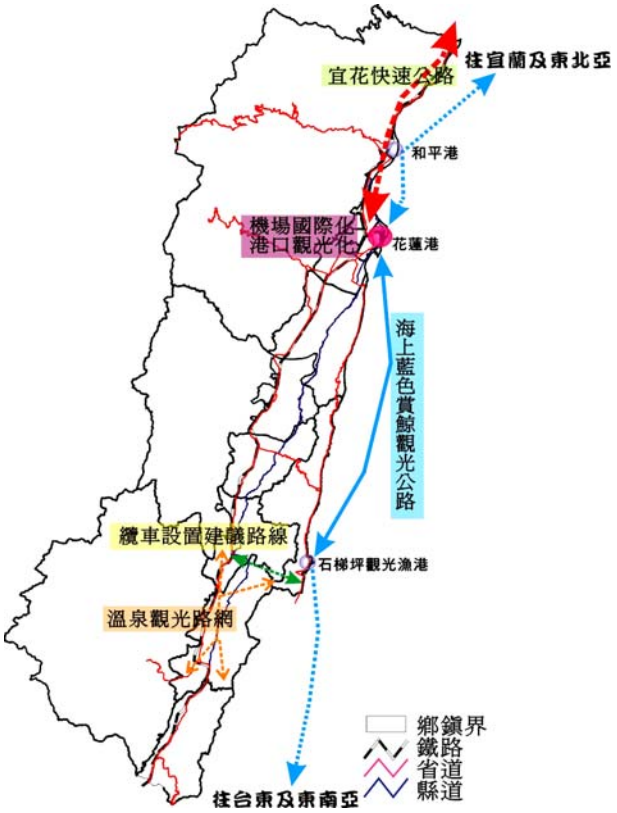


圖 7.2 交通運輸系統空間發展佈局示意圖

[*] 交通部運輸研究所，2006，臺灣地區商港整體規劃(96～100)。
[†] 花蓮港務局，2007，花蓮港整體規劃及未來發展計畫（96～100 年）。
[‡]行政院經濟建設委員會，2008，東部永續發展綱要計畫第一期實施計畫(96~98 年度)。
[§] 花蓮縣政府，2002，花蓮縣綜合發展計畫（第一次修訂）。

7.2 花蓮港整體環境營造規劃構想

本規劃案是在上位計畫的的理念引導下，擬結合花蓮港現有的多樣化機能、配合環境景觀改善方案，將花蓮港營造成為東海岸的明珠。同時串聯北邊的七星潭，南邊的南北濱海岸公園，未來可在向南北延伸，藉由花蓮港多功能的環境設施、融合自然生態、人文藝術的多樣遊憩機會、結合海陸域及海上交通樞紐，形成以花蓮港為中心的珍珠項鍊。其整體規劃構想理念如圖 7.3 所示。

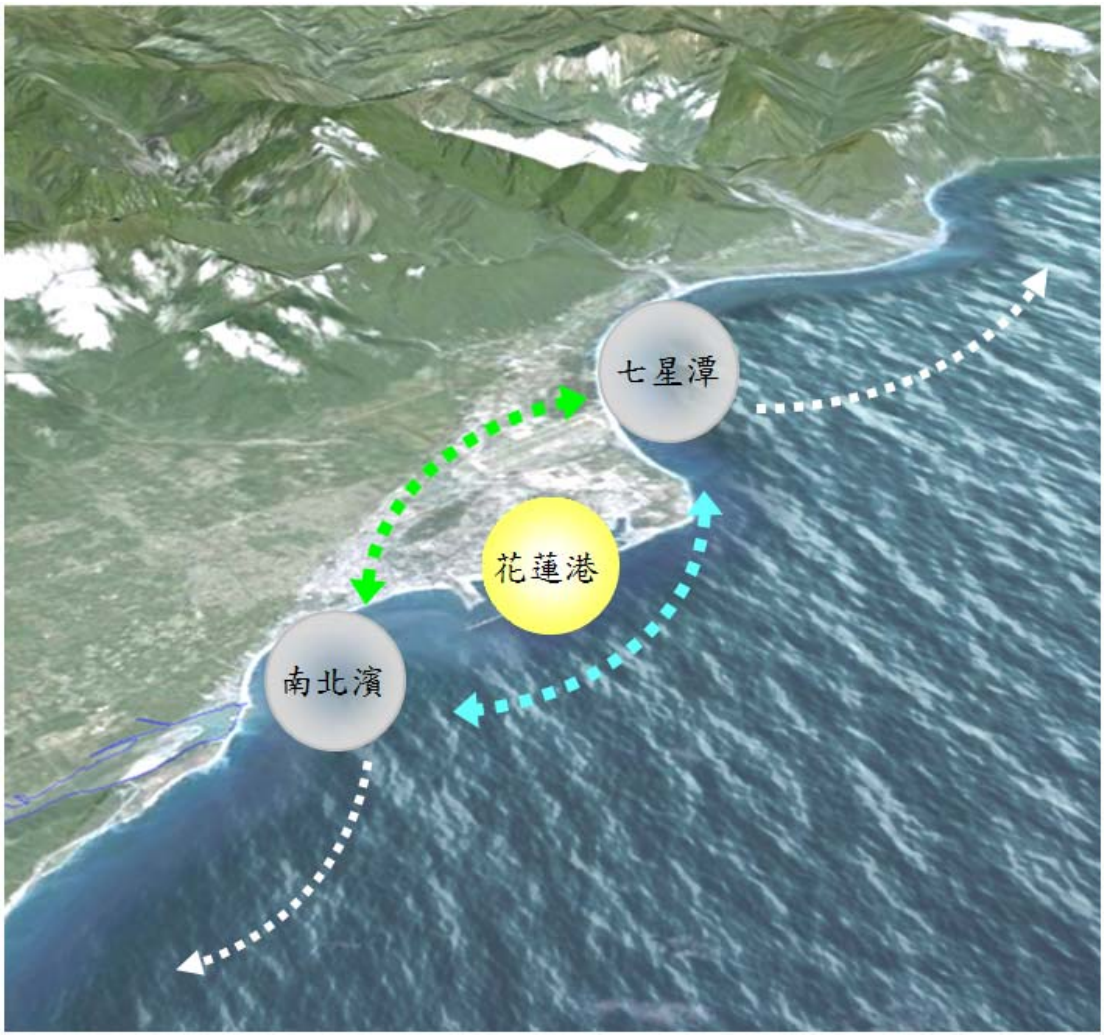


圖 7.3 花蓮港及其周邊環境規劃構想理念圖

在上述規劃構想理念的指導原則下，另根據交通部運輸研究所於2010年擬定的「花蓮港域配合東部相關發展計畫之規劃構想」藍圖中，因應花蓮港港池共振改善之計畫工程方案的構想示意圖，研擬花蓮港的長程發展構想，如圖7.4所示。在長程發展構想中主要是建議將商用港及遊憩港分別設置，現階段花蓮港主要的親水遊憩設施及賞鯨碼頭等多配置在基地北側，南側則多為商港作業管制區；若配合花蓮港未來的發展定位及花蓮縣府於其周邊地區觀光發展構想等，將商用港及遊憩港分別設置，再藉由海上藍色公路及陸域分時的臨港火車路徑、自行車道串聯南北遊憩據點，形成完整的觀光遊憩系統，同時若配合陸客及麗星郵輪的發展，花蓮港應可成為台灣東海岸最重要的門戶意象。

在短期的環境營造構想方面，是配合現有環境狀況提出環境營造方案，如圖7.5所示。規劃內容共有六個分區，分別為多功能賞鯨碼頭區、藝文展覽區、臨海公園、行政作業區、海岸景觀區、限時開放賞景區，主要是以自行車道及分時火車賞景遊廊串聯全區各景點，同時設置三處的主要入口意象區。各分區配置泡泡圖如圖7.6、圖7.7所示，圖7.8為花蓮港景觀環境營造發展構想平面配置圖。

行政作業區主要設計構想是保留現有港務大樓，並設置郵輪停靠碼頭、旅客大廈等設施，同時將現有港口鐵路動線延伸至旅客大廈，以分時營運方式快速接駁入境遊客至花蓮港內之其它遊憩區賞玩。區內其它區域可延伸現有自行車道，並設置休憩區與景觀區，藉此導入本地遊客。行政區平面配置詳見圖7.9，各分區構想示意圖詳見圖7.10~7.13。

藝文展覽區包括現有1-4號露置場及1-4號倉庫區位置，遊客進入本區的動線多以港口鐵路花蓮港站周邊景觀橋，及吉林路口，本方案是進行區域環境景觀營造，並結合自行車道、港口鐵路轉化做為分時火車賞景遊廊，室內外藝術創作園地的導入，可發展出多樣的遊憩及賞景活動。藝文展覽區平面配置詳見圖7.14，各分區構想示意圖詳

見圖 7.15~7.24。

多功能賞鯨碼頭區主要是利用碼頭區現有的設施加以整理、加強水質淨化及水域生態復育、景觀改善為主，以導入多樣的親水遊憩體驗，內容包括垂釣體驗區、階梯式親水平台、漁港景觀區；現有建築物可以改善做為諸如遊客中心、海鮮餐廳、購物商場等；現有停車場加以整理，可以形成多功能活動廣場，及停車場與客運站，同時延伸港口鐵路轉化做為分時火車賞景遊廊至此，並將自行車延伸至此，且再往延伸至七星潭。多功能賞鯨碼頭區南側管制區的堤防胸牆亦予以適度美化，以利藝文展覽區遠眺的視覺景觀。多功能賞鯨碼頭區及堤防區平面配置詳圖 7.25，各分區構想示意圖詳見圖 7.26~7.41。

海岸景觀區為花蓮港區海岸自然景觀保持最完整的，且擁有站在海岸第一線的優勢，因此建議可設置日出渡假區、SPA 區、露營區等；其地理上之優勢，若能好好經營，有成為全國最優良海岸渡假勝地的可能性。海岸景觀區平面配置詳圖 7.42，各分區構想示意圖詳見圖 7.43~7.44。

圖 7.4 花蓮港長程發展構想圖

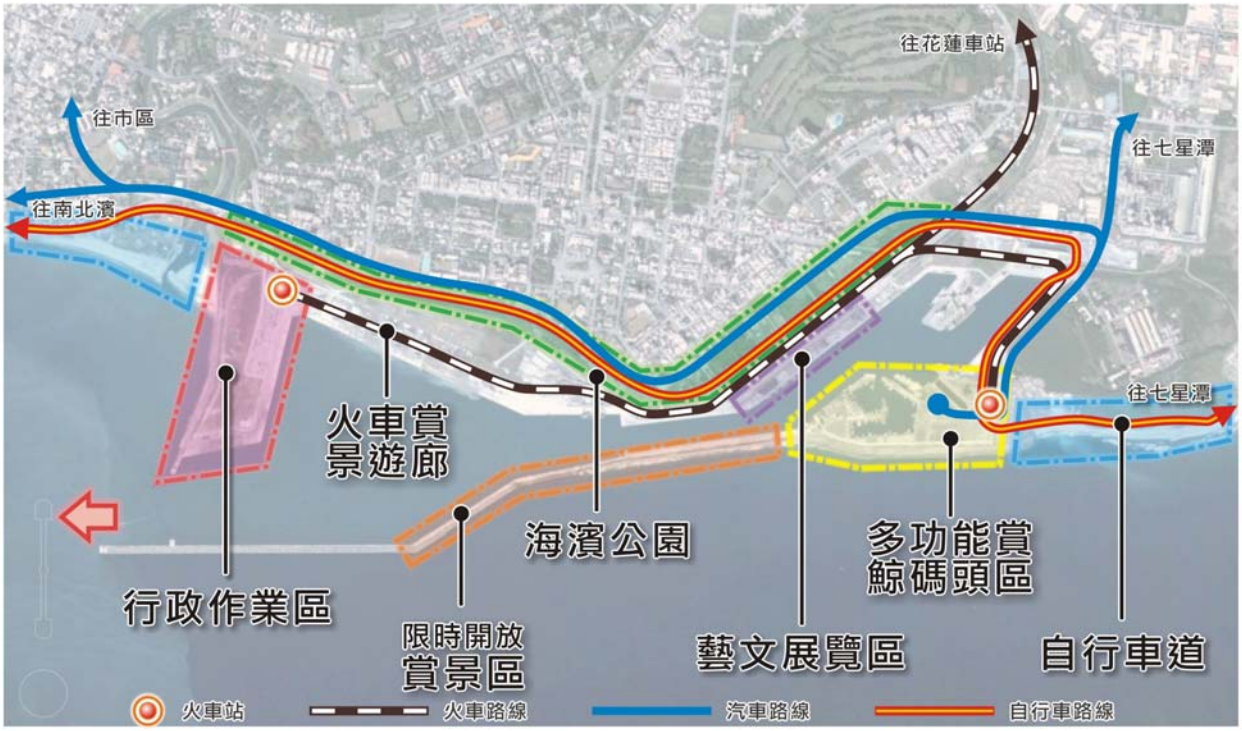


圖 7.5 花蓮港短期環境營造構想圖

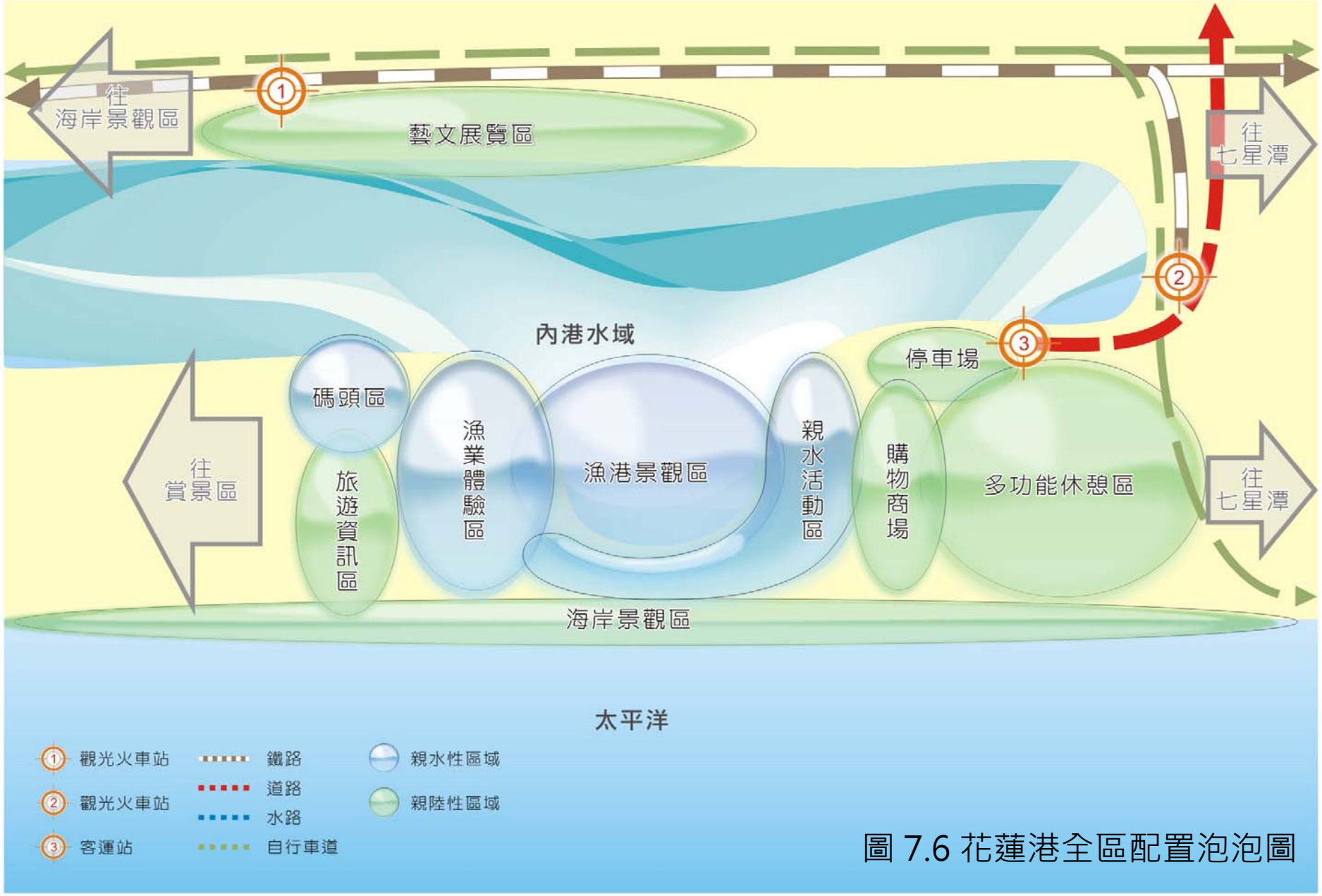


圖 7.6 花蓮港全區配置泡泡圖

圖 7.7 花蓮港全區配置分佈圖

圖 7.8 花蓮港景觀環境營造發展構想平面配置圖

主要設計原則：

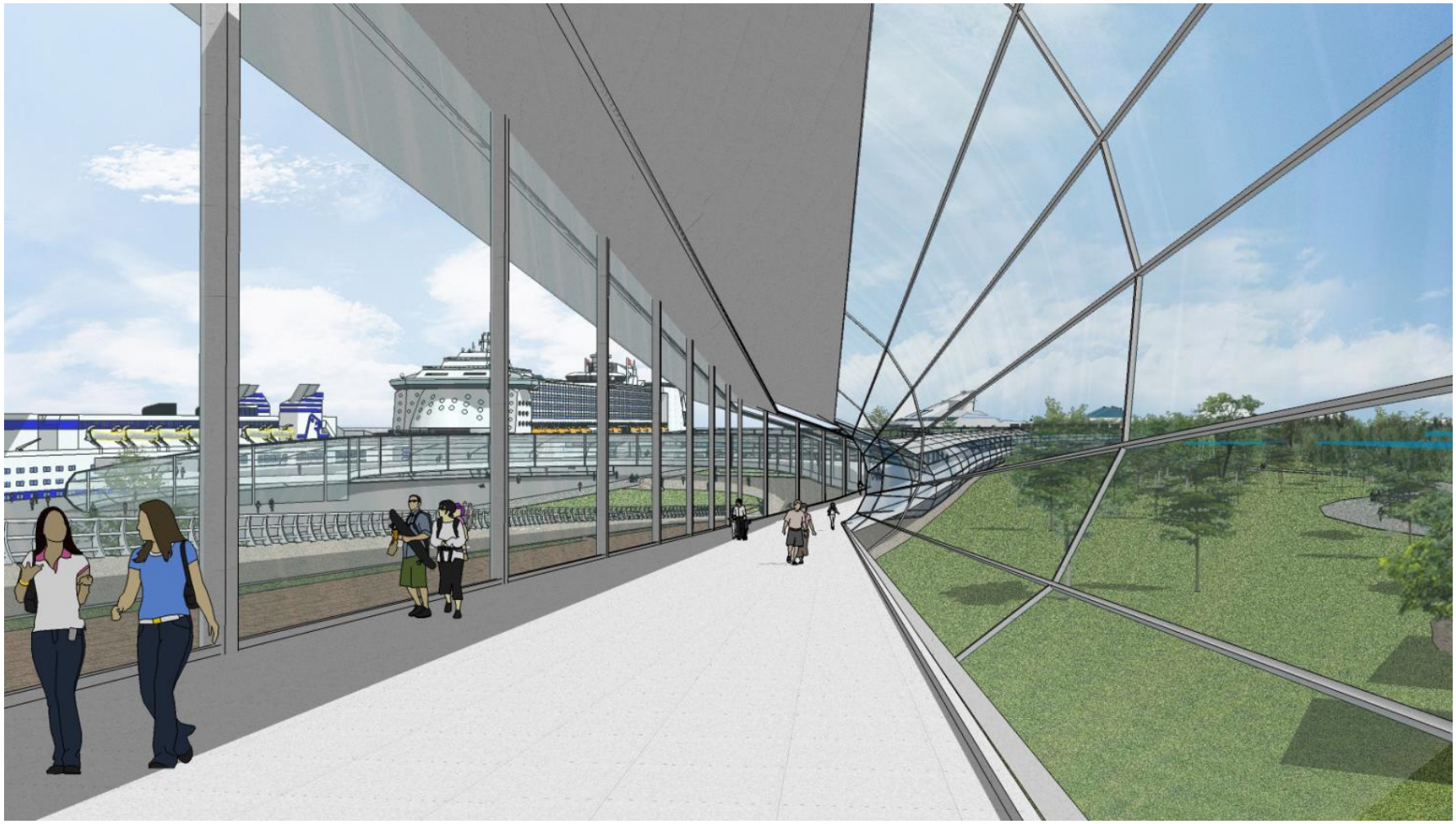
- 配合碼頭方位與東北季風設定登船動線，結合結構物與被包覆的中庭空間，可提供遊客與候船的旅客休憩。
- 綠地空間設置簡單的鋪面動線，與結構物融合呈現出”後山花園”的意境。

①港務大樓
②火車站
③郵輪停靠碼頭
④旅客大廈
⑤自行車道
⑥休憩區
⑦景觀區

圖 7.9 行政區平面配置圖

串聯量體上層爲封閉式動線，下層開放。外層設置太陽能板提供綠地維護所需電力。

圖 7.10 行政區全區鳥瞰圖



入關通廊動線利用玻璃帷幕保留視覺穿透性。

圖 7.11 入關通廊景觀示意圖(一)

視覺穿透性的入關通廊.，郵輪成爲視覺焦點。

圖 7.12 入關通廊景觀示意圖(二)

碼頭周邊保留適度空地，並以結構性的建築物與穿透性材質減少與郵輪相對的壓迫感。親友可在此與已登船遊客互動。

圖 7.13 郵輪碼頭區景觀示意圖

■ 藝文展覽區

包括現有 1-4 號露置場及 1-4 號倉庫區位置，遊客進入本區的動線多以港口鐵路花蓮港站周邊景觀橋，及吉林路口，本方案是進行區域環境景觀營造，並結合自行車道、港口鐵路轉化做為分時火車賞景遊廊，室內外藝術創作園地的導入，可發展出多樣的遊憩及賞景活動。

整體環境營造的設計原則及手法：

■ 前景構成元素–
主要動線以硬鋪面構成以便人行，並具有引導性。鋪面以流動的波紋為主，以達到與海水波浪相呼應之效果。

■ 中景構成元素–
臨動線兩側為不影響行人視覺的穿透性，所以以種植草皮為主；並融入小範圍的地形變化增加空間的豐富度，並在人潮集結點設置木平台，並沿主要動線散置景觀礁岩，做為視覺焦點。

■ 遠景構成元素–
既有建築物利用材質變化改善視覺效果，如油槽；同時利用植栽屏蔽作美化。

倉庫區環境營造的設計原則及手法：

■ 前景構成元素–
主要動線以硬鋪面構成，並利用木平台與石板串聯倉庫入口等次要動線。此處鋪面分割方式配合基地之狹長矩形，以幾何形切割作為鋪面變化，同時利用特色鋪面陣列等方式，創造具引導性的視覺焦點。

■ 中景構成元素–
既有建築物緊鄰主要動線，因此利用草坪在建築物周圍創造綠帶，形成小範圍的中景，同時搭配造型雨庇，強化出介於動線與建築物間的過度空間。

■ 遠景構成元素–
既有建築物利用材質變化改善視覺效果。

露置場環境營造的設計原則及手法：

■ 前景構成元素–
主要動線以硬鋪面構成，並利用木平台與石板串聯形成停留空間。鋪面以幾何形式作變化，同時以陣列方式引導視覺焦點。

■ 中景構成元素–
動線與倉庫間種植草坪，並設置木平台供戶外展演用途。以錯落的礁岩與矮灌木，屏蔽可能的不良視覺。

■ 遠景構成元素–
利用造型雨庇與木平台創造過度空間。露置場左側圍牆利用不同棕櫚樹高矮錯落產生低處遮蔽、高處穿透的效果。

圖 7.14 藝文展覽區平面配圖

①賞景天橋
②多功能休憩區（1 號露置場）
③藝廊（1 號倉庫）
④火車站／賞景天橋
⑤戶外展演場（2 號露置場）
⑥駐點藝術家工作室（2 號倉庫)
⑦多功能休憩區（3 號露置場）
⑧願景館（3 號倉庫）
⑨多功能休憩區（4 號露置場）
⑩駐點藝術家工作室（4 號倉庫）
⑪主入口區

圖 7.15 賞景天橋區局部透視圖(一)

圖 7.16 賞景天橋區局部透視圖(二)

圖 7.17 多功能休憩區（1 號露置場）局部透視圖(一)

圖 7.18 藝廊（1 號倉庫）局部透視圖(一)

圖 7.19 藝廊（1 號倉庫）局部透視圖(二)

圖 7.20 戶外展演場（2 號露置場）局部透視圖

圖 7.21 火車站／賞景天橋（2 號露置場）局部透視圖

圖 7.22 多功能休憩區（3 號露置場）局部透視圖

圖 7.23 多功能休憩區（4 號露置場）局部透視圖

圖 7.24 主入口區局部透視圖

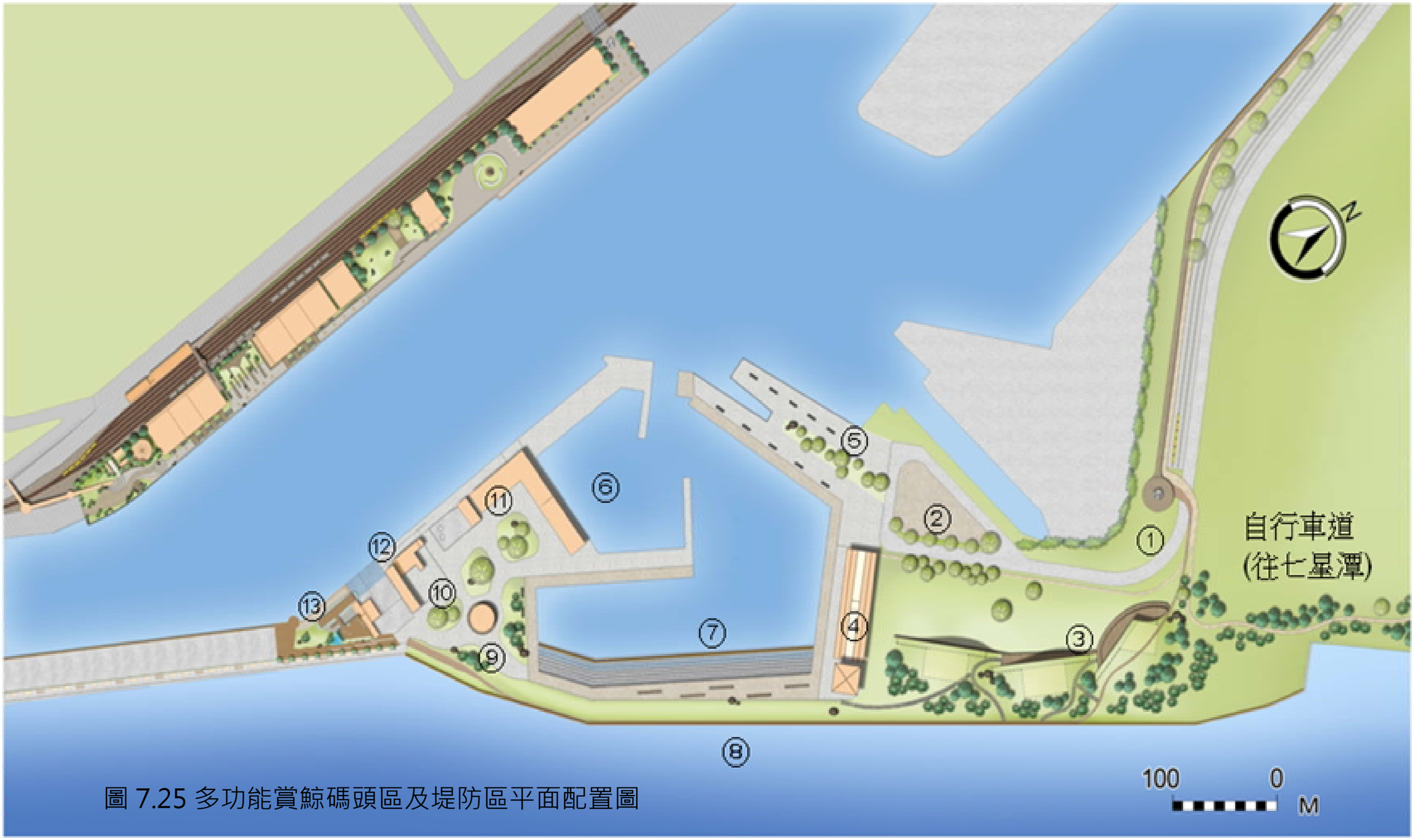


圖 7.25 多功能賞鯨碼頭區及堤防區平面配置圖

①火車站
②停車場／客運站
③多功能活動區
④購物商場
⑤垂釣體驗區
⑥漁港景觀區
⑦階梯式親水平台
⑧觀海區
⑨遊客中心
⑩多功能活動區
⑪海鮮餐廳
⑫漁業作業展示中心
⑬遊艇碼頭

圖 7.26 入口區局部透視圖(一)

圖 7.27 入口區及火車站局部透視圖(二)

圖 7.28 多功能活動區局部透視圖(一)

圖 7.29 多功能活動區局部透視圖(二)

圖 7.30 多功能活動區局部透視圖(三)

圖 7.31 購物商場區海堤陸側提高覆土

圖 7.32 階梯式親水平台

圖 7.33 遊客中心局部透視圖(一)

圖 7.34 遊客中心局部透視圖(二)

圖 7.35 漁業作業展示中心局部透視圖

圖 7.36 遊艇碼頭區入口局部透視圖

圖 7.37 遊艇碼頭區局部透視圖

圖 7.38 遊艇碼頭區外部廣場局部透視圖(一)

圖 7.39 遊艇碼頭區外部廣場局部透視圖(二)

圖 7.40 遊艇碼頭區外部廣場局部透視圖(三)

圖 7.41 遊艇碼頭區外部廣場局部透視圖(四)

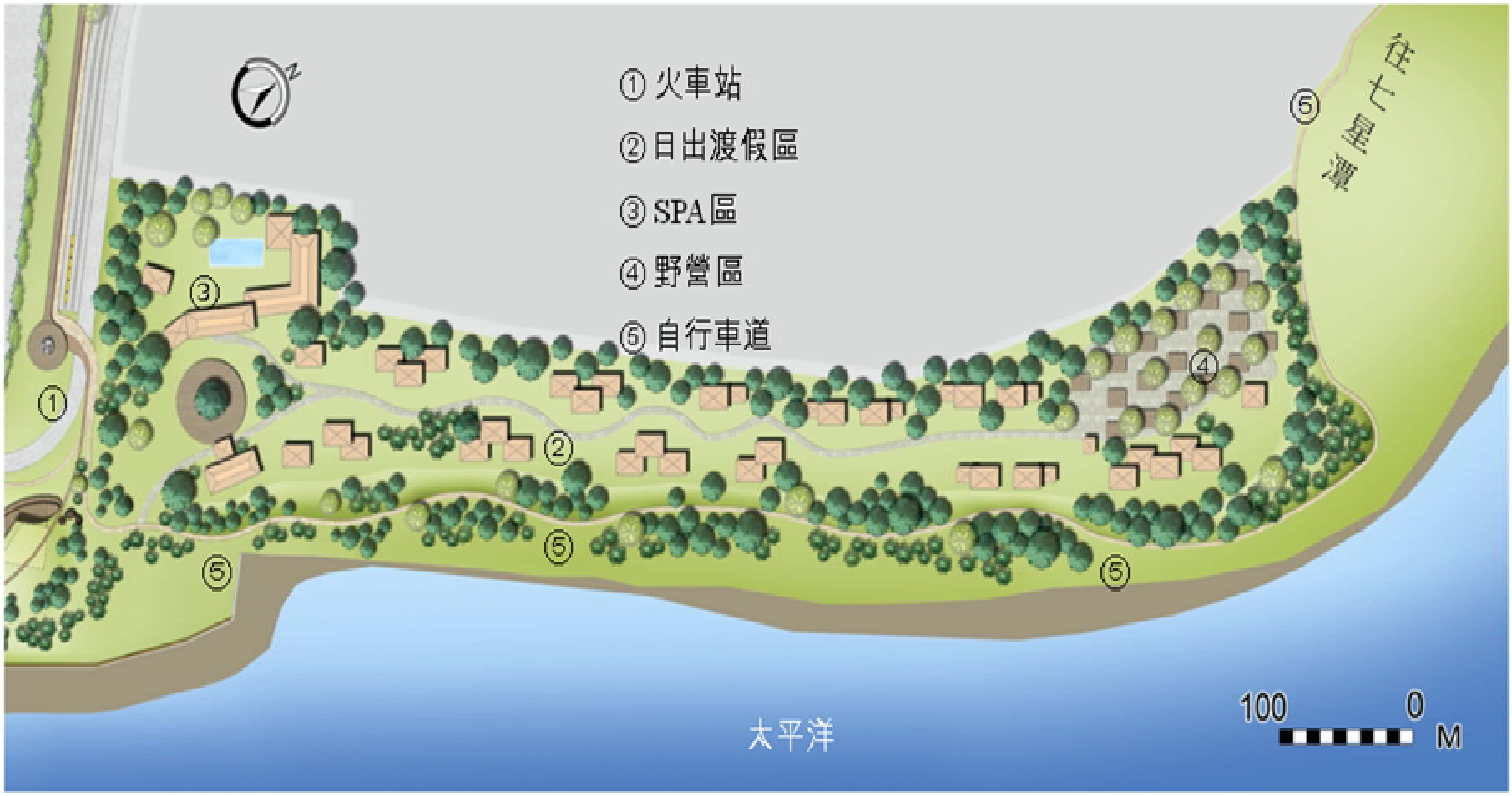


圖 7.42 海岸景觀區平面配置圖

圖 7.43 海岸景觀區局部透視圖(一)

圖 7.44 海岸景觀區局部透視圖(二)

第八章 結論與建議

8.1研究結論與實務應用之建議

港灣生態景觀營造規劃設計，本年度（99年度）為第二年計畫，主要完成的工作成果包括：(1) 水質淨化技術探討。(2) 港灣植生綠化技術。(3) 港灣水域生態環境評估。(4) 生態性港灣水中結構物設計。(5) 港灣環境景觀營造技術。 (6) 花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃。 (7) 編訂海洋相關教材並舉行教育訓練。整體工作內容成果綜整詳述如下：

一、港灣水質淨化技術及生態環境探討

本年度完成台北港及台中港區的水質及浮游生物的調查，並結合 98 年度高雄港、花蓮港、基隆港區的水質及浮游生物的調查，進行比較分析。整體而言，現階段台灣商港的水域環境狀況以基隆港最差，推估是因為測點位於基隆港最內端海水交換不良、生活廢汙水排入及市場攤販廢汙水排入，導致水域環境較其他商港差。

本研究以浮游生物來訂定水質的指標生物，在考慮生物多樣性及具有水產經濟性價值兩項原則下獲得各項水質因子的適合度指標狀況。

另在，港灣生態環境評估標準中浮游生物之生態指標生物遴選是以 1.在生物多樣性高的地點常會出現的物種，而其在生物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二項原則下篩選出 1.海桶、2.輪蟲類、3.翼足類、4.枝角類、5.無節幼體等五種浮游生物，可做為港灣生態環境評估的指標生物。

二、港灣植生綠化及景觀技術探討

以植生綠化的自然度、綠覆率、歧異度、植物分層結構、植群內緣比等評估因子做為港灣植生生態綠化的指標，完成了高雄港海岸公園、台中港森林公園、台中港港區公園、花蓮港海濱公園的植生生態綠化的

調查與評估。整體而言，雖然花蓮港是很好的港區植栽成功案例，唯自然度稍嫌不足，在自然復育和景觀營造之間如何取得平衡尚待努力。各港區植栽絕多由人工栽植而成非自然形成，因此未來樹種的選擇和引入建議要多考慮樹種的多樣性及自然度。港區的植栽經營必須兼顧防風和景觀，並且港區由於土地利用和氣候條件的關係，樹木栽植不易，故增加喬木的面積可能是較必須努力的方向。

三、生態性港灣水中結構物設計原則之擬定

完成台中港與台北港水中結構物的生態性調查，從調查的分析結構發現港灣水中結構物的生態性跟它的配置位置、類型、形狀、材料、排列方式等有關。因此就港灣重要結構物包括 1.防波堤、2.碼頭、3. 護岸、4.消波塊等，分別就其位置、類型、形狀、材料、排列方式等，及其浸水情形等內容分析討論，研擬出適用於國內港灣生態性水中結構物之設計準則。

四、港灣環境景觀營造技術

在港灣環境景觀營造技術方面，蒐集了包括日本等各國港灣環境景觀再造案例。並就港灣的構成要素，包括自然要素的海岸線、海灘、海岸林帶、岬、遠山丘陵等，及人工要素的堤防、護岸、離岸堤、人工島、突堤等，分別擬定其景觀設計原則。

並以花蓮港為案例，進行港灣結構設施物的色彩分析，花蓮港結構物的色彩分佈多屬寒色系、較為生硬的顏色，暖色系多來自作業設施並呈濁色色調，在整體環境色彩中略顯突兀。 未來港灣設施物色彩改善原則要以寒色系明度較高彩度適中的色彩，以融入環境；暖色系則不宜放入明度彩度皆高的色彩。

五、花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃，就花蓮港及其周邊環境現況與相關計畫內容研提了花蓮港整體環境營造規劃之構想。

以上之工作成果，為工程、景觀、生態三者不同領域的知識技術的整合，並且這些研究成果更可作為以後花蓮港、台北港以及其他港口整建時環境營造發展的種要參考資料。

8.2 未來研究重點建議

從國外案例研究資料顯示港灣環境由於交通的便利性、臨近都市開發區，因此港灣環境營造的成果可服務的單位人數為其它海岸的4.5倍，所以港灣生態景觀環境營造頗受各先進國家重視。日本國土交通省港灣局在2005年即提出產業活力、港埠安全、環境生命三大願景做為全日本港灣發展的方針，另在港灣環境基本政策則包括了港灣水質改善及環境再生、港灣環境的遊憩利用、與環境美化與設施色彩計畫等。東京都港灣局在2008年提出東京灣的五大經營管理策略，分別為造港要與自然共生、造港要多樣化、造港要人與海相結合、造港要綠美化、造港要與地區結合。這些都說明了港灣生態景觀環境營造的重要性。

本計畫的研究重點，是與國外港灣發展趨勢、國家永續發展目標與綠色港埠推動的觀點相一致，研究成果可做為港灣自然生態與景觀復育與改善的依據。綜合99及98二個年度的研究成果，經由對基隆港、台北港、台中港、高雄港及花蓮港的港域水質與浮游生物、水中結構物的生態性、陸域植栽的生態與景觀美質、港灣結構物色彩等的現地調查及分析後，獲得港灣生態及景觀營造規劃設計準則。

未來建議在100年度的計畫當中，可以就本年度「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊 」的內容，分別就港灣水質改善、水中結構物生態化、陸域植栽生態及景觀改善、結構物色彩改善等內容，分別從1.調查、2.分析、3.規劃、4.設計、5.施工、6.監測、7.管理等面向，擬定STEP by STEP 的操作手冊，以做為實務應用之參考。操作手冊整體工作架構如圖8.1所示，並以圖8.2生態港灣水中結構物設計準則及操作手冊的內容為例，說明未來之工作重點與方向。

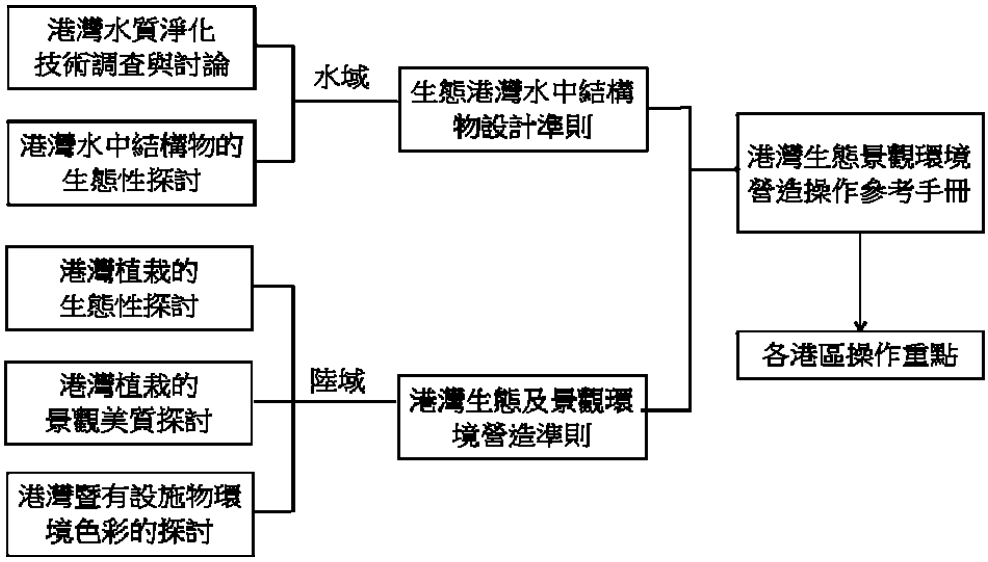
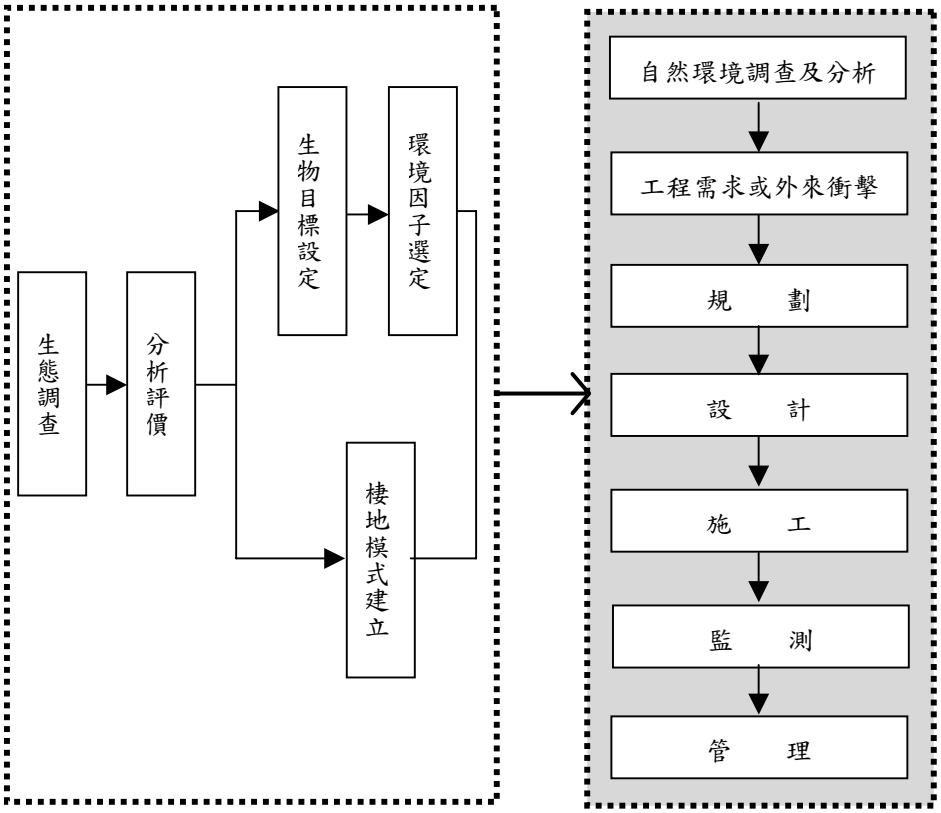


圖 8.1 操作手冊整體工作架構



98、99 年度研究成果　　100 年度操作內容

圖 8.2 生態港灣水中結構物操作手冊撰寫重點

參考文獻

1. 鄭重(1964)，浮游生物學概論，科學出版社，北京。
2. 張福綏(1964)中國近海的浮游軟體動物 –I.翼足類、異足類及海蝸牛的分類研究，海洋科學集刊，5(1)：125-226 頁。
3. 日本運輸省（1981），「関西国際空港的環境影響評價案」，第 430-448 頁。
4. 鄒祖怡(1991)，南沙群島海區翼足類和異足類的分布，南沙群島及其鄰近海區海洋生物研究論文集（二），海洋出版社，北京，123-133 頁。
5. 鄭重、李少菁、許振祖(1991)，海洋浮游生物學，水產出版社，基隆，661 頁。
6. 楊萬發(1994)，水體水質保護，財團法人中興工程研究發展基金會。
7. 高肇藩(2000)，水汙染防治(第二版)，中國土木水利工程學會。
8. 郭一羽（2001）等，「水域生態工程」，中華大學水域生態環境研究中心。
9. 黃祥豪(2002)，高屏海域浮游橈足類時空分布及攝食研究，國立中山大學海洋資源研究所碩士論文。
10. 郭一羽，海岸工程學，(2003) ，文山書局。
11. 郭一羽、陳盈曲(2004)，海岸結構物附著生物 HEP 棲地模式研究，台灣第一屆生態工程學術研討會。
12. 孫治華(2004)，高屏海域海桶類之時空分佈及其與水團相關性研究，國立中山大學海洋資源研究所。
13. 郭一羽、李麗雪(2005)，海岸生態景觀環境營造，明文書局。
14. 陳俊杰(2005)，港灣結構物周邊底棲生物群集特性與其棲地的模式之建立-以安平港為例，國立交通大學土木工程研究所碩士論文。
15. 朱藝峰、林霞、徐同成、ZHUYi-feng、LIN Xia、XU Tong-cheng(2006)，輪蟲生態讀李事晏的指標分析，水產科學 Vol.25 NO.3。
16. 朱達仁、郭一羽、施君翰(2006)，消波塊附著生物的生態演化與生態評估－以新竹漁港為例，中華建築學刊，2 卷 3 期，第 33-44 頁。
17. 郭一羽、李英周、李麗雪(2006)，漁港水質淨化技術及策略之研究，國

立交通大學土木工程研究所，研究報告。
18. 郭一羽、李麗雪、張睿昇、朱達仁(2007)，芳苑海岸潮間帶生態工法之研究，國立交通大學土木工程研究所，研究報告。
19. 孫伯賢(2008)，底棲生物整合指標(B-IBI)之棲地模式(HEP)研究，國立交通大學土木工程研究所。
20. 林澔雯(2009)，台灣南部浮游翼足類群聚之季節動態研究，國立中山大學海洋生物科技暨資源研究所，碩士論文。
21. 郭一羽等(2009)，港灣生態景觀營造規劃設計(1/4)，期末報告，交通部運輸研究所。
22. 郭一羽等(2009)，港灣生態景觀營造規劃設計，操作參考手冊，交通部運輸研究所。
23. 施君翰(2010)，海岸結構物附著生物之生態指標生物研究，中國海洋工程學會，Vol.24 NO.1，pp.117-134。
24. 新保裕美、田中昌宏、池谷毅、越川義功（2000），「アサリを対象とした生物息地適性評価モテル」，海岸工程論文集第 47 卷，第 1111-1115 頁。
25. 吉安勇介、橋中秀典、井上雅夫、島田広昭、端谷研治（2001），「HEP による人工磯の付着動物に関する生息適性評価」，海岸工程論文集，第 48 卷，第 1316-1320 頁。
26. 海岸景観形成ガイドライン(2006)，國土交通省，河川局、港灣局。
27. Alden, R.W. III, D.M. Dauer, J.A. Ranasinghe, L.C. Scott, and R.J. Llansó.(2002). Statistical verification of the Chesapeake Bay Benthic Index of Biotic Integrity.Environmetrics 13:473- 498
28. Bé A. W. H. and Gilmer, R. W. (1977) A zoogeographic and taxonomic reviewof euthecosomatous Pteropoda. In: Oceanic Micropaleontology, Chap. 6.Academic Press, London. pp. 733-808.
29. Kashkina, A.A. 1986. Feeding of fishes on salps (Tunicata,Thaliacea). J.Icthyol., 26, 57-64

30. Kawaguchi, S. and Takahashi, Y. 1996. Antarctic krill (Euphausiasuperba Dana) eat salps. Polar Biol., 16,479-481.
31. Llanso, R. J., L. C. Scott, and F. S. Kelley., “Chesapeake Bay Water Quality Monitoring Program: Long-Term Benthic Monitoring and Assessment Component, Level 1 Comprehensive Report ” , July 1984 – December 2001 (Volume 1), Technical report prepared by Versar, Inc. for the Maryland Department of Natural Resources, Annapolis, MD, 101 pp（2002）.
32. Mianzan, H. 2001. Feeding on survival-food, gelatinous plankton as asource of food for anchovies. Hydrobiologia, 451, 45-53.
33. Naqvi, S.W.A., Sarma, V.V.S.S., Jayakumar, D.A. 2002. Carbon cyclingin the northern Arabian Sea during the northeast monsoon, significanceof salps. Mar. Ecol. Progr. Ser., 226, 35-44.
34. Pakhomov, E.A., Froneman, P.W., Perissintto, R. 2002. Salp/krill interactions in the Southern Ocean, spatial segregation and implications for the carbon flux. Deep-Sea Res., 49, 1881-1907.
35. Pakhomov, E.A., Froneman, P.W., Perissintto, R. 2002. Salp/krillinteractions in the Southern Ocean, spatial segregation and implications for the carbon flux. Deep-Sea Res., 49, 1881-1907.
36. Perissintto, R. and Pakhomov, E.A. 1997. Feeding association of the copepod Rhincalanus gigas with the tunicate salp Salpa Thompsoni in the Southern Ocean. Mar. Biol., 127, 479-483.
37. Schamberger, M. L., and L. J. O’Neil(1986) Conceps and Constraints of Habitat-model Testing In: Verner, J., M. L., Morrison, and C. J., Ralph eds.
38. Tokioka, T. and Berner, L. 1958a. Two new doliolids from the easternPacific Oceaon. Pacific Sci., 12, 135-138.
39. Tokioka, T. and Berner, L. 1958b. On certain Thaliacea (Tunicata) fromthe Pacific Ocean, with descriptions of two new species of doliolids.Pacific Sci.,

12, 317-326.

40. U.S Fish and Wildlife Service (1980) *Habitat evaluation procedures (HEP)*,Washington, D.C: Division of Ecological Service ESM 101-103
41. Van Soest, R.W.M. 1981. A mongraph of the order Pyrosomatida(Tunicata, Thaliacea). J. Plankton Res., 3, 603-631.
42. Van Dolah, R.F., J.L. Hyland, A.F. Holland, J.S. Rosen, and T.R. Snoots., “A benthic index of biological integrity for assessing habitat quality in estuaries of the southeastern USA”, Mar. Environm. Res. 48: 269-283（1999）.
43. Weisberg, S. B., J. A. Ranasinghe, D. M. Dauer, L. C. Schaffner, R. J. Diaz, and J. B. Frithsen., “An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay”, Estuaries 20:149-158, （1997）
44. Yoon, W.D., Kim, S.K. and Han, K.N. 2001. Morphology and sinkingvelocities of fecal pellets of copepod, molluscan, euphausiid, and salptaxa in the northeastern tropical Atlantic. Mar. Biol., 139, 923-928.

附件一

期中報告審查會議紀錄

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中 □期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)」

執行單位：台灣溼地學會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(一) 林委員朝福		
1.圖 4-1 縱軸之敘述建議改為正規化值。	1. 感謝林委員朝福的建議，將於期末報告中做修改。	1. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
2.圖 4-3 無節幼體~氨氣之適宜度曲線請檢核原始資料。	2. 感謝林委員朝福的建議，已進一步的檢核原始資料無誤。	2. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
3.景觀植栽之調查以遊客為主，是否能加入專家之意見。	3. 一般景觀植栽之美質評估，多以群眾問卷配合相片評估方法進行之，其結果有利進行統計分析，截取景觀元素對美質偏好之影響關係，相較於專家問卷更具有實務設計應用之價值。	3. 同意合作研究單位之說明。
4.海岸植栽建議能與現地的氣象、地質及氣候配合考慮。	4. 後續操作手冊的建置，積極回饋此項建議之內容。	4. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
5.花蓮港的景觀規範能納入港區現有結構物之改善。	5. 已修正於期末報告書第六章。	5. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
6.新竹漁港之 HEP 模式能否可適用於其他港區？	6. 感謝林委員朝福的建議，未來可再增加各個港區的資料，進一步的修訂港區附著生物及潮間帶生物的 HEP 模式	6. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
(二)林委員炤圭		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
1.有些海岸環境的改善應考慮海岸的自然動態平衡,以免徒勞無功。例如海岸線的不平整。	1. 謝謝委員指導。	1. 同意合作研究單位之說明。
2.台北港之水質調查點為位於內港,何來收集港外水質以玆比對,是否表示其水質相當一致。	2. 感謝委員的建議，未來將繼續蒐集調查港外水質，並與港內水質進行比較。	2. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
3.水溫直接影響海域生態的型態與規模,是否已進行調查。	3. 感謝委員指導，本計劃有進行水溫及水域浮游生物的同步調查。	3. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
4.海岸景觀改善在考慮國內天然塊石不足情況下,建議少用天然塊石材料,以免無法施作。	4. 海岸保護的材料中塊石是唯一的自然材料，但因來源有限，應往使其發揮最大效果的方向去努力。	4. 同意合作研究單位之說明。
5.各種景觀改善亦宜思考國內海岸的緩衝帶均有不足的情形,且日本很多案例均在瀨戶內海,環境可能與我國不同。	5. 謝謝委員指教。	5. 同意合作研究單位之說明。
6.花蓮港的規劃是否可考慮台肥的深層水園區,及其他之進口石材堆置區。	6. 該區域之周邊（東側）可串聯至七星潭，且屬花蓮港區範圍，會納入本計畫考量。其它非屬花蓮港區範圍者將會蒐羅相關資料研析，以利彼此相互配合處理之。	6. 同意合作研究單位之說明。
7.本計畫所研究之目標涉及許多調查與評估未來有否可能彙整出 SOP？	7. 建議於第四年度執行。	7. 同意合作研究單位之說明。
(三)陳委員楊益		
1.有關台中港域水質調查方面，港研中心於另一計畫「鄰港水質環境調查研究」中亦有類似計畫工作,建議兩項研究成果作一比較驗	1. 謝謝建議。兩計畫研究內容有所區隔,但相關部分會加以整合。	1. 同意合作研究單位之說明及處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
證。 2.有關水域生態評估方面，海域之各類生物有否依季節性區分？ 3.有關環境景觀營造方面，除參考國外案例外，相關規劃方案，建議依專業人士、遊客、當地居民等分類，進行相關人文喜好調查，符合國人喜好之方式。	2. 感謝陳委員楊益的建議，本研究主要目的是希望了解指標生物與水域環境之關係，以指標生物為復育目標已達到生物多樣性及水質改善的雙重目標，故不考慮各類生物的季節性區分。 3. 景觀美質評估概分成專家與群眾二種模式，前者的調查結果多適用於學術研究，後者則多應用於實務設計。另在群眾問卷中若以其專業與否進行差異性檢定，過去的國內外研究多顯示二者並無差異。故本研究是以群眾調查為主要操作內容。	2. 同意合作研究單位之說明。 3. 同意合作研究單位之說明。
(四)蘇委員青和 1.本計畫擬以4年期間制訂適用國內港灣工程規劃設計之規範手冊，港灣工程規劃不同地域獨特之差異性甚大，建立一般性規範甚為不易，需週延考量。 2.水質淨化技術，除考量浮游生物之指標生物等項目，一般污染物、垃圾及家庭廢水等調查、處理淨化也甚重要，在規劃觀光遊憩區更需善加處理。 3.本年度個案分析，以景觀休閒遊憩為主軸，著重於花蓮港區整環境營造規劃，規劃過程建議與花蓮港務局、漁港或地方政府等相關單	1. 謝謝委員指教。 2. 一般垃圾污染水質一定會影響水中浮游生物，故以浮游生物為水質指標水質。淨化技術與水質評估所探討的是不同的一件事。 3. 謝謝指教提醒，將配合港灣技術研究中心積極進行之。	1. 同意合作研究單位之說明。 2. 同意合作研究單位之說明。 3. 同意合作研究單位之說明及處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
位，多進行溝通。 4.報告撰寫內容請依本所規定，期末報告增加納入中英摘要。	4. 謝謝指教	4. 同意合作研究單位之說明及處理情形。
(五)簡委員仲璟 1.報告內容請補充中英文摘要，同時另章(結論與建議)重點說明工作成果與後續研究方向及工作重點。 2.第五章水中結構物資料調查與蒐集，建議增加內容並做分類，同時所調查之結構物所在位置應有說明或圖示配合。 3.花蓮港與七星潭之遊憩休閒動線如何連成一氣？建議提出構想以發揮整體環境營造功能。	1,2,3 項內容將遵照辦理，並於期末報告中一併呈現。	同意合作研究單位之說明及處理情形。

附件二

期末報告審查會議紀錄

交通部運輸研究所合作研究計畫

□期中■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：**港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)」**

執行單位：台灣溼地學會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(一)陳委員陽益		
1、本計畫已具體完成本年度工作內容且有實質成果。	1、謝謝委員肯定。	1、同意合作研究單位之說明。
2、建議港灣水質檢測項目及方式與標準是否與環保署公告者一致或比較。	2、本研究水質檢測是採用環保署公告項目及方式與標準。	2、同意合作研究單位之說明。
3、台中港於冬季海風很大而夏季風沙很多，除防風林外是否再有很適合成長的植物或花草或是現有的防風林如何移植到岸邊與整理做為擋風或乘涼之用。	3、適合海岸生長的植栽已建議於第一年報告書 3.1.3 節。	3、同意合作研究單位之說明。
4、花蓮港颱風多且大，港邊設施與植栽應以可擋強風大浪者及抗鹽分為宜，如椰子樹等。	4、花蓮港港區周圍已有不少椰子樹。	4、同意合作研究單位之說明。
5、建議可參訪林邊及佳冬海岸的生態景觀的營造，如該海邊沙灘上以生長至少二十多年的百多棵椰子樹及不少的花草，這是承受很多颱風與大浪侵襲過的，且又能長得很堅實(有不少結實的椰子果)，應是值得參照一下。	5、本年度花蓮港區規劃案例中植栽的設計內容著重在港灣生態景觀營造規劃設計手法研究成果的應用，故各港區適用植栽詳細內容會在 100 年度的內容呈現。	5、同意合作研究單位之說明。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(二) 林委員朝福		
1、p2-3 三各商港水域環境比較，高雄、花蓮及基隆之調查，請說明引用的資料的出處，也能把台北港、台中港納入水域的環境比較。	1、調查資料為本研究之調查資料。各港的比較已補充在報告書中。	1、同意合作研究單位之說明及處理情形。
2、p2-10 浮游生物數量分別以水溫、鹽度、溶氧、PH、電導度、透明度…等變量分別得到浮游動向最大值，但因調查的次數及一年只選定一個的時間調查，較詳細說明。	2、此分析結果雖只有地點的變異性，但因地點不同時間點亦不同，故已涵蓋空間和時間的變異性。限於經費無法增加調查次數，希望後續研究能進行增補。	2、同意合作研究單位之說明。
3、p2-13 與第 2-3 節水污染防治，資料蒐集建議是否能再詳細，並能與各港的一些現況如何改善做呼應。	3、蒐集的資料已盡力而為。本計畫因是準則規範的研究，只能就一般性的問題來探討，對各港現況的實際應用，必須另有後續計畫進行研究。	3、同意合作研究單位之說明。
4、p4-6 棲地適合度各適宜度指標採採一次方相乘，建議能做一些說明解釋。	4、此只是依 HEP 模式中試誤法的操作，無特殊理由。	4、同意合作研究單位之說明。
5、棲地評價模式（HEP），文內皆沒提及，即為 HSI 模式，請說明。	5、HSI 模式為棲地評價模式（HEP）中預測生物棲地品質之依據，報告書中將再詳細說明。	5、同意合作研究單位之說明及處理情形。
6、景觀環境改善，請要兼顧原有港區及碼頭的功能做依據改善。	6、已修正，詳見報告書第七章。	6、同意合作研究單位之說明及處理情形。
(三) 陳委員文俊		
1、報告內容及成果豐富，給予團隊用心之肯定。	1、謝謝委員肯定。	1、同意合作研究單位之說明及處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2、水質與浮游生物調查點位以港內側點為主,是否未包含港區外側海域？另調查時間僅一日,能否反映實際水質變化及物種分佈？抑是指標生物不受季節影響？	2、因港內外環境完全不同，故測點只包含港灣航道口做為參考點。調查結果只有地點的變異性，但因地點不同時間點亦不同，故已涵蓋空間和時間的變異性。限於經費無法增加調查次數，希望後續研究能進行增補。	2、同意合作研究單位之說明。
3、P2-3 各商港水域環境比較，建議列表比較如此較能評閱。	3、依委員意見修正。	3、同意合作研究單位之說明及處理情形。
4、本案生態評估之棲地評價模式以高雄港及新竹漁港為例，其棲地背景不同，未來能否建議各港適用之模式及選用之分析參數。	4、未來可依各港的調查數據建立模式。	4、同意合作研究單位之說明。
5、本案另有海洋教育及教材編撰給予肯定，建議此工作如有後續，其教材之編撰及學習單之製作可請小學教師組工作坊進行，可得適合各年級且具創意之學習教材。	5、會於下年度持續辦理此項工作。	5、同意合作研究單位之說明。
6、花蓮港整理環境規劃建議能分短、中、長期之策略性方案，以避免因經費及時空背景之問題而影響團隊苦心規劃之意念與主題元素。另因考慮當地海象及功能需求之協調。	6、本年度花蓮港規劃案例的設計內容著重在港灣生態景觀營造規劃設計手法研究成果的應用。另因應各港區海象環境及功能需求的適地性內容建議會於 100 年度的操作手冊內容呈現。	6、同意合作研究單位之說明。
7、建議圖、表或公式之格式統一。	7、依委員意見修正。	7、同意合作研究單位之說明及處理情形。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(四)林委員炤圭		
1、操作手冊內所摘錄之圖表不夠清晰，建議再調整如 p44 及 p47。另外，文中所用之字型是否要統一。p84 之 SI 及 p85 之 HSI 指標之公式建議重新輸入，因解析度不佳。	1、依委員意見修正。	1、同意合作研究單位之說明及處理情形。
2、期末報告 p4-33 表 4.12 是否為 HIS 而非 HSI？	2、報告書文章提及處均只有 HSI，沒有 HIS，將更正。	2、同意合作研究單位之說明。
3、HSI 似乎有不同的定義，建議釐清，如 p4-6 及 p4-23。	3、依委員意見修正。	3、同意合作研究單位之說明及處理情形。
4、SI 之定義重複，如式 4-1 及式 4-6。	4、已將重覆部份刪除，並修正內文。	4、同意合作研究單位之說明及處理情形。
5、p4-25 BIBI 或 B-IBI 請統一。	5、統一為 B-IBI。	5、同意合作研究單位之說明及處理情形。
6、建議的各種海岸工法中應考慮材料取得的難易程度，以免流於空泛。	6、本研究不特別建議材料，而建議就地取材因地制宜。	6、同意合作研究單位之說明。
7、花蓮港的規劃能考慮到週遭的環境與動線，有利於實務的操作。	7、已修正，詳見報告書第七章。	7、同意合作研究單位之說明及處理情形。
8、人行步道部分可考慮用各種不同當地的材料型態不同的感覺。	8、已修正，詳見報告書第七章。	8、同意合作研究單位之說明及處理情形。
9、建議檢討當地的自然力，如風、波、流對景觀建物之影響，管理維護成本亦應考量。	9、建議納入後續研究。	9、同意合作研究單位之說明。
10、未來有無可能對每一種規劃的構想，同時也對現有使用情形，災損及原因檢討也作一整理，以提醒設計不當或自然力考慮不足所可能造成的結	10、生態和景觀的規劃設計，都必須以結構安全避免災損為基礎，故此部分的工作在所有工程設計時都必須加以考慮。	10、同意合作研究單位之說明。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
果，故應儘早擴大實施。		
(五)簡委員仲璟		
1、本研究主要分 1.「港灣生態景觀環境營造操作參考手冊」的增補與修訂及 2.「花蓮港整體環境營造規劃」案例實作等 2 部分。因此，建議在案例實作說明時能與操作參考手冊配合，以利使用者瞭解環境營造的基本原則與關鍵重點。	1、 已調整修正。	1、 同意合作研究單位之說明及處理情形。
2、浮游生物調查是否有 S.O.P.？本研究調查結果所顯示之伴隨物種豐富度是否具有代表性？	2、 浮游生物調查依環保署規定實施。依伴隨物種豐富度決定指標物種為決定指標物種的一種方法，此方法已為國際期刊接受。	2、 同意合作研究單位之說明。
3、以浮游生物(動物或植物需補充說明)為對象進行水域生態評估是否合適？若以水質為對象是否也能進行生態評估？依本報告書第二章之研究結果似乎也可以。因此，建議補充兩者之關聯性說明。	3、 水質指標只能代表短時間的水質狀況，且較難決定何種水質可形成良好的生態性，以浮游生物來判斷，與生態性有較直接的關連。文中已說明。	3、 同意合作研究單位之說明。
4、港灣景觀設計原則建議採用條列式，再輔以文字及圖表說明顯示，以利操作參考手冊之使用者對於原則的明確掌握。	4、 依委員意見修正。	4、 同意合作研究單位之說明及處理情形。
5、報告內容請補充中英文摘要，同時另章(結論與建議)重點說明工作成果與後續研究方向及工作重點。	5、 依委員意見修正。	5、 同意合作研究單位之說明及處理情形。

附件三

歷次工作會議紀錄

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

時間：99 年 8 月 4 日上午 10:00

地點：港研中心

出席者：邱主任永芳、簡科長仲景、李俊穎、李麗雪、李奕勳

記錄：李麗雪

討論議題：

1.花蓮港未來規劃的長期及近程方案內容。

2.花蓮港內管制區分時開放的可行性與規劃方案間的界面協調。

主要結論：

1.花蓮港未來規劃的長期及近程方案內容依據規劃單位所提之內容進行之。

2.花蓮港內管制區現階段應著著在營運面，但因為環境景觀的呈現是整體面，故仍應對相關設施的改善，諸如防波堤牆面、結構物等之色彩提供可能的改善方案。

3.區域內火車因為現階段使用率較低，所以可如規劃單位之建議議構想，以分時使用方導入遊憩利用。

工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

時間：99 年 10 月 14 日下午 2:30

地點：港研中心

出席者：簡科長仲景、李俊穎、李麗雪、李奕勳

記錄：李麗雪

討論議題：

1.花蓮港整體規劃方案內容討論。

2.研究內容及規劃方案的整合及實務應用討論。

主要結論：

1.未來花蓮港的營運方向應該會有所調整，本規劃內容要可以讓相關人員更清楚的勾勒出未來發展願景，使本計畫在未來推動有更大的契機。

2.花蓮港轄區內北接七星潭用地，現階段規劃為海岸景觀區，因為腹地大，可思考更多元利用的方案。

3.未來研究成果為提供給各港務局做為環境改善的依據，故其成果的呈現要考慮其實用性。

附件四

海洋教育訓課程大綱協商會議紀錄

海洋教育訓課程大綱協商會議

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

會議記錄

一、時　　間：99 年 3 月 31 日

二、地　　點：黎明國小校長室

三、主 持 人：郭一羽教授

四、出席人員：台中市黎明國小陳華誕校長、台中市立仁國中胡金枝校長、台中市西屯國小沈月清校長、台中市橋孝國小蔡政明校長、國立台灣海洋大學林炤圭副教授、港灣技術研究中心邱永芳主任、港灣技術研究中心何良勝科長、中華大學李麗雪副教授

五、會議重點決議事項：

(一) 本計畫課程目的：擬結合中小學對海洋教育有興趣的老師，陪伴中小學教師認識海洋的相關知能，及帶領中小學教師撰寫海洋教育推廣之教材。

(二) 97 年教育部已擬定有國民中小學九年一貫「海洋教育」課程綱要計畫，探融入教學方式進行，課程內容共有五大主題軸，分別為海洋休閒、海洋社會、海洋文化、海洋科學、海洋資源等，主題軸又各有多項的細類。

中小學海洋教育的架構

主題軸	細類
海洋休閒	水域休閒
	海洋生態旅遊
海洋社會	海洋經濟活動
	海洋法政
海洋文化	海洋歷史
	海洋文學
	海洋藝術
	海洋民俗信仰與祭典
海洋科學	海洋物理與化學
	海洋地理地質
	海洋氣象
	海洋應用科學

主題軸	細類
海洋資源	海洋食品
	生物資源
	非生物資源
	環境保護與生態保育

(三)經與會人員討論結果，同時要滿足本計畫的執行內容，並搭配中學海洋教育融入教學的需求，暫定重點課程初步共七大類，分別為海洋文化、海洋環境、海洋科學、海岸工程及港灣建設、漁港漁村建設、海洋資源利用、海洋科技。

(四)98 年度海洋教育融入教學的試辦重點在海洋生態，成果是由參與課程的老師，共同撰寫完成海洋生態融入教學的小冊子。進行方式是先上課，整體學員先上完 12 小時的課（含教育部補助現地參訪），對海岸生態有整體性的了解，再就主題進行分組做深入的研究，同時就中小學各課程融入教學的重點，撰寫適用的小冊子。

1.海洋教育重點課程邀請學員：台中縣市中小學教員

2.海洋教育重點課程進行方式：建議分導讀課程及陪讀課二部分，前者可讓參與學員對「港灣生態景觀營造規劃設計」有整體性的了解，再來就分組做深入的探討，並撰寫適用於融入教學的參考手冊。

(五)擬請計畫案就七大課程重點研提適合的教師，並辦理後續工作。

海洋教育訓課程大綱協商會議

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

會議記錄

一、時　　間：99 年 4 月 28 日

二、地　　點：海洋大學

三、主 持 人：郭一羽教授

四、出席人員：台中市黎明國小陳華誕校長、台中市立仁國中胡金枝校長、台中市西屯國小沈月清校長、台中市橋孝國小蔡政明校長、國立台灣海洋大學林炤圭副教授、港灣技術研究中心邱永芳主任、港灣技術研究中心何良勝科長、中華大學李麗雪副教授

五、會議重點決議事項：

(一) 課程目的：擬結合中小學對海洋教育有興趣的老師，陪伴中小學教師認識海洋的相關知能，及帶領中小學教師撰寫海洋教育推廣之教材。

(二) 海洋教育重點課程初步共七大類，各組負責人如下表所示：

項次	主題軸	負責人	小組成員（暫定）	備註
1.	海洋文化	李麗雪		
2.	海洋環境	郭一羽		含括生態、景觀、海岸變遷
3.	海洋科學	李忠藩		
4.	海岸工程及港灣建設	邱永芳	林炤圭	
5.	漁港漁村建設	蕭松山	岳景雲、焦正清、李英舟	含括社區營造
6.	海洋資源利用	翁文凱		
7.	海洋科技	蔡清標		

(三)海洋教育重點課程進行方式：

1.海洋教育重點課程邀請學員：台中縣市中小學教員

2.海洋教育重點課程進行方式：

項次	課程	進行方式	節數 (小時)	學員	課程重點
1.	導讀課程	講演	1 (3 小時)	參與的全體中小學教員	對課程的主題軸有個清楚輪廓性的認識
2.	陪伴課程	讀書會	4 (@2.5 小時)	分組學員	帶領學員 1. 撰寫海洋教育主題軸教材大綱 2. 教材撰寫

四、學會未來就本課程執行進度

分項工作	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
1.確立各主軸課程的內容	▪					
2.研擬課程講義		▪				
3.研擬讀書會大綱及課程進行的掌握		▪				
4..課程進行						
5.檢核會議			▪	▪		
6.追蹤及檢核撰寫進度及內容					▪	
7.完成撰寫工作						▪
8.集結彙整						▪

海洋教育訓課程大綱協商會議

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

會議記錄

一、時　　間：民國 99 年 5 月 19 日(星期三)下午 6:00~7:00

二、地　　點：港灣技術研究中心

三、主 持 人：郭一羽教授

四、會議重點決議事項：

(一) 課程大綱的擬定，以結合本計畫案的精神，及『國民中小學九年一貫海洋教育課程綱要計畫』之內容研擬，初步內容如下。

(二) 請各組負責人，確認下表之內容，並於一周內（5 月 31 日前）將修正內容回傳，以進一步整理確認。

(三) 課程大綱完全確認後，將與台中地區中小學校長代表就課程大綱、課程進行方式、時間、招生等細項內容進行商議。

項次	主題軸	負責人	大綱
1.	海洋文化	李麗雪	1. 海域環境對生活的影響 2. 先民對海岸的開拓歷程 3. 海洋環境與人文歷史 4. 海洋民俗活動與信仰(洗港祭、……) 5. 海洋藝術與文學，及其對海洋的尊重與關懷
2.	海洋環境	郭一羽	1. 海岸地形景觀的特色與成因 2. 海岸生態與棲地 3. 海岸環境的變遷 4. 人為利用（海面、海岸、陸地）與環境課題
3.	海洋科學	李忠藩	1. 海流、潮汐等與生活及海洋生物的分

項次	主題軸	負責人	大綱
			佈 2. 海岸災害的成因 3. 台灣氣候與海洋 4. 船舶與港灣
4.	海岸工程及港灣建設	邱永芳	1. 台灣海岸災害、海岸開發與港灣工程 2. 港灣建設的過去與現在 3. 港灣建設未來發展趨勢
5.	漁港漁村建設	蕭松山	1. 漁港類別與功能 2. 漁港與漁村的興衰 3. 漁港多元利用 4. 漁村社區營造
6.	海洋資源利用	翁文凱	1. 海洋資源 2. 海洋資源的利用（生物資源，非生物資源、運輸、休閒遊憩、空間利用等） 3. 其它
7.	海洋科技	蔡清標	1. 資源科技發展，如：能源發電、海水淡化、海洋深層水等。 2. 環境監測技術，諸如海上交通線確保技術、海洋環境資訊掌握的技術等。

海洋教育訓課程大綱協商會議

採購案編號：MOTC-IOT-99-H3DB005

採購案名稱：港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

會議記錄

一、時　　間：99 年 6 月 14 日

二、地　　點：海洋大學

三、主 持 人：郭一羽教授

四、出席人員：台中市黎明國小陳華誕校長、台中市立仁國中胡金枝校長、台中市西屯國小沈月清校長、台中市橋孝國小蔡政明校長、港灣技術研究中心邱永芳主任、港灣技術研究中心何良勝科長、中華大學李麗雪副教授

五、會議重點決議事項：

(一) 課程推動時間：就中小學而言本年度已結束，建議課程以在八月份開始為宜，即為 100 學年度，這樣對參與的老師較為有利，同時參與教師可申請新學年的學習認證等相關事宜，對參與老師相對較有利，可吸引更多有心於海洋教育的教師們參與。詳細時間等細節內容委由陳華誕校長協助協商安排。

(二) 上課地點：以教師研習中心為主。

附件五

海洋教育訓練課程

大手牽小手

一起守護台灣的海洋

海洋教育訓練課程

99.09.30~99.10.01

海洋教育訓練課程表

日期：99 年 9 月 30 日(星期四)、10 月 1 日(星期五)

地點：台中市黎明國小視廳教室

主辦單位：港灣技術研究中心、台中市黎明國小

執行單位：台灣溼地學會、台灣海洋工程學會

第一天：9 月 30 日(星期四)

時間	大綱	主持人
9:00~9:30	報到	台灣海洋工程學會、台灣溼地學會、台中市黎明國小
9:30~09:45	開訓 致詞	港灣技術研究中心 邱主任永芳 台中市政府教育處 張處長光銘
9:45~10:00	課程說明	台灣海洋工程學會
10:00~12:00	海洋環境	郭一羽 教授 / 何良勝博士
12:00~13:00	午餐	
13:00~15:00	漁港漁村建設	蕭松山/ 岳景雲 教授
15:00~17:00	海洋文化	李麗雪副教授

第二天：10 月 1 日(星期五)

時間	大綱	主持人
8:30~10:20	海岸工程及港灣建設	邱永芳主任 / 林炤圭副教授
10:30~12:20	海洋科學	李忠潘 教授
12:20~13:30	午餐	
13:30~15:20	海洋資源與能源利用	蔡清標教授 / 翁文凱 副教授
15:30~16:00	1.結業 2.回收小組意願調查表	台灣海洋工程學會

海洋教育課程表

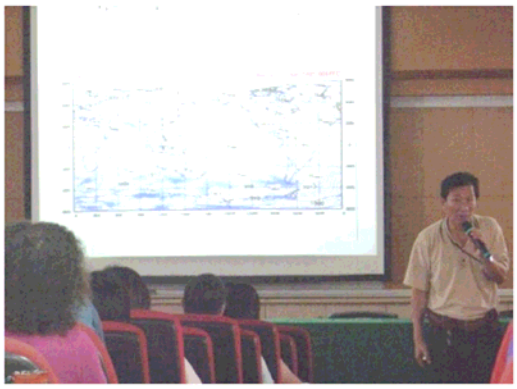
黎明國小校長致詞

郭一羽教授講授「海洋環境」

何良勝博士講授「海岸環境變遷」

李麗雪教授講授「海洋文化」

蕭松山教授講授「漁港漁村建設」

 邱永芳主任講授 「海岸工程與港灣建設」	 林炤圭教授講授 「海岸工程與港灣建設」
 李忠潘教授講授「海洋科學」	 蔡清標教授講授 「海洋資源與能源利用」
 總結討論	 心得交流

海洋教育課程之教材編撰

壹、小學課程介紹

在海洋教育課程的可配搭之課程包含了一、二年級的生活科及三、四、五、六年級的社會科，及共同科目自然科可作為未來海洋教育推廣之應用課程，其相關可配合之課程與課程大綱，詳見表 1～表 3。

表 1 一~二年級生活科課程大綱

年級	課程大綱
1 上	我的家
1 下	美麗家園
2 上	我的休閒生活
2 下	社區環境，及動植物

表 2 三~六年級社會科課程大綱

年級	課程大綱
3 上	家庭、學校、團體的關係
3 下	家鄉探索
4 上	家鄉環境
4 下	家鄉的人與地、產業、交通

表 3 三~六年級自然科課程大綱

年級	課程大綱
3 上	認識自然的單元， 植物、風、空氣
3 下	認識自然的環境， 天氣、水循環
4 上	月亮、光的變化， 水域環境與生物
4 下	移動：時間、水、電流…

表 2 三~六年級社會科課程大綱

年級	課程大綱
5 上	台灣的環境
5 下	台灣的社會文化
6 上	團體、社會與國家
6 下	台灣走向世界， 全球環境課題探討

表 3 三~六年級自然科課程大綱

年級	課程大綱
5 上	觀察與分類：太陽、植物
5 下	持續的向度： 生命繁衍、聲音傳播
6 上	變化：天氣變化、大地奧秘
6 下	生物與環境

貳、海洋課程介紹

海洋教育課程共有六個主題，分別為「海洋環境」、「海洋文化」、「漁港漁村建設」、「海岸工程及港灣建設」、「海洋資源與能源利用」、「海洋科學」；另根據國小生活、社會、自然科各科之課程大綱，分別擬定其相關搭配之海洋教育課程，表 4 是以國小各科目課程大綱為主軸架構下，衍生的相關海洋教育課程名稱及課程大綱。

表 4 生活科融入海洋教育課程表

年級	生活科 課程大綱	海洋教育課程名稱及課程大綱	
		名稱	課程大綱
1 上	我的家	海洋環境	認識家鄉海岸環境
		海洋文化	海神傳說
1 下	美麗家園	海洋環境	指認家鄉海岸環境
		海洋文化	海神傳說

年級	生活科 課程大綱	海洋教育課程名稱及課程大綱	
		名稱	課程大綱
2 上	我的休閒生活	漁港漁村建設	那裡好玩，玩什麼
		海岸工程及 港灣建設	那裡好看，看玩什麼
2 下	社區環境，及動植物	海洋環境	海岸生態

表 5 社會科融入海洋教育課程表

年級	社會科 課程大綱	海洋教育課程名稱及課程大綱	
		名稱	課程大綱
3 上	家庭、學校、 團體的關係	海洋文化	海洋信仰
3 下	家鄉探索	海洋環境	家鄉海岸與人爲環境環境
4 上	家鄉環境	海洋科學	海流、潮汐等 台灣氣候與海洋
4 下	家鄉的人與地、 產業、交通	海岸工程及 港灣建設	海上公路
		漁港漁村建設	漁業
5 上	台灣的環境	海洋環境	認識台灣的海岸環境
5 下	台灣的社會文化	海洋文化	海洋與生活、文化及信仰

年級	社會科 課程大綱	海洋教育課程名稱及課程大綱	
		名稱	課程大綱
		漁港漁村建設	漁港、漁村
6 上	團體、社會與國家	海洋文化	海洋與生活、文化及信仰
6 下	台灣走向世界， 全球環境課題探討	海岸工程及 港灣建設	台灣走出去，船舶與港
		海洋科學	全球暖化課題
		海洋資源與 能源利用	海洋資源與能源科技發展

表 6 自然科融入海洋教育課程表

年級	自然科 課程大綱	海洋教育課程名稱及課程大綱	
		名稱	課程大綱
3 上	認識自然的單元， 植物、風、空氣	海洋科學	海流、潮汐等
3 下	認識自然的環境， 天氣、水循環	海洋科學	運動：海流、潮汐等
4 上	月亮、光的變化， 水域環境與生物	海洋環境	海岸生物
4 下	移動：時間、 水、電流	海洋資源與 能源利用	海洋資源與能源科技發展

<table>
<tr><th rowspan="2">年級</th><th rowspan="2">自然科
課程大綱</th><th colspan="2">海洋教育課程名稱及課程大綱</th></tr>
<tr><th>名稱</th><th>課程大綱</th></tr>
<tr><td>5 下</td><td>持續的向度：
生命繁衍、聲音傳播</td><td>海洋資源與
能源利用</td><td>海洋資源與能源科技發展</td></tr>
<tr><td>6 上</td><td>變化：天氣變化、
大地奧秘</td><td>海洋科學</td><td>台灣氣候與海洋</td></tr>
<tr><td rowspan="2">6 下</td><td rowspan="2">生物與環境</td><td>海洋環境</td><td>海岸生物與棲地</td></tr>
<tr><td>海洋科學</td><td>地球暖化</td></tr>
</table>

參、教材編撰

一、海洋環境

(一)學習目標

1.達到小學生對於海岸及周邊環境狀況的瞭解。

2.瞭解人與海之間的關聯和自己家鄉海岸環境現況。

3.瞭解海岸動植物與其他生長環境動植物生長狀況的差別、食物網絡的形成，與物種消失的影響。

(二)課程操作

1.生活科、社會科

(1)請老師利用圖片或者投影片介紹台灣海岸環境有那些地質特色與所屬臺灣海岸位置。詳見圖 1、2。

(2)分別舉例說出自己海岸環境中所有的元素包含哪些。

(3)小朋友整合自己家鄉之海岸元素後,討論出自己家鄉屬於哪種海岸環境。

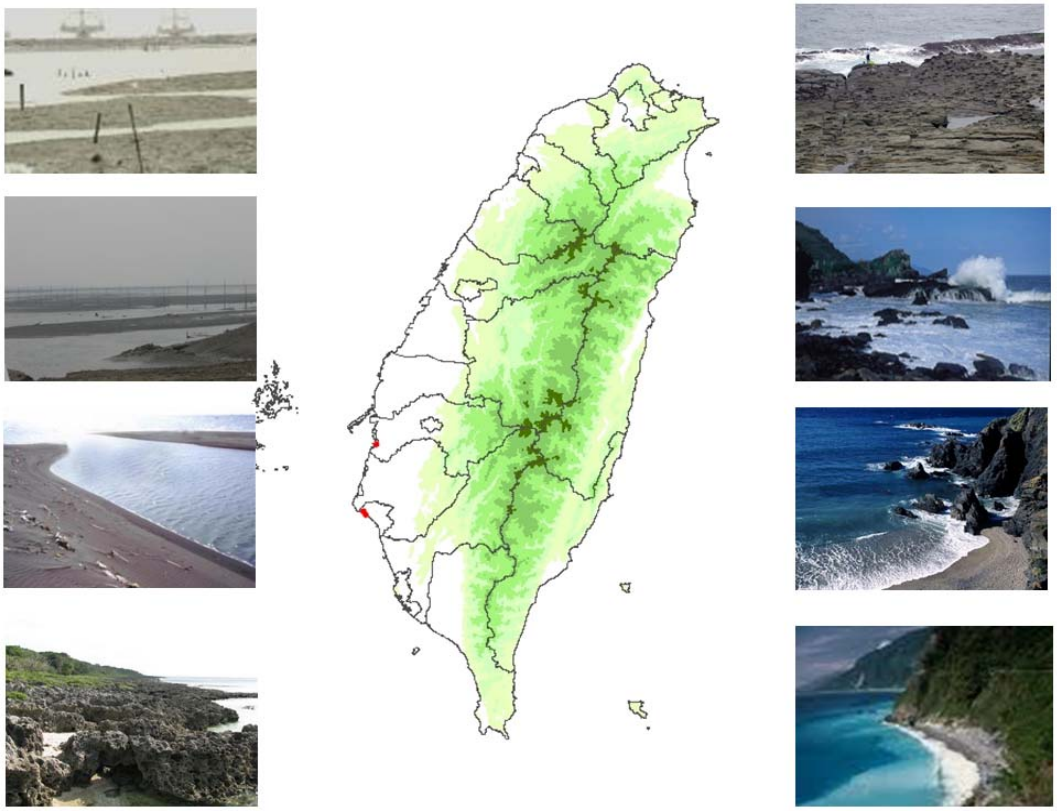


圖 1 臺灣海岸地質環境區位圖，說明：說明各圖海岸之地質特色及生態特色，並由小朋友參與討論其應屬於臺灣何處之海岸地質特色。

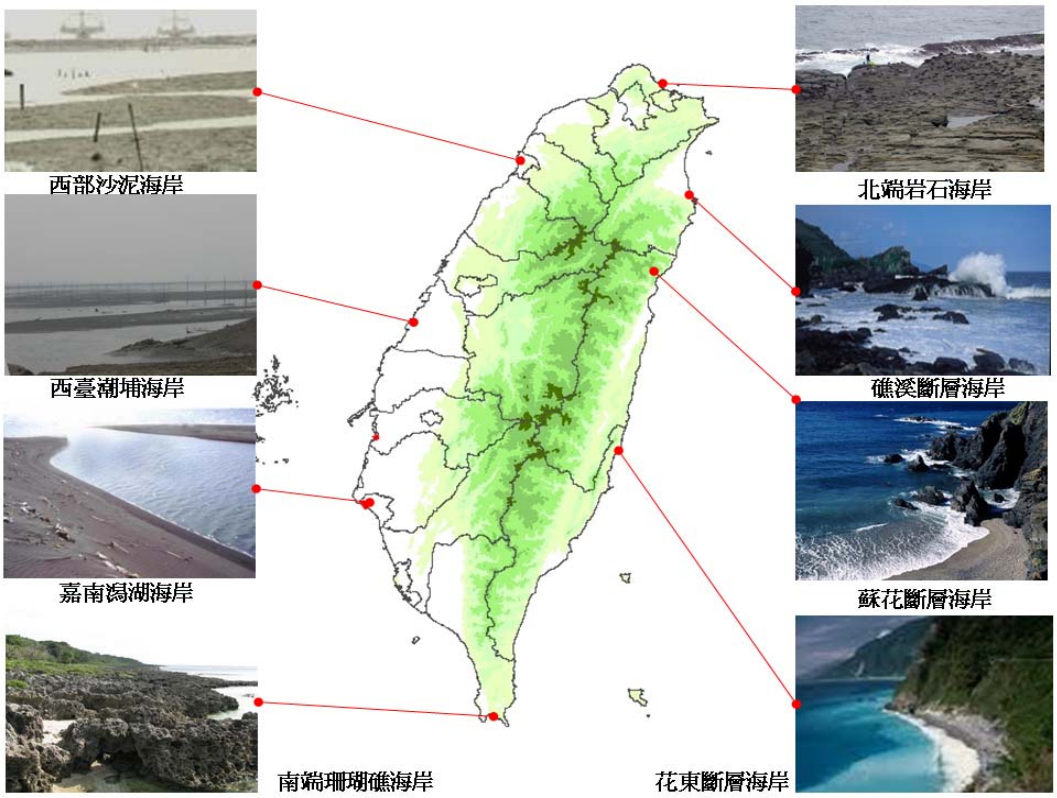


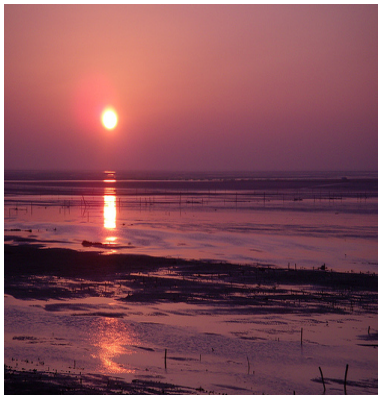
圖 2 臺灣海岸地質環境分佈圖，說明：介紹海岸各環境分區，並公佈其海岸地質。

表 7 臺灣各海岸地質說明表

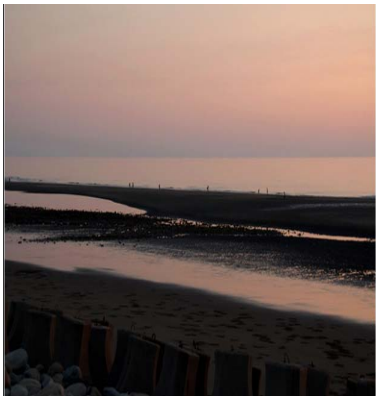
岩石海岸	
地質說明	構成台灣北部海岸帶的岩石主要是第三紀中新世的沈積岩和一些第四紀的火山岩，故地層種類繁多，而海岸線的方向又和山脈方向相交，因此在海浪長期侵蝕之下，形成許多岬角和灣澳，海岸線十分曲折，表面上呈現所謂谷灣式的沈水海岸。其範圍東起三貂角，西至淡水河口，海岸線長約 85 公里。岬角、小灣反覆出現，海崖、海蝕岩、海蝕洞、海蝕門等海蝕地形發達。
生態環境	在北海岸老梅一帶，在春季退潮時，常可以看見大片的綠色藻礁形成， 造就當地特殊之地景與生態模式。



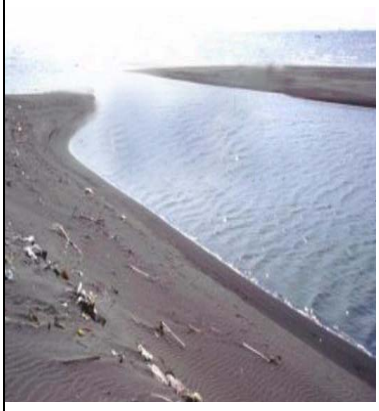
沙泥海岸	
地質說明	西部沙泥海岸，北自淡水河口南迄楓港附近，海岸線單調平直，多沙灘、沙洲和潟湖等海積地形。由於地形極爲低緩，因此暴潮巨浪是海岸安全的一大威脅。而寬廣的海灘、佇立的沙洲和海灘後的沙丘，則是最佳的天然保護工。
生態環境	在生態方面，西部沙泥海岸之特色，是部分紅樹林地區形成當地特殊之生態環境，且由於在西海岸潮間帶較長，蟹類與貝類種類也相對數量較高。


潮埔海岸	
地質說明	潮埔地是在海岸地帶寬廣而坡度平緩的灘地，高度介於高、低潮線之間，底質爲泥質或砂質沈積物。潮埔地最容易發育在波浪能量較低而潮差較高的地區，因此在熱帶地區常發育成紅樹林沼澤。潮溝中的沈積物最粗，近陸側的沈積物最細，往海側沈積物逐漸變粗，這是因爲近陸側的潮埔地不易受波浪影響，暴露於空氣中的時間又比較久，泥質沈積物有足夠的時間產生固結作用。
生態環境	由於受到潮流的影響，常在潮埔地上出現波痕。在潮埔地生長的生物種類並不多，但生產總質量和生產力卻相當高，具有相當高的經濟價值。


潟湖海岸	
地質說明	沙洲剛形成的時候原是海岸外長而低平的海灘，但由於濱外沙洲的組成都是沒有膠結性的沙粒，所以很容易受到海浪的影響而改變它的形狀。然而隨著河流口所帶來泥沙的量日益增加，漸漸濱外沙洲的面積逐漸增大，與海岸連接在一起。此時，沙洲與海岸之間所圍起來的水域就稱爲「潟湖」。
生態環境	潟湖海岸生態主要因爲在外圍沙洲的保護下，使得當地之蚵寮及濕地資源相當豐富，且逐漸轉型爲利用膠筏之生態旅遊，使當地注入新的活力。

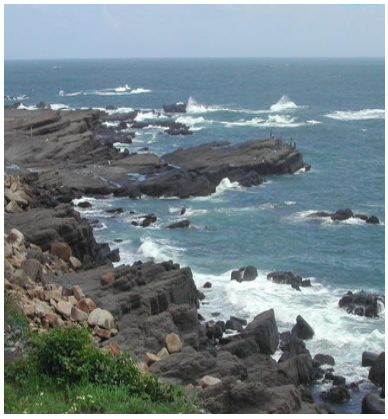
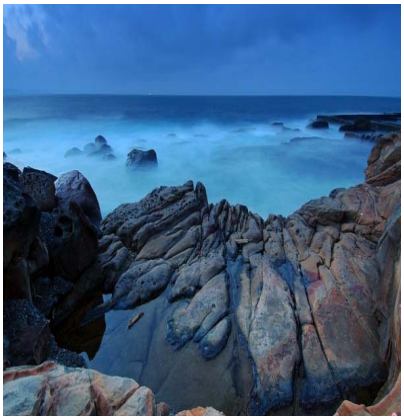


珊瑚礁海岸	
地質說明	珊瑚礁的形成多分佈於熱帶、亞熱帶海洋中，是由造礁珊瑚的石灰質遺骸和石灰質

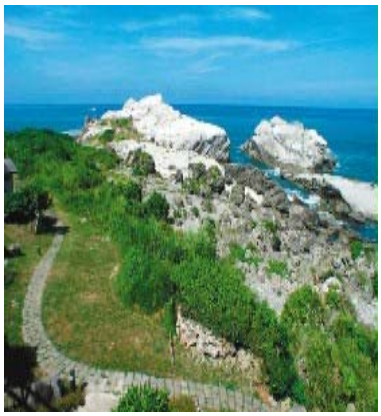
	藻類(即珊瑚、石灰藻及有孔蟲等造礁生物的灰質骨骼殘體)堆積而成的礁石海岸。
生態環境	珊瑚礁區除了對海洋化學平衡有重要貢獻外，同時還是海洋生態系中生產力最高的區域。每年的農曆三、四月，珊瑚在臺灣南部海域便開始準備繁殖，除了在海面下呈現壯麗的景觀，人類也因此捕得大量的魚獲，再加上人遊憩活動增加，以及近來從此區域所發現的天然藥物，使得珊瑚礁區雖然位於海洋中，但它對於人類來說卻是越來越重要。。



礁溪斷層海岸	
地質說明	礁溪斷層海岸位於最北一段，由頭城鎮石城里的大澳至外澳里的北港口，全長約 21 公里。全段海岸是雪山山脈逼近海岸所形成的，平坦且地狹小，約略呈東北─西南走向，由於和季風與洋流方向相同，因此侵蝕作用並不明顯，比其他侵蝕海岸平直得多。
生態環境	斷層海岸生態中，主要由於海岸較爲陡峭，進入海底時，坡度急降至 4,000 公尺以下之深海，所以在本區段的深海漁業相當發達，也擁有完整的海洋生態網絡。

蘇花斷層海岸	
地質說明	蘇花斷層海岸在最南一段， 從蘇澳鎮北方澳向南延伸至南澳鄉澳花村的和平溪口， 全長約 44 公里。整段海岸由於蘇花斷層逼近海岸的影響， 顯得落差

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">極大。斷層山勢逼海，幾乎沒有平地；但仍有幾處河流出海處形成可供村落聚集的河口沖積扇，如東澳、南澳、和平等地。蘇澳港區也是一處極為特別的地理景觀，北方澳和南方澳，南北兩個海岬，將蘇澳港環抱成一處天然良港；南方澳的沙頸岬更是一處頗負盛名海岸地形。</td></tr>
<tr><td colspan="3">    </td></tr>
<tr><td colspan="3">花東斷層海岸</td></tr>
<tr><td>地質說明</td><td colspan="2">花東斷層的型成主要是因高山溪流在水量暴漲時挾帶大量砂石，造成溪流谷地明顯的沖蝕與 V 形的切割。因海岸山脈的大港口層屬於海洋沈積物，易受侵蝕，因此在古老的年代，切割成壯麗的峽谷，縱谷因為板塊的碰撞，形成不少斷層。加上三大水系的支流，大都發源於中央山脈的東側，由於地勢陡降，山高水急，溪流從高山到谷地，垂直距離雖只有短短幾公里，落差卻很大，許多溪流因而常見到賞心悅目的溪流景觀。</td></tr>
<tr><td colspan="3">    </td></tr>
</table>

2.自然科課程操作

(1)課程前準備海岸地區水域、潮間帶、陸域之動植物照片(含名稱)各 10 張，將其重新洗牌混合。

(2)將小朋友分為水域、潮間帶、陸域三組，請小朋友就上述(1)中之 30 張照片，找出他所屬海域環境物種及名稱，根據準備的照片和名稱將其分類。並分組報告分享其分類。

(3)第二階段由各組小朋友各選一個動植物代表，用圍圈方式依照食物鏈以麻繩建立其海岸環境食物網絡，並在麻繩中心放入紙盤與圓球，根據老師指定滅絕物種，小朋友必須想辦法不讓圓球掉落。

(4)由老師與小朋友分享食物鏈的重要性，並討論哪個物種消失影響最大。

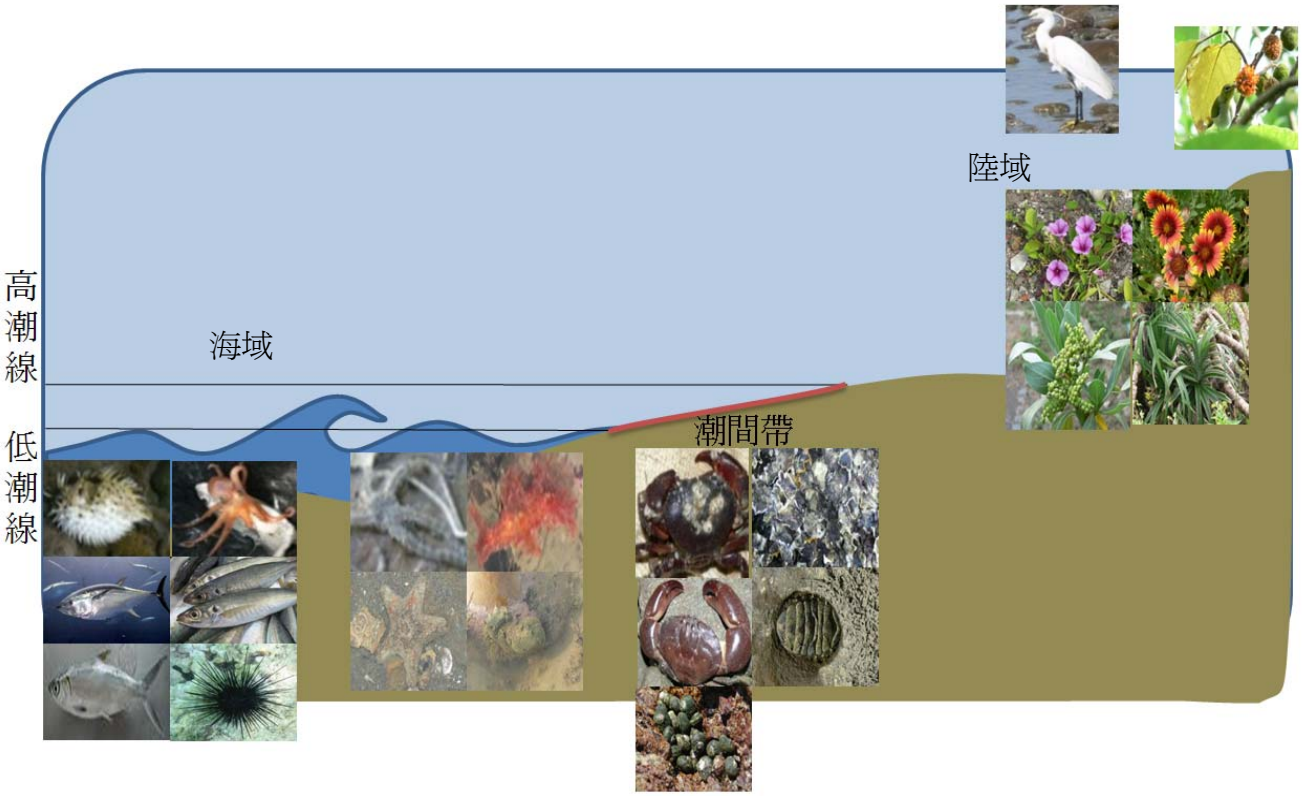


圖 3 海岸生物棲息環境分佈示意圖

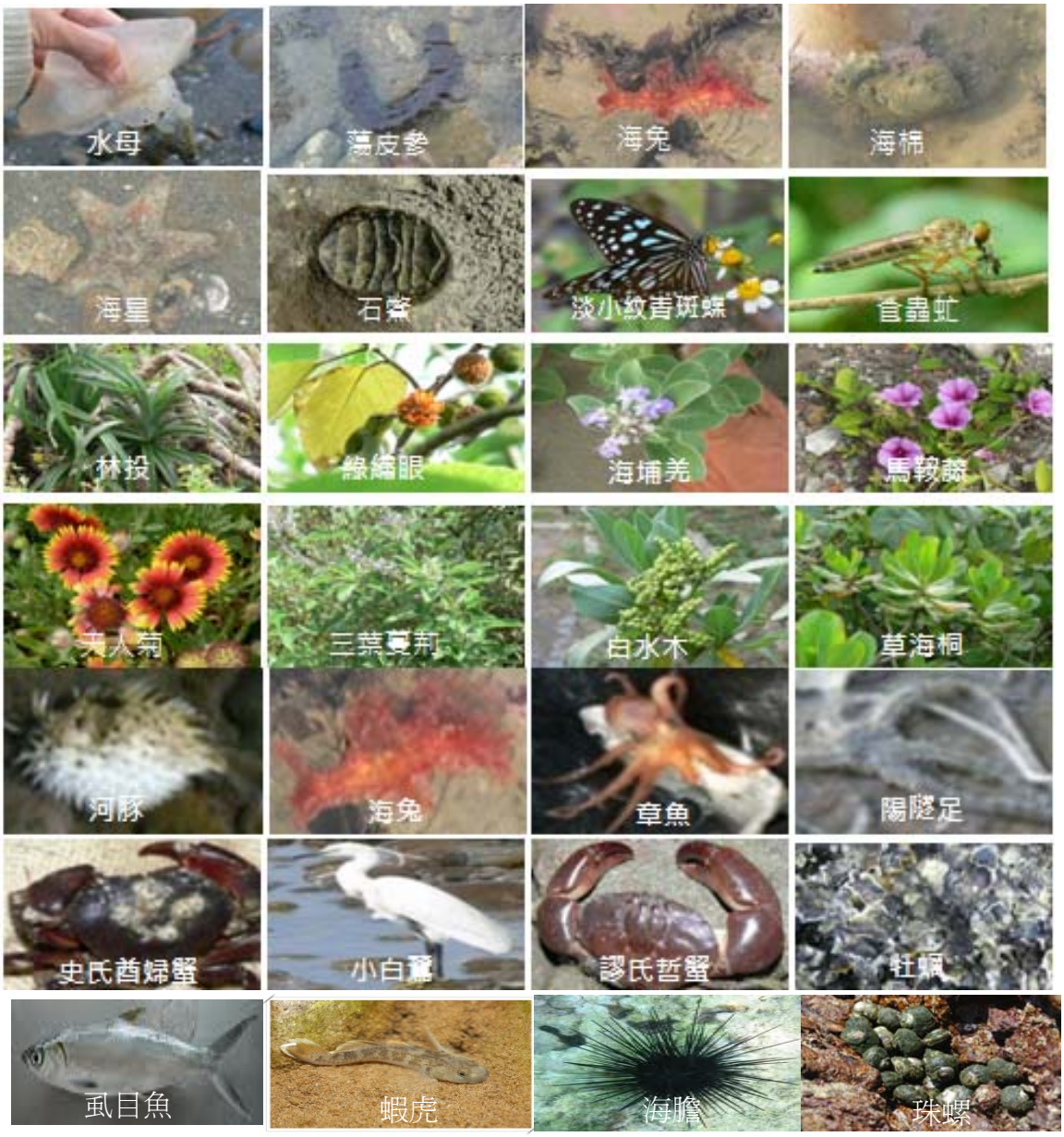


圖 4

(三)配搭小學課程項目及課程大綱

針對海洋環境教育課程教材可分為兩大類，其一為生活科與社會科，主要以認識臺灣海岸環境及指認家鄉海洋環境為主軸；其二為自然科，主要讓學生瞭解各海洋生物物種分佈與生物鏈之關係。以下表為其主要配搭課程與教材內容。

表 8 海洋環境課程適用年級課程表(生活科)

海洋環境課程適用年級課程 (生活科)			
年級	課程大綱	課程內容	教材
1 上	我的家	認識家鄉海岸環境	使用 PP 解說介紹台灣海岸環境有那些
1 下	美麗家園	指認家鄉海岸環境	讓小朋友了解臺灣海岸之地質特性與區位。
2 下	社區環境，及動植物	海岸生態	利用活動了解各物種之生存環境。

表 9 海洋環境課程適用年級課程表(社會科)

海洋環境課程適用年級課程 (社會科)			
年級	課程大綱	課程內容	教材
3 下	家鄉探索	家鄉海岸與人爲環境環境	了解自己家鄉海岸環境與人爲利用之情況。
5 上	台灣的環境	認識台灣的海岸環境	了解自己家鄉海岸環境與其生態模式。

表 10 海洋環境課程適用年級課程表(自然科)

海洋環境課程適用年級課程 (自然科)			
年級	課程大綱	課程內容	教材
4 上	月亮、光的變化，水域環境與生物	海岸生物	介紹海岸生物的分佈及物種。
6 下	生物與環境	海岸生物與棲地	介紹海岸生物的分佈及其棲息環境特色。

(四)教材

海岸生物相關圖片、麻繩。

二、海洋文化

(一)學習目標

1.瞭解台灣地區海神信仰種類，以及各信仰與海岸之間的關係。

2.瞭解海洋信仰與海岸社區之間的生活模式。

3.小朋友對生活環境觀察及與社區參與。

4.訓練小朋友看地圖之能力及空間觀念。

5.學習分工合作及團隊工作分配的能力。

(二)課程重點

1.在課程一開始首先發給小朋友一組一張港灣衛星地圖。其操作方法可參詳圖 3。

2.將小朋友分為三人一組，必須根據地圖和編號依序前進。

3.依照地圖上的指令，進行記錄才可以前往下一個關卡。

4.紀錄若有錯誤必須回去錯誤之編碼從新調查。

5.看哪組小朋友最快完成!!

(三)可以配搭小學課程項目及課程大綱

在海洋文化課程中，主要讓國小小朋友了解自己家鄉港灣特色為何，進而深入了解地方海岸信仰中心與機關運作模式。

表 11 海洋文化課程適用年級課程表(生活科)

海洋文化課程適用年級課程 (生活科)			
年級	課程大綱	課程內容	教材
1 上	我的家	海神傳說	認識家鄉港灣週邊廟宇
1 下	美麗家園	海神傳說	了解家香港灣週邊廟宇侍奉之主神

表 12 海洋文化課程適用年級課程表(社會科)

海洋文化課程適用年級課程 (社會科)			
年級	課程大綱	課程內容	教材
3 上	家庭、學校、團體的關係	海洋信仰	了解家鄉海岸信仰中心爲何
5 下	台灣的社會文化	海洋與生活、文化及信仰	了解家鄉港灣內含有之機構
6 上	團體、社會與國家	海洋與生活、文化及信仰	了解家鄉港灣內含有之機構與其運作模式

(四)教材

當地港灣地圖一張、記錄用的筆。

4.請問這間廟祀奉的主神是誰!?

5.請問這間餐廳，哪一道菜最貴!?

5.請問你從 5 跑到 6 需要多久時間!?

1.請描述此處建築物的顏色、試著說明他大概有多高：

2.請問現在值勤的海巡哥哥姓名：

3.請問碼頭上面一共有幾艘船?

圖 5 海岸文化之漁港人文及空間體驗示意圖

三、漁港漁村建設

(一)學習目標

1.瞭解海岸週邊及海上活動包括哪些。

2.瞭解靠海為生的人如何進行捕撈或收獲。

3.依台灣目前各漁港的現況，學習瞭解漁港的分級、特色與遭遇到的課題。

4.讓小朋友藉由分享自己的旅遊經驗，學習以完整的敘述介紹漁港特色。

(二)課程操作

1.請小朋友提供 1 張去過最好玩的漁港照片一張。

2.分享去過最好漁港或漁村，一起去的有那些人、怎麼玩。

3.在小朋友介紹的同時在地圖上標記介紹地點的位置，最後看看哪個小朋友推薦的地點最好玩。

4.由小朋友最後投票決定最好玩景點。

5.繪出班級的旅遊地圖。

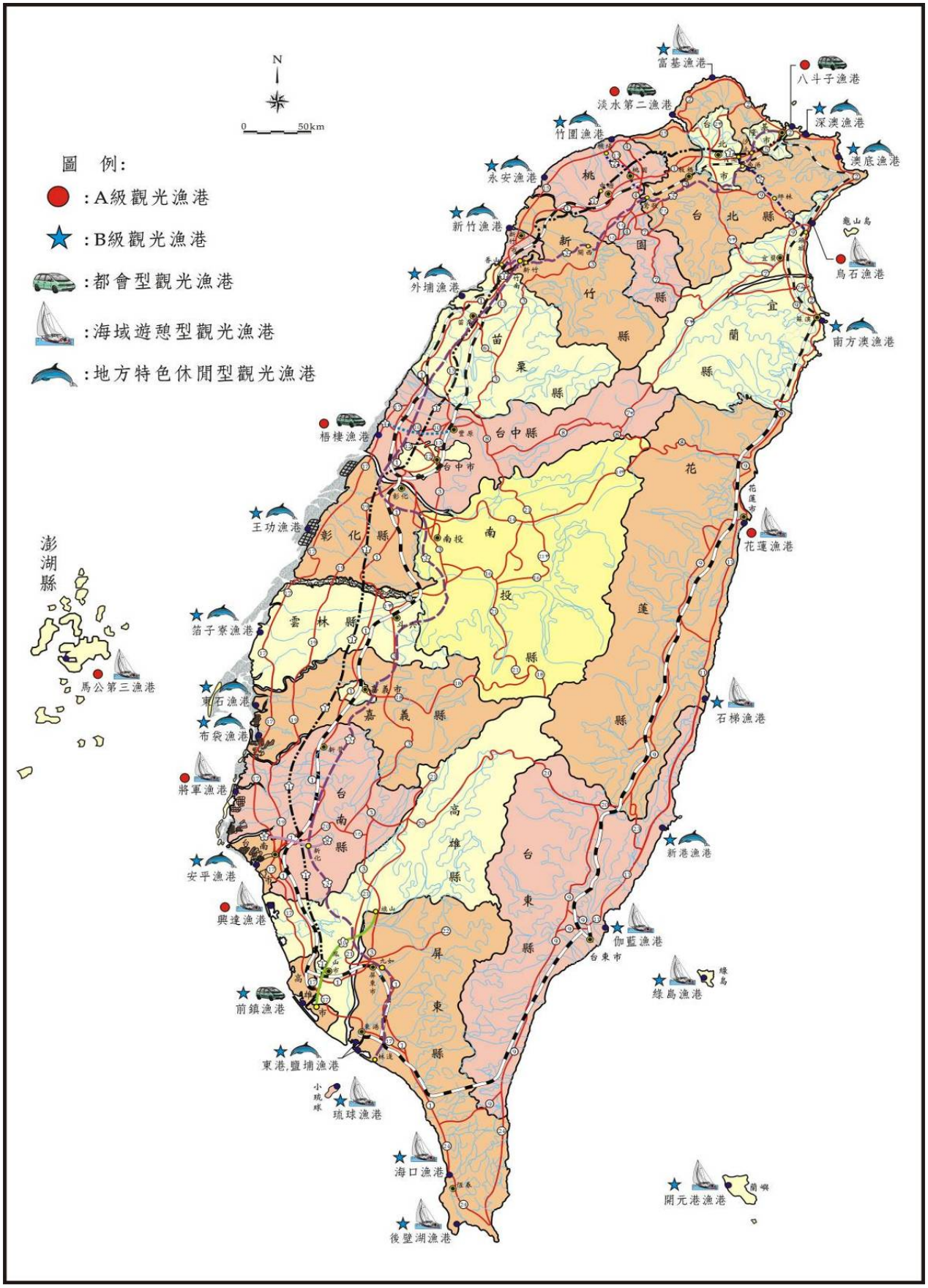


圖 例:
:A級觀光漁港
:B級觀光漁港
:都會型觀光漁港
:海域遊憩型觀光漁港
:地方特色休閒型觀光漁港
N
0 50km
富基漁港
八斗子漁港
淡水第二漁港
深澳漁港
竹圍漁港
澳底漁港
永安漁港
新竹漁港
烏石漁港
外埔漁港
南方澳漁港
梧棲漁港
王功漁港
花蓮漁港
澎湖縣
箔子寮漁港
馬公第三漁港
東石漁港
石梯漁港
布袋漁港
將軍漁港
新港漁港
安平漁港
興達漁港
伽藍漁港
綠島漁港
前鎮漁港
東港,鹽埔漁港
琉球漁港
海口漁港
開元港漁港
後壁湖漁港
桃園縣
新竹縣
苗栗縣
台中縣
彰化縣
南投縣
雲林縣
嘉義縣
台南縣
高雄縣
屏東縣
台東縣
花蓮縣
宜蘭縣
台北縣
台北市
台中市
台南市
高雄市
基隆市
新竹市
嘉義市
台東市
花蓮市
宜蘭市
鬼山島
綠島
蘭嶼
小琉球

圖 6 台灣漁港介紹圖

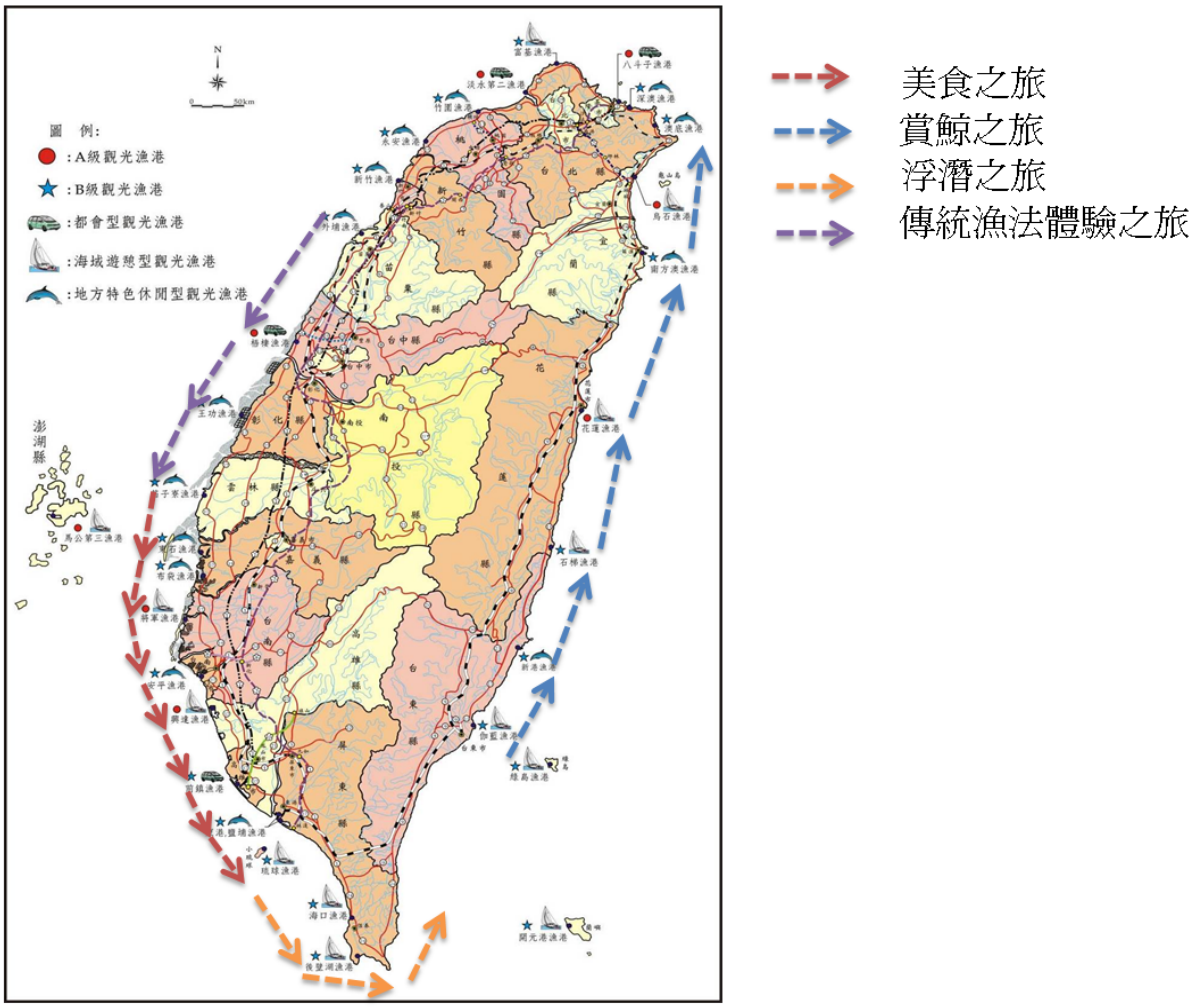


圖 7 各班級旅遊地圖成果示意圖

表 13 漁港可進行活動表

功能		建設項目	可提供活動內容
休閒遊憩	海上	遊艇碼頭	海上觀光
			離島遊覽
			浮潛、水肺潛水
		娛樂漁船碼頭	海釣、賞鯨豚
		傳統漁法體驗	牽罟、遊石滬、採海藻

	陸上	釣魚平台	港內垂釣
		步道、自行車道	觀景、散步、公園遊憩
		親水公園(階梯)	潮間帶戲水、踏浪
		直銷中心	以服務到港旅客爲目的
		海鮮餐廳	美食－海鮮品嚐
		商店街	購物－紀念品、特產購買
教育文化		文物展示館	漁業知識教育
		水族館	魚類知識與海洋生態教育
			漁村文化體驗

(三)可以配搭小學課程項目及課程大綱

在本課程中除了介紹臺灣各漁港之大小、形式及產業特色外，並讓小朋友學習分享各自體驗過之漁港特色。

表 14 漁港漁村建設課程適用年級課程表(生活科)

海洋文化課程適用年級課程 (生活科)		
年級	課程大綱	課程內容
2 上	我的休閒生活	那裡好玩，玩什麼

表 15 漁港漁村建設課程適用年級課程表(社會科)

海洋文化課程適用年級課程 (社會科)		
年級	課程大綱	課程內容
4 下	家鄉的人與地、產業、交通	漁業
5 下	台灣的社會文化	漁港、漁村

(四)教材

臺灣漁港分佈圖一張。

四、海岸工程及港灣建設

(一)學習目標

1.瞭解過去與現在漁港、船隻的形式與差別。

2.在海上行走的船包含了哪幾種，各港口的定位。

3.瞭解台灣現在船隻形式、行運路線及發展方向。

4.訓練小朋友規劃及創造之想像力。

(二)課程操作

1.將小朋友分為三組，每組分 A1 大小的漁港底稿，由小朋友共同討論其發展及建設方向。底稿示意詳見圖 6。

2.利用紙黏土捏出港中期待會出現的設施，並在紙黏土乾後上色。

3.由各組小朋友上來說明他們的想法、或玩法。

4.由全部同學投票哪一種最好玩，以及哪個漁港有這些設施。

(三)可以配搭小學課程項目及課程大綱

港灣建設課程中除了介紹各漁港的特色與其遊憩型式外，同時介紹各漁港內所停泊之船隻與變化，並搭配融入式教學讓小朋友利用自己的想像力，呈現出認為最好玩的漁港形式。

表 16 海岸工程及港灣建設課程適用年級課程表(生活科)

海岸工程及港灣建設課程適用年級課程 (生活科)		
年級	課程大綱	課程內容
2 上	我的休閒生活	那裡好看，看玩什麼

表 17 海岸工程及港灣建設課程適用年級課程表(社會科)

海岸工程及港灣建設課程適用年級課程 (社會科)		
年級	課程大綱	課程內容
4 下	家鄉的人與地、產業、交通	海上公路
6 下	台灣走向世界，全球環境課題探討	台灣走出去，船舶與港

(四)教材

A1 大小的漁港底稿、紙黏土，水彩。

圖 7 漁港規劃示意底圖

五、海洋科學

(一)學習目標

1.讓小朋友瞭解海流與潮汐的分別，及在海洋中扮演的角色。

2.瞭解世界海流狀況、高氣壓與低氣壓及潮汐形成之原因。

3.讓小朋友瞭解全球暖化造成情況，造成的原因為何，對於未來的影響。

4.教導小朋友節約減能的觀念，共同對抗暖化的侵襲。

(二)課程操作

1.首先將所有小朋友圍成一個圈，選出一個小朋友當月亮。其他小朋友閉起眼睛。

2.由月亮小朋友指定哪位同學為浪頭，並向兩邊傳浪，最後兩邊浪同時傳遞到的小朋友必須喊“我是浪尾”，在浪尾的小朋友必須反方向繞著圓圈跑，而原本月亮小朋友可以挑選其中一個位子坐下。

3.沒座位的月亮小朋友必須說一個節能減碳或海水利用的方法。

(三)可以配搭小學課程項目及課程大綱

配合國小既定自然科與社會科的課程，結合台灣氣候、海流特性與全球暖化課題，介紹目前海水利用之操作，並藉由活動教材讓小朋友加以應用。

表 18 海洋科學課程適用年級課程(社會科)

海洋科學課程適用年級課程 (社會科)		
年級	課程大綱	課程內容
4 上	家鄉環境	海流、潮汐等台灣氣候與海洋
6 下	台灣走向世界，全球環境課題探討	全球暖化課題

表 19 海洋科學課程適用年級課程(自然科)

海洋科學課程適用年級課程 (自然科)		
年級	課程大綱	課程內容
3 上	認識自然的單元，植物、風、空氣	海流、潮汐等
3 下	認識自然的環境，天氣、水循環…	運動：海流、潮汐等
6 上	變化：天氣變化、大地奧秘…….	台灣氣候與海洋
6 下	生物與環境	地球暖化

六、海洋資源與能源利用

(一)學習目標

1.瞭解地球水資源的分佈情形。

2.目前海洋資源的利用。

3. .瞭解台灣未來應如何應用海洋資源。

4.教導小朋友廢物利用之概念。

(二)課程操作

1.與小朋友說明，並在 A3 大小圖紙上創作。

2.將小朋友帶領至海邊收集有需的素材(以廢物利用之素材最佳)。

3.將素材帶回教室利用保麗龍膠、白膠及水彩做出想像中的藝術品(可為平面或立體)。

4.分別讓小朋友報告自己藝術創作的概念。

(三)可以配搭小學課程項目及課程大綱

在本課程中以教導學生環保之概念與廢物再利用之方法，藉由融入式活動教學，呈現出小朋友廢物利用之成果與力行。

表 20 海洋資源與能源利用課程適用年級課程(社會科)

海洋資源與能源利用課程適用年級課程 (社會科)		
年級	課程大綱	課程內容
6 下	台灣走向世界，全球環境課題探討	海洋資源與能源科技

表 21 海洋資源與能源利用課程適用年級課程(自然科)

海洋科學課程適用年級課程 (自然科)		
年級	課程大綱	課程內容
4 下	移動：時間、水、電流	海洋資源與能源科技發展
5 下	持續的向度：生命繁衍、聲音傳播	海洋資源與能源科技發展

(四)教材

A3 大小圖紙、水彩、保麗龍膠、海岸素材。

附件六

期末簡報

交通部運輸研究所

港灣生態景觀營造規劃設計(2/4)

期末簡報

提案單位：台灣溼地學會
計畫主持人：李麗雪 • 共同主持人：郭一羽 • 朱達仁

期中會議回覆

3

簡報大綱

壹、計畫緣起
貳、分年計畫之執行目標
參、年度工作項目及執行內容
肆、預期成果及效益
伍、工作執行成果
陸、後續工作項目

壹、計畫緣起

4

- 港灣具有豐富景觀及生態資源，且港灣結構物易於形成海洋生物良好棲地。
- 而港灣水岸被加以美化而開放做爲親水空間，在國內外均已有不少成功案例。
- 港灣水質、結構物、親水設施等的改善與美化需要有工程設計上的定量描述，使具一般通用性規範，以利環境營造。
- 本計畫成果即在擬定規範手冊、案例做爲願景營造的基礎。

貳、分年計畫之執行目標

5

- 第一年：規劃設計準則擬定 （98年度已完成）

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（本年度執行重點）

花蓮港區整體環境營造規劃。

- 第三年：台北港案例分析

以新時代港口建設爲訴求，配合淡水河口之　　台北港區整體環境營造規劃。

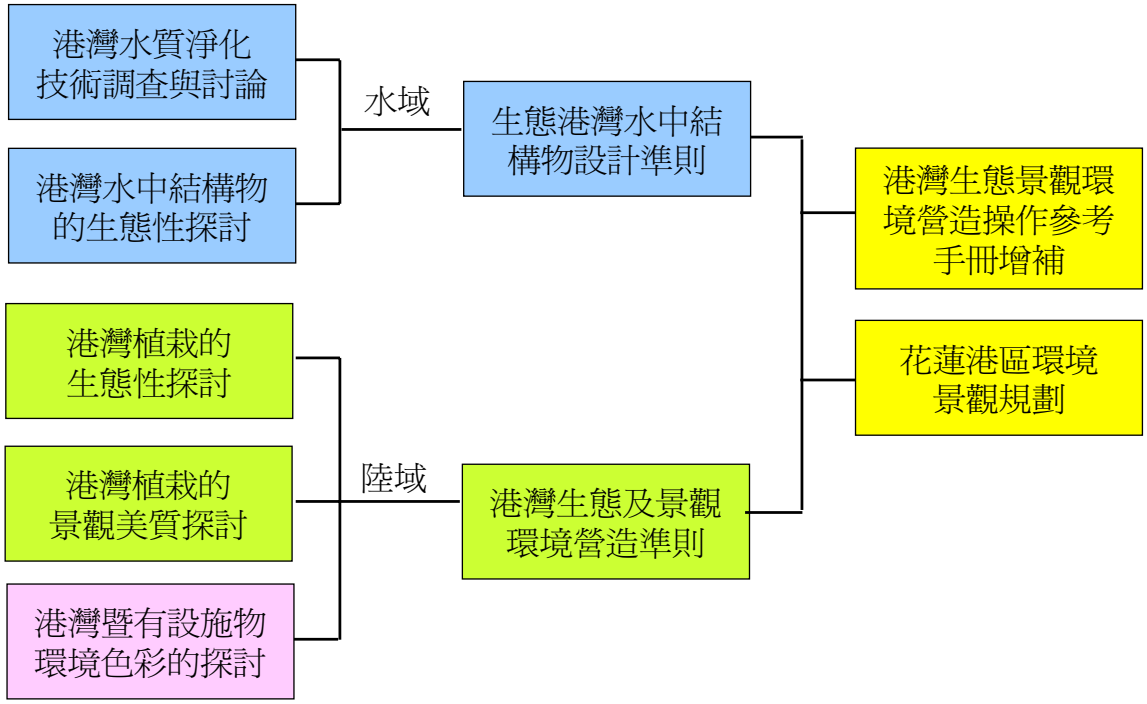
- 第四年：制訂規劃設計規範

制定適用國內港灣工程規劃設計之規範手冊。

參、工作項目及執行內容

6

1. 水質淨化技術資料持續蒐集與探討。
2. 修定港灣生態環境評估準則。
3. 修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持續蒐集與探討。
5. 擬定港灣景觀美質評估準則及進行分級評估。
6. 以景觀休閒遊憩爲主軸，針對花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析。
7. 編訂海洋相關教材並舉行教育訓練。



肆、預期成果及效益

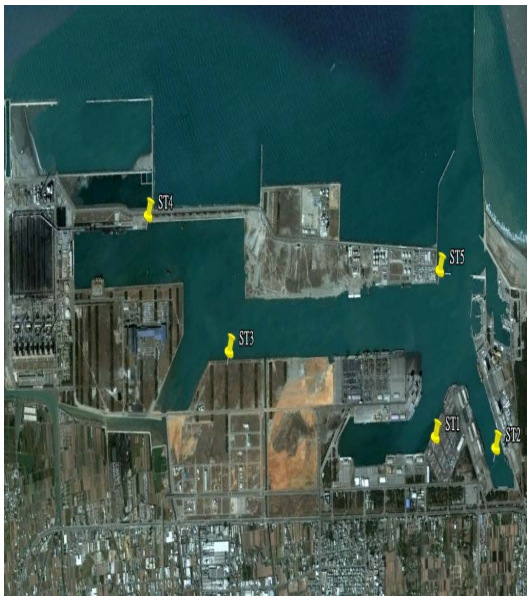
- 商港港口環境景觀營造相關資料蒐集與建檔。
- 港灣生態景觀環境營造操作參考手冊(草案)。
- 花蓮港區以及南北濱海岸之整體環境營造規劃進行案例分析。

伍、工作執行成果

1.水質淨化技術資料蒐集與探討

- 採樣（水質和浮游生物）調查位置（99年度）

台北港測站位置



台中港測站位置

項目	高雄港	花蓮港	基隆港	台中港	台北港
溶氧(mg/L)	3.10~6.04	5.74~7.20	0.72 ~6.51	3.18~5.53	0.29~5.3
透明度(M)	1.23~1.99	3.70~3.88	0.68~3.75	1.47~3.19	1.95~3.61
濁度(NTU)	2.27~7.37	1.60~2.67	1.28~8.97	1.47~4.33	1.95~5.39
生化需氧量(mg/L)	0.56 ~3.37	0.47 ~1.0	0.10~1.92	0.17~2.67	0.13~1.38
化學需氧量(mg/L)	650~115	10.8~26.9	62.40~130.0	3.18~5.53	6.0~25.0
氨氮(mg/L)	0.36 ~1.95	3.12~3.42	1.4~2.92	0.7~3.3	1.97~2.96
總磷(mg/L)	0.01 ~0.54	0.15 ~0.31	0.18~1.84	0.07~0.41	0.07~0.15
硝酸鹽(mg/L)	0.30~0.50	0.10	0.00~0.2	0.2~0.4	0.10
懸浮固體(mg/L)	11.50~34.17	11.00~19.50	9.33~16.67	12.0~22.0	13.5~21.67

港區水質評估

12

- **本研究以浮游生物來訂定水質的指標生物，考慮以能夠滿足下兩項原則所設定的條件：**

1.**考慮生物多樣性**

在生物多樣性高的地點常會出現的物種，而其在生物多樣性低的地點不會出現。

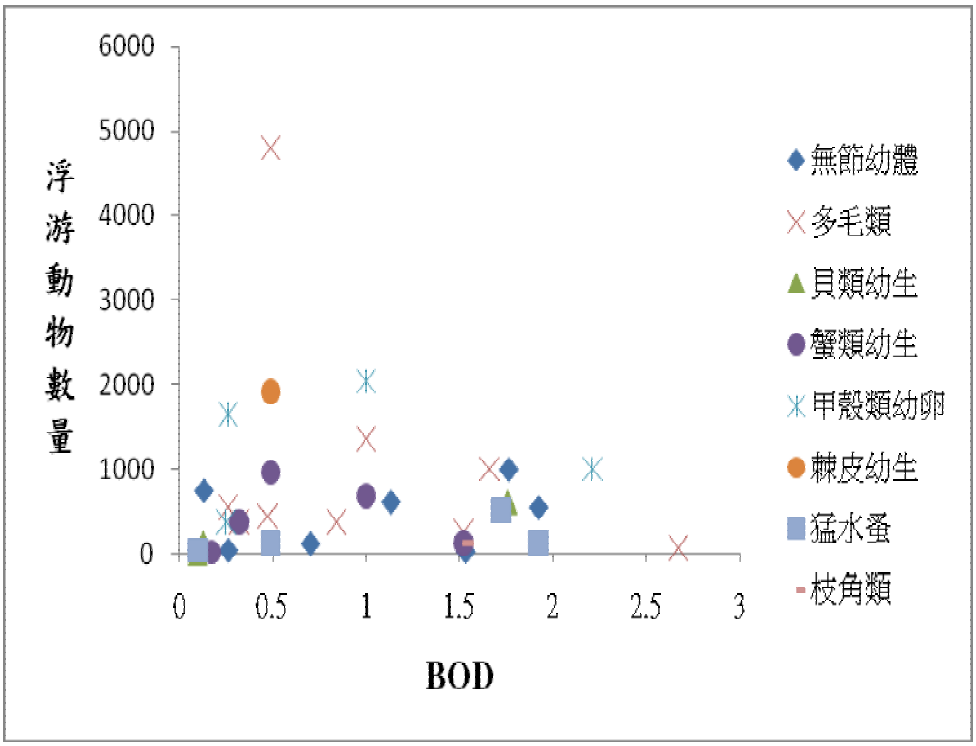
2.**考慮具有水產經濟性價值**

能使水產資源豐富的水質是我們喜好的水域。

台北港浮游動物伴隨物屬豐富度 共16屬浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
多毛類	8
無節幼体	8
甲殼類卵	8
貝類幼生	8
尾虫類	8
介形類	7.75
蟹類幼生	7.75
毛顎類	7.67
端腳類	7.67
海鞘幼生	7.5
哲水蚤	7.02
劍水蚤	7.02
猛水蚤	6.67
藤壺幼生	6.5
纖毛蟲	5
其他	5

台中港浮游動物伴隨物屬豐富度 共13屬浮游動物	
物種	伴隨物種豐富度
枝角類	9
多毛類	8
橈腳幼生	8
藤壺幼生	8
蟹類幼生	7.67
海鞘幼生	7.5
管水母	7
哲水蚤	6.8
劍水蚤	6.8
猛水蚤	6.8
甲殼類卵	6.8
端腳類	6.5
貝類幼生	6

紅色表示為具經濟性價值的浮游生物



基於上述兩個條件找出的指標生物之BOD適合區間
(在0.5mg/L時浮游動物的數量最大)

水質評估基準

水質因子	適合度分析結果
水溫	水溫在28.9℃時，水域指標生物的數量最大
鹽度	當鹽度在29.6%時浮游動物的數量最大
溶氧	與溶氧成正比
PH	當pH值在7.94時浮游動物的數量最大
電導度	當電導度為45.8ms/cm時浮游動物的數量最大
透明度	與透明度成正比關係
濁度	與濁度成反比關係
BOD	當BOD在0.5mg/L時浮游動物的數量最大
氨氮	氨氮在3.28時浮游動物的數量最大
總磷	總磷為0.19mg/L時浮游動物的數量最大
硝酸鹽	當硝酸鹽在0.1mg/L時浮游動物的數量最大
懸浮固體量	懸浮固體量為13mg/L時浮游動物的數量最大

2.修定港灣生態環境評估標準

- 浮游生物之生態指標生物遴選

本研究考慮以能夠滿足以下原則所設定的條件為指標生物：

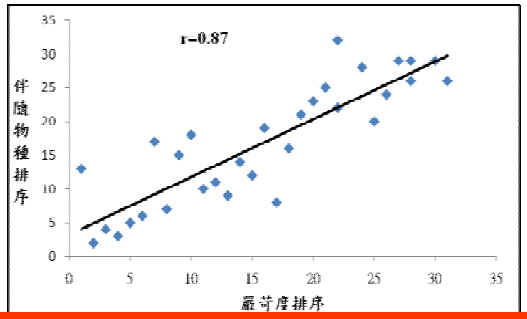
1.在生物多樣性高的地點常會出現的物種，而其在生物多樣性低的地點不會出現。

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。

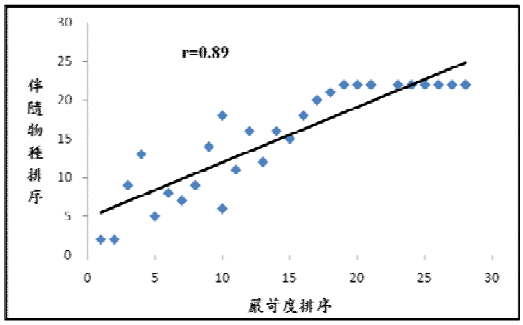
伴隨物屬豐富度與嚴苛度相關分析

17

- 嚴苛度的方法在計算上需要長期的水質及生物資料調查，研究上較為困難。而伴隨物屬豐富度的方法，只需調查物種數而不需調查棲地，在實際做指標生物的選擇時非常簡單方便。
- 本研究於此進行兩種方法的相關分析，目的是為了證明伴隨物種豐富度之可靠性。故本研究後續將以伴隨物屬豐富度的方法遴選指標生物。



97年伴隨物種排序與嚴苛度排序相關分析



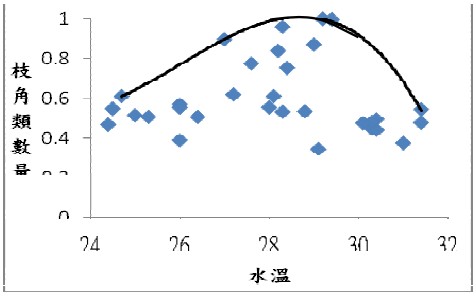
96年伴隨物種排序與嚴苛度排序相關分析

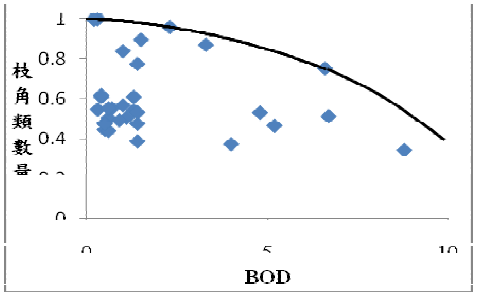
生態指標生物遴選結果

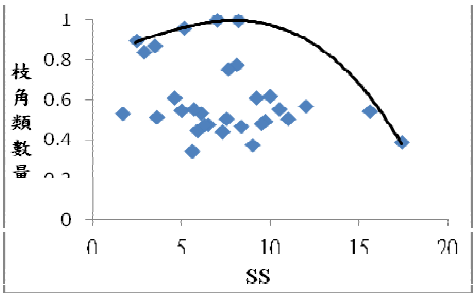
18

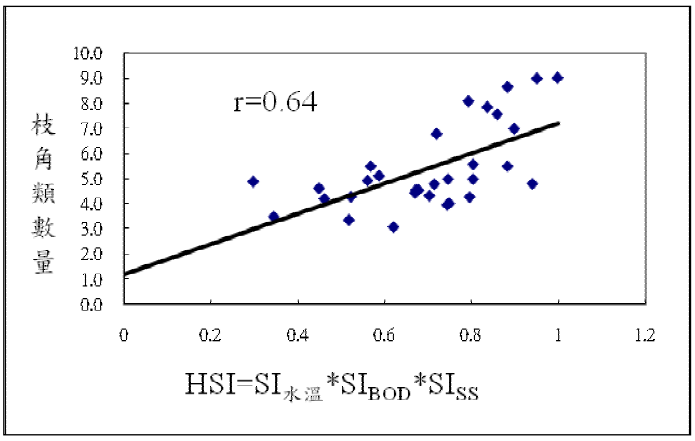
- 1.海桶
- 2.輪蟲類
- 3.翼足類
- 4.枝角類
- 5.無節幼體

枝角類浮游生物的棲地適合度曲線(SI)和棲地評估指標(HSI)模式









海岸潮間帶生態評估模式

- 本研究建議以底棲生物整合性指標法（B-IBI)來進行生態評估。評估內容包括：

1.Shannon-Wiener種類歧異度指數（H’）

2.單位面積之總種類豐富(#/m2)

3.單位面積之總種類生物量(g/m2)

4.單位面積之污染指標種類之生物量百分比(%)

5.單位面積之污染敏感性種類之豐富百分比(%)

6.單位面積之深溝沈積物中消費者之豐富百分比

7.單位面積之藻類種類豐富量(%)

在B-IBI的計算過程中使用的5、3、1三等級的計量方法，綜合各評分項目得分數，總分越低的表示棲地的評價等級也降級的越嚴重，如下表所示(收集新竹、彰化、台南的海岸底棲生物資料整理)。

多鹽沙環境系統(PO)棲地環境評分標準

項目	5	3	1
Shannon-Wiener種類多樣性指數（H'）	≥1.5	1-1.5	<1.0
單位面積之總種類豐富 (#/m^2)	≥10000or ≥6000	3000-10000or 3000-6000	<3000
單位面積之總種類生物量(g/m^2)	≥14	9-14	<9
單位面積之污染指標種類之生物量百分比(%)	≥100 or ≥67	67-100or 38-67	<67or <38
單位面積之污染敏感性種類（易受影響的）之豐富百分比(%)	≥150	120-150or 100-150	<120or <100
單位面積之深溝沈積物中消費者之豐富百分比(%)	≥230	150-230	<150
單位面積之藻類種類生物量(%)	≥23	1-23	<1

3.修定生態港灣水中結構物設計準則

台中港灣水中結構物生態特性調查點

1.防波堤，位置、類型、形狀

- 形式：傾斜式防波堤／階梯式防波堤等之複式斷面型式
- 材料：天然石塊
- 形狀：垂直壁水分可及處，作成具孔洞或溝紋狀之表面
- 位置：防波堤前拋置生態礁

2.碼頭

25

- 消波孔洞式護岸
- 善用碼頭防舷材可促進港區水域生態
- 增加棧橋式碼頭下的陽光
- 直立型碼頭牆面可施作溝紋，增加生物棲息及附著功能



3. 護岸

26

- 階梯式護岸或斜坡式護岸
- 砌石護岸表面不規則
- 時浸不到水的岸壁，採用立面植生增加生態和景觀效果


4.消波塊

27

- 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
- 不規則擺設的消波塊可有較多樣的生物棲地
- 增加消波塊表面粗造度
- 採用特殊水泥製造消波塊，以利海洋生物的棲息

港灣植生綠化

28

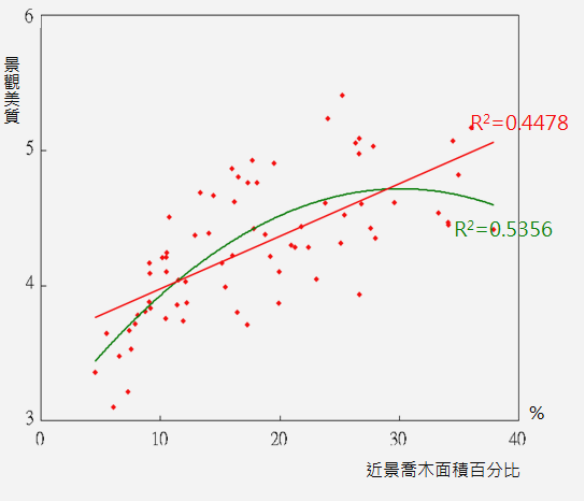
各港區公園植栽生態指標的比較

樣區	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
高雄港 海岸公園	0~0.48 (M=0.27)	0.48~3.44 (M=2.33)	0~14.16 (M=3.32)	0~29.29 (M=4.77)	0~33.63 (M=6.79)
台中港 森林公園	0~0.48 (M=0.21)	0.63~4.15 (M=2.72)	0.26~7.6 (M=3.85)	0~7.56 (M=1.27)	0~47.94 (M=5.54)
台中港 港區公園	0~0.57 (M=0.32)	2.09~3.83 (M=3.18)	0~21.47 (M=9.57)	0~3.1 (M=0.46)	1.87~23.31 (M=7.69)
花蓮港 海濱公園	0~0.74 (M=0.38)	1.55~3.49 (M=2.69)	0.08~1.52 (M=0.62)	0~45.5 (M=10.11)	0~46.62 (M=5.73)

景觀綠化與景觀美質關係探討

景觀單元面積	景觀美質
景觀美質	1
遠山面積	-.324**
沙灘面積	-.227
建物面積	-.661**
海水面積	-.199
天空面積	-.713**
遠喬面積	-.398**
近喬面積	.669**

海岸景觀單元面積與
景觀美質之相關性矩陣



近景喬木面積與景觀美質
之直線與曲線關係

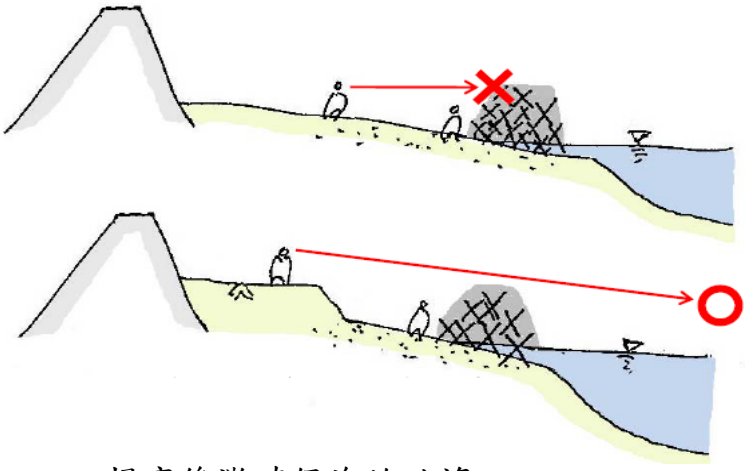
5.港灣景觀設計原則擬定

- 自然要素：海岸線、海灘、海岸林帶、岬、背後的丘陵和山等的，
- 人工要素：堤防、護岸、離岸堤、人工島、突堤等。

5.1自然要素的設計原則

1. 海灘

- 自然力量的平衡
- 地形與植生的變化形成不同的景觀風貌
- 眺望海及休憩活動的場所



提高後灘確保海的眺望

2. 海岸線

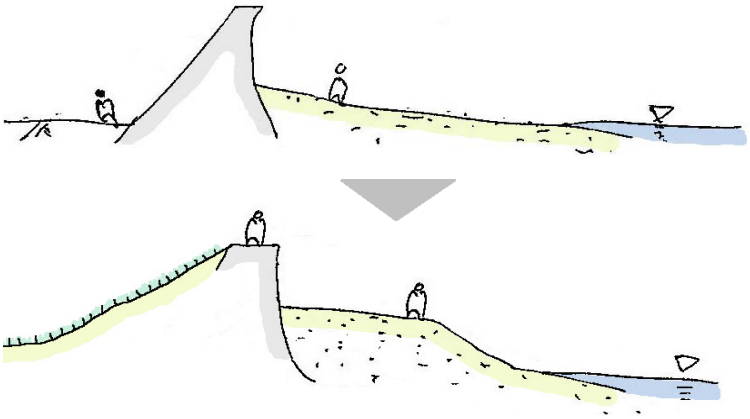
- 海岸線的形狀為當地的海岸特徵
- 眺望海岸線是欣賞海岸魅力的方式

排水道和突堤與海岸線融合一體化

5.2人工要素的設計原則

1. 海堤、護岸

- 要減緩構造物帶來的壓迫感和人工印象
- 緩和護岸邊界的設計
- 海堤與護岸作為觀景視點場



- 將後灘覆土提高
- 堤防和護岸緩傾斜化、植草綠化
- 提高海岸堤防、護岸的可及性
- 堤防、護岸上方活用作為視點場和遊覽路徑

減輕海堤壓迫感的設計

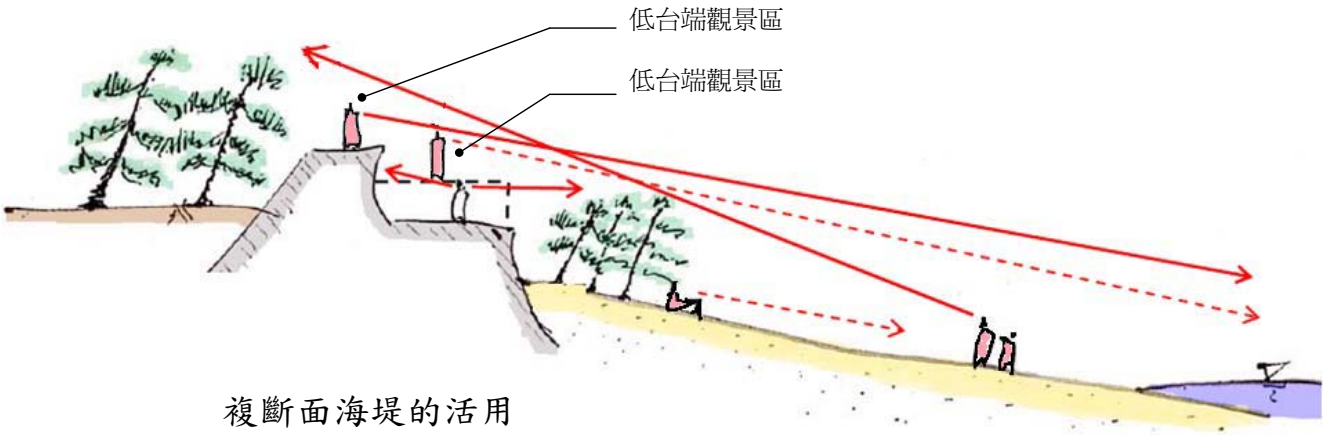
- 以「自然風尚」、「愛護海岸」為口號而進行的壁畫和彩繪，這樣的設計對於海岸景觀美質的提升沒有幫助。

- 反映「回波工程」機能而設計的海堤形狀，並運用石塊拼貼的方式，外觀的呈現與自然環境較能相互融合。

- 護岸，用大面積的塊石砌造。

- 階梯護岸以塊石設置，並種植草皮綠化，緩和護岸的人工印象。

- 「複斷面海堤」同時呈現兩個視點場
- 複斷面堤防的高台端及低台端可作為步道活用。



複斷面海堤的活用

2. 離岸堤

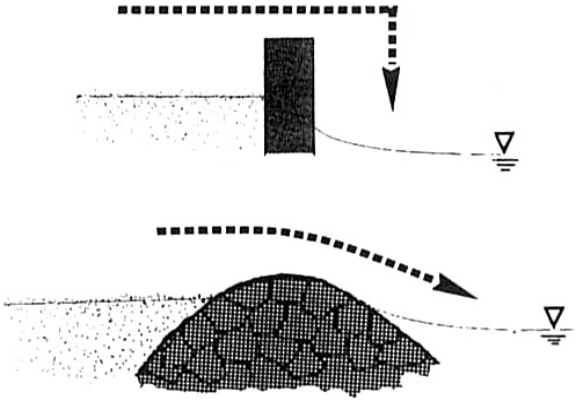
- 使波浪在堤前減衰並安定海灘
- 選擇能確保水平線的眺望的構造形式

附6-19

- 有腳式的新型離岸堤：漂砂流通不堆積。
- 傳統混凝土塊堤：沙舌或繫岸沙洲

3. 突堤、岬頭

■攔截沿岸漂沙以保護海岸不受侵蝕
■突堤的設計最好能與海灘滑順的收斂
■營造突堤、岬頭與海岸空間的整體感



■ 由於突堤上面的栽植，使突堤和背後的岬頭有一致性。在水平方向的設計中，沙灘上的護岸到接近突堤時稍稍增大，膨脹沙灘量，便能使海岸線延伸連續形成弓狀般的曲線形狀。

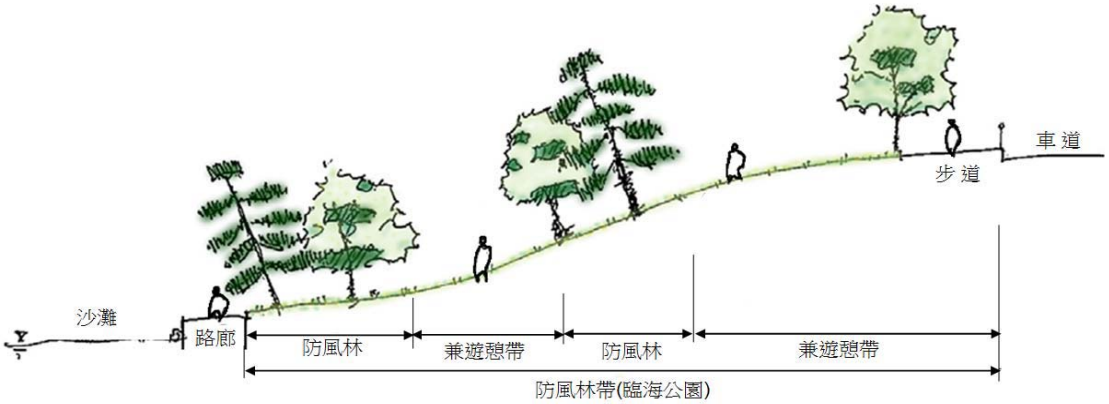
突堤與背後岬頭
形成整體性的空間

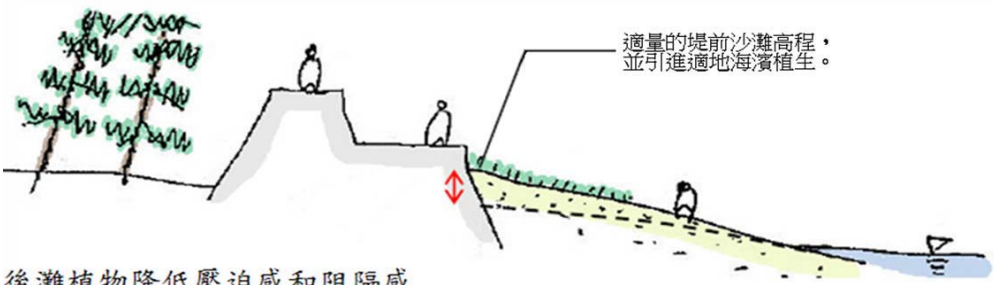
5.3海岸林、綠地、植栽

海岸植栽特性與設計的注意事項

- 防風、防潮、防沙
- 對人工元素的遮蔽
- 海濱與背後地視覺的關係性調整
- 自然海濱空間和背後都市之間的緩衝機能
- 確保綠蔭的存在
- 表現海岸景觀

- 減少眺望的阻礙，重視空間的、視覺的連續性。
- 創造海岸空間的整合性，緩和兩者間的不協調感。

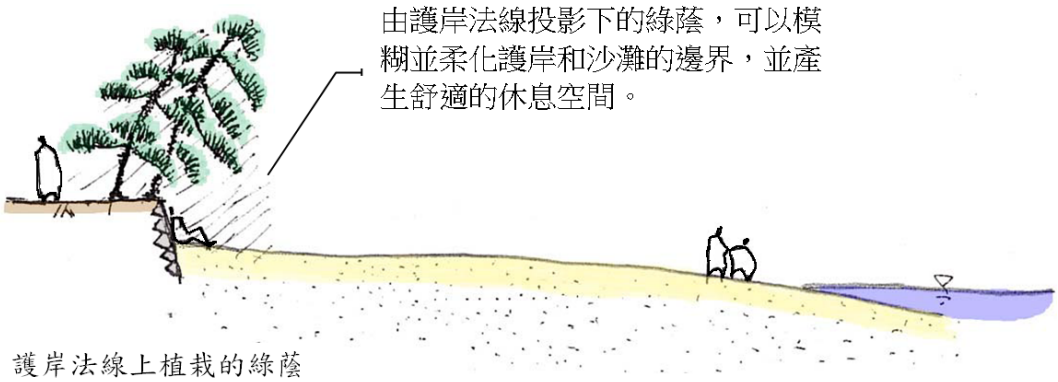




後灘植物降低壓迫感和阻隔感

附6-21

植栽的光影

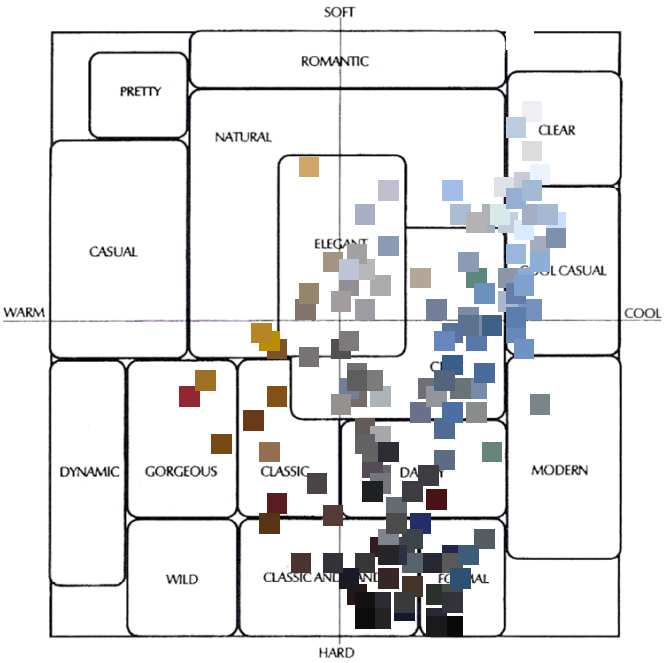


- 植栽可以做為呈現海岸景觀的自然元素，施種適合當地環境景觀的植物為優先考慮。

附6-22

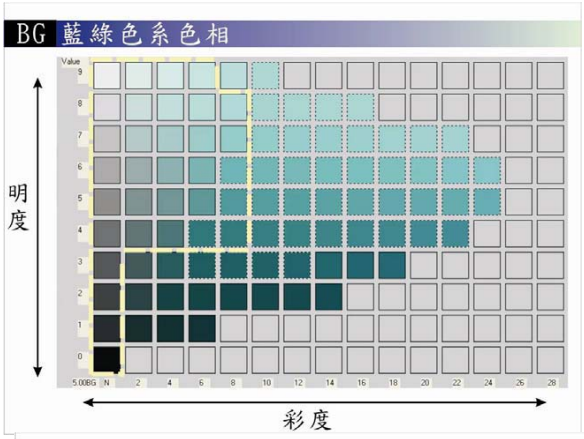
5.4 港灣設施物色彩

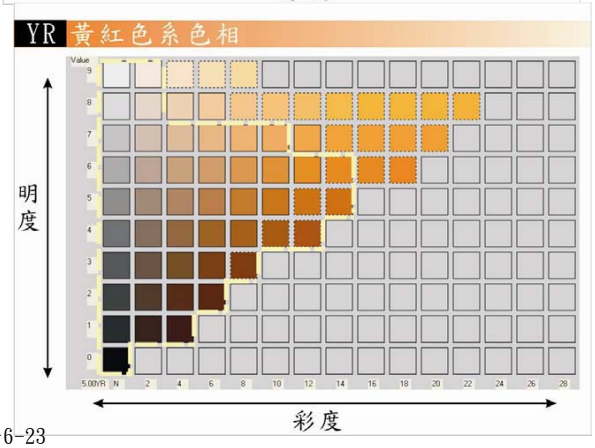
- 色彩分佈，屬寒色系、較爲生硬的顏色，暖色系多來自作業設施並呈濁色色調，在整體環境色彩中略顯突兀。
- 色彩意象，自然環境分佈在清爽、閒適的之間，人工構造物分佈在古典／華麗的之間。



花蓮港環境及設施物色彩意象量表分佈圖

- 色彩選用
- 寒色系明度較高彩度適中的色彩，以融入環境；
- 暖色系則不宜放入明度彩度皆高的色彩。



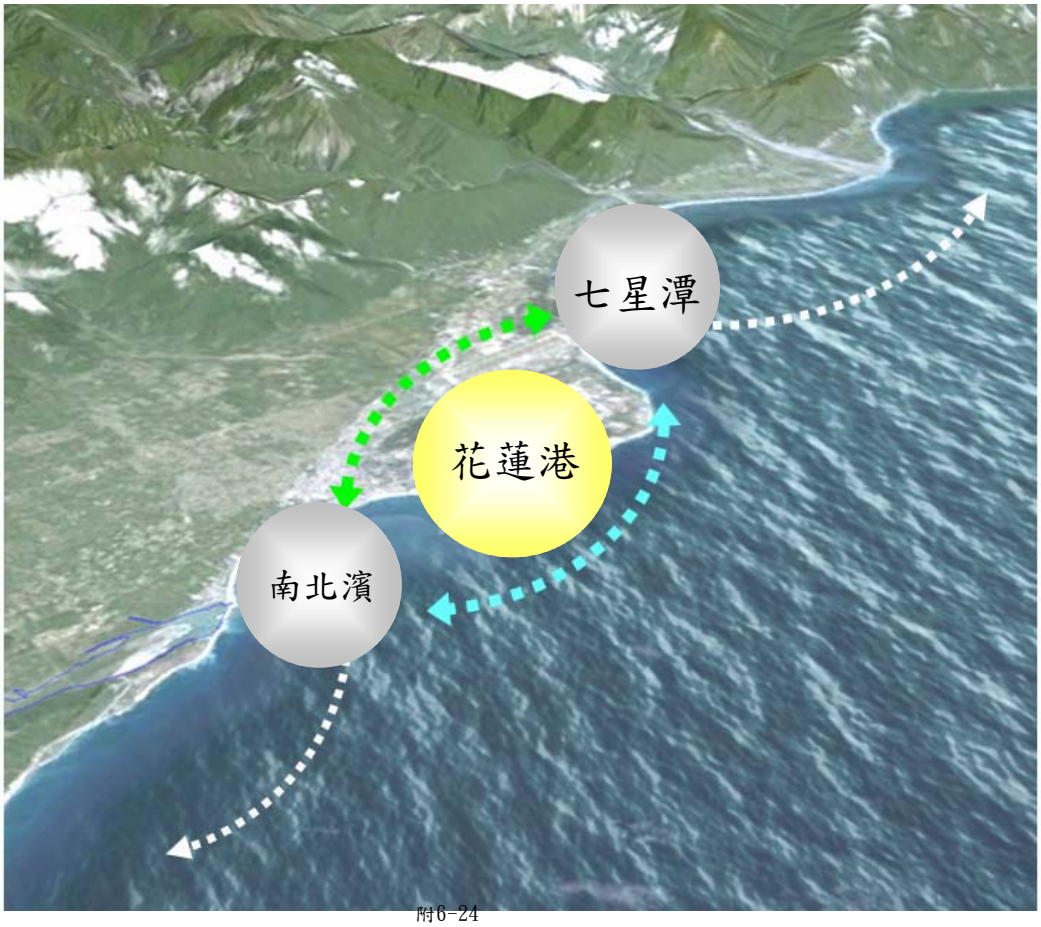


附6-23

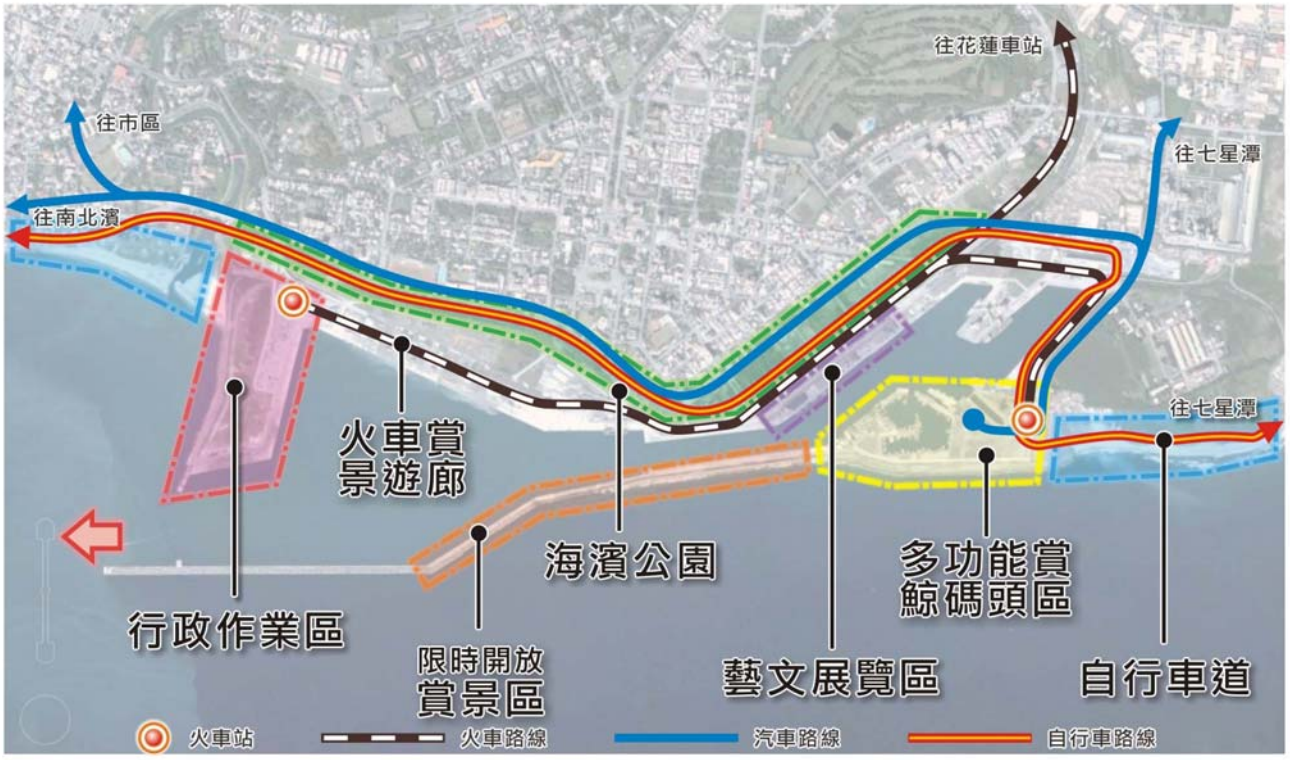
7.花蓮港環境營造

- 花蓮港海岸北臨七星潭、北邊有南北濱公園。
- 沿線散佈許多遊憩景點，主要是由全長約15公里的海濱自行車道串聯。
- 從花蓮海岸南濱公園往北濱公園，經曙光橋，進入花蓮港區，越過奇萊鼻(四八高地)，到七星潭海灣。沿途可欣賞美麗的花蓮山海風情。

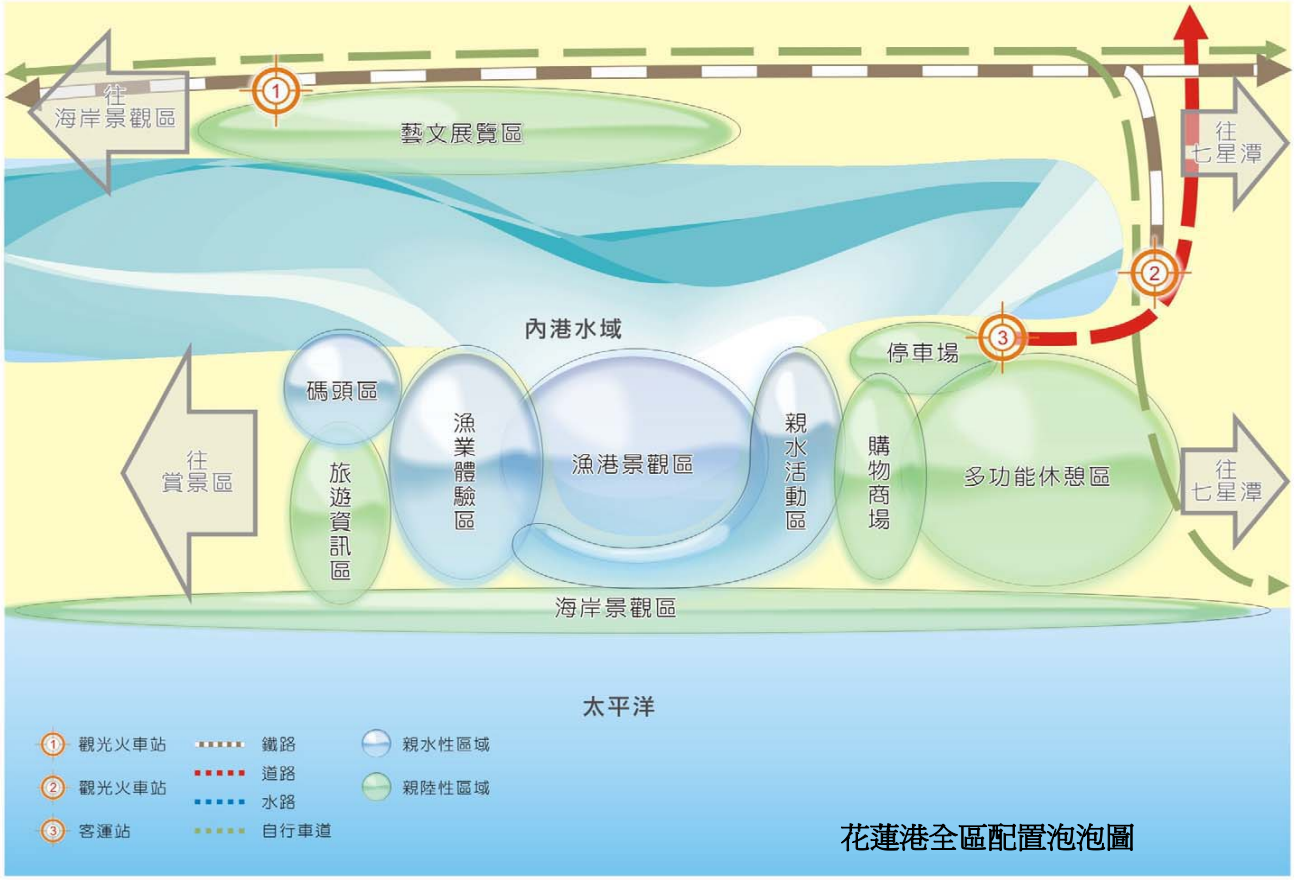
規劃構想



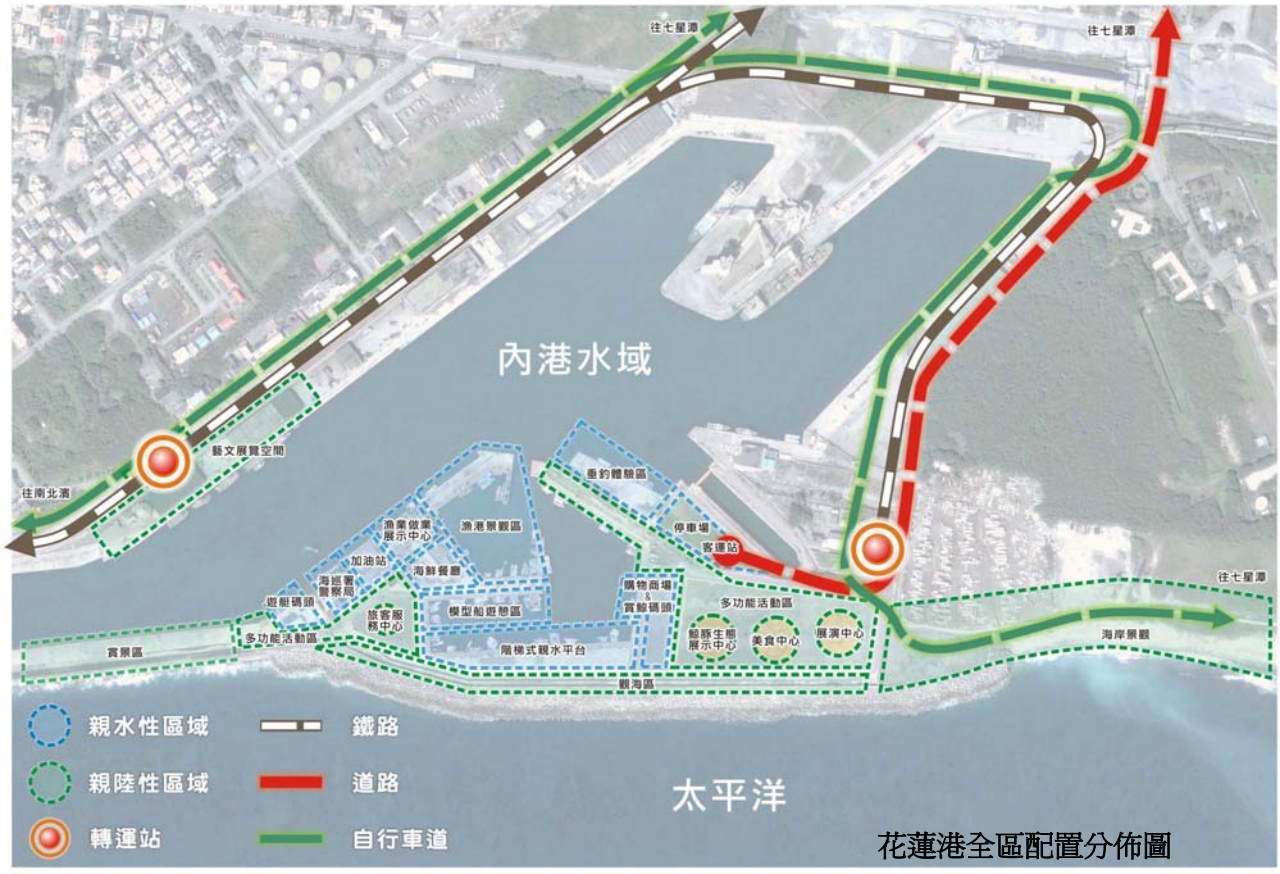
花蓮港長程發展構想圖



花蓮港短期環境營造構想圖



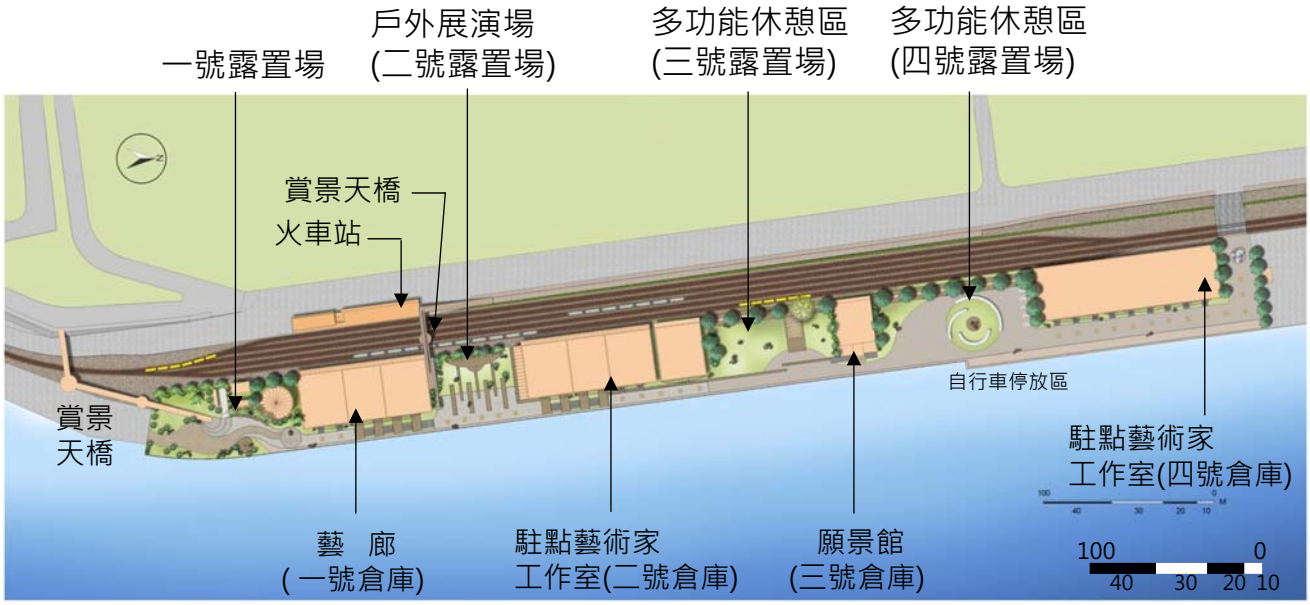
花蓮港全區配置泡泡圖



花蓮港全區配置分佈圖

花蓮港景觀環境營造發展構想平面配置圖

行政區平面配置圖



藝文展覽區平面配圖

附6-28

利用地被植物與植栽減少建築物的壓迫感，錯落的木平台與礁岩可緩衝硬舖面與地被的銜接邊緣並移轉視覺焦點。

57

銜接一號露置場與花蓮港車站的景觀天橋，利用結構輕量化減少壓迫，並利用植栽與礁岩，搭配木質系材質與景觀融合爲一。

58

藝文區對外銜接處設置入口意象，同時具導覽指標功能。

①火車站 ②停車場 / 客運站 ③多功能活動區 ④購物商場 ⑤垂釣體驗區
⑥漁港景觀區 ⑦階梯式親水平台 ⑧觀海區 ⑨遊客中心 ⑩多功能活動區
⑪海鮮餐廳 ⑫漁業作業展示中心 ⑬遊艇碼頭

多功能賞鯨碼區&提防區平面配圖

海堤陸側提高覆土，增加視覺可及性，並以植栽綠化。

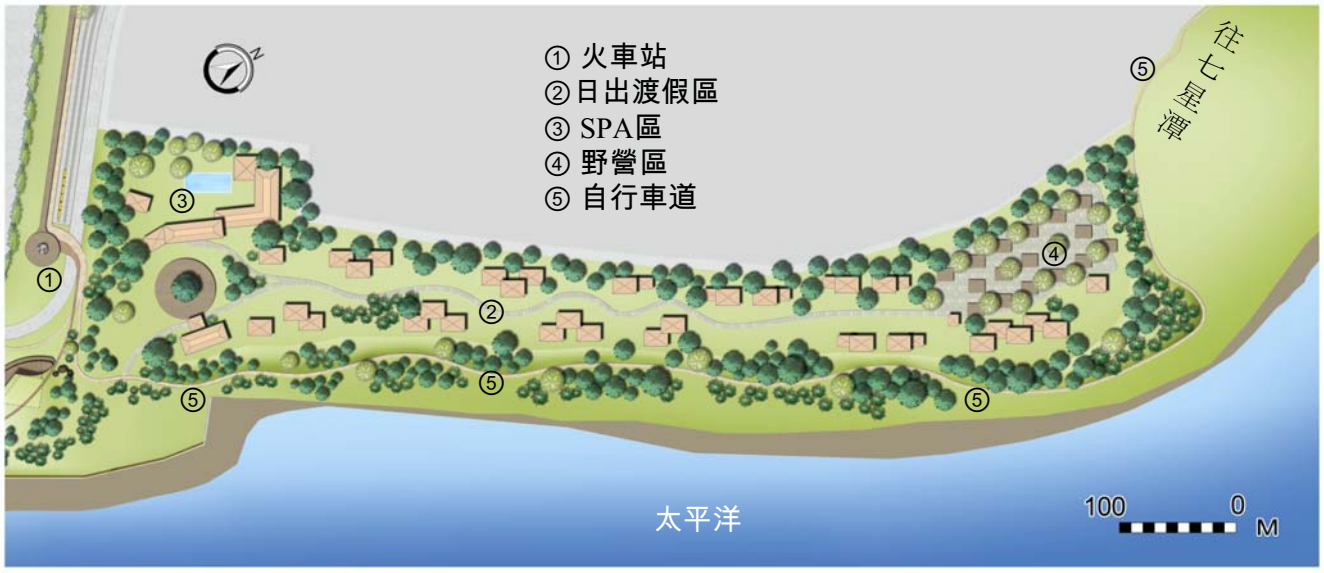
61

海堤陸側提高覆土，搭配階梯式親水平台，兩側均增加親水可及性。

62

利用木平台與造型欄杆取代水泥牆，增加可及性與親水性。錯落的礁岩與地形變化產生自然的休憩場所。

63



主要設計原則

利用植栽交錯群植於自行車道路兩旁，配合階段式的種植，減少季風的影響。

彎曲的自行車動線配合錯落的植栽，時而看到海景時而置身樹林，可增加行進時的視覺豐富度。配合隨處散置的自然礁岩，可讓遊客隨時休息。

65

左右交錯的植栽成爲自然的框景。

66