

98-68-7422
MOTC-IOT-97-H2DB002

生態型海岸保護工法研究(4/4)



交通部運輸研究所

中華民國 98 年 5 月

98-68-7422

MOTC-IOT-97-H2DB002

生態型海岸保護工法研究(4/4)

著者：徐如娟、蔡立宏、黃清和、林綉美
陳昌生、林志明、林文欽

交通部運輸研究所

中華民國 98 年 5 月

98
生態型海岸保護工法研究
(4/4)

交通部運輸研究所

GPN : 1009801340

定價 200 元

國家圖書館出版品預行編目資料

生態型海岸保護工法研究. (4/4) / 徐如娟等著

. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民
98.05

面; 公分

參考書面:面

ISBN 978-986-01-8720-5(平裝)

1. 海岸工程 2. 生態工法

443.3

98009645

生態型海岸保護工法研究(4/4)

著 者：徐如娟、蔡立宏、黃清和、林綉美、陳昌生、林志明、林文欽

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 98 年 5 月

印 刷 者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 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：1009801340

ISBN：978-986-01-8720-5(平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：生態型海岸保護工法研究(4/4)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-01-8720-5（平裝）	政府出版品統一編號 1009801340	運輸研究所出版品編號 98-68-7422	計畫編號 97-H2DB002
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：蔡立宏 研究人員：徐如娟 聯絡電話：04-26587177 傳真號碼：04-26560661	合作研究單位：建國科技大學 計畫主持人：黃清和 研究人員：林綉美、陳昌生、林志明 林文欽 地址：彰化市介壽北路1號 聯絡電話：04-7111140		研究期間 自97年3月 至97年10月
關鍵詞：海藻著生；海藻總豐富度；生態型海岸保護工法			
<p>摘要：</p> <p>本研究於97年3月、5月及8月在臺灣東部臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤進行三季次調查，共發現22種海藻。第一季潮下帶及潮間帶雖發現綠藻門石蓴科石蓴屬（石蓴、孔石蓴）為優勢種（覆蓋率1.0~15%），但第二季之極優勢藻種為紅藻門珊瑚藻科的寬扁叉節藻（<i>Amphiroa dilatata</i>），潮下帶覆蓋率可高達25%，東部海域的海藻相較為特殊之處，第三季則無發現任何優勢藻種。成功離岸堤與新港海堤之藻種組成相似度較為接近，而潮下帶藻種組成相似性在成功與新蘭海域不同測站之間還算頗高，推測可能與臺東海域受到黑潮洋流影響分佈所致。另新蘭突堤因消波塊擺設之位置較高，浸泡在海水之時間不長，故與其它測站之間之藻種組成相似性皆不高。比較95、96及97年於臺灣西、北及東部海域之海藻著生效果，北部及東部海藻種類季節性變化前二季變化較南部為大，且西、北及東部南北部海岸均於第二季為最豐富，而第三季海藻種類與數量，皆有相同大量下滑趨勢。成功離岸堤附加藻場機能，主要工法係在離岸堤海側增加適合紅藻門寬扁叉節藻生長水深繁殖水深範圍段之消波塊，增加浸水範圍與面積（約12 m²/m）；新港突堤附加藻場機能，主要工法係在既有海堤基礎，增加適合綠藻門裂片石蓴生長水深之平台段及增加浸水範圍與面積（約10 m²/m）。</p> <p>本研究調查臺灣西、北及東部特定鄰港地區，其不同結構物附件之海洋環境以及藻類生長之情形，並分析及探討其相關性，並提出在既有結構附加藻場生態機能之建議生態工法設計。依據本研究分析結果及設計方案可作為本所、施政設計單位以及各機關擬進行藻場生態復育海岸結構物設計之重要的參考。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
98年5月	182	200	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。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/>年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: A Study of Ecological Engineering Methods in Shore Protection Engineering (4/4)			
ISBN (OR ISSN) ISBN978-986-01-8720-5(pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009801340	IOT SERIAL NUMBER 98-68-7422	PROJECT NUMBER 97-H2DB002
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tsai Li-hung PROJECT STAFF: Hsu Ju-chuan PHONE: (04) 26587177 FAX: (04) 26560661			PROJECT PERIOD FROM March 2008 TO October 2008
RESEARCH AGENCY: Chienkuo Technology University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hwang Ching-her PROJECT STAFF: Lin Showe-mei, Chen Chang-sheng, Lin Chih-ming, Lin Wen-chin ADDRESS: No. 1, Chieh Shou N. Road, Changhua City 500, Taiwan, R.O.C. PHONE: (04) 7111140			
KEY WORDS: Seaweed Attachment, Total Seaweed Abundance, Coastal Eco-Engineering Construction Methods			
<p>This research was conducted from early spring through late summer near the coastlines of Chengkung and Sinlan Harbor. Three seasonal investigations were done to monitor seaweed attachment and abundance on the wave breakers or shaped concrete blocks in March, May and August. Twenty two species of seaweeds in total were found, among them, the green alga genus <i>Ulva</i> was the most abundant species in the first seasonal investigation, whereas the coverage rate of the red alga <i>Amphiroa dilatata</i> was more than 25%, presenting the absolute abundant species in the investigation areas. However, no absolute abundant species (the coverage rate more than 25%) was found in August during the third investigation.</p> <p>The seaweed composition on the detached breakwater in Chengkung showed a close similarity to that on the seawalls nearby (New Harbor), whereas the species found on the submerged breakwater in Cheng-Kung are similar to that found in the sub tidal zone of Sinlan Harbor. This might be a result showing that Kuroshio Current influences the marine algal composition in two harbors. On the other hand, the seaweed species appearing on the exposed wave-breakers in Sinlan Harbor showed low similarity to that of the other places. This might be due to the breakwater in Sinlan were placed at higher tidal areas and having been exposed to sunlight.</p> <p>When comparing the species richness and abundance of the seaweeds appearing on the artificial concrete stones from the investigation sites in southern, northeastern and eastern Taiwan, the species richness and abundance of seaweed were much higher in the second season of the investigations (May) However, the seaweed richness was largely decreased in all the investigation sites.</p> <p>The construction method of the eco-engineering to increase the seaweed ecological function and growth on the breakwater in Cheng-Kung will be to increase the number of wave dissipating concrete blocks, suitable water depth and surface areas (ca. 12 m²/m) for the red alga <i>Amphiroa dilatata</i>. On the other hand, the construction method of the eco-engineering to increase the seaweed ecological function and growth on the breakwater in Sinlan Harbor will be to increase suitable water depth and surface areas (ca. 12 m²/m) for the green alga <i>Ulva fasciata</i>.</p> <p>This research can both uphold and sustain the environmental. It has not only considered the coast safety, but also its effect on walkway and ecology. The results can provide government institutes and consultants, including Ministry of Transportation and Communications, harbor bureaus, the Water Resource Agency, consultant incorporations et al., with references for the design of ecological coastal structures to protect the coastal environments.</p>			
DATE OF PUBLICATION May 2009	NUMBER OF PAGES 182	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

生態型海岸保護工法研究(4/4)

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
表目錄	VII
圖目錄	IX
照片目錄	XII
第一章 緒論	1-1
1.1 前言	1-1
1.2 研究動機及目的	1-4
1.3 研究方法與步驟	1-5
1.4 前期研究計畫概要	1-9
1.5 本文組織	1-17
第二章 東部海岸結構物與海藻生態環境調查方法	2-1
2.1 調查目的	2-1
2.2 調查對象	2-2
2.2.1 研究調查海岸	2-2
2.2.2 對象結構物	2-4
2.3 自然環境	2-15
2.3.1 氣象	2-15
2.3.2 海象	2-18
2.4 調查項目與方法	2-20
2.4.1 調查項目	2-20
2.4.2 調查方法	2-21
第三章 東部海岸結構物海藻著生與水質環境調查成果	3-1
3.1 海水水質調查結果	3-1
3.1.1 第一季 (97年3月)	3-1

3.1.2	第二季 (97 年 5 月)	3-6
3.1.3	第三季 (97 年 8 月)	3-8
3.2	著生海藻調查結果	3-10
3.2.1	第一季 (97 年 3 月)	3-10
3.2.2	第二季 (97 年 5 月)	3-15
3.2.3	第三季 (97 年 8 月)	3-20
第四章	海岸結構物海藻著生效果與環境因子相關性分析	4-1
4.1	海水水質環境分析	4-1
4.1.1	溫度與鹽度的季節性變化	4-1
4.1.2	pH 值與溶氧量的季節性變化	4-2
4.1.3	水體營養鹽的季節性變化	4-2
4.1.4	濁度與光照度的季節性變化	4-4
4.2	海藻著生分析	4-7
4.2.1	優勢種和藻種的季節性變化分析	4-7
4.2.2	海藻種類季節性變化與相似性分析	4-13
4.2.3	海藻種類季節性變化與共有種率分析	4-19
4.2.4	海藻種類季節性變化與多樣性分析	4-25
4.3	海藻著生效果與水質環境分析	4-29
4.3.1	海藻豐富度與水溫和相關的營養鹽季節性變化分析	4-29
4.3.2	海藻豐富度與光照度、深度和濁度季節性變化分析	4-31
4.3.3	海藻種類季節性變化與不同區域上著生的分析	4-33
4.4	海藻著生效果與海岸結構物相關性分析	4-36
4.4.1	海藻著生與海岸結構物型式	4-36
4.4.2	海藻著生與結構物施作年代	4-39
4.4.3	海藻著生與海岸結構物水深	4-39
4.4.4	結構物兩側之海藻著生分析	4-41
4.5	海藻著生效果與基質環境分析	4-44
第五章	西、北及東部海岸結構物藻類著生差異性探討	5-1
5.1	西、北及東部海岸結構物海藻著生情形之差異性	5-1
5.1.1	西、北及東部海岸結構物海藻著生優勢種分析	5-1
5.1.2	西、北及東部海岸結構物海藻種類季節性變化分析	5-6

5.1.3	西、北及東部海岸結構物海藻著生空間分佈及覆蓋率 分析	5-9
5.2	西、北及東部海岸結構物海藻著生與水質環境之差異性....	5-12
5.2.1	西、北及東部海岸結構物海藻豐富度與營養鹽變化 分析	5-12
5.2.2	西、北及東部海岸結構物海藻豐富度與光照度變化 分析	5-13
5.2.3	西、北及東部海岸結構物海藻豐富度與濁度、深度 變化分析	5-14
第六章 適合臺灣海岸保護結構物兼具生態之工法研擬....		6-1
6.1	藻場造成型海岸保護工法之基本計畫	6-1
6.1.1	生態型海岸保護結構物建設檢討流程	6-1
6.1.2	影響藻場生育之環境因子	6-4
6.1.3	改善影響藻場生育環境之工法	6-9
6.2	傳統海岸保護結構物附加藻場生態機能之改善對策.....	6-12
6.2.1	藻場造成型海岸保護結構物斷面之基本構想	6-12
6.2.2	海岸保護結構物附加生態機能(藻場造成)基本對策 ..	6-13
6.2.3	藻場造成型生態型海岸保護結構物之設計流程	6-17
6.2.4	藻場造成型生態型海岸保護結構物設計應注意事項..	6-17
6.2.5	臺灣地區海藻場主要分佈地區	6-20
6.3	西部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-21
6.3.1	對象海藻	6-21
6.3.2	西部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-21
6.4	北部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-25
6.4.1	對象海藻	6-25
6.4.2	北部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-25
6.5	東部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-29
6.5.1	對象海藻	6-29
6.5.2	東部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例	6-29
第七章 結論與建議.....		7-1
7.1	結論	7-1

7.2 建議	7-3
參考文獻	參-1
附錄 A 期中報告審查意見及處理情形	
附錄 B 期末報告審查意見及處理情形	
附錄 C 期末報告簡報資料	

表 目 錄

表 1-1 「生態型海岸保護工法研究」全程計畫各年度內容與重點 ...	1-2
表 1-2 日本生態工法於海岸保護工法之應用方式	1-11
表 2-1 東部海岸保護結構物海藻生態環境調查位置	2-4
表 2-2 成功測站氣象統計表(1971~2000 年).....	2-16
表 2-3 成功測站氣象統計表(2007 年及 2008 年 1~4 月).....	2-16
表 2-4 成功波浪站之波高週期聯合分佈表(1993 年~2003 年).....	2-19
表 2-5 海水水質檢測項目之分析方法與依據	2-21
表 2-6 海水水質檢測項目之分析方法與依據	2-20
表 3-1 第一季(97 年 3 月)臺東新港漁港離岸堤、海堤及新蘭漁港 突堤附近之水質分析資料	3-5
表 3-2 第二季(97 年 5 月)臺東新港漁港離岸堤、海堤及新蘭漁港 突堤附近之水質分析資料	3-7
表 3-3 第三季(97 年 8 月)臺東新港漁港離岸堤、海堤及新蘭漁港 突堤附近之水質分析資料	3-9
表 3-4 第一季(97 年 3 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各 測站之海藻著生覆蓋率	3-11
表 3-5 第二季(97 年 5 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各 測站之海藻著生覆蓋率	3-16
表 3-6 第三季(97 年 8 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各 測站之海藻著生覆蓋率	3-21
表 4-1 第一季(97 年 3 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生之相似性率(CZ similarity)..	4-16
表 4-2 第二季(97 年 5 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生之相似性率(CZ similarity)..	4-17
表 4-3 第三季(97 年 8 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生之相似性率(CZ similarity)..	4-18
表 4-4 第一季(97 年 3 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生共有種率分析(PS similarty)	4-22
表 4-5 第二季(97 年 5 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生共有種率分析(PS similarty)	4-23

表 4-6	第三季(97年8月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤 測站海岸結構物之大型海藻著生共有種率分析(PS similarity)	4-24
表 4-7	各測站各季潮間帶海藻著生與磷酸鹽及氮鹽之分析表	4-30
表 4-8	各測站各季潮下帶海藻著生與磷酸鹽及氮鹽之分析表	4-30
表 4-9	成功離岸堤及新港海堤海藻著生與光照度、濁度、水溫 及深度	4-32
表 4-10	新蘭突堤南北側海藻著生與光照度、濁度、水溫及深度	4-32
表 4-11	各季潮間帶海藻著生、物種數、覆蓋率與水溫及鹽度分析	4-35
表 4-12	各季潮下帶海藻著生、物種數、覆蓋率與水溫及鹽度分析	4-35
表 4-13	各測站海藻著生之深度與水深關聯性分析	4-40
表 4-14	各測站各季海藻著生與基質環境關聯性分析	4-45
表 5-1	臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種比較表 (潮間帶)	5-3
表 5-2	臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種比較表 (潮下帶)	5-4
表 6-1	影響藻場生育之環境因子	6-4
表 6-2	影響藻場生育的環境因子及控制難易度	6-8
表 6-3	影響藻場生育環境因子之改善工法	6-11
表 6-4	海岸保護結構物附加藻場機能設計構造上應特別注意事項	6-19
表 6-5	西部屏東大鵬灣及林邊海岸海藻繁殖環境條件資料表	6-22
表 6-6	北部宜蘭頭城海岸海藻繁殖環境條件資料表	6-26
表 6-7	東部成功海岸海藻繁殖環境條件資料表	6-30

圖 目 錄

圖 1-1 「生態型海岸保護工法研究」各年度調查位置圖	1-3
圖 1-2 本研究工作流程圖.....	1-6
圖 1-3 生態型海岸保護工法之發展型態.....	1-10
圖 1-4 西部屏東海岸大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤	1-12
圖 1-5 北部頭城海水浴場南側突堤及烏石漁港大坑海堤離岸堤	1-15
圖 2-1 本研究海岸保護結構物海藻生態調查位置圖	2-3
圖 2-2 本研究對象離岸堤之空照圖(新港離岸堤).....	2-5
圖 2-3 本研究對象離岸堤之標準斷面圖及消波塊詳圖	2-6
圖 2-4 本研究對象海堤之標準斷面圖及消波塊詳圖	2-8
圖 2-5 本研究對象離岸堤(測站一)及海堤(測站二)之平面位置	2-9
圖 2-6 本研究對象突堤之平面位置及空照圖(新蘭突堤).....	2-12
圖 2-7 本研究對象突堤之平面圖與測站三及測站四位置圖	2-13
圖 2-8 本研究對象突堤之標準斷面圖及消波塊詳圖	2-14
圖 2-9 成功測站氣溫統計圖(2007 年).....	2-17
圖 2-10 成功測站風速統計圖(2007 年).....	2-17
圖 2-11 成功測站 2007 年潮位統計圖.....	2-18
圖 2-12 梗枋潮位站 2006 年潮位統計圖.....	2-17
圖 2-13 龜山島浮標測站 2004 年波浪統計分析圖	2-18
圖 4-1 各監測點水體營養鹽 DIN 與 DIP 關係圖	4-5
圖 4-2 各監測點水體 NO ₃ -N、DIN、DIP、N/P ratio 與 光照度相關性	4-6
圖 4-3 本研究四測站各季豐富度比較圖	4-9
圖 4-4 本研究四測站各季物種數比較圖	4-9
圖 4-5 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度 之比例(第一季).....	4-10
圖 4-6 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度 之比例(第二季).....	4-11
圖 4-7 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度 之比例(第三季).....	4-12

圖 4-8 第一季(97 年 3 月)各測站 Shannon-Wiener 多樣性指數分佈圖	4-25
圖 4-9 第二季(97 年 5 月)各測站 Shannon-Wiener 多樣性指數分佈圖	4-26
圖 4-10 第三季(97 年 8 月)各測站 Shannon-Wiener 多樣性指數分佈圖	4-27
圖 4-11 成功離岸堤及新蘭突堤結構斷面與潮間帶之關係圖	4-37
圖 4-12 新港海堤及新蘭突堤結構斷面與潮間帶之關係圖	4-38
圖 4-13 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第一季潮間帶)	4-42
圖 4-14 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第二季潮間帶)	4-43
圖 4-15 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第三季潮間帶)	4-43
圖 5-1 臺灣西、北及東部海岸之海藻著生優勢藻種	5-5
圖 5-2 臺灣西、北及東部海岸之海藻著生物種數季節性分佈比較 ...	5-8
圖 5-3 臺灣西、北及東部海岸之海藻著生覆蓋率季節性分佈比較 ..	5-11
圖 6-1 生態型海岸保護結構物建設檢討流程	6-3
圖 6-2 海底藻類與波浪之關係示意圖	6-5
圖 6-3 優勢藻類與波浪大小、底質、光照條件之關係	6-7
圖 6-4 海岸結構物模仿周邊藻場環境示意圖	6-12
圖 6-5 傳統海岸保護結構物附加生態機能之改善對策	6-13
圖 6-6 改良基本斷面形狀之生態型海岸結構物(以藻場造成型為例)	6-14
圖 6-7 增加原有斷面構造生物繁殖基質之生態型海岸結構物 (以藻場造成型為例)	6-15
圖 6-8 改良原有斷面構造部材之生態型海岸結構物 (以藻場造成型為例)	6-16
圖 6-9 藻場造成生態型海岸保護結構物之設計流程	6-18
圖 6-10 臺灣地區海藻主要分布區域	6-20
圖 6-11 設計案例：屏東大鵬灣地區砂質海底之海域(導流堤)	6-23
圖 6-12 設計案例：屏東林邊地區砂質海底之海域(離岸堤)	6-24
圖 6-13 設計案例：宜蘭頭城地區砂質海底之海域(突堤)	6-27
圖 6-14 設計案例：宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底海域(離岸堤) ..	6-28

圖 6-15 設計案例：臺東成功地區岩質海底之海域(海堤).....	6-31
圖 6-16 設計案例：臺東成功地區岩質海底之海域(離岸堤).....	6-32

照片目錄

照片 1-1	西部海岸屏東大鵬灣導流堤測站一(裂片石蓴)照片	1-14
照片 1-2	西部海岸屏東林邊離岸堤測站三(裂片石蓴)照片	1-14
照片 1-3	北部海岸宜蘭頭城突堤及烏石漁港離岸堤藻類照片	1-16
照片 2-1	本研究調查之離岸堤現況	2-4
照片 2-2	本研究調查之海堤現況(新港海堤).....	2-7
照片 2-3	本研究調查之突堤現況(新蘭突堤).....	2-10
照片 2-4	本研究調查突堤之附著生態照片(新蘭突堤).....	2-11
照片 2-5	本研究調查之突堤現況(新蘭突堤).....	2-10
照片 2-6	本研究調查之突堤現況(新蘭突堤).....	2-10
照片 2-7	本研究調查之突堤現況(新蘭突堤).....	2-10
照片 3-1	臺東新港漁港北側離岸堤(測站一)海堤(測站二)現況照片	3-2
照片 3-2	新蘭漁港突堤(測站三、測站四)現況照片	3-3
照片 3-3	成功離岸堤及新港海堤海藻著生照片(第一季).....	3-13
照片 3-4	新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站三)海藻著生照片 (第一季).....	3-14
照片 3-5	成功離岸堤及新港海堤海藻著生照片(第二季).....	3-18
照片 3-6	新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站三)海藻著生照片 (第二季).....	3-19
照片 3-7	成功離岸堤及新港海堤海藻著生照片(第三季).....	3-23
照片 3-8	新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站三)海藻著生照片 (第三季).....	3-24

第一章 緒論

本研究為「生態型海岸保護工法研究」之第四年計畫，全程計畫共分四年進行，已分別於 94 年度（第一年）、95 年度（第二年）、96 年度（第三年）共進行三年度之研究；本 97 年度為第四年之計畫，進行東部海岸結構物之海藻著生調查，並與第二年、第三年之調查研究成果比較，研擬適合臺灣海岸結構物發展兼具海岸保護與生態之建議方案，俾供國內發展生態型海岸保護結構物之參考與應用。

1.1 前言

傳統海岸保護工法如海堤、突堤、離岸堤、潛堤等，大多以防潮禦浪之防災功能為主，近年由於世界潮流衝擊、國人環保意識高漲及海域休閒遊憩之興起，致使海岸保護工程之規劃除滿足國土保安之功能外，逐漸朝向兼具生態、景觀等多功能目標發展。國內於民國 87 年引進生態工法，有關生態工法之觀念與技術多應用於溪流整治、野溪復育、水利工程及水土保持等；近年來已有較多元之應用與發展，尤其海岸工程建設時往往造成藻場、漁場、濕地等海岸環境之破壞，對於自然環境與生態之影響較為忽視，未來海岸各項開發建設及保護結構物之規劃設計，除考量防災功能與結構安全外，須進一步融入生態理念，謀求與自然環境之和諧共生，以達到海岸環境維護與永續利用。

「交通部運輸研究所」鑒於國內生態工法在海岸工程應用尚處起步階段，而謀求工程建設與自然環境之和諧共生乃時代發展潮流，推行海岸生態工法已是必行方向，故乃自民國 94 年度起即有計畫的進行「生態型海岸保護工法研究」，全程計畫共分四年進行。第一年(94 年度)進行蒐集並探討國內外生態工法於海岸保護及港灣工程之應用與研究成果；第二年(95 年度)於西部屏東大鵬灣導流堤及林邊海域離岸堤，進行海藻著生調查及海藻著生與環境因子相關性之研究；第三年(96 年度)辦理北部頭城海水浴場突堤及烏石漁港大坑海堤離岸堤之生態調

查，分析其環境因子與生態效果，並研擬建議適合北部海岸結構物發展兼具海岸保護與生態之工法。

本年度為第四年(97 年度)之研究計畫，延續全程計畫之內容，進行東部海岸結構物之海藻著生調查，並進一步與第二年、第三年研究成果比較海岸結構物著生海藻之差異性，俾供國內發展生態型海岸保護結構物之參考應用，「生態型海岸保護工法研究」全程計畫各年度內容與重點，如表 1-1 所示。

表 1-1 「生態型海岸保護工法研究」全程計畫各年度內容與重點

計畫年度	調查海岸	調查地點	主要工作內容與重點
第一年 (94 年)			<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據國內外海岸保護工法之相關案例與文獻，分析實行效果。 2. 依據國內海岸生態環境，研究探討水質與附著性生物(海藻)之關係。 3. 分析國內外生態工法於海岸保護及港灣工程之應用情形。 4. 提出發展本土化生態型海岸保護工法之方向、調查計畫及結構物型式。
第二年 (95 年)	西部海岸 屏東林邊 及大鵬灣	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大鵬灣導流堤 2. 林邊離岸堤 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 選定西部海岸保護結構物之突堤、離岸堤各一處，調查其基本水質與生態環境。 2. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生特性及水質環境因子。 3. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生特性與水質、構造物環境因子相關性。
第三年 (96 年)	北部海岸 宜蘭頭城 及烏石	<ol style="list-style-type: none"> 1. 頭城海水浴場突堤 2. 烏石大坑海堤前離岸堤 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 選定北部海岸保護結構物之突堤、離岸堤各一處，調查其基本水質與生態環境。 2. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生特性與水質、構造物環境因子相關性。 3. 比較西、北部海岸結構物著生海藻之差異性 4. 研擬適合北部海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之工法。
第四年 (97 年)	東部海岸 臺東成功 及新蘭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新蘭漁港突堤 2. 新港漁港北側之離岸堤 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 選定東部海岸保護結構物之突堤或防波堤、離岸堤各一處，調查其基本水質與生態環境。 2. 分析調查對象突堤或防波堤、離岸堤之附著生態(藻類)效果及水質環境因子。 3. 探討臺灣西部、北部及東部海岸結構物附近著生藻類及水質環境之關係性與差異性。 4. 研提未來適合臺灣發展生態型海岸保護結構物之建議方案。

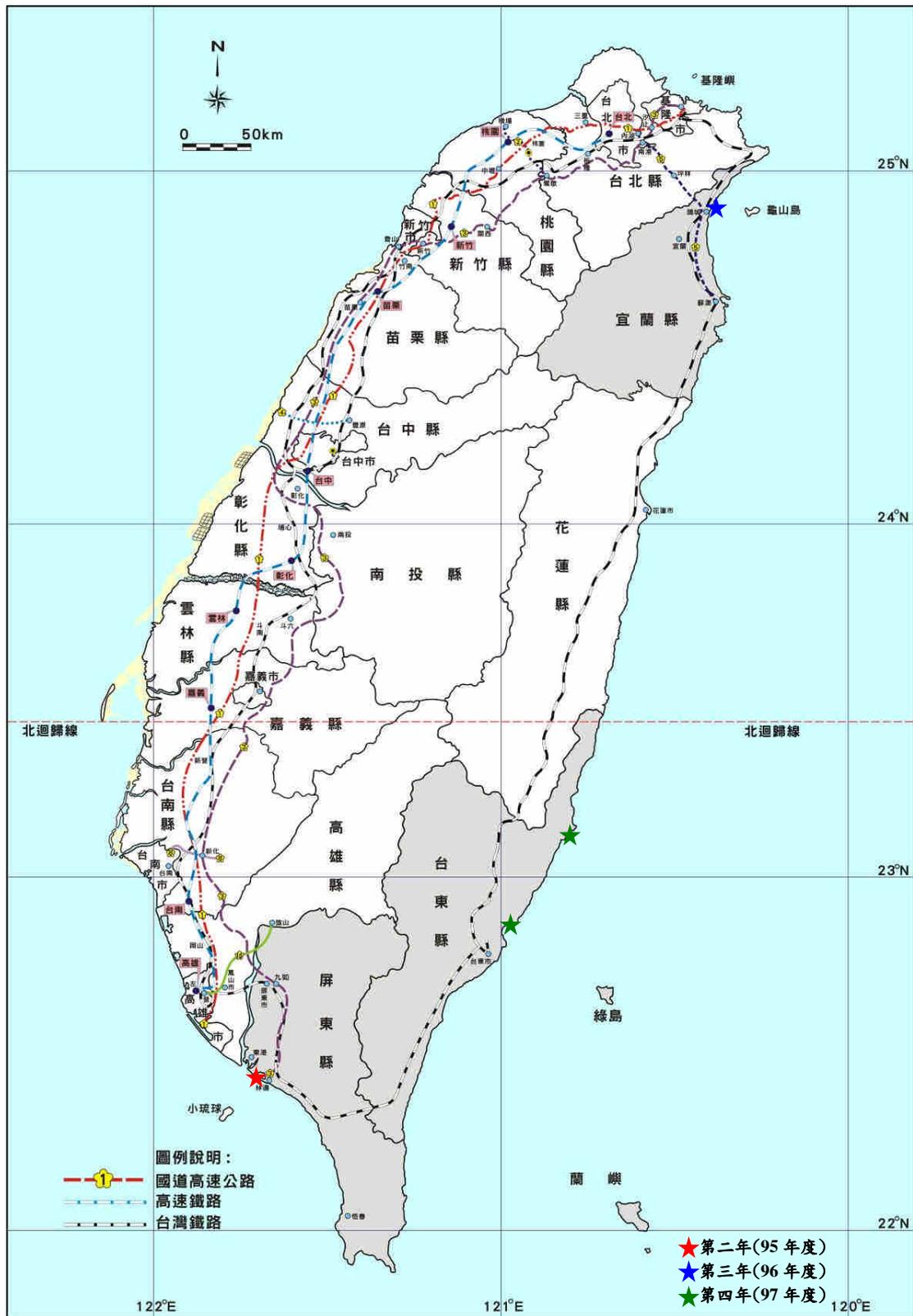


圖 1-1 「生態型海岸保護工法研究」各年度調查位置圖

1.2 研究動機及目的

21 世紀為國際環境之世紀，未來海岸工程建設應與自然環境相融合，以永續海岸利用為目標，將安全、生態、永續之概念付諸於工程建設中，達到環境保全、生態保育及創造等多功能發展。

鑒於國內過去傳統海岸保護工程之規劃與設計，主要係以防災功能與結構安全為考量，對於海岸自然環境較為忽略，長期下來不免發生環境衝擊、災害回噬等環境失序狀況，漸啟發人類思考開發手段之適當性，重新調整利用自然資源之心態與方式。隨著自然環境保全意識之提高及地球環境問題愈益受重視，謀求工程建設與自然環境之共生共存已為時代發展趨勢，未來海岸開發不能僅考慮安全性、經濟性及功能性等層面，必須同時兼顧自然生態環境之保護與復育。

故為因應世界發展潮流與國內整體海岸環境之演變與海域利用觀念之進步，謀求海岸工程建設與自然環境和諧共生乃時代發展潮流，推行海岸生態工法已是必行之方向。

本研究目的主要探討目前國內海岸保護結構物與海藻著生之相關性，並進一步研擬在海岸安全基礎下，將海岸保護結構物融入生態理念，探討研究兼具安全、保育、改善、創造生態環境之生態型海岸保護工法，提昇國內生態工法於海岸保護工法之工程應用技術，促進海岸保護工程建設與自然環境之共生共榮，俾供國內發展生態型海岸保護結構物之參考應用。

1.3 研究方法與步驟

本研究為「生態型海岸保護工法研究(4/4)」，工作內容主要針對東部海岸之臺東縣新蘭漁港突堤及新港漁港之離岸堤，進行海藻著生調查並分析海藻生態與水質及環境因子之相關性，同時比較本年度與前兩年度臺灣之西部、北部海岸結構物海藻著生調查之差異性，研擬適合東部海岸結構物發展兼具海岸保護與生態之工法，俾供國內發展生態型海岸保護結構物之參考應用。本工作流程如圖 1-2 所示。

1.海岸環境基本資料蒐集

蒐集研究對象之海岸結構物所處環境之基本資料，即臺東縣新蘭漁港突堤及新港漁港之離岸堤之結構物基本資料，及氣象、海象、水質等自然環境資料，以供調查研究之參考。

(1)作業項目

- ①結構物資料：堤體之斷面結構、型式、平面、位置。
- ②自然環境：氣象、海象、水質等資料。

(2)作業步驟與方法

- ①依據所蒐集到之對象結構物相關資料，包括位置、平面圖、斷面型式，供調查及分析工作之參考。
- ②參考臺東縣成功海岸及其附近區域之相關資料，蒐集有關海象、氣象、水質等基本資料，供調查及分析參考。

2.結構物附近水質及海藻著生調查

對於對象海岸保護工程所處環境進行生態調查，以供生態型海岸工法與環境因子之分析基礎。

(1)作業項目

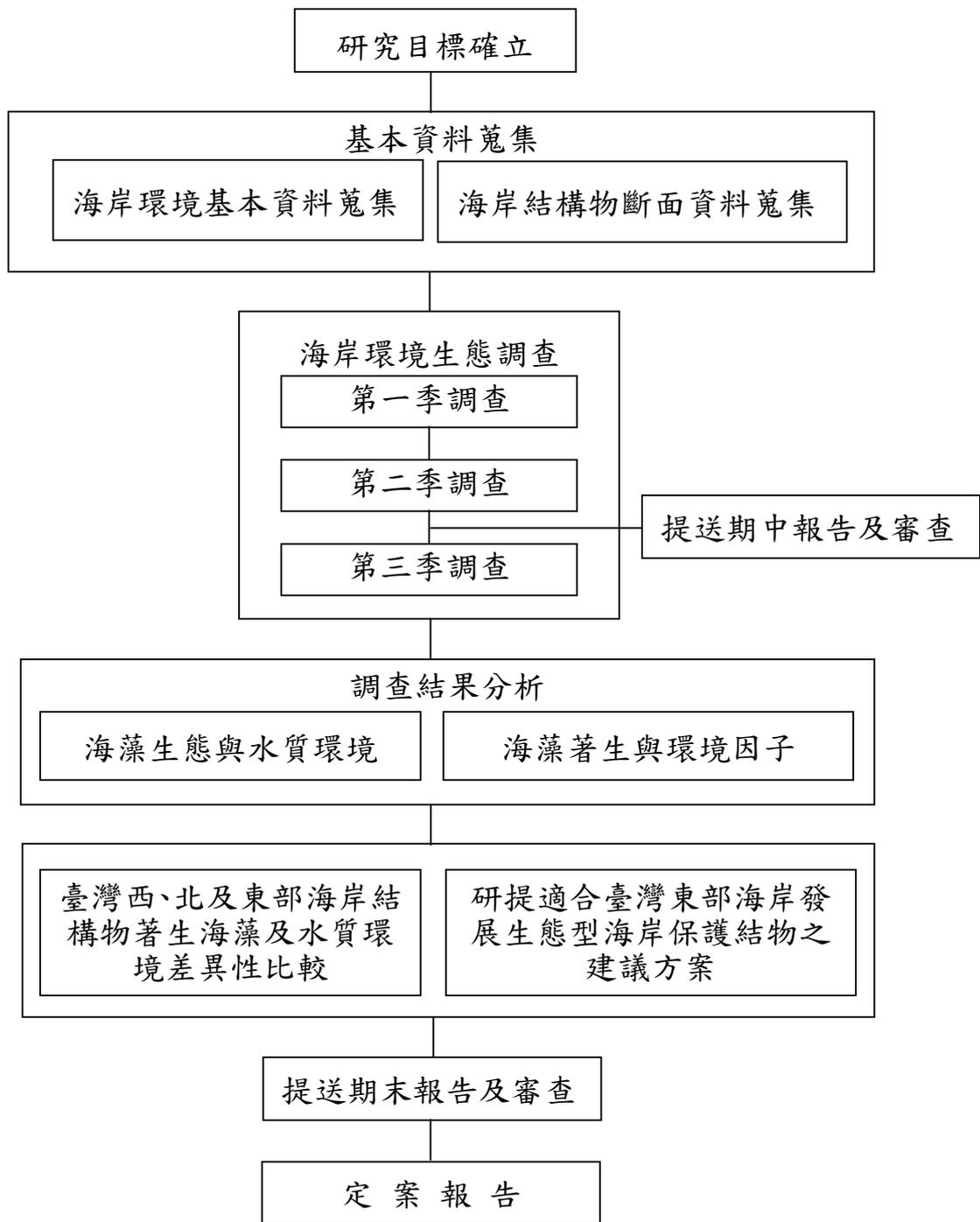


圖 1-2 本研究工作流程圖

①水質調查：包括水溫、鹽度、酸鹼度、濁度、溶氧、氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽及光照度等。

②海藻著生調查：包括種類、生長位置及覆蓋率等。

(2)作業步驟與方法

①以現場採樣，並依據環保署環境檢驗所公告之水質檢測方法，檢測水質數值。

②以固定樣區方式進行調查海藻，潮間帶採樣時間配合退潮於白天進行，而潮下帶以浮潛方法實施，並以徒手方式採集樣本攜回實驗室鑑別藻種。

3.調查結果分析

依據生態環境調查結果，歸納分析海岸生態與環境間之關係，供藻場造成型海岸保護結構物開發之可行性檢討。

(1)作業項目

①海藻生態效果及水質環境因子分析。

②海藻著生與環境因子相關性探討。

(2)作業步驟與方法

①依據各季次之調查結果，分析海藻著生之種類組成、空間分佈、覆蓋率變化、優勢性藻種等與水質環境之關係。

②依據調查結果與分析，探討海藻著生之生態效果、對象海藻、阻害要因等與結構物斷面型式之差異性與關聯性。

4.臺灣西部、北部及東部海岸結構物著生海藻之差異性探討

由於前兩期即第二、三年(95、96 年度)已分別於西部屏東海岸之

林邊離岸堤與大鵬灣出口導流堤，北部宜蘭海岸之頭城海水浴場突堤及烏石漁港大坑海堤離岸堤，各進行三季之海藻著生調查，為求完整性，將進一步探討臺灣不同海岸之海岸結構物著生海藻之差異性，掌握臺灣不同海岸結構物著生海藻對象海岸之生態環境等要因。

(1)作業項目

- ①西部、北部及東部海岸結構物海藻著生之種類組成、空間分佈、覆蓋率變化、優勢性藻種等之差異性探討。
- ②西部、北部及東部海岸結構物與海藻著生之基質、水深及結構物型式等關聯性。

(2)作業步驟與方法

- ①統計彙整第二、三年(95、96年度)及本研究所(97年度)調查之海岸結構物的海藻著生之種類組成、空間分佈、覆蓋率變化、優勢性藻種等，以瞭解不同海岸段之差異性。
- ②比較第二、三年(95、96年度)及本研究(97年度)調查海岸結構物的海藻著生之基質、水深及結構物型式等，以瞭解不同海岸段結構物與海藻著生之基質、水深及結構物型式等之關聯性。

5.研擬適合臺灣發展生態型海岸保護結構物之建議方案

依據西部、北部及東部海岸保護工程之海藻著生與水溫、照度及水深等環境因子相關性之探討，研擬適合臺灣海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之工法。

(1)作業項目

- ①分析蒐集國外有關兼具生態及海岸保護工法之設計流程。
- ②研擬適合臺灣海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之工法。

(2)作業步驟與方法

- ①依據西部、北部及東部海岸之海藻著生效果、對象海藻、阻害要因等與結構物斷面型式之關聯性，檢討改善傳統海岸保護結構物，使其具有附加海岸保護結構物之生態機能之基本對策。
- ②依據研擬之基本對策，以藻場造成為例，提出兼具生態及海岸保護工法之設計案例。

1.4 前期研究計畫概要

「交通部運輸研究所」鑒於國內生態工法在海岸工程應用尚處起步階段，而謀求工程建設與自然環境之和諧共生乃時代發展潮流，推行海岸生態工法已是必行方向，故乃自民國 94 年度起即有計畫的進行「生態型海岸保護工法研究」；全程計畫共分四年進行。

「生態型海岸保護工法研究」已於 94 年度進行第一年之研究，研究內容主要蒐集國內外生態工法於海岸保護及港灣工程之應用與研究成果，並建議國內以發展海岸保護結構物附加生態機能最為可行。95 年度續辦第二年之研究，於西部屏東大鵬灣導流堤及林邊海域離岸堤，進行海藻著生調查及海藻著生與環境因子相關性之研析；96 年度續辦第三年之研究，於北部宜蘭頭城海岸之頭城海水浴場南側突堤及北側烏石漁港大坑海堤前離岸堤，進行海藻著生調查及海藻著生與環境因子相關性之研析，並研擬建議北部對象海岸結構物發展兼具藻場機能之工法。本研究為「生態型海岸保護工法研究」全程計畫之第四年(97 年度)之研究計畫，茲彙總整理前三期之研究成果概要，以供研究參考。

1.4.1 生態型海岸保護工法研究(1/4)概要 (94 年度)

1.研究內容

傳統海岸保護工法主要以防災功能為主，以防止海岸侵蝕及保護海岸安全。「生態型海岸保護工法研究(1/4)」第一年計畫，主要蒐集國內外海岸保護工法之相關案例與文獻，分析生態工法於海岸保護及港灣工程之應用情形，並檢討國內海岸生態環境，研擬國內生態型海岸保護工法之發展方向與型態。

2.研究成果摘述

由於國內生態工法於海岸保護工程之應用尚在起步階段，蒐集及參考日本發展生態工法在海岸保護工程之應用與經驗，其主要作法歸納為「生態型消波塊、方塊之應用」、「生態礁之應用」、「附加藻場機能」及「附加海水交換機能」等四大類，茲彙總日本發展生態工法在海岸保護工程之應用種類整理如表 1-2 所示。

生態型海岸保護工法主要仍以海岸保護為目的，並兼具海岸生態共生共榮之機能，發展方向以「改善、創造原有海岸保護工法之生態機能」；就目前開發現況及未來執行面觀之，應以改善現有海岸保護工法兼具生態效果，對現有海岸防護方式衝擊較小且執行較易，減低對周遭生態環境之負面影響，至於發展型態包括直接生態促進型(如生態型海岸保護結構物、生態型人工養灘、附加人工潮池與磯場)與間接生態促進型(如透水型海岸保護結構物)，如圖 1-3 所示；建議初期以發展海岸保護結構物附加生態機能最為可行，即開發所謂之生態型海岸保護結構物，促進海岸工程建設與自然環境之共生共榮。

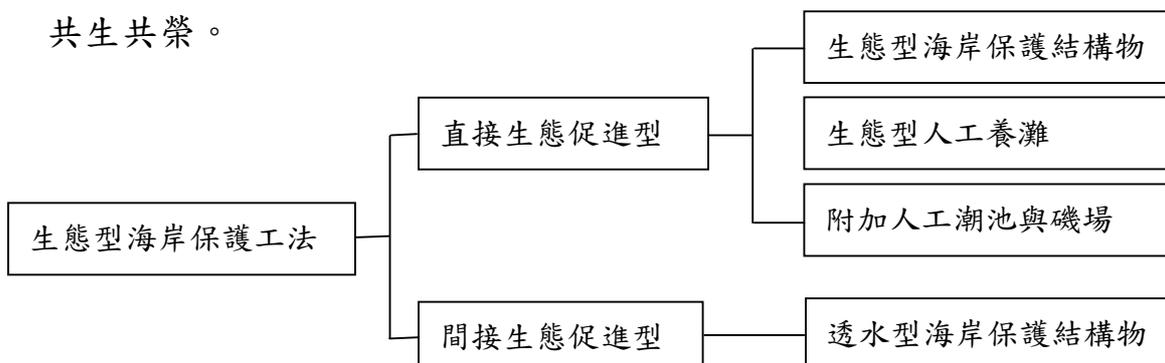
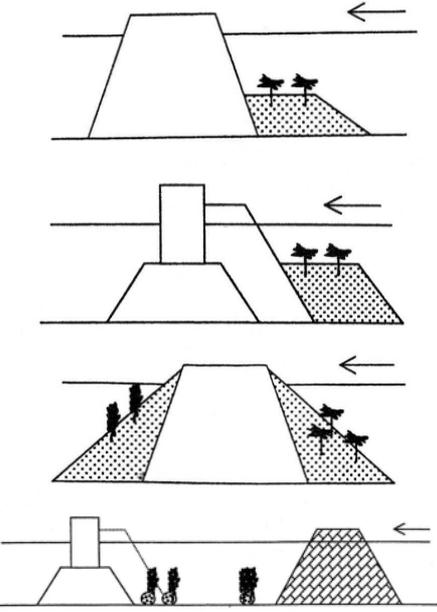
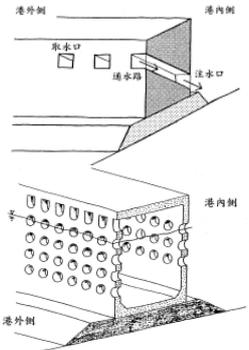


圖 1-3 生態型海岸保護工法之發展型態

表 1-2 日本生態工法於海岸保護工法之應用方式

應用種類	內容說明	代表圖說示意
生態型消波塊、方塊	<p>消波塊、方塊具有類似岩礁之功能，適於作為海洋生物著生之基質，成為魚介貝類棲息、育成、隱蔽及產卵場所。消波塊、方塊表面經特殊設計與處理等改良，使更符合對象生物之生態特性，往往較天然岩礁具有更佳生態效果。</p>	
生態礁	<p>海岸工程斷面結合生態礁之設計，如藻礁、魚礁、產卵礁等，以提供海藻與生物之著生、棲息及繁殖場所。</p>	
附加藻場機能	<p>改善傳統海岸結構物設計，以適於海藻之著生成長，兼具藻場生態機能，為生態型海岸結構物之一。改善現地環境不利藻場形成之限制要因，一般所採用之改善工法包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 基質之投入 (2) 附加小段消波工、緩坡度消波工 (3) 傾斜堤、緩坡度傾斜堤 (4) 潛堤、人工潛礁等 	
附加海水交換機能	<p>海岸結構物之構築易阻礙海水流通性，形成半閉鎖性水域，堆積各種物質，而影響附近海域水質環境，不利於水中生物多樣性及景觀親水之發展。為改善水質狀況，在工程上常採用物理方法，利用潮汐或波浪能量促進海岸結構物內外海水之交換。</p>	

1.4.2 生態型海岸保護工法研究(2/4)概要 (95 年度)

1.研究內容

本研究為「生態型海岸保護工法研究」之第二年計畫(95 年度)，主要針對臺灣西部屏東海岸之大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤，如圖 1-4 所示，共進行三季生態環境調查，主要調查項目為基本水質、附著海藻等，並分析調查對象突堤、離岸堤之生態效果及生長環境因子，以及海藻著生與水溫、照度、水深之相關性，俾供後續應用研究之參考。



2.研究成果摘述

95年度研究係於95年2月、5月及8月在西部屏東海岸之大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤進行三季次調查，共發現20種海藻。第一季及第二季皆以綠藻門之石蓴科為絕對優勢藻種；海藻大多著生在消波塊、石塊之頂部、側面及斜邊等受光處；隨著基質慢慢由裸露的石塊或消波塊轉變成沙礫覆蓋較多區域時，海藻覆蓋呈現逐漸遞減趨勢。比較海藻著生與水質條件，第一季營養鹽較第二季高，海藻豐富度卻以第二季較高，顯示第一季的營養鹽提供第二季海藻大量生長條件；第三季海藻著生量最低，可能與海藻壽命和孢子萌芽所需之水溫相互影響有關。另溫度及光照度於第二季增加，在營養鹽及溫度、光強度等相互影響，或許也是影響海藻豐富度重要因子。



圖 1-4 西部屏東海岸大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤

林邊離岸堤潮間帶海藻總豐富度較大鵬灣導流堤為高，但林邊之藻類分佈水深皆較同季大鵬灣為淺，初步研判此可能與結構物設置水深、斜邊坡度、表面積、施設年代等因子有關；尤其林邊因為離岸堤，致堤後側產生淤沙效果，造成濁度增加與基質之變化。

95年度研究所調查之藻種皆為浪濤衝擊下常見的藻種，因此近岸波浪之大小或許並非與優勢藻種生長環境之影響，只要是裸露未被沙礫覆蓋的區域，皆有觀察到海藻覆蓋的情形。由於國內海岸構造物常因防治海岸侵蝕目的設置，而濁度與基質對於藻類分布水深與豐富度有關，將來對於漂砂海岸防治，如以生態工法考量時，應將濁度與基質對於藻類分布與豐富度之影響納入工法之考量因子。

另就生態觀點，藻類分布之水深應與當地水質環境及優勢藻種之生育特性有絕對直接關聯，亦即如生長環境因子適合時，在水質與季節等環境因子相似或符合優勢藻種之生育特性時，應無太大區域性之變化，除非受其他生長環境因子所限制；惟有關海藻著生與水深環境條件之間的現象，仍需更長期的監測及觀察，才能有進一步定論。

95年度西部屏東海岸之大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤之第三季次調查照片，如照片1-1~1-2所示。



95年2月



95年5月



95年8月

照片 1-1 西部海岸屏東大鵬灣導流堤測站一 (裂片石蓴 *Ulva faciata*) 照片

1-14



95年2月



95年5月



95年8月

照片 1-2 西部海岸屏東林邊離岸堤測站三 (裂片石蓴 *Ulva faciata*) 照片

1.4.3 生態型海岸保護工法研究(3/4)概要 (96 年度)

1. 研究內容

本研究為「生態型海岸保護工法研究」之第三年計畫(96 年度)，研究內容主要針對臺灣北部宜蘭頭城海岸之頭城海水浴場南側突堤及北側烏石漁港大坑海堤前離岸堤，如圖 1-5 所示，進行海藻著生調查及海藻著生與環境因子相關性之研析；主要調查項目為基本水質、附著海藻等，分析調查對象突堤、離岸堤之生態效果及生長環境因子，以及海藻著生與水溫、照度、水深之相關性，並進一步比較臺灣西、北海岸結構物海藻著生之差異性，並研擬建議北部對象海岸結構物發展兼具藻場機能之工法。



2. 研究成果摘述

96年度研究係於96年3月、5月及8月在臺灣北部宜蘭頭城海岸之頭城海水浴場南側突堤及北側烏石漁港大坑海堤前離岸堤進行三季次調查，共計發現有16種海藻著生於離岸堤和突堤的人工結構物上，分別歸屬於綠藻門2科(2種)和紅藻門8科(14種)，皆為浪濤衝擊下常見之藻種。



圖 1-5 北部頭城海水浴場南側突堤及北側烏石漁港大坑海堤離岸堤

優勢種方面，第一季除頭城突堤潮間帶之綠藻門石蓴科有較高的豐富度外，並無絕對優勢藻種出現；第二季以繁枝蜈蚣藻為絕對優勢藻種；第三季則無優勢種藻種出現。第三季四測站的豐富度下降許多，可能與氣溫升高及夏季的潮間帶露出水面受陽光曝曬較強烈而白化，導致在炎熱的情況下加速死亡有關。

烏石離岸堤及頭城突堤，兩者施作時間相當，初步研判年代可能並非本研究區域影響海藻著生效果與豐富度主要因素。就海岸結構物鋪設消波塊之差異，烏石離岸堤及頭城突堤噸數、型式、排列方式亦有不同。檢討與潮位間之關係，頭城突堤消波塊相對受潮水影響之時間較長及每塊消波塊之浸水表面積較大，且頭城突堤之消波塊為密集排列，故第一季及第二季之海藻總豐富度以頭城突堤較高；即消波塊之孔隙率、消波塊之排列方式等因素亦為可能影響藻類豐富度之可能因素之一。惟就海岸結構物型式之差異性，仍需要更長期的監測及觀察，才能進一步定論。

比較96年及95年分別辦理臺灣北部（宜蘭烏石及頭城）及西部（屏東大鵬灣和林邊）海岸之調查藻種皆為浪濤衝擊下常見的海藻種。而臺灣西部海岸結構物著生海藻的種類季節性變化，在前二季變化不大（17~19種海藻），但北部海岸著生海藻的種類季節性變化在前二季變化似較西部為大；至於兩區域之海岸於第三季的海藻種類與數量，則有相同大量下滑之趨勢。

96年度於北部宜蘭頭城海岸之頭城海水浴場突堤及北側烏石漁港離岸堤附著藻類調查照片，如照片1-3所示。



照片 1-3 北部海岸宜蘭頭城突堤及烏石漁港大坑海堤離岸堤藻類照片

宜蘭頭城地區砂質海底之突堤附加藻場生態機能，建議對象藻類為裂片石蓴，其繁殖生育水深帶為潮間帶及0~-1.0m，建議適當工法係在既有突堤斷面兩側斜坡上增加消波塊或相當重量之石塊，增加適合裂片石蓴繁殖之水深（約-0.5m）範圍段及面積，營造適合裂片石蓴生長環境。

宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底離岸堤之附加藻場生態機能，對象藻類為紅藻門繁枝蜈蚣藻，繁殖生育水深帶為潮間帶下部及-1~-2.0m，建議適當工法係在既有離岸堤後側，即受離岸堤遮蔽靜穩度較高區域，增加適合其繁殖水深（約-1.0m）之平台段及配合潮間帶大小，增加浸水範圍與面積，營造適合繁枝蜈蚣藻生長環境。

1.5 本文組織

本報告共分為七章，第一章為緒論，說明本文之研究背景、動機、目的及方法、前期研究計畫概要；第二章說明東部對象海岸結構物與海藻生態環境調查方法，第三章詳細分析說明東部對象海岸結構物之海藻生態與水質環境的調查成果，第四章分析東部對象海岸保護結構物之海藻著生效果與環境因子之相關性；第五章分析本研究第二年調查臺灣西部、第三年調查臺灣北部及今年（第四年）調查臺灣東部之對象海岸結構物在海藻著生之差異性；第六章研擬適合臺灣西部、北部及東部海岸保護結構物兼具生態之工法，第七章結論與建議。

第二章 東部海岸結構物現況與海藻生態環境調查方法

鑑於海岸生態工程之規劃評估需以現地環境調查為基礎，並需掌握對象海岸之自然環境、生態環境等要因，本研究選定東部臺東海岸兩處保護結構物，進行海藻著生狀況與水質環境之調查，並分析調查成果，俾供國內發展藻場造成型海岸保護結構物之可行性檢討。

2.1 調查目的

生態型海岸保護結構物之開發須因地制宜，依據實施地點之海岸生態及海岸環境特性，評估海岸保護結構物附加生態機能之對象生物；以日本近年來在海岸港灣工程建設與自然環境調和之發展技術而言，海岸結構物附加生態機能已成為主要發展趨勢，尤以附加藻場機能為主。

海藻為海洋基礎生產者，行底棲性固著生活方式，除提供海洋動物之食物來源，生產有機質與氧氣外，亦為海洋生物之良好棲地與蔽護場所，對漁業資源之保育具有很大貢獻。臺灣地處之緯度較日本為低，海水溫度普遍高於日本，海藻之生存環境雖不若日本，但已紀錄之大型海藻仍十分豐富達 600 種以上，是否適合發展藻場造成型海岸結構物，值得進一步研究及探究。

本研究調查東部海岸保護結構物之著生海藻生態環境，分析東部海岸保護工程生態效果及生長環境因子，及與海岸保護結構物之斷面型式等之相關性。鑑於海岸生態工程之規劃評估需以現地環境調查為基礎，掌握對象海岸自然環境、生態環境等，故除蒐集東部對象海岸之自然環境，將實地調查海藻、水質等生態環境，分析海岸保護結構物之海藻著生特性及水質環境因子，俾供評估東部海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之可行性、對象海藻、發展型態、斷面構造等依據。

2.2 調查對象

臺灣東部海岸蓋指花蓮縣、臺東縣之海岸，本年之研究對象海岸以位於東部海岸為原則，鑑於臺灣東部之花蓮、臺東海岸多為岩石地形、山脈直逼海岸，海岸線平直、水深坡陡，除港澳之防波堤設施外，海岸保護結構物則以海堤為主。臺灣藻類分佈以北部、東北部、東部及南部的岩岸地區為主，西部地區是沙岸，只有極少數的藻類可生存；本研究以海岸保護結構物之海藻生態環境調查為主，故選定東部之臺東縣海岸為調查對象海岸。



2.2.1 研究調查海岸

臺東縣位於臺灣本島東南方，東濱太平洋，西臨中央山脈、地勢狹長，南北海岸線長達 176 公里，北自長濱鄉織羅山，南迄達仁鄉。臺東縣海岸除了臺東縱谷出海處是沙岸之外，其他都屬斷層形成的下沉海岸，多為典型岩岸、海蝕平台、海蝕洞、礫石灘等地形，由於受到來自呂宋島北上經馬丹列島等暖流影響，為暖流性魚類迴游覓棲之海域，潮間帶有藻類及珊瑚分佈。東部海岸之藻類以柔弱捲枝藻、鞘絲藻及海雹菜等為主；珊瑚則有石珊瑚及紅珊瑚兩大類，約有八十多種，石珊瑚分布在三仙台至大武之間，紅珊瑚則分布在蘭嶼、綠島一帶。

由於台東海岸多為岩石地形、山脈直逼海岸，海岸線平直、水深坡陡，海岸保護工多以海堤為主，較少有離岸堤及突堤；故依據事前規劃與勘查，選定臺東縣新蘭漁港之突堤及臺東縣新港漁港之離岸堤、海堤做為本研究之調查對象，該海岸結構物之消波塊上亦有海藻生長情形，將可供本研究進一步研究調查。

臺東縣新蘭漁港位處臺東東河鄉海岸、臺東縣新港漁港位處臺東成功鎮，兩處調查地點相隔 33 公里，本研究調查海岸區位如圖 2-1 所示。



資料來源：圖片 <http://maps.google.com/>

圖 2-1 本研究海岸保護結構物海藻生態調查位置圖

2.2.2 對象結構物

本研究選定位於臺東縣新港漁港之離岸堤、海堤及臺東縣新蘭漁港之突堤為本研究之調查對象，測站編號由南往北順序遞增，測站編號及位置如表 2-1 所示。

表 2-1 東部海岸保護結構物海藻生態環境調查位置

構造型式	結構物名稱 (簡稱)	測站	地理位置
離岸堤	新港漁港北離岸堤 (成功離岸堤)	測站一	121°23'9"E 、23°5'55.6"N
海堤	新港漁港北海堤 (新港海堤)	測站二	121°23'4.5"E、23°5'56.5"N
突堤	新蘭漁港突堤北側 (新蘭突堤 I)	測站三	121°12'7.1"E、22°51'36"N
	新蘭漁港突堤南側 (新蘭突堤 II)	測站四	121°12'6.9"E、22°51'34.8"N

本研究整理

1. 離岸堤

本研究進行海藻生態環境調查之離岸堤，即新港漁港之離岸堤 (簡稱成功離岸堤)，離岸堤現況如照片 2-1 所示。

新港漁港為臺東縣最具規模且設備完善之漁港，擁有新舊兩泊區，其中，舊泊區早於日據時代即闢建，新泊區於民國 77~85 年間興建完成。由於新泊區位處東側海域，港澳設施直接面對太平洋，每年夏季颱風時因波高浪大，雖然港區防波堤兼碼頭之胸牆高程已達 +12.0m，但因波浪可直接拍擊，颱風時仍有越波發生；故為謀港區設施及漁船避風停靠之安全，乃自民國 86 年進行東防波堤越波改善加強工程。



照片 2-1 本研究調查之離岸堤現況

新港漁港東防波堤越波改善加強工程，包括加拋消波塊及興建離岸堤兩部分，86 年時加拋防波堤海側消波塊，89 年於港區東北側之防波堤外，增設東、北兩座之離岸堤，形成消減波浪之第一道防線；其中，東離岸堤距防波堤約 100 公尺、長度 60 公尺，北離岸堤距防波堤約 60 公尺、長度 40 公尺；91 年續將離岸堤分別延長 80 及 20 公尺，即目前新港漁港之東、北兩座之離岸堤，長度分別為 140 及 60 公尺；其中，東離岸堤座落位置之水深約在-6.0m~-9.0m 之間，北離岸堤（本研究）座落位置之水深約在-5.0m~-7.0m 之間。

計畫調查之對象離岸堤為新港漁港北側之離岸堤(即測站一)，為新港漁港之北離岸堤，距防波堤約 60 公尺、總長度 60 公尺，座落位置之水深約在-5.0m~-7.0m 之間。本研究調查離岸堤之空照圖，如圖 2-2 所示，屬消波塊堤之結構，因底質為岩盤，故以消波塊直接拋設，並未設置拋石基礎，兩側消波塊之坡度皆為 1/1.5，消波塊為 40 噸、頂層三排，消波塊堤頂高程+2.0m，頂部寬度 10.1m，對象離岸堤之標準斷面如圖 2-3 所示。



圖片資料來源：臺灣地區漁港基本資料，行政院農委會漁業署，2003。

圖 2-2 本研究對象離岸堤之空照圖（新港離岸堤）

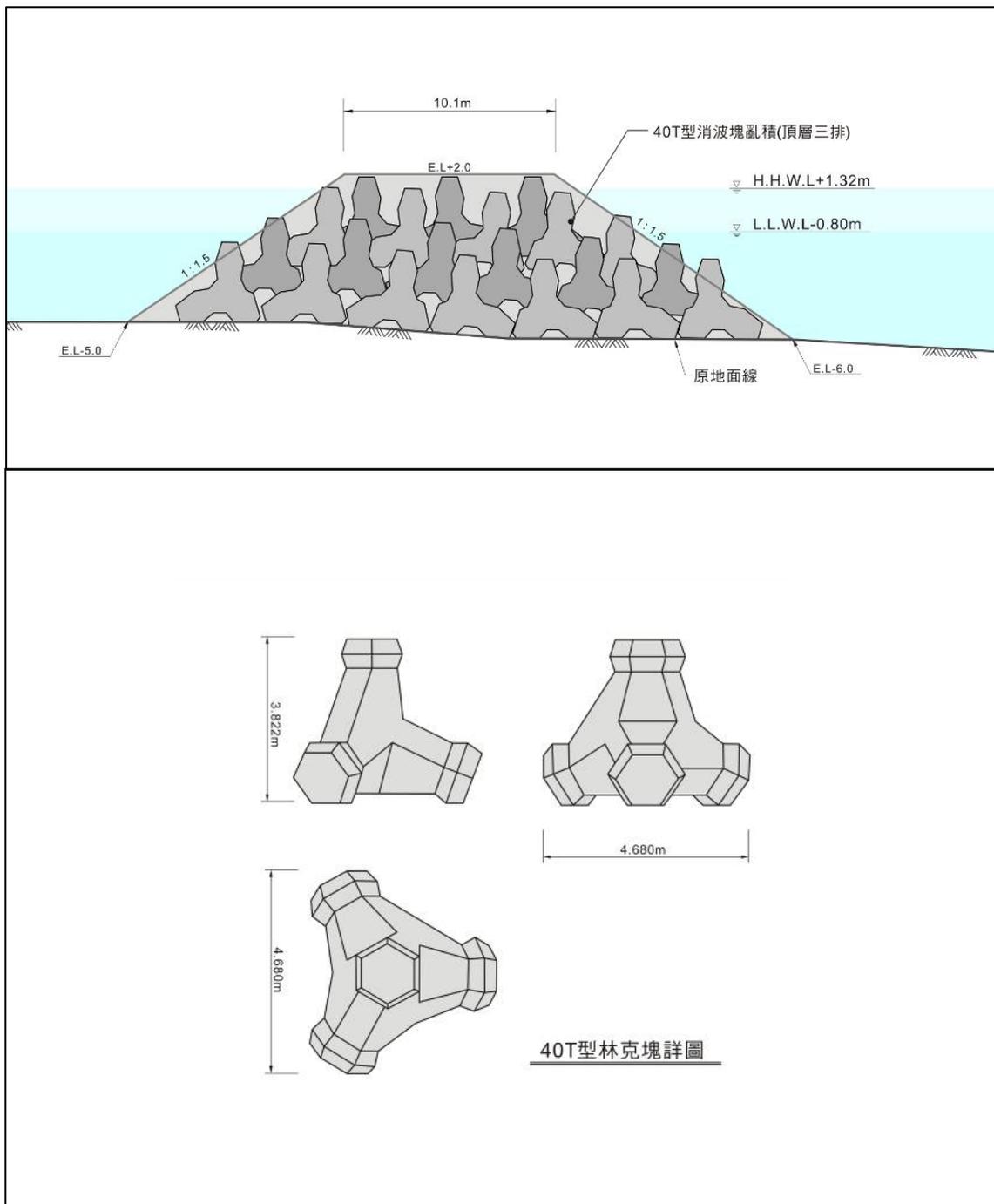


圖 2-3 本研究對象離岸堤之標準斷面圖及消波塊詳圖

2.海堤

本研究進行海藻生態環境調查之海堤，即新港漁港新泊區之北海堤（簡稱新港海堤，測站二），新港海堤現況如照片 2-2 所示。

新港漁港新泊區係於民國 77~85 年間興建完成，其中，北海堤係於民國 77 年間興建，構造型式屬重力式海堤之結構，先設置拋石基礎，再設置胸牆，胸牆頂高程+8.0m，胸牆海側拋放 8 噸林克塊消波塊，坡度為 1/1.5，頂層兩排，消波塊堤頂高程+4.5m，頂部寬度 6.06m，對象海堤之標準斷面如圖 2-4 所示。

由於本研究對象之離岸堤（測站一）及海堤（測站二）皆位於新港漁港之北側，為便於說明，測站一及測站二之位置，如圖 2-5 所示。



照片 2-2 本研究調查之海堤現況（新港海堤）

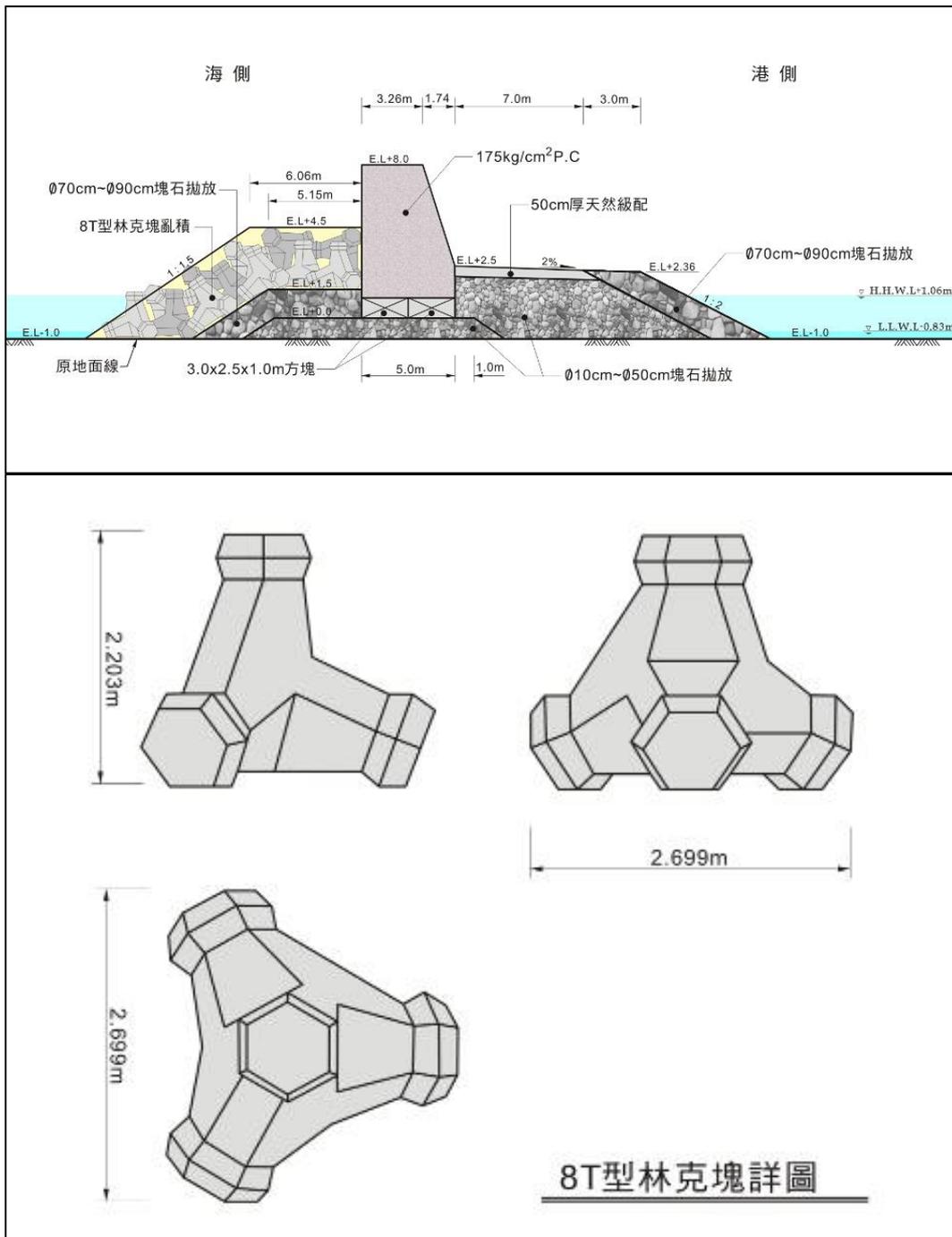


圖 2-4 本研究對象海堤之標準斷面圖及消波塊詳圖

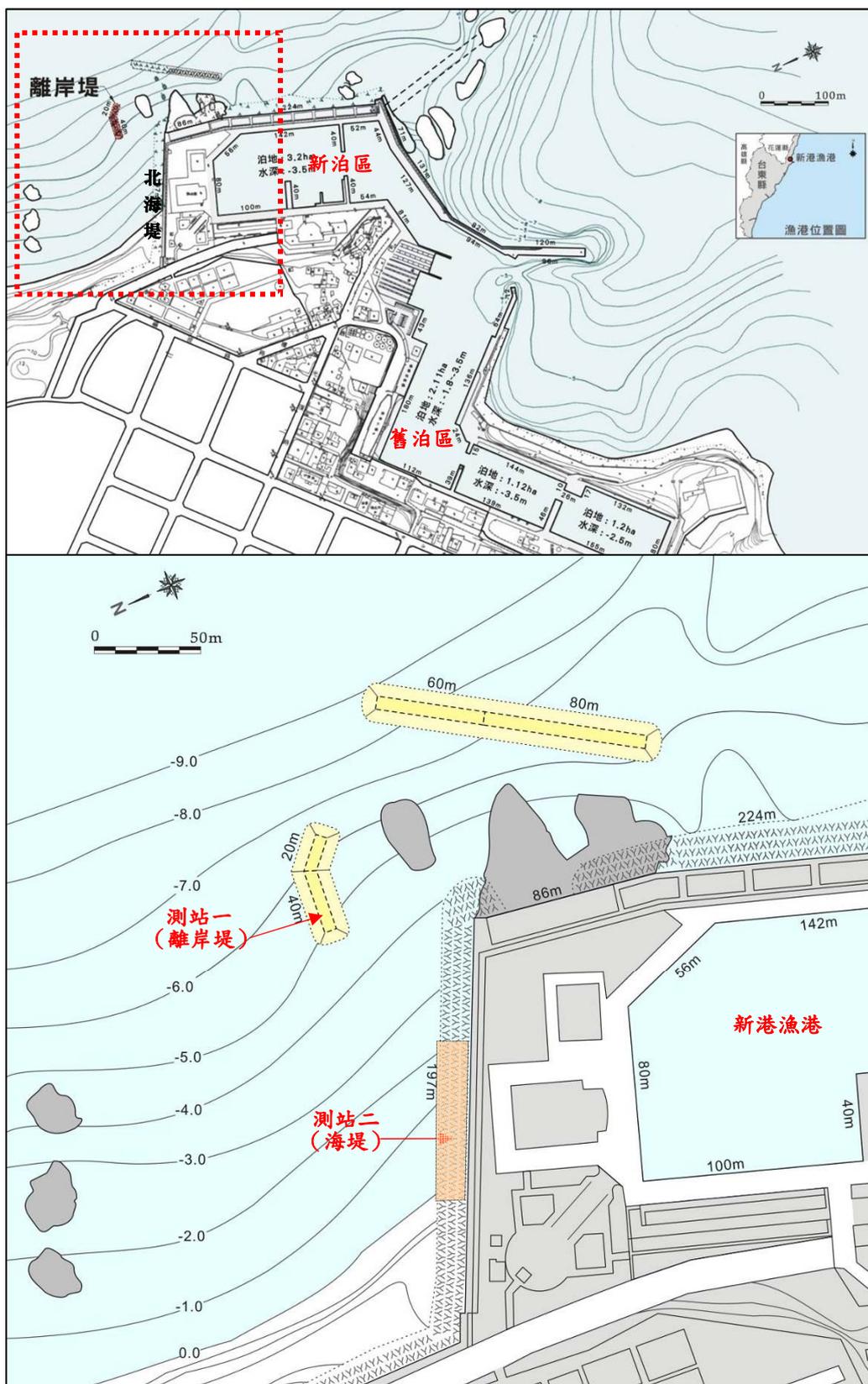


圖 2-5 本研究對象離岸堤（測站一）及海堤（測站二）之平面位置

3.突堤

本研究進行海藻生態環境調查之突堤，即臺東縣新蘭漁港之南突堤，突堤現況如照片 2-3 所示，附著生態照片如照片 2-4 所示。

新蘭漁港係位於臺東縣東河鄉新蘭村，南距伽藍漁港約 15 公里，附近海岸淺灘巨石遍佈，鑑於當地漁船及漁筏作業需要，於民國 73 年闢建，原僅於北側興建防波堤 112 公尺、曳船道乙座；後於民國 82 年增建防波堤兼碼頭 41 公尺、南突堤 50 公尺、護岸 120 公尺，本港之平面位置及空照圖如圖 2-6 所示。



照片 2-3 本研究調查之突堤現況（新蘭突堤）



突堤消波塊上著生之海藻



突堤消波塊上著生情形



突堤內側拋石上著生之藻類



突堤根部礁石上之藻類

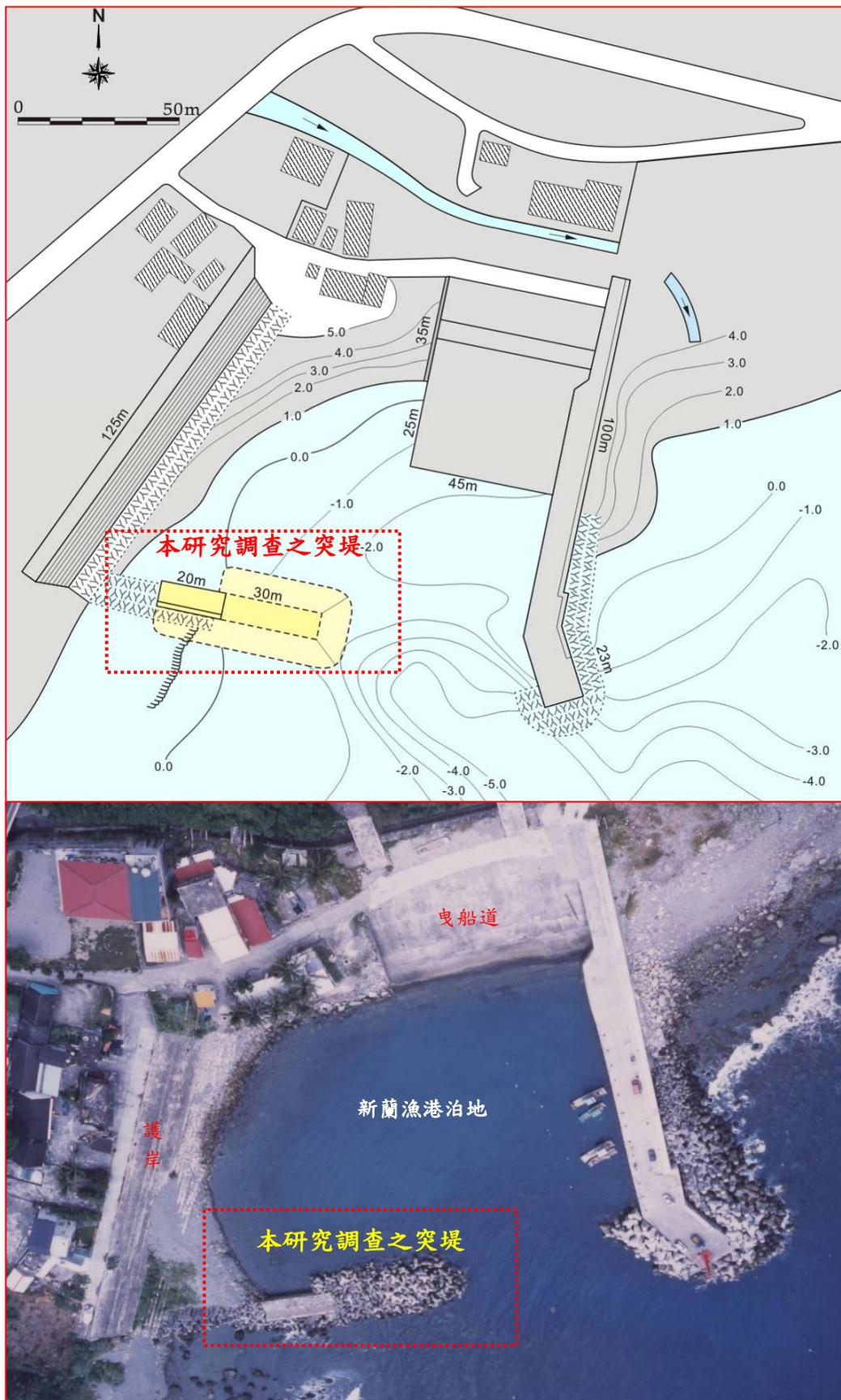


突堤上之珊瑚



突堤南側礁石上之藻類

照片 2-4 本研究調查突堤之附著生態照片（新蘭突堤）



圖片資料來源：臺灣地區漁港基本資料，行政院農委會漁業署，2003。

圖 2-6 本研究對象突堤之平面位置及空照圖（新蘭突堤）

計畫調查之對象突堤位於新蘭漁港之南突堤，突堤全長 50 公尺，本研究共設置兩個測站(測站三及測站四)，調查平面位置如圖 2-7 所示；其中，測站三為新蘭突堤北側、測站四新蘭突堤南側。

計畫調查之對象突堤全長 50 公尺，共分兩段，前段靠陸側之 20 公尺段具有混凝土堤面，後段靠海側兩側之 30 公尺，屬消波塊堤之結構，全長座落位置之水深約在+1.0m~-1.5m 之間。對象突堤之消波塊堤段之構造，屬拋石基礎上覆消波塊之形式，兩側之坡度皆為 1/1.5，共分三層；其中，下部為拋石基礎，拋石頂高±0.0m，拋石上覆 5 噸型之得力塊、單層排列，得力塊頂高程+1.04m；5 噸得力塊之上面再設置 10 噸型協克塊、雙層排列，消波塊堤頂高程+4.0m，頂部寬度 8.28m，對象突堤之標準斷面如圖 2-8 所示。

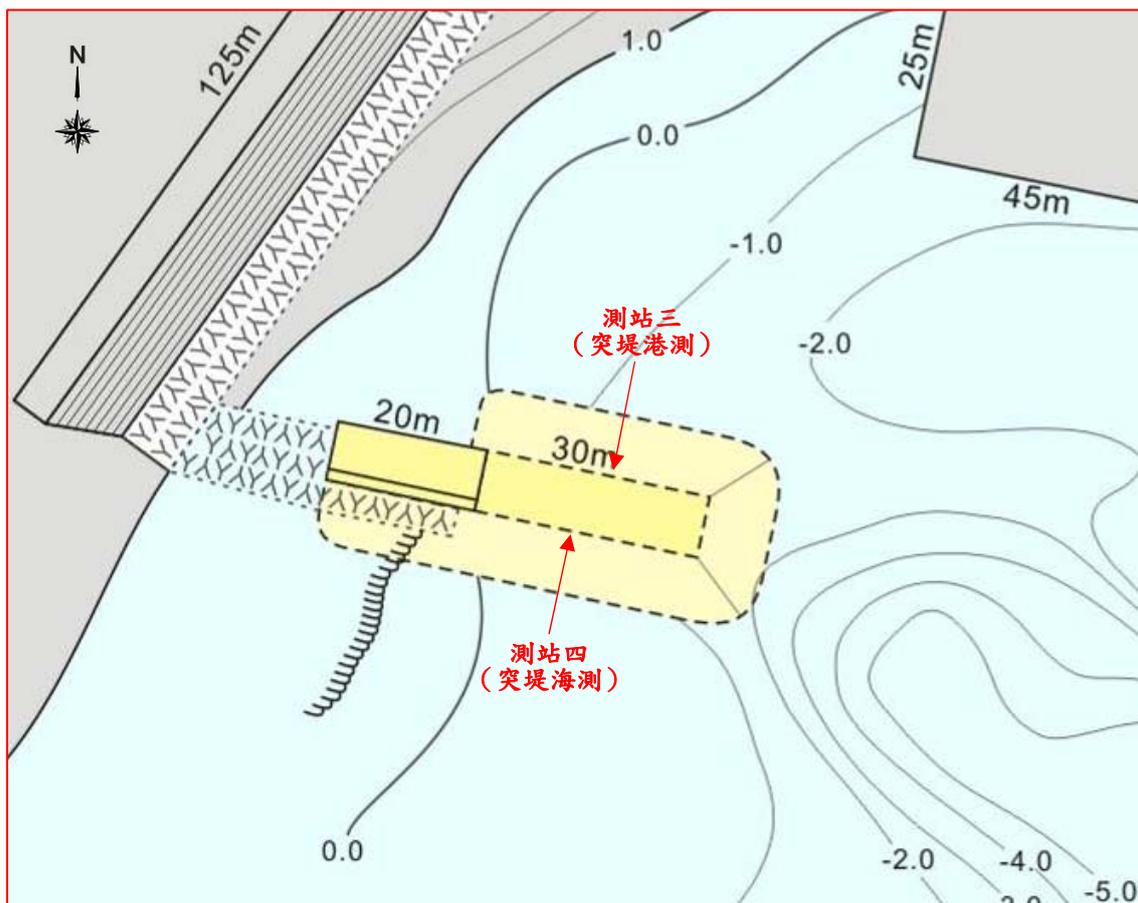


圖 2-7 本研究對象突堤之平面圖與測站三及測站四位置圖

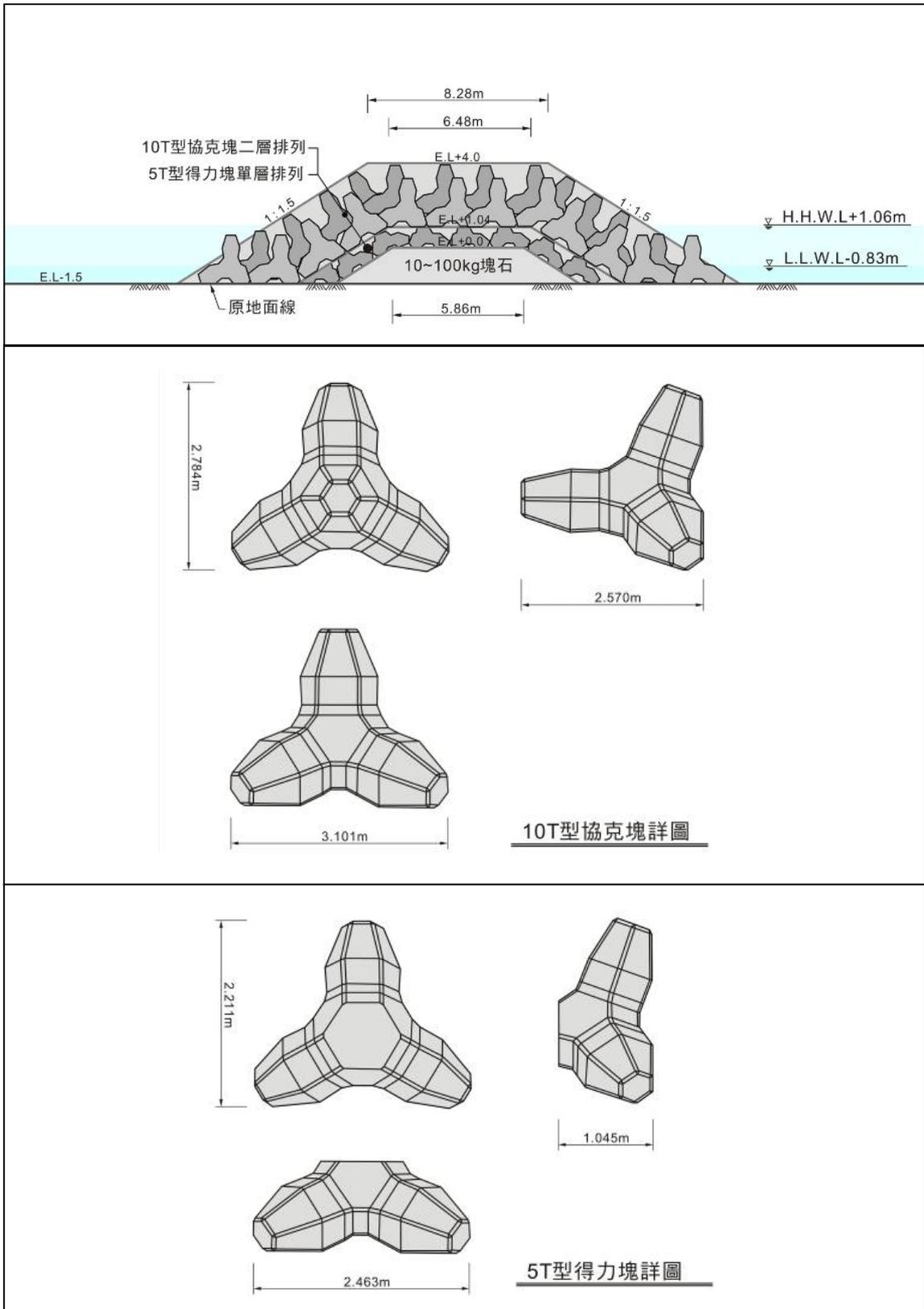


圖 2-8 本研究對象突堤之標準斷面圖及消波塊詳圖

2.3 自然環境

本研究選定調查點係位於東部海岸之臺東縣成功漁港北側離岸堤及東河新蘭漁港之南突堤，茲特蒐集本區海岸鄰近之成功測候站及成功浮標測站之海氣象等自然環境相關統計資料，以供參考比較。

2.3.1 氣象

本區鄰近之氣象站為中央氣象局成功測候站（臺東縣成功鎮，N23°05'57"，E121°21'55"），故彙總其長期（1971~2000年）氣象統計如表 2-2 所示，及整理成功測候站最近 2007 年各月及 2008 年 1~4 月之氣象資料如表 2-3 所示，說明如下：

1. 氣溫

由成功測候站長期約三十年氣象統計如表 2-2 所示，平均氣溫以 7 月份之 28.1°C 最高，1 月份之 18.8°C 最低；另參考成功測候站近年（2007 年及 2008 年 1~4 月）之月平均氣溫，最高同樣以 7 月份之 29.2°C，較長期趨勢略高，最低則為 2008 年 2 月份之 17.8°C，但較長期趨勢略低，成功測候站 2007 年氣象統計，如圖 2-9 所示。

2. 雨量

由成功測候站長期年平均降雨量為 2198.4mm，以 9 月之 351.6mm 最高，年平均降雨日數為 174 日，各月平均約 9~18 日左右；另參考成功測候站降雨量近年（2007 年及 2008 年 1~4 月）各月以 2007 年 8 月份之 635.6mm 最高、7 月份之 0.5mm 最低；2007 年降雨日數為 166 日，以 9 月份之 21 日最高，而 7 月份僅 1 日。

3. 風

參考成功測候站之風速統計資料，其 2007 年之平均風速均不大，皆在 2.1~6.1m/s 左右，如圖 2.10 所示；至於 8 月份最大風速達 31.41m/s，應是受到 2007 年 8 月之聖帕強烈颱風所影響，如表 2-4 所示。

表 2-2 成功測站氣象統計表 (1971~2000 年)

項目	氣溫(°C)			降雨量 (mm)	相對濕度 (%)	降雨日數 (日)
	平均氣溫	最高氣溫	最低氣溫			
1 月	18.8	21.9	16.3	77.2	77	16
2 月	19.1	22.2	16.7	73.4	79	16
3 月	21.0	24.1	18.4	75.3	81	15
4 月	23.2	26.5	20.5	96.4	83	15
5 月	25.2	28.6	22.5	189.8	84	18
6 月	27.1	30.4	24.3	204.7	85	13
7 月	28.1	31.7	25.1	251.1	82	9
8 月	27.8	31.4	24.8	325.9	82	12
9 月	26.8	30.3	23.9	351.6	81	15
10 月	25.0	28.3	22.4	336.8	78	16
11 月	22.5	25.5	20.0	136.6	77	15
12 月	19.9	23.0	17.6	79.6	75	14
合計	23.7	27.0	21.0	2198.4	80	174

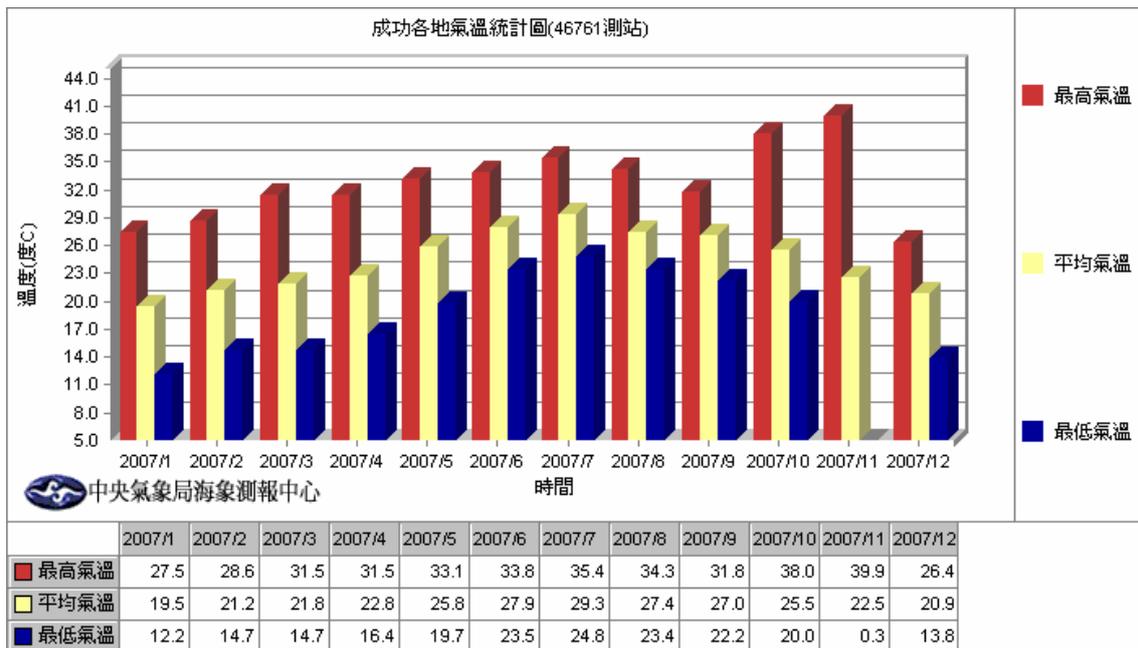
資料來源：中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw/>)

表 2-3 成功測站氣象統計表 (2007 年及 2008 年 1~4 月)

民國 (年)	月份	溫度(°C)			降雨量 (mm)	風(最大)		相對 濕度 (%)	測站 氣壓 (百帕)	降雨 日數 (天)	日照 時數 (時)
		平均	最高	最低		風速 (m/s)	風向 (360°)				
96	1	19.5	27.7	12.2	73.5	9.4	40.0	68	1016.5	13	72.5
	2	21.2	28.6	14.6	25.3	10.2	20.0	68	1013.0	5	90.4
	3	21.8	31.5	14.7	26.7	10.0	10.0	73	1010.8	18	91.0
	4	22.8	31.7	16.4	39.7	11.2	210.0	73	1009.8	14	61.3
	5	25.7	33.1	19.7	135.1	12.0	170.0	74	1005.6	17	136.3
	6	27.8	33.8	23.5	165.1	9.8	180.0	78	1002.6	14	184.3
	7	29.2	35.5	24.8	0.5	9.1	180.0	74	1002.5	1	293.6
	8	27.4	34.3	23.2	635.6	31.4	180.0	79	1000.4	19	128.4
	9	26.9	32.0	22.0	529.9	10.4	20.0	78	1002.4	21	116.6
	10	25.5	38.5	20.0	193.9	20.6	210.0	71	1007.7	16	102.6
	11	22.5	27.8	16.6	448.0	15.2	20.0	69	1011.6	18	86.1
	12	20.9	26.6	13.7	29.2	9.7	40.0	70	1013.3	10	81.3
97	1	19.6	27.6	12.6	43.8	10.1	20.0	77	1014.9	18	27.8
	2	17.8	25.4	12.5	143.0	10.1	10.0	75	1015.2	19	23.3
	3	20.3	27.9	14.7	72.6	9.1	30.0	72	1011.9	18	68.6
	4	23.3	31.7	16.1	238.5	9.8	180.0	79	1008.5	13	66.7

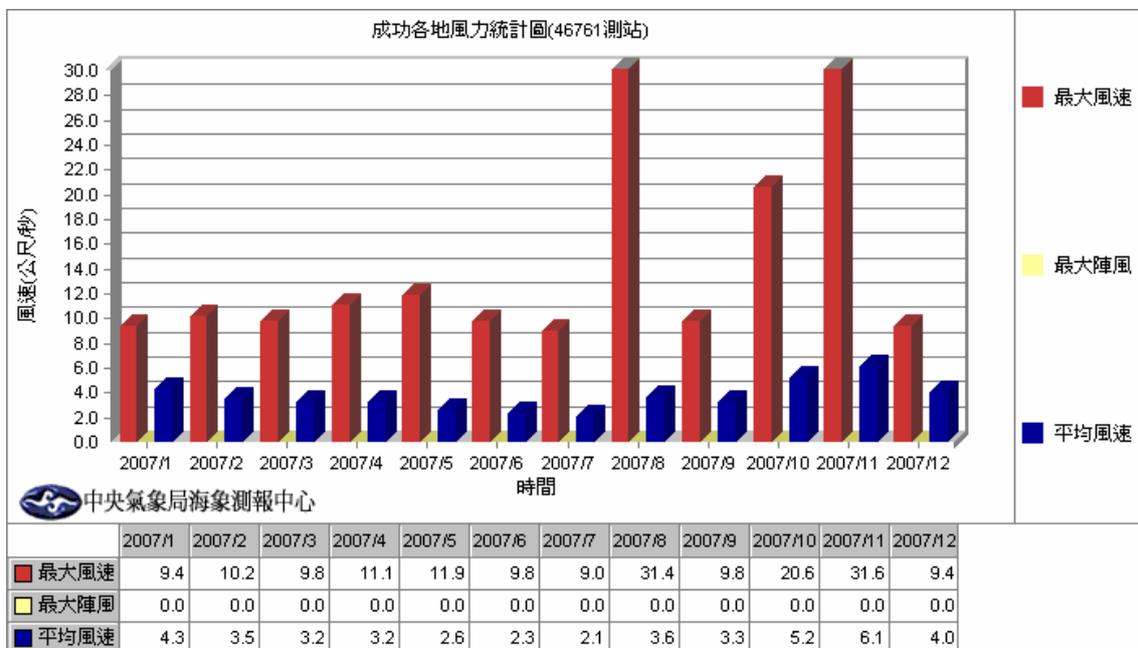
資料來源：中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw/>)，本研究整理

註：最大風速：指測站在特定期間內之最大 10 分鐘平均風速，當時風之主要來向，即為最大風方向。



資料來源: 中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw/>)

圖 2-9 成功測站氣溫統計圖 (2007 年)



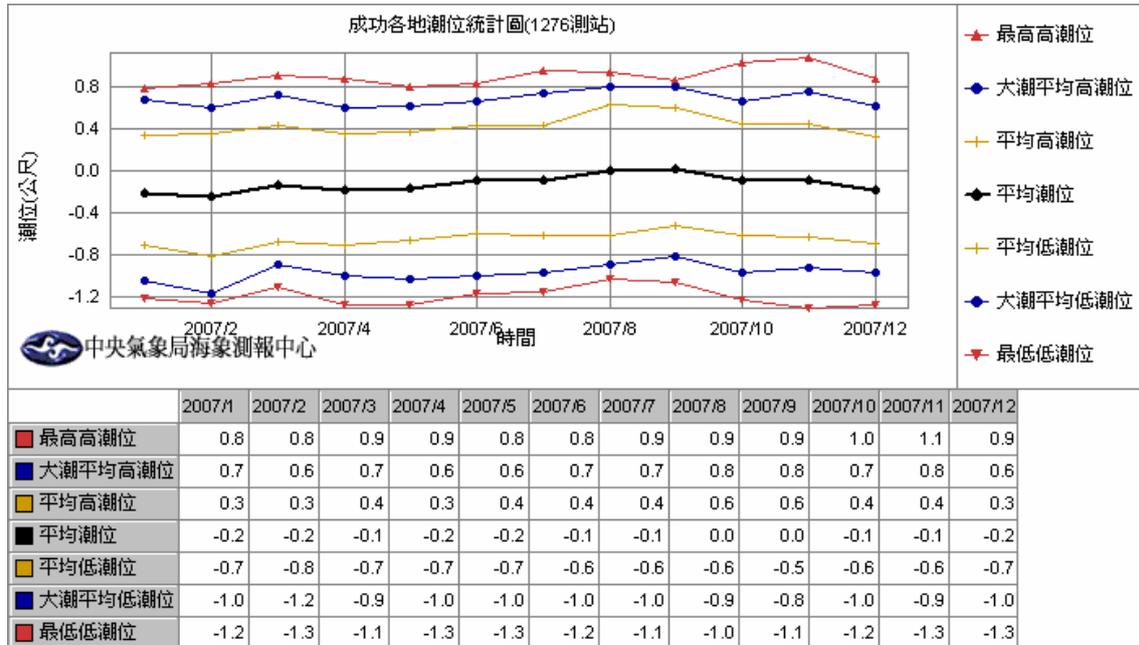
資料來源: 中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw/>)

圖 2-10 成功測站風速統計圖 (2007 年)

2.3.2 海象

1. 潮汐

參考中央氣象局設置於臺東縣成功鎮成功漁港之潮位觀測站 (N23°05'20"，E121°22'36")之潮位觀測資料，如圖 2-11 所示。



資料來源：中央氣象局網站(<http://www.cwb.gov.tw/>)

圖 2-11 成功測站 2007 年潮位統計圖

3. 季風波浪

本區鄰近之波浪觀測站為中央氣象局設置於臺東縣成功鎮外海之成功波浪測站 (成功鎮三仙台海岬之北方約 500 公尺，水深 38m，N23°07'48"，E121°25'14")。

參考成功波浪測站之民國 1993~2003 年波浪資料，如表 2-4 所示，成功海域附近海面整體波高及周期分佈，偏向於大波高及長週期，夏季發生最頻繁之波浪其波高為 0.5~1.0m，相對週期超過 6sec 者約佔 40.7%；冬季發生最頻繁之波高為 1.0~2.0m，相對週期超過 6sec 者約佔 70.8%。

表 2-4 成功波浪站之波高週期聯合分佈表 (1993 年~2003 年)

夏季波浪分佈

Ts(sec)\Hs(m)	Hs(m)											合計 (%)
	<0.5	0.5 1.0	1.0 1.5	1.5 2.0	2.0 2.5	2.5 3.0	3.0 3.5	3.5 4.0	4.0 4.5	4.5 5.0	>5.0	
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
4~5	0.3	3.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7
5~6	2.8	8.4	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1
6~7	6.2	15.0	1.6	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.6
7~8	5.7	11.4	3.7	6.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	22.4
8~9	3.5	8.1	2.4	6.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	16.4
9~10	1.1	3.5	1.7	1.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	7.6
>10	0.6	2.6	2.5	1.3	1.1	0.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	11.2
合計 (%)	20.2	52.4	15.4	16.9	2.4	1.3	1.0	0.6	0.2	0.2	0.3	100.0

冬季波浪分佈

Ts(sec)\Hs(m)	Hs(m)											合計 (%)
	<0.5	0.5 1.0	1.0 1.5	1.5 2.0	2.0 2.5	2.5 3.0	3.0 3.5	3.5 4.0	4.0 4.5	4.5 5.0	>5.0	
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4~5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5~6	0.2	0.3	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6~7	0.2	4.2	8.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
7~8	0.0	7.1	21.8	12.7	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.2
8~9	0.0	2.0	8.1	12.6	6.0	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	29.7
9~10	0.0	0.4	1.3	2.2	2.3	1.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	7.6
>10	0.0	0.5	0.7	0.9	0.7	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	3.5
合計 (%)	0.2	14.5	41.2	30.2	10.5	2.6	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0

全年波浪分佈

Ts(sec)\Hs(m)	Hs(m)											合計 (%)
	<0.5	0.5 1.0	1.0 1.5	1.5 2.0	2.0 2.5	2.5 3.0	3.0 3.5	3.5 4.0	4.0 4.5	4.5 5.0	>5.0	
2~3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3~4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
4~5	0.1	1.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
5~6	0.8	3.5	1.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
6~7	1.7	9.6	6.1	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5
7~8	1.6	11.5	13.5	6.4	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0
8~9	1.0	2.8	6.6	6.3	3.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	23.4
9~10	0.4	1.9	1.9	1.6	1.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
>10	0.2	1.5	1.7	1.3	1.1	1.0	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	8.1
合計 (%)	5.8	35.2	31.3	16.9	6.7	2.4	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	100.0

資料來源:臺東地區海運發展規劃之研究,交通部運輸研究所,2005。

2.4 調查項目與方法

本研究針對東部海岸之臺東縣新蘭漁港突堤及臺東縣新港漁港之離岸堤，進行海藻附著於人工結構物生長情形以及水質監測採樣工作，並分別於新蘭漁港突堤設 2 個測站（測站一及測站二）和新港漁港之離岸堤設 2 個測站（測站三及測站四），有關調查項目與方法說明如后。

2.4.1 調查項目

本研究現場調查項目包括：海水水質、光照度、海藻的種類分佈及豐富度（＝覆蓋率）等，分別概述如下：

1. 海水水質

近岸結構物附近之海水水質調查項目包括：水溫、鹽度、酸鹼度、濁度、溶氧、氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽及照度等之檢測，以瞭解結構物上著生海藻之水質生長環境。

2. 光照度

於不同水深，分別測量水表面、水中間及水底層的光照度。

3. 海藻著生情形

調查對象海岸保護結構物之海藻著生狀況，包括其種類、生長位置(著生基質、著生部位、生長水深)、覆蓋率及季節分佈等等，以瞭解本區人工構造物適合著生海藻及生態特性。

2.4.2 調查方法

1. 水質檢測方法

本調查主要進行表層水及底層水之檢測，現場施放溫鹽深探儀(Ocean seven 304 CTD)收集測站之水溫、鹽度資料，並使用內壁為鐵氟龍被覆之尼斯金(Niskin)採水瓶採集水樣，現場以酸鹼度儀(HACH model 44701-00)、濁度計(Model 2100P HACH/U.S.A)分別量測 pH 值與濁度，其餘水樣分裝至不同之樣品瓶中，依環保署公告之方法(NIEA W102.50A)立即加以保存處理，於規定之時限內運送至實驗室進行化學分析。使用流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計(HITACHI Spectrophotometer U-3000)，測定氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽及磷酸鹽等。照度則採用光度計(CR10KD)現場量測水中光照強弱，其單位為 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ，以瞭解海藻生長之光環境條件。採樣程序與分析過程經由嚴密之品保/品管(QA/QC)流程，包括重複分析、添加回收率、檢量線製作、方法偵測極限之建立、空白實驗、查核樣品分析等步驟，利用控制圖(Control chart)之方式加以控管分析數據之品質。

水質檢驗方法主要依據環保署環境檢驗所公告之水質檢測方法，各水質物化參數分析方法及方法如表 2-5。茲分述檢測方法如下：

表 2-5 海水水質檢測項目之分析方法與依據

檢測項目	分析方法	方法依據
水溫	溫度計法	NIEA W217.51A
鹽度	導電度法	NIEA W447.20C
酸鹼度	電極法	NIEA W424.51A
濁度	濁度計法	NIEA W219.52C
溶氧	疊氮化物修正法	NIEA W421.54C
氨氮	靛酚法	NIEA W437.51C
硝酸鹽	鎘還原流動注入分析法	NIEA W436.50C
亞硝酸鹽	鎘還原流動注入分析法	NIEA W436.50C
磷酸鹽	比色法	NIEA W443.51C

(1)水溫

依環保署水質檢測方法中之水溫檢測方法(NIEA W217.51A)，使用溫鹽深探儀(Ocean seven 304 CTD)現場測定，攜回實驗室分析水溫。

(2)鹽度

採用水中鹽度檢測方法-導電度法(NIEA W447.20C)，其方法係利用水樣所量測出來之導電度與標準海水間之導電度比(R_t)，計算水中實用鹽度(Practical salinity scale)。使用溫鹽深探儀現場測定(Ocean seven 304 CTD)，攜回實驗室分析鹽度資料。

(3)酸鹼度(pH)

採用水中氫離子濃度指數測定法-電極法(NIEA W424.51A)，其方法係利用玻璃電極及參考電極，測定水樣中電位變化，可決定氫離子活性，而以氫離子濃度指數(pH)表示之。於現場採得水樣後，立即以攜帶式酸鹼度儀(HACH model 44701-00)量測 pH 值。

(4)濁度

採用水中濁度檢測方法-濁度計法(NIEA W219.52C)，其方法為在特定條件下，比較水樣與標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光之強度，以測定水樣之濁度。散射光強度愈大者，其濁度亦愈大。使用濁度計 (Model 2100P HACH/U.S.A)，利用散射原理(nephelometric principle)測定水體之濁度。以高嶺土為例大約 1mg/L 之懸浮固體濃度為 1NTU。

(5)溶氧(DO)

使用溶氧計(YSI model52 DO meter)現場檢測其溶氧飽和度，於實驗室以現場水溫、鹽度資料加以計算其溶氧量，並將水樣固氧後攜回實驗室滴定分析。

(6)氨氮(NH₃-N)

採用水中氨氮之流動注入分析法-靛酚法(NIEA W437.51C)，其方

法係將含有氨氮或銨離子之水樣注入流動注入分析(Flow injection analysis, FIA)系統，於載流液(Carrier)中依序混入緩衝溶液、鹼性酚鈉、次氯酸鈉等溶液，進行本貝洛氏(Berthelot)反應產生深藍色高吸光度之靛酚染料(Indophenol dye)。此溶液之顏色於混入亞硝鹽鐵氰化鈉(Nitroprusside)後會更加強烈，此深藍色物質於波長 630 nm 處量測其波峰吸光值並定量水樣中之氨氮(NH₃ -N)濃度。將現場採集水樣攜回實驗室，以流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計(HITACHI Spectrophotometer U-3000)測定氨氮含量。

(7)硝酸鹽

採用鎘還原流動注入分析法(NIEA W436.50C)，使用鎘絲將硝酸鹽還原為亞硝酸鹽測定之。將現場採集水樣攜回實驗室，以流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計(HITACHI Spectrophotometer U-3000)測定硝酸鹽濃度。

(8)亞硝酸鹽

採用鎘還原流動注入分析法(NIEA W436.50C)，亞硝酸鹽經苯磺胺及奈二胺顯色後測定之。將現場採集水樣攜回實驗室，以流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計測定亞硝酸鹽濃度。

(9)磷酸鹽

採用水中正磷酸鹽之流動注入分析法—比色法(NIEA W443.51C)，將水樣中正磷酸鹽與鉬酸銨(Ammonium molybdate)及酒石酸銻鉀(Antimony potassium tartrate)在酸性條件下反應成錯合物，接著此錯合物被維生素丙溶液(Ascorbic acid solution)還原為另一藍色高吸光度之產物，藉由量測 880 nm 波峰之吸光值，以定量水樣中正磷酸鹽之含量。將現場採集水樣攜回實驗室，以流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計測定磷酸鹽濃度。

(10)照度

將光度計(CR10KD, Campbell Scientific Inc.)放置於預定地點及水深處，現場量測水中光照強弱，單位為 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ 。

2. 著生海藻調查方法

本調查以建立臺灣東部海域不同人工海岸保護結構物(離岸堤、突堤)上之海藻分佈、藻種類、豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)及其附著基質等基礎生態資料為主,俾供生態工程之應用。有關著生海藻調查方法係以固定樣區方式進行調查,潮間帶採樣時間配合退潮於白天進行,而潮下帶以浮潛方法實施。

調查時觀察海岸保護結構物之消波塊、拋石表面之海藻著生狀況,記錄其附著基質、位置及水深,同時以相機拍攝海藻生態照,並以徒手方式採集樣本攜回實驗室鑑別藻種,以瞭解海岸結構物之海藻著生分佈情形與生長狀況。

每一測站中之海藻種類及其覆蓋面積調查係以穿越垂直線方式進行,調查方法敘述如下:

(1) 採樣線

設置 2~3 條與海岸結構物垂直之採樣線(由高潮帶之最上限至水深約 2 公尺),每條穿越線(line intercept transect, 參考 English et al. 1997)間隔約 30~50 公尺,視現場地形而定,以全盤調查採樣測站之海藻相及其生長附著基質現況。水深超過 2 公尺較不易於陸地操作之部份,利用浮潛或水肺潛水方式進行之。

(2) 海藻種類及覆蓋率調查

記錄每條穿越線沿線內之所有海藻種類,覆蓋率之估算主要依據 Saito & Atobe (1970)之方法,以覆蓋百分比(%)表示。例如,石蓴在 50 公尺穿越線上所出現的位置長度占 30 公尺,則其覆蓋率為 $60\% = (30 \div 50) \times 100\%$ 。

(3) 種歧異度之計算方式

種歧異度(Species Diversity)可提供生物之自然集合或群聚組合之訊息,一般而言歧異度越高代表生物群聚結構較穩定。

歧異度指數(species diversity index)採用 Shannon-Weaver index

(1949)，計算方法如下：

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

式中 H' ：物種歧異度指數

S ：物種數目

P_i ：物種 i 之相對豐富度。

(4) 相似度及共有種率之計算方式

相似度分析係根據各測站所發現之海藻物種，分別計算測站間之共有種率（PS = Proportional Similarity）與 Czekanowski 相似度（CZ）。

共有種率（PS）與 Czekanowski 相似度（CZ）計算方式分別如下：

$$PS = [C \div (A + B - C)] \times 100\%$$

$$CZ = [2C \div (A + B)] \times 100\%$$

式中 A ：測站一之種類數

B ：測站二之種類數

C ：測站一與測站二間共有相同種類的數目

第三章 東部海岸結構物海藻著生與水質環境調查成果

本研究選定臺東新港漁港北側離岸堤、海堤（以下分別簡稱成功離岸堤、新港海堤）及臺東杉原北方之新蘭漁港突堤（以下簡稱新蘭突堤），本研究共進行三季次之海藻附著於人工結構物生長情形及水質監測採樣調查，包括溫、鹽、溶氧、酸鹼值監測，茲整理相關調查與分析成果如后：

3.1 海水水質調查結果

本研究共進行三季次之現場調查，分別於今(97)年3月(第一季)、5月(第二季)及8月(第三季)，於臺東成功離岸堤(測站一)、新港海堤(測站二)各設一個測站、新蘭漁港突堤設兩個測站(測站三：新蘭突堤北側、測站四：新蘭突堤南側)，測站編號係由北往南順序遞增，各測站並分別量測測站之潮間帶、潮下帶，以了解不同水深之差異性（例如：S1-I表示測站一之潮間帶，S1-S表示測站一之潮下帶）；各測站之現況如照片3-1及照片3-2所示。

3.1.1 第一季(97年3月)

第一季(3月份)四測站共6個測點的海水水質分析結果，如表3-1所示；各監測點之溫度介於22.4~22.9℃，而鹽度介於33.95~34.33psu，呈現區域性之變化。

由於一般調查海域之溫、鹽度分布，主要易受到當地之潮流漲落、鄰近陸上逕流及河川、溝渠之淡水影響；環視整個調查區域週遭地理及河川、溝渠之分布，發現附近並無明顯之淡水輸入，初步研判本海域之溫、鹽度變化，可能主要受到潮流漲落之影響，使得溫、鹽度呈現區域性變化並不明顯。



臺東新港漁港北側之成功離岸堤(測站一)、新港海堤(測站二)相關位置



測站一（成功離岸堤）

測站二（新港海堤）

照片 3-1 臺東新港漁港成功離岸堤(測站一)、新港海堤(測站二)照片



測站三（新蘭突堤北側）



測站四（新蘭突堤南側）

照片 3-2 新蘭漁港突堤(測站三、測站四)現況照片

第一季(97年3月)各監測點之pH值介於8.20~8.32，溶氧量介於7.47~8.43mg/L，溶氧飽和度則介於104.8%~119.5%。整體而言，依據環保署90年12月26日修正公告之「海域環境分類及海洋環境品質標準」，本調查區域之水體應符合甲類海域海洋環境品質標準，故本調查測站之6個pH測值，均符合pH值介於7.5~8.5之甲類海域海洋環境品質標準。

第一季(97年3月)各監測點之溶氧方面，依環保署公告之「海域環境分類及海洋環境品質標準」，本調查區域之水體應符合甲類海域海洋環境品質標準，本調查測站之6個測值，均符合溶氧應大於5.0mg/L之甲類海域海洋環境品質標準。

第一季(97年3月)各監測點之硝酸鹽分析結果介於0.009~0.032mg/L，亞硝酸鹽介於0.001~0.005mg/L，磷酸鹽介於0.001~0.008mg/L，氨氮介於0.011~0.056mg/L。分析結果顯示，成功離岸堤測站相較於新蘭突堤測站，其水體中具較高之營養鹽，原因仍待進一步之調查分析。

第一季(97年3月)各監測點之溶解性無機磷介於0.032~0.258 μM ，其中，成功離岸堤測站較高於新蘭突堤測站；溶解性無機氮介於1.53~6.21 μM ，其中成功離岸堤測站亦較高於新蘭突堤測站；而氮磷比率介於7~193之間。

第一季(97年3月)各監測點之濁度介於0.51~1.47NTU，以區域性而言，成功離岸堤測站較低於新蘭突堤測站，而各監測點光照度之分析結果，介於21~398 $\mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，光照度則以成功離岸堤測站之附近海域測值較高。

表 3-1 第一季(97 年 3 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤附近之水質分析資料

測站	Temp. (°C)	Depth (cm)	Salinity (psu)	pH	Dissolved Oxygen (mg/L)	Oxygen Saturation (%)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	DIP µM	DIN µM	Turb. (ntu)	Illumination (µmol s ⁻¹ m ⁻²)	N/P ratio
Mar.07,2008															
S1-Sa(離岸堤)	22.6	300(300)	34.30	8.30	7.83	110.4	0.010	0.001	0.008	0.013	0.258	1.69	1.32	398	7
S1-Sb(離岸堤)	22.5	900(750)	34.32	8.27	7.51	105.7	0.026	0.005	0.001	0.056	0.032	6.21	1.47	34	193
S2-I(海堤)	22.9	0	34.33	8.27	8.43	119.5	0.023	0.001	0.002	0.049	0.056	5.24	1.10	91	94
S3-I(突堤)	22.5	0	34.08	8.32	8.10	113.9	0.009	0.001	0.003	0.011	0.111	1.53	0.51	63	14
S3-S(突堤)	22.4	210(90)	34.11	8.20	7.47	104.8	0.032	0.004	0.001	0.048	0.032	6.00	0.56	43	186
S4-I(突堤)	22.5	0	33.95	8.28	8.06	113.2	0.014	0.002	0.002	0.021	0.056	2.61	0.57	21	47

註一：S1-Sa：測站一潮下帶 (0~3m)，S1-Sb：測站一潮下帶 (3~9m)。

S2-I：測站二潮間帶。

S3-I：測站三潮間帶，S3-S：測站三潮下帶。

S4-I：測站四潮間帶。

註二：括弧內數字為藻類分佈的最深深度。

註三：水深指水面至水底之深度

本研究整理

3.1.2 第二季(97年5月)

第二季(97年5月)四測站共6個測點的海水水質分析結果，如表3-2所示，本季各監測點之溫度介於27.4~28.9°C，呈現明顯之區域性變化；鹽度介於34.26~34.47psu；如同本研究第一季(3月份)之相似分布特性。

第二季(97年5月)各監測點之pH值介於8.15~8.31，溶氧量介於7.83~9.03mg/L，而溶氧飽和度則介於121.0%~138.5%，此結果與第一季(3月份)相似，pH及溶氧量均符合甲類海域海洋環境品質標準。

在水體營養鹽分析方面，第二季各監測點之硝酸鹽分析結果介於0.007~0.017mg/L，亞硝酸鹽介於0.002~0.003mg/L，磷酸鹽0.001~0.005mg/L，氨氮介於0.02~0.024mg/L，由成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港等地區之監測結果比較發現，磷酸鹽及氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮)於兩不同海域檢測結果差異不大。

第二季各監測點之溶解性無機磷介於0.03~0.17μM，其中，新蘭突堤測站中略高於成功離岸堤測站；溶解性無機氮介於2.12~2.73μM，其中，成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站；至於氮磷比率介於15~84，則以成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站。

第二季各監測點之濁度介於0.93~3.29NTU；以區域性分布而言，濁度分析結果顯示成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站；而光照度分析結果介於269~1278μmols⁻¹m⁻²之間，光照度則以新蘭突堤測站測站高於成功離岸堤。

表 3-2 第二季(97 年 5 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤附近之水質分析資料

測站	Temp. (°C)	Depth (cm)	Salinity (psu)	pH	Dissolved Oxygen (mg/L)	Oxygen Saturation (%)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	DIP µM	DIN µM	Turb. (ntu)	Illumination (µmol s ⁻¹ m ⁻²)	N/P ratio
May.25.2008															
S1-Sa(離岸堤)	27.5	300(300)	34.32	8.24	9.03	138.5	0.017	0.002	0.001	0.02	0.03	2.73	2.70	398	84
S1-Sb(離岸堤)	27.4	900(780)	34.26	8.25	8.89	136.0	0.011	0.002	0.001	0.02	0.03	2.69	2.26	269	83
S2-I(海堤)	27.6	0	34.34	8.15	8.36	128.4	0.011	0.002	0.004	0.02	0.13	2.47	3.29	1257	19
S3-I(突堤)	28.1	0	34.27	8.18	7.83	121.2	0.009	0.003	0.003	0.02	0.10	2.39	1.06	976	25
S3-S(突堤)	27.9	180(95)	34.30	8.18	7.84	121.0	0.007	0.003	0.002	0.02	0.06	2.12	0.93	754	33
S4-I(突堤)	28.9	0	34.47	8.31	8.80	138.2	0.007	0.003	0.005	0.02	0.17	2.46	1.66	1278	15

註一：S1-Sa：測站一潮下帶 (0~3m) ，S1-Sb：測站一潮下帶 (3~9m) 。

S2-I：測站二潮間帶。

S3-I：測站三潮間帶，S3-S：測站三潮下帶。

S4-I：測站四潮間帶。

註二：括弧內數字為藻類分佈的最深深度。

註三：水深指水面至水底之深度

本研究整理

3.1.2 第三季(97年8月)

第三季(97年8月)四測站共6個測點的海水水質分析結果，如表3-3所示，本季各監測點之溫度介於27.6~29.1°C，呈現明顯之區域性變化；鹽度介於33.18~33.38psu；如同本研究第一季(3月份)之相似分布特性。

第三季(97年8月)各監測點之pH值介於8.31~8.38，溶氧量介於7.52~8.10mg/L，而溶氧飽和度則介於116.4%~123.3%，此結果與第一季(3月份)相似，pH及溶氧量均符合甲類海域海洋環境品質標準。

在水體營養鹽分析方面，第三季各監測點之硝酸鹽分析結果介於0.007~0.021mg/L，亞硝酸鹽介於0.001~0.002mg/L，磷酸鹽介於0.002~0.005mg/L，氮氮介於0.01~0.02mg/L，由成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港等地區之監測結果比較發現，磷酸鹽及氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氮氮)於兩不同海域檢測結果差異不大。

第三季各監測點之溶解性無機磷介於0.06~0.17 μM ，其中，新蘭突堤測站中略高於成功離岸堤測站；溶解性無機氮介於0.99~2.57 μM ，其中，成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站；至於氮磷比率介於7~40，則亦以成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站。

第三季各監測點之濁度介於0.36~4.50NTU；以區域性分布而言，濁度分析結果顯示新蘭突堤測站略高於成功離岸堤測站；而光照度分析結果介於146~5093 $\mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ 之間，光照度則以成功離岸堤測站高於新蘭突堤測站。

表 3-3 第三季(97 年 8 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭漁港突堤附近之水質分析資料

測站	Temp. (°C)	Depth (cm)	Salinity (psu)	pH	Dissolved Oxygen (mg/L)	Oxygen Saturation (%)	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	DIP µM	DIN µM	Turb. (ntu)	Illumination (µmol s ⁻¹ m ⁻²)	N/P ratio
May.25.2008															
S1-Sa(離岸堤)	29.1	300(300)	33.21	8.33	7.52	117.6	0.007	0.001	0.002	0.01	0.06	0.99	0.71	5093	15
S1-Sb(離岸堤)	28.8	900(780)	33.19	8.33	7.70	119.8	0.007	0.001	0.002	0.01	0.06	1.03	0.36	2264	16
S2-I(海堤)	27.6	0	33.26	8.31	7.62	116.4	0.011	0.001	0.002	0.02	0.06	2.57	0.73	3290	40
S3-I(突堤)	28.7	0	33.33	8.34	7.83	121.8	0.021	0.002	0.004	0.01	0.11	2.26	0.86	272	20
S3-S(突堤)	28.7	150(100)	33.38	8.38	8.10	126.0	0.007	0.001	0.002	0.01	0.06	1.02	1.62	293	16
S4-I(突堤)	28.3	0	33.18	8.31	7.99	123.3	0.009	0.001	0.005	0.01	0.17	1.13	4.50	146	7

註一：S1-Sa：測站一潮下帶(0~3m)，S1-Sb：測站一潮下帶(3~9m)。

S2-I：測站二潮間帶。

S3-I：測站三潮間帶，S3-S：測站三潮下帶。

S4-I：測站四潮間帶。

註二：括弧內數字為藻類分佈的最深深度。

註三：水深指水面至水底之深度

本研究整理

3.2 著生海藻調查結果

3.2.1. 第一季(97年3月)

1. 藻種數量

第一季(97年3月)的海藻調查成果如表 3-4 所示；本季調查共計觀察到 3 門 11 科 18 種海藻；其中，綠藻門 4 科 7 種、褐藻門 1 科 1 種、紅藻門 6 科 10 種。

本季各測站間海藻豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)比較，各測站間覆蓋率介於 1.2%~14.75%，以成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的豐富度(14.75%)最高；其中，新港漁港北側之新港海堤、成功離岸堤之兩測站的豐富度(6.82%~14.75%)較高於新蘭漁港突堤之兩測站(1.2%~7.9%)。

第一季(97年3月)的藻種數量，各測站介於 5~15 種，以成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的物種數(15 種)最高，其中，新蘭漁港南方突堤兩測站(測站三及測站四)的藻種數量(5~10 種)稍低於新港漁港北側之成功離岸堤及新港海堤兩測站(測站一及測站二)之(10~15 種)。另外，新港海堤(測站二)和新蘭漁港突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

2. 優勢藻種

在各測站中，本季並無極優勢藻種(覆蓋率高於 20%)，但綠藻門石蓴科的石蓴(*Ulva lactuca*)和孔石蓴(*Ulva pertusa*)為主要出現藻種，在新港漁港北側之成功離岸堤(測站一)及新港海堤(測站二)兩測站中，最高可達 10%，其次為紅藻門的珊瑚藻科的寬扁叉節藻(*Amphiroa dilatata*)，豐富度最高可介於 3%~3.5%。本季各測站間覆蓋率皆為不高，只介於 1.2%~14.75%。

第一季(97年3月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤之海藻著生照片如照片 3-3~照片 3-4 所示。

表 3-4 第一季 (97 年 3 月) 臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶		潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
	0-3m	3-9m							
Chlorophyta 綠藻植物門									
Ulvaaceae 石莖科									
<i>Ulva lactuca</i> 石莖	-	0.2%	0%	10%	-	0.5%	0%	0.1%	-
<i>Ulva pertusa</i> 孔石莖	-	10%	1%	0.5%	-	0%	0.01%	0%	-
<i>Ulva intestinalis</i> 腸石莖	-	0%	0%	0%	-	0.2%	0%	0.3%	-
Caulerpaceae 蕨藻科									
<i>Caulerpa peltata</i> 盾葉蕨藻	-	0.2%	0%	0.2%	-	0.5%	0%	0.1%	-
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>laete-virens</i> 棒形總狀蕨藻	-	0.2%	0.1%	0%	-	0%	0%	0%	-
Codiaceae 松藻科									
<i>Codium nanwanense</i> 南灣松藻	-	0.1%	0.1%	0%	-	0%	0%	0%	-
Halimedaceae 仙人掌藻科									
<i>Helimeda opuntia</i> 仙人掌藻	-	0.2%	0.5%	0.2%	-	0%	0.2%	0%	-
Phaeophyta 褐藻植物門									
Dictyotaceae 網地藻科									
<i>Padina australis</i> 南方團扇藻	-	0.01%	0%	0.01%	-	0%	0.1%	0.2%	-
Rhodophyta 紅藻植物門									
Galaxauraceae 乳節藻科									
<i>Tricleocarpa fragilis</i> 白果胞藻	-	0.2%	0.01%	0.05%	-	0%	0.1%	0%	-

表 3-4 (續) 第一季 (97 年 3 月) 臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤				新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側		
	測站一		測站二		測站三		測站四		測站四		
	潮間帶	潮下帶		潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
		0-3m	3-9m								
Halymeniaceae 海膜藻科											
<i>Yonagunia formosana</i> 臺灣盾果藻	-	0.01%	0%	-	0.01%	0.1%	0.1%	0%	0%	-	
Coralinaceae 珊瑚藻科											
<i>Amphiroa dilatata</i> 寬扁叉節藻	-	3.5%	3%	-	0%	3%	0.1%	0%	0%	-	
<i>Mesophyllum simulans</i> 木耳狀中葉藻	-	0.01%	1%	-	0%	1%	0.1%	0%	0%	-	
<i>Mastophora rosea</i> 寬珊瑚藻	-	0.01%	0.01%	-	0.01%	0.1%	0.01%	0%	0%	-	
<i>Lithothamnium</i> sp. 石枝藻屬未確定種	-	0.05%	0.5%	-	0.01%	2%	5%	0%	0%	-	
Peyssonneliaceae 耳殼藻科											
<i>Peyssonnelia conchicola</i> 木耳狀耳殼藻	-	0.05%	0.5%	-	0	0.5%	0.1%	0%	0%	-	
Gigartinaceae 杉藻科											
<i>Chondracanthus intermedius</i> 小杉藻	-	0%	0%	-	0.05%	0%	0%	0%	0%	-	
Rhodomeleaceae 松節藻科											
<i>Bostrychia tenella</i> 柔弱捲枝藻	-	0%	0%	-	0%	0%	0%	0.5%	0%	-	
<i>Laurencia brongniartii</i> 紅羽凹頂藻	-	0.01%	0.1%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-	
物種數	-	15	11	-	10	9	10	5	-	-	
		15									
總豐富度	-	14.75%	6.82%	-	11.04%	7.9%	5.82%	1.2%	-	-	
		10.79%									

本研究整理。測站一潮下帶總豐富度為兩不同水深帶之平均。



97年3月(石蓴與寬扁叉節藻，測站一：成功離岸堤)



97年3月(石蓴為主，測站二：新港海堤)

照片 3-3 成功離岸堤及新港海堤海藻著生照片 (第一季)



97年3月(寬扁叉節藻, 測站三)



97年3月(木耳狀耳殼藻, 測站三)



97年3月(測站四)



97年3月(柔弱捲枝藻, 測站四)

照片 3-4 新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站三)海藻著生照片(第一季)

3.2.2 第二季 (97 年 5 月)

1. 藻種數量

第二季(97 年 5 月)的海藻調查成果如表 3-5 所示；本季調查共計觀察到 3 門 14 科 22 種海藻；其中，綠藻門 5 科 9 種、褐藻門 2 科 2 種、紅藻門 7 科 11 種。

第二季各測站間海藻豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)和上一季比較之下，高出許多，各測站間覆蓋率介於 1.3%~52.41%，以臺東新港漁港北側之成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的豐富度(52.41%)最高；就區域而言，新港漁港北側之成功離岸堤及新港海堤之兩測站(測站一及測站二)的豐富度(11.5%~52.41%)，高出於新蘭漁港南方突堤兩測站(測站三及測站四)的豐富度(1.3%~16.81%)許多。

在第二季(97 年 5 月)的藻種數量，各測站介於 4~19 種，以臺東成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的物種數(19 種)最高；就區域而言，新蘭漁港突堤兩測站的藻種數量(4~11 種)稍低於新港漁港北側之成功離岸堤及新港海堤之兩測站(14~19 種)。另外，新港海堤(測站二)和新蘭漁港突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

2. 優勢藻種

本季的極優勢藻種(覆蓋率高於 20%)，主要為紅藻門珊瑚藻科的寬扁叉節藻(*Amphiroa dilatata*)，以新港漁港北側的成功離岸堤和新港海堤之兩測站中，豐富度最高可高達 25%(測站一，3 米水深內)，而綠藻門石蓴科孔石蓴(*Ulva pertusa*)亦較上季為高，最高可達 15%。本季各測站間潮下帶覆蓋率明顯較上一季高出許多，介於 16.81%~52.41%；而潮間帶的覆蓋率低了許多，只介於 1.3%~11.5%。

第二季(97 年 5 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤之海藻著生照片，如照片 3-5~照片 3-6 所示。

表 3-5 第二季(97 年 5 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
Chlorophyta 綠藻植物門									
Ulviceae 石蓴科									
<i>Ulva lactuca</i> 石蓴	-	0%	0%	8%	-	0.2%	0%	0.5%	-
<i>Ulva pertusa</i> 孔石蓴	-	15%	5%	0.1%	-	0%	0.1%	0%	-
<i>Ulva intestinalis</i> 腸石蓴	-	0%	0%	0%	-	0.1%	0%	0%	-
Caulerpaceae 蕨藻科									
<i>Caulerpa peltata</i> 盾葉蕨藻	-	0.4%	0.3%	0.1%	-	0%	0%	0%	-
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>laete-virens</i> 棒形總狀蕨藻	-	0.5%	0.1%	0.5%	-	0%	0%	0%	-
Valoniaceae 法囊藻科									
<i>Dictyosphaeria canernosa</i> 網球藻	-	0.1%	0%	0.1%	-	0.1%	0%	0%	-
Codiaceae 松藻科									
<i>Codium nanwanense</i> 南灣松藻	-	0.5%	0.2%	0.2%	-	0.1%	0%	0%	-
Halimedaceae 仙人掌藻科									
<i>Helimeda discoidea</i> 盤狀仙人掌藻	-	0.2%	0.1%	0.1%	-	0%	0.2%	0%	-
<i>Helimeda opuntia</i> 仙人掌藻	-	5%	1%	0.5%	-	0.4%	0.5%	0%	-
Phaeophyta 褐藻植物門									
Dictyotaceae 網地藻科									
<i>Padina australis</i> 南方團扇藻	-	0.01%	0%	0.1%	-	0.2%	0.5%	0.1%	-
Sargassaceae 馬尾藻科									
<i>Sargassum cristaeifolium</i> 重緣馬尾藻	-	0.5%	0%	0.2%	-	0%	0%	0%	-

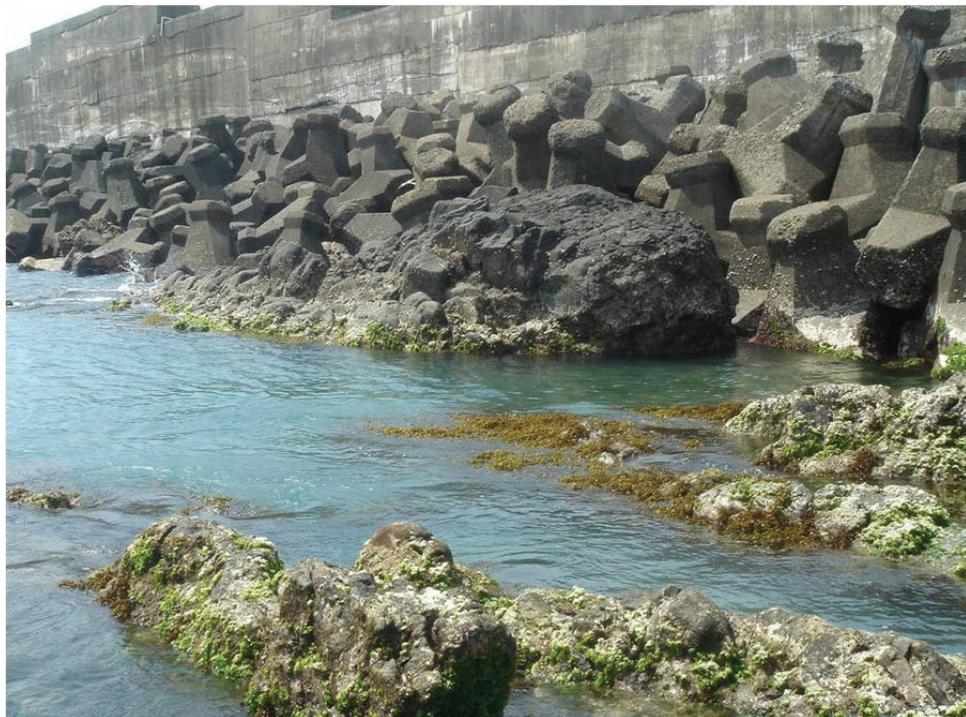
表 3-5(續) 第二季 (97 年 5 月) 臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶		潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
		0-3m	3-9m						
Rhodophyta 紅藻植物門									
Galaxauraceae 乳節藻科									
<i>Tricleocarpa fragilis</i> 白果胞藻	-	0.5%	0.1%	0.1%	-	0%	0.1%	0%	-
Halymeniaceae 海膜藻科									
<i>Halymenia floresia</i> 海膜	-	0.1%	0%	0%	-	0%	0%	0%	-
<i>Yonagunia formosana</i> 臺灣盾果藻	-	0.5%	0.1%	0.3%	-	0.3%	0.21%	0%	-
Coralinaceae 珊瑚藻科									
<i>Amphiroa dilatata</i> 寬扁叉節藻	-	25%	9%	0.1%	-	2%	5%	0%	-
<i>Mesophyllum simulans</i> 木耳狀中葉藻	-	1%	1.5%	0.1%	-	0%	1.5%	0%	-
<i>Mastophora rosea</i> 寬珊瑚藻	-	0.5%	0.1%	0.2%	-	0%	0.2%	0%	-
<i>Lithothamnium</i> sp. 石枝藻屬未確定種	-	1%	0.5%	0.6%	-	2%	8%	0.5%	-
Gracilariaceae 龍鬚菜科									
<i>Gracilaria vieillardii</i> 齒葉龍鬚菜	-	0%	0%	0.1%	-	0%	0%	0%	-
Peyssonneliaceae 耳殼藻科									
<i>Peyssonnelia conchicola</i> 木耳狀耳殼藻	-	1%	0.5%	0.1%	-	0.2%	0.5%	0.2%	-
Rhizophyllidaceae 根葉藻科									
<i>Portieria hornemannii</i> 浪花藻	-	0.1%	0%	0%	-	0%	0%	0%	-
Rhodomelaceae 松節藻科									
<i>Laurencia brongniartii</i> 紅羽凹頂藻	-	0.5%	0.2%	0%	-	0%	0%	0%	-
物種數	-	19	14	18	-	10	11	4	-
總豐富度	-	52.41%	18.7%	11.5%	-	5.6%	16.81%	1.3%	-
		35.56%							

本研究整理。測站一潮下帶總豐富度為兩不同水深帶之平均。



97年5月(石蓴與寬扁叉節藻，測站一：成功離岸堤)



97年5月(石蓴漸消失，測站二：新港海堤)

照片 3-5 成功離岸堤及新港海堤海藻著生照片 (第二季)



97年5月(寬扁叉節藻，測站三)



97年5月(石枝藻屬之一種，測站三)



97年5月(測站四)



97年5月(測站四)

照片 3-6 新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站四)海藻著生照片(第二季)

3.2.3 第三季 (97 年 8 月)

1. 藻種數量

第三季(97 年 8 月)的海藻調查成果如表 3-6 所示；本季調查共計觀察到 3 門 10 科 12 種海藻；其中，綠藻門 3 科 3 種、褐藻門 2 科 2 種、紅藻門 5 科 7 種。

第三季各測站間海藻豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)和上一季比較之下，下降許多，各測站間覆蓋率介於 0.2%~8.1%，為本年度海藻覆蓋率最低的一季；其中，以臺東成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的豐富度為本季最高(8.1%)，而新蘭漁港突堤測站四得潮間帶最低，只出現覆蓋率微量的一種海藻(0.2%)許多。

在第三季(97 年 8 月)的藻種數量，各測站介於 1~9 種，以臺東成功離岸堤(測站一)之潮下帶 3 米深內的物種數(8 種)最高；就區域而言，新蘭漁港突堤兩測站的藻種數量(1~6 種)稍低於新港漁港北側的成功離岸堤及新港海堤之兩測站(5~8 種)。另外，新港海堤(測站二)和新蘭漁港突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

2. 優勢藻種

在各測站中，第三季並未出現任何極優勢藻種(即覆蓋率高於 20% 以上)，而第三季主要出現藻種仍為紅藻門的珊瑚藻科的寬扁叉節藻(*Amphiroa dilatata*)，以成功離岸堤的測站一之豐富度最高 5%(測站一，3 米水深內)，而在第二季大量出現的綠藻門石蓴科孔石蓴(*Ulva pertusa*)，在本季已完全消失不見。本季各測站間潮下帶覆蓋率明顯較第二季下滑許多，介於 2.4~8.1%；而潮間帶的覆蓋率更低，只介於 0.2~2.7%。

第三季(97 年 8 月)成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤之海藻著生照片，如照片 3-7~照片 3-8 所示。

表 3-6 第三季(97 年 8 月)臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
Chlorophyta 綠藻植物門									
Ulvaaceae 石蓴科									
<i>Ulva lactuca</i> 石蓴	-	0.5%	0%	1.5%	-	0.1%	0%	0%	-
Caulerpaceae 蕨藻科									
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>laete-virens</i> 棒形總狀蕨藻	-	0.1%	0%	0.2%	-	0%	0%	0%	-
Halimedaceae 仙人掌藻科									
<i>Helimeda opuntia</i> 仙人掌藻	-	0.2%	0.1%	0.1%	-	0%	0.1%	0%	-
Phaeophyta 褐藻植物門									
Dictyotaceae 網地藻科									
<i>Padina australis</i> 南方團扇藻	-	0%	0%	0.1%	-	0.1%	0%	0%	-
Sargassaceae 馬尾藻科									
<i>Sargassum cristaeifolium</i> 重緣馬尾藻	-	0.2%	0%	0%	-	0%	0%	0%	-

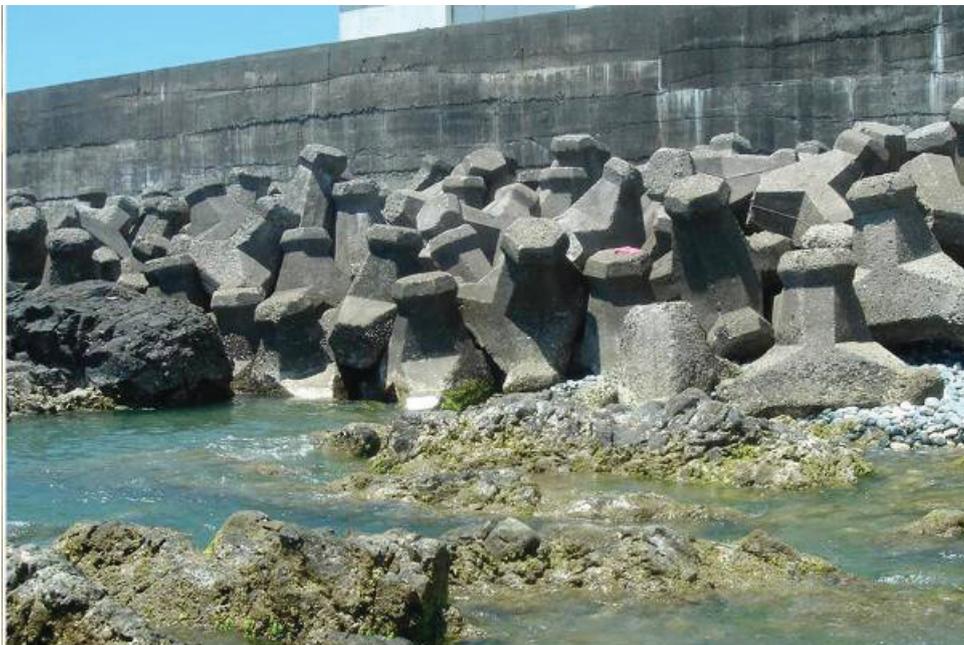
表 3-6(續) 第三季 (97 年 8 月) 臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站之海藻著生覆蓋率

海藻名錄 (學名及中文名)	成功離岸堤				新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一				測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶			潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
Rhodophyta 紅藻植物門										
Galaxauraceae 乳節藻科										
<i>Tricleocarpa fragilis</i> 白果胞藻	-	0.1%	0%	0%	-	0%	0%	0.1%	0%	-
Halymeniaceae 海膜藻科										
<i>Yonagunia formosana</i> 臺灣盾果藻	-	0%	0%	0.1%	-	0%	0%	0.1%	0%	-
Coralinaceae 珊瑚藻科										
<i>Amphiroa dilatata</i> 寬扁叉節藻	-	5%	2%	0%	-	0%	0.5%	0.5%	0%	-
<i>Mesophyllum simulans</i> 木耳狀中葉藻	-	0.5%	0.5%	0.1%	-	0.1%	0%	0%	0%	-
<i>Lithothamnium</i> sp. 石枝藻屬未確定種	-	1%	0.2%	0.5%	-	0.5%	1%	1.5%	0%	-
Peyssonneliaceae 耳殼藻科										
<i>Peyssonnelia conchicola</i> 木耳狀耳殼藻	-	0.5%	0.2%	0.1%	-	0.1%	0.1%	0.1%	0%	-
Rhodomeleaceae 松節藻科										
<i>Bostrychia tenella</i> 柔弱捲枝藻	-	0%	0%	0%	-	0%	0%	0%	0.2%	-
物種數	-	9	5	8	-	8	5	6	1	-
		9								
總豐富度	-	8.1%	3%	2.7%	-	2.7%	1.8%	2.4%	0.2%	-
		5.56%								

本研究整理。測站一潮下帶總豐富度為兩不同水深帶之平均



97年8月(老化中的寬扁叉節藻，測站一：成功離岸堤)

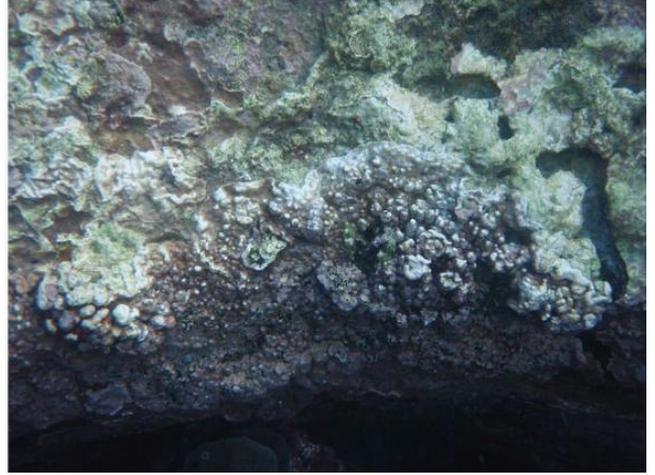


97年8月(石蓐漸消失，測站二：新港海堤)

照片 3-7 成功離岸堤及新港海堤兩測站海藻著生照片(第三季)



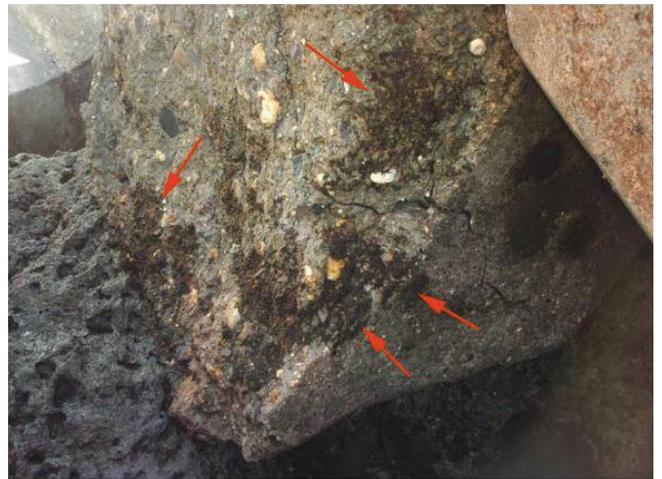
97年8月(測站三)



97年8月(白化中的石枝藻, 測站三)



97年8月(測站四)



97年8月(測站四)

照片 3-8 新蘭突堤北側(測站三)及南側(測站四)海藻著生照片(第三季)

第四章 海岸結構物海藻著生效果與環境相關性分析

為了解本研究於東部新港漁港北側離岸堤、海堤及新蘭漁港突堤南北兩側，所進行三季次之海藻著生狀況與水質環境之分析，掌握對象海岸之自然環境、生態環境等要因；進一步將實地調查海藻、水質等生態環境，分析海岸保護結構物之海藻著生特性及水質環境因子，俾供作為將來於海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之可行性、對象海藻、發展型態等之參考與依據。

4.1 海水水質環境分析

4.1.1 溫度與鹽度的季節性變化

依本研究於 97 年 3 月、5 月及 8 月共三季次之調查結果(如表 3-1 ~ 表 3-3 所示)；就各監測點之溫度而言，第一季各監測點溫度介於 22.4 ~ 22.9°C 之間，第二季介於 27.4 ~ 28.9°C 之間，第三季介於 27.6 ~ 29.1 °C 之間。就各監測點鹽度而言，第一季各監測點鹽度介於 33.95 ~ 34.33 psu 之間，第二季各監測點之鹽度介於 34.26 ~ 34.47 psu 之間，第三季各監測點之鹽度介於 33.18 ~ 33.38 psu 之間；呈現明顯之季節性及區域性變化，屬於正常一般沿岸海水之範圍。

由於本研究調查區域周遭地理及河川、溝渠之分布，發現附近並無明顯之淡水輸入，初步研判本海域之溫、鹽度變化，可能主要受到潮流漲落之影響，使得溫、鹽度呈現區域性變化不明顯，主要呈現季節性變化。

4.1.2 pH 值與溶氧量的季節性變化

依本研究於 97 年 3 月、5 月及 8 月共三季次之調查結果(如表 3-1 ~ 表 3-3 所示)；就各監測點 pH 值而言，第一季 pH 值介於 8.20 ~ 8.32 之間，溶氧量介於 7.47 ~ 8.43mg/L 之間，而溶氧飽和度則介於 104.8

%~119.5%之間；第二季 pH 值介於 8.15~8.31 之間，溶氧量介於 7.83~9.03 mg/L 之間，而溶氧飽和度則介於 121.0%~138.5%之間；第三季 pH 值介於 8.31~8.38 之間，溶氧量介於 7.52~8.10 mg/L 之間，而溶氧飽和度則介於 116.4%~123.3%之間。

整體而言，依環保署公告之臺灣地區保護生活環境相關環境基準之海域地面水體水質標準，本研究各測站所調查之 pH 測值及溶氧，均合乎甲類海域地面水體水質標準(環保署，1998) (該標準規定：甲類海域地面水體水質標準，pH 測值應介於 7.5~8.5 之間，溶氧(DO)測值應大於 5.0mg/L 以上。

4.1.3 水體營養鹽的季節性變化

依本研究於 97 年 3 月、5 月及 8 月共三季次之調查結果(如表 3-1~表 3-3 所示)；第一季硝酸鹽分析結果介於 0.009~0.032mg/L 之間，亞硝酸鹽介於 0.001~0.005mg/L 之間，磷酸鹽介於 0.001~0.008mg/L 之間，氨氮介於 0.011~0.056mg/L 之間。第二季硝酸鹽分析結果介於 0.007~0.017mg/L 之間，亞硝酸鹽介於 0.002~0.003mg/L 之間，磷酸鹽介於 0.001~0.005mg/L，氨氮介於 0.020~0.024mg/L 間。第三季硝酸鹽分析結果介於 0.007~0.021mg/L 之間，亞硝酸鹽介於 0.001~0.002mg/L 之間，磷酸鹽介於 0.002~0.005mg/L，氨氮介於 0.020~0.020mg/L 間。由新港漁港及新蘭漁港兩地區海域之監測結果比較發現，磷酸鹽及氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮)於兩不同海域檢測結果，成功離岸堤測站相較於新蘭突堤測站，其水體中具較高之營養鹽，原因仍待進一步之調查分析。

進一步分析比較顯示，溶解性無機磷方面，第一季(3 月份)於成功離岸堤測站較高於新蘭突堤測站；第二季(5 月份) 成功離岸堤測站則相近於新蘭突堤測站；而第三季(8 月份)則成功離岸堤測站略低於新蘭突堤測站。溶解性無機氮方面，第一季(3 月份)於成功離岸堤測站較高於新蘭突堤測站；第二季(5 月份)及第三季(8 月份)，成功離岸堤測站則相近於新蘭突堤測站。氮磷比率 (N/P) 方面，第一季(3 月份) 成功

離岸堤測站 (7~193) 相近於新蘭突堤測站 (14~186)，第二季(5 月份) 成功離岸堤測站 (19~84) 略高於新蘭突堤測站 (15~33)，而第三季(8 月份) 與第二季時之趨勢相同，成功離岸堤測站 (15~40) 亦略高於新蘭突堤測站 (7~20)。

由本研究共三季次之各監測點之水體營養鹽 DIN 與 DIP 關係如圖 4-1 所示，監測結果比較發現，成功離岸堤測站及新蘭漁港突堤之測站測值皆接近理論值(16)，顯示為正常海域之 N/P 比。(在影響藻類生長的因子中，水中營養鹽的氮：磷比例之理論值為 16:1；故若水質中氮：磷比值低於 16，則氮為限制藻類生長的營養鹽因子，簡稱「氮限」；反之，若水質中氮：磷比值高於 16，則磷為限制藻類生長的營養鹽因子，簡稱「磷限」)。

另由光照度與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、DIP、N/P ratio 之相關性，如圖 4-2 所示，其中，第三季由於採集新蘭突堤測站時天氣突然轉陰，因此有關新蘭突堤及成功離岸堤、新港海堤之光照度差異，主要受當日天氣變化影響，故不予討論。如圖 4-2 所示，發現光照度與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、N/P ratio 均呈負相關性，其中第二季光照度與 N/P ratio 呈顯著負相關性，反之，兩季光照度與 DIP 均呈顯著正相關性，顯示光照度愈強，各種浮游植物或藻類吸收氮的能力也愈強，唯目前資料量在統計分析時仍顯不足，大多僅有觀察其大致之趨勢，詳細情況有待資料量充分時進一步探討以說明相關性是否顯著。

4.1.4 濁度與光照度的季節性變化

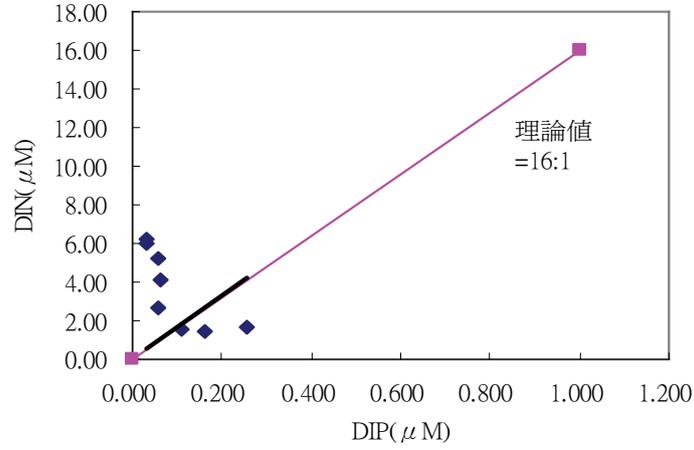
依本研究於 97 年 3 月、5 月及 8 月共三季次之調查結果(如表 3-1 ~ 表 3-3 所示)；第一季(3 月份)各監測點之濁度介於 0.51~1.37NTU，以區域性而言，成功離岸堤測站較高於新蘭突堤測站；而各監測點光照度之分析結果，介於 21~398 $\mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，光照度則以成功離岸堤測站附近海域測值較高。

第二季各監測點之濁度介於 0.93~3.29NTU；以區域性分布而言，濁度分析結果顯示成功離岸堤測站略高於新蘭突堤測站；而光照度分析結果介於 269~1278 $\mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ 之間，光照度以新蘭突堤測站略高於成功離岸堤測站。

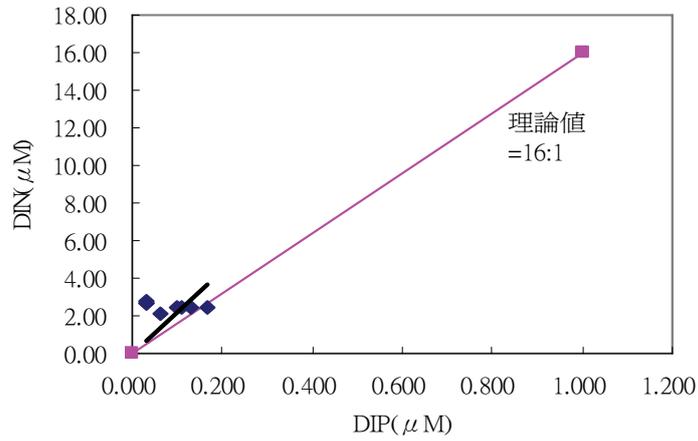
第三季各監測點之濁度介於 0.36~4.50NTU；以區域性分布而言，濁度分析結果顯示新蘭突堤測站略高於成功離岸堤測站；而光照度分析結果介於 146~5093 $\mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ 之間，光照度以成功離岸堤測站高於新蘭突堤測站，而由於第三季採集新蘭突堤測站時天氣突然轉陰，因此光照度之差異主要受當日天氣變化影響。

進一步分析比較顯示，濁度測值方面，第一季(3 月份)及第二季(5 月份)，成功離岸堤測站均較高於新蘭突堤測站，而第三季(8 月份)則以新蘭突堤測站較高於成功離岸堤測站。

(a) 第一季 (3 月份)



(b) 第二季 (5 月份)



(c) 第三季 (8 月份)

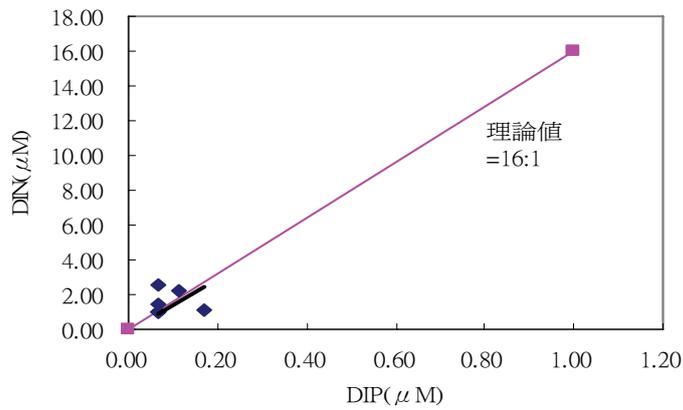
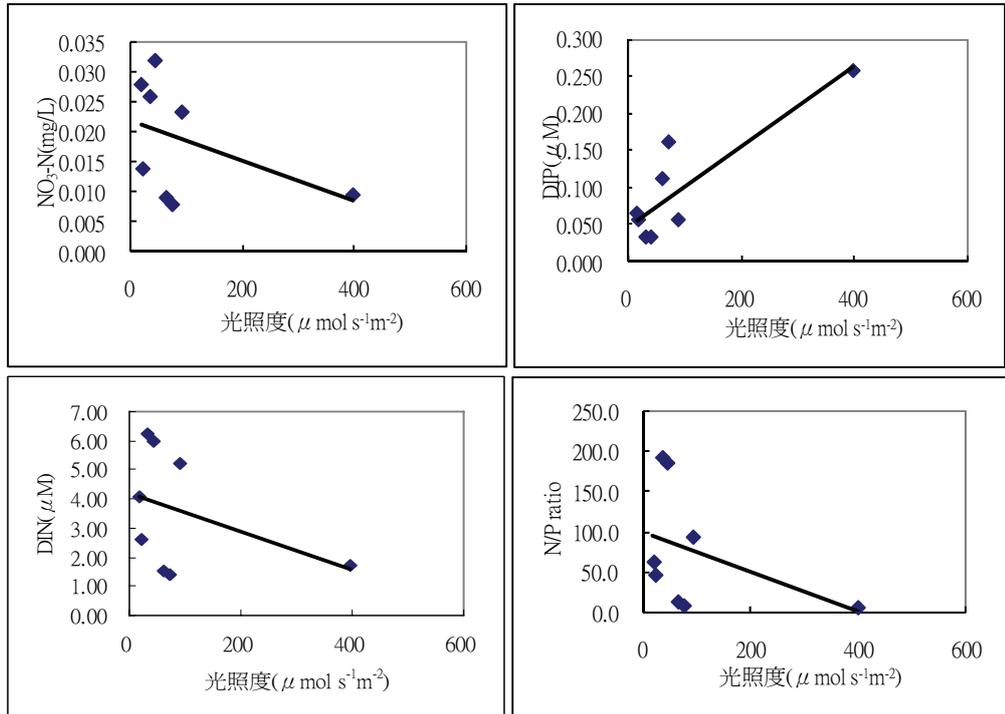


圖 4-1 各監測點水體營養鹽 DIN 與 DIP 關係圖

(a) 第一季 (3 月份)



(b) 第二季 (5 月份)

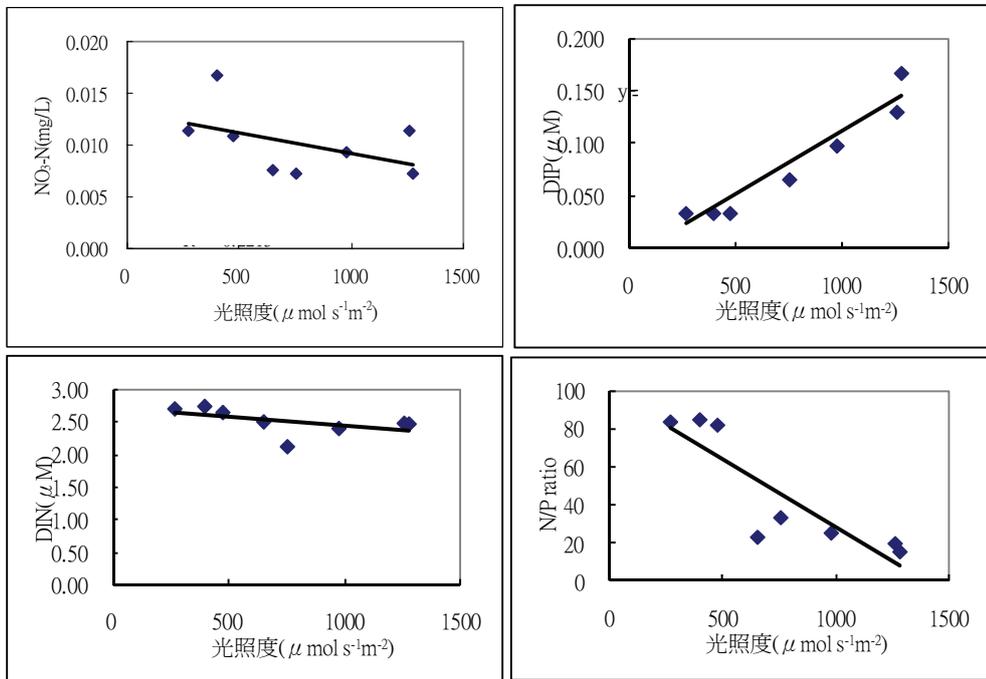


圖 4-2 各監測點水體 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 DIN 、 DIP 、 N/P ratio 與光照度相關性，
(a) 第一季 (3 月) (b) 第二季 (5 月)

4.2 海藻著生分析

4.2.1 優勢種和藻種的季節性變化分析

整體而言，本年度三季次（3月、5月及8月）調查共計發現有24種海藻著生於離岸堤、海堤和突堤的人工結構物上，分別歸屬於綠藻門5科（9種）、褐藻門2科（2種）和紅藻門7科（13種），本研究三季次四測站各季豐富度（以各藻種覆蓋率百分比總合）及物種數比較如圖4-3及圖4-4所示（其中測站一之豐富度為潮下帶0-3m及3-9m之平均值），三季次四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度之比例，如圖4-5及圖4-7所示。

在優勢種方面，第一季（3月份）各測站並無絕對優勢藻種出現，但綠藻門石蓴科的石蓴（*Ulva lactuca*）和孔石蓴（*Ulva pertusa*）為主要出現藻種。第二季各測站的極優勢藻種（覆蓋率高於20%），主要為紅藻門珊瑚藻科之寬扁叉節藻（*Amphiroa dilatata*），在成功離岸堤測站之豐富度最高達25%。大體上，第二季各測站之潮下帶種類數目及覆蓋率皆大於潮間帶；一般之潮下帶測站的優勢種藻類覆蓋率如超過百分之二十以上，則其它藻種會受優勢種藻類的影響很大，而在數量上變少。因此，常常只要一優勢種的出現或消失，即可造成該測站極大的影響。至於第三季各測站之潮下帶種類數目及覆蓋率，稍大於潮間帶且無絕對優勢藻種出現。

此外，由於調查樣區係位於離岸堤、海堤及突堤附近海域，為經常性海浪衝擊的區域，因此，本研究所調查的藻種皆為浪濤衝擊下常見的藻種，這些藻種具有堅韌的附著器，因此可抵抗強勁的海浪。以本次調查的石蓴科中的石蓴屬（*Ulva*）為例，此類藻類多生長在浪濤衝擊處，因此在臺灣週遭海域，常見於風浪較大的東北角及西南沿海一帶（黃，2000；林等人，2004）。

本年度三季次之調查，在第一季（3月份）調查中，各測站豐富度（1.2~14.75%）及物種數（5~15種）皆不是太高，以臺東成功離岸

堤測站一之潮下帶 3 米深內的物種數(15 種)最高，其中新蘭漁港突堤南北兩測站的物種數(5~10 種)低於成功離岸堤及新港海堤兩測站(10~15 種)。值得注意的是，新港海堤(測站二)和新蘭漁港南突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

在第二季(5 月份)的調查中，以臺東成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的物種數(19 種)最高、次為新港海堤測站二之潮間帶(18 種)；而新蘭漁港突堤測站三及測站四僅為 4~11 種。在第二季與第一季相較之下，同樣的是新港海堤(測站二)和新蘭漁港突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

在第三季(8 月份)的調查中，以臺東成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的物種數(9 種)最高、次為新港海堤測站二之潮間帶(8 種)；而新蘭漁港突堤測站三及測站四僅為 1~6 種。在第三季與前兩季相較之下，同樣的是新港海堤(測站二)和新蘭漁港突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶區。

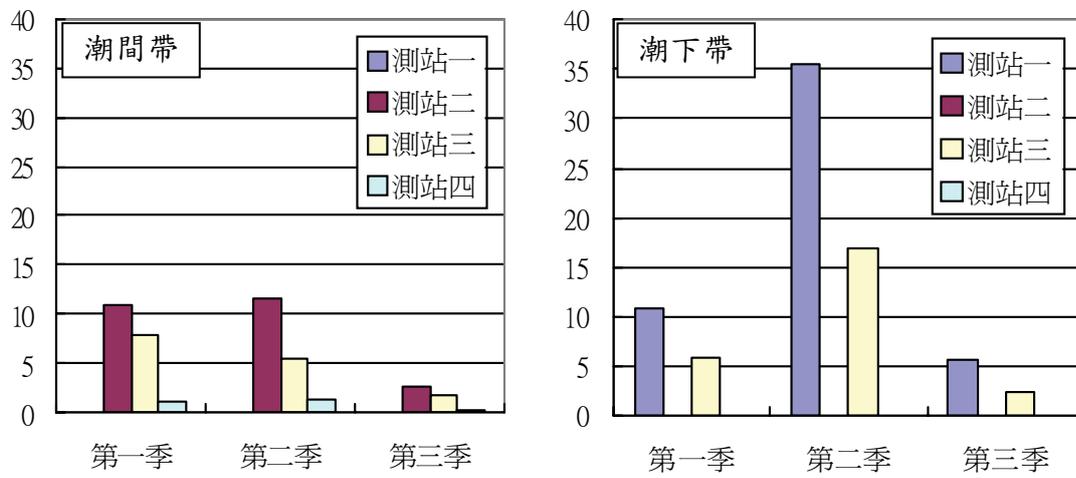


圖 4-3 本研究四測站各季豐富度比較圖 (%)

(測站一潮下帶之豐富度為 0-3m 及 3-9m 之平均值)

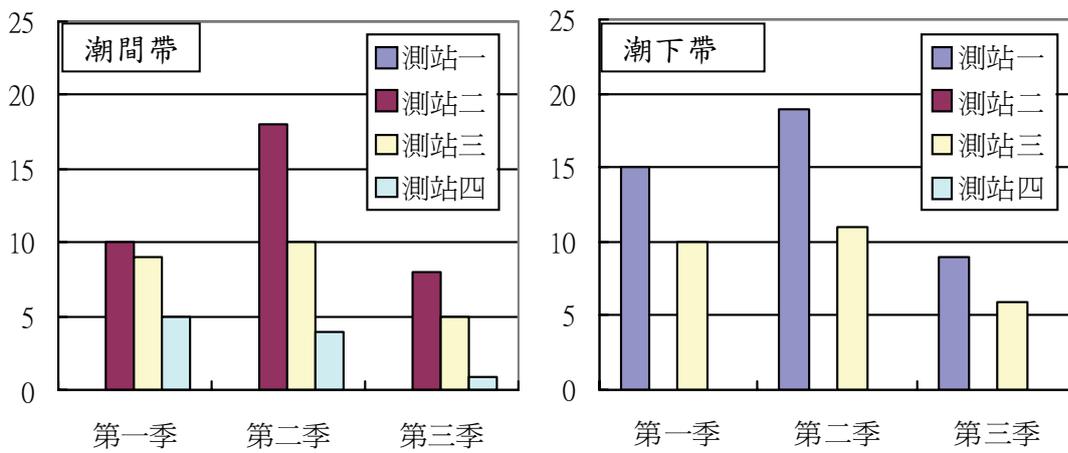


圖 4-4 本研究四測站各季物種數比較圖

(測站一潮下帶之物種數為 0-3m 及 3-9m 之最多者)

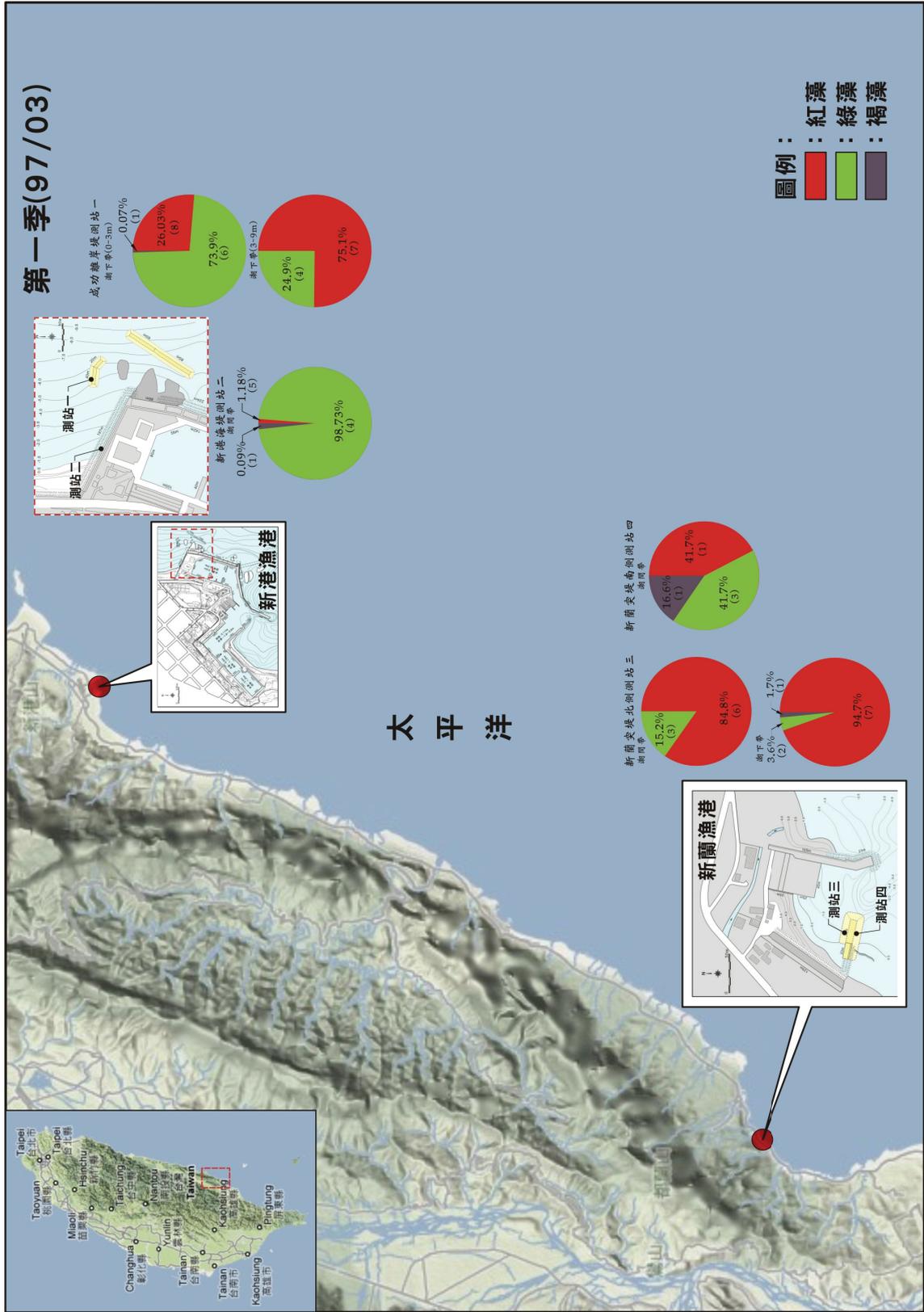


圖 4-5 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度之比例(第一季)

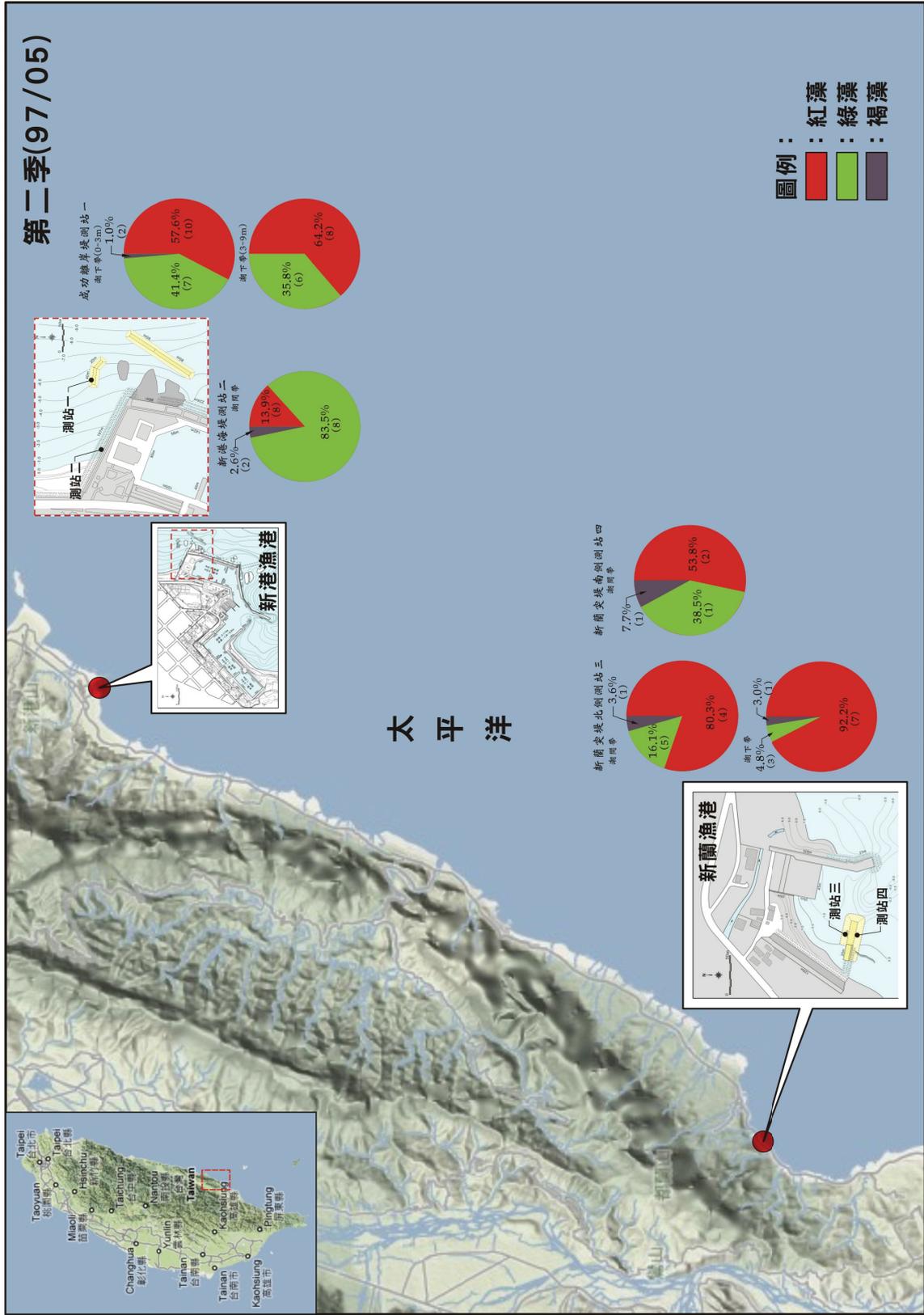


圖 4-6 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度之比例(第二季)

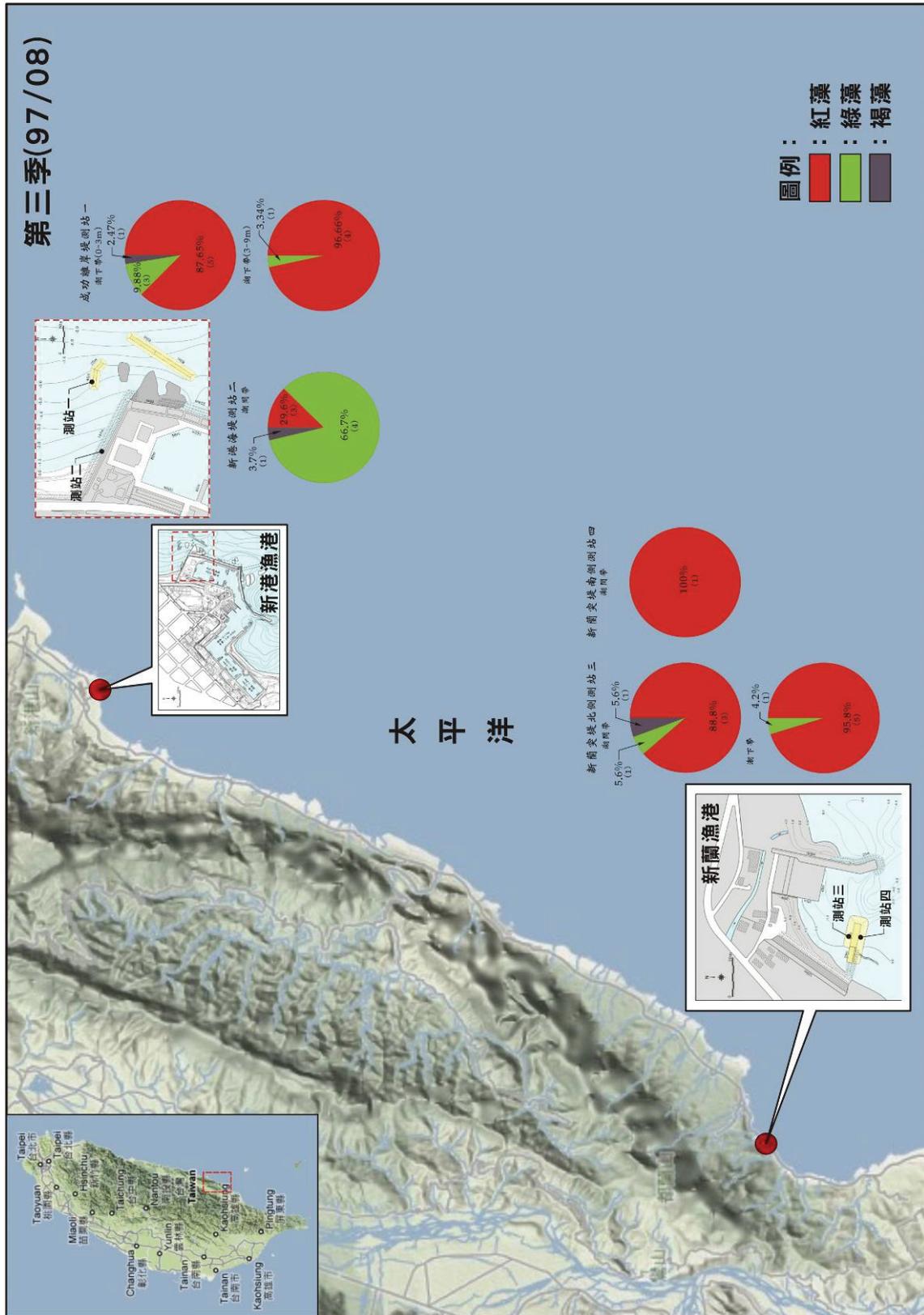


圖 4-7 本研究四測站紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度之比例(第三季)

4.2.2 海藻種類季節性變化與相似度分析

所謂相似度分析，係根據各測站所發現之海藻物種，分別計算測站間之 Czekanowski 相似係數 (CZ)。相似度 $CZ = [2C \div (A+B)] \times 100\%$ ，以兩測站為例，其中，A=測站一之種類數、B=測站二之種類數、C=測站一與測站二間共有相同種類的數目。

1. 第一季(3 月份)

第一季(3 月份)的海藻調查在相似性分析 (CZ)，如表 4-1 所示。各測站間潮下帶與潮間帶相互比較結果顯示，在海藻種類相似度上，在各潮間帶測站之間相互比較之外，相似性介於 40%~52% 之間，各測站間的值相差不太大。相較之下，潮下帶各測站之間比較部分，以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內和測站一之水下 3~9 米深的藻種組成相似性最高 (CZ = 84.62%)，其次為成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新蘭突堤之測站三 (CZ = 80%)，而最小為成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤之測站三 (CZ = 76.19%)。由此可見，在東部海域新港漁港與新蘭漁港雖相隔有一段距離，但潮下帶藻種組成相似性還算頗高，推測可能與受到黑潮洋流影響分佈所致，故藻種組成較相似。

另外，各測站的潮間帶與潮下帶比較之下，藻種相似性介於 0%~72% 之間，以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新港海堤測站二之相似度最高 (CZ 為 72%)，但成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤之測站四，則沒有任何共有相同出現藻種 (CZ 為 0%)。

2. 第二季 (5 月份)

第一季(5 月份)的海藻調查在相似性分析 (CZ)，如表 4-2 所示。各測站間潮下帶與潮間帶相互比較結果顯示，在海藻種類相似度上，各潮間帶測站之間的相似性，與第一季相較之下，新港海堤測站二與新蘭漁港測站三的相似性有升高至 64.29%，而新蘭漁港測站

三和測站四的值亦稍增加為 57.14%，然而新港海堤測站二與新蘭突堤測站四的相似性陡降至 17.39%，推測可能與新蘭突堤測站四之消波塊擺設的位置較高，浸泡在海水的時間不長，故其擺設位置之水深較不利於海藻之生長所至。

相較之下，潮下帶各測站之間比較部分，各測站與上一季相較之下，變化皆不大，仍以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內和測站一之水下 3~9 米深內的藻種組成相似性最高 (CZ = 84.85%)，其次為成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新蘭突堤測站三 (CZ = 73.33%)，而最小為成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新港突堤測站三 (CZ = 66.67%)。由此可見，在東部新港漁港與新蘭漁港之海域，雖相隔有一段距離，但潮下帶藻種組成相似性還算頗高，推測可能與受到黑潮洋流影響分佈所致，故藻種組成較相似。

另外，各測站的潮間帶與潮下帶比較上，各測站與第一季相較之下，出現一些明顯變化，藻種相似性介於 17.39%~86.49%之間，但仍以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新港海堤測站二之相似性最高 (CZ 為 86.49%)，但成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤測站四的藻種相似性則有稍微之提昇 (CZ = 17.39%)。

3. 第三季 (8 月份)

第三季(8 月份)的海藻調查在相似性分析 (CZ)，如表 4-3 所示。各測站間潮下帶與潮間帶相互比較結果顯示，在海藻種類相似度上，各潮間帶測站之間的相似性，與第二季相較之下，為變化不大的局面，新港海堤測站二與新蘭突堤測站三之相似性，稍有下跌至 71.42%。新蘭突堤測站四和其它各測站的值皆為 0%，推測可能與新蘭突堤測站四的消波塊擺設之位置較高，浸泡在海水的時間不長，故其擺設位置之水深，較不利於海藻之生長所至。

相較之下，潮下帶各測站之間比較部分，各測站與第二季相較之下，亦變化不大，以成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深內與新蘭突堤測站三之相似度為最高 (CZ = 80.00%)。成功離岸堤測站一之水

下 3 米深內和 underwater 3-9 米深內的藻種組成相似性，和成功離岸堤測站一之水下 3 米深與新蘭突堤測站三的藻種組成相似性一致（CZ=71.42%）。由此可見，在東部新港漁港與新蘭漁港之海域，雖相隔有一段距離，但潮下帶藻種組成相似性還算頗高，推測可能與受到黑潮洋流影響分佈所致，故藻種組成較為相似。

另外，各測站的潮間帶與潮下帶比較上，各測站與第二季相較之下，出現相似的變化不大的情形。除了新蘭突堤測站四和其它各測站的值皆為 0% 之外，藻種相似性介於 57.14%~76.92% 之間，以新港海堤測站二與新蘭突堤測站三之藻種組成相似性最高（CZ=76.92%）。

4. 三季次之比較

整體而言，本年度三季次（3 月、5 月及 8 月）之調查，在藻種相似性（CZ）比較上（詳表 4-1~表 4-3 所示），依本研究實測調查資料觀察到一個趨勢，即成功離岸堤與新港海堤之測站一與測站二的藻種組成相似度上較為接近，但是潮下帶藻種組成相似性在不同測站之間還算頗高，推測可能與臺東海域受到黑潮洋流影響分佈所致，藻種組成較相似。然而，新蘭突堤測站四與其它各測站之間的藻種組成相似性皆不高，推測可能與新蘭突堤測站四的消波塊擺設之位置較高，浸泡在海水的時間不長，故其擺設位置之水深較不利海藻生長所至。

表 4-1 第一季成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站海岸結構物大型海藻著生之相似性率(CZ similarity)

區位別	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
成功離岸堤	潮間帶								
	潮下帶 0-3m								
	潮下帶 3-9m		84.62%	-					
新港海堤	潮間帶	72%	47.62%	-					
	潮下帶								
新蘭突堤北側	潮間帶	66.67%	50%	<u>52.63%</u>	-				
	潮下帶	80%	76.19%	70%		63.16%	-		
新蘭突堤南側	潮間帶	30%	0%	<u>40%</u>		<u>42.86%</u>	6.67%	-	
	潮下帶								

註：標粗斜體底線者之為各測站潮間帶與潮下帶相互比較之數值；標方框者為各測站潮下帶相互比較之數值；未標示者為各測站潮間帶與潮下帶相互比較之數值。

表 4-3 第三季成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤各測站海岸結構物大型海藻著生之相似性率(CZ similarity)

區位別	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
成功 離岸堤	潮間帶								
	潮下帶 0-3m								
	潮下帶 3-9m	<u>71.42%</u>	-						
新港 海堤	潮間帶	70.58%	61.54%	-					
	潮下帶								
新蘭突 堤北側	潮間帶	57.14%	60.00%	<u>61.54%</u>	-				
	潮下帶	<u>71.42%</u>	<u>80.00%</u>	76.92%	60.00%	60.00%	-		
新蘭突 堤南側	潮間帶	0%	0%	<u>0%</u>		<u>0%</u>	0%	-	
	潮下帶								

註：標粗斜體底線者之為各測站潮間帶間相互比較之數值；標方框者為各測站潮下帶相互比較之數值；未標示者為各測站間潮間帶與潮下帶相互比較之數值。

4.2.3 海藻種類季節性變化與共有種率分析

所謂共有種率 (PS=Proportional Similarity)，係根據各測站所發現之海藻物種，分別計算測站間之共有種率 (PS)。 $PS = [C \div (A+B-C)] \times 100\%$ ，以兩測站為例，其中，A=測站一之種類數、B=測站二之種類數、C=測站一與測站二間共有相同種類的數目。

1. 第一季(3 月份)

第一季(3 月份)的海藻調查之共有種率分析 (PS)，如表 4-4 所示；在潮間帶部分，在各潮間帶測站之間相互比較之下，藻種共有種率介於 25%~35.71% 之間，各測站間的值相差不太大。在潮下帶部分，以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內和測站一之水下 3~9 米深的藻種共有種率最高 (PS = 73.33%)，其次為成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新蘭突堤測站三 (PS = 66.67%) 之間，最低為成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤測站三 (PS = 61.54%)。

另外，各測站的潮間與潮下帶比較上，變化頗大，以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內和新港海堤測站二之藻種共有種率最高 (PS = 56.25%)，最後為成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤測站四 (PS 皆為 0%，即沒享有共同的種類)。

2. 第二季 (5 月份)

第二季(5 月份)的海藻調查之共有種率分析 (PS)，如表 4-5 所示。在潮間帶部分，在各潮間帶測站之間相互比較之下，藻種共有種率介於 22.22%~47.37% 之間，各測站間的值相差不太大，但與第一季的分析結果比較之下，稍有提昇。在潮下帶部分，與第一季的分析結果比較之下，大致雷同，藻種共有種率介於 57.89%~73.68% 之間，仍以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內和測站一之水下 3~9 米深的藻種共有種率最高 (PS = 73.68%)。

另外，各測站的潮間帶與潮下帶之比較，與第一季的分析結果相比較之下，藻種共有種率大致有提高現象，介於 12.5%~76.19%之間，仍以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內與新港海堤測站二之間最高（PS = 76.19%），而且成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深與新蘭突堤測站四之藻種相似性有稍微提昇（PS = 12.50%）。

3. 第三季（8 月份）

第三季(8 月份)的海藻調查之共有種率分析（PS），如表 4-6 所示。在潮間帶部分，除了新蘭突堤測站四與新港突堤測站二、新蘭突堤測站三之值皆為 0%之外，而新港突堤測站二和新蘭突堤測站三之共有種率為 44.44%之間，與第二季的分析結果比較之下，有稍為下滑的局面。

在潮下帶部分，與第二季的分析結果相比較之下，趨勢大致雷同，藻種共有種率介於 55.55~66.67%之間，以新蘭突堤測站三之潮下帶與成功離岸堤測站一之水下 3-9 米深的藻種共有種率最高（PS = 66.67%）。

另外，各測站的潮間與潮下帶比較上，除了新蘭突堤測站四與新港突堤測站二、新蘭突堤測站三之值皆為 0%之外，與第二季的分析結果比較之下，因成功離岸堤測站一與新港海堤測站二的藻種數有大量下降情形，使得成功離岸堤與新港海堤兩測站之共有種率有下滑情形，其餘各測站的共有種率介於 40.0%~62.5%之間，以新港海堤測站二與新蘭突堤測站三潮下帶之共有種率為最高（PS = 62.5%）。

4. 海藻種類季節性變化與共有種率分析

整體而言，本年度三季次（3 月、5 月及 8 月）之調查，在藻種共有種率（PS）比較上（詳表 4-4~表 4-6 所示），與藻種相似性（CZ）比較上大致雷同。在前二季，因成功離岸堤與新港海堤之測站一與測站二的藻種組成相似度上較為接近，所以藻種共有種率亦高；但

在第三季，因成功離岸堤與新港海堤之測站一及測站二的藻種數有大量下降情形，使得成功離岸堤與新港海堤之測站一與測站二的藻種組成相似度，較新蘭突堤測站三之潮下帶與成功離岸堤與新港海堤的藻種組成相似度為低一些。然而，因潮下帶藻種組成相似性在不同測站之間還算頗高，藻種組成較相似，所以藻種共有種率在潮下帶各測站比較沒有明顯的變化。

另由於新蘭突堤測站四與其它各測站之間的藻種組成相似性皆不高，推測可能與新蘭突堤測站四之消波塊所擺設的位置較高，浸泡在海水的時間不長，故其擺設位置之水深，較不利海藻生長所致，所以藻種共有種率與其它各測站相較之下，明顯較低。

表 4-4 第一季成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤海岸結構物大型海藻著生之共有種率分析(PS similarity)

區位別	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
成功離岸堤	潮間帶								
	潮下帶 0-3m								
	潮下帶 3-9m		73.33%		-				
新港海堤	潮間帶	56.25%	31.25%	-					
	潮下帶								
新蘭突堤北側	潮間帶	50%	33.33%	<u>35.71%</u>	-				
	潮下帶	66.67%	61.54%	53.85%	46.15%				
新蘭突堤南側	潮間帶	17.65%	0%	<u>25%</u>			7.14%	-	
	潮下帶								

註：標粗斜體底線者之為各測站潮間帶與潮下帶相互比較之數值；標方框者為各測站潮下帶相互比較之數值；未標示者為各測站潮間帶與潮下帶相互比較之數值。

表 4-5 第二季成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤海岸結構物大型海藻著生之共有種率分析(PS similarity)

區位別	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
成功離岸堤	潮間帶								
	潮下帶 0-3m								
	潮下帶 3-9m	<u>73.68%</u>	-						
新港海堤	潮間帶	76.19%	68.42%	-					
	潮下帶								
新蘭突堤北側	潮間帶	38.10%	33.33%	<u>47.37%</u>	-				
	潮下帶	<u>57.89%</u>	<u>66.67%</u>	61.11%	40%				
新蘭突堤南側	潮間帶	15%	12.5%	<u>22.22%</u>			25%	-	
	潮下帶								

註：標粗斜體底線者之為各測站潮間帶間相互比較之數值；標方框者為各測站潮下帶相互比較之數值；未標示者為各測站間潮間帶與潮下帶相互比較之數值。

表 4-6 第三季成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤海岸結構物大型海藻著生之共有種率分析(PS similarity)

區位別	成功離岸堤			新港海堤		新蘭突堤北側		新蘭突堤南側	
	測站一			測站二		測站三		測站四	
	潮間帶	潮下帶 0-3m	潮下帶 3-9m	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶	潮間帶	潮下帶
成功 離岸堤	潮間帶								
	潮下帶 0-3m								
	潮下帶 3-9m	55.56%	-						
新港 海堤	潮間帶	54.54%	44.44%	-					
	潮下帶								
新蘭突 堤北側	潮間帶	40.00%	42.86%	44.44%	-				
	潮下帶	55.55%	66.67%	62.50%	42.86%				
新蘭突 堤南側	潮間帶	0%	0%	0%		0%	0%	-	
	潮下帶								

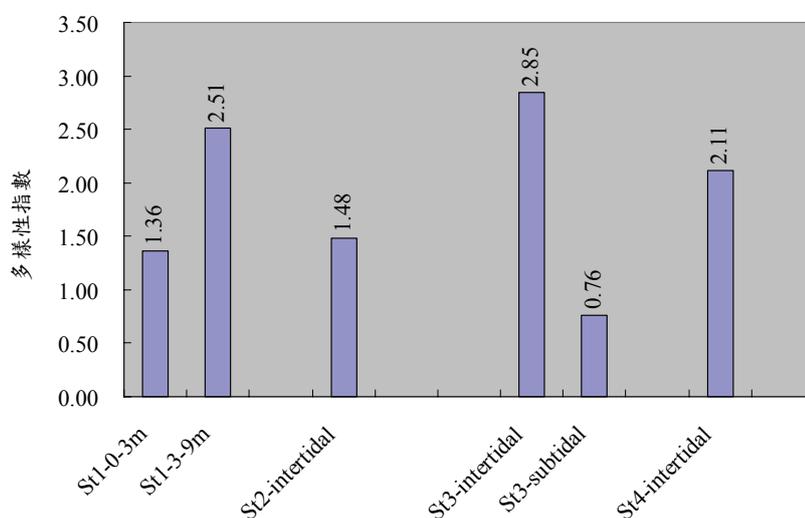
註：標粗斜體底線者之為各測站潮間帶間相互比較之數值；標方框者為各測站潮下帶相互比較之數值；未標示者為各測站間潮間帶與潮下帶相互比較之數值。

4.2.4 海藻種類季節性變化與多樣性分析

種歧異度(Species Diversity)可提供生物之自然集合或群聚組合之訊息，一般而言歧異度越高代表生物群聚結構較穩定。

1. 第一季(3 月份)

第一季(3 月份)的海藻調查之多樣性指數分析 (Species diversity index analysis)，如圖 4-8 所示。依潮間帶間各測站海藻多樣性指數介於 1.48~2.85 之間，其中以新蘭突堤測站三之海藻多樣性指數最高($H' = 2.85$)，而新港海堤測站二之潮間帶最低($H' = 1.48$)。潮下帶各測站間相互比較，成功離岸堤測站一之水下 3~9 米深的海藻多樣性指數最高($H' = 2.51$)，而新蘭突堤測站三潮下帶之海藻多樣性指數最低($H' = 0.76$)。各測站間潮間帶與潮下帶多樣性綜合比較，以新蘭突堤測站三潮間帶之多樣性指數最高($H' = 2.85$)，而新蘭突堤測站三潮下帶之海藻多樣性指數最低($H' = 0.76$)。



註: 1 St1-0-3m：測站一潮下帶(0-3m)，St1-3-9mSubtidal：測站一潮下帶(3-9m)。

St2-Intertidal：測站二潮間帶。

St3-Intertidal：測站三潮間帶，St3-Subtidal：測站三潮下帶。

St4-Intertidal：測站四潮間帶。

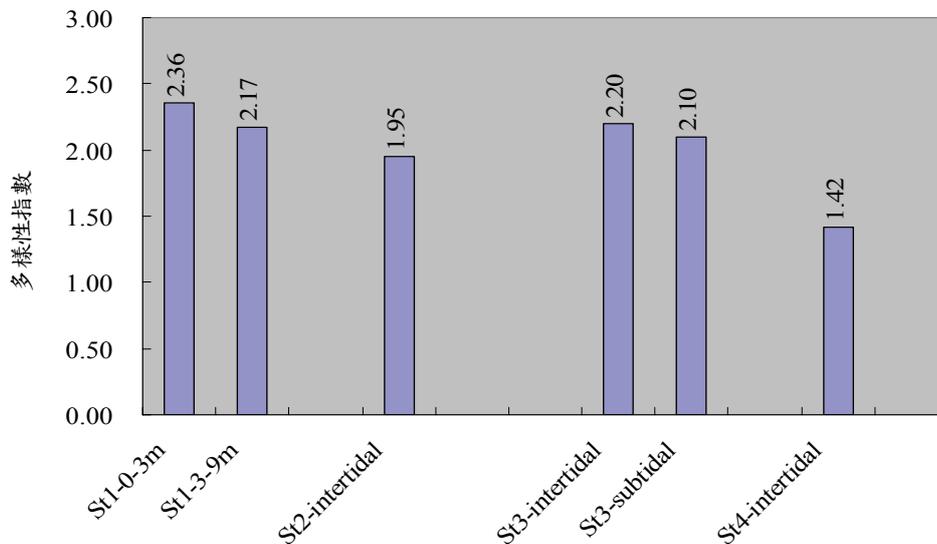
2.數值愈高代表該測站多樣性愈高。或各藻種的分佈愈均勻。

圖 4-8 第一季 (3 月份) 各測站 Shannon 多樣性指數分佈圖

2. 第二季 (5 月份)

第二季(5 月份)的海藻調查之多樣性指數分析 (Species diversity index analysis)，如圖 4-9 所示。依潮間帶間各測站海藻多樣性指數介於 1.42~2.20 之間，與第一季相較之下，變化不大；其中，以新蘭突堤測站三之海藻多樣性指數最高($H' = 2.20$)，而新蘭突堤測站四之潮間帶最低($H' = 1.42$)。

潮下帶各測站間相互比較，成功離岸堤測站一水下之 3 米深內的海藻多樣性指數，有明顯增高且為第二季之最高測站($H' = 2.36$)，而新蘭突堤測站三之潮下帶海藻多樣性指數亦有明顯增高($H' = 2.10$)。各測站間潮間帶與潮下帶多樣性綜合比較，以成功離岸堤測站一之水下 3 米深內的多樣性指數最高($H' = 2.36$)，而新蘭突堤測站四潮間帶之海藻多樣性指數為最低($H' = 1.42$)。



註: 1 St1-0-3m: 測站一潮下帶(0-3m), St1-3-9mSubtidal: 測站一潮下帶(3-9m)。

St2-Intertidal: 測站二潮間帶。

St3-Intertidal: 測站三潮間帶, St3-Subtidal: 測站三潮下帶。

St4-Intertidal: 測站四潮間帶。

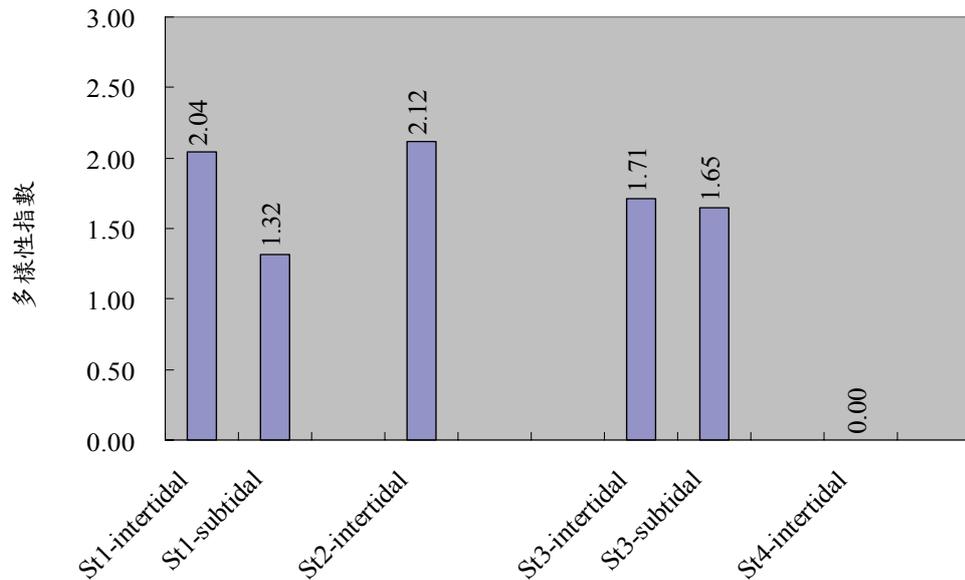
2. 數值愈高代表該測站多樣性愈高。或各藻種的分佈愈均勻。

圖 4-9 第二季 (5 月份) 各測站 Shannon 多樣性指數分佈圖

3. 第三季（8 月份）

第三季(8 月份)海藻調查之多樣性指數分析 (Species diversity index analysis)，如圖 4-10 所示。依潮間帶間各測站海藻多樣性指數介於 0~2.12 之間，與第二季相較之變化並不大，皆有下滑情形發生；其中，新蘭突堤測站四潮間帶，因第三季只出現海藻一種，其多樣性指數為零，新港海堤測站二的多樣性指數為最高($H' = 2.12$)。

潮下帶各測站間相互比較，成功離岸堤測站一之水下測站（3 米深內以及 3~9 米深內）和新蘭突堤測站三之海藻多樣性指數皆呈下跌，尤其成功離岸堤測站一之 3~9 米深內的海藻多樣性指數下跌幅度為最大之測站($H' = 1.32$)。各測站間之潮間帶與潮下帶多樣性綜合比較，以新港海堤測站二~多樣性指數為最高($H' = 2.12$)，而新蘭突堤測站四之潮間帶海藻多樣性指數為最低($H' = 0$)。



註: 1 St1-0-3m：測站一潮下帶(0-3m)，St1-3-9mSubtidal：測站一潮下帶(3-9m)。

St2-Intertidal：測站二潮間帶。

St3-Intertidal：測站三潮間帶，St3-Subtidal：測站三潮下帶。

St4-Intertidal：測站四潮間帶。

2. 數值愈高代表該測站多樣性愈高。或各藻種的分佈愈均勻。

圖 4-10 第三季（8 月份）各測站 Shannon 多樣性指數分佈圖

4. 海藻種類季節性變化與多樣性分析

本年度三季次（3月、5月及8月）之調查，在地區性之多樣性分析（Species diversity index analysis）綜合比較（如圖 4-8～圖 4-10 所示），各測站第二季的海藻多樣性指數（ $H' = 1.42 \sim 2.36$ ）較第一季（ $H' = 0.76 \sim 2.85$ ）增減互見，但以第三季的海藻多樣性指數（ $H' = 0 \sim 2.12$ ），變化幅度較大。

由海藻豐富度以及海藻物種數在第二季皆有大幅成長的變化（詳表 3.5），反應於第二季時成功離岸堤測站一之水下 3 米深內以及新蘭突堤測站三潮下帶之海藻多樣性指數的明顯增加。但一方面，第二季的海藻多樣性指數，新蘭突堤測站三潮間帶（ $H' = 2.20$ ）和新蘭突堤測站四潮間帶（ $H' = 1.42$ ），較第一季新蘭突堤測站三潮間帶（ $H' = 2.85$ ）和新蘭突堤測站四潮間帶（ $H' = 2.11$ ）略為減少。

此現象可能由海藻豐富度分佈不均所導致（詳表 3-4），因第二季的海藻豐富度以及海藻物種數雖然較第一季為高，但第二季有覆蓋率極大的物種出現，可見第二季的海藻豐富度的大幅增加，為少數優勢藻種增加所致。而大多數的物種，其覆蓋率皆不高，顯示海藻多樣性指數，在各測站大多受到少數優勢藻種消長之影響。第三季的海藻多樣性指數，變化幅度較大，可能是受到藻種數和覆蓋率皆有大量下滑之影響，尤其是新蘭突堤測站四潮間帶之海藻多樣性指數，因藻種數只有一種，造成測站四之分析值為零。

4.3 海藻著生效果與水質環境分析

4.3.1 海藻豐富度與水溫和相關的營養鹽季節性變化分析

綜合比較研究區之海藻豐富度於季節性之差異，很明顯第二季（5月份）介於 1.3~52.41% 之間，較第一季（3月份）（介於 1.2~14.75% 之間）的豐富度來的高，尤其是成功離岸堤和新港海堤之兩個測站的潮下帶及潮間帶海藻覆蓋度，皆有顯著的增加。然而在第三季，各測站間覆蓋率大量下跌，只介於 0.2~8.1%，為本年度三季海藻調查之海藻覆蓋率最低的一季。

彙整各測站各季潮間帶、潮下帶之海藻著生與磷酸鹽及氮鹽之分析如表 4-7~表 4-8 所示，經與各測站實測之水質資料相比較，雖然第一季的成功離岸堤、新港海堤及新蘭港突堤之營養鹽測值較第二季高，但水溫較低（介於 22.4~22.9°C 之間），海藻生長的速度較緩慢。另一方面，自今年五月以來，白天水溫回暖升至 27.4~28.9°C 之間，促使海藻生長加快，而由第二季營養鹽中氮鹽的稍減少可知，在春季氮鹽可能為海藻生長的限制因子。同時，由第二季的營養鹽分析顯示氮鹽的減少，也反應到海藻覆蓋度的增加；在第三季，雖然水溫只有稍微升高攝氏一度左右，但營養鹽分析顯示，氮鹽較第二季有持續減少現象。然而，由過去在臺灣各地海域附近的海藻相之調查結果相互比較，水溫對海藻的生長之影響較營養鹽為大。

表 4-7 各測站各季潮間帶海藻著生與磷酸鹽及氮鹽之分析表

位置	測站別	季別	總豐富度	水溫 (°C)	硝酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	N/P
成功離岸堤	測站一	第一季	-	-	-	-	-	-	
		第二季	-	-	-	-	-	-	
		第三季							
新港海堤	測站二	第一季	11.04%	22.9	0.023	0.001	0.049	0.002	94
		第二季	11.5%	27.6	0.011	0.002	0.02	0.004	19
		第三季	2.7%	27.6	0.011	0.001	0.02	0.002	40
新蘭突堤北側	測站三	第一季	7.9%	22.5	0.009	0.001	0.011	0.003	14
		第二季	5.6%	28.1	0.009	0.003	0.02	0.003	25
		第三季	1.8%	28.7	0.021	0.002	0.01	0.004	20
新蘭突堤南側	測站四	第一季	1.2%	22.5	0.014	0.002	0.021	0.002	47
		第二季	1.3%	28.9	0.007	0.003	0.002	0.005	15
		第三季	0.2%	28.3	0.009	0.001	0.01	0.005	7

表 4-8 各測站各季潮下帶海藻著生與磷酸鹽及氮鹽之分析表

位置	測站別	季別	總豐富度	水溫 (°C)	硝酸鹽 (mg/L)	亞硝酸鹽 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	磷酸鹽 (mg/L)	N/P
成功離岸堤	測站一 0-3m	第一季	14.75%	22.6	0.010	0.001	0.013	0.008	7
		第二季	52.41%	27.5	0.017	0.002	0.023	0.001	84
		第三季	8.1%	29.1	0.007	0.001	0.01	0.002	15
	測站一 3-9m	第一季	6.82%	22.5	0.026	0.005	0.056	0.001	193
		第二季	18.7%	27.4	0.011	0.002	0.02	0.001	83
		第三季	3.0%	28.8	0.007	0.001	0.01	0.002	16
新港海堤	測站二	第一季	-	-	-	-	-	-	
		第二季	-	-	-	-	-	-	
		第三季							
新蘭突堤北側	測站三	第一季	5.82%	22.4	0.032	0.004	0.048	0.001	186
		第二季	16.81%	27.9	0.007	0.003	0.02	0.002	33
		第三季	2.4%	28.7	0.007	0.001	0.01	0.002	16
新蘭突堤南側	測站四	第一季	-	-	-	-	-	-	
		第二季	-	-	-	-	-	-	
		第三季							

4.3.2 海藻豐富度與光照度、深度和濁度季節性變化分析

綜合比較光照度於季節性之差異，光照度在第一季(3月份)各監測點的 $22\sim 398\ \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，至第二季(5月份)稍有增加至 $269\sim 1278\ \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ ，此與海藻豐富度在入春之後逐漸升高，與前二季的光照度和光照時間漸漸增加呈正相關性。第三季各監測點之光照度分析結果，介於 $146\sim 5093\ \mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ 之間，光照度以成功離岸堤測站高於新蘭突堤測站，由於採集新蘭突堤測站時天氣突然轉陰，因此兩處光照度差異，主要受當日天氣變化影響；儘管如此，第三季光照度在各監測點為本年度三季調查最高之季節。

一般而言，熱帶暖水性的海藻壽命大約皆低於3~6個月，參考過去在臺灣南部之墾丁國家公園和東北角的海藻相調查之相關報告，顯示春季(三月~五月)為海藻大量繁生的季節。然而，是否由於光照度的增強，增加海藻對營養鹽吸收能力的增加，需要長期觀察。

彙整各測站各季潮間帶、潮下帶之海藻著生與光照度、濁度、水溫及深度之分析如表 4-9 及表 4-10 所示，潮下帶海藻覆蓋深度，在成功離岸堤潮下帶測站分佈最深，可達 7.8 米水深。今將潮下帶之海藻分布狀況與水質分析資料相互比較，濁度分析結果顯示第一季(3月份)各監測點之濁度介於 $0.43\sim 1.47\text{ntu}$ ，第二季(5月份)各監測點之濁度介於 $0.93\sim 3.29\text{ntu}$ ，以區域性而言，兩季之成功離岸堤測站較高於新蘭突堤測站，而第三季(8月份)各監測點之濁度介於 $0.36\sim 4.50\text{ntu}$ ，則以成功離岸堤測站較低於新蘭突堤測站。

整體而言，濁度測值方面，四測站之第二季(5月份)皆高於第一季(3月份)，第三季(8月份)成功離岸堤為三季次最低，而新港突堤則為三季次最高，此季節性濁度之變化，可能與第三季時臺東海域以夏季東南季節風向有關。至於光照度方面，四測站之第二季(5月份)皆高於第一季(3月份)，而第三季(8月份)之成功離岸堤為三季次最高，但新蘭突堤則低於第二季，此可能與新蘭突堤濁度增加有關。然而，這些各監測點之濁度變化與海藻豐富度季節性變化，似乎並無直接關連性。

表 4-9 成功離岸堤及新港海堤海藻著生與光照度、濁度、水溫及深度

位置	季別	測站別	總豐富度	物種數	濁度 (ntu)	光照度	水溫 (°C)	藻類分佈最深深度 (cm)
潮間帶	第一季 (3月)	測站一						
		測站二	11.04%	10	1.10	91	22.9	0
	第二季 (5月)	測站一						
		測站二	11.3%	18	1.66	1,278	28.9	0
	第三季 (8月)	測站一						
		測站二	2.7%	8	0.73	3,290	27.6	0
潮下帶	第一季 (3月)	測站一 0-3m	14.75%	15	1.32	398	22.6	300
		測站一 3-9m	6.82%	11	1.47	34	22.5	750
		測站二						
	第二季 (5月)	測站一 0-3m	52.41%	11	2.70	398	27.5	300
		測站一 3-9m	18.7%	14	2.26	269	27.4	780
		測站二						
	第三季 (8月)	測站一 0-3m	8.1%	9	0.71	5,093	29.1	300
		測站一 3-9m	3.0%	5	0.36	2,264	28.8	780
		測站二						

測站一 (成功離岸堤)、測站二 (新港海堤)

表 4-10 新蘭突堤南北側海藻著生與光照度、濁度、水溫及深度

位置	季別	測站別	總豐富度	物種數	濁度 (ntu)	光照度	水溫 (°C)	藻類分佈最深深度 (cm)
潮間帶	第一季 (3月)	測站三	7.9%	9	1.10	91	22.9	0
		測站四	1.1%	5	1.32	398	22.6	0
	第二季 (5月)	測站三	5.6%	10	2.70	398	27.5	0
		測站四	1.3%	4	3.29	1,257	27.6	0
	第三季 (8月)	測站三	1.8%	5	0.86	272	28.7	0
		測站四	0.2%	1	4.50	146	28.3	0
潮下帶	第一季 (3月)	測站三	5.82%	10	2.26	269	27.4	90
		測站四						
	第二季 (5月)	測站三	16.81%	11	4.59	1,006	26.5	95
		測站四						
	第三季 (8月)	測站三	2.4%	6	1.62	293	28.7	100
		測站四						

測站三 (新蘭突堤北側)、測站四 (新蘭突堤南側)

4.3.3 海藻種類季節性變化與不同區域上著生的分析

彙整各測站各季潮間帶、潮下帶之海藻著生、物種數、覆蓋率與水溫及鹽度之分析如表 4-11 及表 4-12 所示。

第一季(3 月份)的海藻調查結果顯示各測站間海藻豐富度比較之下，各測站間覆蓋率介於 1.2~14.75%，以成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的豐富度(14.75%)最高；其中成功離岸堤及新港海堤兩測站之豐富度(6.82%~14.75%)較高於新蘭漁港突堤測站(1.2%~7.9%)。而第一季藻種數量方面，各測站介於 5~15 種，以成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的物種數(15 種)最高，其中新蘭突堤兩測站的豐富度(5~10 種)稍低於成功離岸堤及新港海堤兩測站(11~15 種)。在各測站中，第一季雖然沒有極優勢藻種，但綠藻門石蓴科的石蓴(*Ulva lactuca*)和孔石蓴(*Ulva pertusa*)為主要出現藻種，在成功離岸堤及新港海堤兩測站中，最高可達 10%，其次為紅藻門的珊瑚藻科的寬扁叉節藻(*Amphiroa dilatata*)，豐富度最高可介於 3~3.5%。

第二季(5 月份)的海藻調查成果結果顯示，各測站間海藻豐富度比較之下，各測站間海藻豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)和第一季比較之下，高出許多，各測站間覆蓋率介於 1.3~52.41%，以成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的豐富度(52.41%)最高；其中成功離岸堤及新港海堤兩測站之豐富度(11.5%~52.41%)高出於新蘭漁港突堤兩測站(1.3%~16.81%)許多。而第二季藻種數量方面，各測站介於 4~19 種，以成功離岸堤測站一之潮下帶 3 米深內的物種數(19 種)最高，其中新蘭漁港突堤測站的豐富度(4~11 種)稍低於成功離岸堤及新港海堤兩測站(14~19 種)。

因此，第二季的海藻豐富度(各藻種覆蓋率百分比總合表示)和藻種數量方面皆比第一季(3 月份)的海藻相藻種覆蓋率和藻總數來的高；而第一、二季的調查中，成功離岸堤和新港海堤兩測站之豐富度最高可高達 25%(測站一, 3 米水深內)，而綠藻門石蓴科的孔石蓴(*Ulva pertusa*)，最高可達 15%。

第三季(8月份)的海藻調查成果結果顯示，各測站間海藻豐富度比較之下，各測站間海藻豐富度(以各藻種覆蓋率百分比總合表示)和第二季比較之下，下跌甚多，各測站間覆蓋率介於0.2~8.1%，以臺成功離岸堤測站一之潮下帶3米深內的豐富度(8.1%)最高；其中，成功離岸堤和新港海堤兩測站之豐富度(3%~8.1%)，稍高於新蘭突堤兩測站(0.2%~2.4%)許多。而第三季藻種數量方面，各測站介於1~9種，以成功離岸堤測站一之潮下帶3米深內的物種數(9種)最高，其中，新蘭港突堤兩測站之豐富度(1~5種)，稍低於成功離岸堤和新港海堤兩測站(5~9種)。

第三季的調查中皆沒有發現極優勢藻種(覆蓋率高於20%)，但紅藻門的珊瑚藻科的寬扁叉節藻，在成功離岸堤和新蘭突堤測站中，豐富度雖然較第二季消失頗多，但仍為最高(測站一，3米水深內，5%)，而在第二季大量出現的綠藻門石蓴科(*Ulvaceae*)，在第三季則只剩下少量的藻體。

表 4-11 各季潮間帶海藻著生、物種數、覆蓋率與水溫及鹽度之分析

位置	結構物	測站別	總豐富度	物種數	水溫(°C)	鹽度(psu)	覆蓋率>3%海藻
第一季	成功離岸堤	測站一					
	新港海堤	測站二	11.04%	10	22.9	34.33	石蓴(10%)
	新蘭突堤北	測站三	7.9%	9	22.5	34.08	寬扁叉節藻(3%)
	新蘭突堤南	測站四	1.2%	5	22.5	33.95	
第二季	成功離岸堤	測站一					
	新港海堤	測站二	11.5%	18	27.6	34.34	石蓴(8%)
	新蘭突堤北	測站三	5.6%	10	28.1	34.27	
	新蘭突堤南	測站四	1.3%	4	28.9	34.47	
第三季	成功離岸堤	測站一					
	新港海堤	測站二	2.7%	8	27.6	33.26	
	新蘭突堤北	測站三	1.8%	5	28.7	33.33	
	新蘭突堤南	測站四	0.2%	1	28.3	33.18	

表 4-12 各季潮下帶海藻著生、物種數、覆蓋率與水溫及鹽度之分析

位置	結構物	測站別	總豐富度	物種數	水溫(°C)	鹽度(psu)	覆蓋率>3%海藻
第一季	成功離岸堤	測站一 0-3m	14.75%	15	22.6	34.30	孔石蓴(10%) 寬扁叉節藻(3.5%)
		測站一 3-9m	6.82%	11	22.5	34.32	寬扁叉節藻(3%)
	新港海堤	測站二					
	新蘭突堤北	測站三	5.82%	10	22.4	34.11	石枝藻(5%)
	新蘭突堤南	測站四					
第二季	成功離岸堤	測站一 0-3m	52.41%	19	27.5	34.32	寬扁叉節藻(25%) 孔石蓴(15%) 仙葉藻(5%)
		測站一 3-9m	18.7%	14	27.4	34.26	寬扁叉節藻(9%) 孔石蓴(5%)
	新港海堤	測站二					
	新蘭突堤北	測站三	16.81%	11	27.9	34.30	石枝藻(8%) 寬扁叉節藻(5%)
	新蘭突堤南	測站四					
第三季	成功離岸堤	測站一 0-3m	8.1%	9	29.1	33.21	寬扁叉節藻(5%)
		測站一 3-9m	3.0%	5	28.8	33.19	
	新港海堤	測站二					
	新蘭突堤北	測站三	2.4%	6	28.7	33.38	
	新蘭突堤南	測站四					

4.4 海藻著生效果與海岸結構物相關性分析

4.4.1 海藻著生與結構物型式

就本研究調查台灣東部新港漁港北側離岸堤、海堤及新蘭漁港突堤兩處海域之結構物型式而言，新港漁港北側離岸堤之測站一為離岸堤（平行海岸之消波塊堤），而新港漁港北側海堤、新蘭漁港突堤之測站二、測站三及測站四為海堤、突堤（平行海岸之消波塊堤）。

1. 離岸堤及突堤型式

由於新港漁港北側離岸堤之測站一（成功離岸堤）並無潮間帶，而測站二（新港海堤）及測站四（新蘭突堤南側）並無潮下帶，故本研究以測站一（成功離岸堤）潮下帶及測站三（新蘭突堤北側）潮下帶之相互比較，作為不同形式構造型式之比較基礎。

以同季次測站一及測站四之潮下帶總豐富度相互比較，第一季成功離岸堤測站一為 10.79%（總豐富度以潮下帶 0-3m 及 3-9m 之平均值）、新蘭突堤北側測站三為 5.82%；第二季成功離岸堤測站一為 35.56%、新蘭突堤北側測站三為 16.81%；第三季成功離岸堤測站一為 5.56%、新蘭突堤北側測站三為 2.4%；即成功離岸堤（測站一），其潮下帶之總豐富度都較同季次時新蘭突堤北側（測站三）為高。

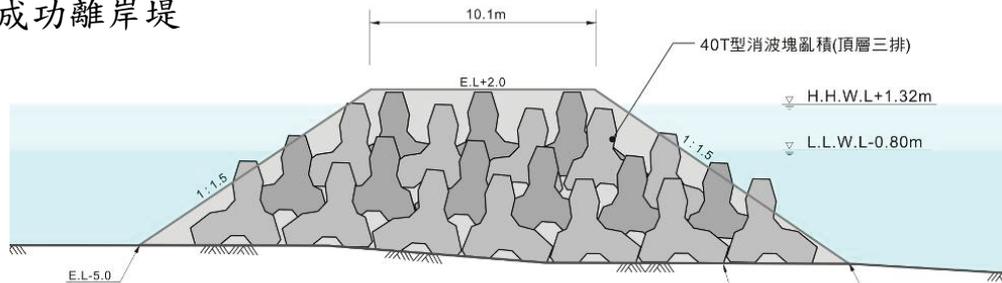
就海域結構物之型式而言，由於本研究之四測站於第二季之潮下帶海藻總豐富度都較第一季時較高，因此就成功離岸堤及新蘭突堤兩處海域結構物形式之不同，以同季次而言初步探討如后：

- (1) 成功離岸堤測站一之結構物係為離岸堤型式，且屬消波塊堤，其消波塊頂部之高程為+2.0m，而消波塊為 40 噸林克塊（每塊高度 3.822 m），以當地水深估計，約有四層之消波塊。由於大潮高潮位+1.32m、大潮低潮位-0.80m，即下面兩層均位在水下潮位影響之下，而上面約有一層半之消波塊大都位在潮差之影響範圍；且由現場觀察，因離岸堤之堤頂並不高，只要稍大之波浪，整個上層消波塊亦會被浪花

淹沒，故整體而言，成功離岸堤相對受潮水影響之時間較長，故離岸堤之海藻總豐富度較突堤型式明顯高，成功離岸堤及新蘭突堤之結構斷面與潮間帶關係如圖 4-11 所示。

- (2)新蘭突堤測站之結構物係為突堤型式，下部為拋石基礎，拋石頂高±0.0m，拋石上覆 5 噸型之得力塊、單層排列，得力塊頂高程+1.04m；5 噸得力塊之上面再設置 10 噸型協克塊、雙層排列，消波塊堤頂高程+4.0m。10 噸協克塊(每塊高度 2.784 m)，由於大潮高潮位+1.06m、大潮低潮位-0.83m，且水深並不深，最深為-1.5m，因此大部分消波塊均位在潮位影響之上，故其海藻總豐富度受位置之影響似較大，新蘭突堤之結構斷面與潮間帶關係如圖 4-11 所示。

(a)成功離岸堤



(b)新蘭突堤

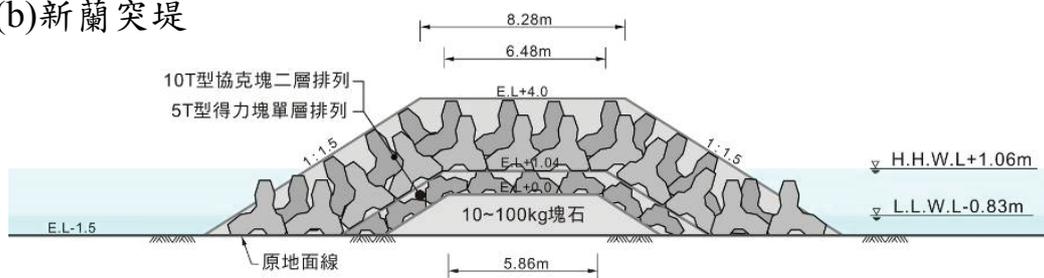


圖 4-11 成功離岸堤及新蘭突堤結構斷面與潮間帶之關係圖

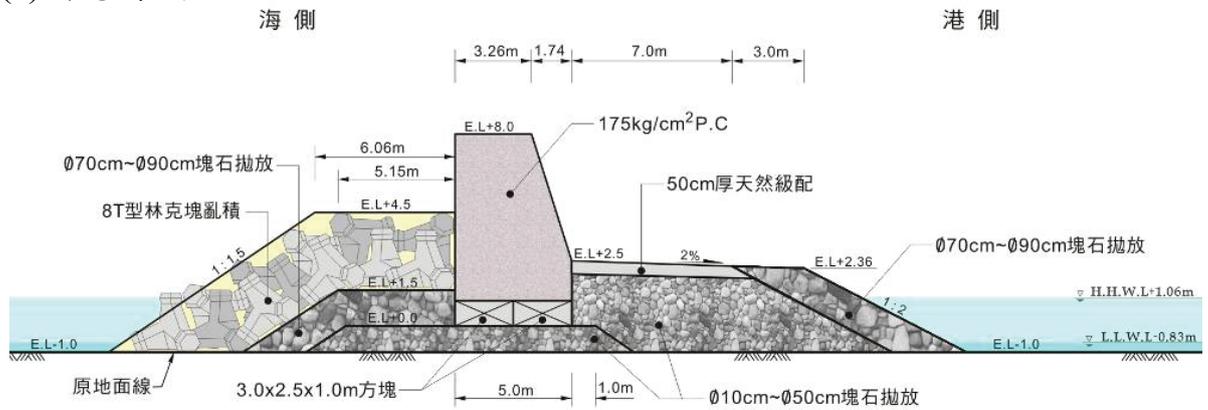
2.海堤及突堤型式

就具有相同垂直海岸之突堤、海堤而言，以同季次測站二、測站三及測站四之潮間帶總豐富度相互比較，第一季新港海堤測站二為 11.04%、新蘭突堤測站三及測站四為 7.9%、1.2%；第二季新港海堤測站二為 11.5%、新蘭突堤測站三及測站四為 5.6%、1.3%；第三季新港海堤測站二為 2.7%、新蘭突堤測站三及測站四為 1.8%、0.2%。至於物種數方面，第一季新港海堤測站二為 10 種、新蘭突堤測

站三及測站四為 9、5 種；第二季新港海堤測站二為 18 種、新蘭突堤測站三及測站四為 10、4 種；第三季新港海堤測站二為 8 種、新蘭突堤測站三及測站四為 5、1 種；即新港海堤（測站二），其潮間帶之總豐富度、物種數，都較同季次時新蘭突堤北側（測站三）及新蘭突堤南側（測站四）略高。

新港海堤測站之結構物係重力式海堤型式，下部為拋石基礎，拋石頂高±0.0m，拋石上覆 8 噸型林克塊、雙層排列，林克塊頂高程+4.5m。8 噸協克塊（每塊高度 2.203 m），由於大潮高潮位+1.06m、大潮低潮位-0.83m，且水深並不深，最深為-1.0m，大部分消波塊均位在潮位影響之上，故海藻總豐富度與新蘭突堤均受位置之影響似較大，新港海堤之結構斷面與潮間帶關係如圖 4-12。至於總豐富度、物種數，都較同季次時新蘭突堤北側（測站三）及南側（測站四）略高，就垂直海岸之突堤或海堤而言，對藻類之豐富度與物種之影響，未來仍需要更長期的監測及觀察，才能有更進一步的定論。

(a)新港海堤



(b)新蘭突堤

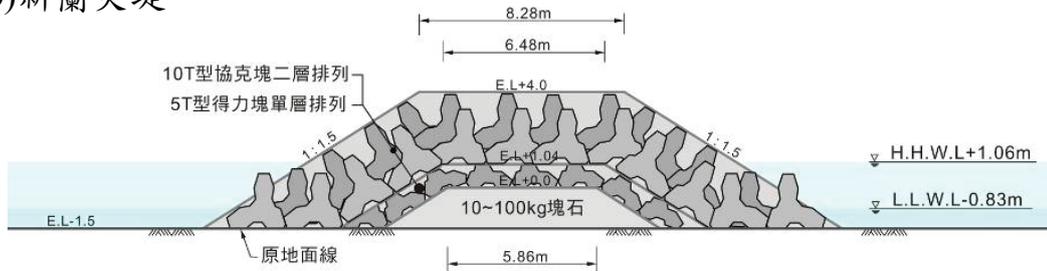


圖 4-12 新港海堤及新蘭突堤結構斷面與潮間帶之關係圖

4.4.2 海藻著生與結構物施作年代

依據本研究三季次之實地調查發現，海藻主要著生於消波塊、石塊之頂部、側面及斜邊等受光處，即使是光滑的混凝土、石塊表面亦可發現。這些著生地點皆有強勁的海浪衝擊，而這些附著在消波塊和石塊上的海藻種類皆有強韌的附著器以因應強勁的海流。此結果顯示，一般沿海的海岸，只要有人工結構物，如消波塊或石塊，皆可提供多樣化的海藻來附著並生長。

新港海堤係於民國 77 年完成，新蘭突堤則於 82 年完成，成功離岸堤係於民國 89~91 年完成，三者施作時間並不一致；而依本研究三季之實地調查，成功離岸堤之海藻總豐富度及物種數皆為本研究測站中之最高，故就海域結構物施設之年代而言，初步研判年代於本研究區域可能並非為影響海藻著生效果與豐富度之主要因素。

4.4.3 海藻著生與結構物水深

如前述海藻著生與基質環境之探討，依本研究實地調查臺灣東部新港漁港北側離岸堤、海堤及新蘭漁港突堤兩處海域之海藻著生狀況結果，三季的調查皆顯示新港漁港北側離岸堤、海堤之潮間帶和潮下帶之海藻總豐富度及物種數，都較新蘭漁港突堤為多；隨著潮下帶之水深漸深，海藻覆蓋呈現一逐漸遞減的趨勢，即藻類分布之水深並非一直延伸至結構物所拋放消波塊之水深，本研究各測站海藻著生之深度與水深關聯性，如表 4-13 所示。

就生態觀點而言，藻類分布之水深應與當地水質環境及優勢藻種之生育特性有關聯，亦即如其生長環境因子適合時，如水深夠深，在水質與季節等環境因子相似或符合優勢藻種之生育特性時，應無太大區域性之變化，除非受其他生長環境因子所限制。依本研究調查初步研判，影響或限制藻類分布如果水深超過 3 米，水深條件環境與光照似乎有相關連性；然而，有關海藻著生與水深環境條件之間的現象及推論，仍需要更長期的監測及觀察，才能有更進一步的定論。

表 4-13 各測站海藻著生之深度與水深關聯性分析

區域	測站別	季別	位置	總豐富度	物種數	水深 (cm)	藻類分佈最深之深度 (cm)	
成功離岸堤	測站一	第一季 (3月)	潮間帶					
			潮下帶 0-3m	14.75%	15	300	300	
			潮下帶 3-9m	6.82%	11	900	750	
		第二季 (5月)	潮間帶					
			潮下帶 0-3m	52.41%	19	300	300	
			潮下帶 3-9m	18.7%	14	900	780	
		第三季	潮間帶					
			潮下帶 0-3m	8.1%	9	300	300	
			潮下帶 3-9m	3.0%	5	900	780	
新港海堤	測站二	第一季 (3月)	潮間帶	11.04%	10	0	0	
			潮下帶					
		第二季 (5月)	潮間帶	11.5%	18	0	0	
			潮下帶					
		第三季	潮間帶	2.7%	8	0	0	
			潮下帶					
新蘭突堤北側	測站三	第一季 (3月)	潮間帶	7.9%	9	0	0	
			潮下帶	5.82%	10	210	90	
		第二季 (5月)	潮間帶	5.6%	10	0	0	
			潮下帶	16.81%	11	180	95	
		第三季	潮間帶	1.8%	5	0	0	
			潮下帶	2.4%	6	150	100	
新蘭突堤南側	測站四	第一季 (3月)	潮間帶	1.2%	5	0	0	
			潮下帶					
		第二季 (5月)	潮間帶	1.3%	4	0	0	
			潮下帶					
		第三季	潮間帶	0.2%	1	0	0	
			潮下帶					

註：水深指水面至水底之深度

4.4.4 結構物兩側之海藻著生分析

由本研究三季次於新蘭突堤北側（港側）之測站三、南側（海側）之測站四所作之海藻著生豐富度、物種數之調查，可供單一結構物之港內外兩側海藻著生情形之參考。

新蘭突堤南、北兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈如圖 4-13～圖 4-15 所示；在潮間帶豐富度：第一季之港內(7.9%)>港外(1.2%)、第二季之港內(5.6%)>港外(1.3%)、第三季之港內(1.8%)<港外(0.2%)；而潮間帶物種數：第一季之港內(9種)>港外(5種)、第二季之港內(10種)>港外(4種)、第三季之港內(5種)<港外(1種)；即新蘭突堤南、北兩側之海藻著生豐富度與物種數，皆為突堤內側(港內)>突堤外側(港外)。

一般天然海藻之生育分佈與造成，主要與環境之物理要因（波浪、潮流、光量、懸浮值、海水水溫、降雨）、化學要因（鹽份、DO、營養鹽、汙染）等有關，也就是受各種要因之相互交合影響，很少受單一因素強烈影響。

依據本研究三季次之水質調查結果，新蘭突堤南北兩側，在同季次之水溫、鹽度、pH 方面均相當一致，營養鹽方面雖略有差異，但差異有限；而濁度皆以港外（南側）較港內（北側）略大，光照度雖於第二季時港外（南側）較港內（北側）略小，但於第一季及第三季，皆以港外（南側）較港內（北側）略大。整體而言，新蘭突堤兩側水之質相差並不大。

以本研究豐富度及物種數較高之第二季（4～6 月）而言，臺灣東部海岸之波向以 SE～SSE 為主，波高 0.5～1.0m、週期 6～8 秒。新蘭突堤海側向南，故突堤海側附近之波浪可能為 0.5～1.0m，且附近水深變淺、波浪易產生碎波；而新蘭突堤北側屬漁港之泊地水域內，因受防波堤遮蔽，港內波浪將較小約 0.1～0.3m。

由於波為隨海水前後上下振動之運動，海底海藻之擺動為通過波

峰時倒向陸側，通過波谷時倒向海側；以週期 7 秒為例，海藻一日搖動 1 萬 2 仟回；在波高小時，海水之振動不致影響至海底，在波高較大或水深較淺之場合，波之振動會給海底帶來較大之影響。

由於新蘭突堤南、北兩側海藻著生之差異，主要是測站位置係在港內或港外之不同，整體而言，新蘭突堤兩側水之質相差並不大；故本研究初步檢討，影響突堤兩側海藻著生之差異，波浪大小可能為影響海藻著生要因之一；然而，有關海藻著生與突堤兩側間的現象及推論，仍需更長期的監測及觀察，才能有更進一步的定論。

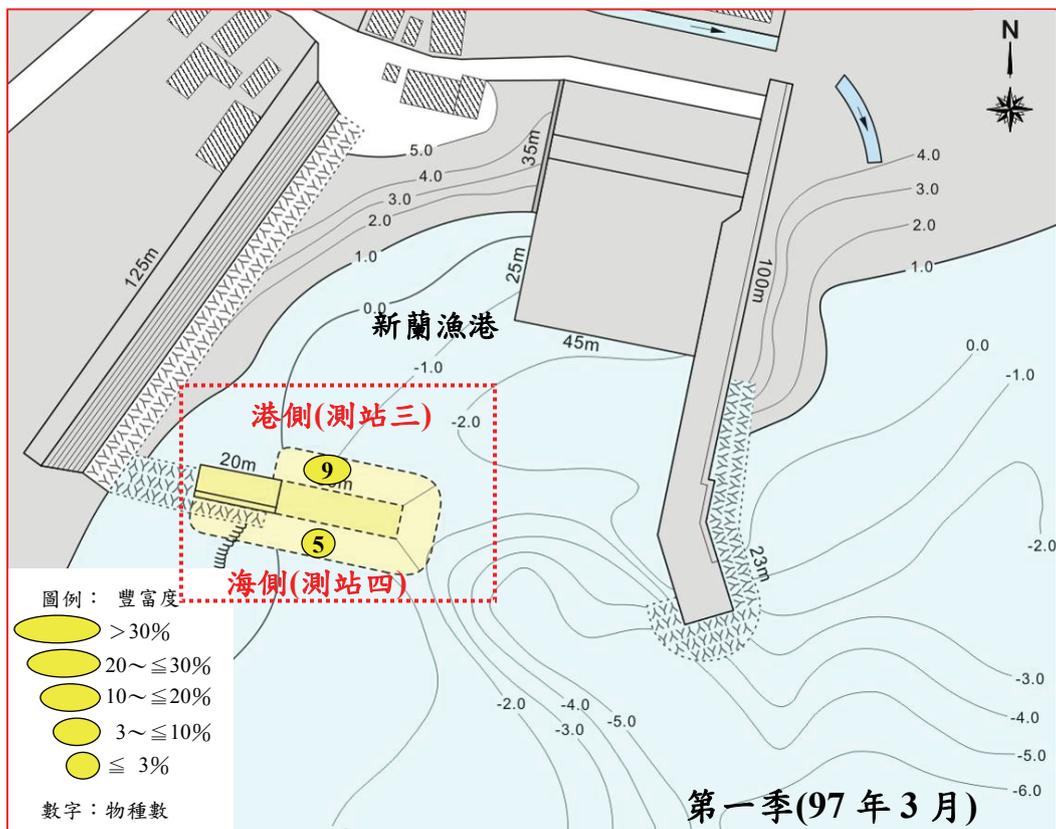


圖 4-13 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第一季潮間帶)

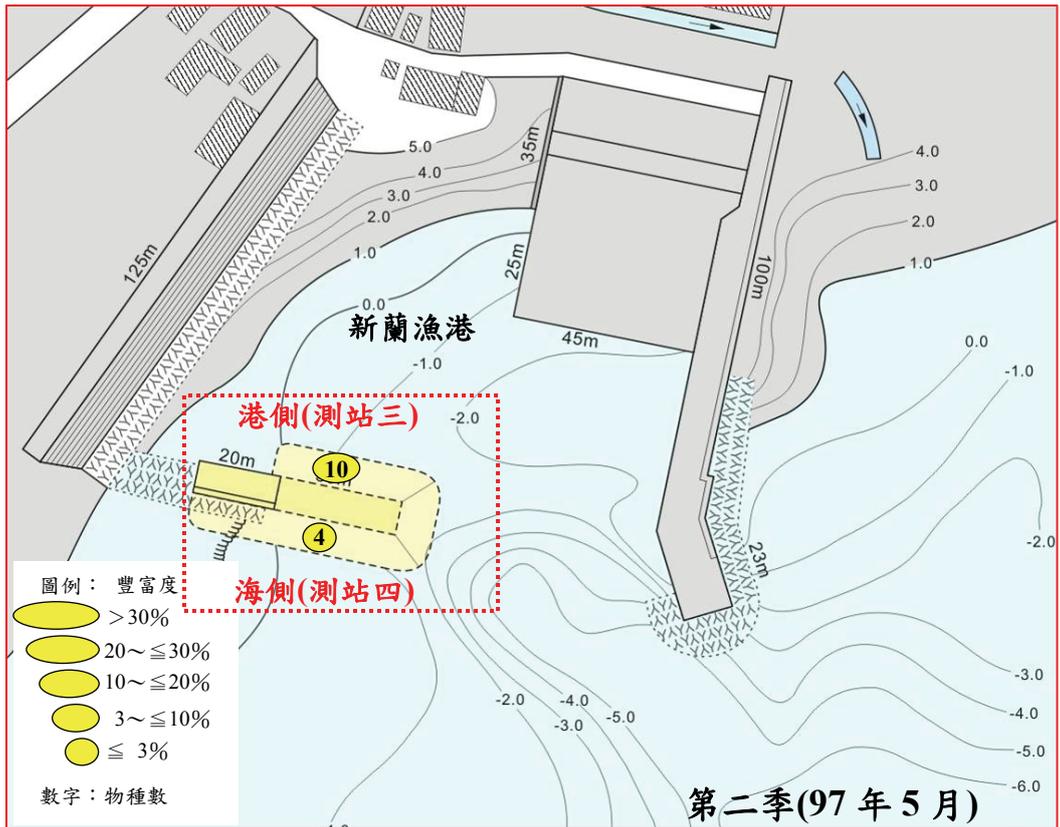


圖 4-14 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第二季潮間帶)

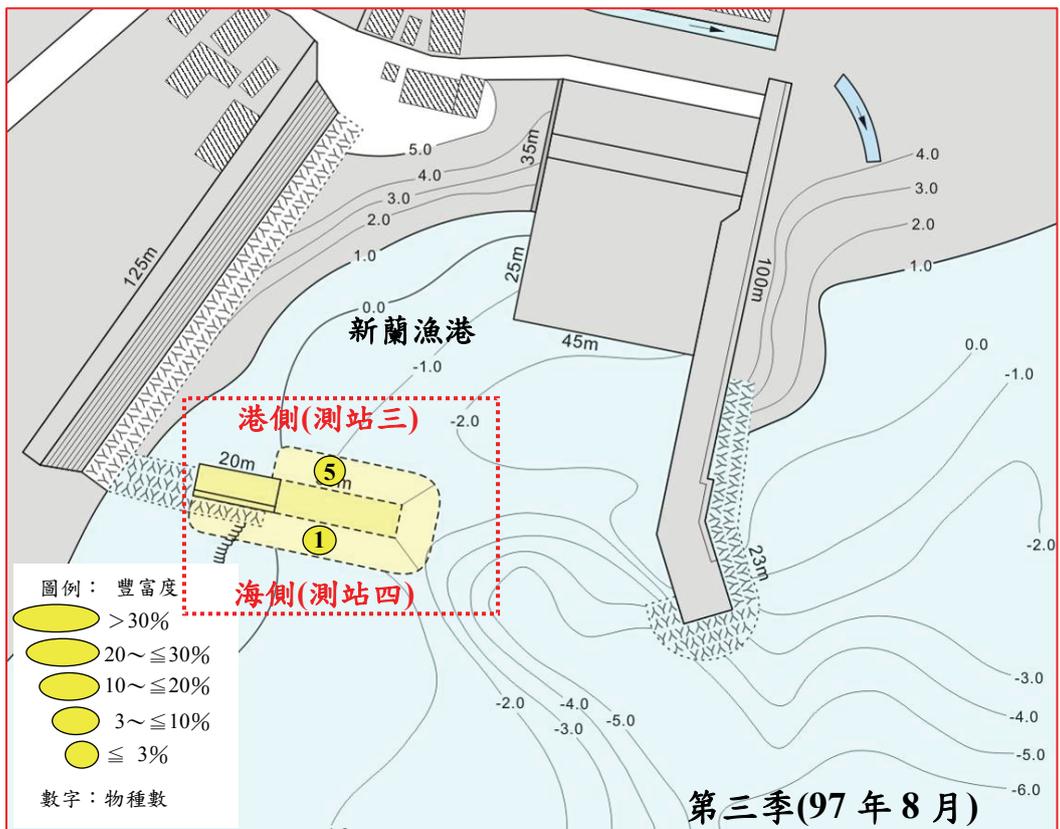


圖 4-15 新蘭突堤兩側海藻著生覆蓋率與物種數分佈 (第三季潮間帶)

4.5 海藻著生效果與基質環境分析

依本研究三季之實地調查臺東成功離岸堤、新港海堤及新蘭突堤海域之海藻著生狀況結果顯示，在成功離岸堤方面發現海藻大多著生在堅硬的消波塊頂部、側面及斜邊等受光處 1~3 米水深處海藻覆蓋率最高，而較深水域只要是裸露，未被沙礫覆蓋的區域，皆有觀察到海藻覆蓋的情形。然而，隨著基質慢慢由裸露的石塊或消波塊轉變成沙礫覆蓋較多的區域，會觀察到海藻覆蓋呈現一逐漸遞減的趨勢；即藻類分布之水深並非一直延伸至結構物所拋放消波塊之水深，本研究各測站各季海藻著生與基質環境關聯性分析，如表 4-14 所示。

本研究調查的三季中皆以綠藻門的石蓴科和紅藻門的珊瑚藻科的寬扁叉節藻為相對優勢藻種，生育水深約為 0~7m；依據藻類分布之水深初步研析，顯然，當基質慢慢由裸露的石塊或消波塊轉變成沙礫覆蓋較多的區域時，因沙礫形式的基質不適合海藻的著生，而消波塊、石塊之頂部、側面及斜邊等未被沙礫覆蓋的區域，皆為海藻著生較佳的基質。

此外，本研究調查也發現，調查樣區附近為沙粒性質的底質，因調查地點常有強勁的海浪衝擊，在最底處的石塊或消波塊不適合海藻的著生。海藻的藻體可能因會遭受到沙粒的覆蓋，亦或是沙粒衝擊時所帶來的物理性傷害，這或許也是限制臺灣東部海岸海域之離岸堤附近潮下帶海藻生長的一項環境因素。

表 4-14 各測站各季海藻著生與基質環境關聯性分析

區域	季別	測站別	位置	總豐富度	光照度	濁度(ntu)	水溫(°C)	水深(cm)
潮間帶	成功離岸堤	測站一	第一季					
			第二季					
			第三季					
	新港海堤	測站二	第一季	11.04%	91	1.10	22.9	0
			第二季	11.5%	1,257	3.29	27.6	0
			第三季	2.7%	3,290	0.73	27.6	0
	新蘭突堤北側	測站三	第一季	7.9%	63	0.51	22.5	0
			第二季	5.6%	976	1.06	28.1	0
			第三季	1.8%	272	0.86	28.7	0
	新蘭突堤南側	測站四	第一季	1.2%	21	0.57	22.5	0
			第二季	1.3%	1,278	1.66	28.9	0
			第三季	0.2%	146	4.50	28.3	0
潮下帶	成功離岸堤	測站一 0-3m	第一季	14.75%	398	1.32	22.6	300
			第二季	52.41%	398	2.70	27.4	300
			第三季	8.1%	5,093	0.71	29.1	300
		測站一 3-9m	第一季	6.82%	34	1.47	22.5	900
			第二季	18.7%	269	2.26	27.4	900
			第三季	3.0%	2,264	0.36	28.8	900
	新港海堤	測站二	第一季					
			第二季					
			第三季					
	新蘭突堤北側	測站三	第一季	5.82%	43	0.56	27.4	210
			第二季	16.81%	754	0.93	27.9	180
			第三季	2.4%	293	1.62	28.7	150
新蘭突堤南側	測站四	第一季						
		第二季						
		第三季						

註：水深指水面至水底之深度

第五章 西、北及東部海岸結構物藻類著生差異性探討

綜合本研究（97 年）辦理臺灣東部新港漁港北側海域及新蘭漁港南側兩處海域之海藻著生狀況與水質環境調查結果，進一步彙總全程計畫第二年（95 年）在屏東大鵬灣和林邊海域，及第三年（96 年）在宜蘭烏石海岸及頭城海水浴場兩處海域，共三年之海岸結構物海藻著生調查結果，綜合探討分析臺灣西、北及東部海岸結構物海藻著生與水質環境因子、照度、水深之差異性，及海岸保護結構物型式在海藻著生效果之差異性，俾供作為將來於臺灣地區海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之可行性、對象海藻、發展型態等之參考與依據。

5.1 西、北及東部海岸結構物海藻著生情形之差異性

5.1.1 西、北及東部海岸結構物海藻著生優勢種分析

臺灣西部屏東及林邊海域之海岸結構物著生海藻，在優勢種方面，發現海岸結構物皆有較高的豐富度之綠藻門石蓴科的石蓴屬優勢藻種（如裂片石蓴 *Ulva fasciata*）。如第一季（2 月份）及第二季（5 月份）各測站之潮間帶，主要優勢藻種為綠藻門裂片石蓴（*Ulva fasciata*）（豐富度：第一季 20~35%、第二季 12.08~36%），而潮下帶主要優勢藻種與潮間帶相同，皆為綠藻門的裂片石蓴（豐富度：第一季 3~6%、第二季 4~12.8%）。而第三季（8 月份）各測站之潮間帶與潮下帶，則沒有發現任何優勢藻種。

另一方面，臺灣北部宜蘭烏石及頭城海域之海岸結構物著生海藻，在優勢種方面，除了發現皆有較高豐富度的綠藻門石蓴科的石蓴屬優勢藻種（如裂片石蓴 *Ulva fasciata*，豐富度 1.0~10%）外，紅藻門海膜藻科蜈蚣藻屬藻種（如繁枝蜈蚣藻 *Grateloupia ramosissima*）在第二季（5 月份）豐富度亦有 3.0~20%，而第三季（8 月份）各測站之潮間帶與潮下帶，如同屏東及林邊海岸結構物，

則沒有發現任何優勢藻種。

在臺灣東部新港漁港北側及新蘭漁港南側海域之海岸結構物著生海藻，優勢種方面，東部海岸之潮下帶及潮間帶，亦發現綠藻門石蓴科的石蓴屬（石蓴、孔石蓴）在第一季（春季）雖為優勢種（覆蓋率 1.0~15%），但在東部海岸之極優勢藻種為紅藻門珊瑚藻科的寬扁叉節藻（*Amphiroa dilatata*），潮下帶的覆蓋率可高達 25%，為東部海域的海藻相較為特殊之處，如同屏東及林邊海岸結構物，第三季（8 月份）各測站之潮間帶與潮下帶，則沒有發現任何優勢藻種。

大體上，在海域海藻的垂直分佈上，潮下帶種類數目及覆蓋率皆大於潮間帶；潮下帶的優勢種藻類覆蓋率如超過百分之二十以上，則其它藻種會受優勢種藻類的影響很大，而在數量上變少。因此，常常只要是一優勢種的出現或消失，即可造成該測站極大的影響。此外，由於調查樣區係位於離岸堤及突堤（導流堤）附近海域，為經常性海浪衝擊的區域，因此，本研究所調查的藻種皆為浪濤衝擊下常見之藻種，這些藻種具有堅韌的附著器，因此可抵抗強勁的海浪。以在臺灣西部及北部調查發現之海膜藻科蜈蚣藻屬（*Grateloupia*）為例，此類藻類多生長在浪濤衝擊處，因此在臺灣週遭海域，常見於風浪較大的東北角及西南沿海一帶（黃，2000；林等人，2004）。至於東部海域人工結構物上的海藻相，相對於臺灣西部及北部之調查成果，可能係因離岸堤之水深太深，或突堤及海堤等結構物浸泡在海水之水深較淺，故並沒有發現與臺灣西部和北部調查中所發現的蜈蚣藻屬。臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種之潮間帶及潮下帶比較，如表 5-1~5-2 所示，臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種，如圖 5-1 所示。

表 5-1 臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種比較表 (潮間帶)

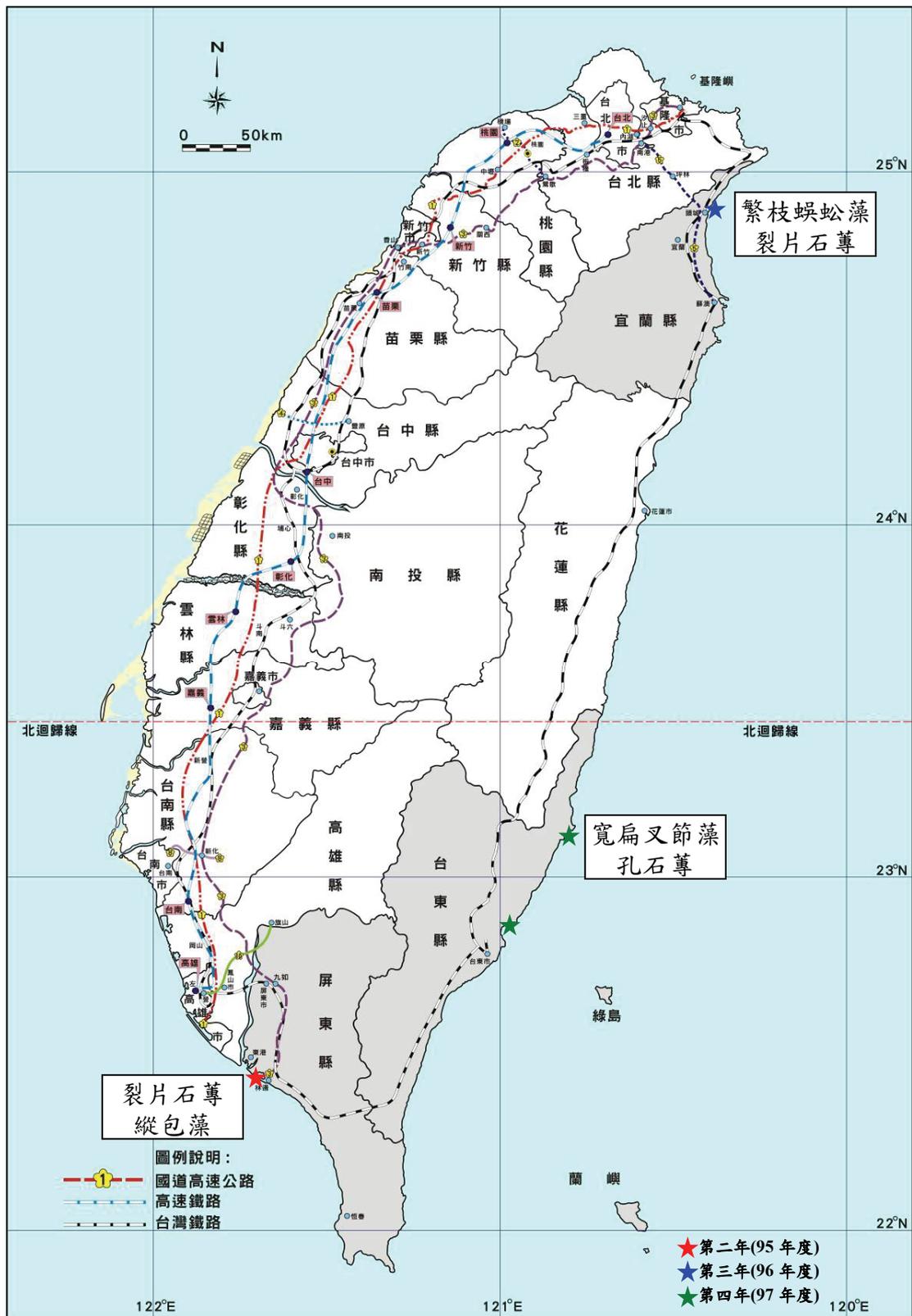
位置	西部屏東林邊及大鵬灣海域				北部宜蘭頭城及烏石海域				東部臺東成功及新蘭海域			
	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻
第一季	大鵬灣 導流堤	測站一	56%	裂片石蕁 (30%) 硬毛藻 (10%)	頭城 突堤	測站一	13%	裂片石蕁 (8%) 縱胞藻 (5%)	新蘭 突堤	測站三	7.9%	
		測站二	49.6%	裂片石蕁 (20%) 蜈蚣藻 (10%) 仙藻 (6%)		測站二	10%	裂片石蕁 (7%)		測站四	1.2%	
	林邊 離岸堤	測站三	69.3%	裂片石蕁 (35%) 硬毛藻 (10%)	烏石 離岸堤	測站三	1.8%		新港 海堤	測站二	11%	石蕁 (10%)
		測站四	46.2%	裂片石蕁 (25%) 硬毛藻 (6%)		測站四	1.9%			成功 離岸堤	測站一	
第二季	大鵬灣 導流堤	測站一	33.6%	裂片石蕁 (29.6%)	頭城 突堤	測站一	20.1%	裂片石蕁 (10%) 繁枝蜈蚣藻 (5%)	新蘭 突堤	測站三	5.6%	
		測站二	53.1%	縱胞藻 (19.2%) 蜈蚣藻 (17.2%) 裂片石蕁 (12.1%)		測站二	23.0%	裂片石蕁 (9%)		測站四	1.3%	
	林邊 離岸堤	測站三	58.1%	裂片石蕁 (36%) 繁枝蜈蚣藻 (5%)	烏石 離岸堤	測站三	10.7%	繁枝蜈蚣藻 (8%)	新港 海堤	測站二	11.5%	石蕁 (8%)
		測站四	82.3%	裂片石蕁 (34%) 羽狀蕨藻 (21%) 繁枝蜈蚣藻 (8%)		測站四	9.4%	繁枝蜈蚣藻 (7%)		成功 離岸堤	測站一	
第三季	大鵬灣 導流堤	測站一	1.0%		頭城 突堤	測站一	2.2%		新蘭 突堤	測站三	1.8%	
		測站二	1.3%			測站二	3.5%			測站四	0.2%	
	林邊 離岸堤	測站三	8%	擬石花藻 (5%)	烏石 離岸堤	測站三	1.0%		新港 海堤	測站二	2.7%	
		測站四	4%			測站四	2.0%			成功 離岸堤	測站一	

本研究整理

表 5-2 臺灣西、北及東部海岸各季海藻著生優勢藻種比較表 (潮下帶)

位置	西部屏東林邊及大鵬灣海域				北部宜蘭頭城及烏石海域				東部臺東成功及新蘭海域			
	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻	結構物	測站別	總豐富度	覆蓋率 > 5% 海藻
第一季	大鵬灣	測站一	12.2%	裂片石蓴 (5%)	頭城	測站一	0.2%		新蘭	測站三	5.8%	石枝藻 (5%)
	導流堤	測站二	10.3%	裂片石蓴 (6%)	突堤	測站二	0.9%		突堤	測站四		
	林邊	測站三	10.3%	裂片石蓴 (6%)	烏石	測站三	1.3%		新港海堤	測站二		
	離岸堤	測站四	6.8%		離岸堤	測站四	1.3%		成功離岸堤	測站一	10.8%	孔石蓴 (10%)
第二季	大鵬灣	測站一	9%		頭城突堤	測站一	33%	繁枝蜈蚣藻 (19%) 裂片石蓴 (8%)	新蘭突堤	測站三	16.8%	石枝藻 (8%) 寬扁叉節藻 (5%)
	導流堤	測站二	29%	裂片石蓴 (12.8%) 羽藻 (12%)		測站二	34%	繁枝蜈蚣藻 (20%) 裂片石蓴 (5%) 臺灣蜈蚣藻 (5%)		測站四		
	林邊	測站三	34.5%	刺邊龍鬚菜 (8%)	烏石離岸堤	測站三	31%	繁枝蜈蚣藻 (20%) 斑點龍鬚菜 (5%)	新港海堤	測站二		
	離岸堤	測站四	45%	多管藻 (19%) 密毛沙蔡 (8.8%) 繁枝蜈蚣藻 (8%)		測站四	23%	繁枝蜈蚣藻 (16%)	成功離岸堤	測站一	35.6%	寬扁叉節藻 (25%) 孔石蓴 (15%) 仙葉藻 (5%)
第三季	大鵬灣	測站一	1.0%		頭城	測站一	0.5%		新蘭	測站三	2.4%	
	導流堤	測站二	1.3%		突堤	測站二	0.5%		突堤	測站四		
	林邊	測站三	8%		烏石離岸堤	測站三	1.4%		新港海堤	測站二		
	離岸堤	測站四	4%			測站四	2.9%		成功離岸堤	測站一	5.6%	寬扁叉節藻 (5%)

本研究整理



本研究整理

圖 5-1 臺灣西、北及東部海岸之海藻著生優勢藻種

5.1.2 西、北及東部海岸結構物海藻種類季節性變化分析

臺灣西、北及東部海岸結構物著生海藻的種類季節性變化，在西部屏東大鵬灣和林邊海岸的調查結果顯示，在 2 月份共計觀察有 2 門 11 科 19 種海藻（綠藻門 5 科 7 種、紅藻門 7 科 12 種），潮間帶之藻種數量介於 6~13 種，以林邊離岸堤藻種數（13 種）最高，而潮下帶之藻種數量介於 5~7 種，以林邊離岸堤潮下帶物種數（7 種）最高。5 月份的調查共計 2 門 10 科 17 種海藻（綠藻門 4 科 6 種、紅藻門 6 科 11 種），潮間帶之藻種數量介於 5~11 種，以林邊離岸堤藻種數（11 種）最高，而潮下帶之藻種數量介於 5~10 種，以林邊離岸堤潮下帶藻種數（10 種）最高。8 月份則共有 2 門 6 科 8 種海藻（綠藻門 2 科 2 種，紅藻門 4 科 6 種），潮間帶之藻種數量介於 4~5 種，以林邊離岸堤潮間帶之豐富度（4%），大鵬灣導流堤潮間帶之物種數（5 種）較高。

臺灣北部宜蘭烏石及頭城海岸結構物之著生海藻，在 3 月份共計觀察有 2 門 8 科 8 種海藻（綠藻門 1 科 1 種，紅藻門 4 科 7 種）；海藻豐富度介於 0.2~13%，藻種數量介於 1~7 種，以烏石離岸堤（測站三）潮間帶的豐富度（13%）及物種數（7 種）最高。5 月份共計觀察 2 門 10 科 16 種海藻（綠藻門 2 科 2 種，紅藻門 8 科 14 種），海藻豐富度和出現藻種數，在潮間帶介於 9.4~23.0% 藻種數量介於 5~6 種，相差不大，以頭城突堤潮間帶的豐富度（23.0%）為最高。8 月份海藻豐富度介於 0.5~3.5%，以頭城突堤潮間帶的豐富度（3.5%）較高；其中頭城突堤與烏石離岸堤的豐富度皆相差不大。8 月份的藻種數量介於 1~5 種，以北側烏石離岸堤之潮間帶物種數（5 種）最高，其中頭城突堤測站的豐富度（1~3 種）稍低於烏石離岸堤測站（1~5 種）。

臺灣東部成功離岸堤及新蘭突堤之著生海藻，在 3 月份共計觀察有 3 門 11 科 18 種海藻（綠藻門 4 科 7 種、褐藻門 1 科 1 種、紅藻門 6 科 10 種），各測站間覆蓋率介於 1.1~14.5%，藻種數量各測站介於 5~15 種，以成功離岸堤之潮下帶 3 米深內的豐富度（14.75%）

及物種數(15種)為最高。5月份共計觀察3門14科22種海藻(綠藻門5科9種、褐藻門2科2種、紅藻門7科11種)，各測站間覆蓋率介於1.3~52.41%，藻種數量介於4~19種，相差頗大，以成功離岸堤之潮下帶3米深內的豐富度(52.41%)最高。8月份共計3門10科12種海藻(綠藻門3科3種、褐藻門2科2種、紅藻門5科7種)，各測站間覆蓋率介於0.2~8.1%，亦以成功離岸堤之潮下帶3米深內的豐富度為本季最高(8.1%)，各測站的藻種數量，介於1~9種，以以成功離岸堤測站一之潮下帶3米深內的物種數(9種)最高，其中新蘭突堤測站的豐富度(1~6種)稍低於成功離岸堤(5~9種)。

初步綜合本研究95~97年共三年之調查分析顯示，臺灣西部屏東林邊海岸結構物著生海藻之種類季節性變化在前二季變化不大，共計有17~19種海藻，但第三季的海藻種類有大量下滑，降至8種海藻。另一方面，臺灣北部宜蘭頭城海岸結構物著生海藻的種類季節性變化，在前二季3月及5月之變化較臺灣西部之屏東海岸為大，從3月的8種海藻，於5月提高至16種海藻，而8月的海藻種類則有大量下滑，和西部屏東林邊海岸有類似的情形，降至只有5種海藻。至於東部成功及新蘭海岸結構物海藻著生種類，在各季節性的變化與臺灣西部海岸結構物著生海藻的種類季節性變化較為雷同，在前二季3月及5月之變化不大，共計有18~22種海藻，但在8月(夏季)的海藻種類下滑的幅度較小，只降至12種。

有關臺灣西、北及東部海岸海藻著生物種數之季節性分布比較，如圖5-2所示。

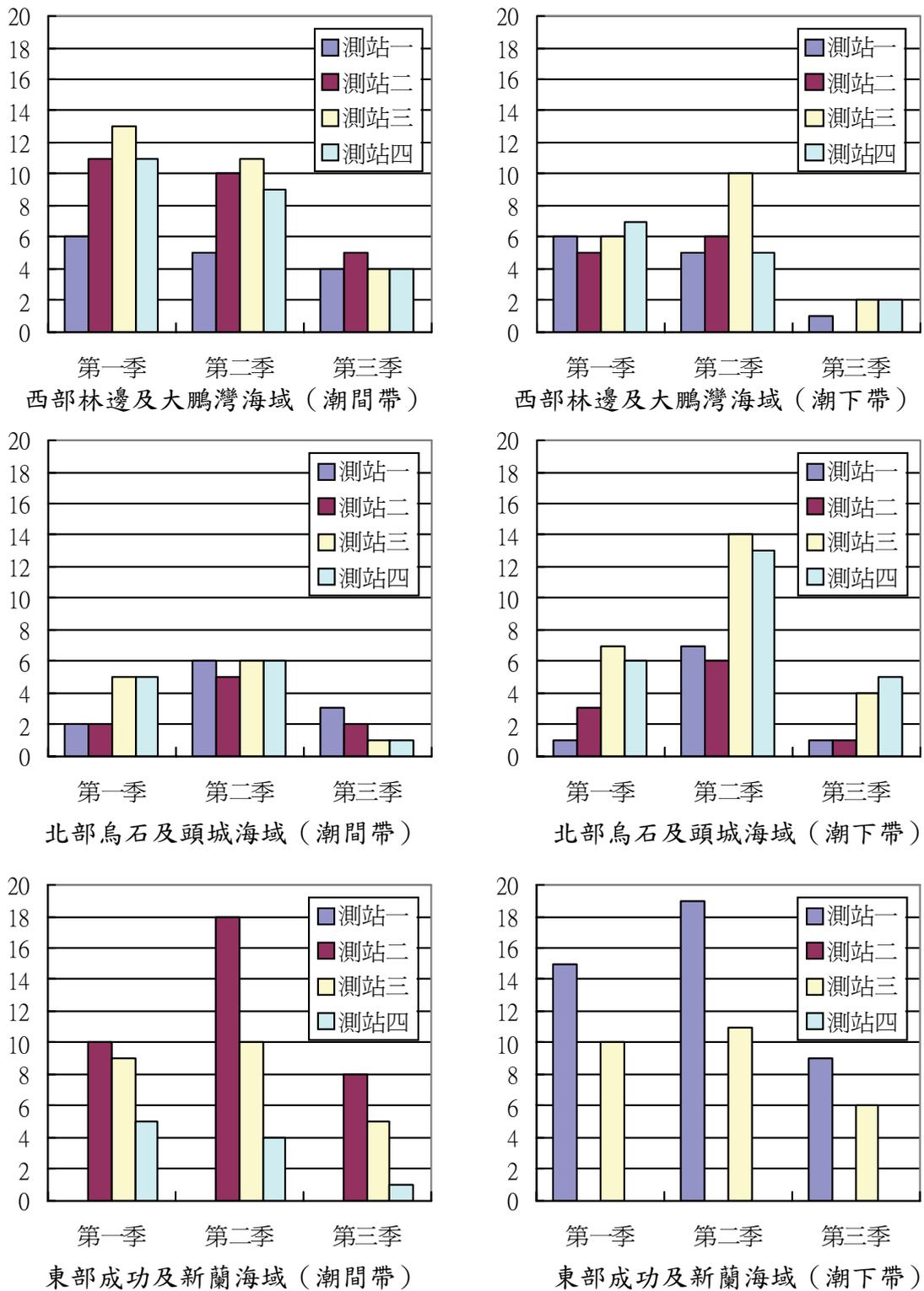


圖 5-2 臺灣西、北及東部海岸海藻著生物種數之季節性分布比較

5.1.3 西、北及東部海岸結構物海藻著生空間分佈及覆蓋率分析

臺灣西、北及東部海岸結構物著生海藻的種類季節性變化，西部屏東大鵬灣和林邊海岸的著生海藻的豐富度在二月～五月較高，2月份以林邊離岸堤（測站三）潮間帶豐富度（69.3%）最高，5月份以林邊之離岸堤（測站四）潮間帶豐富度（82.32%）最高，而8月份的豐富度（最高8%）則為最低。

另一方面，臺灣北部宜蘭烏石海岸及頭城海岸結構物著生海藻的豐富度在五月較高，3月份豐富度（0.2~13%）並不高，5月份以頭城突堤（測站二）之潮下帶豐富度（33.7%）最高，8月份的豐富度（最高3.5%），與西部及東部海岸結構物著生海藻之覆蓋率大量下降情形雷同，皆為三季中最低。

東部成功及新蘭海岸結構物上的著生海藻的豐富度，與西部及北部海域相似，均是以五月較高，3月份豐富度（1.1~14.55%）不高，5月份以成功離岸堤之潮下帶3米深內的豐富度（36.51%）最高，8月份的豐富度（最高8.1%）與西部及北部海岸結構物上的著生海藻的覆蓋率的大量下降情形雷同，皆為三季中最低。

初步綜合本研究（96年）及上年度（95年）之調查分析，西部海藻豐富度第一季（69.3%）、第二季（82.3%）、第三季豐富度最低；北部海藻豐富度第一季（0.2~13%）、第二季（33%）最高、第三季最低（3.5%）。西部及北部海岸結構物第三季物種及豐富度最低，可能與臺灣海藻受夏季持續高水溫及強日曬雙重影響，大部份著生海藻皆消失不見；而北部前二季水溫23~26°C，較西部五月水溫29~31°C低甚多。初步推測，北部海藻著生豐富度，可能與受到水溫變化的影響大於水體營養鹽變化的影響。

由臺灣西、北及東部海岸之海藻著生在海岸結構物的空間分佈來看，在臺灣西、北部海岸之離岸堤皆可發現大量的裂片石蓴（西部屏東海岸之覆蓋率可達20~35%，北部頭城烏石海岸可達1~10%）和繁枝蜈蚣藻（西部覆蓋率可達4%，北部可達3~20%）。由過去

的調查資料顯示，繁枝蜈蚣藻可以說是人工結構物的常見藻種，可能以它的生活史(2~4 個月)較長以及藻體基部有較大的附著器(耐大海浪)和藻體較耐乾旱和較耐雨水沖刷有關。

依本研究(96 年)及上年度(95 年)之實地調查臺灣西部、(大鵬灣和林邊海域)及北部(宜蘭頭城和烏石海域)之人工結構物海藻著生狀況結果，有些共通性，即海藻大多著生在堅硬的消波塊、石塊之有海水可以到達的頂部、側面及斜邊等受光處，只要是裸露，未被沙礫覆蓋的區域，皆可觀察到海藻覆蓋的情形。另臺灣西部、北部及東部海岸結構物在 8 月之物種及豐富度最低，可能與臺灣海藻受夏季持續高水溫及強日曬雙重影響，致大部份著生海藻皆消失不見之情形有關。

有關臺灣西、北及東部海岸海藻著生覆蓋率之季節性分布比較，如圖 5-3 所示。

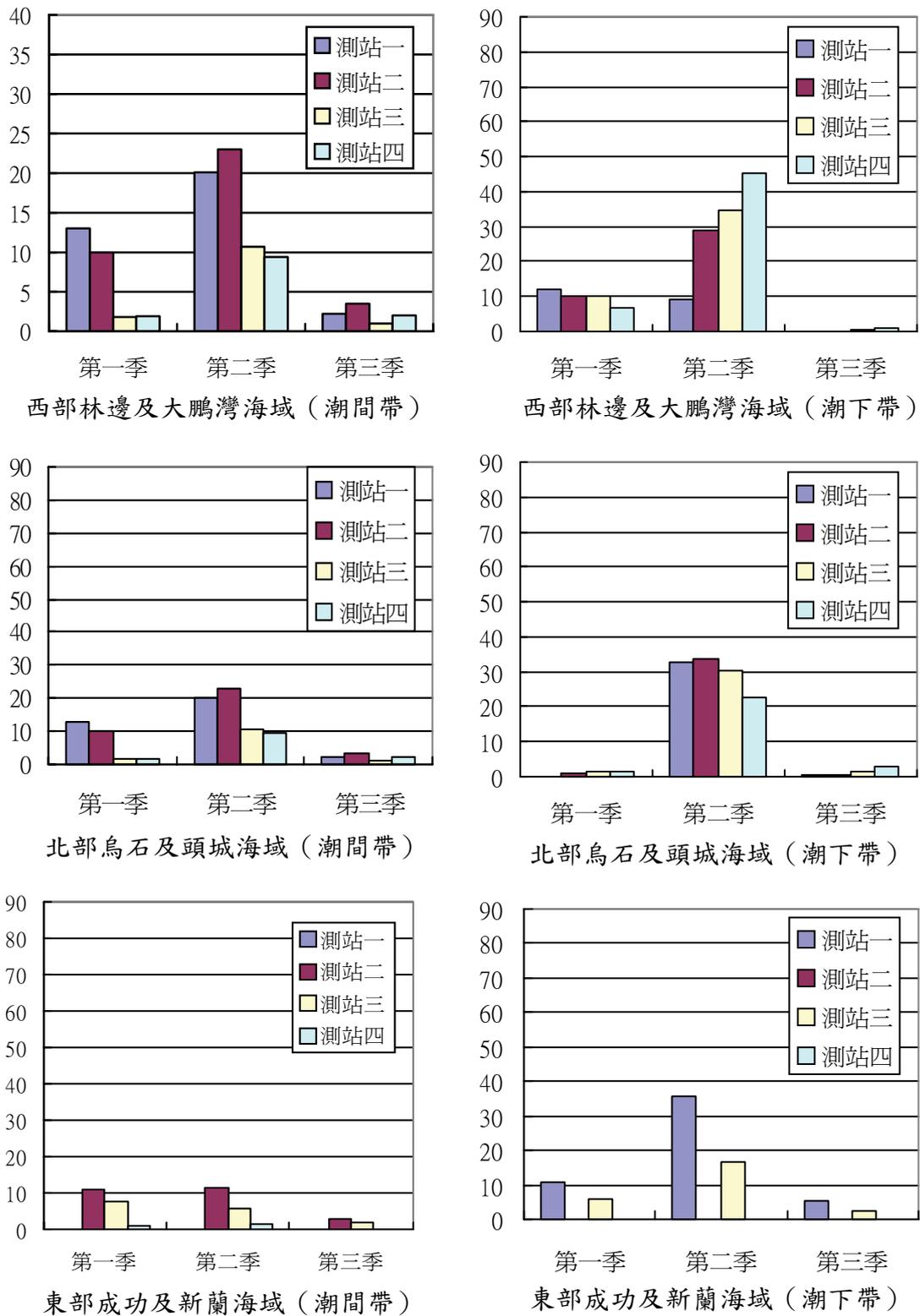


圖 5-3 臺灣西、北及東部海岸海藻著生覆蓋率 (%) 季節性分布比較

5.2 西、北及東部海岸結構物海藻著生與水質環境之差異性

5.2.1 西、北及東部海岸結構物海藻豐富度與營養鹽變化分析

臺灣西部屏東大鵬灣和林邊海岸結構物的海藻豐富度，在第一季（46.2~69.3%）及第二季（33.6~82.32%）明顯較北部宜蘭頭城和烏石海域、東部成功及新蘭海域之海藻著生豐富度來得高。依據本研究於臺灣西、北及東部海岸海水水質之結果顯示，於鹽度、pH 值與溶氧量方面，雖然臺灣西、北及東部海岸均有呈現季節性及區域性變化，但皆屬於正常一般沿岸海水之範圍，均合乎甲類海域地面水體水質標準(環保署，1998)。

在水體營養鹽方面，西部大鵬灣和林邊海域之氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮)於第一季及第二季之測值相近，而磷酸鹽測值則第二季高於第一季。西部屏東林邊海域之水體營養鹽 N/P 比大約為 4.3，低於理論值(16)，顯示區域水體均為氮限，推測西部屏東大鵬灣和林邊海域之營養鹽，第一季較第二季來的高，然海藻豐富度卻以第二季較高，顯示第一季的營養鹽提供了第二季海藻大量生長的一個條件。另一方面，西部海域第二季之水溫（29.7~31.3°C）較第一季之水溫（24.3~25.1°C）為高，昇溫的水體，亦為促進海藻豐富度在西部屏東大鵬灣和林邊海域第二季有大幅增加的可能因子之一。

在臺灣北部宜蘭烏石及頭城海岸之氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮)，頭城海岸突堤相較於烏石離岸堤之水體，具有較高之磷酸鹽及氮鹽(硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮)；比較西部大鵬灣和林邊海域(N/P 比大都高於約為 4.3) 同時期之水體營養鹽 N/P 比，發現北部海域的 N/P 比，除了烏石離岸堤海域的 N/P 比在第一季較低之外(6~10)，宜蘭頭城和烏石海域，在第二季和第三季之 N/P 比皆接近或高於理論值（水中營養鹽的氮：磷比例之理論值為 16：1）；而東部成功和新蘭海域，除了成功離岸堤之測站一在第一季（N/P 比=7）和新蘭突堤測站四在第三季（N/P 比=7）較低之外，東部海岸成功和新蘭海域之 N/P 比大都接近或高於理論值，與北部的宜蘭頭城和烏石海

域之 N/P 比相似，推測北部及東部海域之海藻著生豐富度，較不受水體營養鹽 N/P 比之影響。

本全程研究雖然已有三年之海藻著生及水質之調查資料，但因每年度之調查地點分散在西部屏東林邊、北部宜蘭頭城及東部之成功等海岸，缺乏在定點測站之長期調查，故對於臺灣沿海各海岸結構物之海藻著生與各項水質條件之間的現象及推論，仍需有待更長期的監測及觀察，才能有更進一步的定論。

5.2.2 西、北及東海岸結構物海藻豐富度與光照度變化分析

本研究由於在臺灣東部成功和新蘭海域之第三季，因採集新蘭突堤測站時之天氣突然轉陰，故東部成功和新蘭海域在第三季光照度差異主要受當日天氣變化影響而不予討論光照度與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、DIP、N/P ratio 之相關性。

然依據本全程計畫共三年在臺灣之西部屏東林邊及大鵬灣、北部宜蘭頭城及東部之成功等海岸之實地野外調查研究，由光照度與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、DIP、N/P ratio 之相關性，發現光照度與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、DIN、N/P 比值均呈負相關性，顯示光照度愈強各種藻類吸收氮的能力也愈強，而此結果與海藻豐富度在臺灣之西部、北部及東部海岸的第二季有明顯上揚的結果相符合；至於光照度與 DIP 之關係則呈正相關性，顯示光照度愈強，各種浮游植物或藻類吸收氮的能力也愈強。

由於目前有關光照度變化之相關性資料量，雖已有不同地點之資料，惟在統計分析時仍顯不足，且因每年度之調查地點分散在西部屏東林邊、北部宜蘭頭城及東部之成功等海岸，較缺乏在定點測站之長期調查，因此有待更長期的監測及資料量更充分時，進一步探討才能定論。

5.2.3 西、北及東海岸結構物海藻豐富度與濁度、深度變化分析

依據本全程計畫共三年在臺灣之西部屏東林邊及大鵬灣、北部宜蘭頭城及東部之成功等海岸之實地野外調查研究，發現各地區之潮間帶及潮下帶之海藻總豐富度及物種數雖有不同或差異，有些潮間帶較潮下帶為多，如西部之屏東大鵬灣和林邊海域，而東部成功離岸堤則以潮下帶較潮間帶為多；然隨著潮下帶之水深漸深，海藻覆蓋呈現一逐漸遞減的趨勢，即臺灣西部、北部及東部海岸藻類分布之水深並非一直延伸至結構物所拋放消波塊之水深。

有關海藻著生之水深，西部屏東大鵬灣及林邊海域（著生水深 40~90 cm）與北部宜蘭頭城和烏石海域（著生水深 40~90 cm）之海藻著生水深並無太大差異；而東部成功和新蘭海域的人工結構物，成功離岸堤之藻類分佈水深達 780 cm，而新蘭突堤則因較淺，大部份於大退潮時露出水面，因此，東部海岸之人工結構物擺設排放位置之水深，或因水深較深（離岸堤）或因設置之水深較淺（海堤或突堤），海藻著生情形受到水深變化之影響甚大。

如前有關海藻著生之水深，雖然西部屏東大鵬灣及林邊海域在第一季時的水體濁度（4.5~12 ntu），較北部宜蘭頭城和烏石海域的水體濁度（2.8~5.2 ntu），明顯高出許多，但西部屏東大鵬灣及林邊海域與北部宜蘭頭城和烏石海域之海藻著生水深並無太大差異（著生水深 40~90 cm）。而由東部成功和新蘭海域之濁度在各季節性變化情形來看，3 月份濁度介於 0.51~1.47 ntu、5 月份介於 0.93~3.29 ntu、8 月份介於 0.36~4.5 ntu，其中，除了新蘭海域的測站四在 8 月份的濁度（4.5ntu）突然高出其它測站許多之外，成功和新蘭海域的濁度以 5 月份為最高（0.93~3.29 ntu），此濁度測值的分析與海藻在此海域出現藻種數與覆蓋率（以 5 月份為最高）之季節性變化不符，依本研究於臺灣之西部屏東林邊及大鵬灣、北部宜蘭頭城及東部之成功等海岸調查初步研判，濁度相對於海藻藻種數與覆蓋率的影響似乎不大。

以生態觀點而言，藻類分布之水深應與當地水質環境及藻種之生育特性有相關，亦即如其生長環境因子適合時，如光照度適宜，在水質與季節等環境因子相似或符合優勢藻種之生育特性時，應無太大區域性之變化，除非受其他生長環境因子(如溫度和 N/P 比)所限制。

目前本研究雖已進行臺灣之西部屏東林邊及大鵬灣、北部宜蘭頭城及東部成功等海岸之實地野外調查研究，依本研究調查初步研判，影響或限制藻類分布水深之因子，水深條件環境相對於濁度而言似較小；然而，仍屬短期之調查，對於西部、北部及東部海岸結構物之海藻著生與各項光照度、水深和濁度環境條件之間的現象及推論，仍需要更長期的監測及觀察，才能有更進一步的定論。

第六章 適合臺灣海岸保護結構物兼具生態之工法研擬

生態型海岸保護工法係主要以海岸保護為目的，並開發使其兼具海岸生態共生共榮之機能；就目前臺灣海岸保護結構物開發現況及未來執行面觀之，應以改善現有海岸保護工法兼具生態效果，對現有海岸防護方式衝擊較小且執行較易，減低對周遭生態環境之負面影響。參考日本發展生態工法在海岸保護工程之應用與經驗，其主要作法歸納為「生態型消波塊、方塊之應用」、「生態礁之應用」、「附加藻場機能」及「附加海水交換機能」等四大類，依據全程計畫第一年研究，以直接生態促進型為主要發展型態，並以「附加藻場機能」最為適合，因此，本章有關適合臺灣海岸保護結構物兼具生態之工法研擬，將以「藻場造成型海岸保護工法」為主。

6.1 藻場造成型海岸保護工法之基本計畫

6.1.1 生態型海岸保護結構物建設檢討流程

由於海藻為海洋基礎生產者，藻場為海洋大型海產植物之群落，因此藻場可提供海洋生物攝食與生息空間，形成豐富之生態系，主要具有下列機能：1.行光合作用供給水中氧氣 2.提供魚介貝類之棲息、育成、隱蔽及產卵場所 3.藻食性動物與其他食物鏈中生物之食物來源 4.穩定海洋環境及保育漁業資源 5.吸收營養鹽淨化水質，因此藻場可提供海洋生物良好棲地與蔽護場所，形成豐富之生態系，故藻場造成型構造物在海岸生態工法上為最基本並具非常重要地位。

生態型海岸保護結構物主要營造適合海域生物生存之環境，在物種繁多之海域生物中，對象生物之評估宜根據實施海域之生態調查為基礎，選定合適之生物物種作為生態型海岸保護結構物建設型式之對象目標。藻場造成型為生態型海岸保護工法之一環，因此其基本計畫之建設流程，與一般生態型海岸保護結構物建設流程一致。

生態型（藻場造成）海岸保護結構物建設之檢討，首先應依整體海岸保護計畫，檢討海岸保護工法之型式，進一步配合其附加生態機能，藉由事前之生態調查，分析對象生物（藻場）之環境條件，併入海岸保護結構物設計條件考量，並於工程施工中及完工後應持續實施成效追蹤調查，評估實際生態工程之成效，有關生態型（藻場造成）海岸保護結構物之建設檢討流程，如圖 6-1 所示。

1. 規劃階段

包括對象結構物之初步選定、週邊自然環境之蒐集分析、規劃場址之適當性、對象藻種之選定，概略規劃其規模、構造、工法等，並針對結構物之機能性、安全性、利用性、耐久性及經濟性予以綜合評估，尤其是對象藻種生育條件之可能性而加以進行研判與分析。

2. 調查階段

調查之目的主要掌握海岸結構物週邊自然環境之要因，作為規劃設計評估之基礎，包括事前調查、現地調查，以掌握形成藻場之環境條件，事前調查以文獻蒐集、現地勘查及訪談為主，現地調查則包括藻場、地形、地質、波流、藻食動物及水質調查；如現地調查無法充分掌握藻場形成要因之情況，可考慮設置小規模試驗基質，進行現有地域之試驗調查，蒐集形成藻場之基礎資料。

3. 設計階段

海岸結構物附加藻場機能之設計，其細部設計考量因素，除與一般海岸保護結構物設計流程一致外，主要為把握天然藻場之環境條件，利用工程技術改善工法，設計減輕不利藻場形成之因素，期符合對象藻種之基質與生育條件，以利人工藻場形成。

4. 追蹤階段

於施工中至施工後實施追蹤調查，並評估計畫實施成效及監視週邊環境變化，檢討計畫與構造上不符之因素，以研擬改善對策。

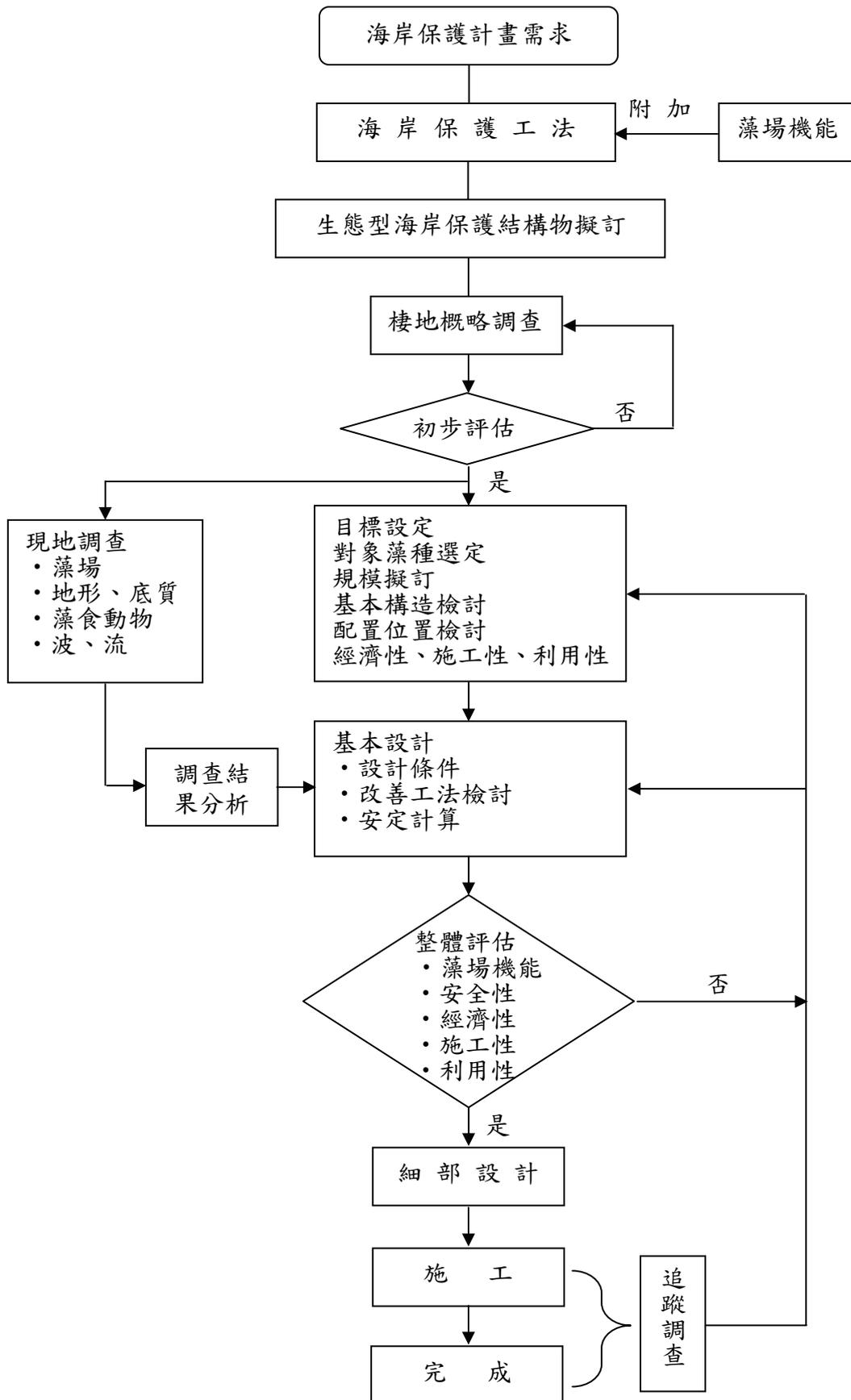


圖 6-1 生態型海岸保護結構物建設檢討流程

6.1.2 影響藻場生育之環境因子

1. 影響藻場生育之環境因子

藻場造成時，為增加繁殖而需進行具體的藻場造成計畫，必須對海藻生育之可能性進行研判與分析，包括對象海藻分佈限制環境要素之調查、已知資料之吻合對照等；然而海藻生育受許多因素所影響，包括物理要因、化學要因及生物要因等，雖已有許多關於海藻生態之研究，但仍有許多限制因素至今尚未能明朗，且由於海藻之生育分佈很少受單一因素強烈影響，也就是受各種環境要因相互交合影響，因此，藻場之造成與產生，就現階段之工程技術而言，仍具相當困難度。

一般天然海藻之生育分佈與造成，主要與環境之物理要因（基質、波浪、潮流、光量、懸浮值、海水水溫、降雨）、化學要因（鹽份、DO、營養鹽、污染）、生物要因（藻食動物之食害、藻食魚類之食害、藻類間之競合）等有關，如表 6-1 所示，有關影響藻場生育之主要環境因子及改善對策，說明如后：

表 6-1 影響海藻生育的環境因子

影響因子分類	環境要因
物理要因	基質、波浪、潮流、光（光量）
	懸浮質
	光（日照量）、海水水溫、降雨
生物要因	藻食動物之食害
	藻食魚類之食害
	藻類間之競合
化學要因	鹽份、DO、營養鹽、污染

資料來源：藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。

(1) 基質問題

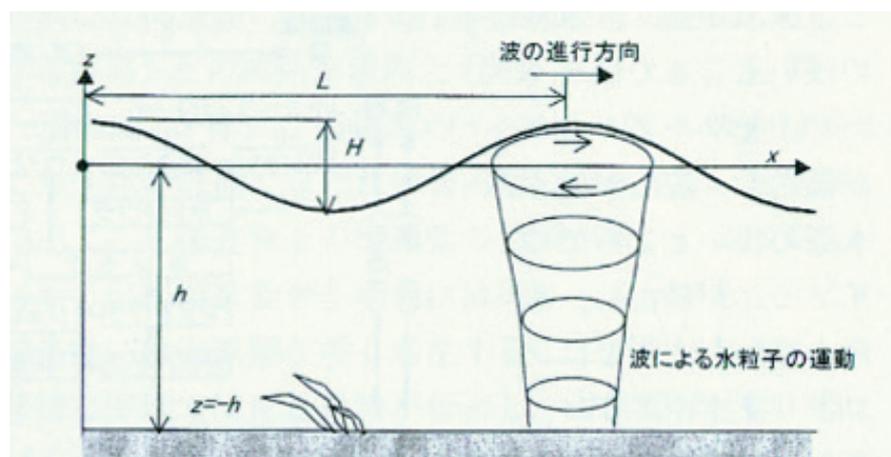
藻場為海洋大型海產植物之群落，一般分為海藻與海草兩類，以底棲性固著生活方式，按其生長之棲地環境概分為岩礁性藻場與砂泥性藻場。一般海藻多著生於固定基質，所形成群落屬岩礁性

藻場；部份海草生長於砂泥地，其群落屬砂泥性藻場。故在砂岸、卵石、礫石海岸上並不常見海藻之著生，而海底之岩礁區域則常有大量之海藻著生，此係因海底基質如為重量小之砂粒、卵石、礫石，對海藻之生長屬不安定之場所。

(2) 波浪、潮流問題

就海藻之生長而言，除基質條件外，沿岸海域之波浪大小亦為海藻分佈影響較大之環境要素，砂岸、卵石、礫石海岸之基質因不足對抗波浪之波力而發生轉動或移動，而使得海藻無法著生或產生剝離，致使海藻類無法著生。

以海藻之生育角度來看，波浪為隨海水前後上下振動之運動，而非單純一方向之流動，海底海藻之擺動為通過波峰時倒向陸側，通過波谷時倒向海側；以臺灣海域常出現週期 7 秒之季節波浪而言，海藻一日約搖動 1 萬 2 仟回，波高小的時候，海水之振動不致影響至海底，但在波高較大或水深較淺之近岸，會隨波浪之振動給海底帶來較大之影響；當波浪較大且發達，或水深變淺產生碎波時，附著在基質上之海藻根部容易被打斷，因此依波浪強弱大小，分佈海藻之種類亦有所不同，海底藻類與波浪之關係如圖 6-2 所示。



資料來源：藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。

圖 6-2 海底藻類與波浪之關係示意圖

(3) 光量不足問題

一般因光量不足而成為限制藻場成長及分佈之直接要因較少，但於透明度較低之內灣海域，部分海草類之成長及分佈會受光量之限制，由於改變海水透明度常較為困難，一般考慮已投入人供基質，來改變其生長水深。

(4) 底質之移動與堆積問題

對於岩礁性藻場之造成場合，由於底質之移動致漂砂淤積或侵蝕而埋沒基質時，將構成群落形成之阻害要因，故一般有須要推定漂砂之影響程度，決定基質距離海底面之高度。

(5) 食害問題

藻食動物之食害為沿岸藻場直接減少之要因，包括藻食性之底棲生物(如海膽、卷貝)、魚類(如象魚、鯛)、鳥類等。有關藻食動物食害之防止對策，可考慮增加流速及砂地之利用；當流速超過底棲生物之攝食界限時，可抑制底棲生物攝食活動，保護海藻避免食害。

(6) 與附著生物之競合問題

著生在基質上之優勢附著生物(動物、海藻等)亦會阻害對象藻場之形成，生物間之競爭關係係由附著基質之裸地即開始，隨著生物群集之遷移，最適合該生長環境之生物將漸佔優勢，故於基質投入時期遭對象藻種外之附著生物著生，可能長期阻害海藻之生育，

(7) 孢子流失與輸送問題

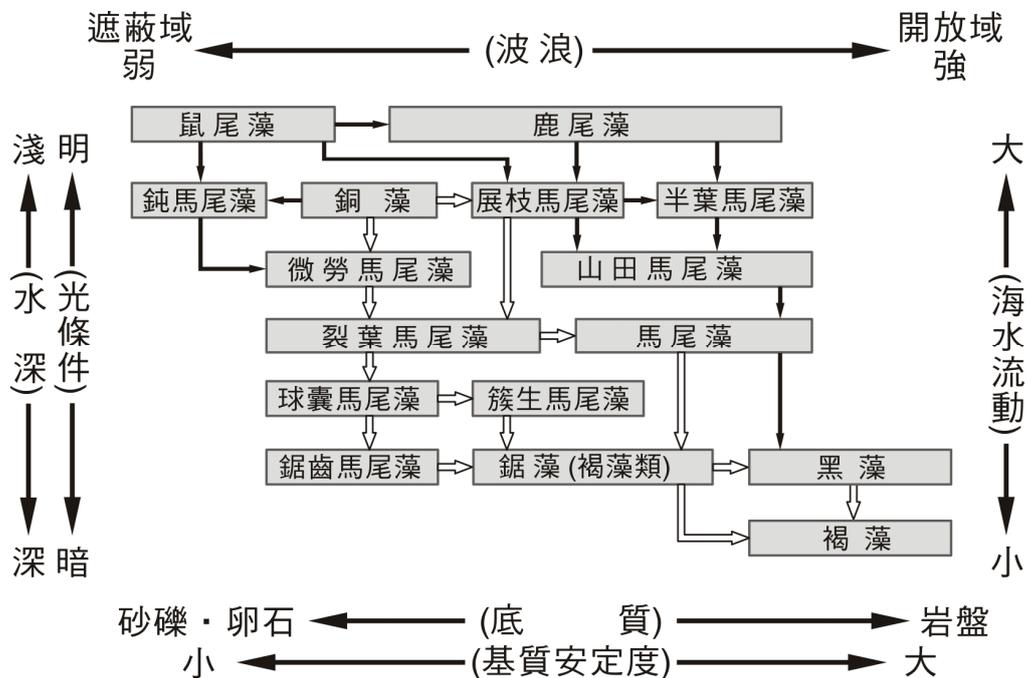
海藻孢子大量放出時，為使擴散範圍寬廣，於既有藻場之周邊投入新基質俾供海藻著生，如部份海藻之孢子較大不易在母藻附近基質之平坦面上著生，或部份孢子不易在基質之傾斜面著生者，皆須加以考慮對象海藻之繁殖著生特性。

(8) 浮泥堆積問題

當內灣、河口海域受到陸源濁水之影響，而使浮泥易堆積於基質上而產生海藻孢子之著底妨礙，或藻體遭覆蓋枯死等情形，改善此浮泥堆積問題，通常可考慮設置海水導水工，以增加水流流動，防止浮泥堆積，有利藻場之形成。

2. 優勢藻類與波浪大小、底質、光照條件之關係

如前所述，有關影響藻場生育之主要環境因子，包括：基質、波浪、潮流、光量、底質之移動與堆積、藻食動物之食害、附著生物之競合、孢子流失與輸送、浮泥堆積等問題，由於海藻之生育分佈很少受單一因素強烈影響，即係受各種環境要因相互交合影響，因此，對於海藻生育可能性之研判需參考一般藻類生存之環境；參考日本今野敏德（月刊海洋科學，1985）之調查，藻場因區位之波浪強弱大小、流速強弱、光量度、底質等不同，使分佈優勢海藻之種類亦有所不同，可供一般對象藻種研判時之參考；有關優勢藻類與波浪大小、底質、光照條件之關係，如圖 6-3 所示。



資料來源：藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。（本研究翻譯）

原始資料來源：今野敏德，月刊海洋科學，1985。

圖 6-3 優勢藻類與波浪大小、底質、光照條件之關係

3. 改善影響藻場生育環境之經濟性研判

有關海藻生育可能性之研判，對限制海藻生長及分佈之環境要素必須有計畫且整體性的考量，當判斷出藻場造成有其可能性時，則需在所選定對象海藻生育環境適合之地點，對限制海藻生長及分佈之環境要素中，可利用人為或工程方法控制或提供的環境（如投入能安定波浪之具相當重量之石材，設置藻礁及消波塊等人工基質），藉以改善或創造適合其生長之環境，減低對象藻類生育不利之因素之，始能達到藻場造成之目的。

有關限制海藻生長及分佈之環境要因中，如營養鹽濃度、鹽份、溶氧量等有關海水成份之化學要因，及海水溫度、海水透明度之物理要因等，皆非人為力量可抑制或控制的，如有些內灣因優養化而使海水中之浮游生物大量增加或藻類生長必要之水中光線不足之海域，基本上藻場造成是有其困難的，即使能以海水淨化處理等技術處理，來增加藻場造成之可能性，但就永續維持藻場而言，則須耗費相當費用，基本上並不經濟，因此對於消除或減低對象海藻生長及分佈之阻礙因素時，雖可以人為方式達成，但須進行藻場造成經濟效益之研判；有關影響海藻生育的環境因子控制之難易度，如表 6-2 所示。

表 6-2 影響海藻生育的環境因子及控制難易度

影響因子分類	環境要因	控制難易度
物理要因	基質、波浪、潮流、光（光量）	○
	懸浮質	△
	光（日照量）、海水水溫、降雨	×
生物要因	藻食動物之食害	△
	藻食魚類之食害	×
	藻類間之競合	○
化學要因	鹽份、DO、營養鹽、污染	×

註：○容易控制、△有可能控制、×無法控制

資料來源：藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。

6.1.3 改善影響藻場生育環境之工法

如前所述，為增加藻場繁殖而進行藻場造成計畫時，須對海藻生育之可能性進行研判與分析，對於限制海藻分佈之化學要因、生物要因，及海水溫度、海水透明度等物理要因，係屬非人為可抑制或控制的，然海藻之生育分佈較少受單一因素強烈影響，即係受各種環境要因相互交合影響，因此，改善方式係以提供藻類適合生長之基質，及控制物理要因中之波浪、流速、光量、懸浮質等，為現階段人為及工程技術層面上較可行及經濟的手法。

一般在砂岸、卵石、礫石海岸上較少海藻之著生，而海底之岩礁區則常有大型海藻之著生，因此，若要期待多年生之海藻著生，海底基質如為重量小之砂粒、卵石、礫石，對海藻生長而言為不安定場所，故藻場造成常依海藻之附著條件，投放具有相當重量之石塊、混凝土方塊、消波塊、藻礁方塊等，以對抗來襲波浪波力；惟因一般對波浪較安定之 1 噸以上之石材較難得到，因此一般仍以混凝土塊及方塊製品較為廣泛使用，而這些混凝土方塊、消波塊，亦為防波堤及海岸保護結構物等常用來保護結構物之基礎，具有堅固、安定之特性，亦有各式各樣之形狀，對大小不同波浪亦具有重量不同之形式，可提供海藻著生良好之基質環境，因此常被稱為人工基質。

人工基質本身應具有對抗來襲波浪之重量，當研判藻場造成有其可能性時，對於選定對象海藻生育環境之地點，投入具相當重量而能安定波浪之石材、方塊或藻礁及消波塊等人工基質最為普遍。

生態型海岸保護結構物係屬於傳統海岸保護結構物上而附加其生態機能，規劃設計上除考量結構物基本之安定性、施工性、經濟性外，重視海洋生物之生息環境，以促進海岸工程建設與生態之和諧共存。就經濟面而言，為有效果之藻場造成一般實施之作法有：抑制波浪、堆高海底、設置拋石或天然石料、人工基礎等，期確保海藻生長時所需之光量，及於砂灘海底時作為海藻附著之基盤，即實施所謂物理性之改善對策。

另外，由於一般大型海藻常著生於基質之角隅部，而具凹凸表面形狀之基質，有利藻類孢子之附著與根部之著生；因此亦有在海藻容易附生之人工基質形狀上進行改善，規劃設計各部構體之形狀、尺寸、位置、材質等要素，在混凝土表面使用特殊處理，如藥劑處理、凹凸狀、鋪設纖維網等，或多孔質混凝土等促進生態機能，擴大發揮其生態棲地環境效果，使海岸保護結構物兼具生態機能。

近年來建設港灣、漁港之防波堤、護岸及離岸堤等海岸保全設施時，更積極利用消波塊形成藻場，並找出與自然調合之組合方式。依據日本小世等(1994)表示，消波塊堆積成之傾斜構造物，基本上可全面性受太陽光照射，對海藻類較佔優勢，故以消波或國土保全為實施目的之海岸保護結構物上，附加藻場機能之相關工程，考量經濟性及效果，在日本之「自然調合型漁港建設」(水產廳漁港部 1999)中，以「直立構造物之傾斜堤化」、「傾斜構造物之緩傾斜化」、「付一小段之消波工」、「拋石加高」等之改善工法為主，基本上皆係為強調並提高海藻生育水深帶之構造物，改善影響海藻生育環境因子之工法，彙整如表 6-3 所示。

如前所述，對於消除或減輕阻礙對象海藻成長及分佈之主要因素，雖然有許多改善工法是可以人為方式達成，然必須有計畫及整體性的考量有關限制海藻成長及分佈之環境要素，研判進行藻場造成是否能符合經濟效益，始能達到海岸保護結構物係附加藻場造成之目的。

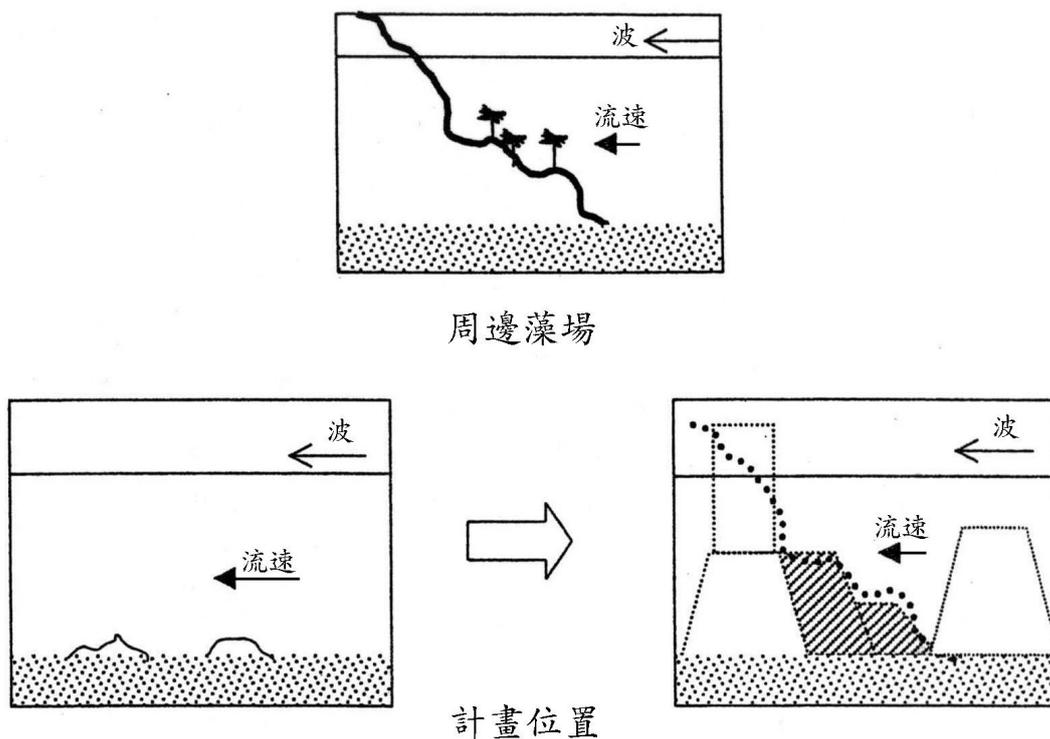
表 6-3 影響海藻生育環境因子之改善工法

限制要因	改善工法	改善工法說明
光	基質投入	當計畫位置水深較海藻生育水深帶為深之情況下，通常依海藻之附著條件，投拋放具有相當重量之石塊、混凝土方塊、消波塊、藻礁方塊等，提供適合藻類生長之基盤
	傾斜堤化、緩傾斜堤	改善直立堤或混合堤部分為傾斜堤，並緩合傾斜堤坡度，至適合生育水深
	付加小段之消波工	對於附加消波工之防波堤、海岸結構物等，藉由附設小段消波工或緩合消波工坡度，以達適合生育水深
	緩坡度消波工	
波、流	潛堤	利用潛堤、人工潛礁可對波浪之碎波機能，提供堤後較小之波浪環境，改善海藻生育環境
	人工潛礁	
著生基盤	基質投入	海底基質如為砂粒、卵石、礫石時，依海象波浪條件，拋放具相當重量足以安定波浪之石塊、混凝土方塊、消波塊、藻礁方塊，提供適合藻類生長之基盤
	改變基質表面形狀	規劃設計各部構體之形狀、尺寸、位置、材質等要素，使用特殊處理混凝土表面(如藥劑處理、凹凸狀、鋪設纖維網等)或多孔質混凝土等促進生態機能，擴大發揮其生態棲地環境效果
砂的變動	防砂堤、藻礁	在適合波浪穩靜砂地，可考慮於適當地點設置消波構造物，而為防止河川輸砂堆積則可考慮導流堤、防砂堤等設施，防止著生基質週邊砂石之變動，避免影響海藻之生育
水質	導流堤	藉由導流堤控制漲退潮流方向，促進海水交換
藻食動物	設置圍網	於著生基質端佈設置圍網，防止藻食動物之侵入
	流況之控制	控制波、流水理狀況，抑制藻食動物之攝食，以緩和食害之影響
	控制藻場與水面之距離	因鳥類潛水攝食有上限水深之限制，調查鳥類攝食之界限水深，進一步檢討造成藻場之高度，避免鳥類食害
附著生物之競合問題	施工時期之掌控	可利用對象藻種孢子之釋放期間投入人工基質，以確保群落之形成。

6.2 傳統海岸保護結構物附加藻場生態機能之改善對策

6.2.1 藻場造成型海岸保護結構物斷面之基本構想

海洋生物之分佈與棲地環境息息相關，如水溫、水質、波浪、潮位、海流、海岸地形、地質等，例如附著性生物(包括動物、植物)之生長環境需堅硬之基質附著，故於海岸礁岩、人工結構物可常見海藻、藤壺、牡蠣、貽貝、海鞘等生物，而一般水產生物習於隱蔽、躲藏、易覓食之場所，亦喜棲息於礁岩、人工結構物之區域。因此透過相關生態調查及文獻資料，瞭解海洋生物之生息環境，利用工程技術改善方法，儘可能模仿生物棲息條件之實際狀態，營造海岸結構物適於生物共生之環境，以達到兼具生態機能之目的，以海岸結構物模仿周邊藻場環境示意，如圖 6-4 所示。



(摘自：日本水產廳漁港部，1999)

圖 6-4 海岸結構物模仿周邊藻場環境示意圖

6.2.2 海岸保護結構物附加生態機能（藻場造成）之基本對策

生態型海岸保護結構物主要改善傳統海岸保護結構物之生態效果，亦即附加海岸保護結構物之生態機能，在改善工法上可考慮下列三種基本對策，如圖 6-5 所示，說明如后：

1. 基本斷面形狀改良

對策一為改善原有斷面構造使適於海洋生物之生息繁殖，包括斷面形狀、設施配置等改良，藉由提高拋石基礎高度至對象生物之繁殖水深帶，設置複式斷面等基本斷面形狀改良方式；如提高結構物之海、陸側拋石基礎高度，或於結構物前增設潛堤形成複式斷面等，改善海藻著生基質於繁殖水深帶之分佈規模，以利於藻場形成，如圖 6-6 所示。

2. 原有斷面構造前提下附加生態機能

對策二係在原有斷面構造基礎下附加設施配置以增加其生態機能，如增設方塊或生態礁、加拋石料或消波塊等繁殖基盤至對象生物之繁殖水深帶，在原有斷面構造基礎下增加海藻繁殖基盤之規模，以利於藻場形成，如圖 6-7 所示。

3. 原有斷面構造前提下改良部材構造

對策三亦在原有斷面構造基礎下改良構造，如消波塊、方塊之外觀、形狀或材料，採用生態型消波塊、生態礁(如藻礁)等，以利於海藻著生及藻場形成，並同時提供水產動物之聚集及產卵環境，如圖 6-8。

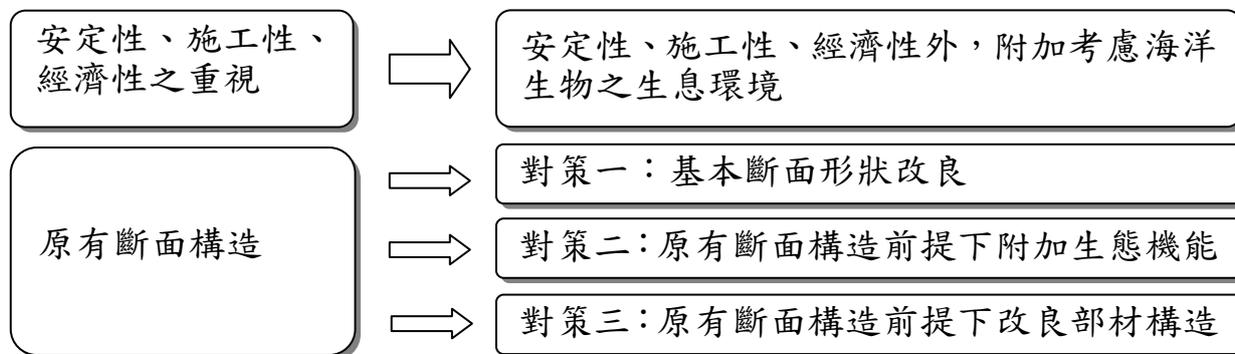
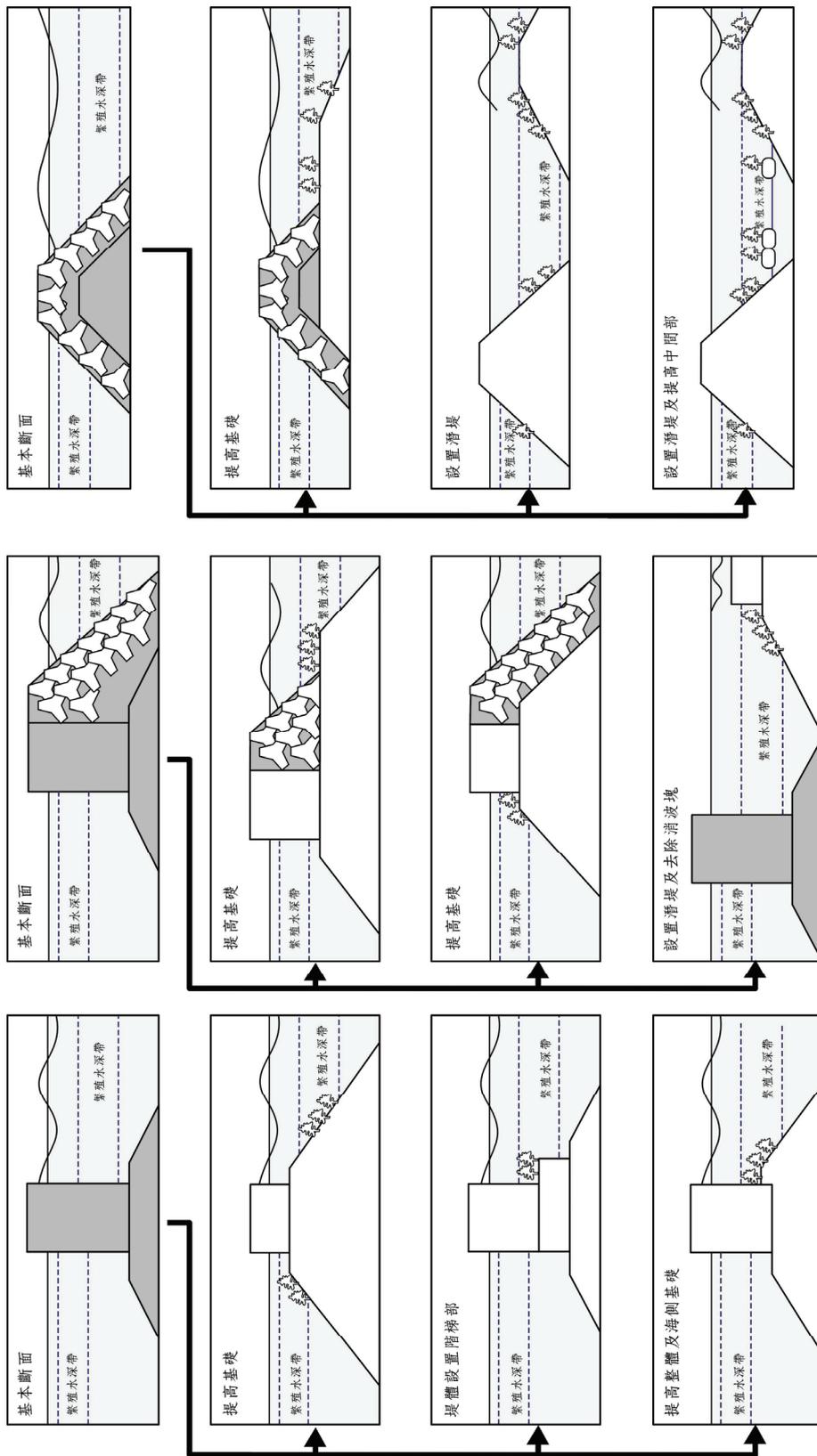
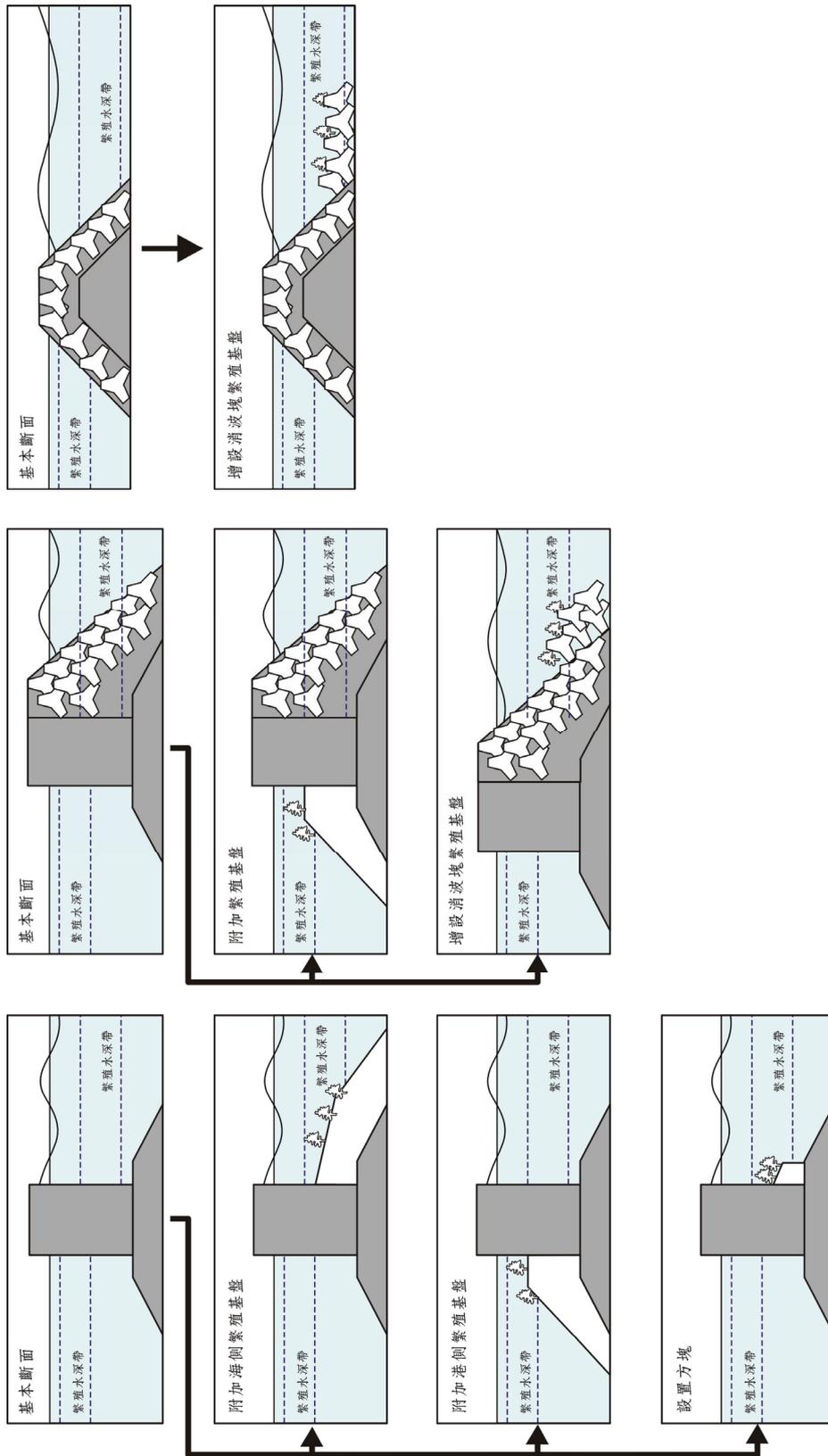


圖 6-5 傳統海岸保護結構物附加生態機能之改善對策



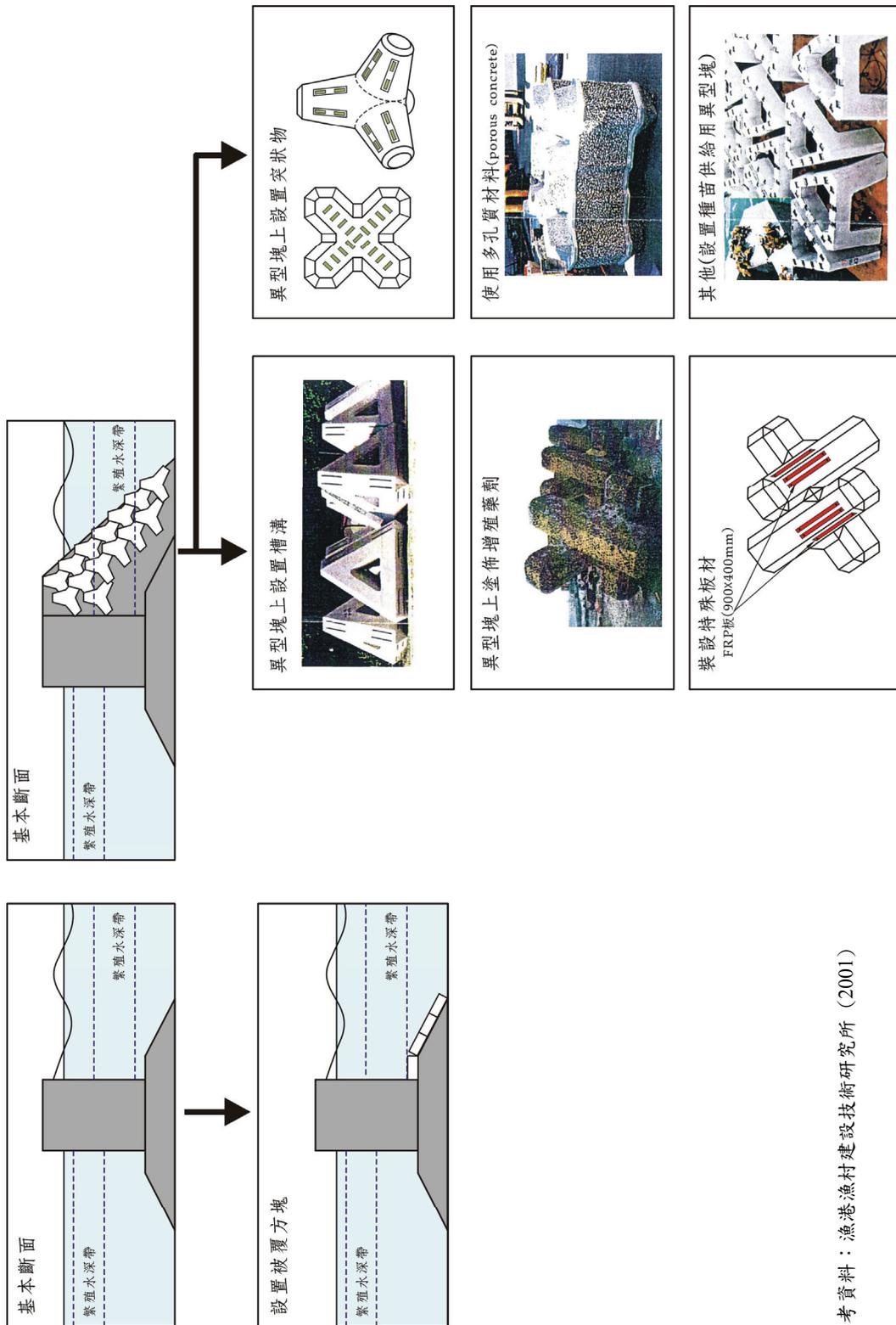
參考資料：漁港漁村建設技術研究所（2001）

圖 6-6 改良基本斷面形狀之生態型海岸結構物 - 以藻場造成型為例



參考資料：漁港漁村建設技術研究所 (2001)

圖 6-7 增加原有斷面構造生物繁殖基質之生態型海岸結構物 - 以藻場造成型為例



參考資料：漁港漁村建設技術研究所（2001）

圖 6-8 改良原有斷面構造部材之生態型海岸結構物 - 以藻場造成型為例

6.2.3 藻場造成型海岸保護結構物之設計流程

由於海岸工程建設不免破壞原有海岸環境，而難以恢復干擾前之狀態，屬於環境變化之不可逆行為，故對於採用生態理念設計之海岸保護工法應以改善、創造海岸生態環境之技術為主，即較接近一般所稱之「近自然工法」。因此，生態型海岸保護工法之發展方向應以「改善、創造原有海岸保護工法之生態機能」，使其發揮基本海岸保護功能外，並能提供適合海洋生物著生、棲息及繁殖之空間，達到海岸保護與海域生態和諧共生之目的。

生態型海岸保護結構物之設計流程，係於海岸保護結構物之設計過程中，增加考慮對象生物之造成條件，於基本斷面之假設上考慮利於生物附著棲息之構材、斷面形狀、平面配置等，其餘之設計計算與一般海岸結構物大致相同，以藻場造成型為例之設計流程，如圖 6-9。

6.2.4 藻場造成型海岸保護結構物設計應注意事項

藻場造成型海岸保護結構物之設計，係在海藻生育之可能環境下，藉由利用天然石料或混凝土方塊，來整備適合海藻繁殖之基盤，並利用人為力量輔助海藻之繁殖。因此在對象海域中，選出能被期待生育之適合種類，及良適之環境條件(主要為水深度及基盤之底質)，並考量海藻成熟期，在最適當時機作整備工作為不可欠缺之條件。因此，在考量海岸保護結構物附加藻場機能之設計時，除檢討其在防災面、安定性、施工性及經濟性等因素外，應一併考量海藻繁殖之因素：

1. 在藻場機能附加之人工構造物，至少應有對海藻存活及繁殖有幫助的
2. 選定適合種類，創造該種適合繁殖的條件
3. 周邊海域自然海岸海藻分佈狀況或類似既設構造物中海藻繁殖狀況
4. 在最適當時機實施藻場造成之作業

另彙整在海岸保護結構物附加藻場機能之設計時，在設計構造上應特別注意事項，如表 6-4 所示。

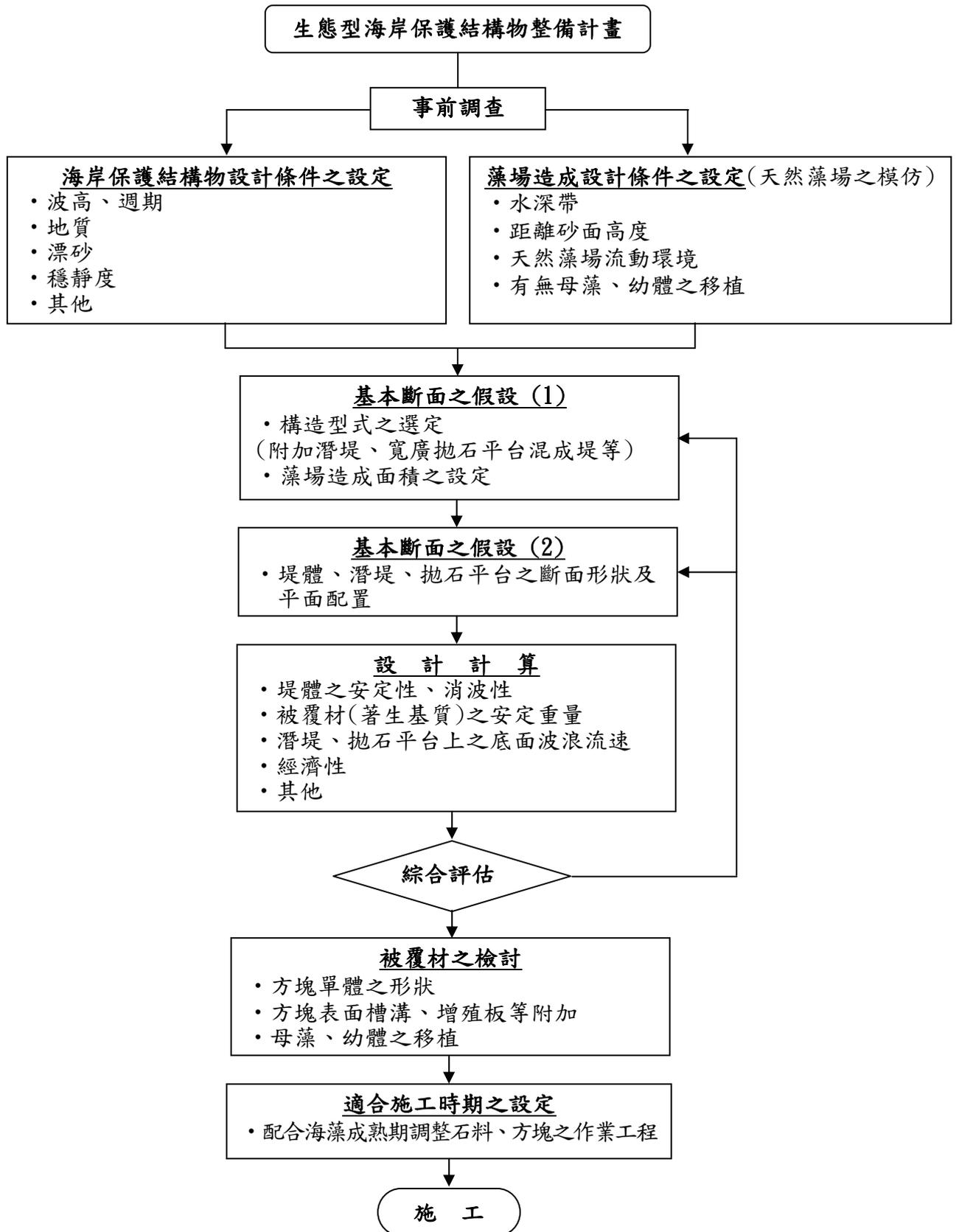


圖 6-9 藻場造成生態型海岸保護結構物之設計流程

表 6-4 海岸保護結構物附加藻場機能設計構造上應特別注意事項

項目		應注意內容
基盤條件	期望之水深帶	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依海藻種類不同生長之水深亦不同 2. 最適合之水深帶（主要由海中光的條件及受波強度來決定） 3. 海中光的條件（特別易受濁度影響時）
	材質	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基本上凹凸、空隙或孔隙多之材質，較適合海藻之附著 2. 對創出之基盤，期望使用藻場分佈周邊海域之岩石 3. 因現場使用之拋石或被覆石大多為碎石場之花崗岩或石材，應參考使用花崗岩或石材之既設構造物，來判斷其適用性 4. 對基盤而言使用岩石及混凝土之差異性（一樣參考使用同材質之既設構造物，來判斷其適用性）
	凹凸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 凹凸較多之部份，可增加空間多樣性，但凹凸空間會促進食害生物之繁殖，須加以留意
	傾斜	<ol style="list-style-type: none"> 1. 為確保光合作用時必要之光線能到達，應儘量使基盤面積變大，期望能要有較緩之傾斜坡
物理環境	衝擊波 海潮流	<ol style="list-style-type: none"> 1. 對海藻之生長須有某些程度之衝擊波及潮流通過，但當衝擊波過強時，會造成葉體切斷或海藻自體之剝離 2. 當海水之移動太少時，會產生營養鹽之供給不足或海藻表面附著有害生物等問題
有無競爭生物、障害生物之存在及發生之可能性		<ol style="list-style-type: none"> 1. 從周邊海域海藻之繁殖狀態中，掌握有無阻海藻附著或生長之生物 2. 有無可能阻害海藻著生之動物（如藤壺及貽貝類等）、或以攝食海藻並阻害其生長動物（如海膽、臭肚魚等魚類）、或附著於海藻表面阻害其生長者
最適合施工時期		<ol style="list-style-type: none"> 1. 在施工現場除海藻自身之繁殖時期須注意外，對上述之競爭生物、障害生物之繁殖時期亦應注意
河川的影響		<ol style="list-style-type: none"> 1. 在河川河口附近，必須留意河川水之擴散與分佈，有無因潮流及波向而使鹽份濃度降低，致阻害海藻之生長
漂砂及懸浮濁度之影響		<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於漂砂及有機懸浮物將會阻害海藻之附著，因此須加以留意漂砂及有機懸浮物之量及發生時期，尤其是沿岸之漂砂及內灣之有機懸浮物

資料來源：漁港構造物に藻場機能を付加するためのガイドブック作成業務委託報告書，財團法人漁港漁村建設技術研究所，2001。

6.2.5 臺灣地區海藻主要分佈地區

據統計臺灣目前已知的海藻有五百多種，而以分類而言，太平洋區系的海藻約有125科，臺灣即占有68科，顯示臺灣的海藻並非集中於少數幾個分類群，但以單位面積的種類數而言，臺灣海藻的密度並不高。由於臺灣位處黑潮暖流及大陸沿岸流的交會地區，隨著四季的海流、營養鹽及水溫均不相同，各地藻類相的組成也就不同，臺灣地區海藻主要分佈地區，如圖6-10所示。



資料來源：江永棉等，臺灣海藻簡介，1990

圖 6-10 臺灣地區海藻主要分佈區域

每一種藻類有其特定的生長地帶，這主要和其所含色素的種類與含量比例有關，不同的色素所需的光波長亦不同，隨著光質的變化，藻類的分布亦受影響，此現象在海邊的垂直分佈上最為明顯；即一般在潮間帶上部多為綠藻，潮間帶中部以褐藻居多，而低潮位附近及深海部分則多為紅藻。除了光線以外，底質、地形、溫度、鹽度、溼度、潮汐、海浪波動、洋流及污染物等多種因子，均可影響海藻的生長與分佈。一般而言，海藻多喜歡生長在具有岩礁或珊瑚礁之海岸，尤其有潮池或蝕溝地區。

臺灣的海藻大多是一年生，整個潮間帶之海藻相有明顯的季節性變化，主要以冬春二季生長最為茂盛，而在夏秋時，數量與種類明顯的減少，尤其在夏天時，因烈日高溫下，海藻不易生存。臺灣以北部、東北部、恒春半島，及蘭嶼、綠島、澎湖、小琉球等離島，較適合藻類之生長；而臺灣的西部海岸多為沙灘，因基質易被海浪沖刷流失，不適合海藻生長，東岸地區則多為斷崖地形，不易採集。故由於臺灣的海藻大多是一年生，且有明顯的季節性變化，有關研擬海岸保護結構物附加藻場機能設計構造，對於對象海藻生態特性與著生環境之關聯性應特別注意。

6.3 西部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

6.3.1 對象海藻

依據全程計畫第二年（95 年）於臺灣屏東海岸大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤兩處海域結構物之海藻著生調查研究成果，由於第二季潮間帶四測站（除測站二外）皆以裂片石蓴為優勢種（測站一 29.6%、測站三 36%、測站四 34.4%），且測站二之裂片石蓴亦占 12.08%（測站二之優勢種為縱包藻 19.2%、蜈蚣藻 17.2%）；參考相關調查資料，裂片石蓴可說是人工結構物的常見藻種，此可能以它的生活史（2~5 個月）較長及藻體基部有較大的附著器（耐大海浪）和藻體較耐乾旱和較耐雨水沖刷有關，只要溫度介於 22~28 °C 及鹽分 30 psu 上下，裂片石蓴即可容易附著在人工結構物上。故依據著生海藻季節分佈、覆蓋率、生育條件、優勢性藻種等調查結果，臺灣屏東大鵬灣及林邊海域應大都很適合，故建議綠藻門裂片石蓴應可做為屏東大鵬灣及林邊海域結構物附加藻場機能之對象海藻。

6.3.2 西部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

依據全程計畫第二年（95 年）於臺灣屏東海岸大鵬灣出口導流堤及林邊海岸離岸堤兩處海域結構物之海藻著生調查研究成果，屏東大鵬灣及林邊海域之整個海藻相有明顯的季節性變化，然覆蓋之藻相略有不同，惟基本上皆屬臺灣西、南部潮間帶及潮下帶常見之綠藻。有關西、南部海岸保護結構物著生海藻之基本繁殖環境條件與著生環境之關聯性，彙整如表 6-5 所示。

生態型海岸保護結構物係附加傳統海岸保護結構物之生態機能，規劃設計上除考量結構物基本之安定性、施工性、經濟性外，並應重視海洋生物之生息環境，以促進海岸工程建設與生態之和諧共存。就臺灣屏東大鵬灣及林邊海域結構物之海藻著生調查，95 年度第二季潮間帶總豐富度於林邊海域結構物達 58.08~82.32%，而大鵬灣海域結構物亦有 33.6~53.12%，顯見以本區域水質環境等條件及結構物水深、

型式而言，應相當合適發展附加藻場機能。有關臺灣西部既有海岸保護結構物附加生態機能之設計斷面案例，共研擬設計兩個案例，包括：屏東大鵬灣地區砂質海底之突堤，林邊海域結構物砂質海底之離岸堤，相關說明如圖 6-11～圖 6-12 所示。

表 6-5 西部屏東大鵬灣及林邊海岸海藻繁殖環境條件資料表

基本環境條件	裂片石蓴
生育水深 (m)	0~1m 及潮間帶
底質 (適合石塊或消波塊)	一般消波塊或礁石皆適合
鹽度範圍 (psu)	30~35 (29.58~34.44)
水溫範圍 (°C)	22~28 (24.3~31.3)
光照度範圍 ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	390~1,600 (87~3,163)
生育濁度範圍 (ntu)	4.5~15.2 (0.6~15.9)
建議適用區域	屏東大鵬灣及林邊地區砂質海底之突堤或離岸堤
生態照片	
成體藻長	10-25 cm
壽命	數週
生長期	2-5 月
成熟期	2-5 月

本研究整理。()內為本研究三季調查之變動範圍

圖 6-11 設計案例：屏東大鵬灣地區砂質海底之海域（導流堤）

<p>期待繁殖對象海藻種類：綠藻門石蓴科裂片石蓴等</p>	
<p>海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項</p>	
<p>基質 條件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地既有觀察裂片石蓴藻類分佈在水深約 0.3~0.9m。 ● 一般繁殖生育水深帶為潮間帶及 0~-1.0m。 ● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。
<p>海象 及水 質環 境</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要生長在風浪小之地區 ● 尤其有機污染肥沃之水域 ● 30~35psu ● 22~28°C ● 390~1600$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$
<p>生長季節</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 臺灣地區全年可見，二~四月為盛產期。
<p>地理分布</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 全臺各地海岸，尤以北部及東北部。
<p>構造形式的選定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 當地呈侵蝕，海岸漂沙量不足。 ● 位於導流堤海側。 ● 裂片石蓴繁殖生育水深帶為潮間帶及 0~-1.0m，在既有導流堤斷面海側基礎，增加適合其繁殖之水深約-0.5m 之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。
<p>期待藻場創造面積</p>	<p>約 16 m²/m</p>
<p>材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 消波塊或相當重量之石塊。

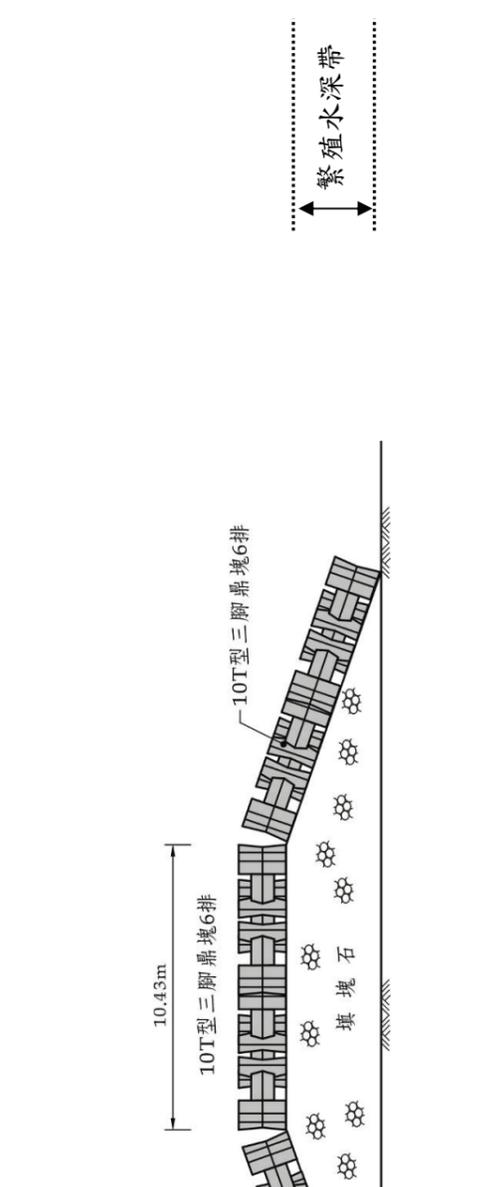
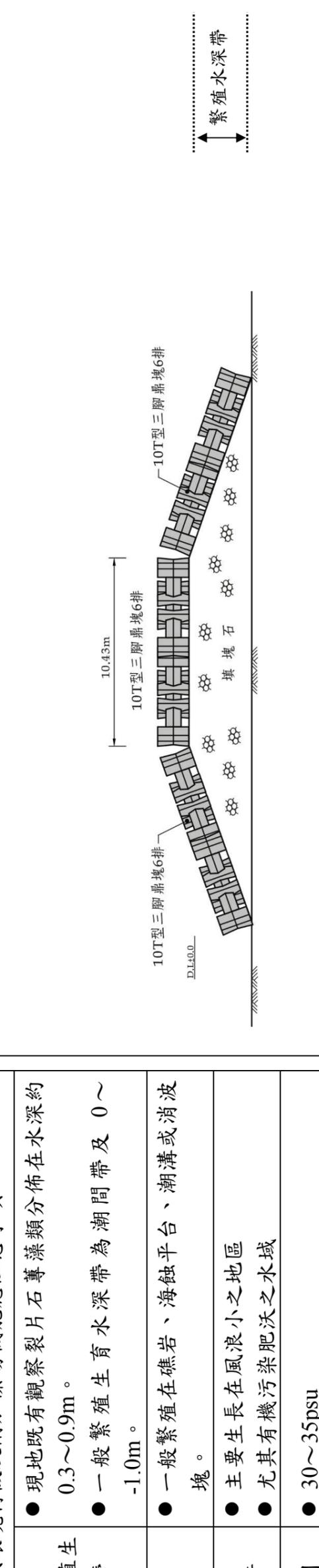
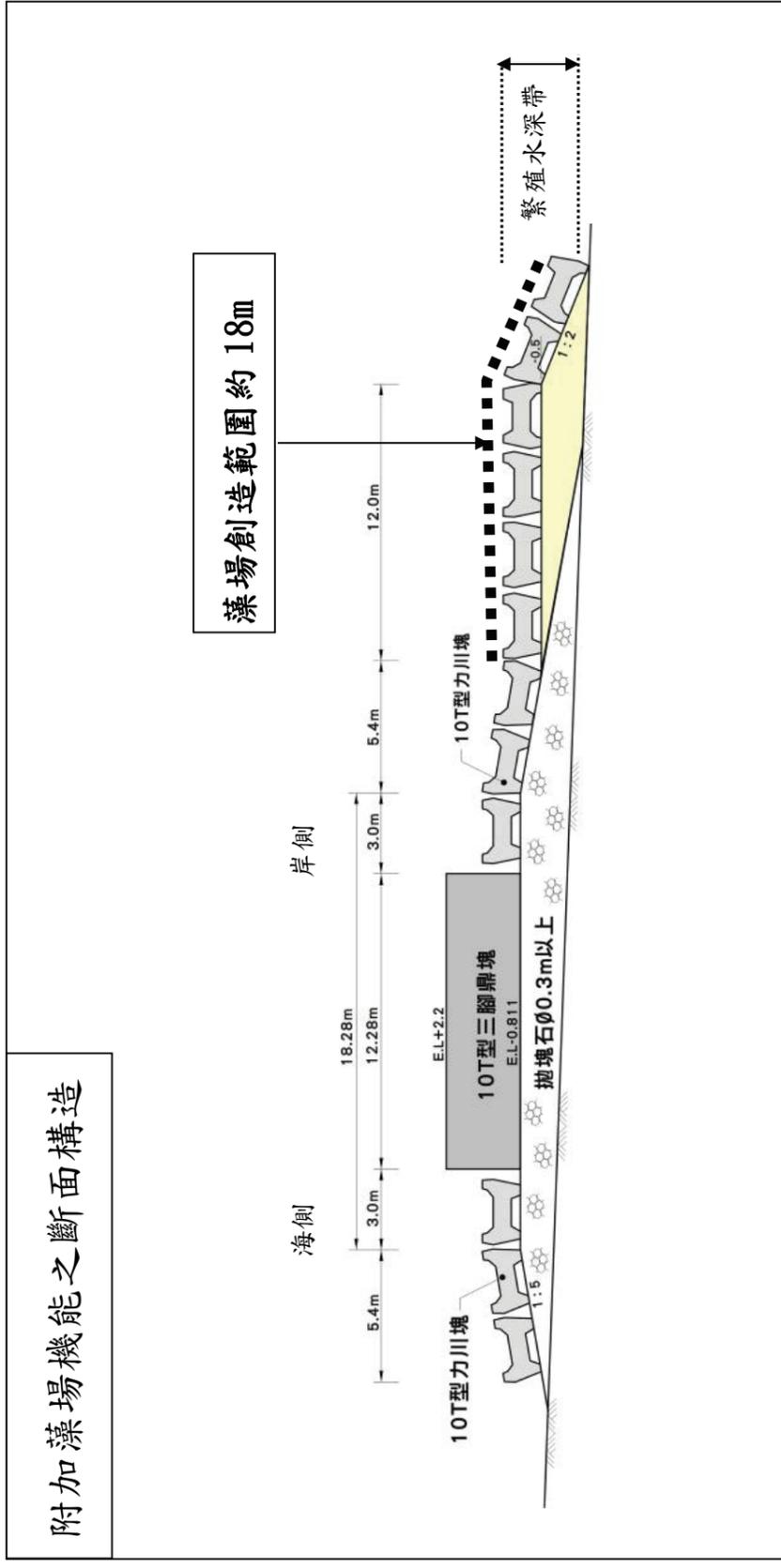
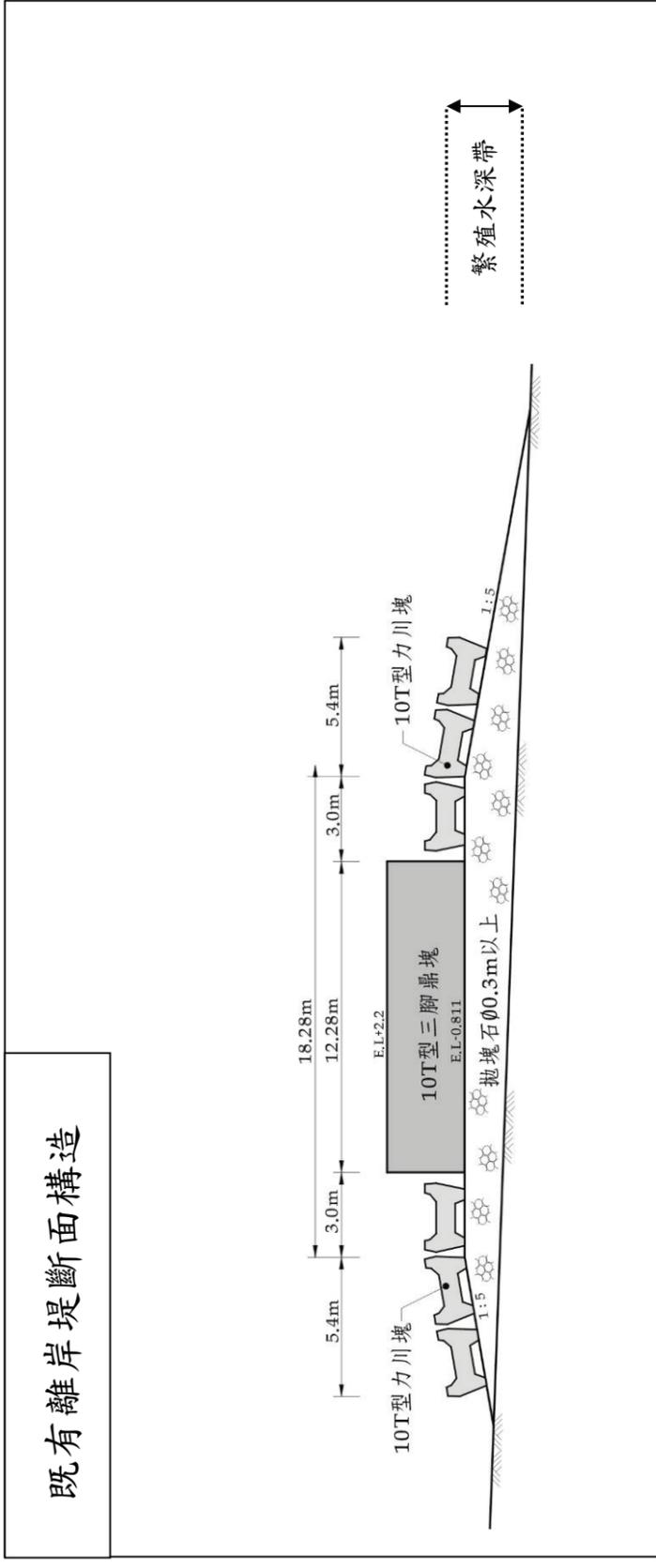
<p>既有導流堤斷面構造</p>	
<p>附加藻場機能之斷面構造</p>	

圖 6-12 設計案例：屏東林邊地區砂質海底之海域（離岸堤）

<p>期待繁殖對象海藻種類：綠藻門石蓴科裂片石蓴等</p>	
<p>海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項</p>	
<p>基質 條件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地既有觀察裂片石蓴藻類分佈在潮間帶及潮下帶水深約 0.35m~0.7m。 ● 一般繁殖生育水深帶為潮間帶及 0m~-1.0m。 ● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。
<p>海象 及水 質環 境</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 要生長在風浪小之地區 ● 尤其有機污染肥沃之水域 ● 30~35psu ● 22~28°C ● 390~1600$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$
<p>生長季節</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 臺灣地區全年可見，二~四月為盛產期。
<p>地理分布</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 全臺各地海岸，尤以北部及東北部。
<p>構造形式的選定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 位於離岸堤後側，受離岸堤之遮蔽，靜穩度較高。 ● 裂片石蓴石蓴繁殖生育水深帶為潮間帶及 0m~-1.0m，在既有離岸堤斷面側，增加適合其繁殖水深約-0.5m 之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。
<p>期待藻場創造面積</p>	<p>約 18 m²/m</p>
<p>材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 消波塊或相當重量之石塊。



6.4 北部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

6.4.1 對象海藻

依據全程計畫第三年（96 年）於臺灣北部頭城海岸之頭城突堤及烏石離岸堤兩處海域結構物之海藻著生調查研究成果，由於第二季四測站潮下帶及烏石離岸堤兩測站之潮間帶皆以繁枝蜈蚣藻為優勢種（測站一 19%、測站二 20%、測站三 20%、測站四 16%）；另第一季在頭城突堤之潮間帶以裂片石蓴豐富度亦較高（9~10%），且第二季裂片石蓴之覆蓋率變化不大，可能是裂片石蓴在五月受到氣溫突然高，且大都生長在潮間帶受到雨水沖刷的影響較大所致。故參考相關調查資料，繁枝蜈蚣藻及裂片石蓴可說是人工結構物的常見藻種，此可能以它的生活史較長及藻體基部有較大的附著器(耐大海浪)和藻體較耐乾旱和較耐雨水沖刷有關，只要溫度介於 22~28 °C 及鹽分 30 psu 上下，繁枝蜈蚣藻及裂片石蓴即可容易附著在人工結構物上，故依據著生海藻季節分佈、覆蓋率、生育條件、優勢性藻種等調查結果，繁枝蜈蚣藻及裂片石蓴在臺灣北部宜蘭頭城海域應大都很適合，故建議應可做為北部海岸之對象海藻。

6.4.2 北部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

依據全程計畫第三年（96 年）於臺灣北部頭城海岸之頭城突堤及烏石離岸堤兩處海域之海藻著生調查研究成果，北部頭城地區之整個海藻相有明顯的季節性變化，而覆蓋之藻相略有不同，惟基本上皆屬臺灣東北部潮間帶及潮下帶常見之綠藻與紅藻。有關北部海岸保護結構物著生海藻基本繁殖環境條件與著生環境之關聯性，彙整如表 6-6 所示。

就臺灣北部頭城突堤及烏石離岸堤四測站於 96 年度共三季次之總豐富度，雖以第二季最多達 33.7%，然以本區域水質環境等條件而言，應有再發展之空間與潛力。有關臺灣北部既有海岸保護結構物附加生

態機能之設計斷面案例，除考量斷面之安定性、施工性、經濟性外，有關附加考慮海洋生物之生息環境，共研擬設計兩個案例，包括：宜蘭頭城地區砂質海底之突堤，宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底之離岸堤，相關說明如圖 6-13~圖 6-14 所示。

表 6.6 北部宜蘭頭城海岸海藻繁殖環境條件資料表

基本環境條件	裂片石蓴	繁枝蜈蚣藻
生育水深 (m)	0~1m 及潮間帶	1~2m 及潮間帶下部
底質 (適合石塊或消波塊)	一般消波塊或礁石皆適合	一般消波塊或礁石皆適合
鹽度範圍 (psu)	30~35 (31.2~33.25)	30~35 (33.86~34.50)
水溫範圍 (°C)	22~28 (23.7~28.1)	22~28 (23.6~28.2)
光照度範圍 ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	390~1,600 (503~1,394)	390~1,600 (834~1,520)
生育濁度範圍 (ntu)	4.5~15.2 (0.59~10.6)	4.5~15.2 (1.05~5.22)
建議適用區域	宜蘭頭城地區砂質海底之突堤	宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底之離岸堤
生態照片		
成體藻長	10-25 cm	5-12 cm
壽命	數週	1 至數月
生長期	2-5 月	2-5 月
成熟期	2-5 月	2-5 月

本研究整理。() 內為本研究三季調查之變動範圍

圖 6-13 設計案例：宜蘭頭城地區砂質海底之海域（突堤）

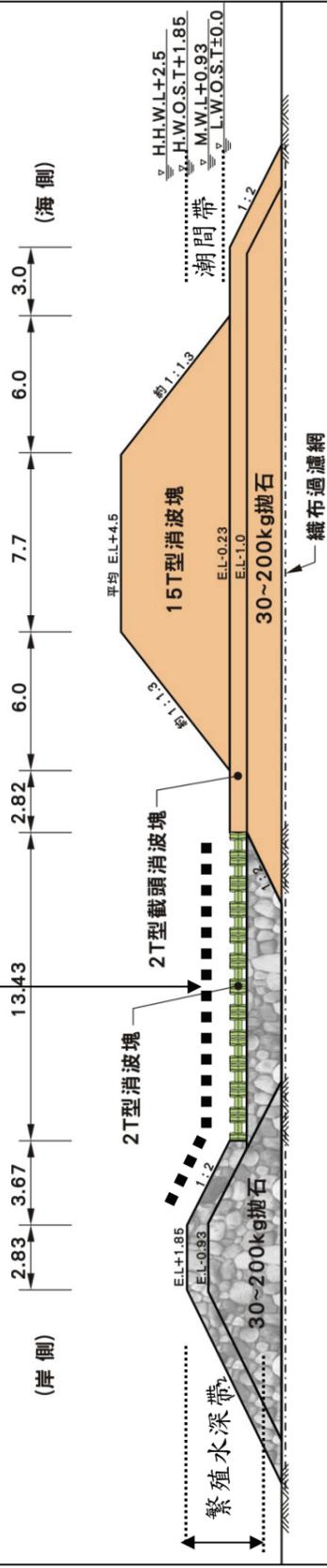
<p>期待繁殖對象海藻種類：綠藻門石蓴科裂片石蓴等</p>		<p>既有突堤斷面構造</p>	
<p>海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項</p>			
<p>基質 條件</p>	<p>海藻繁殖 育水深帶</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地既有觀察裂片石蓴藻類分佈在潮下帶水深約 0.4~0.95m。 ● 一般繁殖生育水深帶為潮間帶上部及 0~-1.0m。 	<p>附加藻場機能之斷面構造</p>
	<p>基質</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。 	
	<p>波浪條件</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要生長在風浪小之地區 ● 尤其有機污染肥沃之水域 	
	<p>鹽度範圍</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 30~35psu 	
	<p>水溫範圍</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 22~28°C 	
<p>生長季節</p>	<p>光照度範圍</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 390~1600$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$ 	<p>藻場創造範圍約 16m</p>
<p>地理分布</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 臺灣地區全年可見，二~四月為盛產期。 ● 全臺各地海岸，尤以北部及東北部。 		
<p>構造形式的選定</p>			
<p>期待藻場創造面積</p>	<p>約 16×2=32m²/m</p>		<p>藻場創造範圍約 16m</p>
<p>材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 消波塊或相當重量之石塊。 		

圖 6-14 設計案例：宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底之海域（離岸堤）

<p>期待繁殖對象海藻種類：紅藻門繁枝蜈蚣藻、臺灣蜈蚣藻等</p>	<p>既有離岸堤斷面構造</p>	
<p>海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項</p>		
<p>海藻繁殖生育水深帶</p>	<p>● 現地既有觀察繁枝蜈蚣藻類分佈在潮下帶水深約-0.6~-1.0m。</p> <p>● 一般繁殖生育水深帶為潮間帶下部及-1~-2.0m。</p>	
<p>基質</p>	<p>● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。</p>	
<p>波浪條件</p>	<p>● 主要生長在風浪較大之地區</p>	
<p>鹽度範圍</p>	<p>● 30~35psu</p>	
<p>水溫範圍</p>	<p>● 22~28°C</p>	
<p>光照度範圍</p>	<p>● 390~1600$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$</p>	
<p>生長季節</p>	<p>● 臺灣地區四~六月為盛產期。</p>	
<p>地理分布</p>	<p>● 臺灣北部及東北部。</p>	
<p>構造形式的選定</p>	<p>● 位於離岸堤後側，受離岸堤之遮蔽，靜穩度較高。</p> <p>● 離岸堤後側為養灘區域，需考量離岸堤後側淤沙及濁度之影響。</p> <p>● 繁枝蜈蚣藻繁殖生育水深帶為潮間帶下部及-1~-2.0m，在既有離岸堤內側，增加適合其繁殖之水深約-1.0m 之平台段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。</p>	
<p>期待藻場創造面積</p>	<p>約 17m²/m</p>	
<p>材料</p>	<p>● 消波塊。</p>	

附加藻場機能之斷面構造

藻場創造範圍約 17m



6.5 東部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

6.5.1 對象海藻

依據全程計畫第四年（97 年）於臺灣東部成功海岸新港漁港北側之成功離岸堤、新港突堤及新蘭漁港南側突堤等海域結構物之海藻著生調查研究成果，由於第二季之潮下帶以寬扁叉節藻為優勢種（測站一之 0~3m 為 25%、測站一之 3~9m 為 9%、測站三 5%）；另石蓴在測站二潮間帶亦出現相當高，第一季為最高達 10%、第二季為 8%。而由於新蘭突堤兩測站各季之海藻著生覆蓋率皆不高（第一季 1.2~7.9%、第一季 1.3~16.81%、第一季 0.2~2.4%），並無優勢藻種；由於寬扁叉節藻及石蓴可說是海岸上之人工結構物的常見藻種，此可能以它們的生活史較長及藻體基部有較大的附著器(耐大海浪)和藻體較耐乾旱及較耐雨水沖刷等有關。故依據東部海岸著生海藻之季節分佈、覆蓋率、生育條件、優勢性藻種等調查結果，建議在潮下帶可以紅藻門之寬扁叉節藻、潮間帶可以綠藻門之石蓴，做為東部海岸之對象海藻。

6.5.2 東部海岸兼具生態及海岸保護結構物設計例

依據全程計畫第四年（97 年）於台灣東部海岸之新港及新蘭兩處海域之海藻著生調查研究成果，雖然整個海藻相有明顯之季節性變化，而覆蓋之藻相亦略有不同，惟基本上皆屬臺灣東部潮間帶及潮下帶常見之綠藻與紅藻；有關東部海岸保護結構物著生海藻之基本繁殖環境條件與著生環境之關聯性，彙整如表 6-7 所示。

就臺灣東部成功離岸堤、新港海堤於 97 年度共三季次之總豐富度，雖以第二季最多達 35.56%，然以本區域水質環境等條件而言，應有再發展之空間與潛力；而新蘭突堤兩測站各季之海藻著生覆蓋率皆不高，此可能與其所處位置水深有關，故整體考量附加考慮海洋生物之生息環境、經濟性，有關臺灣東部既有海岸保護結構物附加生態機

能之設計斷面案例，將以成功離岸堤、新港海堤為主，至於新港突堤則建議暫不予考量。今共研擬設計兩個案例，包括：臺東成功地區岩質海底之離岸堤，新港漁港岩質海底之海堤，相關說明如圖 6-15～圖 6-16 所示。

表 6-7 東部成功海岸海藻繁殖環境條件資料表

基本環境條件	寬扁叉節藻	石蓴
生育水深 (m)	2~6m 之潮下帶	潮間帶及 0~2m
底質 (適合石塊或消波塊)	一般消波塊或礁石皆適合	一般消波塊或礁石皆適合
鹽度範圍 (psu)	30~35 (33.19~34.32)	30~35 (33.26~34.34)
水溫範圍 (°C)	22~28 (22.5~29.1)	22~28 (22.9~27.6)
光照度範圍 ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	60~1,200 (34~5,093)	25~1,200 (91~3,290)
生育濁度範圍 (ntu)	0.0~1.0 (0.36~2.70)	0.0~1.0 (0.73~3.29)
建議適用區域	臺東成功地區岩質海底之離岸堤	臺東成功地區岩質海底之海堤
生態照片		
成體藻長	5-10 cm	12-20 cm
壽命	3-6 個月	1-3 個月
生長期	2-6 月	3-5 月
成熟期	2-6 月	3-5 月

本研究整理。() 內為 97 年研究三季調查之變動範圍

圖 6-15 設計案例：臺東成功地區岩質海底之海域（海堤）

期待繁殖對象海藻種類：綠藻門石莖科石莖等	
海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項	
海藻繁殖生 育水深帶	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地既有觀察石莖藻類分佈水深在潮間帶。 ● 一般繁殖生育水深帶為潮間帶及 0 ~ -2.0m。 ● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。 ● 主要生長在風浪小之地區
基質	
波浪條件	
鹽度範圍	● 30~35psu
水溫範圍	● 22~28°C
光照度範圍	● 25~1200 $\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$
生長季節	● 臺灣地區全年可見，三~五月為盛產期。
地理分布	● 全臺各地海岸，尤以北部及東北部。
構造形式的選定	<ul style="list-style-type: none"> ● 當地卵石礫石灘，無海岸漂沙問題。 ● 位於海堤後側，較不受南側季風浪之影響，靜穩度較高。 ● 石莖繁殖生育水深帶為潮間帶及 0 ~ -2.0m，在既有斷面之基礎根部，增加適合其繁殖之水深約-0.5m 之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。
期待藻場創造面積	約 10 m ² /m
材料	● 消波塊或相當重量之石塊。

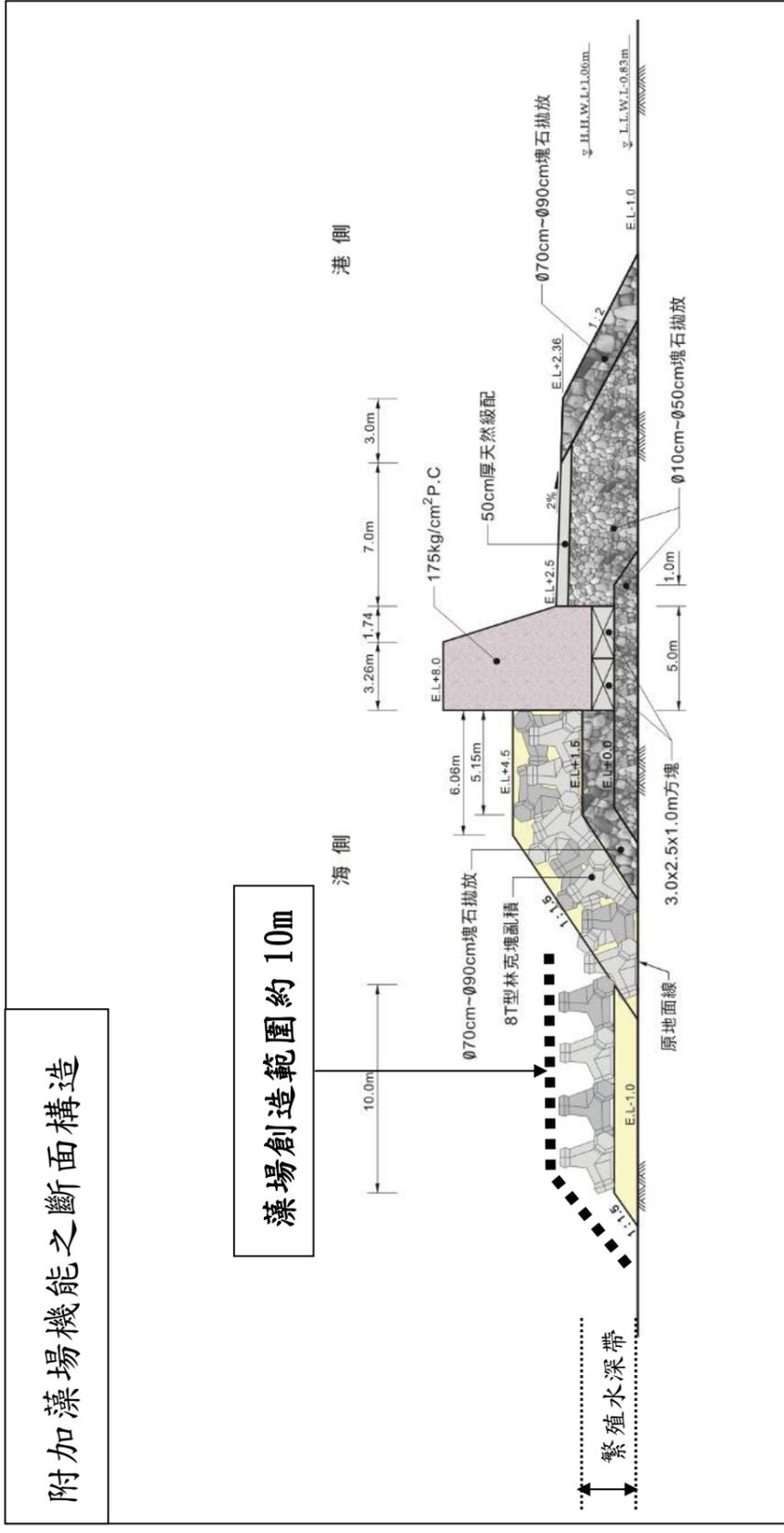
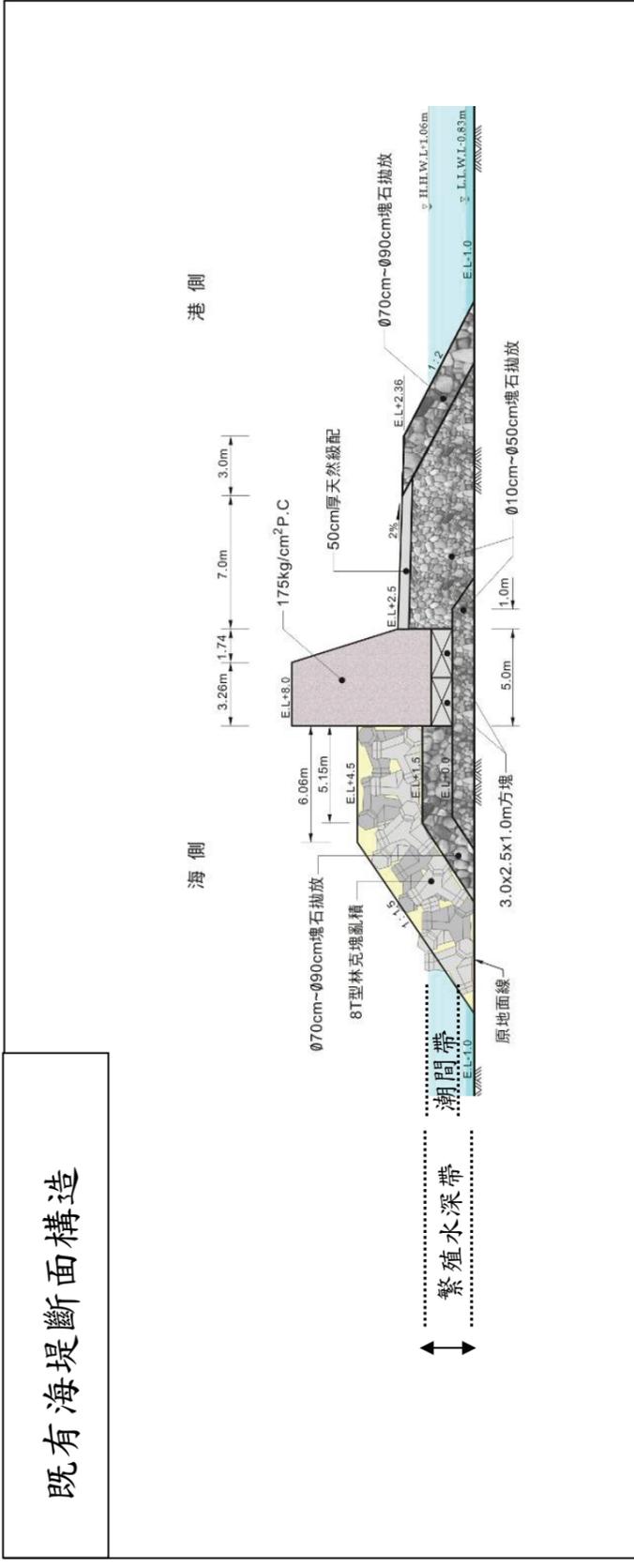
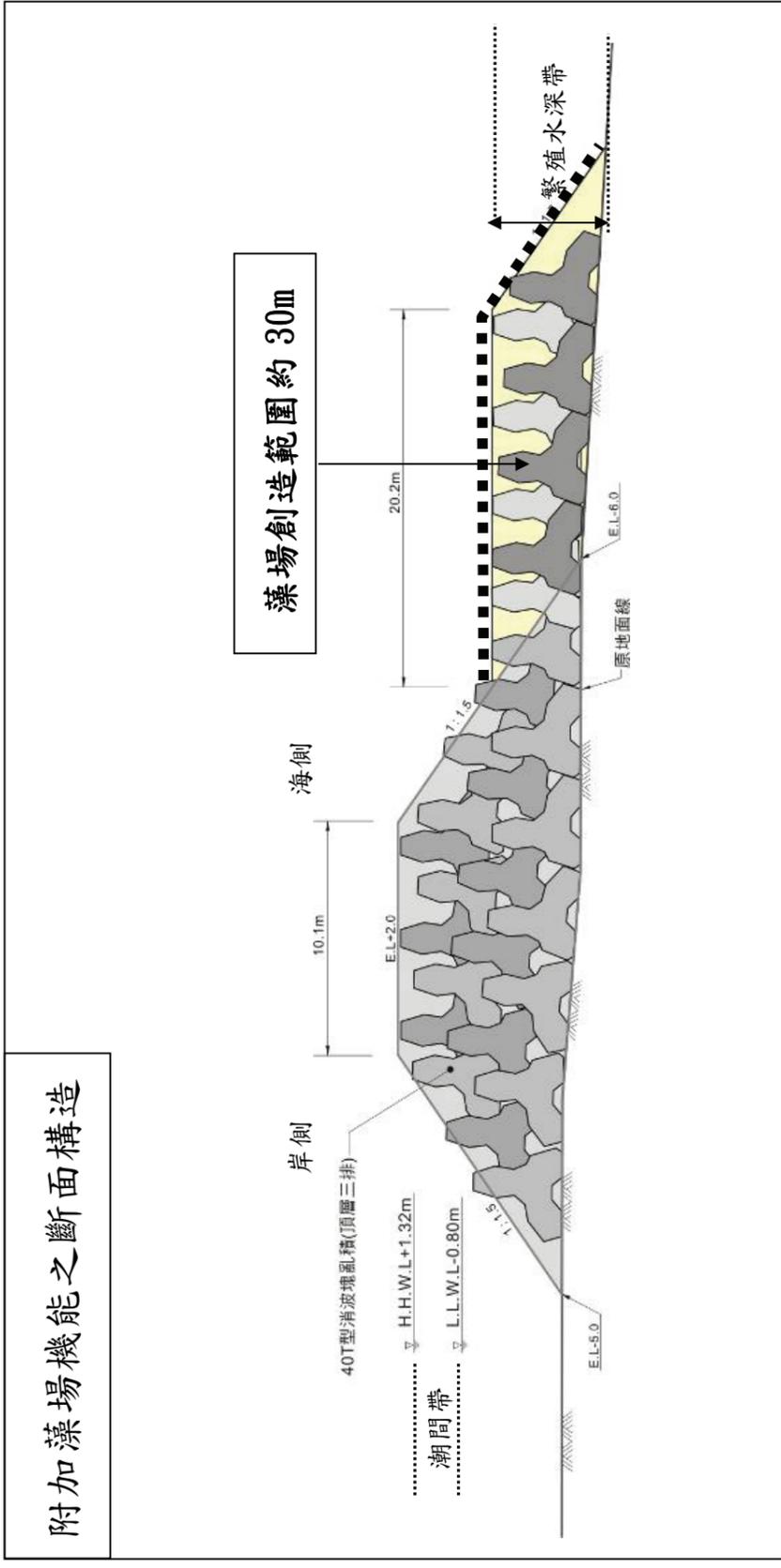
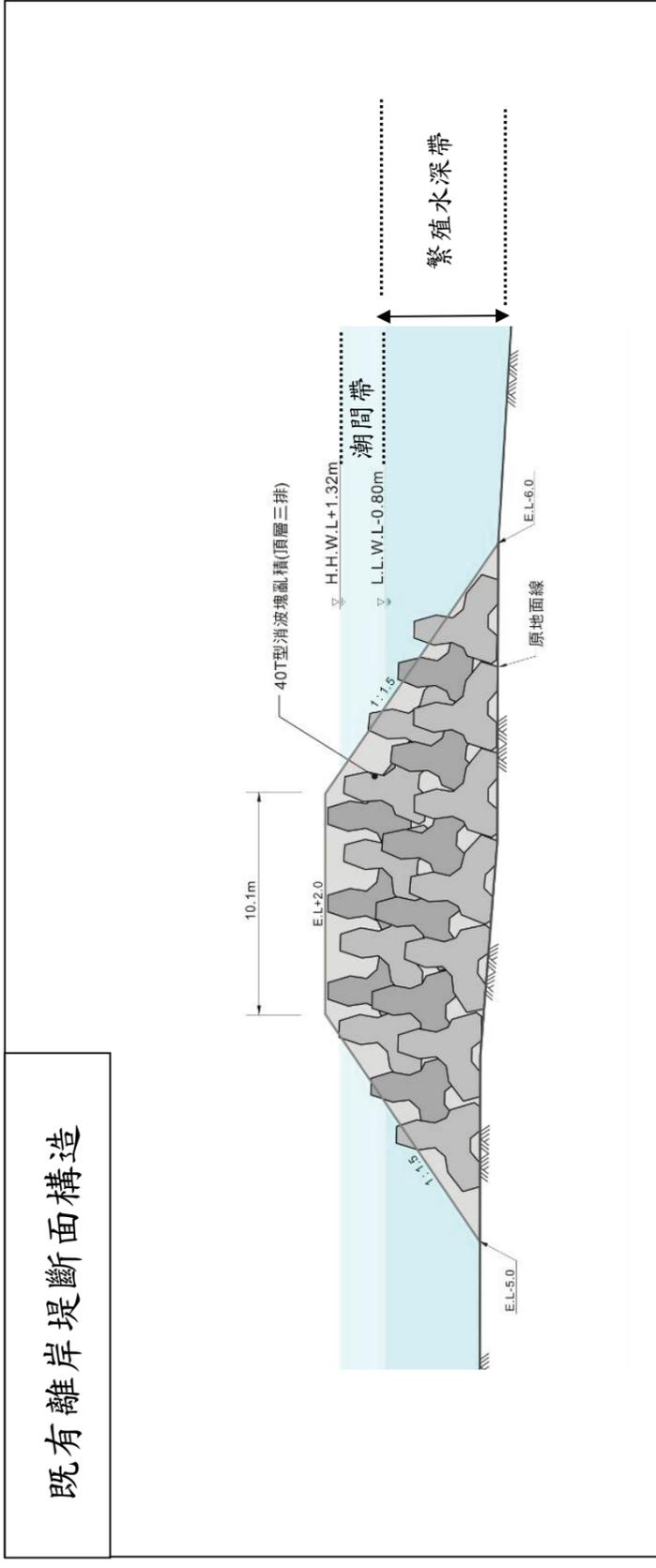


圖 6-16 設計案例：臺東成功地區岩質海底之海域（離岸堤）

期待繁殖對象海藻種類：紅藻門寬扁又節藻等	
海域環境特徵及附加藻場機能應注意事項	
基質條件	<ul style="list-style-type: none"> ● 現地既有觀察寬扁又節藻類分佈在潮下帶水深約 0.0~ -7.5m，且以 0.0~ -3m 最多。 ● 一般繁殖生育水深帶為潮下帶及 -2 ~ -6.0m。 ● 一般繁殖在礁岩、海蝕平台、潮溝或消波塊。
海象及水質環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要生長在風浪較大之地區 ● 30~35psu ● 22~28°C ● 390~1600$\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$
生長季節	● 臺灣地區二~六月為盛產期。
地理分布	● 臺灣北部及東北部。
構造形式的選定	<ul style="list-style-type: none"> ● 位於離岸堤海側，屬於水深較深之區域。 ● 離岸堤附近水深坡陡，需考量波浪對基質安定之影響。 ● 寬扁又節藻繁殖生育水深帶為潮下帶 -2.0 ~ -6.0m，在既有離岸堤海側，增加適合其繁殖之水深之消波塊平台段，營造適合生長環境。
期待藻場創造面積	約 30 m^2/m
材料	● 消波塊。



第七章 結論與建議

鑒於國內過去傳統海岸保護工程之規劃與設計，主要係以防災功能與結構安全為考量，隨著自然環境保全意識之提高及地球環境問題愈益受重視，未來海岸開發不能僅考慮安全性、經濟性及功能性等層面，必須同時兼顧自然生態環境之保護與復育。本研究目的主要探討目前國內海岸保護結構物與海藻著生之相關性，並進一步研擬在海岸安全基礎下，將海岸保護結構物融入生態理念，探討研究兼具安全、保育、改善、創造生態環境之工法，提昇國內生態工法於海岸保護工法之工程應用技術，俾供國內發展生態型海岸保護結構物之參考應用。

7.1 結論

- 1.就臺灣海岸保護結構物現況及未來執行面觀之，以改善現有之海岸保護工法使其兼具生態效果，對現有海岸防護方式衝擊較小且較易執行。生態工法在海岸保護工程之應用，包括「生態型消波塊、方塊之應用」、「生態礁之應用」、「附加藻場機能」及「附加海水交換機能」等方向；依全程計畫目標，本研究係以「附加藻場之海岸保護工法」為主要研究方向。
- 2.本研究三季次調查離岸堤和突堤之人工結構物，共發現 22 種海藻，分屬於綠藻門 5 科 9 種、褐藻門 2 科 2 種、紅藻門 7 科 11 種，皆為浪濤衝擊下常見的藻種。第一季發現枝綠藻門石蓴科石蓴屬（石蓴、孔石蓴）雖覆蓋有達率 15%，但第二季優勢藻種為紅藻門珊瑚藻科寬扁叉節藻，潮下帶覆蓋率可高達 25%，為本年度調查較特殊之處。
- 3.本研究三季次調查，成功離岸堤與新港海堤之藻種組成相似度較為接近，而潮下帶藻種組成相似性在成功與新蘭海域不同測站之間亦算頗高，推測可能與臺東海域受到黑潮洋流影響分佈所致。另新蘭突堤因消波塊擺設位置之水深較淺，消波塊結構物浸泡在海水之時間並不

長，故與其它測站之間的海藻組成相似性皆不高。

- 4.本研究三季之實地調查，成功離岸堤之海藻總豐富度及物種數皆為最高，檢討結構物與潮位間之關係，成功離岸堤因設置水深較深，結構物相對受潮水影響之時間較長，故離岸堤之海藻總豐富度、物種數均較垂直海岸之突堤、海堤型式明顯高。
- 5.新蘭突堤南、北兩側水質相差並不大，然海藻著生豐富度與物種數，皆為突堤內側(港內) > 突堤外側(港外)，檢討影響突堤兩側海藻著生之差異，突堤兩側之波浪大小，可能為影響海藻著生要因之一。
- 6.本研究 95~97 年共三年在西部屏東大鵬灣和林邊、北部宜蘭烏石及頭城海域、東部臺東成功和新蘭等海域之調查顯示，海岸結構物著生海藻之種類季節性變化，北部宜蘭頭城海岸在 3 月及 5 月之變化，較西部屏東海岸、東部臺東海岸之變化為大，至於第三季則無論西部、北部及東部海岸結構物之海藻種類與數量，皆有相同大量下滑趨勢。
- 7.西部屏東林邊及大鵬灣海岸結構物之海藻著生豐富度均相當高，顯見以本區域水質環境等條件及結構物水深、型式而言，應相當適合發展附加藻場機能。屏東林邊及大鵬灣地區砂質海底之附加藻場生態機能，均建議對象藻類為綠藻門裂片石蓴，繁殖生育水深帶為潮間帶及 0~-1.0m；附加藻場生態機能之改善工法，大鵬灣導流堤係建議將既有導流堤海側基礎延伸，預計增加浸水範圍與面積約 16 m²/m；林邊離岸堤係將既有離岸堤後側之基礎保護段之消波塊平台段延長，預計增加浸水範圍與面積約 18 m²/m。
- 8.北部宜蘭頭城地區砂質海底之突堤附加藻場生態機能，建議對象藻類為裂片石蓴，繁殖生育水深帶為潮間帶上部及 0.0~-1.0m，改善工法係在既有突堤斷面兩側斜坡上，增加適合裂片石蓴繁殖之水深範圍段，預計增加浸水範圍與面積約 32 m²/m。宜蘭烏石離岸堤之附加藻場生態機能，對象藻類為紅藻門繁枝蜈蚣藻，改善工法係在既有離岸堤後側，增加適合其繁殖水深之平台段，預計增加浸水範圍與面積約 17 m²/m。

9. 東部臺東新港海堤卵礫石海底之附加藻場生態機能，建議對象藻類為綠藻門之石蓴，繁殖生育水深帶為潮間帶及 0~-2.0m，改善工法係將既有海堤斷面之基礎根部延伸，預計增加浸水範圍與面積約 10 m²/m。臺東成功離岸堤岩質海底之附加藻場生態機能，對象藻類為紅藻門寬扁叉節藻，繁殖生育水深帶為潮下帶下部及-2.0~-6.0m，改善工法建議在既有離岸堤海側，增加適合其繁殖水深之平台段，預計增加浸水範圍與面積約 30 m²/m，營造適合寬扁叉節藻之生長環境。

7.2 建議

1. 本全程研究雖已分三年分別進行臺灣西部屏東林邊及大鵬灣、北部宜蘭頭城、東部成功等海岸結構物之藻類著生及水質調查研究，雖已有不同地點之資料，惟因每年度之調查地點分散在西部屏東林邊、北部宜蘭頭城及東部成功等海岸，就生態觀點而言，仍較缺乏在定點測站之長期調查，建議後續可配合海岸主管機關在進行相關海岸保護工程時，可以選定一處或兩處海域，進行長期及持續的監測調查，俾利將來海岸結構物研擬附加藻場機能工法之參考。
2. 國內海岸構造物附加藻場機能仍屬起步階段，而海岸結構物大都以防治海岸侵蝕及保護安全為目的設置，為使將來海岸保護工程能兼顧安全及生態功能，建議未來海岸主管機關之經濟部水利署，後續在辦理臺灣地區之海岸保護工程時，可考慮選擇適當地點設置小規模之現地試驗，並進行較長期追蹤調查，蒐集形成藻場之完整基礎資料，提昇國內生態工法於海岸保護應用技術，促進自然環境之共生共榮發展。

本研究調查臺灣西、北及東部特定鄰港地區，其不同結構物附件之海洋環境以及藻類生長之情形，並分析及探討其相關性，並提出在既有結構附加藻場生態機能之建議生態工法設計。依據本研究分析結果及設計方案可作為本所、施政設計單位以及各機關擬進行藻場生態復育海岸結構物設計之重要參考。

參考文獻

1. 台灣省海堤整建計劃書，水利局，1973。
2. 江永棉等，台灣海藻類簡介，1990。
3. 江永棉，台灣藻類研究現況，台灣生物資源調查及資訊管理研討會論文集，101 頁～118 頁，1992。
4. 邵廣昭，海洋生態學，明文書局，1998。
5. 台灣海岸之美西部篇，漢光文化事業股份有限公司，2000。
6. 黃淑芳，台灣東北角海藻圖錄，國立台灣博物館，2000。
7. 柳芝蓮，台灣海藻彩色圖鑑，行政院農業委員會，2000。
8. 集水區親水及生態工法之建立(1/4～4/4)，國立台北科技大學，2000～2003。
9. 海岸工法之新技術研發(1/4～4/4)，國立成功大學，2000～2003。
10. 郭一羽等，海岸工程學，文山書局，2001。
11. 郭一羽等，水域生態工程，中華大學水域生態環境研究中心，2001。
12. 林鎮洋、邱逸文，生態工程與生態工法，九十年度創造台灣城鄉新風貌示範計畫生態工法講習會手冊，1-16 頁～1-45 頁，2001。
13. 許泰文，海岸保護改善策略，邁向 21 世紀海洋國家策略研討會論文集，1 頁～23 頁，2001。
14. 張憲國，近岸生態景觀創造策略，邁向 21 世紀海洋國家策略研討會論文集，34 頁～51 頁，2001。
15. 海灘侵蝕防治新科技研發(3/4)，國立成功大學水工試驗所，2002。
16. 薛曙生，海岸工法之規劃與管理，海岸新工法與海洋再生研討會論文集，116 頁～129 頁，2002。
17. 郭清江，生態工法之發展趨勢與推動機制，2002 生態工法研討會論文集，2002。
18. 海岸生態復育之結構物的研發及應用研究 - 以新竹港南海岸為例，中華大學水域生態環境研究中心，2002。
19. 郭一羽、張憲國、劉勁成，海域生態工法，海岸新工法與海洋再生研討會論文集，34 頁～54 頁，2002。

20. 林鎮洋、邱逸文，生態工法概論，明文書局，2003。
21. 謝瑞麟、林鎮洋，河溪生態工法案例圖輯，明文書局，2003。
22. 台灣地區漁港基本資料，行政院農委會漁業署，2003。
23. 2002 年港灣海氣地象觀測資料年報(波浪部份)，交通部運輸研究所，2003。
24. 委託辦理生態工法應用於漁港港灣工程類別、分析與建議工作，中華大學水域生態環境研究中心，2003。
25. 漁港工程運用生態工法講習訓練座談會議講習資料，中華大學水域生態環境研究中心，2003。
26. 2003 年生態工法人才培訓講習會論文集，行政院公共工程委員會，2003。
27. 林鎮洋，生態工法技術參考手冊，明文書局，2004。
28. 郭清江，生態工法與永續發展，2004 年生態工法國際研討會論文集，2004。
29. 海岸生態資料調查及資料庫建置(1/2)，中華民國環境綠化協會，2004。
30. 郭一羽，漁港構造物採用生態工法之開發，行政院農業委員會漁業署 93 年度科技研究計畫，2004。
31. 蔡清標，人工生態潛堤之安定性及波場變化實驗(1/2)，行政院農業委員會漁業署 93 年度科技研究計畫，2004。
32. 郭一羽，生態型人工養灘之研究，國科會 92 年度研究計畫，2004。
33. 郭一羽、張憲國、張睿昇、簡文達，海岸淺灘之生態工法研究，國科會 92 年度研究計畫，2004。
34. 2004 生態工法案例編選集，行政院公共工程委員會，2004。
35. 郭金棟，海岸保護，科技圖書股份有限公司，2004。
36. 生態工法於漁港工程之發展研討會資料集，中華大學水域生態環境研究中心，2004。
37. 郭金棟，海岸整治與生態工法之應用，2004 生態工法案例編選集，316 頁~338 頁，2004。
38. 林綉美、張瑞欣、林東廷，西南海岸結構物之海藻著生調查，第

- 26 屆海洋工程研討會論文集，559 頁～566 頁，2004。
39. 郭一羽、李麗雪，海岸景觀與生態設計，田園城市文化事業有限公司，2005。
 40. 漁港工程生態工法規範之研究探討工作，中華大學水域生態環境研究中心，2005。
 41. 漁港工程生態工法操作參考手冊，中華大學水域生態環境研究中心，2005。
 42. 漁港工程生態工法施工規範解說座談會資料集，中華大學水域生態環境研究中心，2005。
 43. 第 25 屆中日工程技術研討會港埠工程論文集，中國工程師學會，2005。
 44. 新竹港南海岸生態工法之研擬(1) - 人工養灘對底棲生物之影響工作會議報告書，中華顧問工程司，2005。
 45. 2005 全國海岸生態工法理念與實務研討會大會手冊，行政院公共工程委員會，2005。
 46. 2005 海岸生態工法博覽會研討會論文集，行政院公共工程委員會，2005。
 47. 台東地區海運發展規劃之研究，交通部運輸研究所，2005。
 48. 生態型海岸保護工法研究 (1/4)，交通部運輸研究所，2006。
 49. 生態型海岸保護工法研究 (2/4)，交通部運輸研究所，2007。
 50. 生態型海岸保護工法研究 (3/4)，交通部運輸研究所，2008。
 51. 異形ブロックへの海藻・珊瑚の著生事例，株式會社テトラ(TETRA) 1。
 52. 海・自然環境との調和を求めて，株式會社テトラ(TETRA) 2。
 53. 三柱ブロックと自然共生～藻場造成の創造～，株式會社三柱。
 54. 徳田廣、川嶋昭二、大野正夫、小河久朗，海藻の生態と藻礁，株式會社綠書房，1991。
 55. 日本の海岸とみなと〔第 2 集〕，日本土木學會，1994。
 56. これからの海洋環境づくり - 海との共生をもとめて - ，日本海洋開發建設協會，1995。

57. ひと工夫した漁港構造物事例集，社団法人全國漁港協會，1997。
58. 自然調和型漁港づくり技術マニュアル－藻場機能の付加，水産廳漁港部，1999。
59. 自然調和型漁港づくり技術マニュアル－水質浄化技術，社団法人水産土木建設技術センター，2000。
60. 富來漁港－自然調和型漁港づくり推進事業の概要，水産土木建設技術センター－會報 No. 60，2001。
61. 漁港構造物に藻場機能を付加するためのガイドブック作成業務委託報告書，財団法人漁港漁村建設技術研究所，2001。
62. 安藤亘，自然調和型漁港づくり事業の現状－石川縣富來漁港，水産土木建設技術センター－會報 No.62，4頁～7頁，2002a。
63. 安藤亘，藻場造成型漁港構造物の設計ガイドラインの概要について，水産土木建設技術センター－會報 No. 63，8頁～13頁，2002b。
64. 藻場造成型漁港構造物調査・設計ガイドライン，社団法人全國漁港漁場協會，2003。
65. 藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。
66. Shannon C.E. and Weaver W., “The mathematical theory of communication,” Urbana, University of Illinois Press, 117, pp. 1949.
67. Saito Y. and Atobe S., “Phytosociological study of intertidal marine algae. I. Usujiri Benten-Jima, Hokkaido,” Bulletin of the Faculty of Fisheries, Hakkaido University, 21, pp. 37-69, 1970.
68. Lewis, J. E. and J.N. Norris, “A history and annotated account of the benthic marine algae of Taiwan,” *Smith. Contr. Mar. Sci.*, 29, pp.1-38, 1987.
69. Fleming, G. A., “Guide on the use of groynes in Coastal engineering,” CIRIA, Report 119, 1990.
70. English S., Wilkinson C. and Baker V. (Eds), “Survey Manual for Tropical Marine Resources (2nd edition),” Published by Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia, 1997.
71. English S., Wilkinson C. and Baker V. (Eds.), “Survey Manual for Tropical Marine Resources (2nd edition),” Published by Australian

- Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia, 390, 1997.
72. Lee E. Harris, "Submerged Reef Structures for Habitat Enhancement and Shoreline Erosion Abatement," Coastal Engineering Technical Note, U.S. Army Corps of Engineers , 2001.
 73. Lin, S.-M., G.T. Kraft and H.M. Hommersand, "Characterization of *Hemineura frondosa* and the Hemineureae trib. nov.," (Delesseriaceae, Rhodophyta) from southern Australia, *Phycologia* 40(2), pp.135-146, 2001a.
 74. Lin S.-M., S. Fredericq and H.M. Hommersand, "Systematics of the Delesseriaceae (Ceramiales, Rhodophyta) based on LSU and rbcL sequences, including the Phycodryoideae subfam. nov.," *Journal of Phycology* , 37, pp. 881-899, 2001b.
 75. Lin, S.-M., "Some marine red algae (Rhodophyta) new to Taiwan, including *Schizoseris bombayensis* (Boergesen) comb. nov.," *Philip. Scientists*, 39, pp.36-47, 2002.
 76. Lin, S.-M., "Three marine red algal genera newly reported for Taiwan: *Acrosorium*, *Hypoglossum* and *Taenioma* (Delesseriaceae, Rhodophyta)," *Platax* 1, pp.13-20, 2004.

附錄 A 期中報告審查意見及處理情形

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>一、郭一羽委員</p> <p>1. 很多因子都會影響藻類生長，但主要因子的判定仍應加強(包括一般性的討論，和地區性的討論)。</p> <p>2. 本次計畫應整合以往全部調查資料做分析比較。地域性內部彼此相互比較的討論意義不大。</p> <p>3. 瞭解生物與棲地(水質、水深、水流等)的關係，其次再瞭解棲地與工程(如離岸堤的型式)的關係。</p>	<p>1. 雖然一般影響藻類生長受各種因子的相互影響，很少受單一因素強烈影響，本研究後續將加強有關影響藻類生長因子的討論與說明。</p> <p>2. 感謝委員指教，已整合以往全部調查資料並分析比較，請參考第五章。</p> <p>3. 感謝委員指教，有關藻類著生與環境因子之關連，將依委員意見辦理。</p>	<p>1. 符合。</p> <p>2. 符合。</p> <p>3. 符合。</p>
<p>二、張建智委員</p> <p>1. 本研究宜將蒐集及調查所得之資料，歸納出環境因子或區域特性生態的明確性影響，以作為未來研擬生態型海岸保護結構物之建議。</p> <p>2. 成功離岸堤測站所得之營養鹽高於新蘭突堤測站，原因為何可加以說明。</p>	<p>1. 限於本研究在各調查區域仍屬短期之調查資料，有關環境因子明確性影響之探討，仍待長期研究始能有較好之定論，惟本研究已加強有關環境因子方面之說明，作為未來研擬生態型海岸保護結構物之參考。</p> <p>2. 感謝委員指教，成功離岸堤測站附近即為新港漁港與社區，營養鹽較高可能與新港漁港漁業活動及社區排水受漲退潮流影響有關。</p>	<p>1. 符合。</p> <p>2. 符合。</p>

附錄 A 期中報告審查意見及處理情形 (續 1)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
3.圖 4-1 中相關係數(R^2)為負值，是否說明，請修正。	3.感謝委員指教，已檢討及修正，並加強補充圖形之標示說明。	3.符合。
<p>三、林正坪委員</p> <p>1.本計畫研究團隊之努力，值得肯定。</p> <p>2.報告內容可否增加颱風季節或前後之資料蒐集。</p>	<p>1.感謝委員肯定。</p> <p>2.感謝委員指教，一般颱風季節或前後之藻類資料很少蒐集，主要限於海況條件因素所致。</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p>
<p>四、張金機委員(書面審查意見)</p> <p>1.本計畫「生態型保護工法」是否定位為混凝土消波塊護面海岸保護工法？主要執行重點偏重於現有消波塊堤防之生態環境與與著生調查分析，並無生態型保護工法之實質研究，況且海堤對生態環境影響應及於堤防周邊。</p> <p>2.圖 4-1 及 4-2，大部份資料極為散亂，迴歸分析不具意義。</p> <p>3.海藻著生受海水水質及潮汐影響外，波浪、水流及海底、床質等亦為重要影響因子。</p>	<p>1.本研究主要針對海岸結構物上藻類著生研究，另本研究以「改善、創造原有海岸保護工法之生態機能」為主要研究方向與定位，且人工結構物考量生態工法時，應以改善傳統工法使期能增加並兼供藻類生長之環境為主，對於研提適當方案，請詳參第六章。</p> <p>2.感謝委員指教，將僅標示圖形供參考，取消迴歸公式之說明。</p> <p>3.一般藻類生長受各種因子的相互影響，包括水質、潮汐、波浪、水流、海底、床質等，惟有些因子受環境或</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p> <p>3.符合。</p>

附錄 A 期中報告審查意見及處理情形 (續 2)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>棲地之因子，如水溫因子，無法藉由人工結構物而改變，故人工結構物考量生態工法時，應以改善傳統工法使期能增加並兼供藻類生長之環境。</p> <p>4. 四個測站名稱前後應一致。</p> <p>5. 水利署委託成大研究生態型海堤，除辦理模型試驗外，選擇適當海岸辦理原型試驗調查。</p>	<p>4. 感謝委員指教，已統一修正測站名稱。</p> <p>5. 感謝委員指教，已將現地試驗及追蹤調查作為將來後續階段建議之研究主題。</p>	<p>4. 符合。</p> <p>5. 符合。</p>
<p>五、何良勝委員</p> <p>1. 依據計畫目標，除進行現場生態調查外，亦應依台灣東、西部海岸之結果，著重研提相關適用之結構物工法方案。</p> <p>2. 補充增列台灣各區域之生態調查的差異分析比較。</p>	<p>1. 感謝委員指教，已依委員意見辦理，請詳參第六章。</p> <p>2. 感謝委員指教，已依委員意見辦理，請詳參第五章。</p>	<p>1. 符合。</p> <p>2. 符合。</p>
<p>六、蔡立宏委員</p> <p>1. 不同季節及不同調查位置調查結果的差異性，除定量上比較外，建議能探討造成差異性的原因。</p>	<p>1. 感謝委員指教，本全程研究雖分三年分別進行台灣西部、北部、東部海岸結構物藻類著生及水質調查研究，雖已有不同地點之資料，惟因每年度之調查地點分散在西部屏東林邊、北部宜蘭頭城及東部成功等海岸；就生態觀點而言，仍較缺乏在同</p>	<p>1. 符合。</p>

附錄 A 期中報告審查意見及處理情形 (續 3)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>2. 期末報告內容需再增加不同地點(台灣東、北、西部海岸)之水質以及藻類著生的綜合性比較。</p> <p>3. P4-4 及 P4-5 分析圖中標示不清請改正, 另外圖 4.1 兩條直線各代表意義請標示。</p>	<p>時、定點之長期調查, 故對於造成差異性的原因甚難完全在定量上比較說明並確實掌握, 建議後續可選定一處或兩處海域, 進行同時、長期之監測調查, 始能完整探討造成差異性的原因。</p> <p>2. 感謝委員指教, 已依委員意見辦理, 請詳參第五章。</p> <p>3. 感謝委員指教, 圖 4-1 之細線為水中營養鹽的氮: 磷比例之理論值為 16:1, 粗線為各測站迴歸直線, 已補充理論值之標示。</p>	<p>2. 符合。</p> <p>3. 符合。</p>

附錄 B 期末報告審查意見及處理情形

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>一、郭一羽委員</p> <p>1.既有結構物的改善不可能，應對結構物的生態性有一般性的具體建議。</p> <p>2.復育目標之藻種理由應明確，藻類的生態位階或對整體生系的意義應說明。</p> <p>3.綜合四年結果，不能以東西南北來分類，應以建立藻類的棲地條件來整理。</p> <p>4.建議調查數據(原始數據)應整理清楚，移交委託單位，建立資料庫以供後續研究。</p>	<p>1.傳統海岸結構物係以防潮禦浪為主，往往造成藻場、漁場、濕地之破壞，因此本研究係提出原既有海岸結構物，在進一步考量藻場附加機能時之減輕不利或增加藻場形成之建議，對於一般性的具體建議請參考第六章6.2節之討論與說明。</p> <p>2.海藻為海洋基礎生產者，可提供海洋動物之食物，生產有機質與氧氣，並提供海洋生物良好棲地與蔽護場所，形成豐富之生態系，因此藻場具有最基本及重要地位；本研究建議對象藻種皆係依據調查海域之藻種為基礎，期能符合當地棲地環境，增加生長之可能性。</p> <p>3.有關區域別主要係依據本研究契約規定整理各年度調查結果，並非特意要分不同區域予以分類，而本研究成果將來可作為各區域藻類棲地條件之參考及應用。</p> <p>4.遵照辦理，已於第三章詳列各季調查數據，應可足供委託單位後續研究參考使用。</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p> <p>3.符合。</p> <p>4.符合。</p>

附錄 B 期末報告審查意見及處理情形 (續 1)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>二、張建智委員</p> <p>1.於著生海藻調查方法中，請補充說明相似度分析中相似係數所代表之意義，且請於文中將相似數(cz)的用法名稱統一化。</p> <p>2.生態型海岸保護工法在本研究中係以藻類著生為考量，但於實際執行面上如何考量浮游生物、甲殼類或其它魚類的棲息，可否稍加說明或作為未來考量之建議。</p> <p>3.水質影響因素中(如光照度、濁度、硝酸鹽…等)，何者對海藻著生的影響是主要關鍵因素，未來可否作為新建生態型海岸保護結構物的參考。</p> <p>4.報告請補充英文摘要。</p> <p>5.文中有部份繕打錯誤，請加以改正。如 p2 ~ p24，60 % = (30/50)100 %；p4 ~ p41(第 15 行)ph→PH 值等。</p> <p>6.結論部份應可再精簡些，以增加可讀性。</p>	<p>1.相似度越高係指兩測站海藻種類相互間相同種類之比例越大，已於報告中將(cz)統一為「相似度」。</p> <p>2.由於海藻為海洋基礎生產者，可提供海洋動物之食物，生產有機質與氧氣，並提供海洋生物良好棲地與蔽護場所，故本研究以藻類著生為主，至於浮游生物、甲殼類或其它魚類，建議可列入後續計畫研究。</p> <p>3.由於海藻生長甚少僅受單一因素所影響，依本研究調查海域而言，北部及東部海域似較不受水體營養鹽影響，而光照度與豐富度大都呈相關性，影響海藻豐富度仍以水深及浸水面積有關。</p> <p>4.遵照辦理。</p> <p>5.感謝委原指正，誤繕部分已改正。</p> <p>6.遵照辦理。</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p> <p>3.符合。</p> <p>4.符合。</p> <p>5.符合。</p> <p>6.符合。</p>

附錄 B 期末報告審查意見及處理情形 (續 2)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>三、林銘崇委員</p> <p>1.藻類生態調查及其資料整理分析周詳，提出之現存海岸結構物配合措施，亦有參考價值。</p> <p>2.藻類之調查宜與水理、水質等同時進行，求其相關性，並予以一般化。</p> <p>3.本研究係以現存海岸結構物之改善生態性為主，建議未來可就一般化海岸結構物進行詳盡規劃探討。</p>	<p>1.感謝委員肯定。</p> <p>2.本研究之藻類調查均與水質同時進行調查，再進一步分析，另限於預算經費，並未辦理相關水理之調查。</p> <p>3.感謝委員指教，有關一般性的具體建議請參考第六章 6.2 節之討論與說明，至於台灣一般化海岸結構物之規劃探討，建議可最為未來研究方向。</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p> <p>3.符合。</p>
<p>四、張金機委員(書面審查意見)</p> <p>1.生態型海岸涵蓋範圍極廣，本計畫著重於海藻覆蓋調查僅為生態一小部份。</p> <p>2.第六章設計案例圖 6.11~16，既有堤防均是安定狀態，附加海藻創造，拋石基礎覆面消波塊，消波塊是否需要？重要是否過重，為創造海藻生成在堤防前後側增加護坦並非附加。</p>	<p>1.依據全程計畫第一年研究成果，本計畫係以海岸結構物附加藻場機能為研究對象及目的。</p> <p>2.感謝委員指教，由於傳統海岸結構物係以防潮禦浪為主，往往造成藻場、漁場、濕地之破壞，本研究係針對既有海岸結構物，在不影響原有功能之下，進一步考量藻場附加機能時之減輕不利或增加藻場形成之建議，如就工程設施而言，可視為新</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p>

附錄 B 期末報告審查意見及處理情形 (續 3)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>3.生態豐富度包括脊椎生物，無脊椎生物等，本計畫未全調查，對豐富度應予定義。</p>	<p>增，而就工法之目的而言，亦可視為附加。</p> <p>3.有關本研究之豐富度係指海藻之豐富度，請參閱第二章之說明。</p>	<p>3.符合。</p>
<p>五、何良勝委員</p> <p>1.結論部份建議說明「生態型」保護工法之規劃方案及適用區域。</p> <p>2.建議加強說明為何以藻類為主要查對象之原因，以及藻類與其他水理特性之關聯性。</p> <p>3.建議本計畫4年現場調查資料(較詳細)，另以電子檔提供本所存檔。</p>	<p>1.遵照辦理。</p> <p>2.遵照辦理。</p> <p>3.遵照辦理。</p>	<p>1.符合。</p> <p>2.符合。</p> <p>3.符合。</p>
<p>六、蔡立宏委員</p> <p>1.現場施行附加藻場的可行性如何？台灣以那個區域施行的效果會最佳？實施可能遇到的困難？施行方法上有何建議？</p>	<p>1.依據本全程研究，屏東海域之海藻豐富度均較北部及東部為高，故初步建議後續如辦理現地試驗時，可優先考量在北部及東部海域；惟北部頭城和烏石海岸的浪除了6~8月份的浪較小之外，其餘時間海浪皆十分大，特別冬季大部份時間幾乎無法下水調查，而東部成功離岸堤消波塊皆在水下，新蘭海岸雖海浪不大但海藻附著種類</p>	<p>1.符合。</p>

附錄 B 期末報告審查意見及處理情形 (續 4)

參與審查人員及其所提意見	合作單位處理情形	本所承辦單位審查意見
<p>2. 報告中格式請依本中心規定修正。</p>	<p>較少；故建議後續如進行現地試驗研究可優先於北部海域辦理，或如北部及東部地區主管海岸之河川局或主管漁港之漁業單位，有辦理海岸、港灣結構物之改善或修復時，一併納入改善工法，並實施後續追蹤調查。</p> <p>2. 遵照辦理。</p>	<p>2. 符合。</p>

附錄 C 期末簡報資料

交通部運輸研究所

生態型海岸保護工法研究(4/4)

期末報告簡報



建 國 科 技 大 學

中華民國97年11月18日

生態型海岸保護工法研究(4/4)

簡
報
大
綱

一、計畫背景概述

二、研究內容與項目

三、第四年水質及海藻生態調查結果

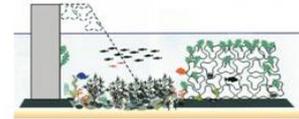
四、西、北及東部海岸結構物海藻著生差異性

五、海岸結構物兼具生態及海岸保護工法研擬

六、建議事項

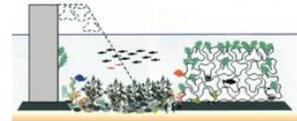
1

一、計畫背景概述



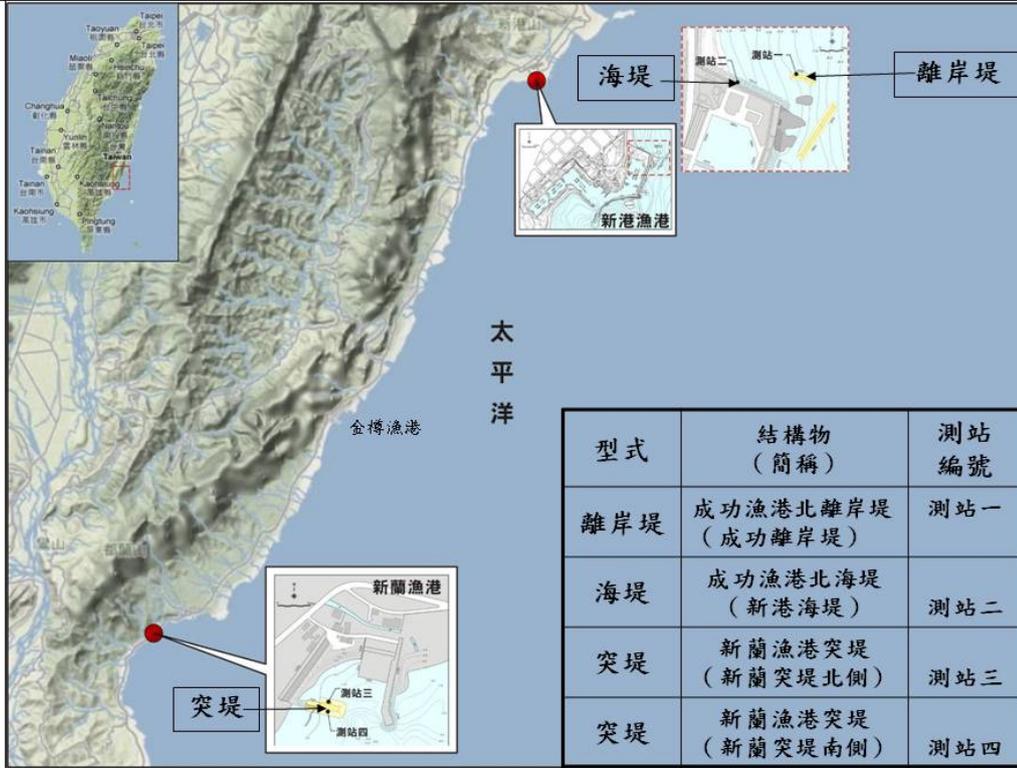
- ❖ 傳統海岸保護工法主要以防潮禦浪之防災功能為主，順應世界發展潮流、環保意識提高及海域休閒遊憩之興起，未來除滿足國土保安之功能外，尚須考慮生態、親水、景觀等多功能目標，促進海岸保護結構物兼具復育、改善、創造生態環境之效果，以維護海岸環境之永續利用，故建立適合台灣之生態型海岸保護工法研究與應用技術確有其必要性。
- ❖ 交通部運輸研究所港灣技術研究中心因應國內整體海岸環境變化，辦理「生態型海岸保護工法研究」計畫，自94年度起分四年進行研究，迄今辦理94年度(第一年)、95年度(第二年)、96年度(第三年)之研究計畫。
- ❖ 本(97)年度為第四年研究計畫，計畫辦理東部海岸結構物海藻著生調查，研擬適合海岸發展兼具生態之海岸保護工結構物建議方案

二、研究內容與項目



年度	調查海岸與地點	研究內容與項目
第一年 (94年)		1. 依據國內外海岸保護工法之相關案例與文獻，分析實行效果 2. 依據國內海岸生態環境，探討海岸生態與環境關係 3. 分析國內外生態工法於海岸保護與港灣工程之應用情形 4. 提出發展生態型海岸保護工法之方向、調查計畫及結構物型式
第二年 (95年)	西部屏東海岸 1. 大鵬灣導流堤 2. 林邊離岸堤	1. 選定西部海岸保護結構物之突堤、離岸堤，調查水質、海藻生態環境 2. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生特性及水質環境因子 3. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生與水質、構造物環境因子之相關性
第三年 (96年)	北部頭城海岸 1. 頭城突堤 2. 烏石離岸堤	1. 選定北部海岸保護結構物之突堤、離岸堤，調查水質、海藻生態及著生效果 2. 分析調查對象突堤、離岸堤之海藻著生特性及其與水質環境因子之相關性 3. 比較本省南北海岸結構物著生海藻之差異性 4. 研擬適合北部海岸發展藻場造成型海岸保護結構物之工法
第四年 (97年)	東部海岸	1. 選定東部海岸保護結構物之突堤或防波堤、離岸堤，調查水質、海藻生態及著生效果 2. 分析調查對象突堤或防波堤、離岸堤之海藻著生特性及其與水質環境因子 3. 探討台灣西部、北部及東部海岸結構物著生海藻之差異性 4. 研提適合海岸發展藻場造成型海岸保護結構物建議方案

東部海岸保護結構物海藻生態調查位置
6



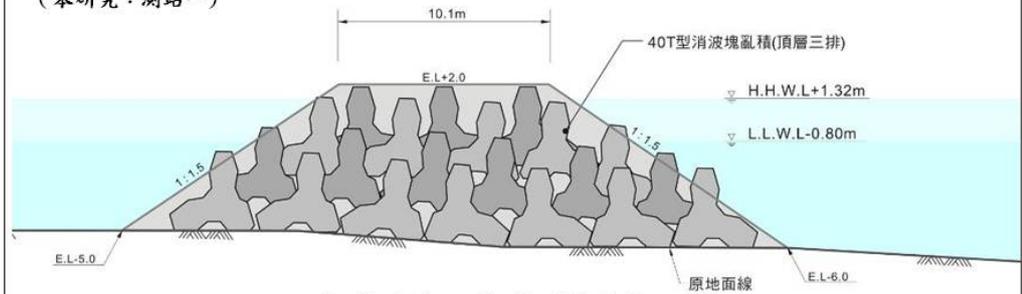
新港漁港離岸堤及海堤之現況
7



新港漁港北離岸堤斷面圖



新港漁港北離岸堤
(本研究：測站一)



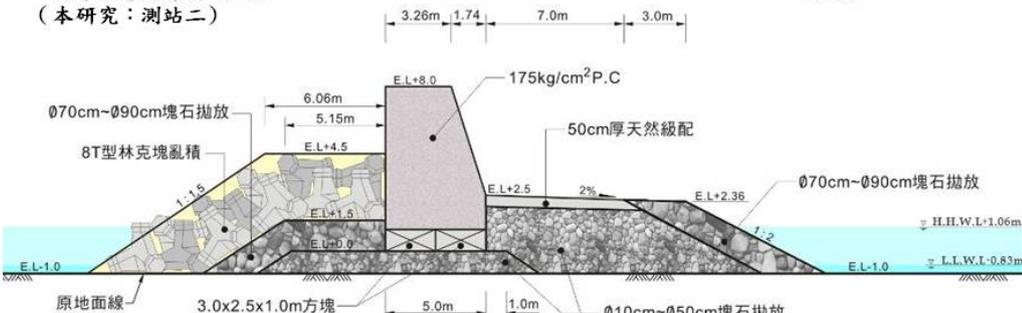
新港漁港北離岸堤標準斷面圖

8

新港漁港北海堤斷面圖



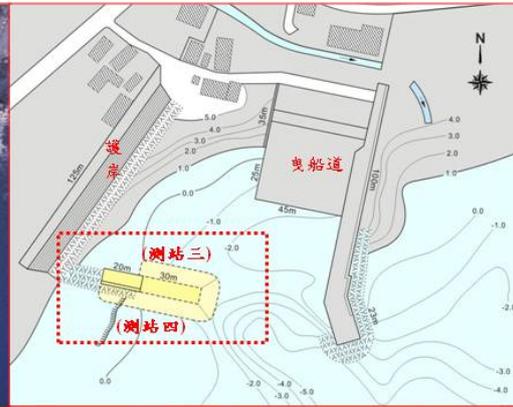
新港漁港北海堤 海側
(本研究：測站二)



新港漁港北海堤標準斷面圖

9

新蘭漁港突堤之現況



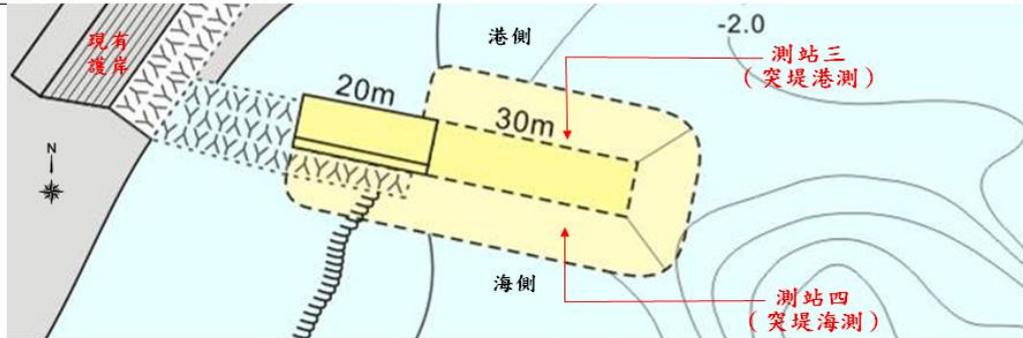
測站三(突堤港側)



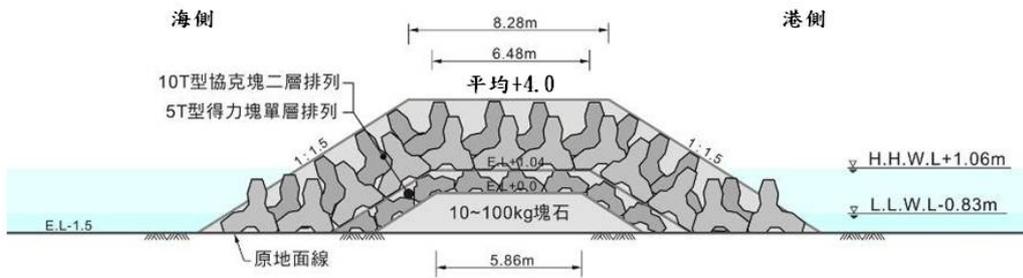
測站四(突堤海側)



新蘭漁港突堤平面與斷面圖

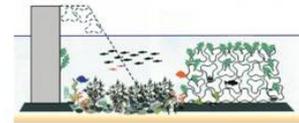


新蘭漁港突堤平面圖



新蘭漁港突堤標準斷面圖

三、第四年水質及海藻生態調查結果



水質分析結果(第一季：97年3月)

成功離岸堤(S1)新港海堤(S2)及新蘭突堤(S3&S4)附近水質分析

測站	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	硝酸鹽	亞硝酸鹽	氨氮	磷酸鹽	濁度	光照度
No.	(C)	(psu)		(ng/L)	(o/o)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ntu)	($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)
S1-Sa	22.6	34.30	8.30	7.83	110.4	0.010	0.001	0.013	0.008	1.32	398
S1-Sb	22.5	34.32	8.27	7.51	105.7	0.026	0.005	0.056	0.001	1.47	34
S2-I	22.9	34.33	8.27	8.43	119.5	0.023	0.001	0.049	0.002	1.10	91
S3-I	22.5	34.08	8.32	8.10	113.9	0.009	0.001	0.011	0.003	0.51	63
S3-S	22.4	34.11	8.20	7.47	104.8	0.032	0.004	0.048	0.001	0.56	43
S4-I	22.5	33.95	8.28	8.06	113.2	0.014	0.002	0.021	0.002	0.57	21

S1-Sa：測站一潮下帶(0-3m)、S1-Sb：測站一潮下帶(3-9m)
 S2-I：測站二潮間帶
 S3-I：測站三潮間帶、S3-S：測站三潮下帶
 S4-I：測站四潮間帶

海岸保護結構物附近水質調查結果
14

水質分析結果(第二季：97年5月)											
成功離岸堤(S1)新港海堤(S2)及新蘭突堤(S3&S4)附近水質分析											
測站	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	硝酸鹽	亞硝酸鹽	氨氮	磷酸鹽	濁度	光照度
No.	(C)	(psu)		(ng/L)	(o/o)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ntu)	($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)
S1-Sa	27.5	34.32	8.24	9.03	138.5	0.017	0.002	0.02	0.001	2.70	398
S1-Sb	27.4	34.26	8.25	8.89	136.0	0.011	0.002	0.02	0.001	2.26	269
S2-I	27.6	34.34	8.15	8.36	128.4	0.011	0.002	0.02	0.004	3.29	1257
S3-I	28.1	34.27	8.18	7.83	121.2	0.009	0.003	0.02	0.003	1.06	976
S3-S	27.9	34.30	8.18	7.84	121.0	0.007	0.003	0.02	0.002	0.93	754
S4-I	28.9	34.47	8.31	8.80	138.2	0.007	0.003	0.02	0.005	1.66	1278

S1-Sa：測站一潮下帶(0-3m)、S1-Sb：測站一潮下帶(3-9m)
 S2-I：測站二潮間帶
 S3-I：測站三潮間帶、S3-S：測站三潮下帶
 S4-I：測站四潮間帶

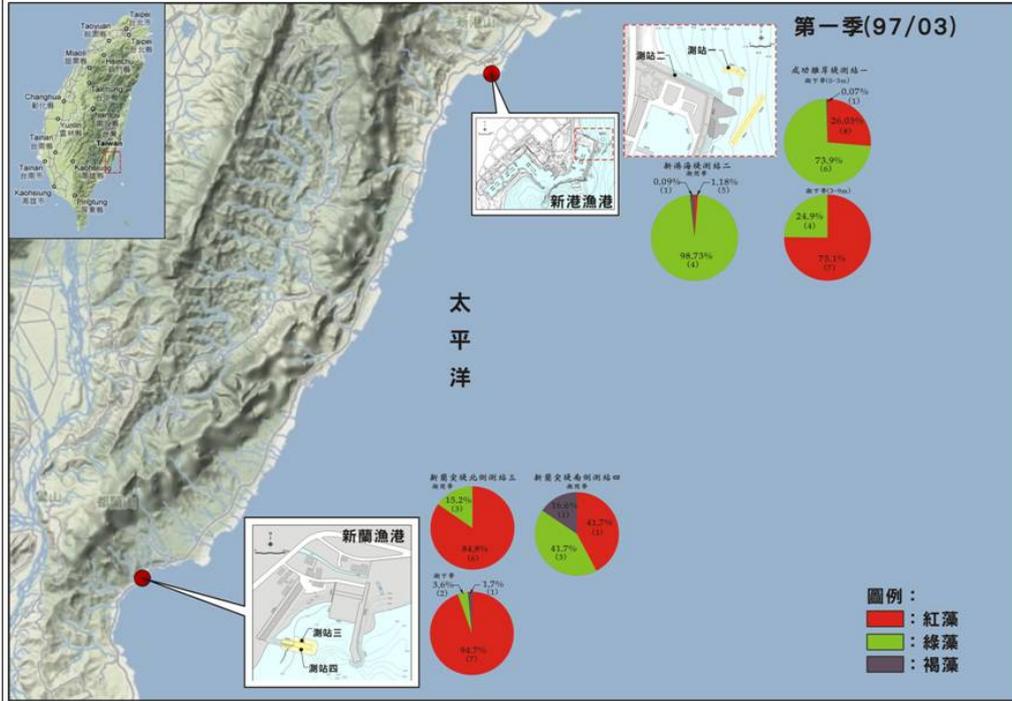
海岸保護結構物附近水質調查結果
15

水質分析結果(第三季：97年8月)											
成功離岸堤(S1)新港海堤(S2)及新蘭突堤(S3&S4)附近水質分析											
測站	水溫	鹽度	酸鹼度	溶氧量	溶氧飽和度	硝酸鹽	亞硝酸鹽	氨氮	磷酸鹽	濁度	光照度
No.	(C)	(psu)		(ng/L)	(o/o)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ng/L)	(ntu)	($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)
S1-Sa	29.1	33.21	8.33	7.52	117.6	0.007	0.001	0.01	0.002	0.71	5093
S1-Sb	28.8	33.19	8.33	7.70	119.8	0.007	0.001	0.01	0.002	0.36	2264
S2-I	27.6	33.26	8.31	7.62	116.4	0.011	0.001	0.02	0.002	0.73	3290
S3-I	28.7	33.33	8.34	7.83	121.8	0.021	0.002	0.01	0.004	0.86	272
S3-S	28.7	33.38	8.38	8.10	126.0	0.007	0.001	0.01	0.002	1.62	293
S4-I	28.3	33.18	8.31	7.99	123.3	0.009	0.001	0.01	0.005	4.50	146

S1-Sa：測站一潮下帶(0-3m)、S1-Sb：測站一潮下帶(3-9m)
 S2-I：測站二潮間帶
 S3-I：測站三潮間帶、S3-S：測站三潮下帶
 S4-I：測站四潮間帶

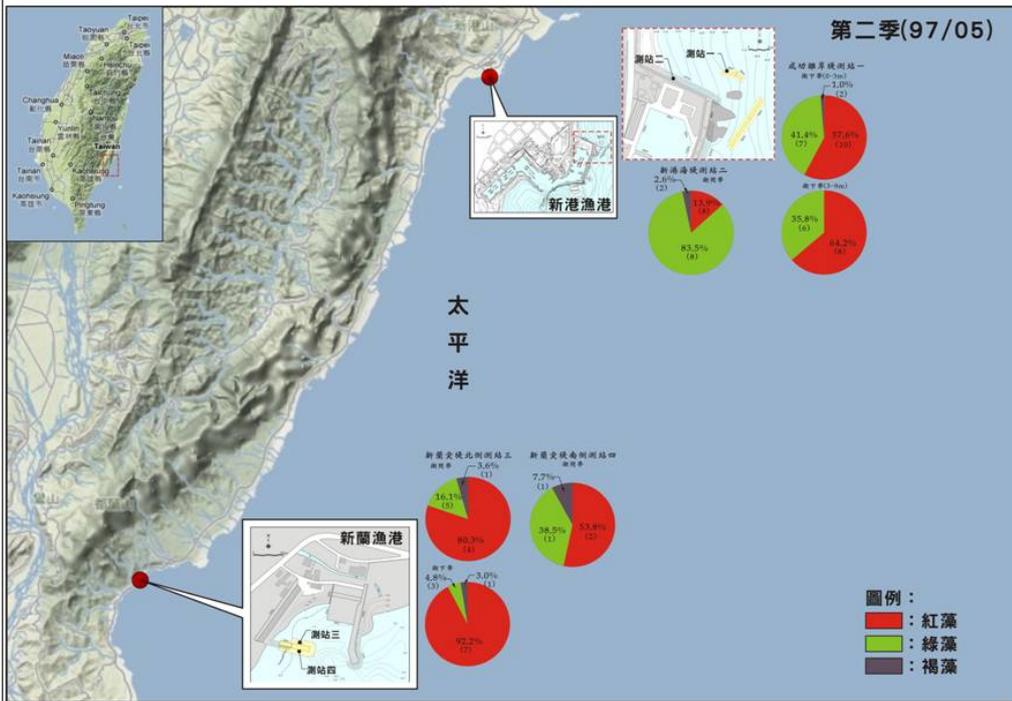
著生海藻豐富度及物種數季節性變化
16

紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度比例(第一季)



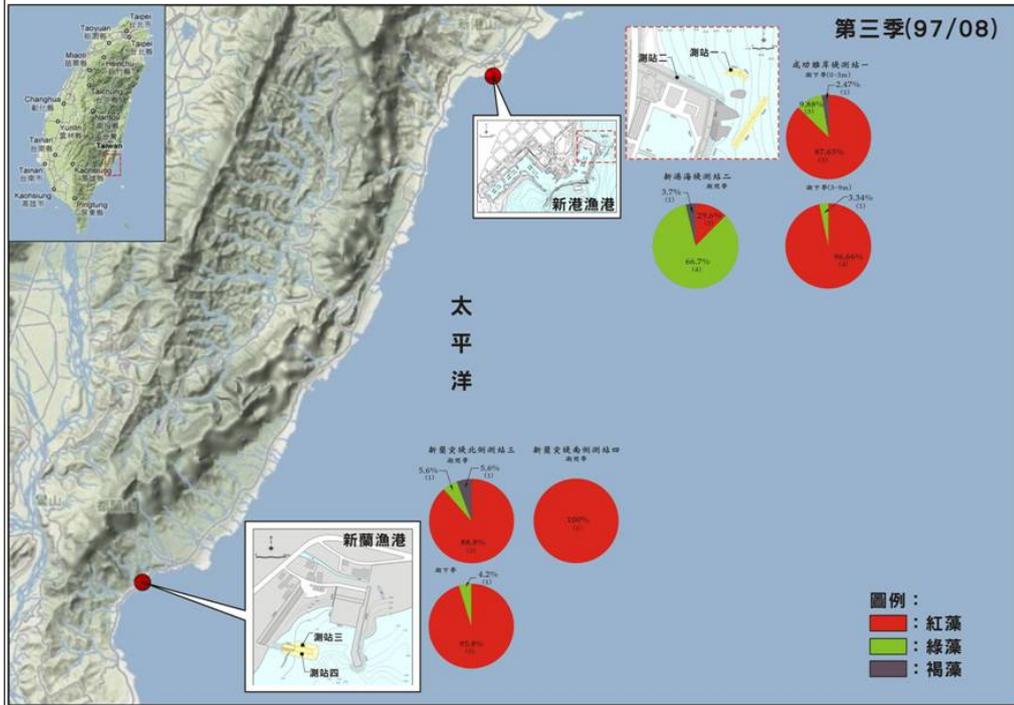
著生海藻豐富度及物種數季節性變化
17

紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度比例(第二季)



著生海藻豐富度及物種數季節性變化
18

紅藻、綠藻及褐藻豐富度占各測站總豐富度比例(第三季)



海岸保護結構物著生海藻調查
19

著生海藻調查結果(第一季：97年3月)

- ❖ 藻種種類：共3門11科18種海藻，包括綠藻門4科7種，褐藻門1科1種，紅藻門6科10種。
- ❖ 覆蓋率：各測站覆蓋度介於1.2~14.75%，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(14.75%)最高；成功離岸堤及新港海堤(6.8~14.75%) > 新蘭突堤(1.2~7.9%)。
- ❖ 藻種數量：各測站介於5~15種，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(15種)最高。
- ❖ 優勢藻種：無極優勢藻種，主要出現藻種為綠藻門石蓴及孔石蓴，成功離岸堤及新港海堤最高達10%，次為紅藻門珊瑚科寬扁叉節藻，豐富度介於3~5%。
- ❖ 新港海堤(測站二)、新蘭突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，故無潮下帶；而成功離岸堤(測站一)無潮間帶。



海岸保護結構物著生海藻調查

20

著生海藻調查結果(第二季：97年5月)

- ❖ 藻種種類：共3門14科22種海藻，包括綠藻門5科9種，褐藻門2科2種，紅藻門7科11種。
- ❖ 覆蓋率：各測站之覆蓋度介於1.3~52.41%，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(52.41%)最高；成功離岸堤及新港海堤(11.5~52.41%) > 新蘭突堤(1.3~16.81%)。
- ❖ 藻種數量：各測站介於4~19種，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(19種)最高。成功離岸堤及新港海堤 > 新蘭突堤。
- ❖ 優勢藻種：優勢藻種為紅藻門珊瑚科寬扁叉節藻，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(25%)，綠藻門孔石蓴亦較第一季為高(15%)。
- ❖ 新港海堤(測站二)、新蘭突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，無潮下帶；而成功離岸堤(測站一)並無潮間帶。

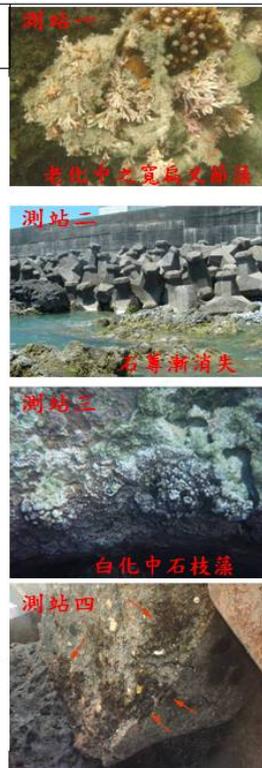


海岸保護結構物著生海藻調查

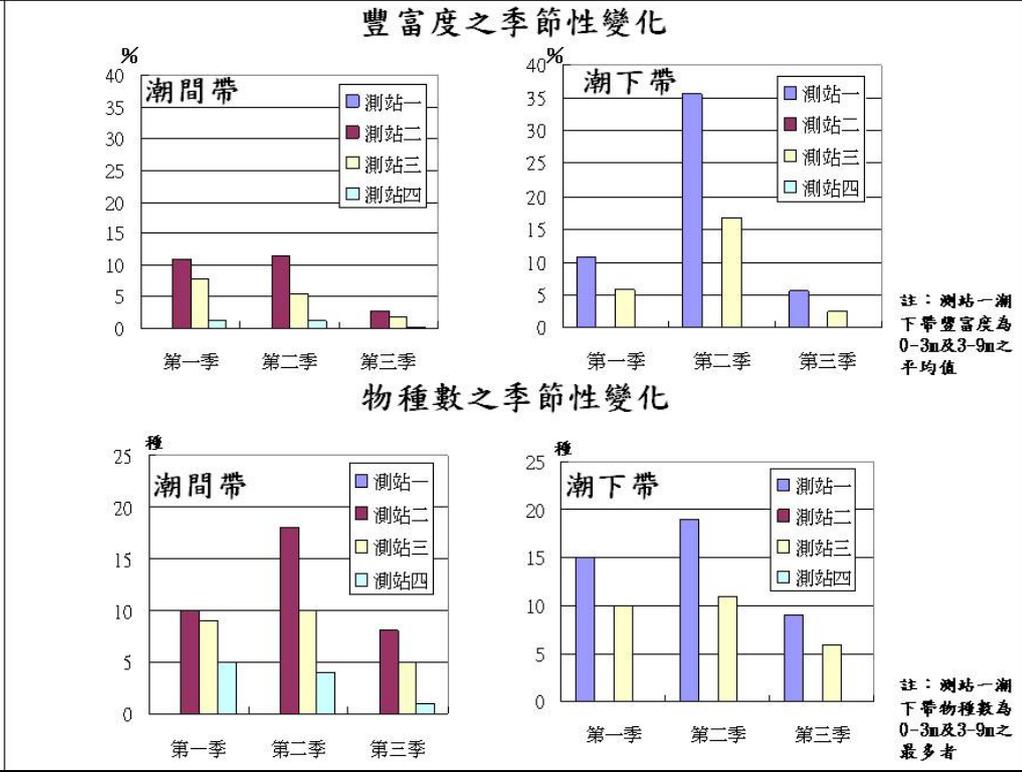
21

著生海藻調查結果(第三季：97年8月)

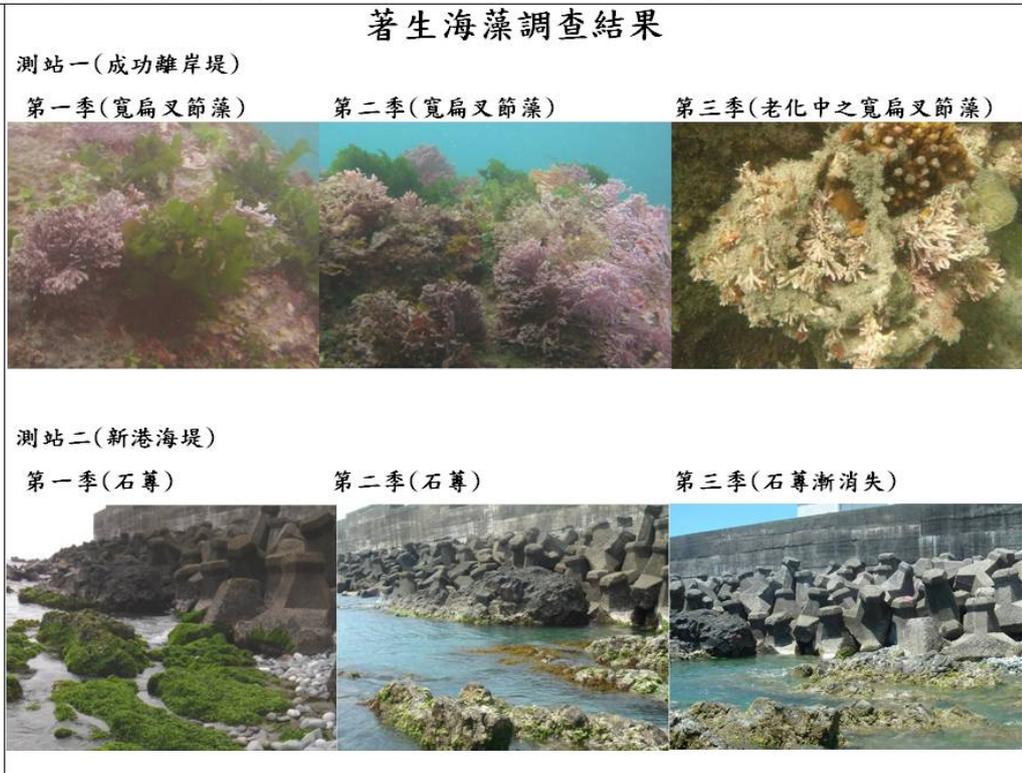
- ❖ 藻種種類：共3門10科12種海藻，包括綠藻門3科3種，褐藻門2科2種，紅藻門5科7種。
- ❖ 覆蓋率：各測站之覆蓋度介於0.2~8.1%，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(8.1%)最高；新蘭突堤測站四最低(0.2%)。
- ❖ 藻種數量：各測站介於1~9種，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(8種)最高。成功離岸堤及新港海堤 > 新蘭突堤。
- ❖ 優勢藻種：主要出現藻種為紅藻門珊瑚藻科寬扁叉節藻，成功離岸堤測站一潮下帶3米內(5%)，綠藻門孔石蓴已消失。
- ❖ 新港海堤(測站二)、新蘭突堤南側(測站四)，因退潮時全部露出水面，無潮下帶；而成功離岸堤(測站一)並無潮間帶。



著生海藻豐富度及物種數季節性變化 22

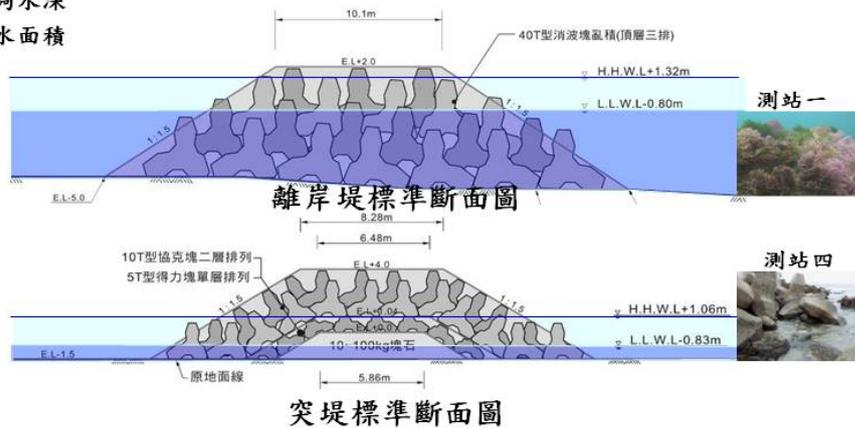


海岸保護結構物著生海藻調查 23



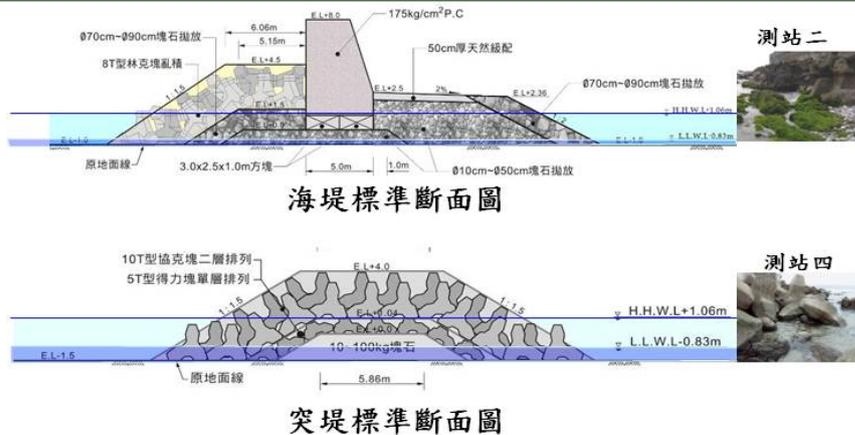
海藻著生與結構物形式 (一)

- ❖ 成功測站→離岸堤 (平行海岸)
 - ❖ 新港測站→海堤 (垂直海岸)、新蘭測站→突堤 (垂直海岸)
- ❖ 第一季成功離岸堤測站一為10.79%、新蘭突堤北側測站三為5.82%
 - ❖ 第二季成功離岸堤測站一為35.56%、新蘭突堤北側測站三為16.81%
 - ❖ 第三季成功離岸堤測站一為5.56%、新蘭突堤北側測站三為2.4%
 - ❖ 即成功離岸堤 (測站一) 潮下帶總豐富度較同季次之新蘭突堤北側 (測站三) 為高。
- ❖ 較多暴露面積
 - ❖ 足夠水深
 - ❖ 浸水面積



海藻著生與結構物形式 (二)

- ❖ 新港測站→海堤 (垂直海岸)
 - ❖ 新蘭測站→突堤 (垂直海岸)
- ❖ 豐富度，第一季新港海堤11.04%、新蘭突堤7.9%~1.2%；第二季新港海堤11.5%、新蘭突堤5.6%~1.3%；第三季新港海堤2.7%、新蘭突堤0.2%~1.8%。
 - ❖ 物種數，第一季新港海堤10種、新蘭突堤5~9種；第二季新港海堤18種、新蘭突堤4~10種；第三季新港海堤8種、新蘭突堤1~5種。
 - ❖ 新港海堤潮間帶總豐富度、物種數，都較同季次新蘭突堤略高。

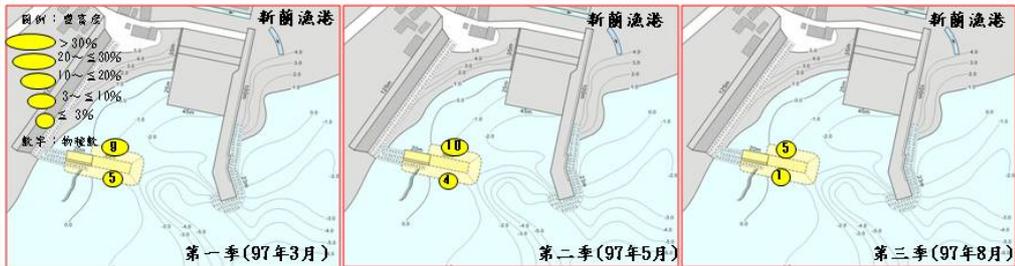


海岸保護結構物形式與藻場著生之關係 26

海藻著生與結構物形式 (三) : 結構物兩側與海藻著生

- ❖ 豐富度：第一季潮間帶港內(7.9%)>港外(1.2%)、第二季港內(5.6%)>港外(1.3%)
第三季潮間帶港內(1.8%)>港外(0.2%)
- ❖ 物種數：第一季潮間帶港內(9種)>港外(5種)、第二季港內(10種)>港外(4種)
第三季潮間帶港內(5種)>港外(1種)
- ❖ 海藻著生豐富度與物種數，突堤內側(港內)>突堤外側(港外)

- ❖ 水質環境相差不大，主要是位處港內外之差別。
- ❖ 突堤內側豐富度及物種數>突堤外側，東部海岸波向SE~SSE，波高0.5~1.0m、週期6~8秒。新蘭突堤海側向南，突堤外側波浪可能為0.5~1.0m，附近水深變淺、波浪易產生碎波；突堤北側屬港內，受防波堤遮蔽，港內波浪較小約0.1~0.3m。
- ❖ 影響突堤兩側海藻著生之差異，波浪為可能要因之一。



簡報大綱

四、西、北及東部海岸結構物海藻著生差異性



生態型海岸保護工法研究第二及第三年

海岸結構物海藻著生調查區位

- ★ 第二年(95年度)
- ★ 第三年(96年度)
- ★ 第四年(97年度)

第二年(95年)
西部屏東林邊海岸



第三年(96年)
北部宜蘭頭城海岸



第四年(97年)
東部台東成功海岸



西、北及東部海岸結構物海藻著生差異

- ❖ 本研究所調查藻種為浪濤衝擊下常見的藻種，具有堅韌附著器。
- ❖ 台灣西及北部調查發現之蜈蚣藻，東部海域結構物的海藻相，並沒有發現，可能係因離岸堤之水深太深或突堤及海堤等結構物浸泡海水之水深較淺，故沒有發現與台灣西部和北部調查發現的蜈蚣藻屬。

海藻著生豐富度 > 10%		
地點	潮間帶	潮下帶
西部屏東林邊及大鵬灣海岸	裂片石蓴 縱包藻 蜈蚣藻 羽狀蕨藻	裂片石蓴 多管藻 羽狀蕨藻
北部宜蘭頭城及烏石海岸	裂片石蓴	繁枝蜈蚣藻
東部台東成功及新蘭海岸		寬扁叉節藻 孔石蓴

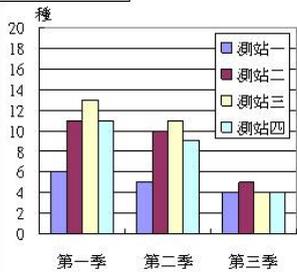


西、北及東部海岸結構物海藻著生差異 30

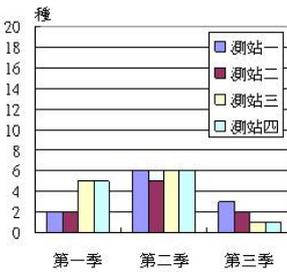
海岸結構物海藻著生物種數之季節性比較

西部屏東林邊及大鵬灣海岸

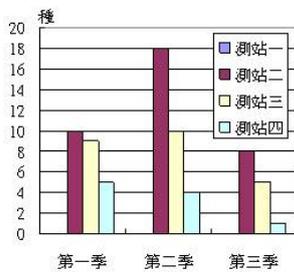
潮間帶



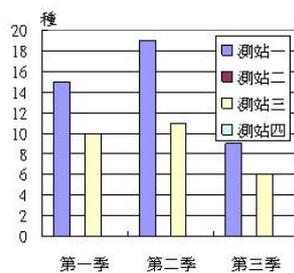
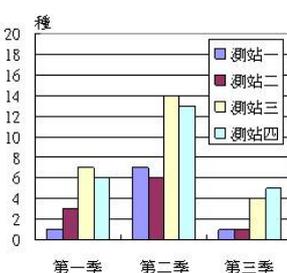
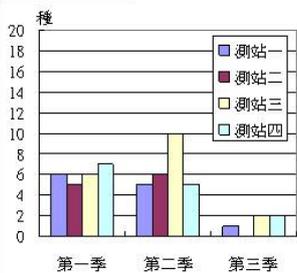
北部宜蘭烏石及頭城海岸



東部台東成功及新蘭海岸



潮下帶

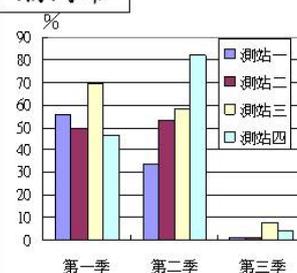


西、北及東部海岸結構物海藻著生差異 31

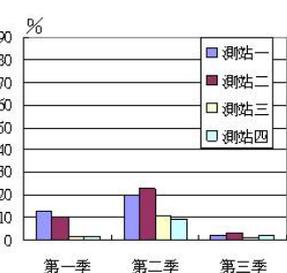
海岸結構物海藻著生豐富度之季節性比較

西部屏東林邊及大鵬灣海岸

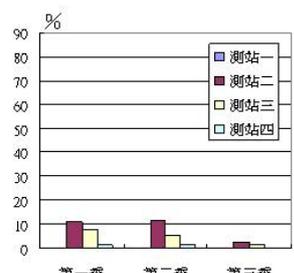
潮間帶



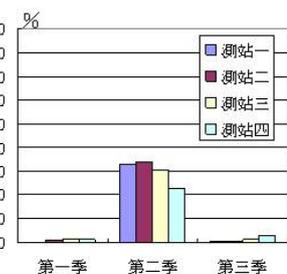
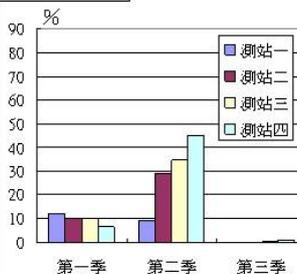
北部宜蘭烏石及頭城海岸



東部台東成功及新蘭海岸



潮下帶



綜合分析探討及比較

- ❖ 屏東林邊海岸、東部成功及新蘭海岸海藻之種類季節性變化在前二季變化趨勢較為雷同，北部宜蘭頭城海岸海藻的種類季節性變化，則較台灣西、東部海岸之變化較大，初步推測，北部海岸之海藻著生豐富度，可能與受到水溫變化之影響大於水體營養鹽變化的影響。
- ❖ 北部、東部海域之海藻著生豐富度，較不受到水體營養鹽 N/P 比之影響。
- ❖ 各地區潮間帶及潮下帶之海藻總豐富度及物種數雖有不同或差異，有些潮間帶較潮下帶為多，如西部屏東大鵬灣和林邊海域，而東部成功離岸堤則以潮下帶較潮間帶為多；然隨著潮下帶之水深漸深則呈現逐漸遞減趨勢，即藻類分布之水深並非一直延伸至結構物所拋放消波塊之水深。
- ❖ 海藻著生水深，屏東海域（40~90 cm）與宜蘭頭城海域並無太大差異；東部成功離岸堤之藻類分佈水深達 780 cm，顯示海藻著生情形受結構物擺設排放位置之水深變化之影響甚大。
- ❖ 檢討西部及北部之濁度變化及海藻著生水深之變化，濁度相對於海藻藻種數與覆蓋率的影響似乎不大。光照度愈強各種藻類吸收氮的能力也愈強，此結果與海藻豐富度在台灣西部、北部及東部海岸的第二季有明顯上揚的結果相符合。
- ❖ 西部、北部及東部海岸海藻著生在第三季8月之海藻物種及豐富度最低，可能與夏季持續高水溫及強日曬雙重影響有關。

五、海岸結構物兼具生態及海岸保護工法研擬



影響海藻生育的環境因子及控制難易度

- ❖ 藻場造成時，為增加繁殖須對海藻生育可能性進行研判，然海藻生育受許多因素影響，包括物理要因、化學要因及生物要因等，且由於海藻之生育分佈很少受單一因素強烈影響，也就是受各種環境要因相互交合影響。
- ❖ 對研擬消除或減低對象海藻分佈之阻礙因素時，如營養鹽濃度、鹽份、溶氧量等化學要因，及海水溫度、海水透明度之物理要因，並非人力可抑制或控制，另有些可以人為方式達成增加藻場造成可能性，但須耗費相當費用，就永續維持藻場而言，基本上並不經濟，故研擬藻場附加之機能時，必須注意藻場造成之經濟效益研判。

影響因子分類	環境要因	控制難易度
物理要因	基質、波浪、潮流、光（光量）	○
	懸浮質	△
	光（日射量）、海水水溫、降雨	×
生物要因	藻食動物之食害	△
	藻食魚類之食害	×
	藻類間之競合	○
化學要因	鹽份、D0、營養鹽、污染	×

註：○容易控制、△有可能控制、×無法控制

資料來源：藻場の海藻と造成技術，能登谷正浩編著，2003。

影響海藻生育環境因子之改善工法

- ❖ 在藻場機能附加之人工輔助中，至少應有對海藻繁殖是有幫助的
- ❖ 選定適合種類，創造該種適合繁殖的條件
- ❖ 周邊海域自然海岸海藻分佈狀況或類似既設構造中海藻繁殖狀況
- ❖ 在最適當時機實施藻場造成之作業

限制要因	改善工法
光	基質投入
	傾斜堤化、緩傾斜堤
	付加小段之消波工
	緩坡度消波工
波、流	潛堤
	人工潛礁
著生基盤	基質投入
	改變基質表面形狀
砂的變動	防砂堤、藻礁
水質	導流堤
藻食動物	設置圍網
	流況之控制
	控制藻場與水面之距離
附着生物之競合問題	施工時期之掌控

西部海岸對象海藻繁殖環境條件資料表	
基本環境條件	裂片石蓴
生育水深 (m)	0~1m及潮間帶
底質 (石塊或消波塊)	一般消波塊或 礁石皆適合
鹽度範圍 (psu)	30~35 (31.2~33.25)
水溫範圍 (°C)	22~28 (23.7~28.1)
光照度範圍 ($\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}$)	390~1,600 (503~1394)
生育濁度範圍 (ntu)	4.5~15.2 (0.59~10.6)
成體藻長	10~25 cm
壽命	數週
生長期	2~5 月
成熟期	2~5 月
生態照片	
建議適用區域	屏東林邊及大鵬灣地區砂質海底

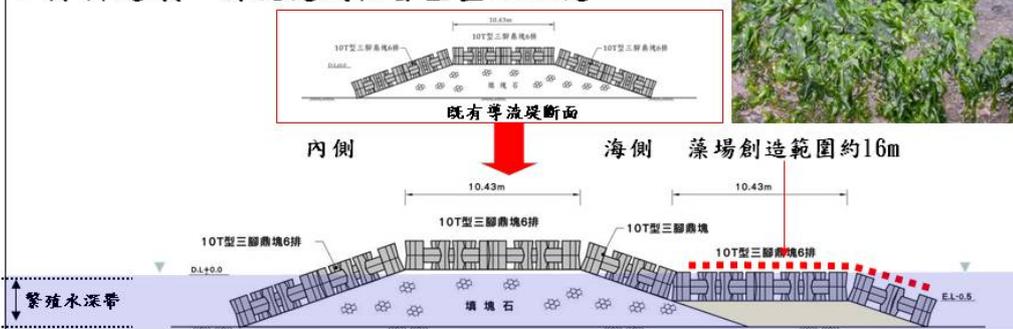
設計案例：屏東大鵬灣地區砂質海底之海域（導流堤）

➤構造形式考量：

- ◆ 當地呈侵蝕，海岸漂沙量不足。
- ◆ 位於導流堤海側。
- ◆ 裂片石蓴繁殖生育水深帶為潮間帶及0~-1.0m。
- ◆ 在既有斷面海側，增加適合其繁殖之水深約0~-1.0m之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。

➤期待藻場創造面積：約16 m²/m

➤材料建議：消波塊或相當重量之石塊



設計案例：屏東林邊地區砂質海底之海域（離岸堤）

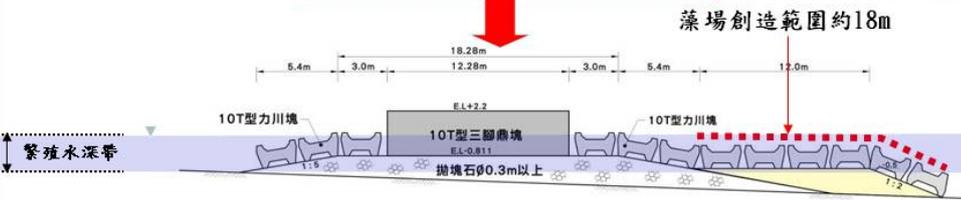
海岸保護結構物兼具藻場機能之工法

➤ 構造形式考量：

- ◆ 位於離岸堤後側，受離岸堤之遮蔽，靜穩度較高。
- ◆ 裂片石蓴繁殖生育水深帶為潮間帶及0~-1.0m。
- ◆ 在既有斷面岸側，增加適合其繁殖之水深約0~-1.0m之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。

➤ 期待藻場創造面積：約18 m²/m

➤ 材料建議：消波塊或相當重量之石塊



北部海岸對象海藻繁殖環境條件資料表

基本環境條件	裂片石蓴	繁枝蜈蚣藻
生育水深 (m)	0~1m及潮間帶	1~2m及潮間帶下部
底質 (石塊或消波塊)	一般消波塊或礁石皆適合	一般消波塊或礁石皆適合
鹽度範圍 (psu)	30~35 (31.2~33.25)	30~35 (33.86~34.50)
水溫範圍 (°C)	22~28 (23.7~28.1)	22~28 (23.6~28.2)
光照度範圍 (μmol s ⁻¹ m ⁻²)	390~1,600 (503~1394)	390~1,600 (834~1520)
生育濁度範圍 (ntu)	4.5~15.2 (0.59~10.6)	4.5~15.2 (1.05~5.22)
成體藻長	10~25 cm	5~12 cm
壽命	數週	1至數月
生長期	2~5 月	2~5 月
成熟期	2~5 月	2~5 月

生態照片



建議適用區域

宜蘭頭城地區砂質海底

宜蘭烏石漁港大坑海堤砂質海底

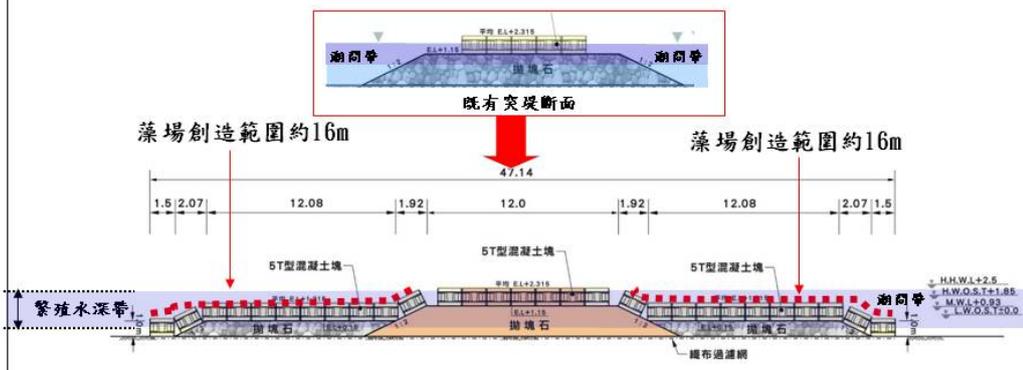
設計案例：宜蘭頭城地區砂質海底之海域（突堤）

➤構造形式考量：

- ◆ 當地呈侵蝕，海岸漂沙量不足。
- ◆ 位於T型突堤後側的垂直段，受T型突堤平行段之遮蔽，靜穩度較高。
- ◆ 裂片石蓴繁殖生育水深帶為潮間帶及0~-1.0m。
- ◆ 在既有斷面兩側，增加適合其繁殖之水深約-0.5m之基質範圍段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。

➤期待藻場創造面積：約16x2=32 m²/m

➤材料建議：消波塊或相當重量之石塊



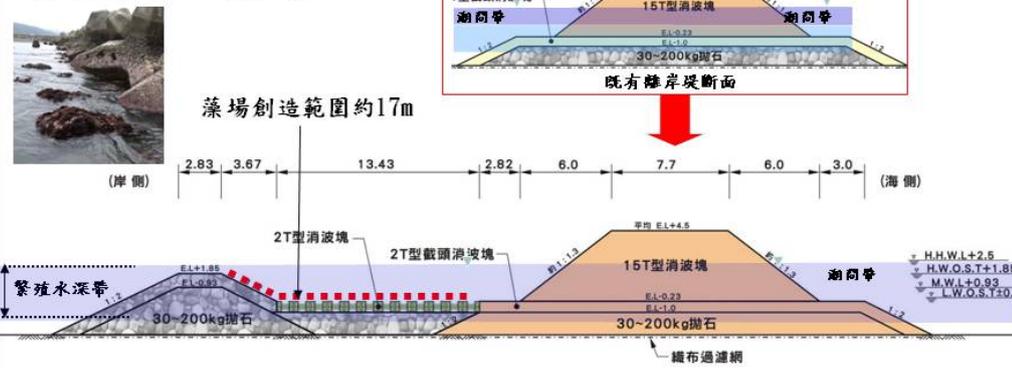
設計案例：宜蘭烏石漁港大坑海堤前砂質海底之海域（離岸堤）

➤構造形式考量：

- ◆ 位於離岸堤後側，受離岸堤之遮蔽，靜穩度較高。
- ◆ 離岸堤後側為養灘區域，需考量離岸堤後側淤沙及濁度之影響。
- ◆ 繁枝蜈蚣藻繁殖生育水深帶為潮間帶下部及-1~-2.0m。
- ◆ 在既有離岸堤內側，增加適合其繁殖之水深約-1.0m之平台段及配合潮間帶之大小，營造適合生長環境。

➤期待藻場創造面積：約17 m²/m

➤材料建議：消波塊



設計案例：台東成功地區岩質海底之海域（離岸堤）

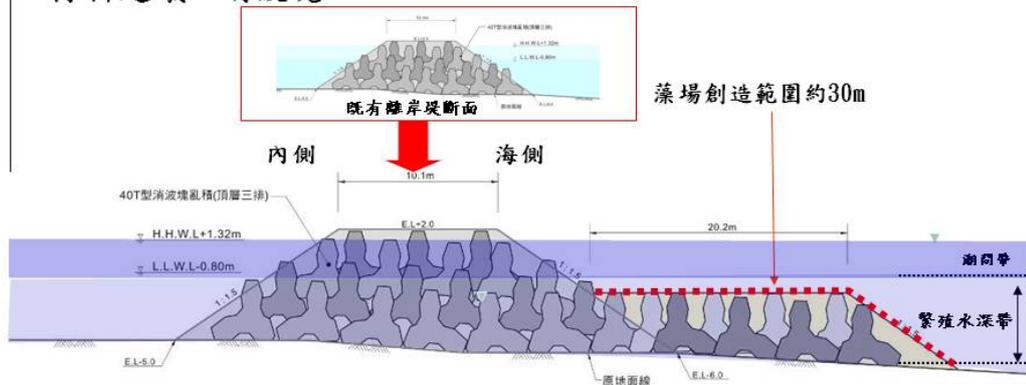
海岸保護結構物兼具藻場機能之工法

➤構造形式考量：

- ◆ 位於離岸堤海側之水深較深區域。
- ◆ 考量離岸堤附近水深坡陡，需考量波浪對基質穩定之影響。
- ◆ 寬扁叉節藻繁殖生育水深帶為潮下帶及-2~-6.0m。
- ◆ 在既有離岸堤海側，增加適合其繁殖之水深約-2~-6.0m之大小，營造適合生長環境。

➤期待藻場創造面積：約30 m²/m

➤材料建議：消波塊



簡報大綱

六、結論與建議

結論與建議

- ❖ 東部海岸調查共發現22種海藻著生，歸屬綠藻門5科9種、褐藻門2科2種、紅藻門7科11種。
- ❖ 東部海岸調查優勢種，第一季潮下帶及潮間帶為綠藻門石蓴、孔石蓴，但第二季極優勢藻種為紅藻門寬扁叉節藻，為東部海域海藻相較為特殊之處，第三季則沒有發現任何優勢藻種。
- ❖ 東部成功離岸堤與新港海堤之藻種組成相似度較接近，潮下帶在成功與新蘭海域不同測站間亦算頗高，推測可能與台東海域受到黑潮洋流影響分佈所致。
- ❖ 成功離岸堤因設置水深較深，結構物相對受潮水影響之時間較長，故離岸堤之海藻總豐富度、物種數均較垂直海岸之突堤、海堤型式明顯高。

46

結論與建議

- ❖ 新蘭突堤南、北兩側水質相近，海藻豐富度與物種數皆為突堤內側(港內)>突堤外側(港外)，推測突堤兩側波浪大小，可能為影響海藻著生要因之一。
- ❖ 綜合本全程研究95~97年共三年在西部、北部、東部海域之調查，著生海藻種類季節性變化，北部海岸在前二季即3月及5月之變化，較台灣西部、東部海岸之變化為大，至於第三季則無論西部、北部及東部海岸結構物之海藻種類與數量，皆有相同大量下滑趨勢。
- ❖ 為發展海岸結構物兼具藻場生態機能，建議增加適合對象海藻繁殖水深範圍段之藻類附著面積為主要工法，對象藻類西部為裂片石蓴、北部為裂片石蓴及繁枝蜈蚣藻，東部為石蓴及寬扁叉節藻。

47

- ❖ 本全程研究雖已分三年進行不同地點之調查，惟因每年度調查地點分散在西部屏東林邊、北部宜蘭頭城及東部成功等海岸，就生態觀點而言，仍較缺乏在定點測站之長期調查，建議後續可選定一處或兩處海域，進行長期及持續調查，俾利將來研擬之參考及依據。
- ❖ 國內海岸結構物大都以防治海岸侵蝕及保護安全為目的，為使將來海岸保護工程能兼顧安全及生態功能，建議後續可考慮選擇適當地點設置小規模現地試驗，並進行較長期追蹤調查，蒐集形成藻場之完整基礎資料，提昇國內生態工法於海岸保護應用技術。

簡報完畢
敬請指教