

# 目錄

圖目錄 .....	II
表目錄 .....	V
摘要 .....	1
第一章 計畫緣起 .....	2
第二章 研究區域背景 .....	4
第一節 水文水質 .....	4
第二節 氣候與海象 .....	10
第三節 海岸變遷 .....	22
第四節 產業發展 .....	31
第五節 土地利用變遷 .....	37
第六節 海岸工程 .....	42
第七節 瀉湖沙洲的災害 .....	49
第三章 研究方法 .....	55
第一節 文獻之蒐集分析 .....	55
第二節 七股瀉湖沙洲高程與底質 .....	57
第三節 瀉湖沙洲現況問題及其影響分析 .....	74
第四節 研提瀉湖沙洲復育策略 .....	74
第五節 召開研議會議 .....	75
第四章 研究成果 .....	76
第一節 歷年沙洲的變化 .....	76
第二節 沙洲高程與底質量測成果與分析 .....	93
第三節 養殖漁業及其產量產值之分析 .....	125
第四節 野外調查與訪談 .....	135
第五節 海岸的復育 .....	140
第六節 瀉湖沙洲復育策略 .....	153
第五章 結論與建議 .....	157
參考文獻 .....	160
附錄一 第一次研議會會議記錄 .....	165
附錄二 第二次研議會會議記錄 .....	167
附錄三 期中簡報意見回覆 .....	169
附錄四 期末簡報意見回覆 .....	173

## 圖目錄

圖 2.1 曾文溪歷年河川輸沙量估算.....	6
圖 2.2 曾文水庫歷年實測淤積量.....	6
圖 2.3 曾文溪沿岸歷年侵淤變化.....	7
圖 2.4 曾文溪污染百分比變化圖.....	8
圖 2.5 七股浮標 2006 年起歷年海水表面溫度統計.....	12
圖 2.6 將軍浮標 2003 至 2008 年海水表面溫度統計.....	12
圖 2.7 安平潮位站歷年(2000 年~2003 年)各月平均潮位變化圖.....	14
圖 2.8 臺南將軍 1993-2009 年年平均潮位統計圖.....	15
圖 2.9 臺南將軍每月潮位統計圖 (1993-2010).....	15
圖 2.10 北港溪至七股海域海流觀測站地理位置圖.....	19
圖 2.11 曾文溪口至達興港海域海流觀測站地理位置圖.....	20
圖 2.12 古臺南地區海岸地形圖.....	23
圖 2.13 台江國家公園海岸變遷圖.....	23
圖 2.14 台江國家公園海岸變遷圖.....	24
圖 2.15 台江國家公園管理處海岸沙洲位置圖.....	24
圖 2.16 青草崙近十年之海岸線變遷及岸線變化量.....	28
圖 2.17 台南市與台南縣七股、將軍鄉都市及非都市土地使用分區.....	39
圖 2.18 台江國家公園都市計畫使用分區.....	40
圖 2.19 2007 國土利用調查台江地區圖.....	41
圖 2.20 台江國家公園海堤位置圖.....	43
圖 2.21 台南地區 2001 年至 2010 年累積地層下陷量分布圖.....	54
圖 3.1 1904 年台灣堡圖.....	55
圖 3.2 2007 年福衛影像.....	56
圖 3.3 施測範圍示意圖.....	58
圖 3.4 沙洲高程測量測線圖.....	59
圖 3.5 (A) 沙洲高程第一次測量軌跡圖.....	60
圖 3.5 (B) 沙洲高程第二次測量軌跡圖.....	61
圖 3.6 底質採樣斷面位置圖.....	62
圖 3.7 控制樁位置圖(全區圖).....	66
圖 3.7 (續 1)控制樁位置放大圖(青山港沙洲附近).....	67
圖 3.7 (續 2)控制樁位置放大圖(網仔寮沙洲附近).....	67
圖 3.7 (續 3)控制樁位置放大圖(頂頭額沙洲附近).....	68
圖 3.8 粒徑分析試驗流程圖.....	73
圖 4.1 台江沿海沙洲變遷 1.....	78
圖 4.2 台江沿海沙洲變遷 2.....	79
圖 4.3 台江沿海沙洲變遷 3.....	80
圖 4.4 青山港南側沙洲變遷圖.....	85
圖 4.5 網子寮沙洲變遷圖.....	86
圖 4.6 頂頭額沙洲北側變遷圖.....	87
圖 4.7 頂頭額沙洲南側變遷圖.....	88
圖 4.8 新浮崙沙洲變遷圖.....	90
圖 4.9 曾文溪口沙洲變遷圖.....	91
圖 4.10 台南城西濱海沙洲變遷.....	92

圖 4.11	七股潟湖沙洲第一次測量高程圖.....	97
圖 4.11	(續 1) 七股潟湖沙洲第一次測量高程圖.....	97
圖 4.11	(續 2) 七股潟湖沙洲第一次測量高程圖.....	98
圖 4.11	(續 3) 七股潟湖沙洲第一次測量高程圖.....	98
圖 4.12	七股潟湖沙洲第二次測量高程圖.....	99
圖 4.12	(續 1) 七股潟湖沙洲第二次測量高程圖.....	99
圖 4.12	(續 2) 七股潟湖沙洲第二次測量高程圖.....	100
圖 4.12	(續 3) 七股潟湖沙洲第二次測量高程圖.....	100
圖 4.13	七股潟湖沙洲二次測量岸線位置圖.....	101
圖 4.14	沙洲斷面高程圖(profile90~profile86).....	103
圖 4.14	(續 1)沙洲斷面高程圖(profile85~profile81).....	104
圖 4.14	(續 2)沙洲斷面高程圖(profile80~profile76).....	105
圖 4.14	(續 3)沙洲斷面高程圖(profile75~profile71).....	106
圖 4.14	(續 4)沙洲斷面高程圖(profile70~profile66).....	107
圖 4.14	(續 5)沙洲斷面高程圖(profile65~profile61).....	108
圖 4.14	(續 6)沙洲斷面高程圖(profile60~profile56).....	109
圖 4.14	(續 7)沙洲斷面高程圖(profile55~profile51).....	110
圖 4.14	(續 8)沙洲斷面高程圖(profile50~profile46).....	111
圖 4.14	(續 9)沙洲斷面高程圖(profile45~profile41).....	112
圖 4.14	(續 10)沙洲斷面高程圖(profile40~profile36).....	113
圖 4.14	(續 11)沙洲斷面高程圖(profile35~profile31).....	114
圖 4.14	(續 12)沙洲斷面高程圖(profile30~profile26).....	115
圖 4.14	(續 13)沙洲斷面高程圖(profile25~profile21).....	116
圖 4.14	(續 14)沙洲斷面高程圖(profile20~profile16).....	117
圖 4.14	(續 15)沙洲斷面高程圖(profile15~profile11).....	118
圖 4.14	(續 16)沙洲斷面高程圖(profile10~ profile06).....	119
圖 4.14	(續 17)沙洲斷面高程圖(profile05~profile01).....	120
圖 4.15	沙洲各斷面最高點高程圖.....	121
圖 4.16	沙洲底質樣本.....	122
圖 4.17	養殖漁業年產量.....	126
圖 4.18	近海漁業年產量.....	127
圖 4.19	沿岸漁業年產量.....	127
圖 4.20	台南縣市虱目魚類產量統計圖.....	129
圖 4.21	台灣地區歷年牡蠣產量及產值統計圖.....	130
圖 4.22	台灣地區歷年牡蠣產量及價格統計圖.....	131
圖 4.23	台南縣市牡蠣類產量統計圖.....	131
圖 4.24	台南縣市吳郭魚類產量統計圖.....	133
圖 4.25	台南市白蝦產量統計圖.....	134
圖 4.26	野外調查照片位置圖.....	136
圖 4.27	2010 年七股潟湖抽沙工程.....	137
圖 4.28	台南城西濱海沙洲北側牡蠣采收.....	137
圖 4.29	青山港沙洲北端.....	138
圖 4.30	青山港海岸防護工程.....	138
圖 4.31	1997 年至 2009 年海岸變遷圖.....	141

圖 4.32	七股青山港沙洲防護工法配置圖.....	147
圖 4.33	七股網仔寮沙洲防護工法配置圖.....	148
圖 4.34	網子寮沙洲海岸防護海岸防護防護工法配置圖.....	150
圖 4.35	頂頭額沙洲北段及南段海岸防護防護工法配置圖.....	151
圖 4.36	七股抽沙養灘示意圖.....	155

## 表目錄

表 2.1	曾文溪流量特性 (1949-2002 年)	5
表 2.2	曾文溪豐枯流量變化 (1949-1983 年)	5
表 2.3	2010 年溶氧監測結果	8
表 2.4	2009 年及 2010 年台江地區重要溪流水質變化比較	9
表 2.5	台南氣象站 1981 年至 2010 年氣象資料統計表	11
表 2.6	七股雷達站每月降雨量	12
表 2.7	海象測站名、調查項目及年分列表	13
表 2.8	1979~1993 年安平商港潮位站天文潮位	14
表 2.9	台南海域流速與流向統計表	18
表 2.10	安平港歷年海流觀測月平均流速和極值統計	21
表 2.11	鄰近台江國家公園海堤設施一覽表	47
表 2.12	劉厝排水集水區及鄰近區域淹水災害報導之彙整	50
表 3.1	控制樁位置	64
表 3.1	(續)控制樁位置	65
表 3.2	測量作業使用儀器	69
表 4.1	本研究採用的影像資料及年代	76
表 4.2	七股海岸相關工程一覽表	77
表 4.3	二次測量期間海側岸線變化表	102
表 4.4	第一次採樣粒徑分析表	123
表 4.5	第二次採樣粒徑分析表	123
表 4.6	土壤組成表	124
表 4.7	各種海岸防護工法優缺點比較	142
表 4.8	現行潟湖沙洲之海岸防護方法彙整表	145
表 4.9	潟湖沙洲復育策略方案及權責單位表	156

## 摘要

台江國家公園區內數百年來，地景變遷極大，主要地理特徵為潟湖、沙洲、溼地。依據近年調查結果，顯示沙洲沙丘侵蝕消失、潟湖陸化等地景消失的危機存在。因此本區沙洲及潟湖變遷詳細狀況與復育防災管理策略需要整合其他基礎資料，以因應未來地形變遷所帶來之影響。

本計畫主要係為整理分析過去台江沿海地景特徵的演變過程、重要自然地景分布研究資料，並瞭解台江沿海土地利用變遷過程，海岸地帶的經濟產業結構，進行沙洲現況調查及潟湖沙洲現況問題及其影響分析，評估沙洲消失等地景變遷所造成沿海社區生態環境及社經之損失，提出台江國家公園沿岸地景永續經營管理策略。

從 1904 年台灣堡圖至 1994 年經建版地形圖中，台江的陸地不斷的往西側來擴張，許多地方都被開闢成魚塢。本研究利用航照及衛星影像分析 1997 年至 2009 年間台江國家公園沙洲的變遷，潟湖沙洲有往東及往南遷移的趨勢，大部分沙洲侵蝕情況相當嚴重。

本計畫已完成兩次七股潟湖沙洲高程測量與底質採樣，從量測之資料來研判，本年度影響七股潟湖沙洲地形變化，並非為台南出海之南瑪都颱風造成，反而是颱風路徑由通過菲律賓往西走之尼莎與奈格颱風長週期湧浪對西南海岸之影響較大。故兩次測量結果主要為海灘之侵淤變化，而平台、沙丘及潟湖側地形大致變化皆不大。

近百年來，七股沙洲不斷往陸地靠近，使得潟湖面積逐漸縮小，影響當地養殖漁業的產值。本研究收集牡蠣、吳郭魚、虱目魚及白蝦四種主要養殖漁業的歷年產量及產值變化，以產量而言，在 2005 年後四種養殖漁業都有逐漸下滑的現象，其中以虱目魚及牡蠣的產量下降多。在產值部分虱目魚的產值變化並不明顯，牡蠣的產值有較明顯的下降，而吳郭魚及白蝦的產值則呈現上升的現象。

本計畫於 7 月 12 日及 10 月 14 日假台江國家公園管理處共召開 2 次研議會，討論主題為「沙洲變遷對當地的影響」及「沙洲變遷的復育策略」，邀請當地學者專家一同研討，提供本計畫後續執行上的建議。

本計畫完成海岸防護工程及定沙研究資料的收集，並規劃七項海岸復育及國土保安的整合策略，希望能永續保育國家公園的沙洲、潟湖地景。

# 第一章 計畫緣起

台江國家公園區主要地理特徵為潟湖、沙洲、溼地。包括台灣最大的七股潟湖、沙丘、離岸沙洲、台灣唯二國際級溼地。數百年來，本區地景變遷極大，依據近年調查結果，顯示沙洲沙丘侵蝕消失、潟湖陸化等地景消失的危機存在，且因氣候變遷，暖化狀況將趨嚴重，海平面可能上升淹沒本地區，因此本區沙洲及潟湖變遷詳細狀況與本處復育防災管理策略需要整合其他基礎資料，以因應未來地形變遷所帶來之影響。

本計畫主要係為整理分析過去台江沿海地景特徵的演變過程、重要自然地景分布研究資料，並瞭解台江沿海土地利用變遷過程。文獻整理部分，收集過去研究區的期刊、論文及相關的文史資料，瞭解沙洲的地形變遷及範圍，並收集古地圖、堡圖、地形圖及近期的航空照片及衛星影像等資料，分析造成沙洲變化的自然與人為因素，作為研擬短中長程復育整合策略與監測計畫之參考。

沙洲高程與底質調查量測部分，本計畫規劃範圍北起青山港南防波堤南至頂頭額汕，調查範圍內露之沙洲高程測量採斷面分析法，每一斷面間隔 100m，測點與測點間之距離小於 10m，於地形變化較大之處並加密測點。於颱風期間及颱風季節過後分別實施乙次。

根據研究分析的結果，因應未來氣候變遷所帶來的影響，評估沙洲消失等地景變遷所造成沿海社區生態環境及社經之損失，且配合中央部會各機關之相關復育政策，提出台江國家公園沿岸地景永續經營管理策略。因此本計畫的主要目標如下：

- (一) 七股潟湖沙洲變遷歷史文獻之蒐集分析
- (二) 七股潟湖沙洲高程與底質調查
- (三) 潟湖沙洲現況問題及其影響分析，評估沙洲持續流失對潟湖地區生態環境、漁業經濟及鄰近社區可能造成之影響
- (四) 研提潟湖沙洲復育策略
  1. 復育處理方法利弊之分析
  2. 沙洲安全監測機制研擬
  3. 短、中、長期復育整合策略(含文化地景保存及國土保安)
  4. 組織分工(含政府機關、研究單位及民間團體)

(五) 由計畫主持人及國家公園各領域之專家學者組成之諮詢團隊召開研議會，並與本處主管、同仁及在地學者互動，廣納各界意見參考，俾利整合訂定優先研究發展順序及項目，由垂直及橫向面向思考，連貫各項研究計畫與委辦計畫，以供後續經營管理需求。

## 第二章 研究區域背景

台江國家公園位於臺灣西南部，為臺灣移民文化的發源地，主要地理特徵為潟湖、沙灘、濕地及河口沙洲，屬於環境生態敏感區域。海埔地為台江國家公園區域海岸地理景觀與土地利用的一大特色，台南沿海海岸陸棚平緩，加上由西海岸出海河川，輸沙量很大，且因地形與地質的關係，入海時河流流速驟減，所夾帶之大量泥沙淤積於河口附近，加上風、潮汐、波浪等作用，河口逐漸淤積且向外隆起，形成自然的海埔地或沙洲。在近岸地帶形成寬廣的近濱區潮汐灘地的同時，另一方面在碎浪區形成一連串的離岸沙洲島，形成另一特殊海岸景觀。近年來由於外在營力交互作用影響，造成離島沙洲消失。

### 第一節 水文水質

以下將水文水質資料區分為陸域及海域，水文探討的層面包含流速、流向、潮位、水域面積變化等物理現象為主；水質則由溶氧量（DO）、生化需氧量（BOD<sub>5</sub>）、懸浮固體（SS）、氨氮（NH<sub>3</sub>-N）、大腸桿菌群(CFU/100mL)、腸球菌群(MPN/100mL)等監測項目判定。

#### 一、陸域水文

台江地區包括曾文溪、鹽水溪、鹿耳門溪、七股溪、將軍溪等自然溪流，還有日治時期為農業灌溉及排水之利興建的，以十條灌溉渠道組成的嘉南大排(吳德義，2003)。

根據張瑞津、石再添(1996)的研究顯示，台江地區歷年河道變遷非常顯著。這是因為海岸平原區的河道受暴風雨後主流迅速淤積及曲流作用所導致，而丘陵區則以曲流頸切斷為甚。在曾文溪及二仁溪共有 13 處切斷痕跡。曾文溪下游即發生過四次改道,河道擺幅達 25km。但自河堤興建後,河道便少有大幅改道的現象。因海岸平原向西擴展,河流下游呈現延長河的特性。

根據水利署網站，曾文溪為臺南海埔地區之最大溪流，亦為台灣十九條主要河川之一，全長 138.47km，平均比降 1/57，流域面積為 1,212.1km<sup>2</sup>，最高洪水量於照興測站高達 5,680cms 上游源出玉山山麓之萬歲山，標高 2,440m，主流為大埔溪，溪谷縱橫，自七股鄉出海；曾文溪為臺灣水資源利用率最高之河川水系，

流域內建有烏山頭水庫（官田溪上游，集水面積 58km<sup>2</sup>）、曾文水庫（曾文溪上游，集水面積 481km<sup>2</sup>）、鏡面水庫（菜寮溪上游，集水面積 2.7km<sup>2</sup>）及南化水庫（後堀溪中游，集水面積 103.5km<sup>2</sup>），水庫總集水面積達 645km<sup>2</sup>。表 2.1、表 2.2 顯示曾文溪的豐枯流量變化迥異的流量特性。

表2.1 曾文溪流量特性（1949-2002年）

集水面積 (平方公里)	年平均流量 CMS	最大洪峰量 CMS	最枯流量 CMS
987.74	26.33	3880.00	0.01

(資料來源：李淑玲，2006)

表2.2 曾文溪豐枯流量變化（1949-1983年）

平均月流量 CMS	枯水期流量（11-4月）		豐水期流量（5-10月）	
	CMS	佔全年百分比 (%)	CMS	佔全年百分比 (%)
197.61	105.74	4.46	2265.53	95.44

(資料來源：李淑玲，2006)

許泰文等人（2005）分析1960年至2002年曾文溪之河道輸沙量，統計年平均輸沙量為 $2.65 \times 10^8$  ton/yr（圖2.1），曾文水庫於1973年4月底大壩完工後開始蓄水，每年均實施水庫淤積監測，曾文水庫歷年實測淤積量（顏沛華等人，2002）顯示1974至2001年間曾文水庫年淤積量平均約為 $7.67 \times 10^6$  ton/yr（圖2.2），遠小於曾文溪年平均輸沙量。比較曾文水庫歷年淤積量與曾文溪歷年輸沙量，兩者有著相似的變化趨勢。

圖2.3為曾文溪河道侵淤情形，顯示近年來曾文溪沿岸高程仍呈現持續侵蝕之狀態。在距離河口70公里長度之河道中向上游累積於1974~1990年16年間累積侵蝕量共約1,200萬立方公尺，可能與曾文水庫完工於1973年有關。1990~1999年9年間累積侵蝕量亦達2,400萬立方公尺。

陳翰霖、張瑞津（2003）採用曾文溪主流最下游西港站1960至2000年的流量及含沙量資料，以率定曲線法經統計檢定修正後，推估曾文溪歷年平均輸沙量為1,120萬噸，菜寮溪約佔70%。其間高輸沙量與豪大雨所引起的高流量有密切相關。比較曾文水庫啟用蓄水前後的輸沙量，由1,480萬噸縮減為965萬噸，約少1/3。減少的輸沙量除了有水庫攔截淤積年平均570萬噸外，菜寮溪輸沙量年平均減少360萬噸，也是重要的原因。

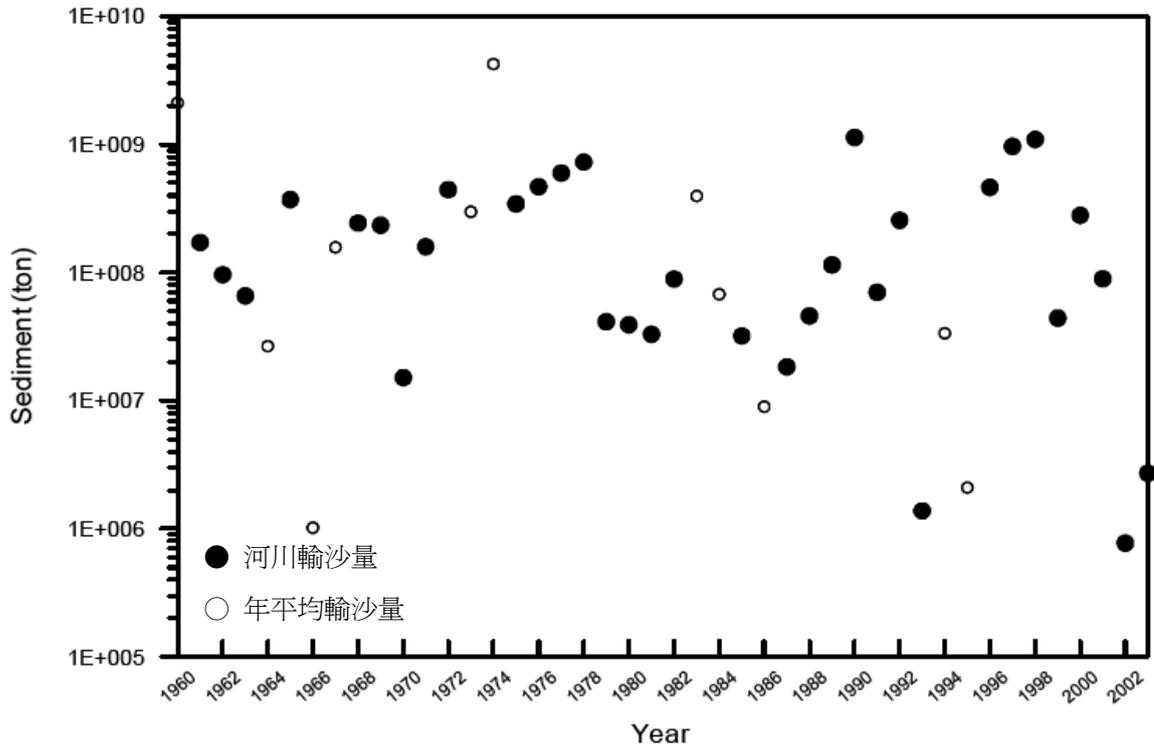


圖2.1 曾文溪歷年河川輸沙量估算 (許泰文等, 2005)

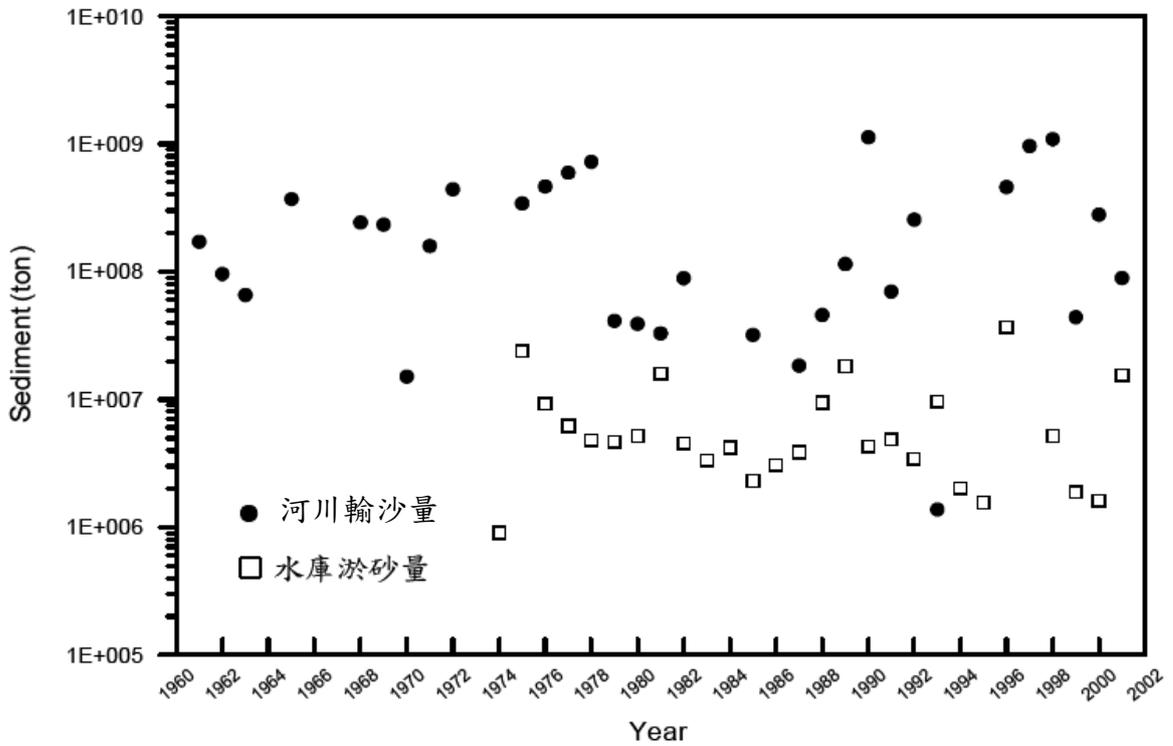


圖2.2 曾文水庫歷年實測淤積量 (許泰文等, 2005)

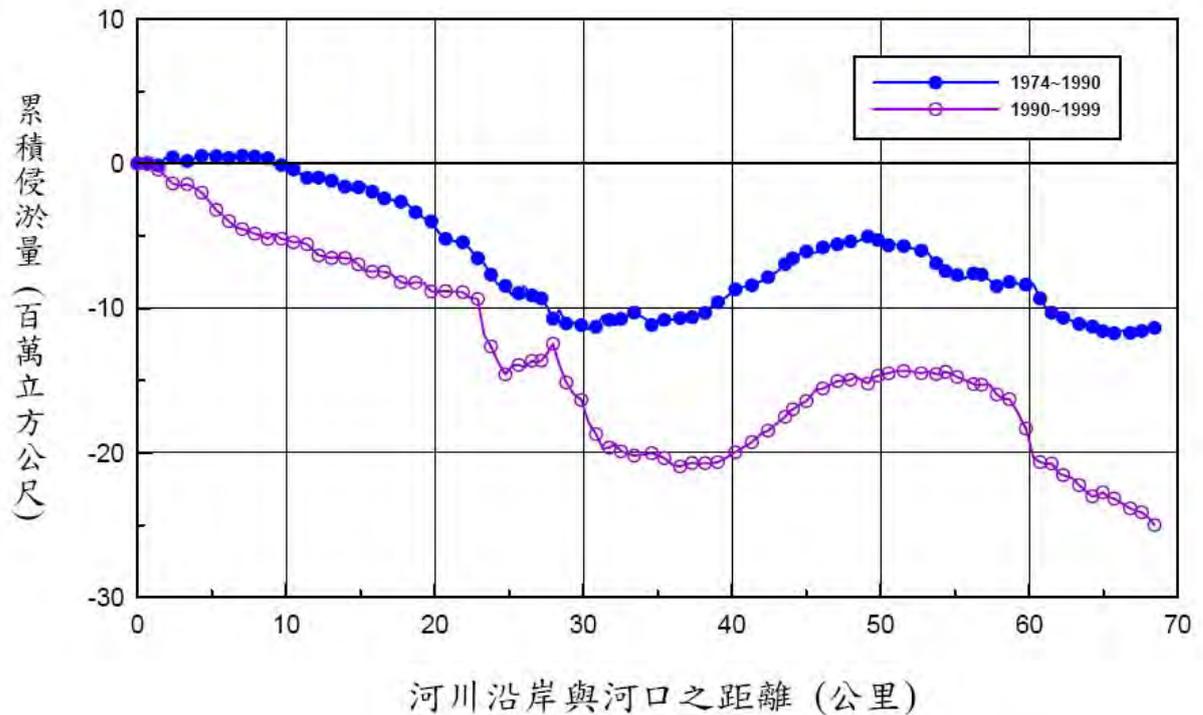


圖2.3 曾文溪沿岸歷年侵淤變化 (水利規劃試驗所，2002)

近年由於洪患嚴重，針對曾文溪、鹽水溪進行的降雨逕流模擬、降雨預報、洪水預測等防洪主題研究計畫相當多。台江地區為淹水潛勢地區，如 2005 年發生的 612 大水災，台南縣市發生大淹水即位於台江地區(林淑真、李宗仰，2008)。2008 年開始國科會委託的“台江地區永續城鄉發展規劃與建構之研究—台江地區永續城鄉發展水環境系統之研究”針對台江地區涵蓋的流域進行水環境涵容能力分析及建構永續城鄉所需之永續性治水方法。2009 年、2010 年也有水利署的「沿海低地排水系統淹水預警模式之研究-曾文溪北岸堤防以南至二仁溪南岸堤防以北」研究 (蔡長泰，2010)，針對曾文溪水系、鹽水溪水系及鹿耳門排水及相關集水區進行水系概況及相關防洪、淹水預警治理研究。

由於陸域溪流的水文變動對國家公園經營管理有直接影響，因此建議未來的重點在淹水預警及應變模式尚未建構完全前，仍需以防洪為中心。

## 二、陸域水質

以 2010 年河川汙染指標統計圖表(環保署網站，2010)來看，鹽水溪域呈現高比例的嚴重污染及中度污染現象。尤其是流經北汕尾水鳥保護區、濕地景觀區

及四草魚塢區的鹽水溪水質。鹽水溪污染水質佔整體約 80% 比例，且嚴重污染就佔了約 50%。若以溶氧監測結果來看(表 2.3)，曾文溪流域未達成率低，僅 1.6%，但鹽水溪的未達成率高達 52.8%（未達成率百分比高表示污染嚴重）。

表2.3 2010年溶氧監測結果

流域	總監測次數	達成次數	未達成次數	達成率	未達成率
曾文溪流域	61	60	1	98.4	1.6
鹽水溪流域	36	17	19	7.2	52.8

(資料來源: 環保署全國環境水質監測資訊網)

曾文溪流域包括曾文溪本流及菜寮溪1條支流，共12個水質監測點。根據行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網2010年7月發表的5條主要河川近五年曾文溪污染指標變化顯示如圖2.4。從上述水質監測的成果，說明曾文溪流域長期水質變化趨勢雖無嚴重污染之紀錄，輕度污染卻持續存在，而中度污染也不時在夏季、秋季出現。

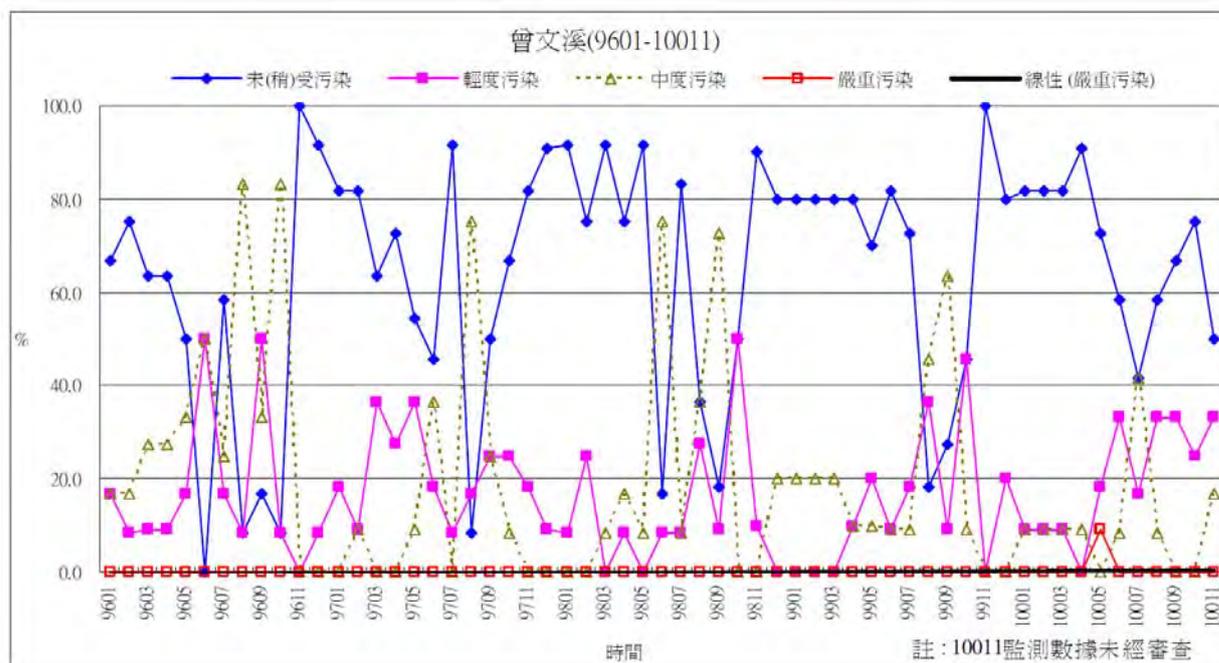


圖2.4 曾文溪污染百分比變化圖（96-100年）

(資料來源: 環保署全國環境水質監測資訊網)

四草地區的水質汙染是近年持續的狀況，根據翁義聰(2008)及中石化公司(2009)，四草地區(包括鹿耳門溪與鹽水溪北岸支流的嘉南大排多年沖積而成的海

埔新生地)以及鹽水溪流域(有嘉南大圳排水路及四草湖等溝渠匯合出海口等河川水系)有嚴重汙染情況。其水質普遍受到都市污水及工業廢水之中度到嚴重汙染，BOD、大腸菌、銅、溶氧含量都不及格，以銅含量來說，超過環保署標準一百倍(郭瓊瑩、王珮琪，2005)，超過人體健康相關環境基準(0.03mg/L)。河川中的銅 50%到 80%都被吸附固定在水中懸浮固體物上，形成不溶解狀態。銅為人體必需元素，其毒性對人體不具累積性危害，但吸收過量亦會造成肝腎和中樞神經傷害，而對水生生物來說，當銅的濃度接近 1.0mg/L 時會使魚類中毒(許文昌，2005)。

四草地區的水質改善計畫方面，2005 年台南市實施鹽水溪北岸水質改善淨化系統監測示範計畫，於樣區四周以人工方式種植海雀稗固坡，然後再種植紅海欖胎生苗、欖李種子、海茄苳種子、蘆葦、濱水菜以及灑上鹽荳的種子，潮溝邊則種植土沉香，及台灣海桐的小樹苗。雖有實施部分水質改善計畫，然而以 2010 年 6 月台江地區主要河川汙染指標和 2009 年 6 月比較，鹽水溪及二仁溪的水質仍在惡化當中(表 2.4)，特別是直接衝擊四草野生動物保護區的鹽水溪水質亟待改善。

表2.4 2009年及2010年台江地區重要溪流水質變化比較

溪流名	RPI 平均值		水質變化
	99 年 6 月	98 年 6 月	
將軍溪	6.2	6.9	轉好
曾文溪	1.	3.1	轉好
鹽水溪	5.3	4.9	變差
二仁溪	6.6	5.9	變差

(資料來源: 環保署水質監測網，2010)

七股瀉湖方面，邵廣昭等人(1998)曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究發現，曾文溪口及七股瀉湖未有重金屬汙染現象:七股瀉湖之底泥、牡蠣、藻類與魚類之體內重金屬濃度低，除黑鯛含銅量超過食用標準之外，無食用安全顧慮。然而根據呂佳純(2006)七股溪與大寮排水道為注入七股瀉湖的淡水主要來源，且七股溪的水量約為大寮排水道的 3-5 倍，帶動部分汙染物進入瀉湖區。七股瀉湖的神與汞 EF 值均大於 1，表示濃度均比自然背景高，很可能受到人為汙染所致(呂

佳純，2006)。

地下水污染方面，鹽水溪、曾文溪附近地下水鹽化程度高。四草保護區水質受鹽水溪、嘉南大排、科工區影響甚大，如何改善整體水質及生態是未來應積極考慮事項(郭瓊瑩、王珮琪，2005)。

### 三、海域水質

海域水質的部分，環保署在台南二仁溪口沿海海域、東石布袋沿海海域、澎湖沿海包括望安、七美等地設有每季監測一次的水質監測測站(環保署水質監測網站)，現行海域水質監測頻率為每季一次，監測項目包括水溫、pH、鹽度、溶氧量、懸浮固體物、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、磷酸鹽、矽酸鹽、葉綠素 a 及重金屬之鎘、鉻、鉛、汞、銅、鋅等共計 16 項(許文昌，2005)。然目前尚無位於園區範圍內之海域水質監測站。

## 第二節 氣候與海象

中央氣象局的歷年陸域氣象紀錄起始較早，資料包括台南 1897 年以來(1998 年 5 月至 2001 年 1 月中斷)、永康 1947 年以來、東吉嶼 1962 年以來之歷年溫度、雨量、風速、相對濕度、氣壓、降水日數資料。海域也因測站、項目而異，最早有 1981 年的資料，但大部分資料皆以 2000 年以降較連續、完整，包括了七股及將軍的歷年海水表面溫度、潮位、氣壓、波浪、風速等統計資料。

### 一、氣候

根據中央氣象局台南氣象站 1981 年至 2010 年資料統計(表 2.5)，氣溫方面，台南夏季炎熱，冬季乾冷，平均氣溫約 24.3℃，6 至 9 月溫度最高，月均溫超過 28.0℃，最高月均溫為 7 月的 29.2 度，12 至 2 月月均溫在 20℃ 以下，最低月均溫為 1 月的 17.6℃。每月日照時數夏季 7 月最高為 210 小時，全年總日照時數為 2,180.8 小時。

年平均降雨量為 1,698.2mm，雨量集中於 5 至 9 月，降雨日數平均為 7.5 天，平均相對濕度以 6 月份及 8 月份之 79% 最高，12 月份之 73% 最低，可見夏季與秋冬分別受颱風與東北季風影響，分別造成濕度高及低之現象。平均降雨日數以 8 月份之 15 日最高，年降雨量約 707mm，且年降雨量比蒸發量高約 600mm。另外，整理距七股地區最近的七股氣象雷達站的 2004 年至 2008 年月降雨資料，如

表 2.6 所示。

蒸發量方面，由於秋、冬兩季日照時數高於降雨時數，蒸發量大於降雨量，故兩季之氣候較為乾爽。夏季平均日蒸發量約 5-6mm，冬季平均日蒸發量約 3.5mm。

台南風向多以北、東北、西北風為主，冬季大多吹西北風，夏季六至八月吹西南風，平均風速 4.3m/sec。颱風侵台以 7、8、9 月最盛，由於位於平坦的嘉南平原，東有高山屏障，削減部分颱風威脅。平均每年颱風次數為 1.4 次。

海象的部分，七股、將軍、東吉嶼皆有中央氣象局的氣象測站海水表面溫度、潮位、氣壓、波浪、風速等統計資料，其中七股測站 2006 年起歷年海水表面溫度統計見圖 2.5、將軍測站 2003 至 2008 年海水表面溫度統計請見圖 2.6。海象測站名、調查項目及年分列表如表 2.7 所示，許多項目並沒有長期監測的資料，亦或測站經常更換，目前僅存七股浮標、七股樁、將軍監測海溫；七股浮標、七股樁監測波浪；安平港 B 監測潮位；七股浮標監測海面風、海面氣溫及海面氣壓。

表 2.5 台南氣象站 1981 年至 2010 年氣象資料統計表

月份 氣象	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計/ 平均
降水量 (mm)	17.3	28.1	38.5	79.5	173.6	371.5	357.7	395.1	178	27.8	16.7	14.4	1698.2
降雨日數 (天)	3.7	4.7	5	7.2	9.2	13.1	12.2	15.3	9.5	2.5	2.2	2.8	87.4
氣溫(°C)	17.6	18.6	21.2	24.5	27.2	28.5	29.2	28.8	28.1	26.1	22.8	19.1	24.3
相對濕度 (%)	76.9	78.1	76.3	76.8	76.8	78.9	77.5	79.7	78.2	75.8	76	75.5	77.2
日照時數 (小時)	179.4	158.3	179	172.8	186.9	181.7	210.8	189.1	179.2	196.2	173	175	2180.8
風速 (公尺/秒)	3.8	3.6	3.3	2.9	2.8	3.1	3.1	3.1	2.9	2.9	3.2	3.6	3.2

資料來源：中央氣象局

表2.6 七股雷達站每月降雨量( (單位：mm)

年/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年雨量
2004	5.7	6.5	25.5	63.5	48.5	15	314.2	317	476.5	0	0	120.5	1392.9
2005	4	81.5	115	30.5	178.5	1103.5	747	306.5	322	50.5	2.5	5.5	2947
2006	6	0	16.5	146.5	224.5	357	510	122	76.5	1.5	35.5	10	1506
2007	42	10.5	22.5	23	229.5	381	124	722	89	158	11	0.5	1813
2008	14.5	10	15	83.5	41	654.2	421	127	201.5	58	26	0	1651.7
平均	14.4	21.7	38.9	69.4	144.4	502.1	423.2	318.9	233.1	53.6	15	27.3	1862.1

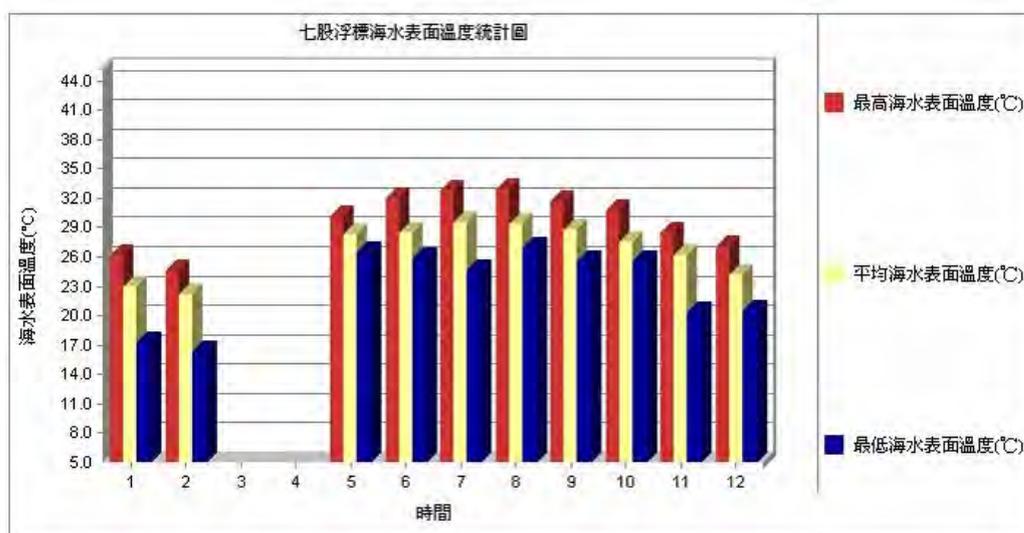


圖2.5 七股浮標2006年起歷年海水表面溫度統計 (資料來源：中央氣象局)

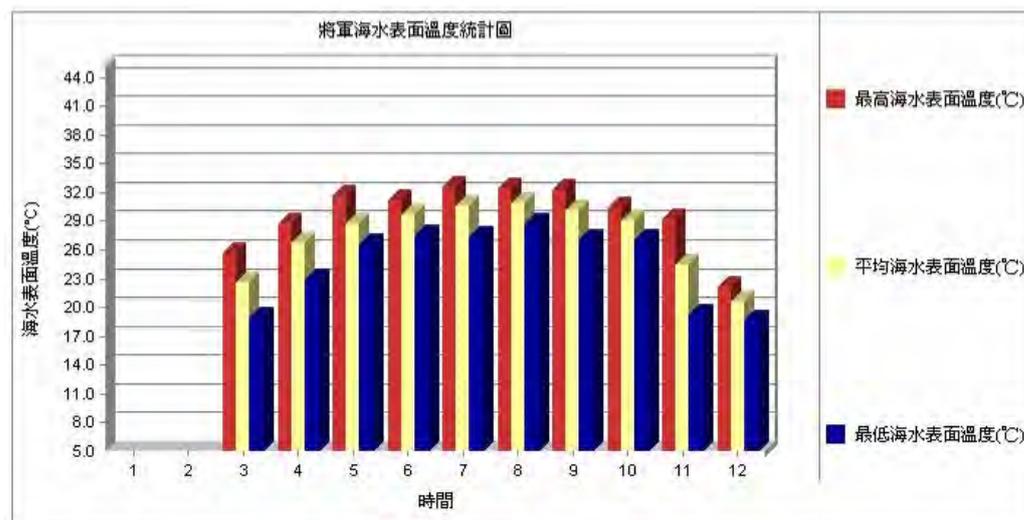


圖2.6 將軍浮標2003至2008年海水表面溫度統計 (資料來源：中央氣象局)

表2.7 海象測站名、調查項目及年分列表

測站名	海溫	波浪	潮位	海面風	海面氣溫	海面氣壓
七股浮標	2006年5月底起	2006年5月底起		2006年5月底起	2006年5月底起	2006年5月底起
七股樁	2000年6月中起	2000年6月中起		2000年6月至2005年4月	2000年6月至2005年4月	2000年6月至2005年4月
將軍	2008年3月起		2002年1月起	2003年8月起	2003年8月至2008年2月	2003年8月至2008年2月
東吉嶼 A		1981年7月至1988年6月				
安平港 A			1994年至1999年			
安平港 B			2001年7月起			

(資料來源: 中央氣象局, 本研究整理)

## 二、潮汐

水利規劃試驗所於台南七股海域之波浪觀測資料(2002/01~ 2002/12), 顯示夏季季風期間, 波高平均為1.16 m, 週期平均為5.07sec, 波向以W、WSW 與SW方向為主。冬季季風期間, 波高平均為1.14 m, 週期平均為4.75sec, 波向以N與NNW方向為主。另外, 根據水利署七股浮標2006年至2010年每月波高統計資料顯示, 夏季平均波高發生在8月為1.23m, 週期平均為6sec, 冬季平均波高發生在1月為1.22m, 週期平均為4.7sec。

表2.8 七股浮標2006年至2010年每月波高統計表 (資料來源: 中央氣象局)

月份	觀測	最大示性波高				平均示性	平均週期
	次數	波高(m)	尖峰週期(秒)	波向(度)	發生時間	波高(m)	(秒)
1	2190	3.06	6.9	191	20090124	1.22	4.7
2	1990	2.89	7.4	0	20080209	0.97	4.5
3	1570	2.97	6.5	348	20090314	0.86	4.5
4	1256	2.34	7.4	326	20070403	0.76	4.8
5	1618	1.36	5.8	11	20090504	0.5	4.5
6	2659	11.71	15.1	236	20090621	0.82	5
7	2747	7.67	11.6	213	20060714	0.93	5.3
8	2328	9.45		0	20080822	1.23	6
9	2283	4.92	7.4	22	20080928	0.86	5.3
10	2744	4.19	7.4	315	20071006	0.93	5
11	2835	3.75	7.4	0	20071126	1.1	4.8
12	2946	2.97	11.6	292	20081222	1.11	4.7

依據1979~1993年高雄港務局設置在安平商港南護岸之潮位站之觀測資料(呂賜興, 2005)。分析安平之潮位資料所得之平均潮差0.57m、大潮差約為2.14m, 如表2.8所示。另外統計2000年至2003年的各月平均潮位資料, 最高的潮位在8月(圖2.7)。另外, 中央氣象局將軍潮位站資料, 如圖2.8所示, 各月潮位資料如圖2.9所示。

表2.8 1979~1993年安平商港潮位站天文潮位(單位: cm)

潮位別	天文潮位
最高高潮位(HHW)	130
平均高潮位(MHW)	49
平均潮位(MWL)	20
平均低潮位(MLW)	-8
低低潮位(LLW)	-84
平均潮差(mean range)	57
大潮差(spring range)	214

附註: 潮位標高係以聯勤水準系統為準, 其水準零點等於基隆中潮系統。

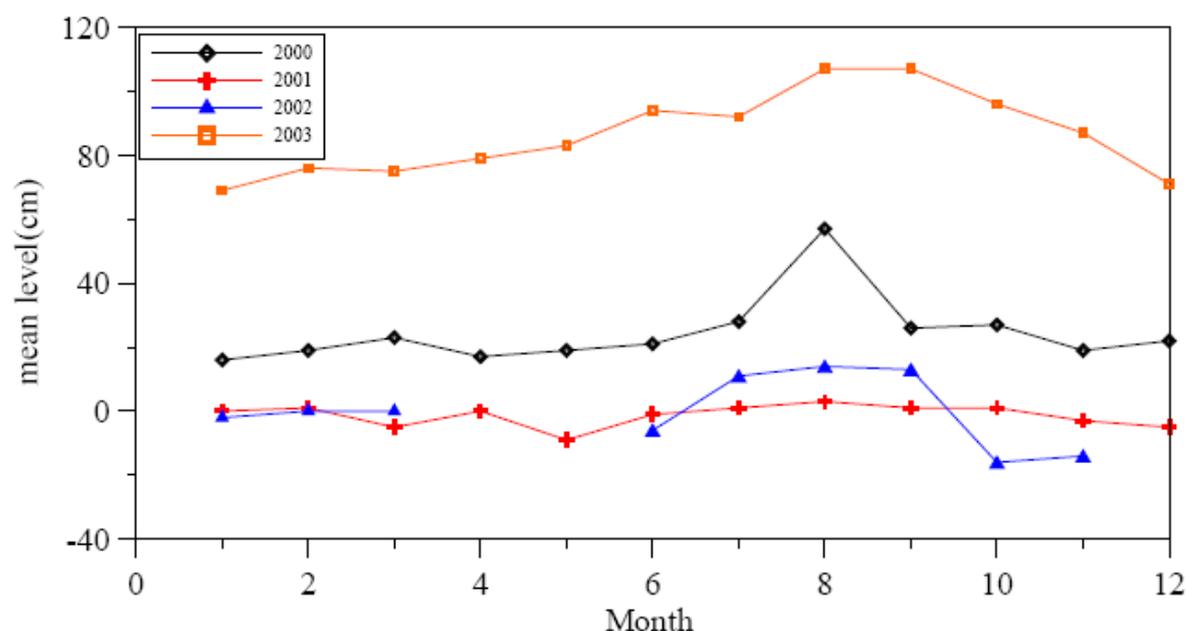


圖2.7 安平潮位站歷年(2000年~2003年)各月平均潮位變化圖

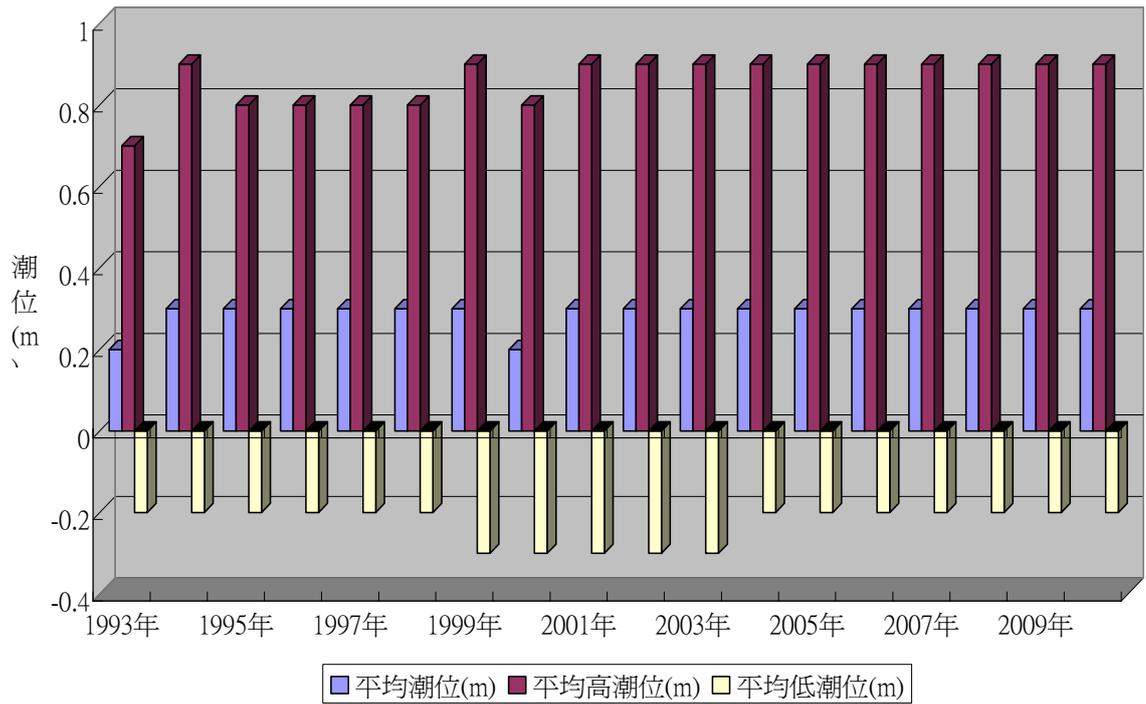


圖2.8 臺南將軍1993-2009年年平均潮位統計圖。資料來源：中央氣象局

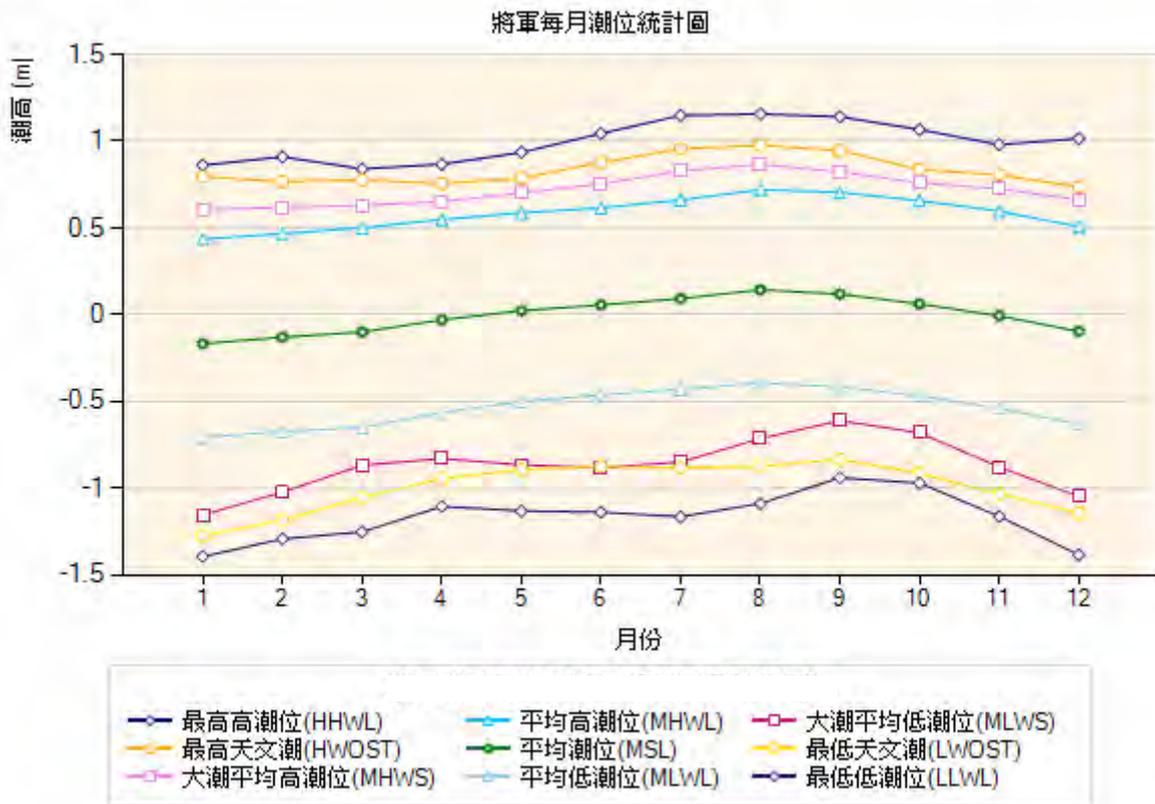


圖2.9 臺南將軍每月潮位統計圖 (1993-2010)。資料來源：中央氣象局

### 三、海流

成大水工所於1982~1983年與1994~1996年監測結果，發現於曾文溪口海域觀測期間，漲潮時海流往NW方向流動，退潮時則轉為SE~ESE向，恆流流向為NW，最大恆流流速為13cm/s，颱風來襲時則最大流速分別增大為100cm/s、111cm/s與134cm/s。二仁溪海域之潮流為半日潮所主宰，流向為南、北走向，觀測期間之最大流速約為77cm/s，恆流流速為6cm/s，恆流流向為西南向。

由表2.9中顯示，成大水工所1996年9月和成大水利系所2000年9月於七股附近海域之流況調查結果，因調查期間各有三個颱風經過台灣附近海域，使流速調查結果偏高。其中，如CK2站的流速調查結果，其主要流速可高達100cm/s。七股防風林至曾文溪口區段海域，流況由北向南大致呈漸減之趨勢，其主要流況分佈由5~55 cm/s轉變為5~40 cm/s，主要流向為NNE與SSW轉NW與SE方向。其潮位站位置如圖2.10及圖2.11所示。

簡仲和等(2004)於2003年9月與2004年1月二個時段在七股防風林附近海域進行流速調查。整體而言，全時段（包括漲潮與退潮）主要流向約與海岸線平行。夏季流速約介於7~78cm/s，冬季流速約介於6~115 cm/s。

簡仲和等(2005) 於2004年6~7月與2004年12月~2005年1月二個時段在七股潟湖海域進行流速調查，結果顯示，夏季流速約介於0~75 cm/s，冬季流速約介於0~77 cm/s。

安平海域之海流流速冬、春季較小，夏、秋季較高。如以2000-2004年的數據來作統計（表2.10），冬季之平均流速為16.3cm/s，流速極值為67.2cm/s，春季之平均流速為17.7cm/s，流速極值為64.9cm/s。夏季之平均流速增為24.3 cm/s，且流速極值達到96.1cm/s。秋季之狀態相類似，平均流速為22.7cm/s，流速極值為95.0cm/s。夏、秋季流速歷年流速平均值為20.2cm/s，極值為96.1cm/s。

歷年來本海域之流速流向變化與潮汐漲退相關性甚高，通常每次流速減至最小時，流向即伴隨轉變，此外其流速大小也會呈現以半個月為週期之變化，即大小潮之變化。而其流速大小以10~35cm/s之間佔大多數，北邊近曾文溪口流速較大，鹿耳門溪口至二仁溪口之間較小，正常氣候情況下本海域流速極大部分會小於80cm/s，但在颱風經過期間其最大流速曾高達134.5 cm/s。至於流向之變化，則呈現漲潮時沿岸往北，退潮時沿岸向南，此外由於台南市海岸線為一個彎曲型

海岸其自北而南的走向變化，由曾文溪口的西北-東南走向到二仁溪口漸漸轉變為北-南走向，因此歷年來各測站之流向變化也與測站所在位置之海岸線走向有關，測站偏北邊時，流向偏西北-東南走向，測站較偏南邊時，流向就偏北北西-南南東走向，即近乎平行海岸線方向。

表2.9 台南海域流速與流向統計表(簡等人，2002)

期間(年/月)	位置	站號	水深 (m)	主要流速 分佈 (cm/sec)	主要流向	
成大水利海洋 研發基金會 1996/ 8~10	將軍至 七股	CK1	-10	0~70	NNE	SSW
		CK2	-8	0~100	NNE	SSW
		CK3U	-10	0~75	NNE	SSW
		CK3D	-10	0~50	NNE	SSW
	七股	CK1	-10	0~75	N	S
成大水利系所 2000/ 9	七股	A	-5	5~55	NW	SE
		B	-7	5~55	N	S
		C	-5	10~55	NNW	SSW
		D	-7	10~55	NNW	SSW
2001/ 6	七股	A	-5	5~55	WNW	WNW
		B	-7	5~50	NNW	S
		C	-5	5~40	N	SSW
		D	-5	5~25	ENE	SW
2002/ 1	七股	A	-5	5~40	NW	SE
		B	-8	5~45	NNE	S
		C	-5	5~55	NNE	SSW
		D	-5	5~50	NNE	SSW
成大水工所 1995~1996	鹽水溪 至曾文 溪間海	TN1	-5~-10	15-35	WNW~NW	SE
		TN2	-5~-10	15-35	WNW~NW	SE
		TN3	-5~-10	20-45	WNW~NW	SE
2004/5	曾文溪 □	C1	-9	11	NW	
2004/10		C1	-9	7.8	NW	

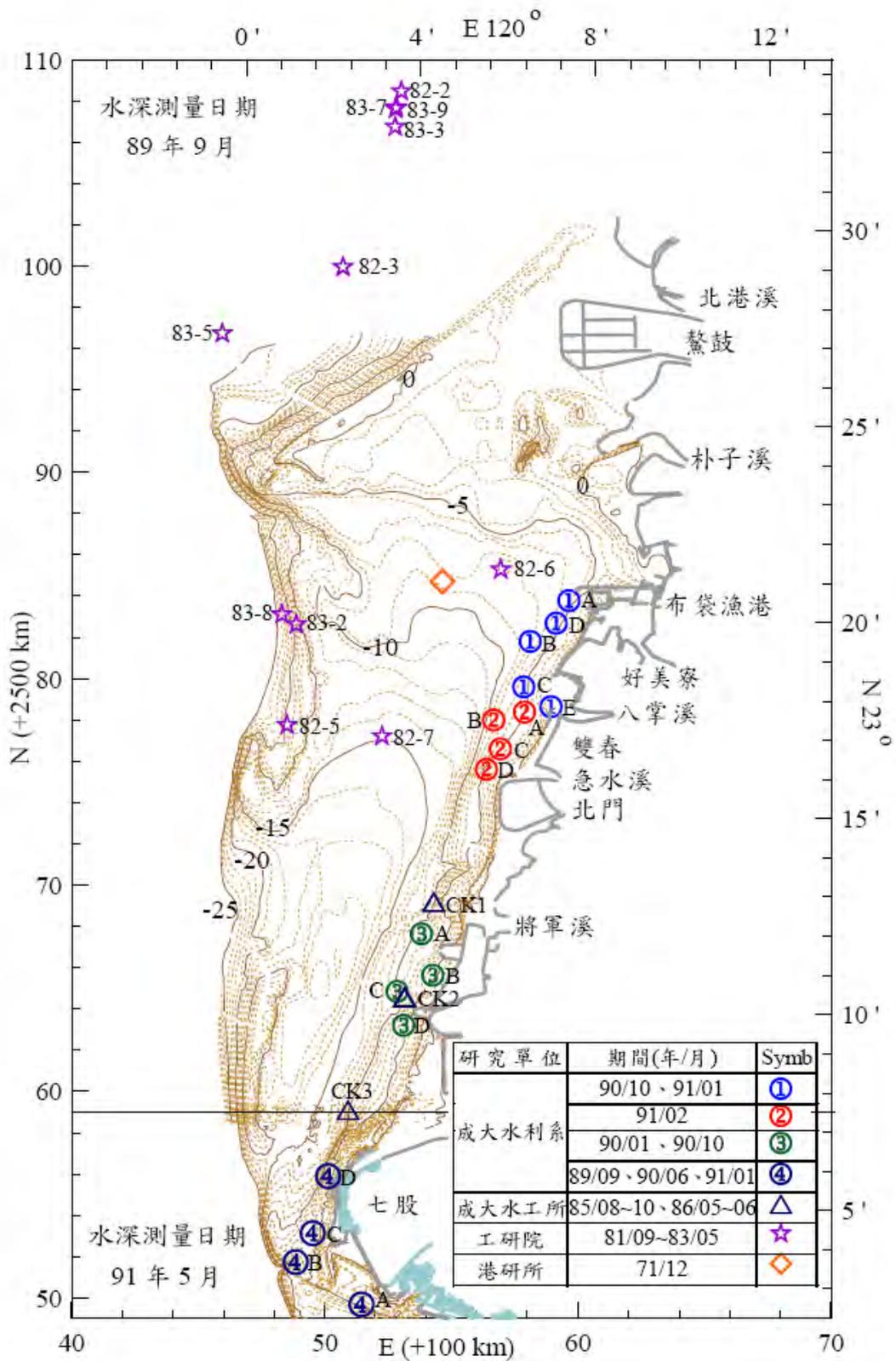


圖2.10 北港溪至七股海域海流觀測站地理位置圖 (簡等人, 2002)

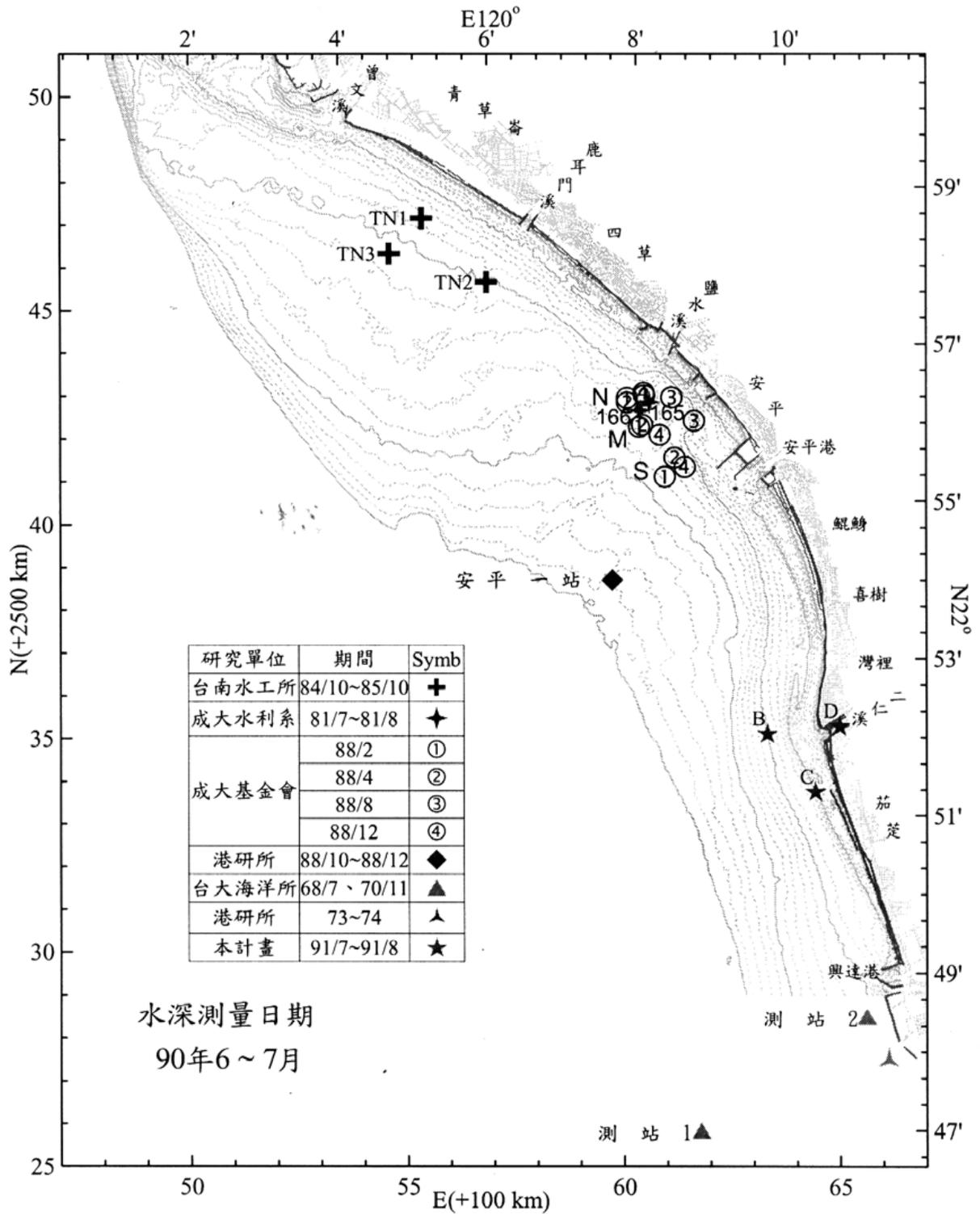


圖2.11 曾文溪口至達興港海域海流觀測站地理位置圖 (簡等人, 2002)

表2.10 安平港歷年海流觀測月平均流速和極值統計

月份	平均流速 cm/s	流速極值 cm/s	極值流向
1	17.1	55.2	SSE
2	15	51.3	NW
3	15.8	50.5	NNW
4	17.6	54.8	NNW
5	19.1	64.9	NNW
6	21.3	88.3	SE
7	25.4	96.1	NW
8	25.2	91	NW
9	21.4	95	NNW
10	23.1	95.7	NNW
11	20.8	82.1	SE
12	21.2	67.8	NNW

交通部運輸研究所（2004）

#### 四、海岸漂沙

安平海域漂沙受不同季節風影響，冬季時臺灣海峽盛行東北風，風浪由北往南形成近岸向南之沿岸流，沿岸漂沙往南；夏季時臺灣海峽則盛行西南風，風浪由南往北形成近岸向北之沿岸流，沿岸漂沙往北。不過，安平海域位於臺灣西南部，沿岸走向為北北西至南南東方向，對於東北季風形成天然屏障，因此風浪較小；但是西南風則可長驅直入，大浪在近岸碎波後，產生強烈往北沿岸流，攜帶大量漂沙。再加上夏季多颱風，使夏季輸沙活動比冬季活躍，因此安平海域漂沙優勢方向應是由南往北。

在漂沙特性方面，依成大水工所之現場捕沙調查顯示（成大水工試驗所，1997），頂頭額沙洲南端以北之海域，當風浪較小時，海潮流對海岸漂沙的影響較大，在5~10 m水深處之漂沙主要呈S~N或NE~SW走向，大致與海岸線平行。在水深2 m水深處，漂沙方向則轉為垂直海岸之E~W向或NW~SE走向，淨漂沙方向主要為向岸方向。然而在東北季風盛行之冬季，頂頭額沙洲南端以北之台南縣海域，其風驅流與波浪所引起之沿岸流均呈現由N往S之走向，致使台南海域之優勢漂沙方向係由N往S。

### 第三節 海岸變遷

#### 一、早期海岸變遷的歷史

方偉達、楊孟潭(2007)、張瑞津、石再添(1996)及李淑玲(2006)研究發現近三百多年來臺南地區海岸變遷十分顯著，整體向西推移達 13 公里。李淑玲(2006)更將近三百多年來，台江地區海岸的變遷階段區分如下：

1. 台南期海侵(約 6500~5000yr B.P.): 約一萬多年前，全球暖化，海平面上升，造成海平面向陸地侵入當時海岸線約在今天的新埤、大內、那拔林、關廟、龜洞一帶。雖然此後約一千年間海岸線逐漸向西退去，但台江仍處於海域中。
2. 大湖期海侵(約 4000~3500yr B.P.): 海平面再度因氣候暖化而上升，海岸線約在麻豆、佳里、安定、善化、大灣、中洲一線。台江逐漸浮現海域邊緣，同時也出現沙崙、台南沙丘。
3. 17 至 18 世紀：17 世紀，荷蘭人測繪的海圖中，出現了 17 世紀台灣西南沿海洲瀉海岸的地形特徵，由北而南有倒風內海、台江內海、堯港內海等規模較大的瀉湖，在這些瀉湖的西側有許多濱外沙洲羅列。此時的海岸線大致沿山子腳、佳里、西港、港口、新市、洲子尾、鹽埕、湖內一線。其中北起古曾文溪口(今將軍溪)，南到二仁溪口，與濱外沙洲圍成台江內海，海域面積約 350 平方公里。
4. 根據盧嘉興(1981)的敘述，康熙年間台江內海的海岸線大致北起歐汪溪口(將軍鄉山子腳西邊)，南伸至卓加港(七股鄉篤加)，向東彎至含西港(西港鄉蚶西港)、西港仔港(西港鄉西港)、管寮港(安定鄉管寮)、直加弄港(安定鄉安定)、灣港(安定鄉港口，及目加溜灣之港口)、洲仔尾(永康市洲仔尾)、柴頭港(草頭港)、歷郡城(台南市)。因此據此估計，今日之西港、含西港一線以西在當時全為內海，直到灣裡溪(古曾文溪)改道，使得台江內海因泥沙淤積而浮覆。
5. 到了 18 世紀中期後，海水、河流不斷的挾帶泥沙淤積，台江已浮沙四起。此時的台江內海已經是處處暗沙，漲潮時淹沒在海水中，退潮時則隱約可見，台江海域逐漸陸化。隨著泥沙淤積，海岸線逐年的向外延伸，昔日的港灣河汊多成為陸埔，並遭到百姓圍墾，乾隆年間向忠里東西保的許中營、灣港、含西港、管寮、西港一帶，就引起了居民的爭奪。

6. 19 世紀: 1823 年受到暴風雨的影響，原本在蘇厝甲與槓仔林附近北流，經蕭壠（佳里）、歐汪、史榔甲（山仔腳）入海的灣裡溪（曾文溪）因暴雨後挾帶大量的泥沙，沖毀了蘇厝西岸，並改道向西港南方流入台江內海，經由鹿耳門溪入海，台江內海於是陸浮，海岸線迅速向西推移。

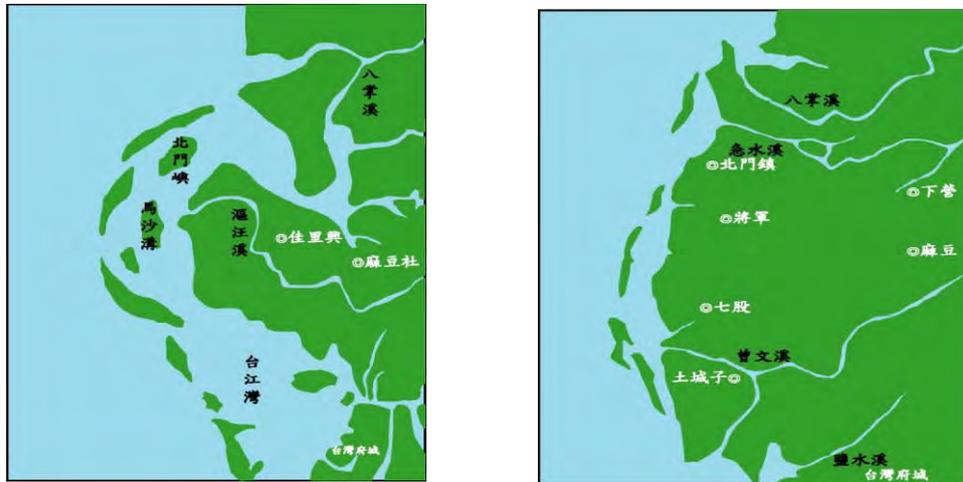


圖2.12 古臺南地區海岸地形圖（左圖為18世紀中葉臺江灣澳中期，包括臺江灣及倒風內海，內海面積323平方公里；右圖為19世紀末臺江灣澳末期，因1822年漚汪溪因為山洪爆發而改道及其他因素而不復見上述海灣，並形成現在的曾文溪）（資料來源：方偉達、楊孟潭，2007）

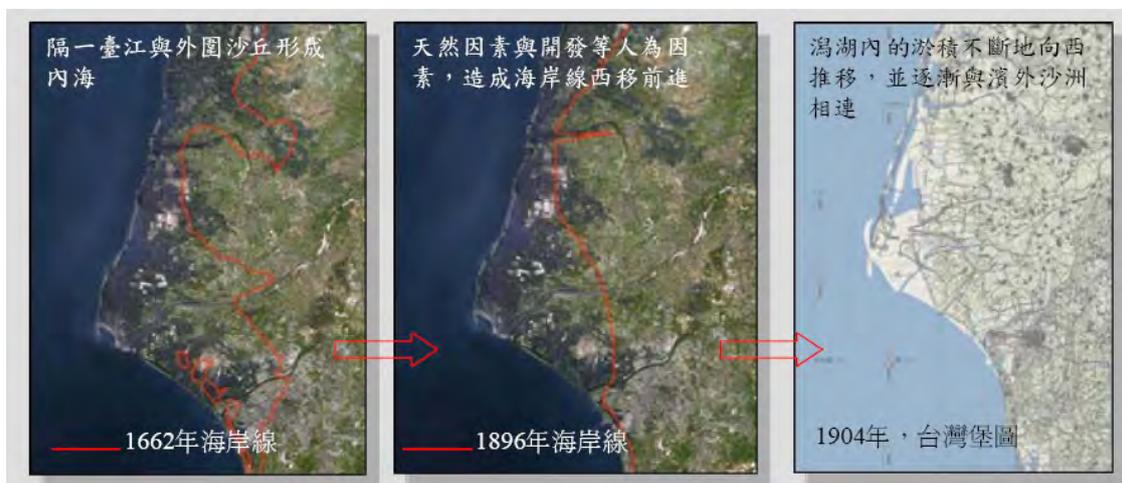


圖2.13 台江國家公園海岸變遷圖（資料來源：內政部營建署，2009）

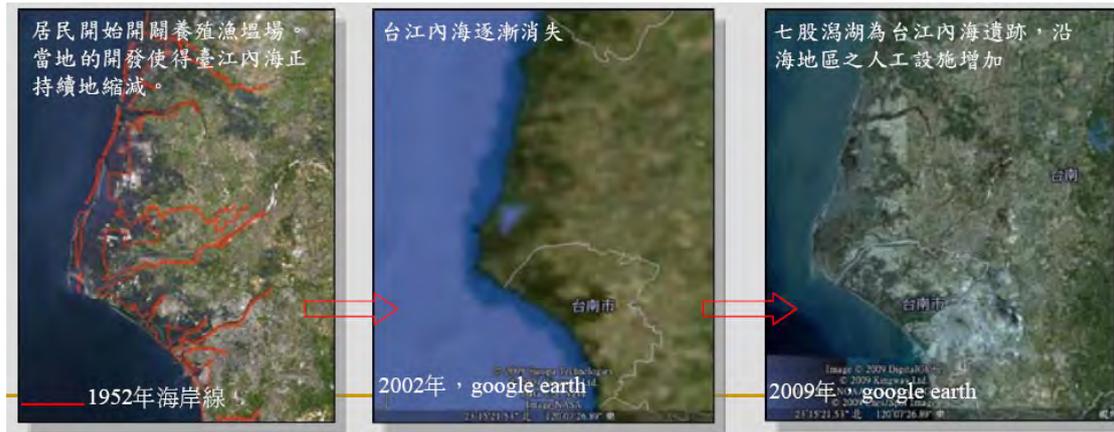


圖2.14 台江國家公園海岸變遷圖（資料來源：內政部營建署，2009）

## 二、近期海岸沙洲、潟湖變遷

在台江國家公園範圍內的沙洲由北至南分別為青山港沙洲、網仔寮沙洲、頂頭額沙洲、新浮崙沙洲、曾文溪口離岸沙洲、台南城西濱海沙洲(圖 4)，七股潟湖地形主要由前三個沙洲所構成。

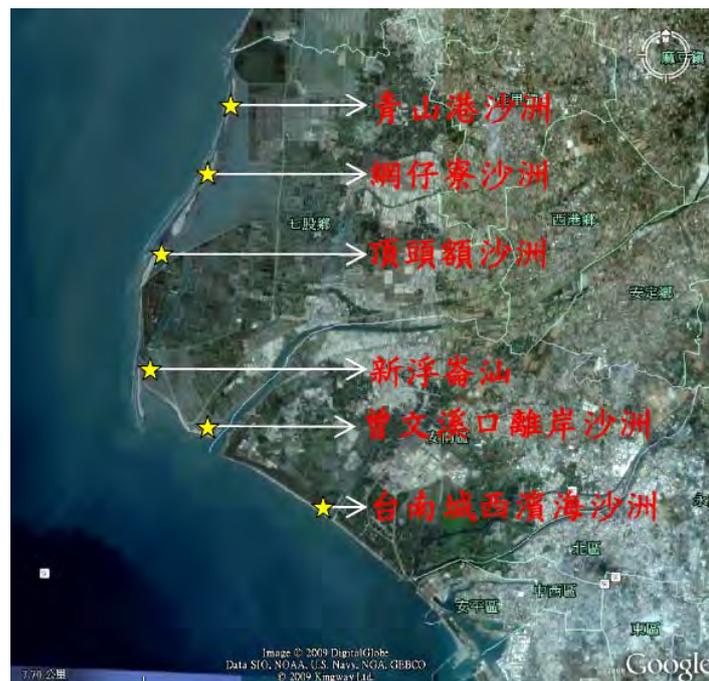


圖2.15 台江國家公園管理處海岸沙洲位置圖（資料來源：內政部營建署，2009）

七股潟湖是舊台江內海經人為及自然因素的淤淺和收縮之後殘留的部分(林宗儀，2007)，是台灣有史以來，也是目前殘存的最大潟湖(陳肅容，1999)。其位置在台南海岸青山港沙洲、網仔寮沙洲和頂頭額沙洲等沙洲的內側，外形略呈

三角狀，外側的細長沙洲島是底邊，三角頂點處是七股溪進入潟湖的入口處(林宗儀，2007；謝國興，2003)。其扮演了包括七股、西港、佳里、將軍及麻豆等地區重要的防洪功能。

七股潟湖之所以成為全台灣最大的潟湖，是由於台江地區具有台灣西岸年輸沙量最大的四條河流，當中二仁溪( $36,110\text{MT}/\text{km}^2$ )、曾文溪( $26,457\text{MT}/\text{km}^2$ )、鹽水溪( $10,285\text{MT}/\text{km}^2$ )旺盛的輸沙堆積作用加上濱外沙洲七鯤鯓、北汕尾島、海翁線、青鯤鯓等圈圍，造成龐大的潟湖(謝國興，2003)。

七股潟湖於 1925 年前曾文海埔地尚未開發且河川上游亦多未興建大型水工構造物，七股潟湖海側沙洲地區獲得充沛的漂沙補給，其灘線變遷幅度相當大，且沙洲多有向海側展延之現象。然而隨著曾文海埔地之開發及曾文溪上游水庫及攔河堰興建，潟湖沙洲灘線則有往陸側方向後退之情形，且單單 1966 年至 1989 年期間，潟湖沙洲整體之灘線平均就共後退了 280m(財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會，2006)。

以 2003 年的數據來看，七股潟湖的面積已縮減為 1,119 公頃，為 18 世紀中葉的 28 分之 1，1926 年的 5 分之 1(方偉達、楊孟潭，2007)。曾以帆及許榮中(2005)在七股地區繪製濱線，觀測時間的尺度自 1961 年至 2003 年，觀測頻率為三期，顯示出該區地形上的變遷劇烈，海岸線向陸地方向後退，七股潟湖的面積亦逐漸縮小。面積減少之餘，七股潟湖近岸陸側已大量被開闢為漁場或鹽田(趙榮宗，2006)。

吳哲榮、吳啟南(2003)利用遙測技術分析台灣西海岸近 50 年變遷，結果顯示 1947-1980 年間台江地區海岸大致呈堆積成長，然而近數十年由於種種人為因素，西南海岸各離岸沙洲為全台西海岸侵蝕最嚴重的五個地區之一。受東北季風影響，此區所有沙洲皆有往南、往內陸漂移後退的現象，以曾文溪出海口來說，50 年來往南漂移了 1.5 公里。

邵廣昭等人(1998)曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究總計畫成果發現曾文水庫之興建啟用減少河口附近海岸之建造所需之細沙、曾文溪沿岸地形動力屬於由波浪主導之型態，已進入長期侵蝕的階段。趙榮宗(2006)也指出七股潟湖雖然有明顯遮蔽效應，但沙洲間的潮口附近有流速增大現象，可能會對潮口造成沖刷，特別是在伴隨季風、颱風的影響之下。

此外，許泰文等(2000)蒐集環島潮汐、波浪、近岸流場、漂沙特性及歷年海岸線變遷進行分析，提供數值模式參數之率定及研判海岸線變遷趨勢。簡仲和等(2002)台南海岸觀測調查分析調查自曾文溪口南岸至興達港北側海岸及二仁溪口之水深地形、潮波流及漂沙資料，與往年測量調查成果比較，探討海岸水深侵淤變化之特性。

海岸變遷模擬預測與量測方面，趙榮宗(2006)使用海岸變遷模式 GENESIS 對青山港沙洲南段進行模擬，結果相當程度地準確預估了一年後的海岸線狀況，有進一步應用於台南縣海岸線變遷預測的可能。該研究同時指出實測資料的重要性，然而近岸水理現象和漂沙活動量測困難，以致無法和數值模擬的情況做驗證。

青山港沙洲位於將軍溪出海口南側、七股溪出海口與曾文溪口北側之間，在1991年~1997年期間受到將軍漁港與青山漁港西南航道興建之影響，青山港沙洲遭截斷(曾以帆、許榮中，2005)，將軍漁港南側沙洲近年來已消失(趙榮宗，2006)，其南段爾後與網仔寮沙洲連接。因此，洪敬媛及林宗儀(2008)將網仔寮沙洲範圍定義為，分佈於七股瀉湖外側，自青山漁港西南航道以南，頂頭額汕北潮口以北者，皆為網子寮沙洲。

網子寮沙洲大致以北北東向南南西方向，呈長條狀延伸，原長約六公里，寬則約數十至數百公尺不等，北以七股瀉湖之北潮口與青山港沙洲相隔，南以瀉湖之南潮口與頂頭額沙洲相鄰。

網子寮沙洲位於青山港沙洲南側，根據水利規劃試驗所之調查分析，網子寮沙洲由1961年至2000年間本段海岸幾乎呈現全面侵蝕情形，其中青山港沙洲南段已受青山漁港西南航道興建所阻斷，平均每年侵蝕幅度約達11.0 m/year(趙榮宗，2006)。

依據歷年衛星影像資料的分析，網子寮沙洲長期以來有漸往南和往東(往內陸)遷移的趨勢(Hsu, et al., 2007)，但最近十年來地形上的變化尤其劇烈。首先是南段的沙灘，開始有海岸線後退的情形，在1996至2000年的四年間，大約後退了數十公尺。致南段原有的寬廣灘面和海灘平台及連續沙丘地形亦逐漸消失。濱線快速後退的結果，也導致原人工種植，離岸約上百公尺的防風林木，亦紛紛倒塌。

洪敬媛及林宗儀(2008)研究網子寮沙洲變遷結果指出在冬季(2004年底至2005年初)可發現不論北段和南段沙洲，都有往南延伸的現象。在夏季2005

年或2006年都可看到沙洲北段產生新潮口，新潮口附近明顯往東移動。因此，在夏季颱風事件作用中具有重大影響，大部分會產生擴大潮口，但亦可能使潮口癒合，是沙洲形態變化的主因。其中對沙洲海側的影響大於潟湖側，且北段沙洲大於南段沙洲。

台南城西濱海沙洲位於青草崙海岸，台南市青草崙海岸段長約5公里，介於曾文溪口與鹿耳門溪口之間，1985年於青草崙海岸北段建有混凝土陡坡面海堤保護，堤前坡度1:2，堤前有亂拋之塊石與消波塊保護堤基。根據吳盈志、劉景毅、溫進丁（2006）等研究此段的海岸變遷可分成幾個時期：

1.1962年-1975年：除了曾文溪口河道南岸有侵蝕外，青草崙海岸線呈現全面性往海側移動之淤積型態，尤以曾文溪口南側海岸增加幅度最多，最大處海岸線外移約500公尺，往南則淤積程度遞減。

2.1975年-1982年：侵蝕區域仍於曾文溪下游河道南岸並擴展至今日海堤(不含河堤)往南約300公尺處，再往南至海防哨所之海岸線則維持大致不變的情形，其餘青草崙海岸仍舊維持淤積情形，然淤積之程度已大為減小。

3.1982年-1989年：此期間海岸線之變化圖，除曾文溪口河道南岸轉為淤積型態外，青草崙海岸南北侵淤趨勢大致相同，然侵蝕區域則往南續延伸至今日混凝土海堤南側，而今日卵石坡面海堤及其南側海岸則維持岸線侵淤平衡。

4.1994-2003：青草崙北段海岸在此十年間岸線變化趨勢為持續後退，而南段海岸於1996年由原本的侵蝕後退轉呈淤積前進（圖2.16）。

吳盈志、劉景毅、溫進丁（2006）研究結果顯示青草崙海岸北段混凝土海堤，十多年前提前已無沙灘，颱風波浪可直接拍擊堤面，有時會導致海堤局部受損；而南段自然沙丘海岸仍有100多公尺寬，颱風波浪來襲時會將近岸沙土帶往水深2~4m處形成海底潛丘，但近幾年的岸線資料顯示此段海岸線變化呈平衡穩定狀態，據此推測季節波浪還是會將沙土推回岸邊。

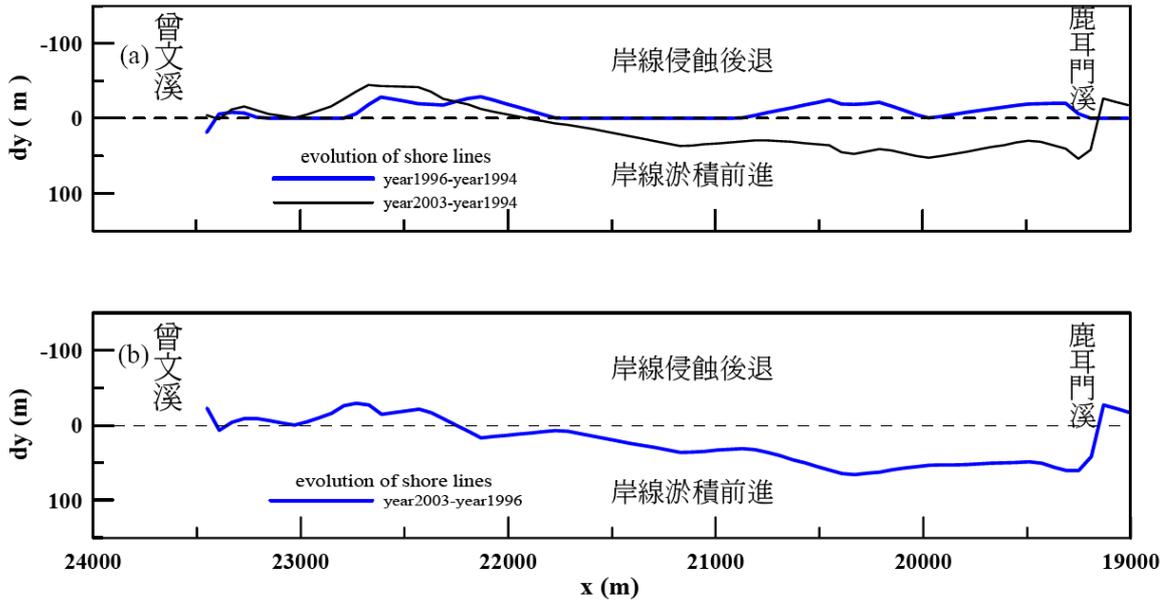


圖2.16 青草崙近十年之海岸線變遷及岸線變化量（吳盈志、劉景毅、溫進丁，2006）

#### 四、影響沙洲潟湖變遷主要因素

潟湖和其前方的沙洲在海岸地形上是一個不可分割的環境系統，因此常合稱為洲潟海岸系統(barrier-lagoon system) (Davies, 1994; Oertel, 1985)。外側沙洲在地形和環境作用的變遷，常進而影響到潟湖的沈積作用並造成地形上的變動，但如何影響，會造成甚麼衝擊，則少有研究深入探討(林宗儀，2007)。若以自然及人為因素作粗略區分而不探討之間的關係，參考趙榮宗(2006)、吳哲榮、吳啟南(2003)及鄭秀娟(2007)，潟湖變遷受到自然因素主要如下：

1. 颱風、暴潮：颱風可迅速改變海岸地形（吳哲榮、吳啟南，2003），侵襲沙洲造成沖蝕及越頂而攤平沙洲。
2. 季風：夏季西南季風、冬季東北季風。東北季風是台灣西南海岸變遷的主要因素，使得長期漂沙由北往南(吳哲榮、吳啟南，2003)。冬季東北季風還會帶來小型沙塵暴，致使沙洲高度減少，加速侵蝕危機(方偉達、楊孟潭，2007)。
3. 波浪、潮流：七股潟湖的地形資料和沈積物取樣分析顯示，潟湖內部地形變化和沈積物的傳輸與潮汐作用密切相關(林宗儀，2007)。外側網仔寮汕沙洲近十年來快速的地形變遷、新舊潮口的形成與頻繁的閉合變動，也使得潟湖內部的潮流運動模式跟著產生變動。潟湖內部的潮流運動模式變動會促

進沈積物淤積使潟湖迅速淺化，抑或促進沈積物的侵蝕作用，值得更進一步進行模擬分析(林宗儀，2007)。

張瑞津、石再添(1996)發現西南海岸平原的環境變遷和早期居民為了爭奪土地圍墾等人類活動密切相關。該研究指出海岸平原地區向為人口稠密地帶，地形變遷與人類生活息息相關，造成洪患威脅、土地利用改變、沿岸聚落興衰、土地權屬爭議及行政區界劃定等方面的影響。而人類擴張聚落、興建水庫、修築堤防、開鑿渠道、海埔地圍墾等作為也造成天然地形變化。重要影響因子說明如下：

1. 水庫：興建水庫造成河川輸沙銳減、洪水溢淹。曾文溪河口因上游曾文水庫的興建將泥沙堵住後，造成海岸線後退。為了防止海岸線的後退與陸地的不斷流失，只好用消波塊不斷地進行海岸線防護的工作(張睿昇、戴昌鳳，2003)。
2. 凸堤等海岸設施：沿岸流漂沙動態受防波堤等結構物影響。
3. 地層下陷：吳哲榮、吳啟南(2003)研究結果顯示河川整治、地層下陷是導致1980年後海岸侵蝕後退的重要原因。地層下陷肇因於地下水的超抽與地層壓密等因素。2004年水利署數據顯示台南地區年平均下陷率為2.8cm/year，持續下陷面積約34.3平方公里(趙榮宗，2006)。根據財團法人成大研究發展基金會(2008)台南地區的地層下陷狀況目前正以二年一次的頻率監測當中。
4. 外海抽沙：七股台區鹽田（位於七股鄉鹽埕村西、北側地區，面積386公頃）為1935年抽沙填海而成，加以後續沿海工業區抽沙填陸，沙洲呈現明顯退縮(鄭秀娟，2007)。
5. 氣候變遷：全球暖化導致全球海平面上升，相對增加沙洲被淹沒的可能性。
6. 海埔地開發：圍塹、曬鹽、墾田、建地、築壩、港口等開發，已證實將軍港的興建對周圍地形影響很大。
7. 漁業活動：漁民佈放的蚵架和定置漁網，除主潮流道為航道外，因設置密度高，也相當程度的干擾了潟湖內潮流的運動，可能使懸浮泥質更容易沈積，加速潟湖的淤淺(林宗儀，2007)。

## 五、海岸防護

七股漁民為保護七股生態資源，自發於1997年底成立七股海岸保護協會。

在多年的自主參與地方事務經驗下，於 2007 年 1 月 5 日發動潟湖週邊村落的 300 多名漁民志工，以「牽手護沙」活動方式，共同完成長 300 公尺的竹枝攔沙工作，也主動參與「竹枝工」、「植生」等工作(鄭秀娟，2007)。此外自 2008 年 6 月起，七股海岸保護協會動員每個月 1 次至數次的海岸監測，紀錄定點沙丘變化及海岸線變遷。

近年監測顯示沙洲流失、潟湖沙洲變遷仍然相當劇烈。由於潟湖介於沙洲和陸地之間，對於陸地的災害防護是一道非常重要的緩衝帶，兼具滯納洪水或暴潮的功能。若潟湖迅速淺化或縮小，將使沿岸村落帶來許多致災的可能性(林宗儀，2007)，加上七股潟湖為台灣最大的潟湖，為台江沿海居民生計依賴之處，因此持續的沙洲、潟湖變遷監測了解潟湖環境的沈積作用與地形動力及地形變遷的趨勢、沙洲保育研究以及地景美學保育研究可為未來研究首要項目。

簡仲和等(2004)建議七股防風林北緣及頂頭額汕北側淺灘生成工法成效以及新浮崙沙洲變遷實施長期監測，以了解波流、漂沙與地形變遷機制；此外也建議長期監測七股潟湖沙洲及鄰近水深地形，做為潟湖沙洲防護重要參考。海岸地形變遷的研究成果可提供政府在擬定海岸保護及海岸永續經營管理策略時之必要的科學參考，以確實維護一個兼具漁業生產、生物多樣性及安全防護功能的潟湖環境(林宗儀，2007)。

## 第四節 產業發展

台江國家公園鄰近地區之產業方面，就歷史上的重要性區分為鹽業、漁業、其他產業等三大項目，資料蒐集及分析說明如下。

### 一、鹽業

以下敘述鹽業資料蒐集現況。根據研究主題，主要可分為為鹽業的發展歷史、鹽業社會文化、鹽村聚落及 2002 年停業之後的狀況。

#### (一) 鹽業發展史

根據李健盟(2008)台江的鹽業從明鄭時期開始，日據時代開始大規模發展，光復後又經國營、民營的階段直到 2002 年工業產鹽結束，正式轉型生化科技業及觀光業才算結束了這三百多年大規模鹽業發展的歷史。這段期間曬鹽時常受氣候因素而鹽田被迫遷徙，因此歷經時代改變及科技進步迫使鹽業不斷轉型、鹽產業的多元文化都是有不少人作過研究的主題。

從日據時期最早以大量外銷為主的天日鹽及工業用鹽、光復後成為國營事業「台灣製鹽總廠」，逐漸以機械化製鹽取代傳統曬鹽方式，轉變為以工業用鹽為主，以量取勝的模式，到 2001 年由於劃設四草野生動物保護區廢棄，2003 年又因驚覺其交雜的文化景觀所帶來生態影響的衝擊，而重新復育部分鹽田。

#### (二) 鹽業文化

鹽業文化包含諸多面向，例如鹽戶的生活作息文化、生命禮俗、宗教、民謠、詩歌、停作時期的補貼產業文化、社會關係及工具特色等。

在產業季節性方面，鹽業受到「大汛期」、「小汛期」和「休作期」的影響，村民的勞動力流向其它補貼產業，使得產業型態十分多樣，例如，鹽戶常於休作期進行漁撈活動，又如台南縣北門地區和台南市鹽田里就有許多傳統木匠師傅的文化等(鹽田生態文化村網站)。

#### (三) 近年鹽場發展

綜合整理李健盟(2008)、鹽田生態文化村網站、台灣鹽博物館網站、七股鹽山網站、台南市政府網站、及財團法人成大研究發展基金會(2009a)，目前鹽業生態旅遊活動主要景點如下：

#### 1.七股鹽場(台江國家公園週邊):

七股鹽場由台鹽經營，推出鹹冰棒、鹽滷健身池和民宿等鹽相關產品，頗受遊客歡迎，使七股鹽山轉變成一個知名的觀光景點。2010年5月還推出新創意玩法-利用海水濃度達17波漾、與以色列死海相媲美的浮力建造的海水漂浮池「不沉之海」，其原料海水來自曬鹽之滷水，礦物質之含量達數十種之多。此外，也有鹽友關懷協會在此配合推出讓遊客進行收鹽體驗等生態旅遊活動(雲嘉南國家風景區管理處網站、私人通訊)。

#### 2. 鹽田生態文化村(台江國家公園內):

包括台江鯨豚館、台江鯨豚救援中心、台江鳥類生態館、台江水族館。還保留有許多重要的鹽業文化資產，供參觀各種鹽業發達時期場所的利用方式，如：傳統瓦盤製作之鹽田瓦盤文化廣場、放置工具及漁具的鹽民倉庫、民國41年的鹽村落成紀念碑、讓鹽工就近鹽田就醫的鹽工診所、堆放包裝鹽的製鹽倉庫、鹽山、運鹽碼頭、鹽警所、鹽田、鹽場辦公室。此外介紹瓦盤製鹽產業、鹽田文化、鹽田創意產業等，並結合賞鳥、認識濕地即自然生態等天然資源、在文化工作者與當地居民合作下，以現有房舍成立文化創意工廠，有刺繡、編織、木工、雕刻等四個工作坊。讓遊客可以親自參與創作，做出屬於自己的作品。

#### 3. 台灣鹽博物館(台江國家公園週邊):

由台鹽所創立的台灣鹽博物館，是目前台灣唯一有關鹽產業的主題博物館，館內保存著台灣超過三百年的鹽業文化資產與紀錄。位於七股鹽場旁，在2005年元月正式開館，是一棟雙金字塔造型的白色建築物，館內收藏台灣鹽業相關的機具、文物、圖片與資料十分豐富，還可聽鹽民講古，看到台灣鹽業發展的完整歷史。

#### 4. 七股鹽山(台江國家公園週邊):

園區僅存之鹽山主峰，原屬七股鹽場之晒鹽堆置場，現為七股觀光地標。此外，園區內還設傳統土、瓦盤鹽田、扇形廣場、鹽屋、鹽雕及利用「鹽素」所規劃的各類設施，供遊客體驗及緬懷台灣曬鹽產業辛苦。由台鹽經營。

## 二、漁業及養殖業

台江內海未淤積前，外濱沙洲島嶼形成的潟湖一直是沿海居民維生的漁業活動場域。1823年曾文溪大幅改道及泥沙淤積之後更利於底棲生物繁殖及漁業

發展。然而台江沿海地區缺乏良港，船舶出入不便，夏季多颱風、冬季又有強烈季節風，初期漁民多是利用沿海地區的潮間帶、河口交界處，從事沿岸漁撈活動。目前漁業方面文獻以七股潟湖地區的漁業探討為多。以下主要從漁業方式、社會文化及文化景觀陳述文獻論述。

### （一）漁業方式

台江漁夫因地制宜的演化出適應區域的漁法。台江漁業方式的演變歷史根據(傅朝卿，2010)可大略分為傳統漁業方式及新興漁業方式。

養殖業的漁業方式由於沿海漁撈漁業的產量仍供不應求，因此在發展漁業的同時，台江地區的養殖業也蓬勃發展，演化出濱海地區特殊的漁業殖墾形態。台江地區的養殖業大致可分為潟湖淺海養殖及內陸魚塭養殖（陳肅容，1999、傅朝卿，2010）。邵廣昭、郭世榮（1996）台南縣淺海養殖面積約佔台灣之 17%（2,381 公頃），而七股淺海養殖面積約佔台南縣 42%（983 公頃）。七股鄉之養殖魚塭約七千多公頃，其中約六千多公頃鹹水魚塭環繞七股潟湖，即七股鄉之鹹水魚塭養殖面積約佔全縣 82%，可見七股鄉在全縣水產養殖之地位非常重要。七股潟湖是陸上魚塭及七股海域的緩衝水域，潟湖的貝類養殖，因其有濾食浮游生物及其他有機物質之特性，故有淨化水質之功能，發達的淺海貝類養殖，除提供良好水質的海水供魚塭使用外，且有淨化魚塭所排出優養化池水功能，使七股外海之海水保持潔淨（陳餘鑒、黃蕙敏，2010）。

### （二）漁業產值

漁業產值方面，七股地區靠著潟湖豐富的懸浮生物和貝類資源養殖牡蠣，養殖漁業已有三百多年歷史，讓七股潟湖成為台灣數一數二的牡蠣產地。目前七股潟湖是台南縣沿海地區唯一劃設「漁業權」經營管理的淺海養殖區，總計劃分為 11 區，合法面積為 1017 公頃，據居民表示其中龍山漁民為主約佔 60%（何立德等，2009）。張長義（1995）之研究，七股已是台灣新興之海水類繁殖重鎮，1994 年僅七股地區所繁殖的黑鯛類苗，其實際銷售類苗產量約為 1,715 萬尾（不包括未銷售量），約佔全台灣黑鯛類苗來源 1/2 以上，不僅如此，七股地區尚繁殖有赤翅、黃錫鯛、石斑、七星鱸、烏類與紅糟等高經濟價值魚種及虱目魚，成為全國重要魚苗來源地區。

### （三）漁業文化景觀

陳肅容(1999)也認為潟湖區居民對七股潟湖自然生態的知覺、認識及瞭解，輔以其利用潟湖區資源從事漁業活動、每日規律而具脈絡的時空經驗，已使七股潟湖不僅具備漁業活動的空間功能，對漁民而言，七股潟湖區已成為充滿意義的空間。

鍾均玟(2010)建議加強漁業文化景觀的保存維護管理：(1)加強居民的認同感與地方意識，透過參與式機制，納入居民的意見；(2)將文化景觀內涵活化於生態旅遊；(3)合理開發與節制運用漁業資源等，可為未來研究的重點。

### 三、其他產業

在漁業、鹽業之外，地理條件上經常受天然侵淤變動影響的台江地區還曾經出現過許多其他產業，如農業、廢五金業、及近年活絡的生態旅遊產業等。

#### (一) 農業

台南縣黑面琵鷺保育學會針對七股的鹽分地帶做過一些關於農業歷史的整理，其中包括牛蒡、胡蘿蔔、綠肥植物、番薯、紅蔥頭、大蒜、稻米、甘蔗、胡麻、花海等等。

#### (二) 廢五金業

黃后秀(2002)討論台江聚落灣裡的產業變遷，提出終戰後，政府推動一系列的國家經濟建設，促使灣裡傳統一級產業進行一連串的變遷，如鹽業廢止、農漁業轉型，民國70年代後，灣裡進入工業社會，廢五金工業特別興盛。雖改善了灣裡的經濟生活，卻改變地方之社會價值觀，引起環境汙染、輕視教育等結果。

#### (三) 生態旅遊

近年來，台江地區出現高人氣的生態旅遊，振興地方經濟。除了上述之鹽業生態旅遊，以下分區討論。

#### 1. 四草、安南區

台南市安南區是台灣歷史中文化最豐富地區之一，過去以魚塢與鹽業為主要產業，近年在台南科技工業區及大學用地開發同時，為保留四草地區豐富之生態資源，在相關保育單位努力下，成立了四草野生動物保護區。保護區主要以四草濕地為基地，結合鹽田生態文化村、鯨豚標本展示館、紅樹林水道、四草砲台、四草野生動物保護區、正統鹿耳門聖母廟、鹿耳門天后宮、鄭成功紀念公園、國家古蹟等資源，已成為國際級生態觀光景點。

## 2.七股地區

海岸沙洲、七股潟湖與七股鹽場為本區主要地形特色與主要產業。七股地區主要的生態旅遊景點包括(1)七股鹽田濕地的牡蠣養殖區、紅樹林、中白鷺繁殖區，及前述之七股鹽場；(2)黑面琵鷺觀鳥亭與黑面琵鷺生態展示館：近年來曾文溪口濕地黑面琵鷺保護區已成為國際級保育濕地，觀鳥亭與展示館具環境教育及遊客服務功能。(3)曾文溪口濕地：曾文溪口北岸的黑面琵鷺主要棲地，主要地形景觀有河口與海岸沙洲。(4)七股潟湖遊覽：搭膠筏遊潟湖是七股潟湖主要遊憩形式；(5)其他：七股海茄苳欖李、頂頭額汕海濱、七股魚塢、七股海產街、七股鹽場、七股虱目魚、七股洋香瓜節(1月)(雲嘉南濱海觀光發展計畫，2003)。

遊憩的使用行為多多少少會造成資源的耗損，侯錦雄(2001)研究顯示台南七股發展生態旅遊的問題是缺乏對於經營者、遊客、政府及當地的居民的生態旅遊規範與溝通。相關管理單位應儘快對於生態旅遊提出管理規範，實施低衝擊與永續經營模式的生態旅遊，以免對環境造成不可回復的傷害。以香港米埔自然保護區為例，需申請許可始可進入保護區，僅 WWF 會員可使用賞鳥屋，且須全程保持安靜、遵守不將身體或器材伸出窗外等規定。生態保護區之遊客承載量須注意不得逾越野生動物保育法之規定。

## 四、目前人口產業概況

針對台江地區(台南市安南區、台南縣七股鄉)蒐集近年人口產業概況如下：  
蕭櫻貴(2006)的研究指出七股鄉近年的人口近 20 餘年來仍持續外流。自 54 年至 59 年間人口成長即停滯，60 年以後開始負成長，屬於人口外移超過 20% 的鄉鎮，人口外流的比例居北門區六鄉鎮(七股、佳里、西港、學甲、將軍、北門)最高者。總人口數 26,109 人，人口密度每平方公里 237.03 人，0 至 14 歲人口比率逐年降低，65 歲人口比率逐年提高。七股鄉的人口預測依台南縣綜合發展計畫中的推估與分派在 105 年及 110 年分別為 14,232 人及 14,749 人。台南市安南區 2010 年 9 月的統計則顯示有男性 90,451 人、87,332 人，合計 177,783 總人口(台南市戶政生活服務網)。

農漁工業概況方面，根據七股鄉公所 2005 年資料，七股鄉因地理環境因素，目前產業偏重於農、漁等一級產業為主，尤其以養殖漁業較多，漁業人口數為 5,860 人，佔全鄉人口 22.4%。農作多為水稻、哈密瓜、甘蔗、蕃茄、蔥、蒜、

玉米、牛蒡等等，農業人口數為 10,484 人，佔全鄉人口 40.2%。畜牧以養豬、雞、牛、羊等為主。工業較不發達，多為小型加工廠，依 1999 年台南縣統計要覽所載，全鄉工廠登記數僅為 44 家，以塑膠業與食品業分別有 10 家居冠。

## 第五節 土地利用變遷

### 一、海埔地的變遷

台南縣海岸北起自八掌溪口南至曾文溪口，沿海包括北門鄉、將軍鄉及七股鄉三鄉，海岸線總長約56公里。外海沙洲發達，由北而南為依次為海汕、王爺港汕、青山港汕、網子寮汕、頂頭額汕及新浮崙汕等。由曾文溪、急水溪及八掌溪輸沙形成，而以曾文溪為主，沙洲成線狀羅列於距海岸約2公里處，如圖2.17所示。沙洲島與陸地間的潟湖水深大致為1公尺，陸地與島嶼間有小漁船或竹筏往來，潟湖近岸陸側大都利用為漁場或鹽田。本段海岸已往因有曾文溪、八掌溪及急水溪等河流供沙，灘線十分穩定，只受冬、夏季風所生風蝕及飛沙等之影響，形成侵蝕與堆積的自然消長。

七股一、二區鹽場位於將軍溪口南岸至大寮排水間海岸，跨及將軍與七股二鄉鎮。台鹽總廠委請土資會於青山港沙洲內測內海與上述二河川間圍堤開發，於1971至1976年間完成七股一、二區海埔地開發，其中七股一區於1973年完成，開發面積為414公頃；七股二區於1976年完成，開發面積為308公頃，總共722公頃作為曬鹽之用。海側面圍築海堤，1981年後南段海岸漸被侵蝕，因此興建突堤保護。七股鹽場因勞工短缺且鹽價不振，1982年後輔導鹽工轉業，第一區鹽田已部分撥交縣政府做為鯤鯓漁港用地。

青山港沙洲位於將軍溪出海口南側、七股溪出海口與曾文溪口北側之間，受到將軍漁港及青山漁港西南航道興建（1991~1996年）之影響，青山港沙洲已遭截斷，將軍漁港南防波堤以南二公里沙灘已消失，海岸現以突堤群保護。

曾文海埔地位於七股溪口與曾文溪口間頂頭額沙洲內側，東側之七股漁塢為台南縣政府於1947年開發完工，總面積為500公頃。曾文海埔地則開發於1963年至1967年間，總面積1,600公頃，主要為養魚塢用地，且魚類大部分為虱目魚。

1973年曾文水庫於曾文溪上游興建完工後，曾文溪供應之輸沙量銳減，再加上近年屢遭颱風侵襲，曾文海埔地北側之網子寮沙洲以及曾文溪口之頂頭額與新浮崙沙洲開始縮減，附近海岸亦漸被侵蝕，以往廣闊之外灘現已侵蝕殆盡。（趙榮宗，2006）

另外根據蔡博文（2001）分析台南縣七股濕地，濕地面積增加2,391,487 平方公尺。水稻面積減少19,544平方公尺。建地面積則維持不變。

## 二、與台江國家公園有關的土地利用變遷

台南市目前進行之都市計畫案有

- 1.變更台南市主要計畫（第四次通盤檢討）案
- 2.變更台南市主要計畫（工業區通盤檢討）案
- 3.變更及擴大台南市主要計畫案為位於安南區內的計畫案

其第 3 項最鄰近、也最直接影響到台江國家公園。安南區主要計畫，特別是變更土地利用的項目皆直接或間接與防洪目的有關。

台南市與台南縣七股、將軍鄉的都市及非都市土地使用分區如圖 2.8 所示。對照國家公園分區規劃圖及都市及非都市土地使用分區圖，未登錄的土地使用(七股潟湖及周圍)主要為一般管制區及遊憩區。由此可見台南市的土地利用是遵循都市計畫，而台南縣的部分則多以農業區為主。

台江國家公園都市計畫使用分區圖(圖 2.17)。由於為都市計畫使用分區，皆位於台南市區範圍內的位置。由圖可見安南區沿海相較於 2007 年國土利用調查的結果，除了台江國家公園內部多處地帶計畫成為遊憩區及公園空間用地之外，安南區北部緊鄰台江國家公園界線的地段還有不小的面積規畫做為建築用地，可做為園區土地使用後續規劃的參考。

2007 年國土利用調查結果(圖 2.18)顯示台江國家公園內的陸域最主要仍以農業用地占最大面積，七股潟湖東北方的土地保持為鹽田，而圖上紫色的其他用地在海岸的部分大多數為濕地或灘地。台江國家公園內不僅建築用地面積小，交通用地也不密集，看起來農業、鹽業及沿海漁撈養殖活動會是對當地沿海環境最大的干擾因素。

## 台南市與台南縣七股、將軍鄉 都市及非都市土地使用分區

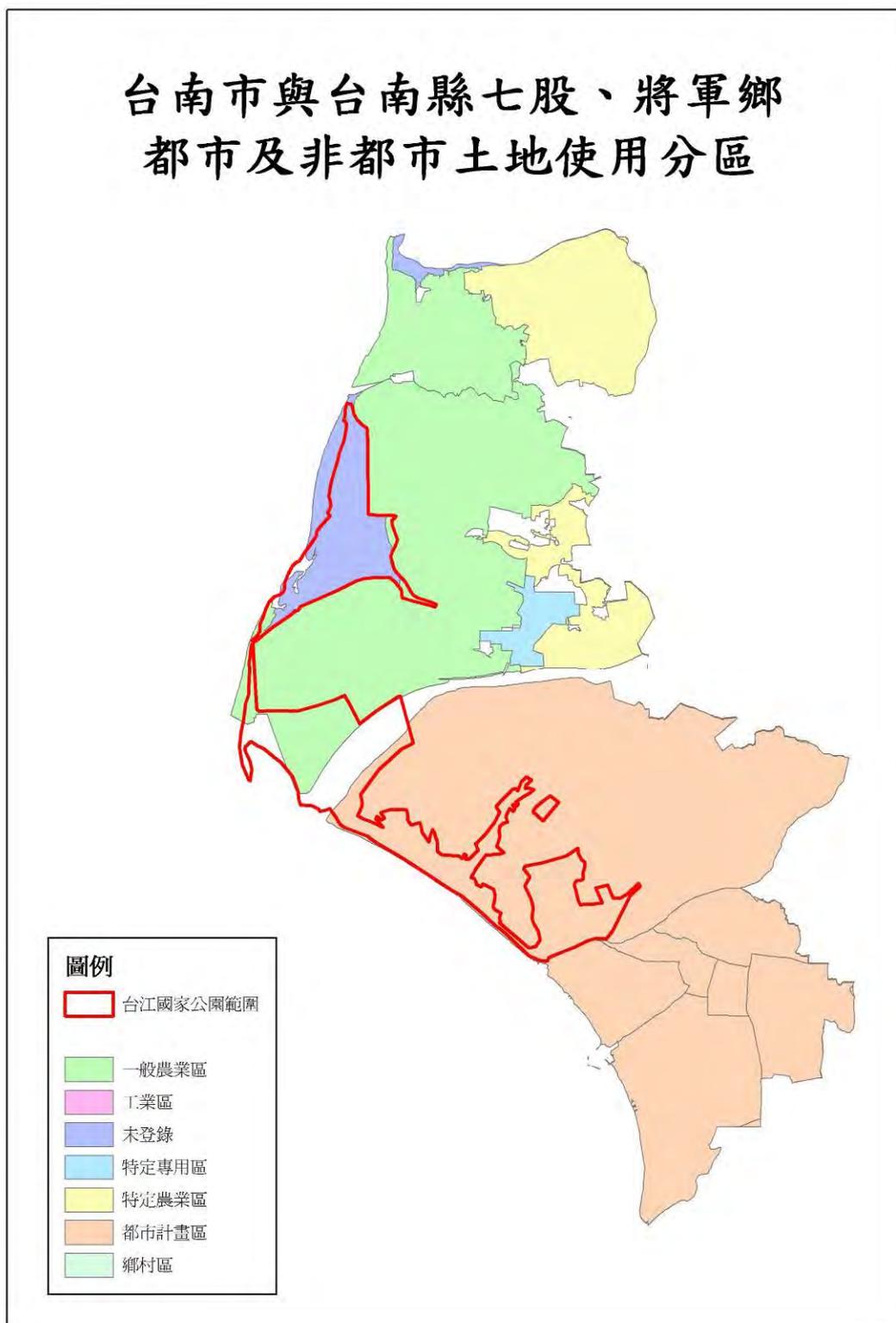


圖2.17 台南市與台南縣七股、將軍鄉都市及非都市土地使用分區 (本計畫繪製)

# 台江國家公園 都市計畫使用分區

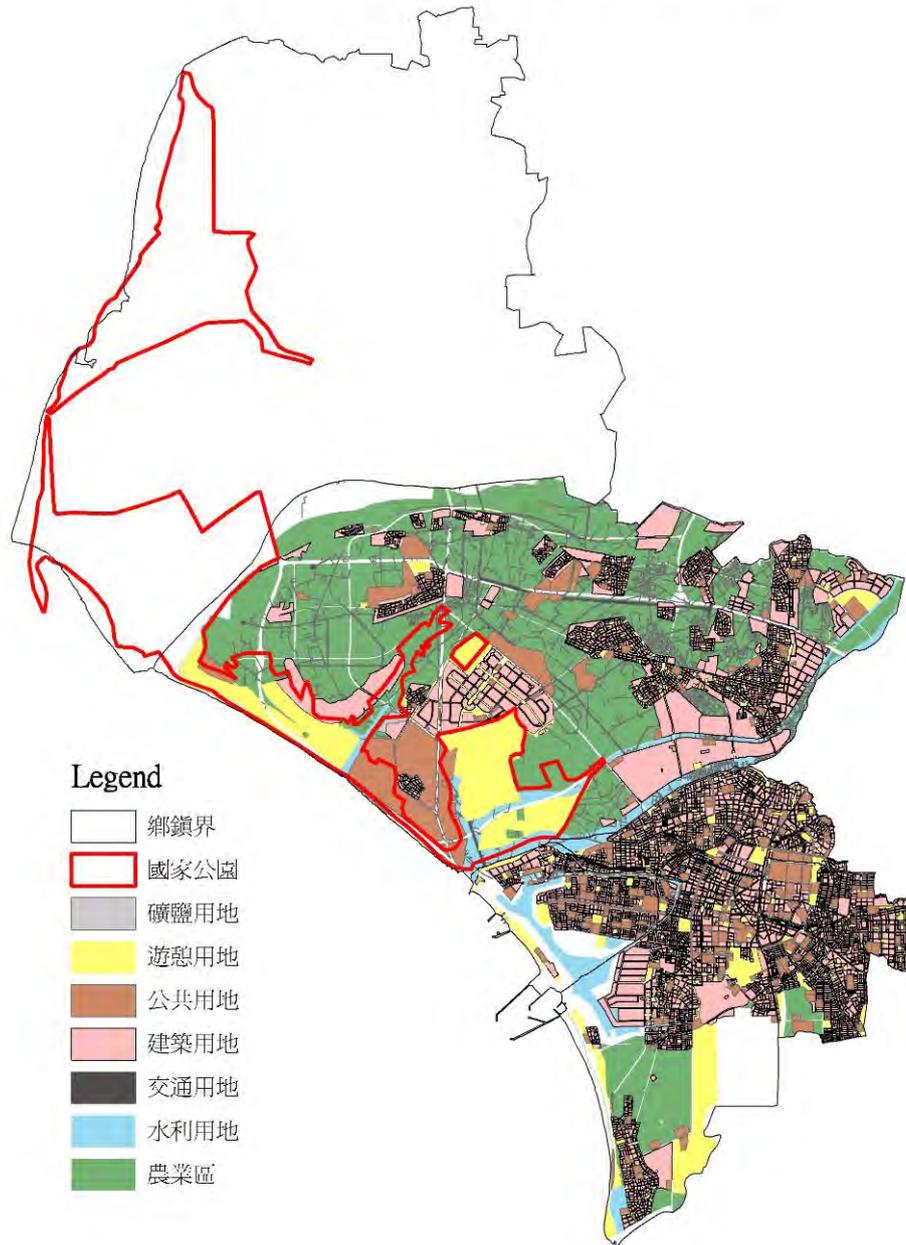


圖2.18 台江國家公園都市計畫使用分區

# 2007年台江地區 國土利用調查結果

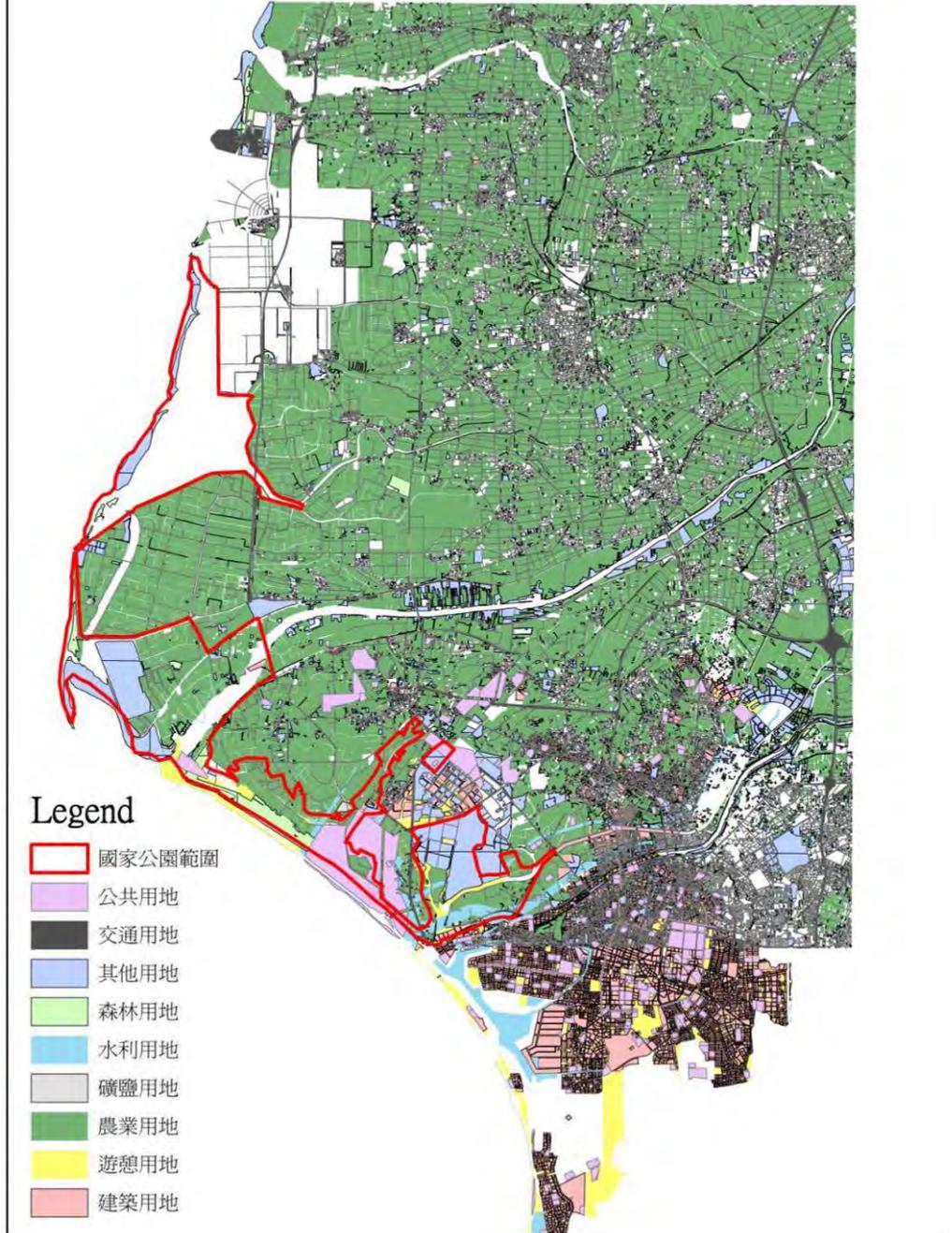


圖2.19 2007國土利用調查台江地區圖

## 第六節 海岸工程

台南縣市海岸位於急水溪至二仁溪間之海岸防護工作(自急水溪南岸北門海埔地海堤至二仁溪北岸灣裡海堤)，由第六河川局管轄。若包含河口及港灣部分，此段海岸全長60.41公里，其中台南縣部分佔40.01公里，台南市部分佔20.40公里。位處台南縣的海岸防護設施(北門海埔地海堤至七股海堤)長約34.78公里，其位於台江國家公園範圍內的海堤位置與概況如圖2.20。

### 一、七股鹽田(七股二鹽區)海堤

七股鹽田(七股二鹽區)海堤位於青山港南側，外有青山港汕屏障，受海浪影響相對較小，屬內陸型海堤，整段海堤上岸控樁高程約介於2.93~3.98m間，堤後土地利用狀況以鹽田與魚塢為主。在將軍鹽田海堤3號水門，緊鄰七股瀉湖沙洲之淺灘處拍攝，海側堤面上層為卵石坡面覆土植生茂密，下層卵石表面鋪整，坡度約為1:4，海堤陸側為植生茂密之土坡，自青山港南防波堤至將軍鹽田海堤3號水門，陸側僅為雜草叢生之小徑，自3號水門往東南經大寮排水則有防汛道路。

### 一、七股鹽田(七股西鹽區)海堤

七股鹽田(七股西鹽區)海堤位於七股瀉湖內側區域，外有青山港汕屏障，受海浪影響相對較小，屬內陸型海堤，整段海堤上岸控樁高程約介於2.61~3.39m間，堤後土地利用狀況以鹽田與魚塢為主。於觀海樓前之南北向海堤，海側為七股瀉湖水域，海側混凝土坡面坡度1:2，坡腳有拋石保護，陸側為植生茂密之土坡，坡度為1:1.5，因緊鄰魚塢，後無防汛道路；東西向海堤堤型與南北向海堤相似，陸側為植生茂密坡度1:1.5之土坡，惟其堤頂較寬且海側坡度較陡(1:1.5)。

### 二、龍山海堤

龍山海堤位於七股瀉湖內側區域，外有網子寮沙洲屏障，受海浪影響較小，屬內陸型海堤，整段海堤上岸控樁高程約介於2.82~3.69m間，堤後土地利用狀況以魚塢為主。龍山海堤海側為混凝土砌塊石鋪面，陸側為植生茂密土堤，坡度分別為1:1.5及1:2。海堤陸側緊鄰魚塢，堤後無防汛道路，需通過私有地，方能抵達，堤頂雜草叢生。



圖2.20 台江國家公園海堤位置圖

### 三、曾文海埔地海堤(北堤)

曾文海埔地海堤(北堤)位處七股潟湖內側區域，外有頂頭額汕屏障，受海浪影響較小，為內陸型海堤，整段海堤上岸控樁高程約介於2.58~3.43m間，堤後土地利用狀況以魚塭養殖與觀光休閒為主。在六孔水門附近，此段海堤海側採卵石表面鋪整坡度1:3，陸側為植生茂密之土坡，坡度約1:1.7，六孔水門附近海堤因應遊客遊憩活動行走方便，部分區段採混凝土鋪面，海堤後方多為養殖漁塭，有防汛道路。在本段海堤中間處為複合式的混凝土坡面海堤，海側坡面上層為坡度1:2.3之混凝土坡面，下層則為坡度1:3卵石鋪面，陸側為坡度1:1.7之混凝土坡面。本段海堤南端之南灣遊客服務中心處，海堤海側採卵石表面鋪整坡度約1:3，陸側為土坡，植生相當茂密。

### 五、曾文海埔地海堤(西堤)

曾文海埔地海堤(西堤)在頂頭額汕南側，直接面對大海，海堤上岸控樁高程約介於2.55~5.1m間，堤後土地利用狀況以魚塭養殖為主。在國聖燈塔附近，此段海岸風吹沙嚴重，堤面與堤後防汛道路均海沙遭覆，阻斷道路交通。在曾文海埔地海堤(西堤)中段，此混凝土坡面海堤於1998年開始興建，海側、陸側坡度皆為1:1.5，堤面下層拋卵石及消波塊，堤前有11座離岸堤，除離岸堤後有形成繫岸沙舌外，目前堤前幾無沙灘。部分海堤陸側坡面採用水泥格框，覆土植草綠化之成效良好。而在2008年8月如麗颱風來襲期間，本段海堤堤面發生崩塌，同年12月完成破壞段之加強工程，其在堤址處以塊石平台加強保護，並興建短突堤群。在西堤南端海岸前之木麻黃林，在近幾年已因海岸侵蝕，逐漸傾倒死亡，木麻黃林後土堤上之植生原本茂密，現亦逐漸稀疏。因此段土堤堤高僅3m多，防護力不足，水利單位已在海側增建突堤群，加強海岸保護。

### 六、七股海堤

七股海堤位於曾文海埔地南側，緊鄰曾文溪口北岸，外有新浮崙沙洲屏障，受海浪影響較小，整段海堤上岸控樁高程約介於3.66~3.87m間，堤後為黑面琵鷺保護區，土地利用狀況以魚塭與觀光休閒為主。在北側七股海堤為混凝土緩坡海堤，海側坡度1:5，再被覆塊石，陸側坡度1:1.8，海堤附近植生茂密，堤前緊鄰新浮崙汕沙洲內側沙灘，堤頂已整建為景觀步道。此段仍是混凝土緩坡海堤，海

側被覆塊石，且植生茂密，堤後有寬廣的雙線車道防汛道路。緊鄰曾文溪口，堤前原有之大片沙灘，於2009年莫拉克颱風來襲後，遭侵蝕殆盡，目前已無沙灘，水利單位在堤前加拋消波塊加強保護。

## 七、青草崙海堤

台南市青草崙海岸南起鹿耳門口，北至曾文溪口，長約5公里，海堤堤頂高程介於4.54~5.13m間，海堤後側有防風林、台南市野生動物保護區、以及台南市垃圾焚化廠，土地利用狀況以魚塢為主。青草崙海堤北段為混凝土陡坡海堤，海側坡度1:2，堤前被覆塊石與消波塊保護，陸側坡度1：1.25。此段為卵石坡面海堤，為第六河川局於2001年3月興建，其堤前為1:4緩坡，陸側坡度為1：1.25，堤前並規劃種植植生以保護堤基，並美化海岸。青草崙海岸在卵石坡面海堤以南至鹿耳門溪口間為長約2.5公里的海岸，目前並無人工結構物，其間散佈許多高約2m之自然海岸沙丘及沙丘前方寬廣之沙灘。

## 八、四草海堤

四草地區的海岸南起鹽水溪口，北至鹿耳門溪口，長約4公里，海堤長度為2,573公尺。從鹿耳門溪口至混合林間長約1.35公里海岸，仍有約100m寬沙灘，目前並無海堤。北起混合林南界南至鹽水溪口則有土堤、砌磚土堤與混凝土坡面海堤保護，土堤長度較短，位於較北側，混凝土坡面海堤則較長。整體海堤堤頂高程介於3.98~5.48m間，海堤後側有防風林、台南市野生動物保護區、以及台南科技工業區，土地利用狀況以魚塢為主。四草中段海岸之混凝土砌石坡面土堤，堤前有1:2斜坡，堤頂與坡面植生茂密，堤前仍有約50m寬沙灘。四草中段海岸之磚砌礫石坡面海堤，其堤前有1:2斜坡，其上有大塊石保護，沙灘寬約10m。四草中段海岸之混凝土坡面陡坡海堤，海側坡度：1:2，陸側坡度：1:1.5，堤前沙灘已幾乎侵蝕殆盡，有消波塊加強保護。前有三座突堤與安平污水處理廠出水口導流堤。水利單位在70年代即已在鹽水溪口北側海岸興建4座突堤。在2001年，台南科技工業園區在由南往北第三根突堤處興築出水口導流堤。

另外台南縣七股頂頭額沙洲，第六河川局於1998年起陸續興建11座離岸堤，離岸距離約100~270m、間距約32~76m、堤長約60~100m、堤寬約7~11m；目前離岸堤群南側防風林仍有侵蝕。

台南縣網子寮沙洲，第六河川局於2002年起分別在沙洲中、南段共施作3段編籬定沙工，沙料來源取自沙洲東側潟湖內航道。目前風吹沙有淤積效果，但颱風作用後，有局部沖蝕發生。

將軍漁港於1990年動工興建，首先為解決青山漁港船隻作業的不便，遂重新打通受土石淤塞的西南航道出口，興建北防波堤，嗣後歷經5年（1995年），先後完成西南航道外廓防波堤、導流堤及將軍漁港外廓防波堤，並為保護附近海岸，於西南航道以南興建南海堤、西南航道與將軍漁港間興建四支防沙突堤群。至目前為止該港共計完成十期工程。除南北防波堤、防沙堤、海堤護岸、導流堤以外有碼頭2,365公尺，泊地面積28.5公頃，港區陸域30公頃，漁會辦公大樓及魚貨拍賣場，環港道路及港區綠化等，該港已於2001年10月25日開放啟用。（漁業署網站）

表2.11 鄰近台江國家公園海堤設施一覽表

海堤名稱	鄉鎮	長度(m)	堤前灘線寬度(m)	堤面寬度(m)	堤面岸控樁高程最高(最低)(m)	堤後防汛道路高程最高(最低)(m)	堤後土地使用狀況描述	整建年份	備註
將軍鹽田(七股一鹽區)海堤	台南縣將軍鄉	4108	鄰北門瀉湖段無沙灘，鄰外海段沙灘北窄南寬約10~30 m	3	3.66(2.44)	1.90(1.06)	鹽田、養殖漁塭與住家群落		將軍漁港以北海岸，518m因屬馬沙溝海水浴場而未建海堤
			北側沙灘寬約20~100m中間段幾無沙灘南側沙灘寬約10~50m	北段3 中間段2	6.28(2.93)	1.84(0.72)	鹽田、養殖漁塭	84	海堤北側及中間段前有消波塊，南段風吹沙淤積嚴重，有圍籬定沙
七股鹽田(七股二鹽區)海堤	台南縣七股鄉	1126	鄰七股瀉湖，無沙灘	3	3.98(2.93)	2.51(0.90)	鹽田與魚塭		堤趾高程：-0.36~0.25m
七股鹽田(七股西鹽區)海堤	台南縣七股鄉	3982	鄰七股瀉湖，無沙灘	南向海堤1.5，東西向海堤3	3.39(2.61)	1.33(0.37)	鹽田與魚塭		堤趾高程：-0.14~0.48m
龍山海堤	台南縣七股鄉	2057	鄰七股瀉湖，無沙灘	3	3.69(2.82)	緊鄰魚塭堤後地區高程1.66(1.06)	養殖漁塭	整建66,67,72,新建:77	堤趾高程：0.09~0.60m
曾文海埔地海堤(北堤與西堤)	台南縣七股鄉	8694	北堤:海側有頂頭額汕，鄰七股瀉湖段，堤前無沙灘	2.2~2.5	北堤3.43(2.58)	北堤2.99(0.87)	養殖漁塭與觀光休閒	西堤新建87~88 98~99	堤趾高程:0.25~0.32 m 西堤最北側靠燈塔附近風吹沙嚴重堤面覆沙，堤後道路易遭沙堆置阻斷
			西堤: 段岸堤後有10~30m沙灘，南段近沙灘已侵蝕殆盡	4.1	西堤5.10(2.55)	西堤2.09(1.20)			
七股海	台	3415	前有新浮	2.8~	3.87(3.66)	2.19(1.89)	魚塭與	新建:	

堤	南縣七股鄉		崙汕，沙灘北寬南窄約介於20~300m，最南端漸無沙灘	3.2			黑面琵鷺保護區	74	
青草海堤	台南市安南區	2276	北段無沙灘，中段沙灘寬約30~50m，南段沙灘寬約50~100m	段 3 中段 4	5.13(4.54)	2.50(2.02)	海堤後側有林務局防風林、台南市野生動物保護區、台南市垃圾焚化廠以及魚塭	新建:74 新建:90	未建海堤長度:2532m，南段未建海堤，後為防風林尚無迫需要
四草海堤	台南市安南區	2573	北段沙灘寬約50~100m，中段沙灘寬約10~50m，南段無沙灘	中段 混凝土海堤 3。 中段 磚砌礫石海堤 面堤 4 南段 混凝土海堤 3.5	5.48(3.98)	4.02(2.36)	段未建海堤後有林務局防風林，中段有土堤及混凝土海堤，堤後有魚塭及住家群落，南段有混凝土海堤，堤後有防風林、魚塭以及安平污水處理廠出水口抽水站	新建： 65, 74, 75, 81 整建: 70	未建海堤長度:1284m，段未建海堤，後為防風林尚無迫需要

資料來源：經濟部水利署

## 第七節 瀉湖沙洲的災害

台江國家公園與其周邊沙洲所面臨的災害問題包括海岸侵蝕、海水面上升、地層下陷、淹水、及當地養殖漁業面對氣候變遷及颱風可能造成的漁業損失等。海岸侵蝕方面已於海岸復育章節中說明，以下針對海水面上升、淹水及氣候變遷的影響進行說明。

### （一）海水面上升

根據跨政府間氣候變遷小組(IPCC)最新報告指出，全球平均海水面呈現上升趨勢，目前之上升速率為1.7 mm/yr，在全球暖化加劇的狀況下，本世紀結束時全球平均海水位將上升18-59公分，這個數據普遍認為太過保守；而亦有過分高估到6公尺以上的數據。臺灣大學全球變遷研究中心（2008）建議參考荷蘭策略，取未來將上升1公尺為相關因應之考量基礎，如嘉南平原、台北盆地、蘭陽平原等，都將面臨國土流失的考驗。

董東璟（2008）研究高雄與基隆長期海水位變動分析，近20年來台灣北部基隆地區海平面以5.91mm/yr速率上升，台灣南部高雄地區海平面以3.64 mm/yr速率上升，約是全球平均值的2.1~3.3倍。本世紀結束2100年時，台灣附近海域海水位將比現在上升30-35公分左右，單純由海平面上升的影響將造成台灣西部海岸線向陸上後退350公尺，若再加上地層下陷等問題，未來海岸地區所面臨的挑戰將日益嚴重。其所造成之海岸線後退、海岸侵蝕、海岸災害加劇等問題將不容忽視。

海平面上升對淺海洋養殖之衝擊可能不大，但對內陸養殖卻是一大隱憂（呂學榮，2009）。根據灣地區數值地形模型資料（DTM）進行簡單的模擬台南縣目前淹水區約佔全縣沿海村里面積之17.07%，若海平面上升1公尺，淹沒地區將達39.18%，若上升2公尺則達53.53%，海水位上升將嚴重衝擊養殖漁業。

### （二）淹水

台灣西部沿海地區大都有海堤防護，因此海水位上升不至於直接導致大規模土地消失或淹水，但因海水位上升將使得暴雨侵襲時排水更為困難，將使得沿海或沿岸低窪地區增加淹水之風險，尤其是低窪地區之高淹水潛勢及地層下陷地區。根據財團法人成大研究發展基金會（2008）整理劉厝排水集水區及鄰近區域淹水災害資料，如表4.9，在颱風豪雨的情況下，發生淹水的情形相當頻繁，尤其是在2000年以後。

表2.12 劉厝排水集水區及鄰近區域淹水災害報導之彙整

時間：1981年9月5日	颱風豪雨事件：艾妮絲颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 連日豪雨及曾文溪洪水在台南縣佳里、七股、學甲、北門、將軍、西港等六鄉鎮造成嚴重災害。</li> <li>2. 大水流至台南縣西半部近海地區的鄉鎮，沿海及溪流中的三千多公頃魚塭，全部氾濫成一片汪洋。</li> </ol>	
時間：1996年8月2日	颱風豪雨事件：賀伯颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 強烈颱風賀伯遇海水漲潮，31日造成台南縣七股鄉西寮漁村海水倒灌，約有二十餘戶民宅積水不退。</li> </ol>	
時間：1997年7月2日	颱風豪雨事件：豪雨
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 佳里市區中山路出現積水，水深及膝，蘇厝寮部落也出現積水，久未出現大水的菜寮溪，兩旁部分農田也浸在水中。</li> <li>2. 豪雨使七股鹽田成了內海，七股往佳里路段出現嚴重積水；西港往佳里的台19線西港段，在南寶樹脂公司附近出現嚴重積水，劉厝村、後營村等地也積水盈尺，部分低窪地段水深及腰，有些住戶家中浸水。</li> </ol>	
時間：1998年6月9日	颱風豪雨事件：豪雨
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 七股鄉和佳里鎮部分排水系統，來不及宣洩，七股的大寮、後港、城內、大潭、篤加、西寮等村，以及佳里鎮佳化里汪洋一片，農業損失難以估計。</li> </ol>	
時間：1999年8月13日	颱風豪雨事件：豪雨
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 佳里、學甲兩鎮市區排水系統備受挑戰，不少地區出現積水不退現象；七股鄉、北門鄉等沿海地區在大雨及海水漲潮雙重影響，部分部落、道路、水溝都汪洋一片。</li> </ol>	
時間：2001年7月6日	颱風豪雨事件：尤特颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 七股鄉西寮村部分低窪區發生海水倒灌。</li> </ol>	
時間：2002年7月11日	颱風豪雨事件：娜克莉颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 北門鄉蚵寮地區及七股鄉鹽埕村造成的海水倒灌，致使七股瀉湖外海沙洲流失，海浪直接拍打海堤，嚴重威脅沿海居民生命財產安全。</li> <li>2. 造成七股鄉「六成排水」土堤崩潰1個缺口，危害附近養殖漁塭安全。</li> <li>3. 附近七股瀉湖的台鹽公司事業海堤，因外海沙洲流失，海浪直接拍打海堤，嚴重威脅居民生命財產安全。</li> </ol>	
時間：2005年6月18日	颱風豪雨事件：豪雨
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台南縣沿海的北門鄉、七股鄉學校，因豪雨鬧水災情形前所未見，許多學校停課多日，北門國小玉湖分校已停課五天，村落的水還沒退去。</li> <li>2. 七股鄉篤加橋位於南32縣道(由篤加村往佳里方向)大寮排水上地處低窪，佳里鎮之市區排水主要進入大寮排水。豪雨期間大寮大排水位高漲，各支分排渲洩不及而溢淹氾濫。</li> <li>3. 七股鄉永吉村位於台17線旁，永吉村102號附近淹水深度最大達1公尺，平均淹水深度約30~50公分。</li> <li>4. 台南縣北門、鹽水、後壁、新化、永康、新市、麻豆、西港、善化、山上、大內、將軍、學甲、佳里、下營、七股、仁德等鄉鎮淹水，淹水面積達109平方公里，計畫區內淹水深度達超過70公分，部分區域淹水深度達1.8公尺。</li> <li>5. 台南縣地區於612豪雨期間造成北門、七股、本淵寮及將軍溪水系等地區較大面積之水災，淹水最深達1.5公尺，總淹水面積約200平方公里（不含山區）。</li> </ol>	

時間：2005年7月16日	颱風豪雨事件：海棠颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台南縣各地驟雨肆虐，中山高麻豆交流道附近水深及膝，多輛車子強行涉水經過都熄火，動彈不得，佳里鎮最熱鬧的光復路更因這場大雨積水，變成「光復大河」。</li> <li>2. 強颱海棠肆虐，麻豆鎮災情慘重，除高速公路封閉，全鎮幾乎全淹水。</li> <li>3. 海棠颱風造成台南縣農業災損近6000萬元。</li> <li>4. 將軍溪水暴漲，又遇海水大滿潮，使麻豆鎮出現數十年來最嚴重的積水不退。麻豆鎮水患最嚴重時，全鎮近萬戶淹水。</li> <li>5. 將軍溪水暴漲，又遇海水大滿潮，又遇上500年一次大雨，將軍溪排水能力不勝負荷，導致附近連不常淹水之佳里鎮、西港鄉都淹水。</li> <li>6. 七股沿海地區地勢較為低窪，沿海屬高潮位，再加上降雨強度大且集中，七股沿海地區積淹水無法即時排除。</li> </ol>	
時間：2005年8月30日	颱風豪雨事件：泰利颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 位於將軍溪流域的麻豆鎮北勢、小埤等里，繼612、海棠颱風遭受淹水之苦後，又遭受泰利颱風肆虐，嚴重積水。</li> <li>2. 麻豆鎮這次淹水雖然沒有上次海棠颱風嚴重，不過高速公路旁的小埤里、北勢里西邊寮聚落再度「滅頂」，昨天上午仍處處汪洋一片，下午路面積水漸退。</li> <li>3. 七股鄉中寮村176縣道積水。</li> <li>4. 泰利颱風造成大內鄉、山上鄉、善化鎮、官田鄉、麻豆鎮、七股鄉、北門鄉、學甲鎮以及永康市等鄉鎮市淹水，淹水面積約為6,294公頃，淹水深度達0.2*2.0公尺。</li> </ol>	
時間：2006年7月15日	颱風豪雨事件：碧利斯颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 碧利斯颱風造成白河鎮西勢尾淹水30公分、後壁鄉後部村與菁寮村淹水50公分、仁德鄉保安工業區淹水45公分等災情。</li> </ol>	
時間：2008年7月20日	颱風豪雨事件：卡玫基颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 卡玫基颱風過境帶來巨大雨量，重創台灣中南部地區，至今造成全台十八人死亡、七人失蹤、八人受傷。</li> <li>2. 七一八水災重挫南縣山區，也讓六十年來不曾淹水的玉井，首度嘗到「做水災」的夢魘，水深達一米。南縣豪雨首當其衝的南化、玉井、楠西地區。</li> <li>3. 根據氣象局資料，有三十五個氣象觀測站時雨量超過一〇〇毫米，其中台南一處觀測站達到一六〇.五毫米，台中一處觀測站達到一四九毫米，廿四小時累積降雨量達九三〇毫米。</li> <li>4. 卡玫基颱風襲台，十七日南縣左鎮光和村溪水暴漲達一層樓高。</li> </ol>	
時間：2009年8月8日	颱風豪雨事件：莫拉克颱風
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 台南20個鄉鎮市發生淹水，最大淹水深度發生於學甲鎮及麻豆鎮，淹水深度約為2公尺。</li> <li>2. 莫拉克颱風來襲，七股溪潰堤，造成七股地區大淹水，尤其是溪南村淹水及胸，佳里市區處處淹水，水深達 60 公分。</li> <li>3. 莫拉克颱風造成曾文水庫上游超大洪水量，最高洪水量達 11,729CMS，導致水庫蓄水量大增，且此時曾文溪下游河川多處水位超過一級警戒水位，因而造成下游水位急速高漲，導致多處破堤及溢堤。</li> </ol>	

資料來源：(財團法人成大研究發展基金會，2008)

劉厝排水集水區位於沿海平原，因流域內有局部低窪地區，降雨逕流不易渲洩，表3為劉厝排水集水區及鄰近區域淹水災害報導之彙整。改善策略應包括地表逕流之渲洩及低地積水之處理。改善排水路以提升排水能力，可有效渲洩流入排水路之降雨逕流，對於局部低地積水則需考慮整合滯洪池、蓄洪池，以及抽水站配合地形改善等之綜合治水設施才能有效改善淹水現象（財團法人成大研究發展基金會，2008）。

由七股潟湖潮口暴潮對淹水影響分析之結果可知（財團法人成大研究發展基金會，2008），三場歷史颱風豪雨之暴潮與天文潮期間七股潟湖潮口最大漲潮流量與最大退潮流量，皆高於劉厝排水河口最大漲潮流量與最大退潮流量，顯示因潟湖之蓄儲功能得以減少暴潮對感潮河口之上溯流量，並因而減少河口之洪峰流量，可知潟湖具有滯潮納洪之功能，及感潮段對河口之洪水具有正向的改善功能。

除了對各魚種生產力之可能衝擊外，另一個延伸自養殖漁業之重要問題，乃是因作業需求而抽地下水所造成之地層下陷的潛在衝擊。根據資料顯示，幾個地層下陷情況較嚴重的縣市，如彰化、雲林、嘉義等縣，目前仍有約820平方公里之面積呈現「持續下陷」的情況；而最大下陷的速率，則是介於每年3.8公分到7.1公分之間（行政院經濟部水利署，2010）。

工業技術研究院（2010）統計台南地區2001至2010年累積地層下陷量，地層下陷量最大發生在安南區的土城子及四草地區，累積下陷量為10-15公分。七股地區地層下陷量為5公分以下（圖2.21）。

為了減緩海面上升帶來的災害，必須減少養殖業者抽用地下水，可積極推廣海水、海面養殖等方式；並且推動使用循環水設備，減少養殖用水量與魚塭養殖面積的減少。所謂的循環水養殖是指以水處理的方式控制水質，使生物得以順利進行生產，藉此可大幅減少傳統養殖必須經常大量換水的缺點（呂學榮，2009）。除此之外，利用循環水養殖系統除了可以對水體進行處理外，還可以減少土地的使用。

### （三）氣候變遷

養殖漁業方面，所面臨之影響有海面上升、水溫上升、酸雨與降雨，其導致生產力變動、水質惡化及土地淹沒等問題。氣候變遷對於養殖漁業之影響，除直接衝擊養殖標的物之生產力，另一則是特殊的作業形式，所導致之延伸衝擊。對生產力存在的衝擊，氣候變遷所導致之海水溫度上升，將使台灣沿海之放養牡蠣

排卵形態產生變化，漁民難以掌握附苗時間；而溫度較低之大陸沿岸流的減少，也將導致九孔附苗失效（李國添，2004）。又當水溫高於30°C時，淺海養殖文蛤之生產力將受到衝擊（陳瑤湖，2005）。而台灣養殖類中最普遍之尼羅吳郭魚，溫度超過34°C時，攝食行為將急速下降，影響其產量。又目前台灣養殖之日本鰻魚苗需依賴捕獲取得，無法人工培育；在氣候變遷下，如聖嬰（El Niño）現象發生時，鰻苗捕獲量相對減少，增加魚苗來源之不穩定性（呂學榮，2005）。近年降雨大多呈現酸性，使水中pH 值降低，造成藻相改變與水中生物病變產生，對養殖漁業皆造成影響。

另外，除了水與土地利用的問題外，為了因應不同地區的氣候，養殖漁業亦可主動將養殖生物遷移。例如在冬季所捕撈到的鰻苗，因南部春季較溫暖並不適合鰻魚的成長，因此可在南部馴苗，將魚苗培育至小鰻或中鰻時，再將之賣至中部以北養至成鰻。但牡蠣則剛好相反，因彰化、雲林沿海之水溫較適合牡蠣苗的附著，所以在彰化、雲林沿海附苗後再賣至嘉義、台南養成。除此之外，亦可直接對於棲地自行改造，例如台灣冬季並不適合虱目魚養殖，強烈的冷鋒侵襲容易造成虱目魚大量暴斃，可在養殖池邊設置較深的越冬溝、架設擋風棚、甚至水池加溫等。

中央氣象局有關台灣過去百年氣候特性變化的統計資料（2009）顯示，這一百年來全台平均氣溫上升了0.8°C，由全台25個測站資料所得。如再細分，則在都會區增加1.4°C，山地增加0.6°C，西部地區0.9°C，東部1.3°C），略高於全球百年增溫的均值（0.7°C），目前全台平均氣溫為18.9°C（百年前是18.1°C），鄰近區域的海溫也增加0.9~1.1°C。同時在都會區，最低氣溫平均增加2.1°C，最高氣溫增加0.7°C，夜晚升溫現象比白天高。同時過去50年熱浪發生頻率及持續天數明顯增加，且北部溫度變化比其他地區高。

面對這些災害，除了地層下陷屬人為的成分居多，其他不可抗拒的自然災害，本研究將在下一節說明相關防救策略，以提供管理單位參考。

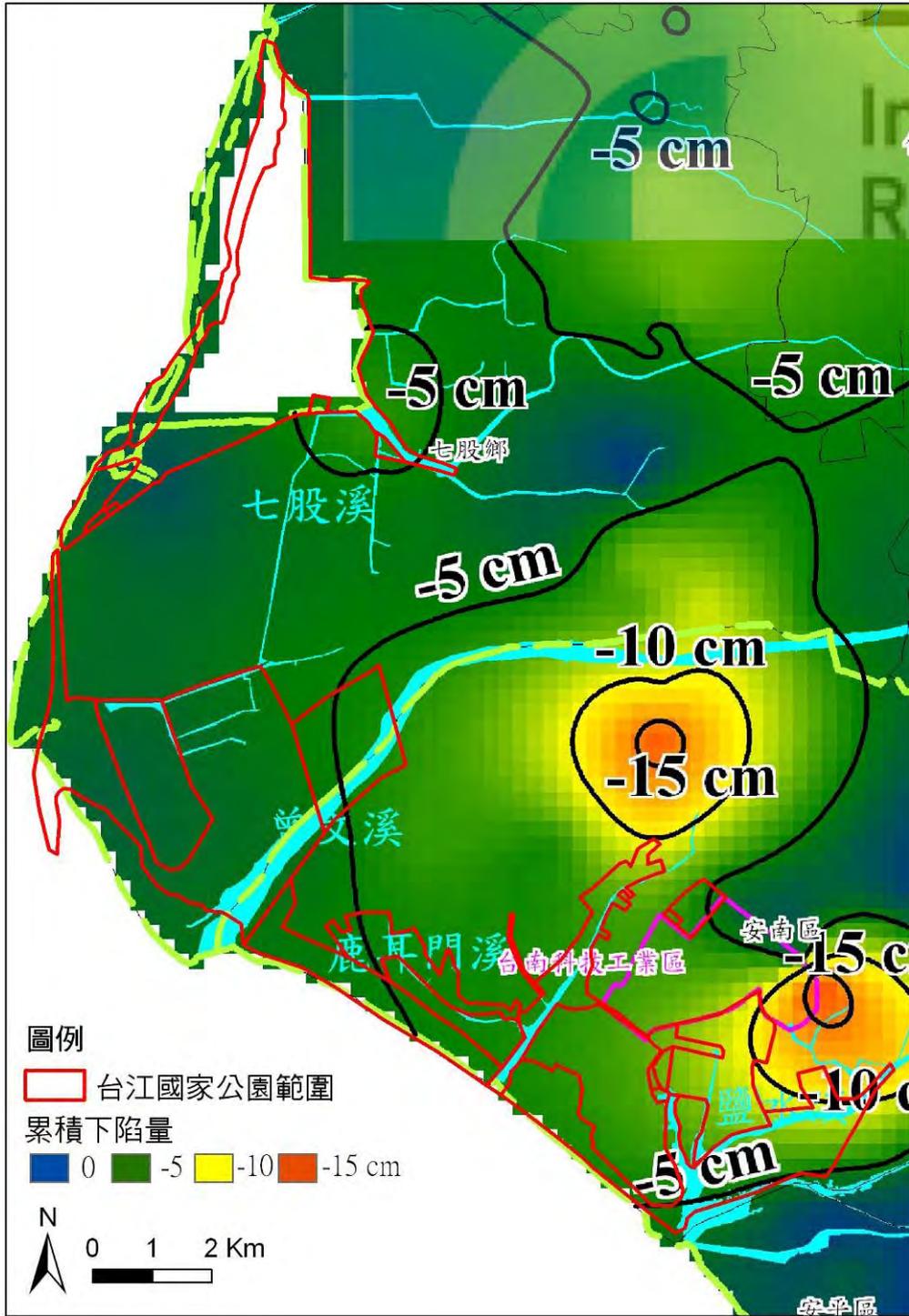


圖2.21 台南地區2001年至2010年累積地層下陷量分布圖

資料來源：工業技術研究院（2010）。

## 第三章 研究方法

### 第一節 文獻之蒐集分析

收集過去研究區的期刊、論文及相關的文史資料，瞭解沙洲的地形變遷及範圍，並收集古地圖、堡圖（圖2.1）、地形圖及近期的航空照片及衛星影像（圖3.2）等資料，分析造成沙洲變化的自然與人為因素，作為研擬短中長程復育整合策略與監測計畫之參考。



圖3.1 1904年台灣堡圖

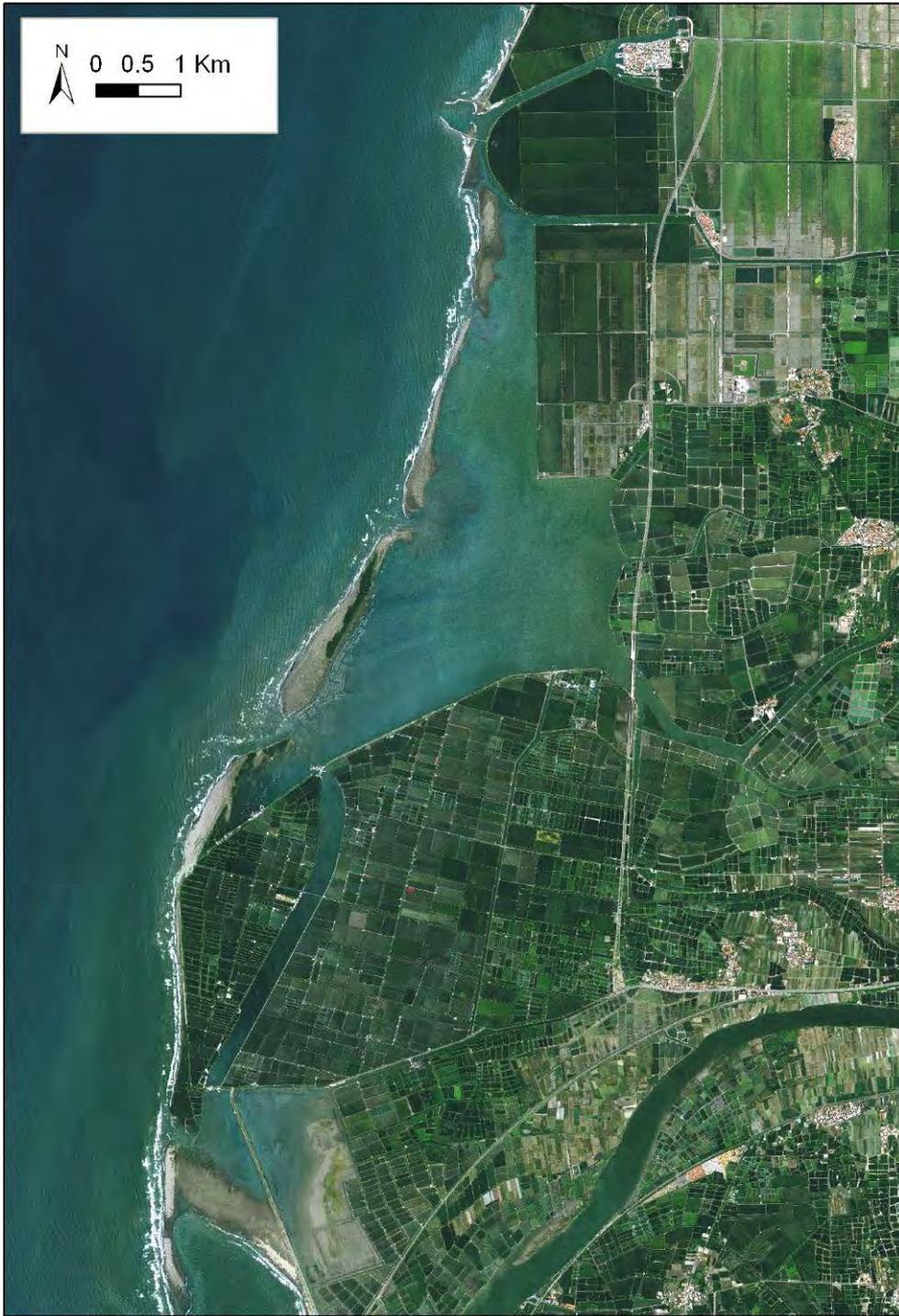


圖3.2 2007年福衛影像（拍攝日期為2007年7月4日上午11時）

## 第二節 七股瀉湖沙洲高程與底質

本計畫進行七股瀉湖沙洲高程與底質之測量，以了解瀉湖沙洲之變化狀況，並提供作為研擬瀉湖沙洲復育對策之參考。七股瀉湖外海側現有數個沙洲，由北而南分別為青山港沙洲、網仔寮沙洲與頂頭額沙洲，各沙洲間有潮口相隔。近年來之衛星照片資料顯示，網仔寮沙洲與頂頭額沙洲間之潮口寬度最大，且較穩定。青山港沙洲與網仔寮沙洲間之潮口，其位置與寬度則較易受颱風侵襲之影響而常有變化。

本計畫針對北起青山港南防波堤南至頂頭額汕間之，沙洲高程與底質進行調查，測量範圍南北長約 11.5km，如圖 3.3 所示。

### 2-1 測量規劃及數量

#### (一) 施測頻率

本計畫規劃於颱風季前後各進行乙次七股瀉湖沙洲與底質測量。現場控制點檢測與第一次調查於100年6月20日至7月8日間執行，第二次調查則於100年10月21日至11月8日間執行。

#### (二) 測設數量

1. 沙洲高程：調查範圍內之沙洲高程測量採斷面分析法，每一斷面間隔 100m，測點與測點間之距離小於 10m，於地形變化較大之處並加密測點，測線規劃如圖 3.4 所示。圖 3.5(a)所示則為本計畫在 6 月 20 日至 7 月 8 日間進行沙洲高程測量之軌跡圖，圖 3.5(b)則為在 10 月 21 日至 11 月 8 日間進行第二次沙洲高程測量之軌跡圖。
2. 底質調查：規劃測區範圍設置五個斷面進行底質採樣，攜回實驗室進行粒徑分析，底質採樣斷面位置如圖3.6所示。

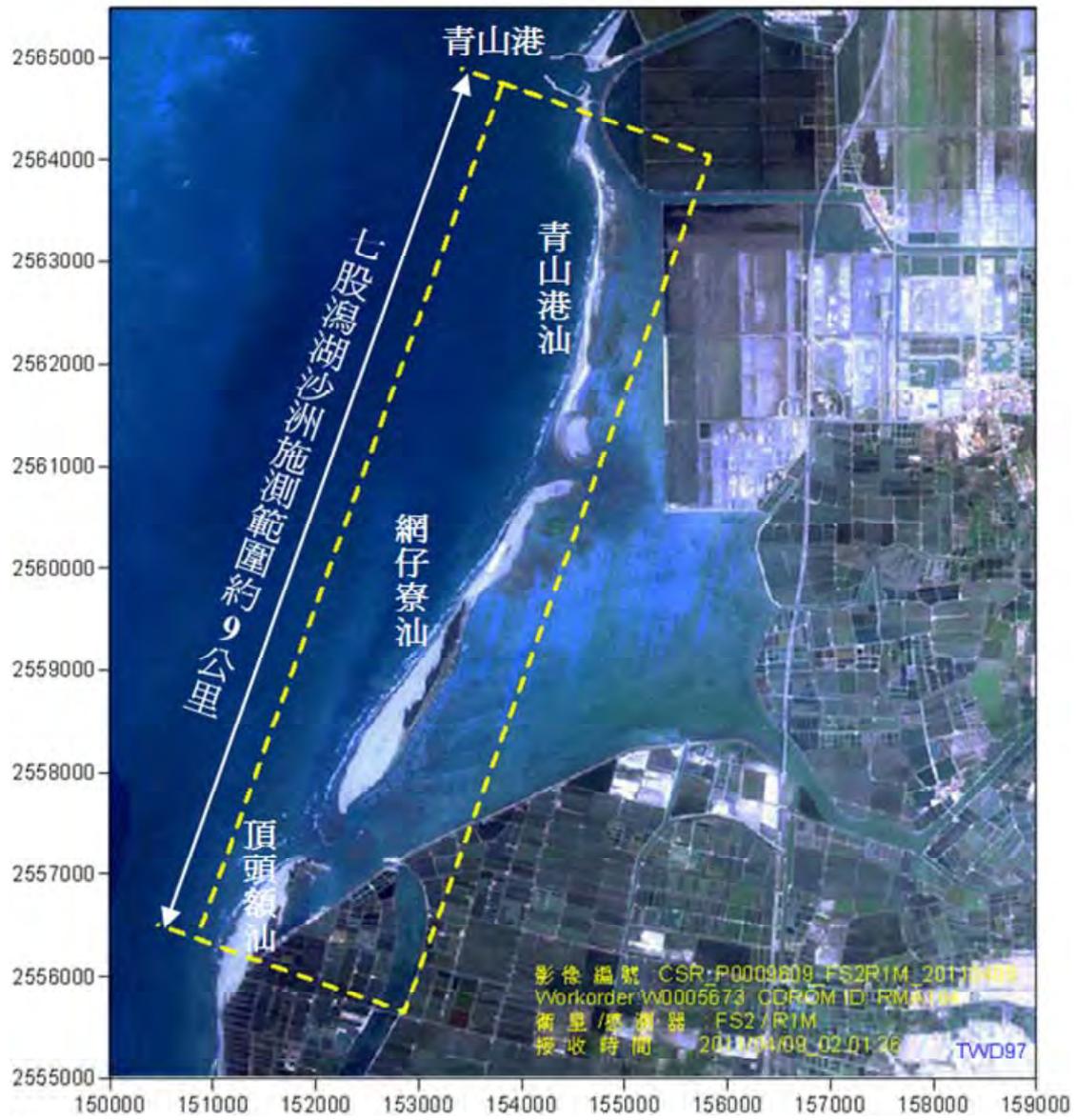


圖3.3 施測範圍示意圖

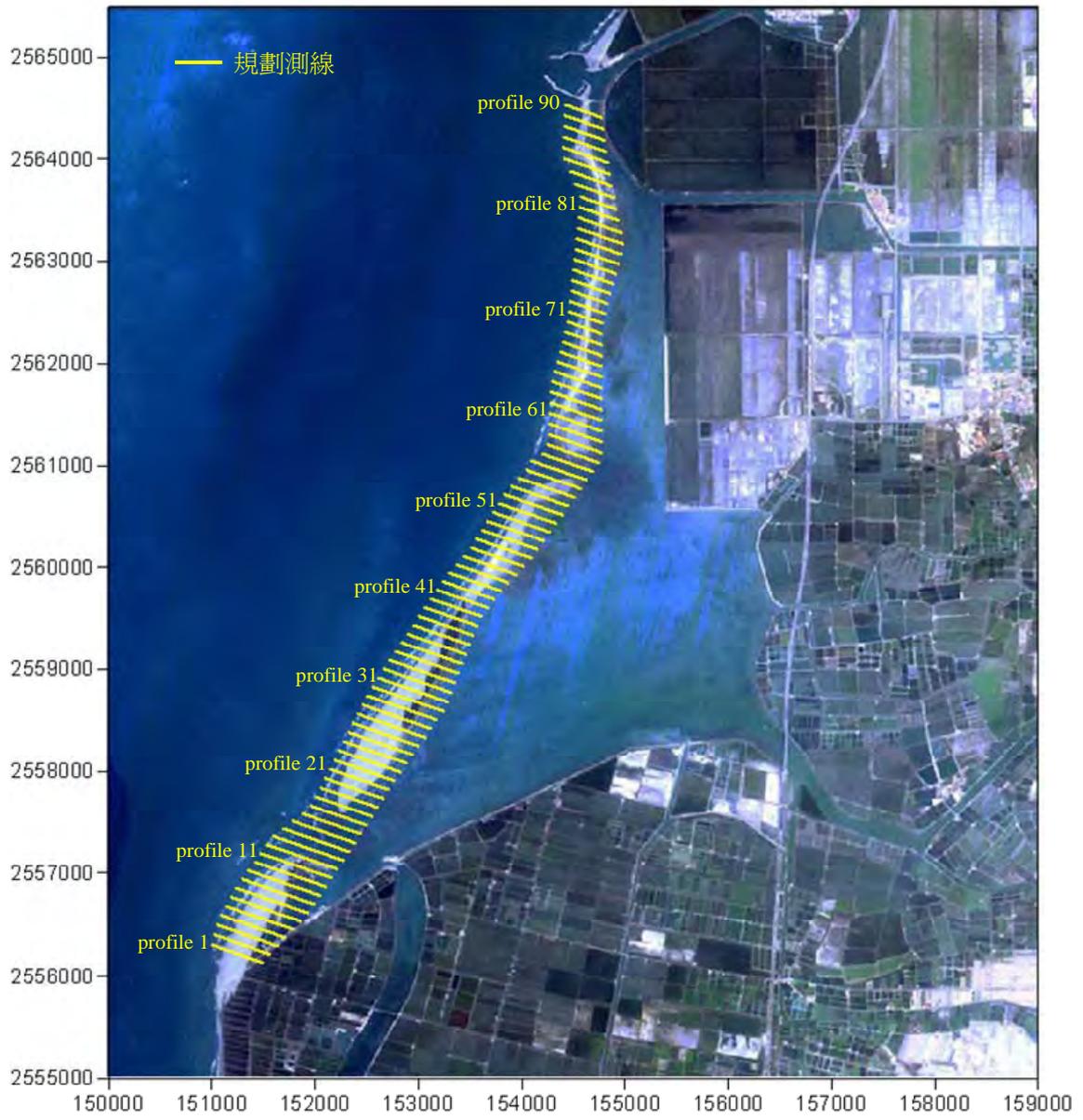


圖3.4 沙洲高程測量測線圖

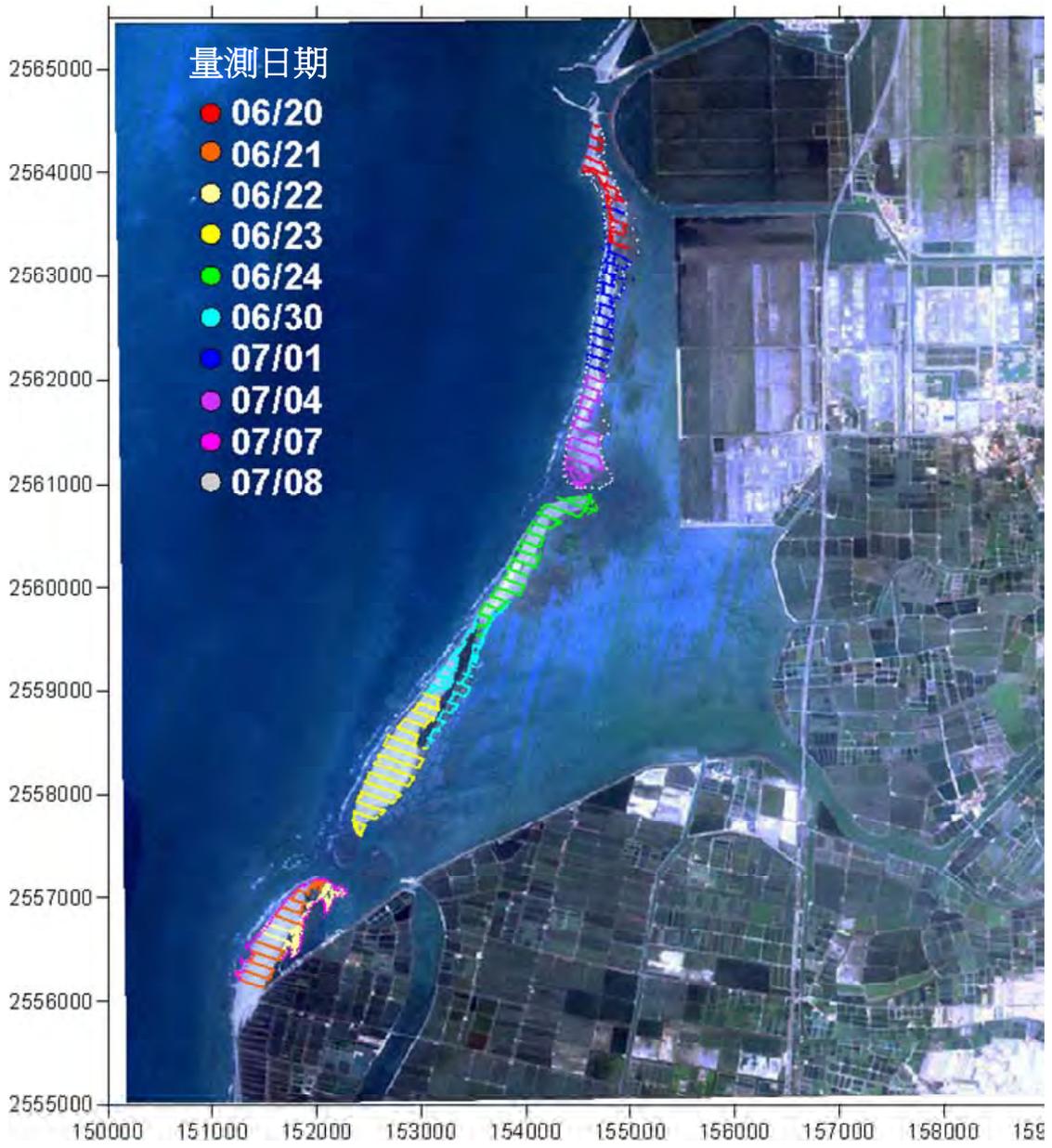


圖3.5 (a) 沙洲高程第一次測量軌跡圖

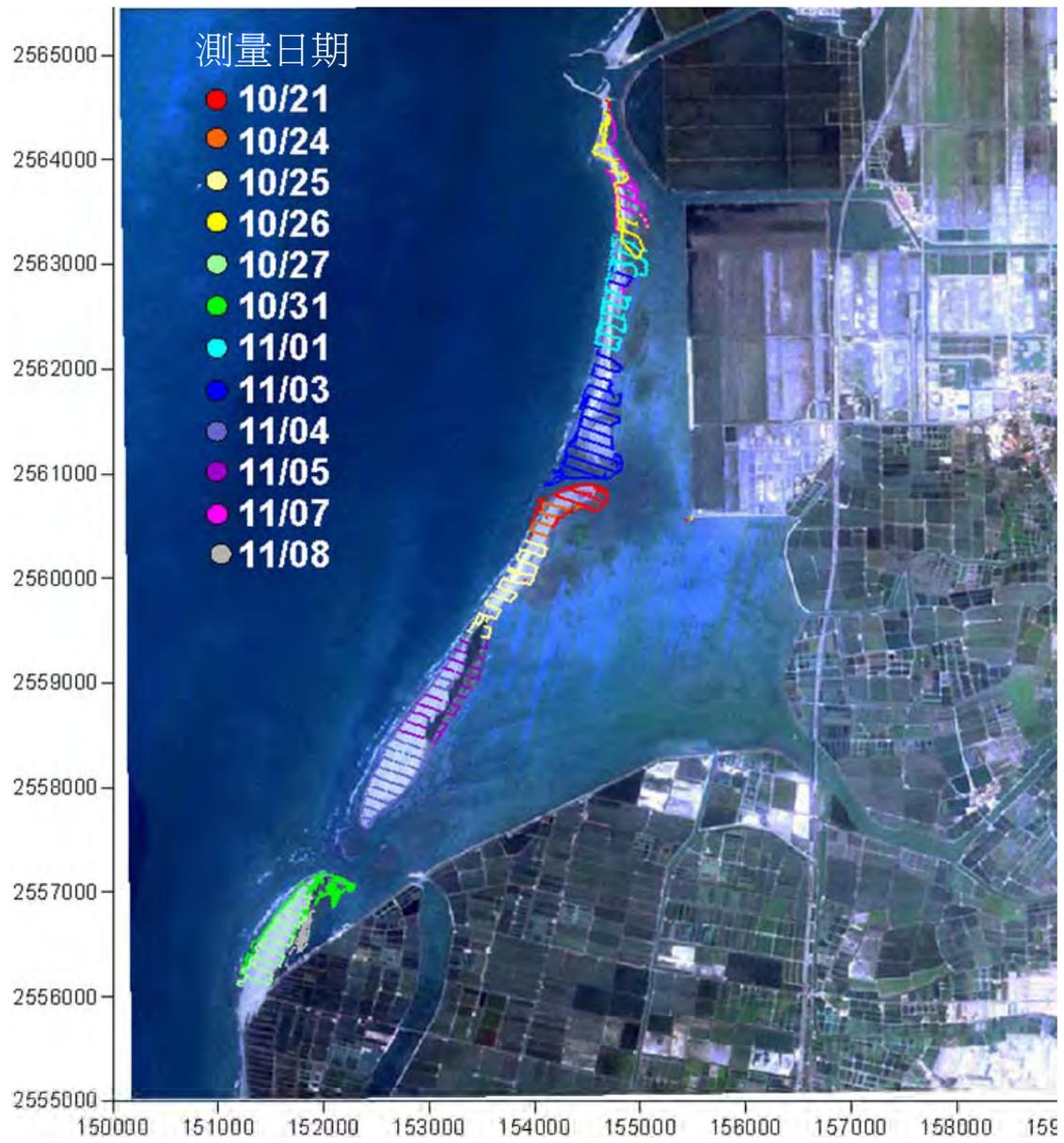


圖3.5 (b) 沙洲高程第二次測量軌跡圖

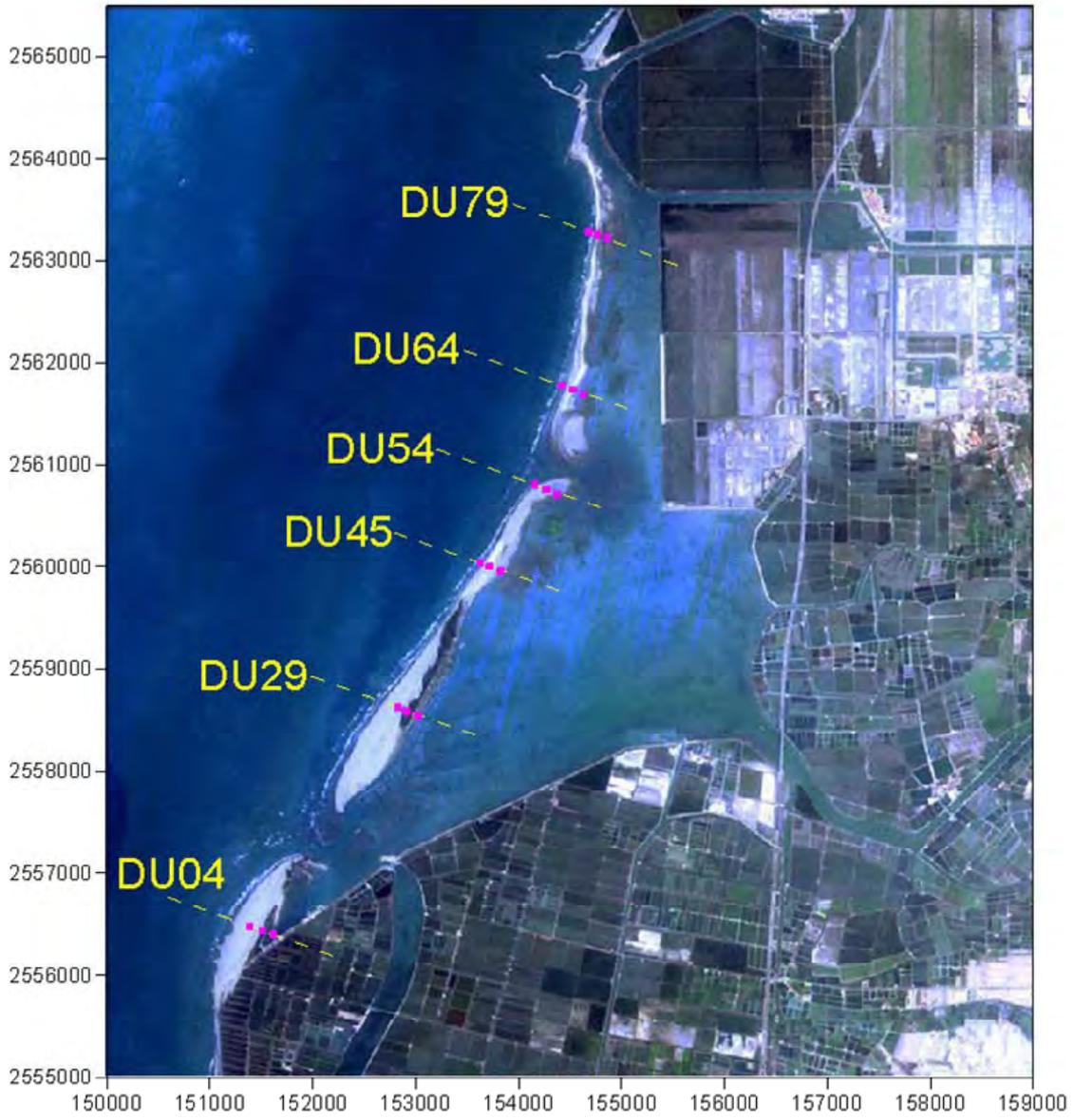


圖3.6 底質採樣斷面位置圖

## 2-2 施測方法

### (一) 測量控制系統

控制測量項目以公尺為單位計至公厘為止，餘則以公尺為單位計至公分為止。

1. 平面基準:採用內政部公告之TWD97二度分帶坐標系統(控制成果則分別提供TWD67及TWD97二套系統)。
2. 高程基準:採用內政部TWVD2001水準系統為高程基準(基隆中潮系統)。
3. 投影坐標系統:採用經差2度分帶之橫麥卡托坐標系統(TM2)，中央子午線尺度比為0.9999，中央子午線與赤道之交點為坐標原點，橫坐標西移250,000公尺，中央子午線採東經121度。
4. 基本(主)控制樁部分，採用第六河川局「台南縣海堤區域勘測檢討暨管理系統建置計畫」案，於各段海堤以每250m間隔埋設海堤控制樁(如表3.1所示)，而本計畫原則上於測區南北中分別使用一基本控制樁即可，故預計引用舊有樁位，待實際清查現況保持良好之樁位後引用而不再另行埋樁，以避免資源浪費及樁位設置之混亂。圖2-5所示為計畫測量範圍之控制樁位置圖，圖3.7(續1)、圖3.7(續2)、圖3.7(續3)則分別為青山港沙洲、網仔寮沙洲與頂頭額沙洲附近之控制樁位置放大圖。
5. 控制點使用前需與臨樁進行邊長檢測及水準檢測，其邊長偏差不得大於 $0.02m+5\text{ppm} L$ ，其中L為邊長公尺數，高程誤差將控制使小於 $12\text{mm}\sqrt{k}$ ，其中k為路線長公里數。而確實無誤後方可採用。

表3.1 控制樁位置

點 號	TWD97坐標系統		高 程 (m)	備 註
	縱坐標(N)	橫坐標(E)		
GNO01	2563582.518	156701.295	2.884	七股鹽田
GNO02	2563578.815	156453.443	3.031	七股鹽田
GNO03	2563575.635	156197.586	2.876	七股鹽田
GNO04	2563572.315	155952.603	2.853	七股鹽田
GNO05	2563568.402	155693.544	2.963	七股鹽田
GNO06	2563565.637	155451.646	2.859	七股鹽田
GNO07	2563370.105	155400.677	3.636	七股鹽田
GNO08	2563123.566	155403.848	3.427	七股鹽田
GNO09	2562872.944	155407.224	3.593	七股鹽田
GNO10	2562620.159	155410.291	3.431	七股鹽田
GNO11	2562371.139	155413.369	3.414	七股鹽田
GNO12	2562067.423	155417.531	3.215	七股鹽田
GNO13	2561818.070	155421.356	3.328	七股鹽田
GNO14	2561564.895	155424.182	3.392	七股鹽田
GNO15	2561307.377	155427.260	3.372	七股鹽田
GNO16	2561047.646	155430.568	3.270	七股鹽田
GNO17	2560791.227	155433.644	3.572	七股鹽田
GNO18	2560565.790	155467.217	3.260	七股鹽田
GNO19	2560570.281	155721.568	3.265	七股鹽田
GNO20	2560574.571	155972.979	3.195	七股鹽田
GNO21	2560577.316	156204.082	3.321	七股鹽田
GNO22	2560536.655	156399.388	3.080	七股鹽田
HNO01	2560490.210	156405.336	3.144	龍山海堤
HNO02	2560271.366	156297.461	3.671	龍山海堤
HNO03	2560026.850	156329.302	3.796	龍山海堤
HNO04	2559791.017	156393.382	3.528	龍山海堤
HNO05	2559640.744	156483.647	3.463	龍山海堤
HNO06	2559422.116	156407.493	3.781	龍山海堤
HNO07	2559184.592	156318.456	3.742	龍山海堤
HNO08	2558942.648	156268.741	3.935	龍山海堤
HNO09	2558697.941	156337.047	3.147	龍山海堤
HNO10	2558542.526	156402.706	3.157	龍山海堤
HNO11	2558292.607	156620.998	3.178	龍山海堤
HNO12	2558162.905	156726.119	3.070	龍山海堤

表3.1 (續)控制樁位置

點 號	TWD97坐標系統		高 程 (m)	備 註
	縱坐標(N)	橫坐標(E)		
INO01	2557870.693	156605.264	3.361	曾文海埔地海堤
INO02	2558063.195	156468.450	3.523	曾文海埔地海堤
INO03	2558223.773	156286.580	3.618	曾文海埔地海堤
INO04	2558300.377	156051.889	3.380	曾文海埔地海堤
INO05	2558280.820	155819.196	3.354	曾文海埔地海堤
INO06	2558257.132	155542.386	3.450	曾文海埔地海堤
INO07	2558239.824	155343.371	3.475	曾文海埔地海堤
INO08	2558209.016	155088.046	3.448	曾文海埔地海堤
INO09	2558106.733	154875.051	3.492	曾文海埔地海堤
INO10	2558002.367	154660.232	3.515	曾文海埔地海堤
INO11	2557895.859	154441.098	3.522	曾文海埔地海堤
INO12	2557785.171	154213.131	3.531	曾文海埔地海堤
INO13	2557682.691	154002.254	3.522	曾文海埔地海堤
INO14	2557579.303	153789.784	3.492	曾文海埔地海堤
INO15	2557472.085	153568.548	3.580	曾文海埔地海堤
INO16	2557360.510	153338.381	3.640	曾文海埔地海堤
INO17	2557261.258	153133.875	3.680	曾文海埔地海堤
INO18	2557152.325	152943.320	3.513	曾文海埔地海堤
INO19	2557013.285	152755.881	3.482	曾文海埔地海堤
INO20	2556863.096	152549.620	3.507	曾文海埔地海堤
INO21	2556727.229	152361.259	3.515	曾文海埔地海堤
INO22	2556582.708	152168.802	3.253	曾文海埔地海堤
INO23	2556442.092	151976.645	2.834	曾文海埔地海堤
INO24	2556296.856	151771.182	3.400	曾文海埔地海堤
INO25	2556144.005	151584.473	3.504	曾文海埔地海堤
INO26	2556726.234	151757.629	4.011	曾文海埔地海堤
INO27	2556439.456	151612.318	3.963	曾文海埔地海堤
INO28	2556157.650	151474.233	4.623	曾文海埔地海堤
INO29	2555926.983	151275.192	5.110	曾文海埔地海堤
INO30	2555623.359	151220.506	5.062	曾文海埔地海堤

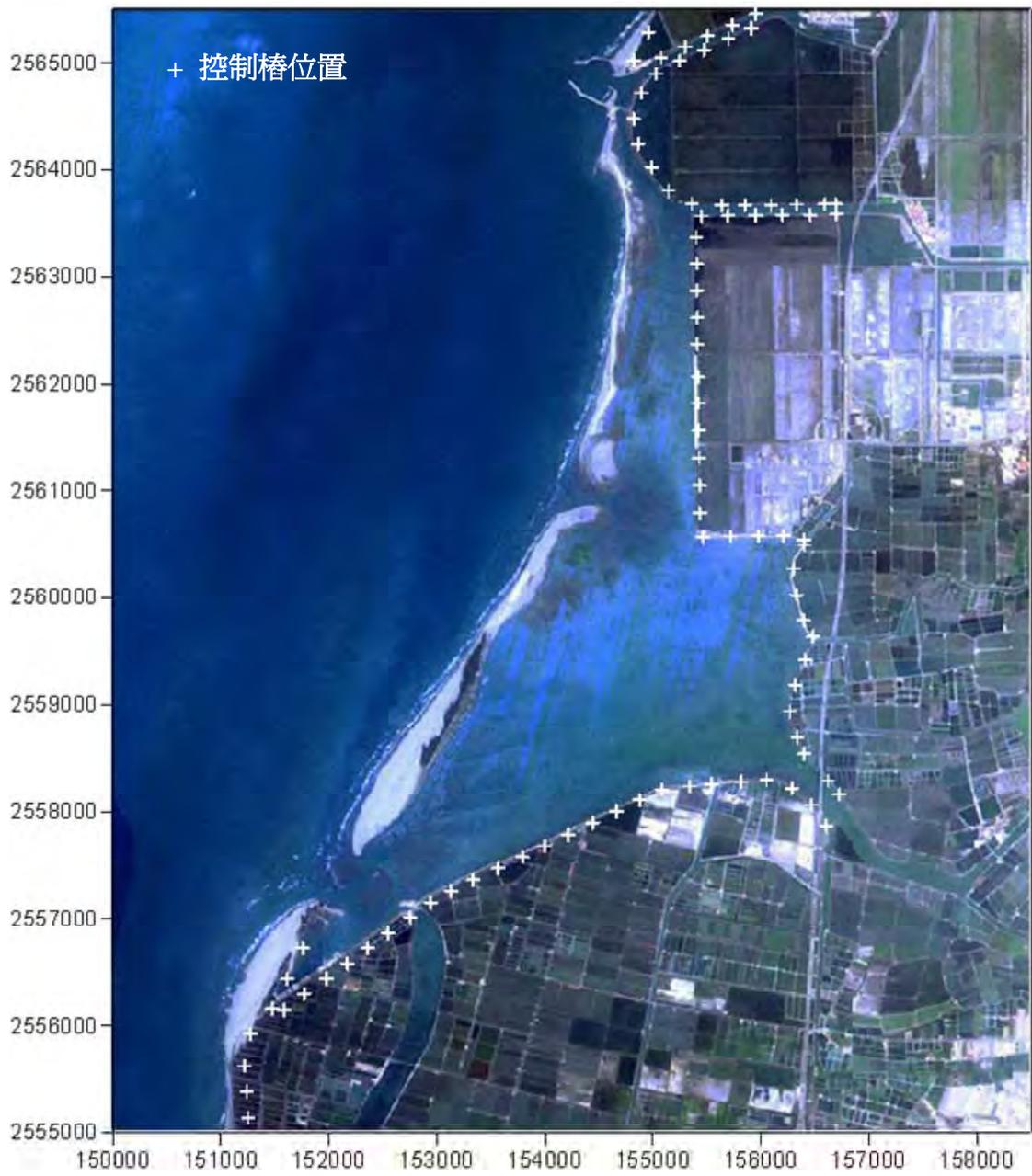


圖3.7 控制樁位置圖(全區圖)

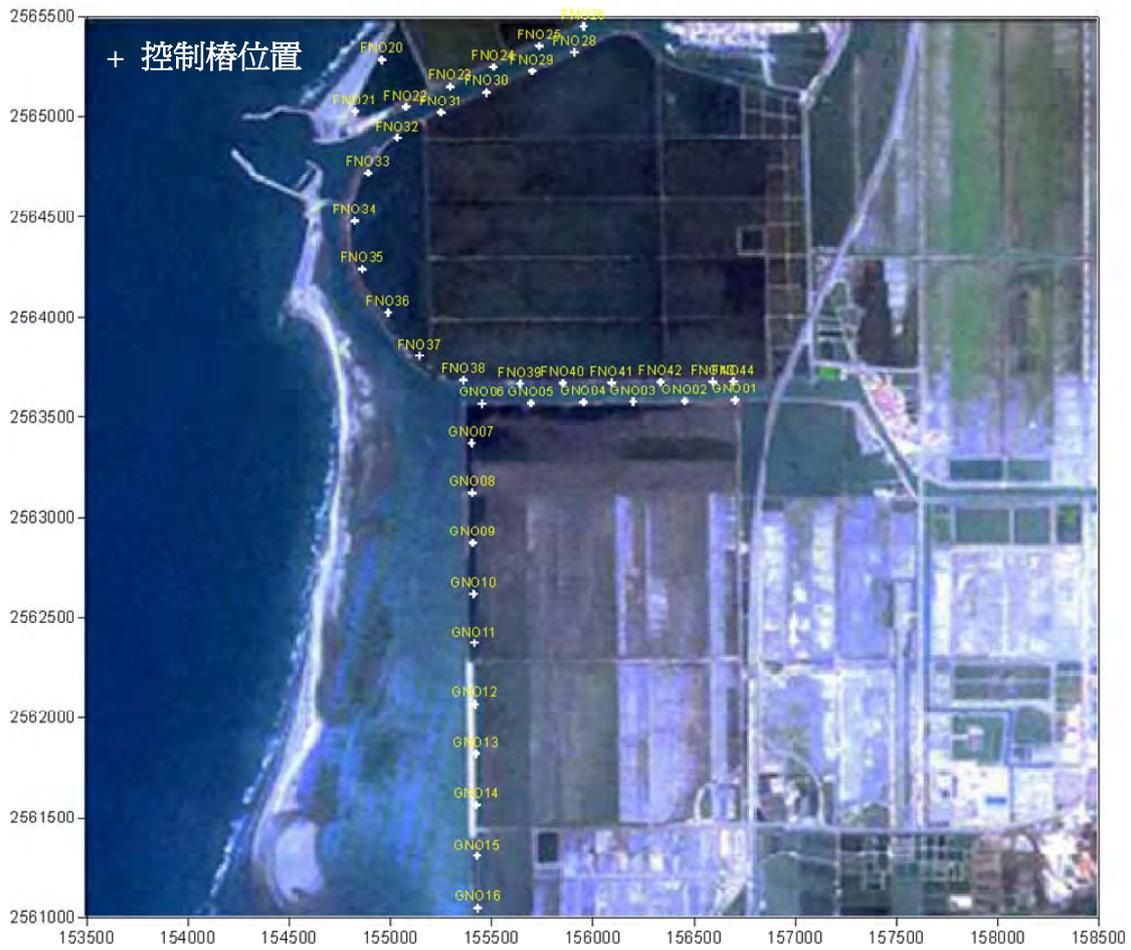


圖3.7 (續1)控制樁位置放大圖(青山港沙洲附近)

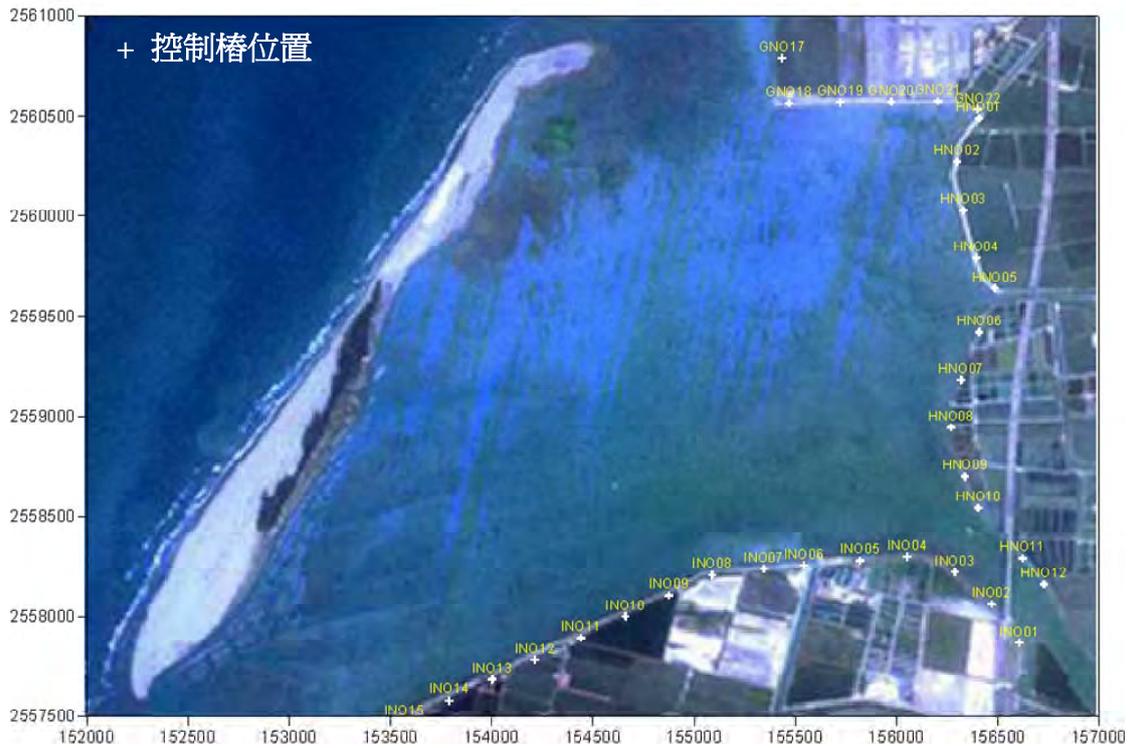


圖3.7 (續2)控制樁位置放大圖(網仔寮沙洲附近)

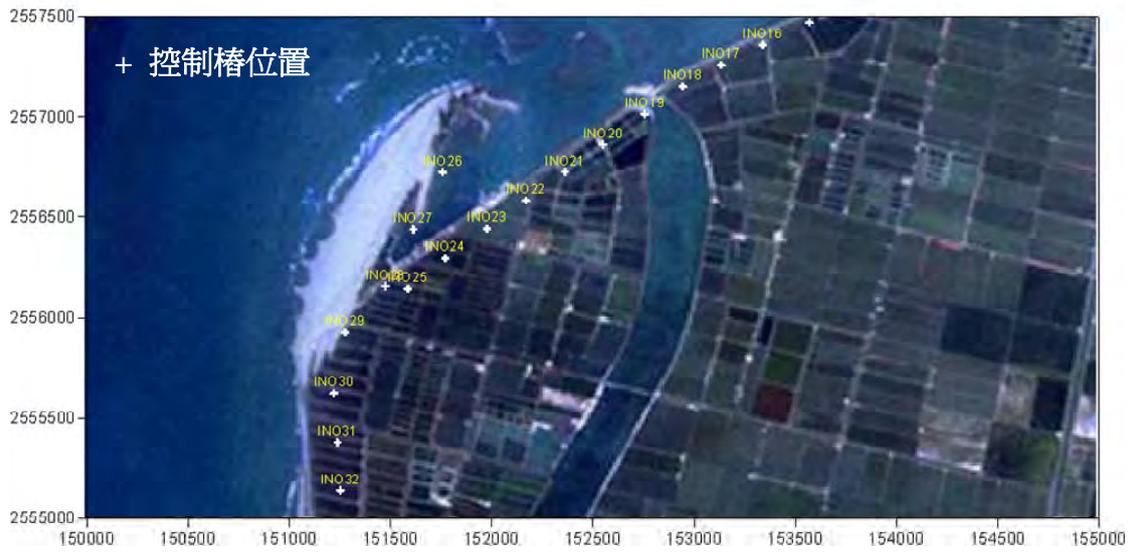


圖3.7 (續3)控制樁位置放大圖(頂頭額沙洲附近)

## (二) 沙洲高程測量

沙洲高程測量預計採用人工陸域測量方式，用全站式經緯儀或RTK即時動態測量，以三次元數值法方式測繪，皆儘量選用低潮時段測量潮間帶區域，現場作業擬採用儀器如表3.2所示。

表3.2 測量作業使用儀器

工作項目	儀器型式/規格	儀器相片
海上定位測量及陸域地形測量 (及已知點檢測)	Trimble 5700 衛星定位接收儀 電碼差分： 水平精度 0.25m+1ppm 垂直精度 0.50m+2ppm 靜態和快速靜態 GPS 測量： 水平精度 5mm+0.5ppm 垂直精度 5m+2ppm RTK 即時動態測量： 水平精度 1cm+1ppm 垂直精度 2cm+2ppm DGPS 即時差分： 水平精度 0.50m 以內	
高程控制點檢測	Sokkia B21 水準儀 估讀至 1mm	
水深測量	OHMEX SonarLite 測深儀 測深精度：2.5 cm (200kHz) 測深範圍：0.3m~90m	
海灘斷面地形測量(含已知點檢測及導線測量)	Zeiss Elta 13C 全站儀 測角精度 1.5 秒 測距精度 2mm+2ppm	
水位計 (潮位量測)	In-Situ Inc. Level TROLL 300 測深精度：0.2% FS 解析度：0.005% FS 量測範圍：16.5psi	

### (三) 底質採樣

共規劃6個斷面，各斷面分別於外海側、高灘地、瀉湖側採樣3點。分析底床質粒徑分佈特性，計畫需進行於颱風季前及颱風過後樣共2次。採樣方式是採樣人員依GPS導航至規劃點位後，以沙鏟進行採樣，採樣完成後將樣品妥善封存並註明採樣點位日期、位置及時間等資料送回實驗室進行分析。

### (四) 底質分析方法

土壤粒徑分析試驗包括兩種：1.篩分析(Sieve Analysis)，2.比重計分析(Hydrometer Analysis)通常粒徑大於#200篩(0.075mm)者用篩分析試驗分析其土粒大小分佈情形，粒徑小於#200篩(0.075mm)者用比重計分析試驗分析其土粒大小分佈情形。

天然土樣中含有粗細粒土壤時一般先作篩分析試驗再作比重計分析試驗，但粗粒土壤比例不高(<50%)時，為防止細粒土壤未被磨碎而被視為粗粒土壤，應先作比重計分析試驗再作篩分析試驗。

#### 1.篩分析(Sieve Analysis)

篩分析為土粒粒徑分析採用最普遍者，其目的在確定各種大小土粒重量與土粒總重量之百分比。篩搖動時，時間大約十分鐘左右，土粒愈細，搖動之次數及時間需增加；搖動時，以水平搖動為宜，為避免垂直搖動而使土粒損失。

篩分析法所用的銅篩全套共有十盒，上有一蓋，下有一底。最上的一盒，其孔眼最大，最低的一盒，孔眼最小，十盒銅篩又分成兩組：第一組計有25.0mm、19.0mm、9.5mm、4.75mm(#4篩)、2.00mm(#10篩)，孔眼等五種篩，此組適用於篩粗粒土壤。#10篩以下，則有0.850mm(#20篩)、0.425mm(#40篩)、0.25mm(#60篩)、0.106mm(#140篩)、0.075mm(#200篩)孔眼等五種篩，此組適用於篩細粒土壤。

將篩盒，蓋和底連在一起(或分兩組)，用人工或機械方法使之震動。盒內土粒經由篩孔紛紛下落，凡顆粒粗於篩眼者，將留存銅篩內。打開銅篩逐一秤計各篩留存的土粒重量再計算下列的百分比。

(1)留存每篩的百分比：以總土粒重量除每篩內的留存土重。

(2)留存篩內的累積百分比：以留存每篩內的百分比依次相加。

(3)通過每篩內的累積百分比：以100%減去留存每篩內的累積百分比。

將通過#200篩之土壤超過全部重量10%者進行沙土之比重計分析，若沒少於全部重量10%者，則不做比重計分析。

## 2.比重計分析(Hydrometer Analysis)

土粒採用篩分析，因銅篩製造技術關係，其孔徑僅小至某一定限度，如超出此限度，則無法應用。通常土粒小於0.075mm者，將採用比重計分析法。比重計分析法，亦稱沉澱分析法，係根據流體力學中之斯篤克定律(Stoke's Law) 決定土壤粒徑分佈之試驗。

操作步驟如下(CNS 491(A3010))：

(1)取細粒土樣稱50-100g( $W_s$ ) (若為粒徑小於50.8mm粗料取4000g直接做篩分析)放入250  $cm^3$  燒杯加水半滿，加入比重1.023之水玻璃20  $cm^3$  或濃度40g/L之六偏磷酸鈉(Sodium Hexametaphosphate)125  $cm^3$  (當作分散劑)攪拌均勻後，靜置18小時以上。

(2)浸泡後用攪拌機攪拌1分鐘，將試驗洗入1000  $cm^3$  量筒內，並加水到1000  $cm^3$  ( $V=1000 cm^3$ )，上下顛倒攪拌一分鐘約60次。

(3)同一時間插入比重計及溫度計，開始記讀於0.1、0.25、0.5、1、2、5、15、30、60、120、240、1440直至2880分鐘記錄之。

比重計分析計算如下：

$$D_{mm} = \sqrt{\frac{1800 \cdot \mu}{(G_s \times \gamma_{w4^\circ C} - \gamma_{wT^\circ C} - \gamma)} \cdot \frac{1}{980.7} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{Z_r'(cm)}{t(min)}}$$

$$N = \frac{G_s}{G_s - 1} \cdot \frac{V}{W_s} \gamma_0 (\gamma - \gamma_w) \times 100\%$$

其中：

$G_s$  土壤比重。

$Z_r$  由比重計重心量至比重計在土液中，各讀數刻劃的距離。

$Z_r = Z_r - \frac{l}{2}$ ， $l$ 為比重計放入量筒內，土液面上升的距離；

$\frac{l}{2}$ 為設計修正值。

$\mu$  水之粘滯係數，單位為millipose。

$r_0$  0.9982 g/cm<sup>3</sup> (比重計驗定溫度20°C之水單位重)

$r_w$  清水中比重計讀數。

$R$  土液比重計讀數。

V=1000 c.c.=1000 cm<sup>3</sup> 量筒體積。

所得資料再合併篩分析之分析結果以內差法求得中值粒徑(median diameter)  $d_{50}$ 、有效粒徑(effective size)  $d_{10}$ ，以及平均粒徑(mean diameter)  $d_m$ ，而平均粒徑則取幾何平均值，其計算方法如下：

$$d_m = \sqrt[p=0]{\sum_{p=0}^{100} d_i \cdot p_i} / \sqrt[p=0]{\sum_{p=0}^{100} p_i}$$

其中  $d_i$  為兩相鄰篩號之幾何平均粒徑， $p_i$  為所對應留篩部分佔全部重量之百分比。均勻係數(coefficient of uniform)  $c_u$  可由  $c_u = d_{60}/d_{10}$  算出。並依粒徑分布將沙樣顆粒予以分類，粒徑大小小於0.075mm者視為沉泥或黏土；粒徑大小介於0.075mm~4.76mm之間者視為沙粒；而粒徑大小介於4.76mm~76.2mm之間者則為礫石。粒徑分析試驗流程圖如圖3.8。

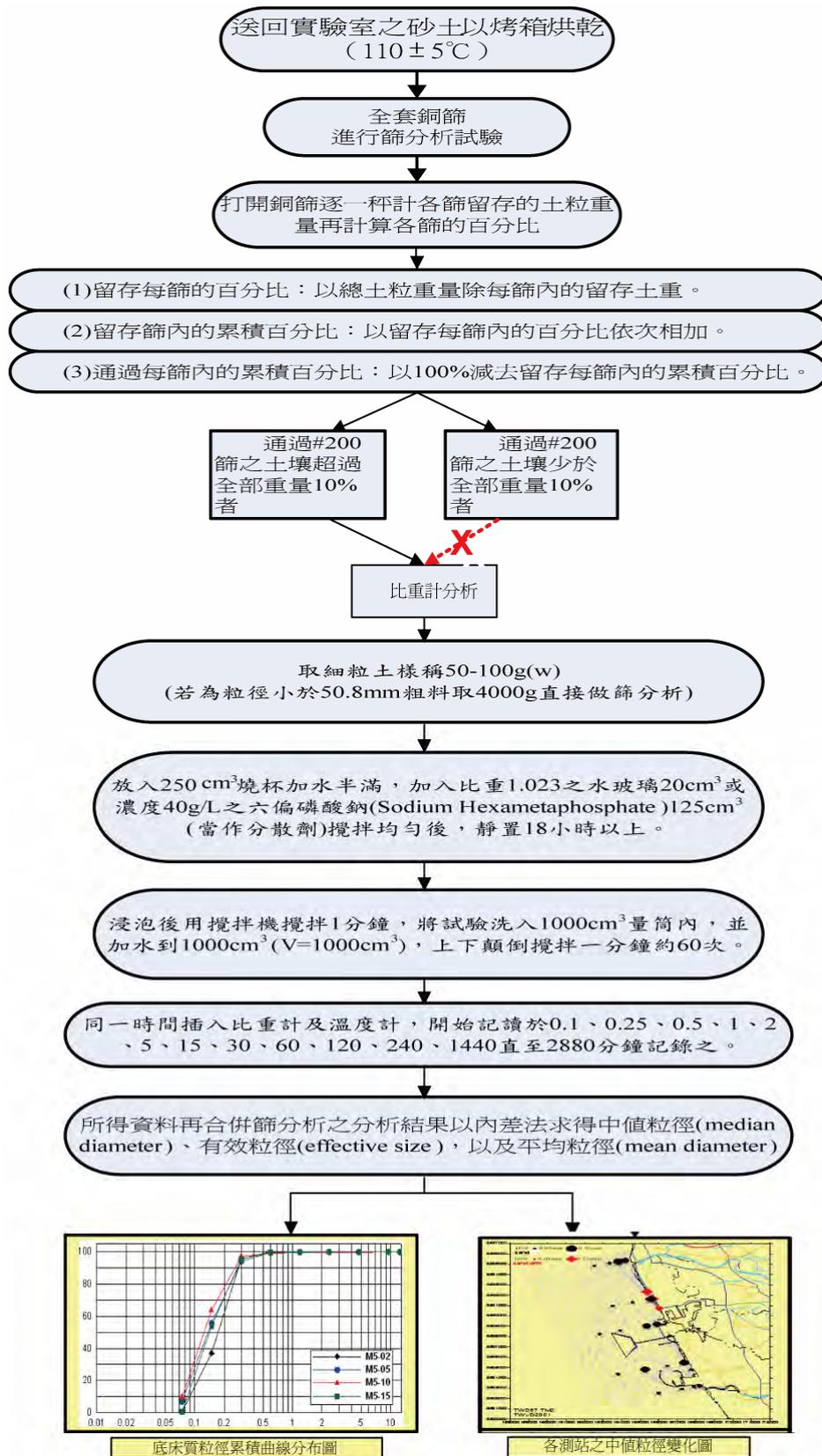


圖3.8 粒徑分析試驗流程圖

### 第三節 瀉湖沙洲現況問題及其影響分析

根據歷年文獻及地形變遷分析的結果，瞭解沙洲變化的自然與人為因子，進行現場調查及訪談，瞭解目前沙洲面臨的問題及可能的影響。影響沙洲變遷的自然因子包括海流、氣候、風速、風向、泥沙供應及颱風等，人為因素包括堤防的興建及其他的工程建設等。

自然因子方面主要收集過去相關的文獻資料、氣象局及水利署的監測資料，分析這些因子跟沙洲變遷之間的關係，並評估可能造成的影響。人為因素方面主要以蒐集過去海岸堤防及相關工程建設的資料，並以現場調查及衛星影像記錄海岸工程興建的時間、位置與範圍，分析這些工程與沙洲變遷的關係，並評估可能造成的影響。

除此之外，以文獻及訪談的方式收集當地產業結構資料，如漁業及相關之經濟活動，收集歷年漁業產量等經濟成果，分析在沙洲的變化對產業發展的影響，並依據量化分析的結果，評估後續沙洲流失對瀉湖地區生態環境、漁業經濟及鄰近社區可能造成之衝擊。

### 第四節 研提瀉湖沙洲復育策略

台江國家公園數百年來地景變化大，主要地理特徵為全台灣最大瀉湖、沙洲、濕地。包括台灣最大的七股瀉湖、沙丘、離岸沙洲、台灣唯二國際級濕地(如符合 IBA 準則、被 IUCN 亞洲濕地調查評選為國際級且具備鹽沼、河流、水道、魚塢、河口泥灘地、台灣沿海紅樹林保存最完整、歧異度最高紅樹林的四草濕地)。近年調查結果，顯示沙洲沙丘侵蝕消失、瀉湖陸化等地景消失的危機存在，因此宜進行自然地景資源調查，以了解地景保育標的及目前狀態，以作為後續沙洲復育的評估指標。

過去相關地景資源雖有不少文獻可做為背景參考資料，但缺乏整合系統性研究。因此本計畫整合過去相關的研究文獻，全面了解台江沿海自然地景演變史及沙洲變遷相關影響因素，提供沙洲地景保育和短、中、長期管理規劃建議，協助管理處後續沙洲復育之參考。

## 第五節 召開研議會議

本計畫在期中與期末報告前，各召開一場研議會議，邀請政府相關機關、專家學者及地方團體代表等，針對初步研究的成果進行討論，透過各方不同的意見，集思廣益，對於後續計畫的執行，能提供建議與改進的措施。

## 第四章 研究成果

### 第一節 歷年沙洲的變化

從文獻回顧中的研究報告指出，在本研究區內的沙洲有相當大幅度的變化，這些定性及定量分析的結果，可以瞭解海岸、沙洲、潟湖的變遷過程，在本研究中除了整理海岸變遷的研究資料外，並收集了不同時期的地圖及衛星影像資料，以期能對海岸變遷有更進一步的瞭解。

本研究目前蒐集了台江國家公園範圍內的影像資料（表 4.1），將沙洲的位置，以 ArcGIS 軟體進行空間校正及數化，成果如圖 4.1 至 5.3 所示。這些地圖及影像資料，由於製圖的標準不同，同時衛星影像在拍攝時的潮位不同，會造成在觀察及分析時的誤差，因此在本節中僅就目前取得的影像資料進行定性的探討，同時比較過去相關的研究報告來概略描述沙洲的變化情形。

表4.1 本研究採用的影像資料及年代

影像名稱	年代
台灣堡圖	1904 年
台灣地形圖	1926 年
聯勤地形圖五萬分之一	1955 年
聯勤地形圖兩萬五千分之一	1966 年 3 月
像片基本圖第一版	1975 年 12 月
像片基本圖第二版	1983 年 7 月 11 日
經建 1 版地形圖	1985 年
經建 2 版地形圖	1994 年
SPOT 衛星影像	1997 年 11 月 12 日 11:00 分
航照	2001 年 6 月 28 日（將軍站潮位-0.1m）
福衛 2 號影像	2007 年 7 月 4 日上午 11 時
農航所航照	2009 年 4 月 14 日 12 : 47 分
福衛 2 號影像	2009 年 11 月 27 日上午 11 時

圖 4.1a 為 1904 年台灣堡圖，橘色半透明色塊為堡圖沙洲的位置，紅色半透明色塊為當時陸地的位置，底圖為 2009 年的福衛 2 號影像。堡圖中可以看到當時的沙洲與陸地間包圍有較大的水域，且海岸比現在的海岸更為東側。

隨著時間的演變及人為的開發，在 1926 年地圖中海岸開發有往西側擴張（圖 4.1b），在 1955 年開發範圍更大（圖 4.1c），開發的區域為為七股鹽田區及魚塢。

到 1966 年的地形圖中（圖 4.2a），海岸因魚塢及鹽田持續的開發，使得陸地

往西側海域來擴張，同時也使得原本海域的沙洲部分往西側遷移。在 1975 年像片基本圖中（圖 4.2b），可以看到在七股潟湖的南岸大多已經開發成魚塭，陸地範圍因七股二區的開墾向西擴張了 5 公里以上，已經接近 2009 年影像的最西側，此時在曾文溪口仍有大片的沙洲存在。至 1983 年七股魚塭則向南逐漸擴張，曾文溪口南岸也向西側開發。

在 1985 年（圖 4.3a），魚塭的開發逐漸往南至曾文溪口，此時開發的範圍已經達到最大，主要是由於七股海堤的興建，將這個區域劃為陸域的範圍，但範圍內主要還是由原本沙洲所組成，少部分被開墾成魚塭。這個區域當時被列為七股工業區的預定地，但目前已經變成黑面琵鷺保護區，並列入台江國將公園範圍內。

至 1997 年間海岸的沙洲則逐漸減少，在 1997 年（圖 4.3c）的衛星影像中可以明顯看到位於曾文溪口的沙洲面積相較 1985 年（圖 4.3a）明顯減少。比較 1985 年及 2009 年的衛星影像，七股潟湖的沙洲已經往東移動了約 1 公里的距離。

七股海岸的變遷受到人為開發的影響，產生了巨大的變化，為了瞭解這些開發事件與海岸變遷的關係，將七股海岸開發事件及年代整理如表 4.2。

表4.2七股海岸相關工程一覽表

開發區域	興建時間	面積
七股一區	1971-1973 年	414 公頃
七股二區	1971-1976 年	308 公頃
曾文水庫	1973 年完工	
七股魚塭	1947 年完工	500 公頃
曾文海埔地	1963-1967 年	1600 公頃
將軍漁港	1990-1995 年	
將軍漁港及青山漁港 西南航道興建	1991~1996 年	
頂頭額沙洲 11 座離岸堤	1998 年	

為了進一步觀察這些沙洲的變化，本研究利用航照及衛星影像資料，將這 6 個沙洲分成 7 個區域（圖 4.5），來觀察比較這些沙洲的變遷情形。



(a)1904 年台灣堡圖

(b)1926 年台灣地形圖

(c)1955 年聯勤地形圖

圖4.1 台江沿海沙洲變遷1 (底圖為2009年福衛2號影像)



(a) 1966 年聯勤地形圖



(b) 1975 年像片基本圖一版



(c) 1983 年像片基本圖二版

圖4.2 台江沿海沙洲變遷2



(a)1985 年經建 1 版地形圖

(b)1994 年經建 2 版地形圖

(c)1997 年 SPOT 衛星影像

圖4.3 台江沿海沙洲變遷3



(a)2001 年航照

(b)2007 年福衛 2 號影像

圖 4.4 台江沿海沙洲變遷 4



圖 4.5 台江沿海沙洲位置分布圖

青山港沙洲位在七股潟湖最北端，在 1997 年沙洲成兩段，北側沙洲與青山港連結，南側的沙洲為當時網子寮沙洲北段（圖 4.4）。至 2001 年兩段沙洲連結起來，原網子寮沙洲北段的位置則往東側移動約 200 公尺。2007 年南側沙洲持續往東側移動，相較於 1997 年往東移動約 400 公尺，且在南側形成新的潮口，沙洲也變得更窄。至 2009 年南段沙洲連結起來，潮口消失，2009 年南段沙洲則持續往東側移動，估計 1997 年至 2009 年南側沙洲最大變動量超過 500 公尺。

網子寮沙洲變動相當大，與青山港沙洲因潮口位置的變動，就位置而言很難定義出兩個沙洲的區別（圖 4.5）。在 1997 年網子寮沙洲為七股潟湖最大的沙洲，其北端已經相當靠近青山港。在 2001 年沙洲被切割成三段，北段已與青山港沙洲連結；中段為小沙洲，與南北兩段形成兩個潮口，此段沙洲往東側移動約 200 公尺；南段的沙洲則有往南側遷移的現象。另外根據林宗儀（2007）研究調查發現南段的沙洲在 1996 至 2000 年的 4 年間，大約後退了數十公尺。致南段原有的寬廣灘面和海灘平台及連續沙丘地形亦逐漸消失。濱線快速後退的結果，也導致人工種植離岸約上百公尺的防風林木，亦紛紛倒塌。2007 年中段的沙洲已與北段沙洲結合，在型態上南側潮口處沙洲較寬約 200 公尺，北側較窄不到 100 公尺。至 2009 年與青山港沙洲間的潮口向北遷移了 600 公尺，也使得沙洲的長度變長。整體而言在 1997 年至 2009 年間，沙洲被分成南、北兩段，北段與青山港沙洲合併，南段沙洲北端潮口處往東移動約 500 公尺，南端的沙洲則往南移動約 500 公尺。

在頂頭額沙洲位在七股潟湖沙洲的最南端（圖 4.6），在 2001 年沙洲北側比 1997 年往南移動約 100 公尺。在沙洲西南側海域 1998 年水利署設置 11 座離岸堤，避免此段海岸持續遭受侵蝕。至 2007 年沙洲北側又更往南移動，累積移動約 400 公尺。在西南側的沙洲，由於離岸堤的設置，沙洲持續向西側來擴張，估計往海側堆積約 100 公尺寬的泥沙。至 2009 年沙洲北側仍有持續被往南侵蝕的跡象；在西南側離岸堤與沙洲間，泥沙則持續進行堆積，在退潮時，部分沙洲與離岸堤間已被泥沙所填滿。

在頂頭額沙洲南岸海岸，在 1997 年的沙丘上有大片的木麻黃，在 Spot 衛星影像上是呈現紅色的（圖 4.7），黃色的線條表示 1997 年海岸線的位置，2001 年海岸線明顯後退了 100 公尺左右，至 2007 年 7 月海岸後退已經超過 200 公尺，至 2009 年 11 月（莫拉克颱風後），估計總計海岸後退達 400 公尺。原本在海岸

的大片木麻黃，至 2009 年大部分已被海水沖毀，估計有 67 公頃的面積消失。這個區域的海岸侵蝕，可能與北側離岸堤的設置，在冬季東北季風來時，造成部分泥沙停止往南輸送，加速本區的侵蝕作用，建議後續可進一步來分析研究。

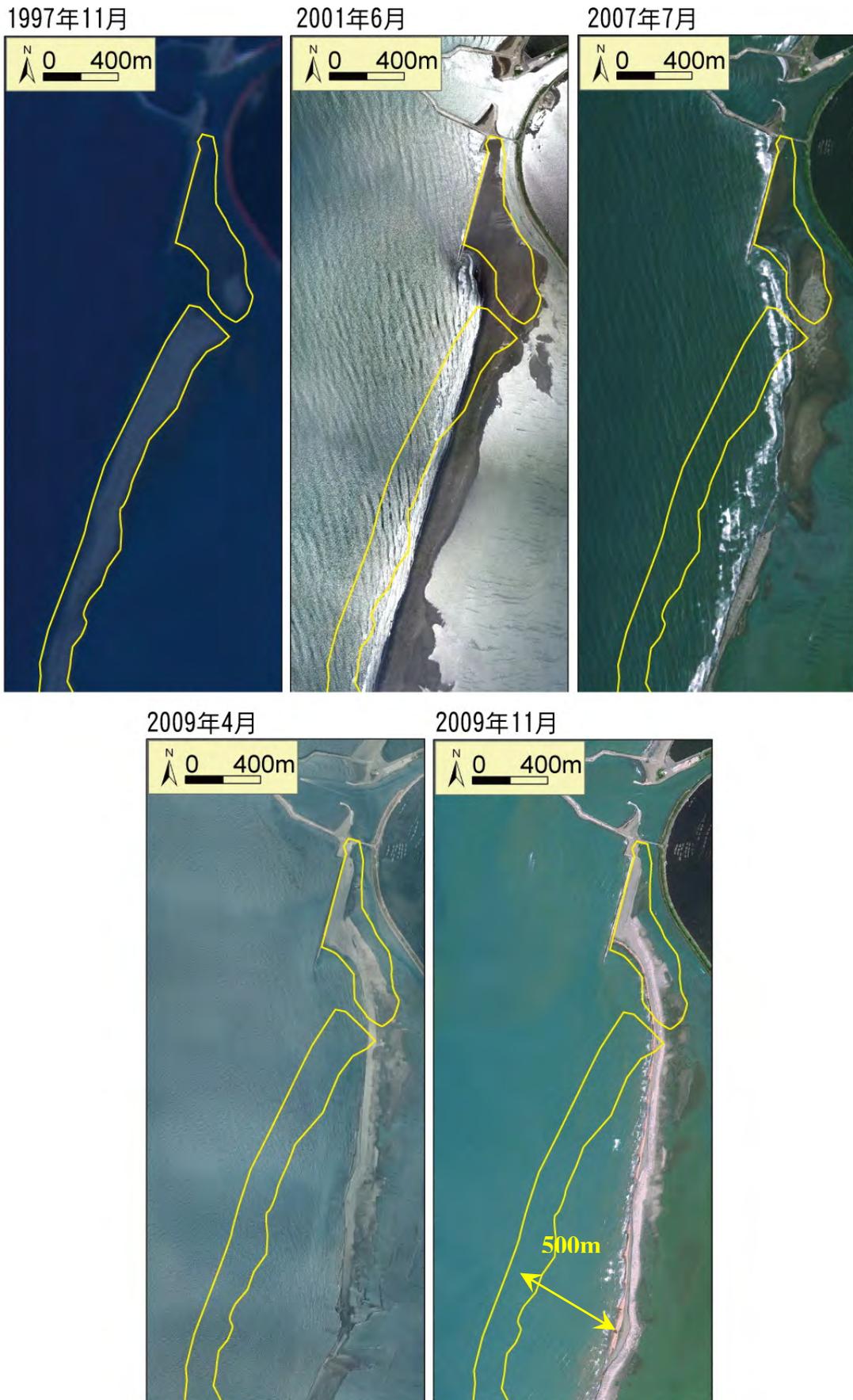


圖4.4 青山港沙洲變遷圖

1997年11月



2001年6月



2007年7月



2009年11月



圖4.5 網子寮沙洲變遷圖

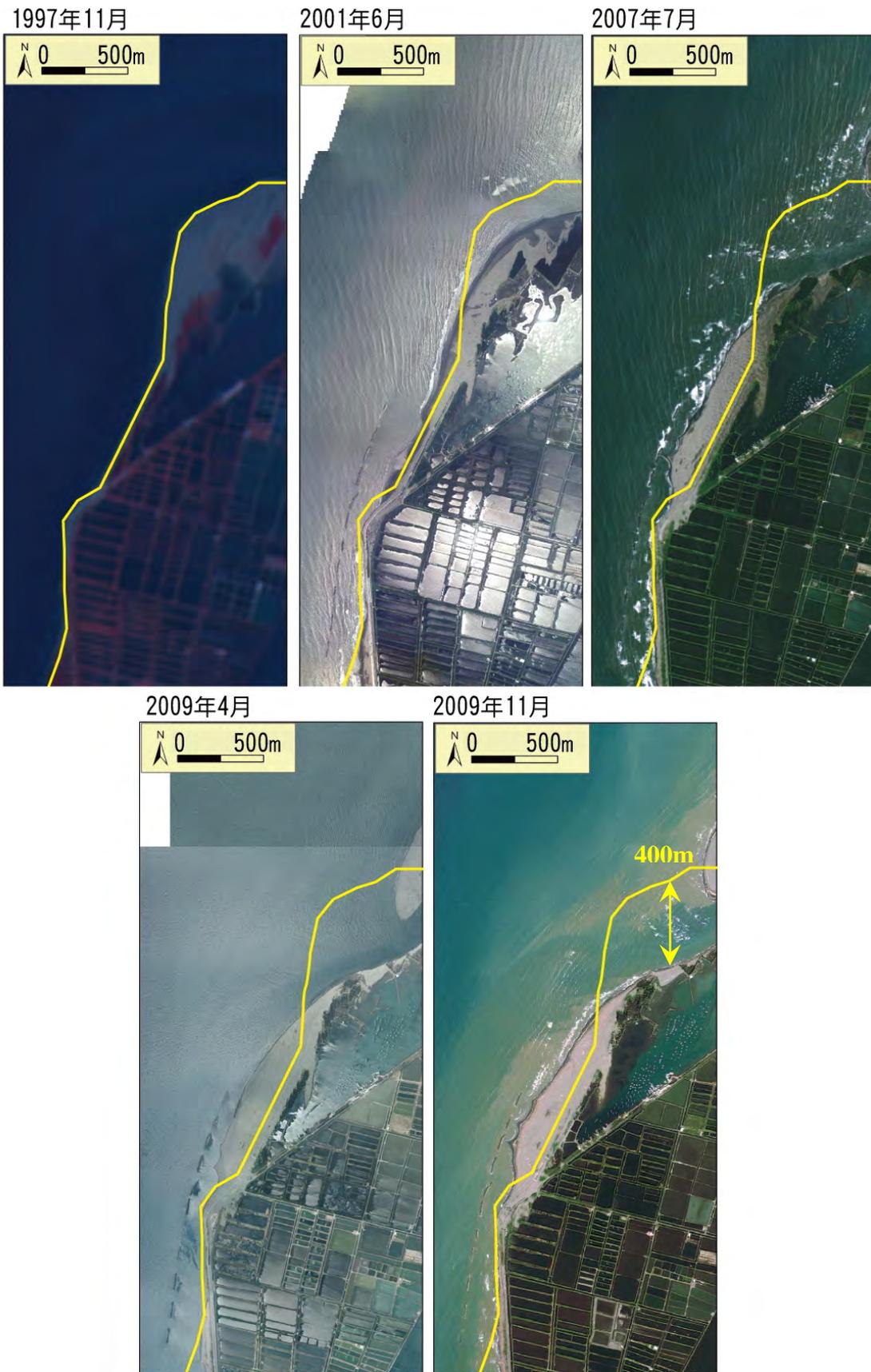


圖4.6 頂頭額沙洲北側變遷圖

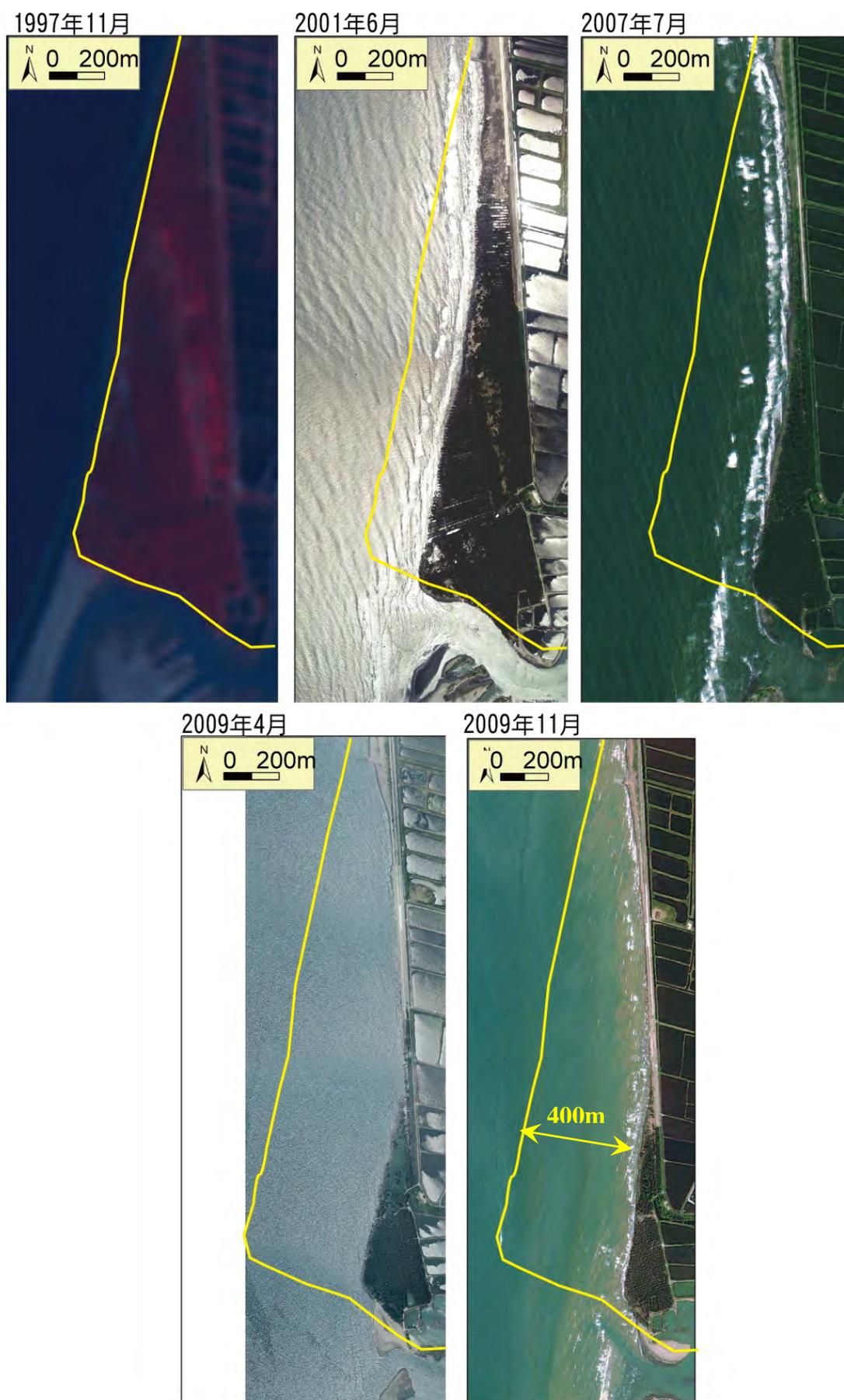


圖4.7 頂頭額沙洲南側變遷圖

新浮崙沙洲位於黑面琵鷺保護區的西側，沙洲呈現西北東南走向，東南側與保護區的堤防連接（圖 4.8）。在 1997 年沙洲的寬度約 200 公尺，至 2001 年，沙洲的北側有往南加寬的現象。至 2007 年沙洲持續往南加寬約 200 公尺，甚至在西北端發育出往南的小沙洲，使的沙洲的型態發生改變；然而位於西北端的沙洲，則持續往東南侵蝕後退，估計往東移動約 200 公尺。至 2009 年 4 月小沙洲中間被海水衝破分成兩段，原本的新浮崙沙洲則變化不大。至 2009 年 11 月新的小沙洲已經完全消失。整體而言新浮崙沙洲從 1997 年至 2009 年，沙洲的西北端往東移動約 250 公尺，沙洲的面積則往南擴張約 200 公尺，型態上原本細長的沙洲，在 2009 年變成寬短的沙洲。

曾文溪口沙洲位於曾文溪出海口的北岸及黑面琵鷺保護區的南側（圖 4.9），在 1997 年沙洲內側主要為魚塢，至 2001 年沙洲中段被侵蝕，並在沙洲外側約 100 公尺處形成一條離岸沙洲。到了 2007 年離岸沙洲完全消失，除此以外，原本沙洲不斷的往北侵蝕，中段的沙洲已經完全消失，內側魚塢由於失去沙洲的保護，也開始受到侵蝕。2009 年 4 月沙洲已經完全消失，曾文溪口的魚塢也失去的用途，持續受到海岸侵蝕而破壞。受到 2009 年 8 月莫拉克颱風的影響，至 2009 年 11 月河口仍呈現侵蝕現象，曾文溪口也因此河口處顯得更加寬廣。整體而言在 1997 年至 2009 年間，曾文溪口沙洲已經完全消失，另外在河口持續侵蝕作用下，海岸後退約往北 400 公尺，另外在東側的河岸處，也因河岸侵蝕使得內側魚塢受到破壞，曾文溪河道也因此加寬了約 100 公尺。

台南城西濱海沙洲位於曾文溪口與鹿耳門溪口之間（圖 4.10），自 1997 年沙洲的北段（靠近曾文溪出海口）已無明顯之沙洲，在中段部分約有 100 公尺的寬度，吳盈志等（2006）研究結果顯示目前此段海岸是呈現平衡穩定的狀態，而本研究觀察 1997 年至 2009 年間影像，也可以看到變化並不明顯，表示此區目前仍是呈現穩定的狀態。

1997年11月



2001年6月



2007年7月



2009年4月



2009年11月



圖4.8 新浮崙沙洲變遷圖

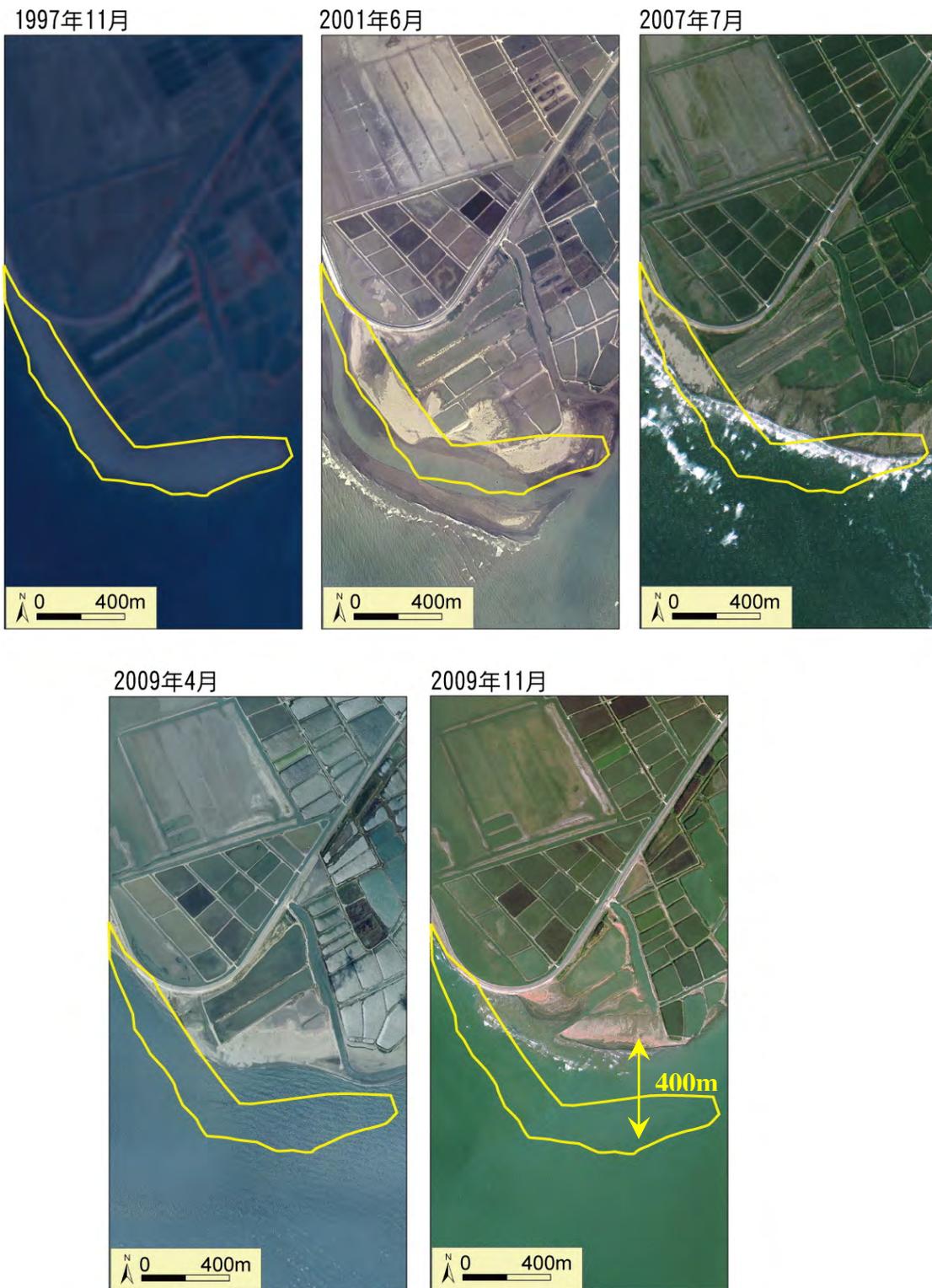


圖4.9 曾文溪口沙洲變遷圖

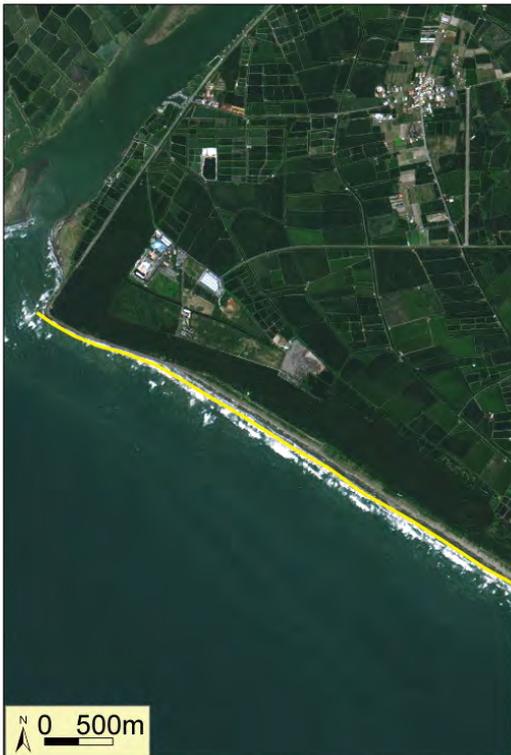
1997年11月



2001年6月



2007年7月



2009年11月

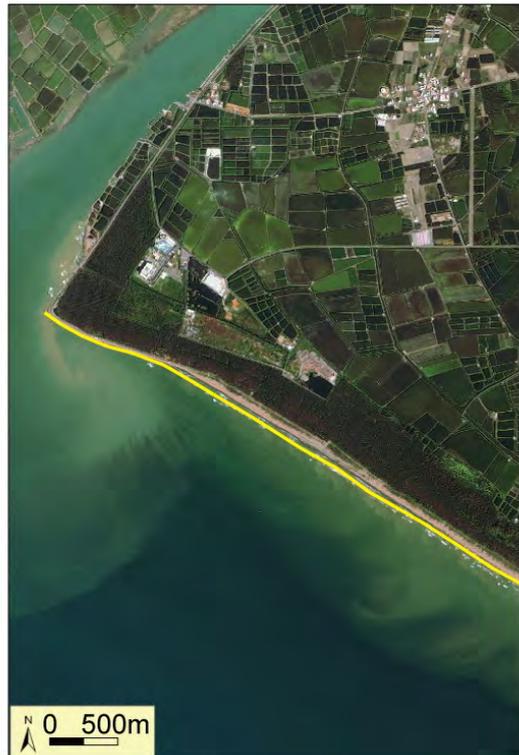


圖4.10 台南城西濱海沙洲變遷

## 第二節 沙洲高程與底質量測成果與分析

### 一、沙洲高程測量

本計畫颱風季前後之沙洲地形高程測量業已完成,測線規劃編號共90條,扣除網仔寮沙洲南側潮口處測線編號13~18地形潛沒於水下外,實測共84條斷面。茲將測量之結果分別繪圖如圖4.11七股瀉湖沙洲第一次測量高程圖、圖4.12七股瀉湖沙洲第二次測量高程圖、圖4.13七股瀉湖沙洲二次測量岸線位置圖、與圖4.14沙洲斷面高程圖。

圖4.11與圖4.12所示為地形高程及等高線平面分佈圖,測量資料中位於頂頭額沙洲第11斷面附近之沙丘最高達17.39m,網仔寮沙洲第34斷面附近之沙丘最高為9.98m,青山港汕沙洲較低,於第85斷面附近沙丘最高僅3.39m。

七股瀉湖外海沙洲各斷面高程測量成果繪製如圖4.14,其中虛線為第一次測量斷面,實線為第二次結果。以下分別就三個沙洲斷面高程作描述:

#### A. 青山港汕沙洲 (斷面90~斷面57,共34條測線)

34條測線中沙丘頂部高程最高點約在E.L.+3.22m~+1.14m(第一次測量),然由於斷面80至斷面77於第二次測量前沙丘遭受波浪越洗破壞導致各斷面沙丘頂部高程最高點範圍變成E.L.+3.15m~+0.75m,相較其南側二個沙洲,本沙洲更為低矮,且由各斷面圖可看出本區域之沙丘頂部較靠近海側,亦即沙丘後方瀉湖側之潮間帶較寬。

斷面90~斷面86向海側有類似防波堤之水泥方塊高程約E.L.+2.4m,護基處有消波塊,然其前方因直立壁導致波浪反射能量加劇導致前方已無沙灘存在,此區段沙洲寬度向北側遞減。

斷面79~斷面78沙丘頂部高程於第一次測量結果最高高程僅分別為E.L.+1.47m及E.L.+1.81m,相較於鄰近南北兩側之沙丘高程約在E.L.+2.5m~3.0m為低,其後方瀉湖側潮間帶亦相對鄰近區位為寬,研判颱風暴潮時水位湧升會有水流由海側越襲至瀉湖側淘刷該區沙丘土方。目前該區位附近於第二次測量結果,最高高程僅分別為E.L.+0.98m及E.L.+0.75m(不包含搶險之太空包高程)。

於本沙洲南端潮口處北測斷面63~斷面58沙丘後方潟湖側之潮間帶較寬，故相對本沙洲其它斷面而言較為寬敞(斷面59第一次測量最寬達464m，第二次測量則展寬為504m)，然此區沙丘高程相對亦較低，當漲潮潮位較高時，將有大片面積的沙洲潛沒入水中。

由斷面圖可看出兩次測量期間，沙丘遭受侵蝕主要分布於斷面82~斷面72，其中以斷面81~斷面77沙丘遭受暴潮及溯上水流之越洗破壞最為嚴重。

#### B. 網仔寮沙洲 (斷面56~斷面19，共38條測線)

38條測線中沙丘頂部高程約在E.L.+8.76m~+1.01m(第一次測量)，由於最北端潮口斷面56淺灘高程降低，故第二次測量各斷面高點範圍變為E.L.+8.76m~+0.60m，較頂頭額沙洲稍低。由各斷面圖可看出本區域之南測(斷面19~斷面27)與北側(斷面49~斷面56)僅有零星之風吹沙造成地形起伏，並無較高與明顯之沙丘地形。

沙洲中間段於斷面28~斷面41縱向長約1.5公里，(除了斷面32外)，有連續茂密之樹林及草本植生於沙丘頂部及沙丘後方，高程皆在3m以上(斷面34達E.L.+8.76m為最高)，為網仔寮沙洲中沙丘地形最為發達之一段，此段植生茂密之沙洲其南邊沙丘趾部距離海岸尚有約200m寬之前灘，海岸呈現較為穩定之態勢，然越往北側前灘寬度逐漸遞減，斷面41沙丘前方前灘寬度僅剩約50m。

而斷面32沙丘頂部高程為E.L.+2.97m，相較於鄰近南北兩側斷面之沙丘頂部高程E.L.+5.71m及E.L.+6.88m為低，且該段沙丘上方並無茂密之樹木生長，其後方潟湖側潮間帶亦相對鄰近區位為寬，應注意防範颱風暴潮時水位湧升及颱風波浪溯上水流對此段沙丘之影響。

綜觀網仔寮沙洲較寬處為斷面35~斷面23，寬度均大於350m(斷面26寬度達429m)，然而最寬處位於北側潮口處斷面54~斷面55(屬於潮間帶平坦地形)，寬度最寬達447m。

由斷面圖可看出兩次測量期間，沙丘及潟湖區位高程變化不大，僅於海側沙灘區位有侵淤變化產生。

### C. 頂頭額沙洲 (斷面12~斷面01, 共12條測線)

12條測線中沙丘頂部高程介於E.L.+14.97m~+4.87m, 整段沙洲除了北側潮口外, 幾乎皆有茂密樹林與植生, 為七股外海三個沙洲中沙丘地形最為發達者。圖中可看出本沙洲之南測(斷面1~斷面9)沙丘趾部靠海側之前灘, 由於風吹沙盛行導致該區域有明顯之小沙丘連綿起伏。而靠近沙洲北側之斷面10~斷面12區位沙丘更為高聳(斷面11沙丘頂部達14.97m)。

以該沙洲之寬度而言, 斷面5最寬, 寬度約為458m, 而北側潮口處因潟湖側潮間帶淺灘關係, 斷面10~斷面12寬度達387m~433m。

斷面12附近區位沙丘非常陡峭, 高度由E.L.+10.33m(第一次高點)~10.62m(第二次高點)下降至海岸, 坡度約為1:2。

由斷面圖可看出兩次測量期間, 於斷面5~斷面10及斷面12海灘近岸處有遭輕微侵蝕情況, 而較高處之平台、沙丘及潟湖區位則無明顯變化。

至於海側岸線分析方面, 二次測量於七股外海沙洲海側之岸線變化繪如圖4.13及表4.3所示。

青山港沙洲中斷面80~74附近海側岸線後退, 而其潟湖側淺灘於斷面81~77則呈現向湖淤積情況, 尤其於斷面80至斷面77沙丘遭受越襲破壞, 已無明顯沙丘存在, 於較高潮位時該區儼然形成新的潮口, 目前相關單位已於該區以太空包填土築土牆搶險暫時抵擋波潮之侵蝕。而其最南側潮口處靠海側則新增一大片淺灘。

網仔寮沙洲除了較北側斷面52~46海側岸線呈現前進外, 南北側潮口處及其餘海側岸線整體幾乎呈現輕微後退現象, 而潟湖側岸線大致較無明顯變化。

頂頭額沙洲與網仔寮沙洲類似, 海側岸線大致後退侵蝕, 而其南側離岸堤附近則為前進, 潟湖側岸線大致亦較無明顯變化。

另一方面, 將每一條斷面測線中二次量測所得之沙丘地形最高點資料標示如圖4.11, 由圖中可看出南側之頂頭額沙洲除了其北端斷面11與斷面12特別高外(分別達14.97m、10.33m), 其餘斷面1~10之沙丘高度(約為E.L.

+4m~+7m) 明顯較最北側之青山港沙丘為高(目前約為 E.L. +0.75m~+3.15m), 而居中之網仔寮沙丘在沒有樹木植生之南北兩端高度約略同青山港沙丘高度在+2m~+3m附近, 然而有樹木植生之斷面28~41, 沙丘高度較高約在E.L. +3m~+8m之間。

除潮口附近地形較低外, 由圖中可發現青山港沙丘在斷面78~79沙丘高程明顯降低, 最高僅剩E.L. +0.75~+0.98m, 而網仔寮沙洲中段有樹木植生之沙丘中, 在斷面32區域最高高度目前為E.L.+2.55m, 此二處皆屬於相對之低點。

整體而言, 沙丘縱向高度往潮口(斷面56~斷面57及斷面14~斷面18之間) 呈現遞減之態勢, 而地形較高之斷面在其沙丘之潟湖側亦伴隨茂密之植生, 如頂頭額汕斷面1~12及網仔寮沙洲斷面28~41區域, 研判係高度較高之沙丘阻擋了颱風暴潮與波浪之越洗, 讓植生得以穩定生長, 而植生茂密之處亦提供定沙與聚沙之功效, 兩者相輔相成。

此外, 頂頭額沙洲斷面12高聳之沙丘高程往北側潮口(斷面14~斷面18) 劇降, 斷面12~13區間已是平坦的潮間帶海岸地形, 沙丘前方幾乎已經沒有足夠寬度之前灘平台用以削減波浪能量, 現場地形有明顯受波浪淘刷導致土壤崩落之景象。

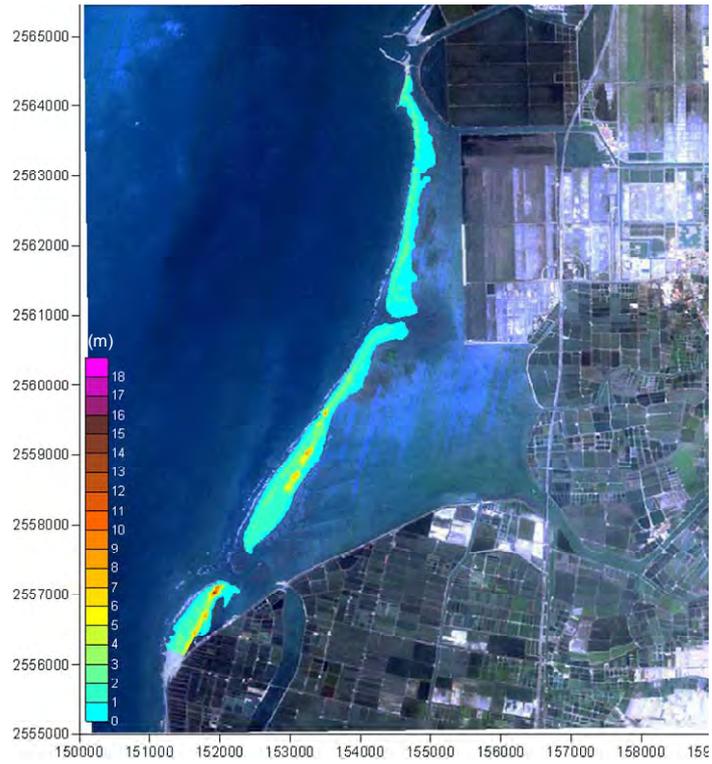


圖4.11 七股瀉湖沙洲第一次測量高程圖

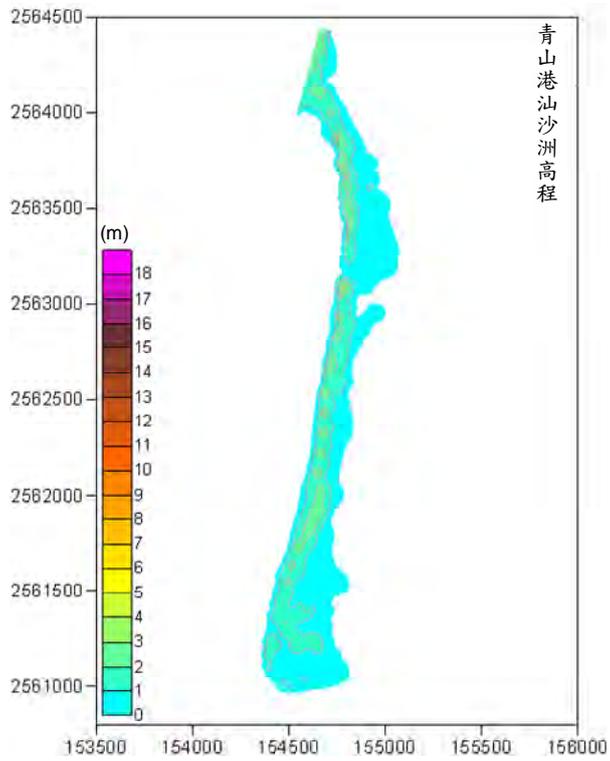


圖4.11(續1) 七股瀉湖沙洲第一次測量高程圖

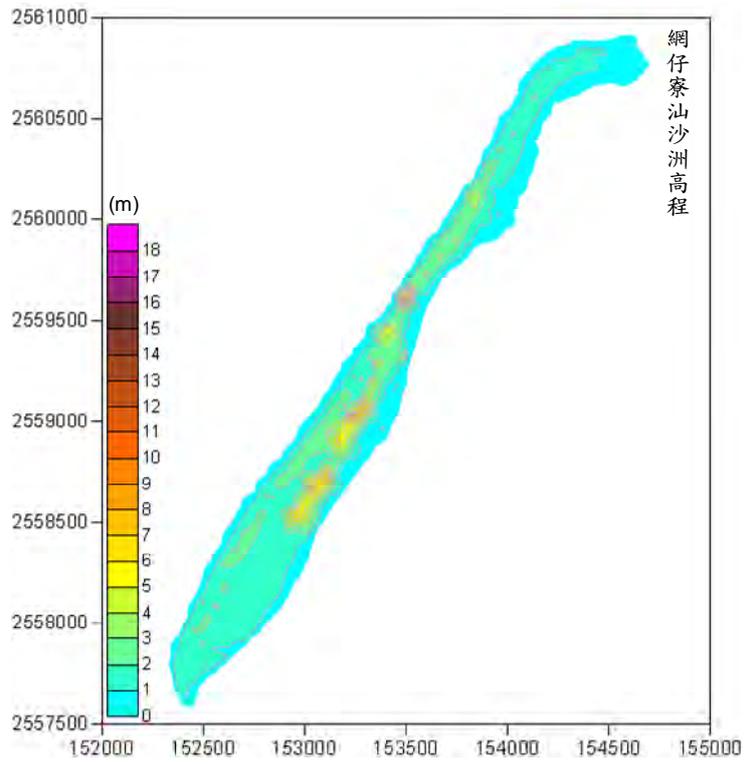


圖4.11(續2) 七股瀉湖沙洲第一次測量高程圖

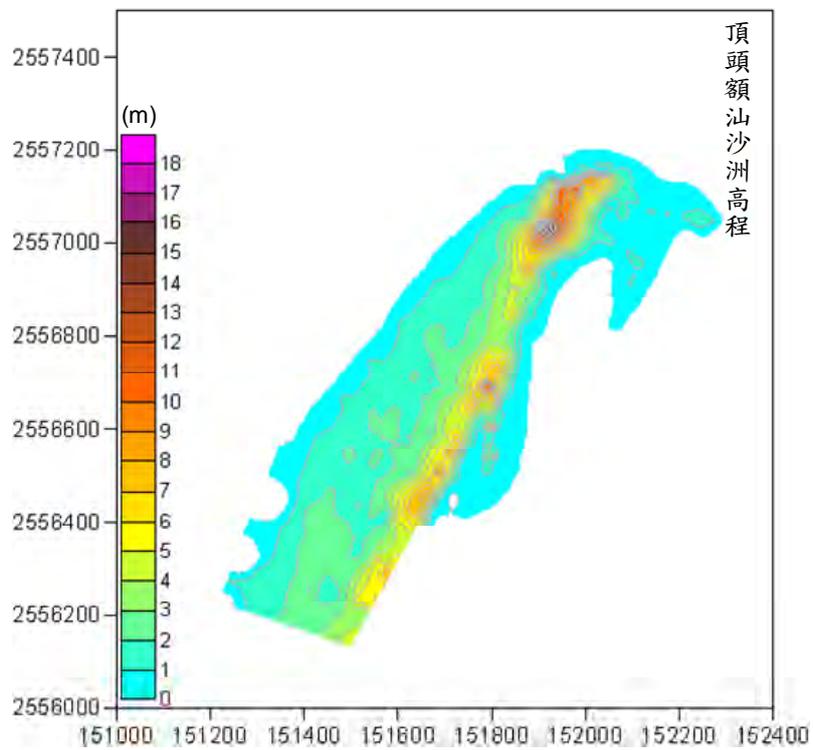


圖4.11(續3) 七股瀉湖沙洲第一次測量高程圖

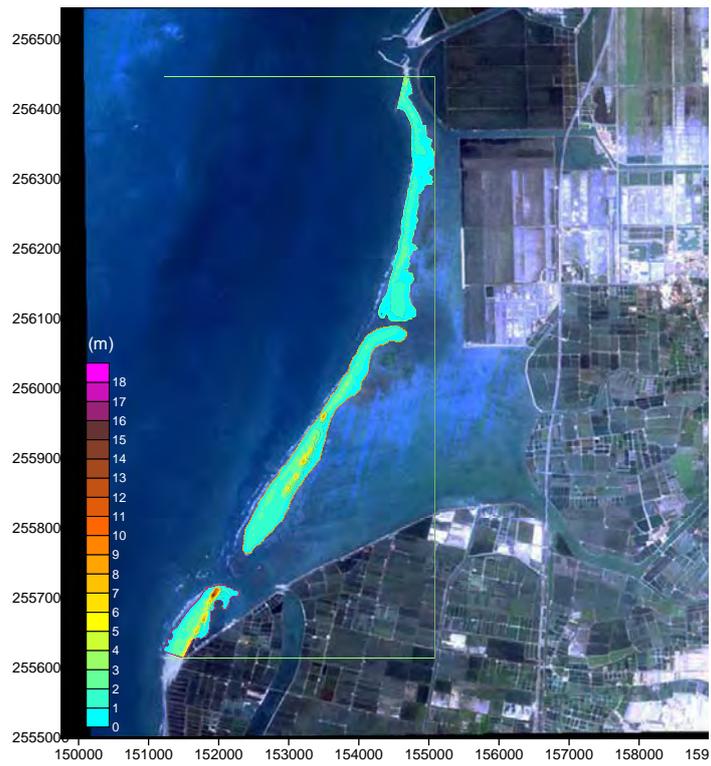


圖4.12 七股瀉湖沙洲第二次測量高程圖

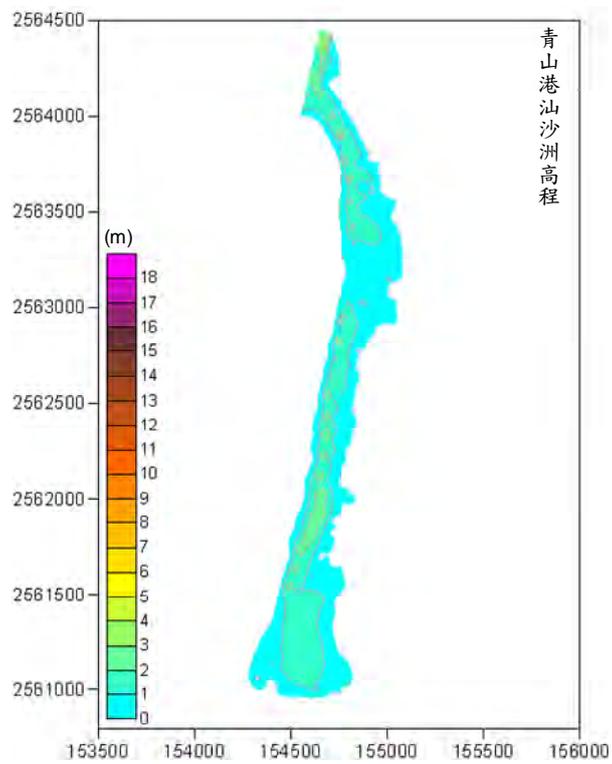


圖4.12(續1) 七股瀉湖沙洲第二次測量高程圖

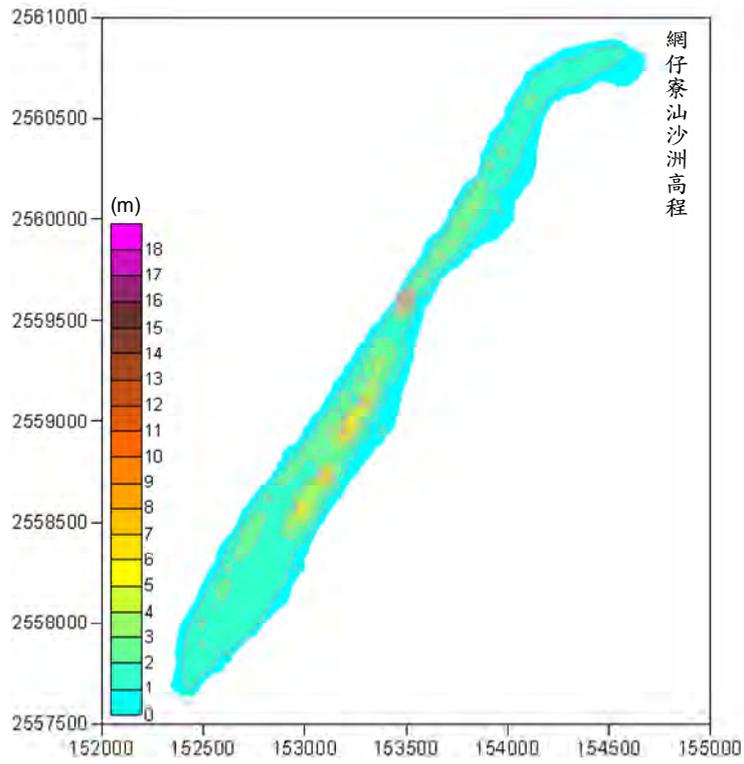


圖4.12(續2) 七股瀉湖沙洲第二次測量高程圖

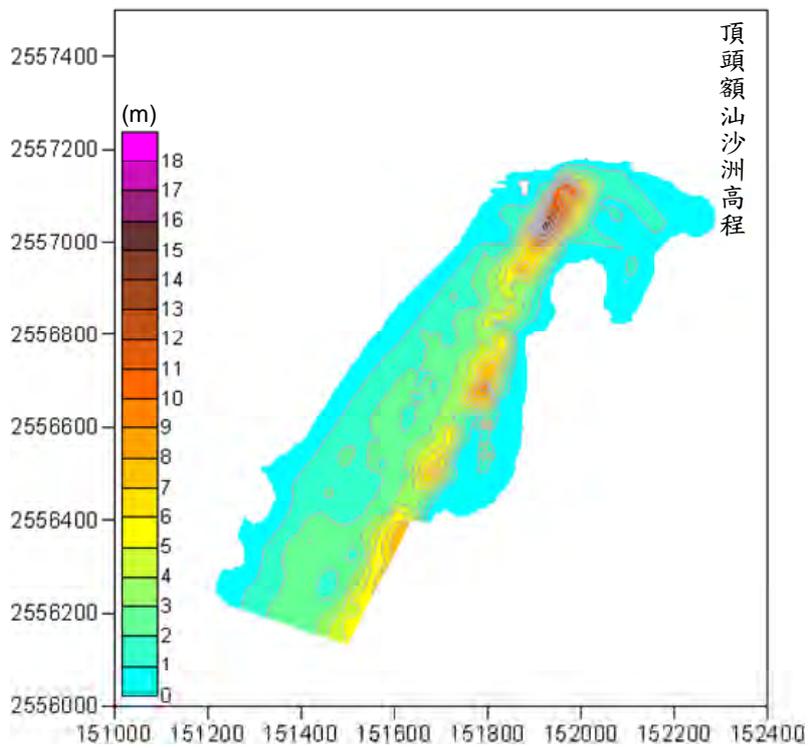


圖4.12(續3) 七股瀉湖沙洲第二次測量高程圖

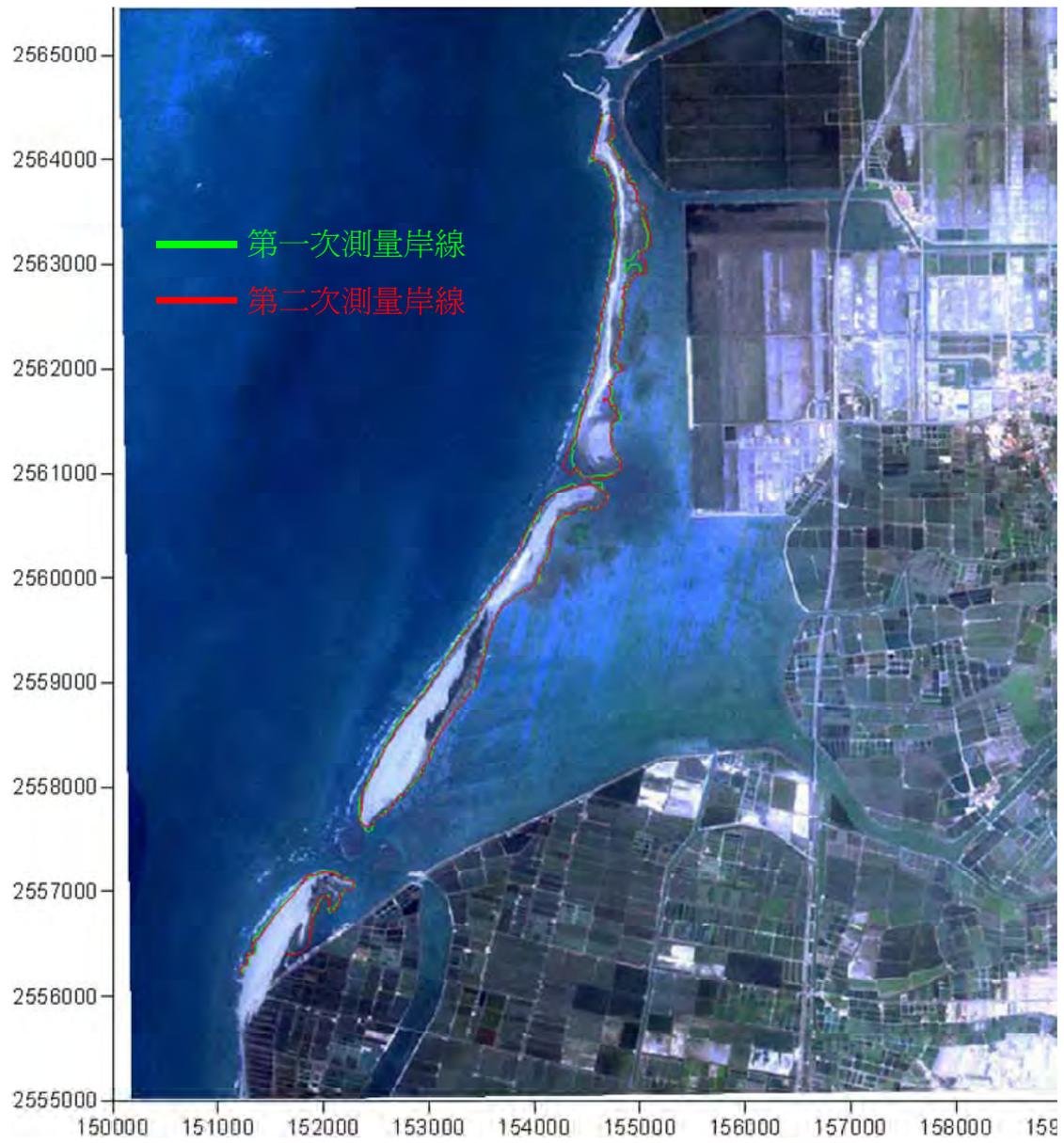


圖4.13 七股潟湖沙洲二次測量岸線位置圖

表4.3 二次測量期間海側岸線變化表

斷面	岸線 變化(m)	斷面	岸線 變化(m)	斷面	岸線 變化(m)
90	0	56	-3	12	9
89	0	55	-28	11	-1
88	0	54	-22	10	-28
87	0	53	4	9	-27
86	0	52	12	8	-11
85	-15	51	19	7	-14
84	-6	50	5	6	-22
83	1	49	13	5	-29
82	5	48	3	4	0
81	21	47	11	3	-5
80	20	46	12	2	15
79	-8	45	0	1	15
78	-11	44	1		
77	-12	43	-4		
76	-14	42	-0		
75	-3	41	-3		
74	-13	40	-2		
73	-2	39	-17		
72	5	38	-4		
71	1	37	-11		
70	5	36	-16		
69	3	35	-10		
68	-4	34	-10		
67	-13	33	-22		
66	-4	32	-10		
65	-1	31	-2		
64	10	30	-25		
63	-14	29	-11		
62	-18	28	-15		
61	-12	27	-25		
60	-15	26	-5		
59	33	25	-15		
58	56	24	-10		
57	112	23	-7		
		22	14		
		21	5		
		20	-25		
		19	-8		
		18			

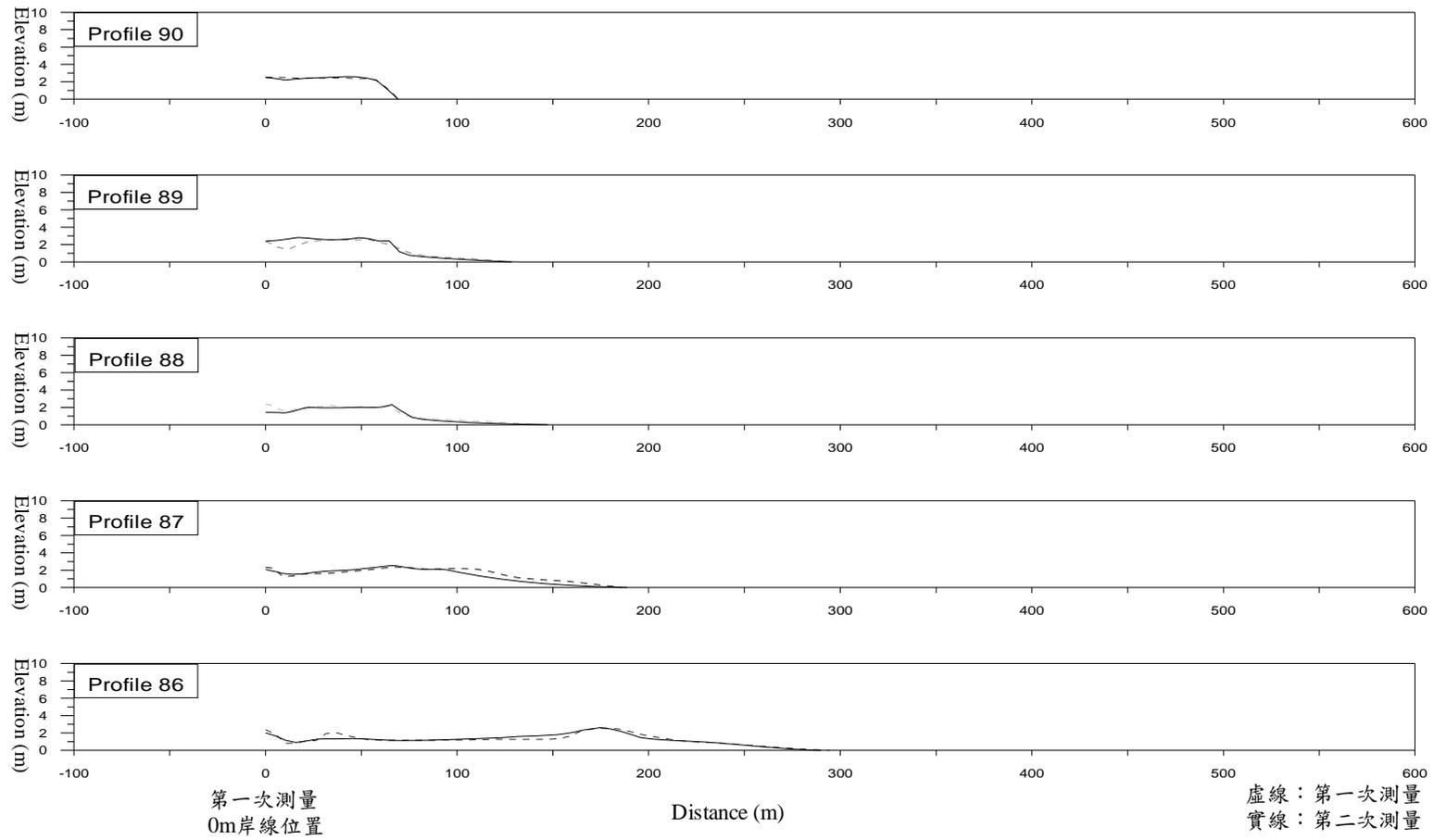


圖4.14 沙洲斷面高程圖(profile90~profile86)

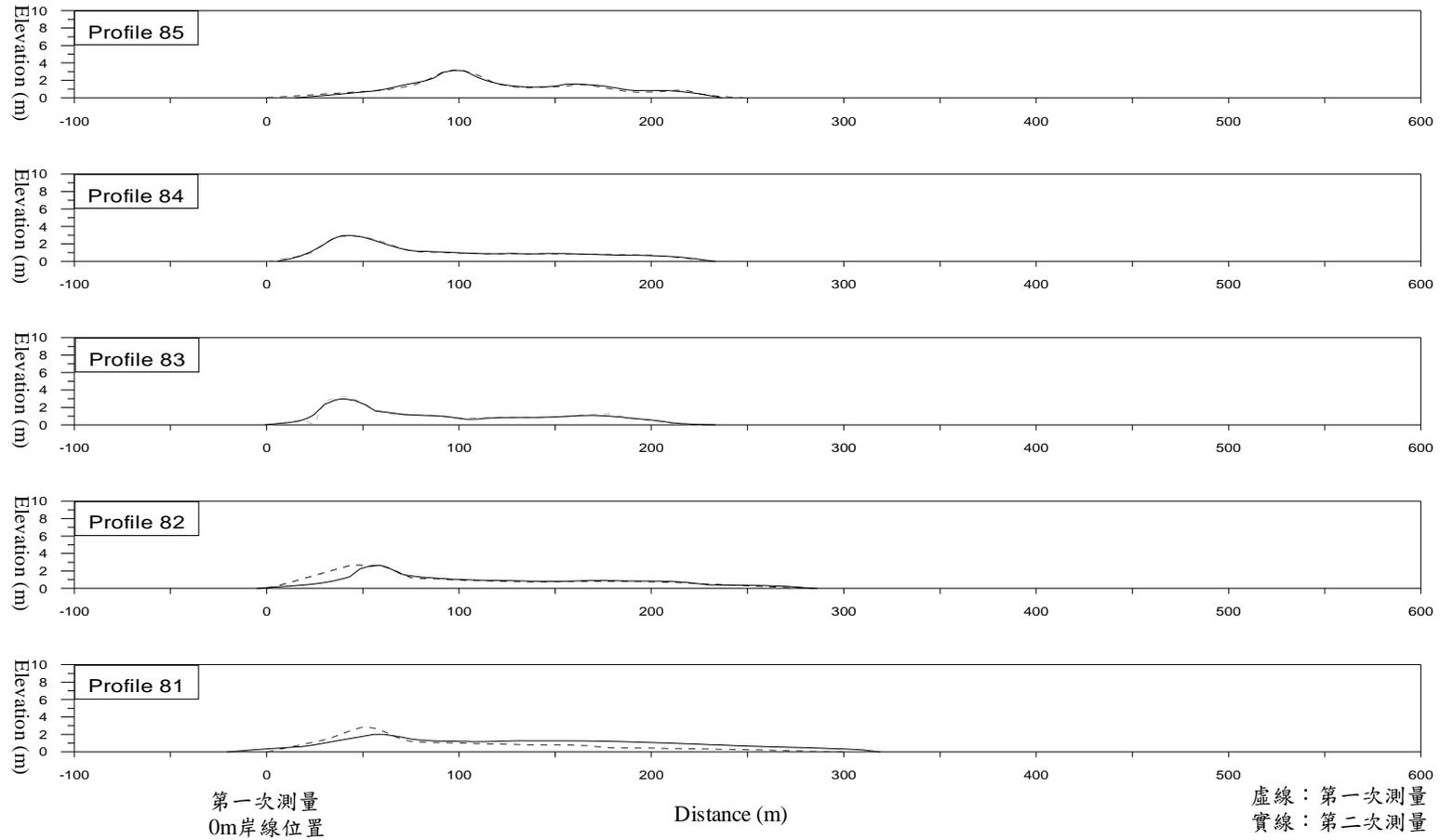


圖4.14 (續1)沙洲斷面高程圖(profile85~profile81)

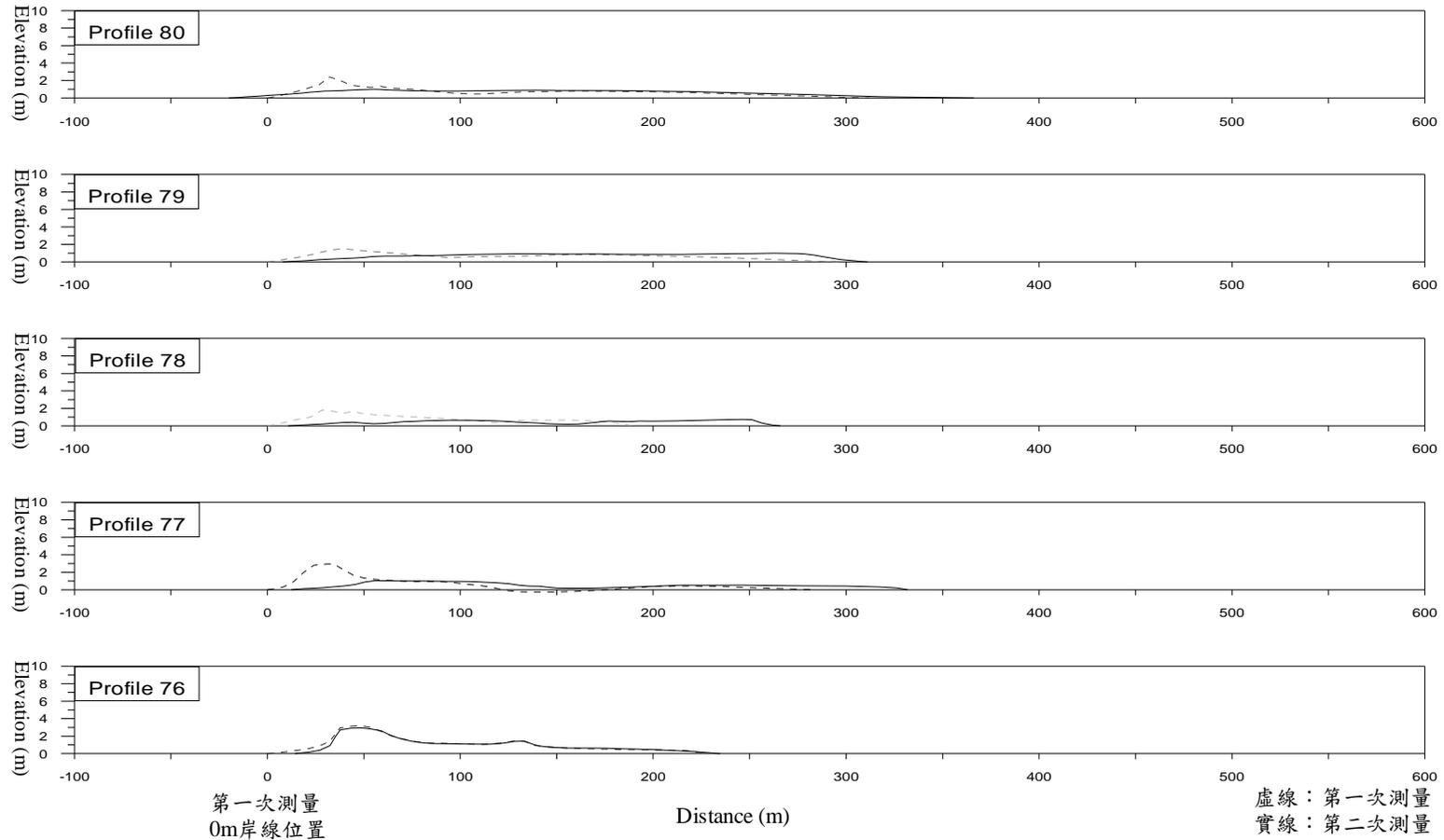


圖4.14 (續2)沙洲断面高程圖(profile80~profile76)

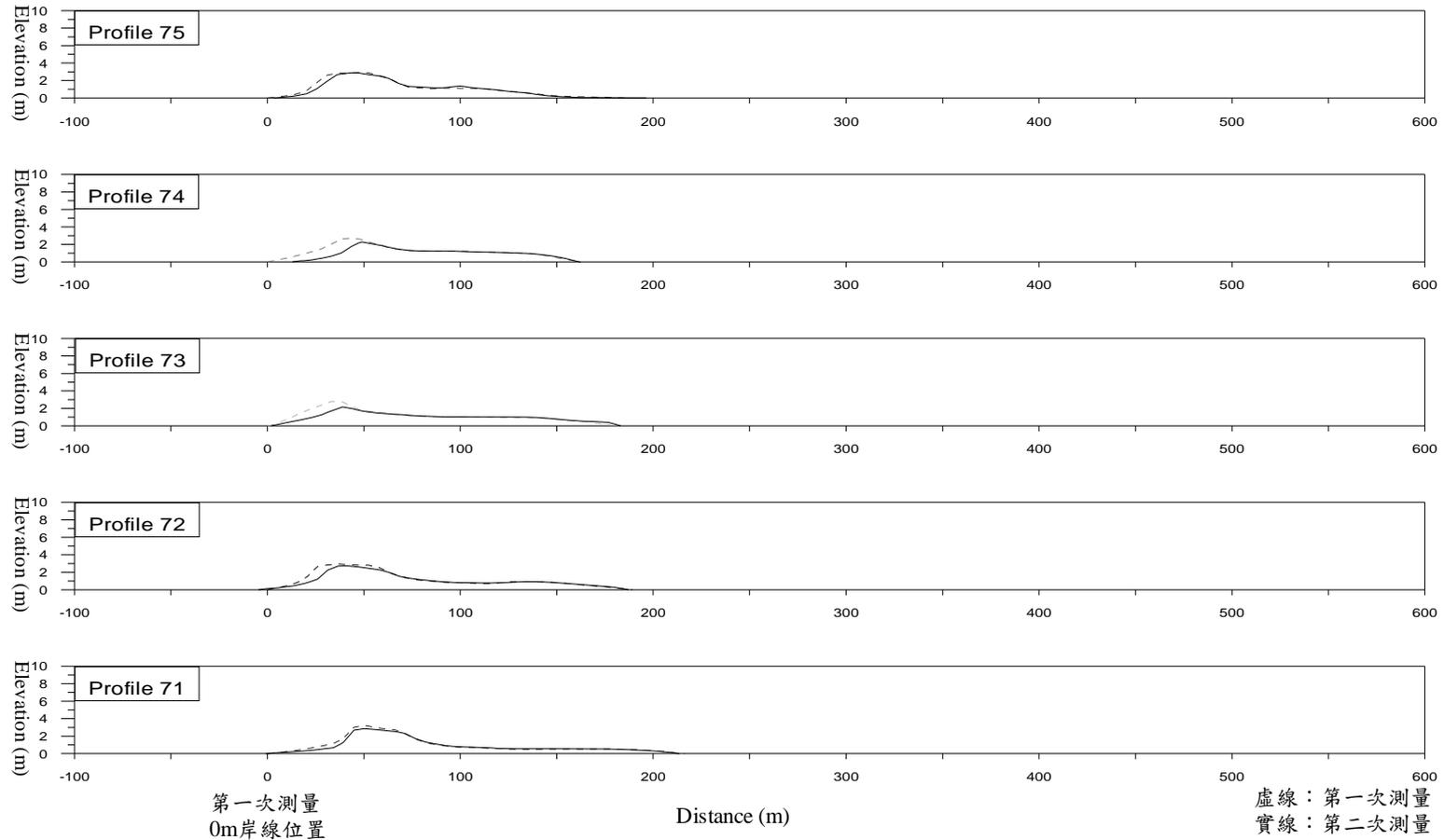


圖4.14 (續3)沙洲斷面高程圖(profile75~profile71)

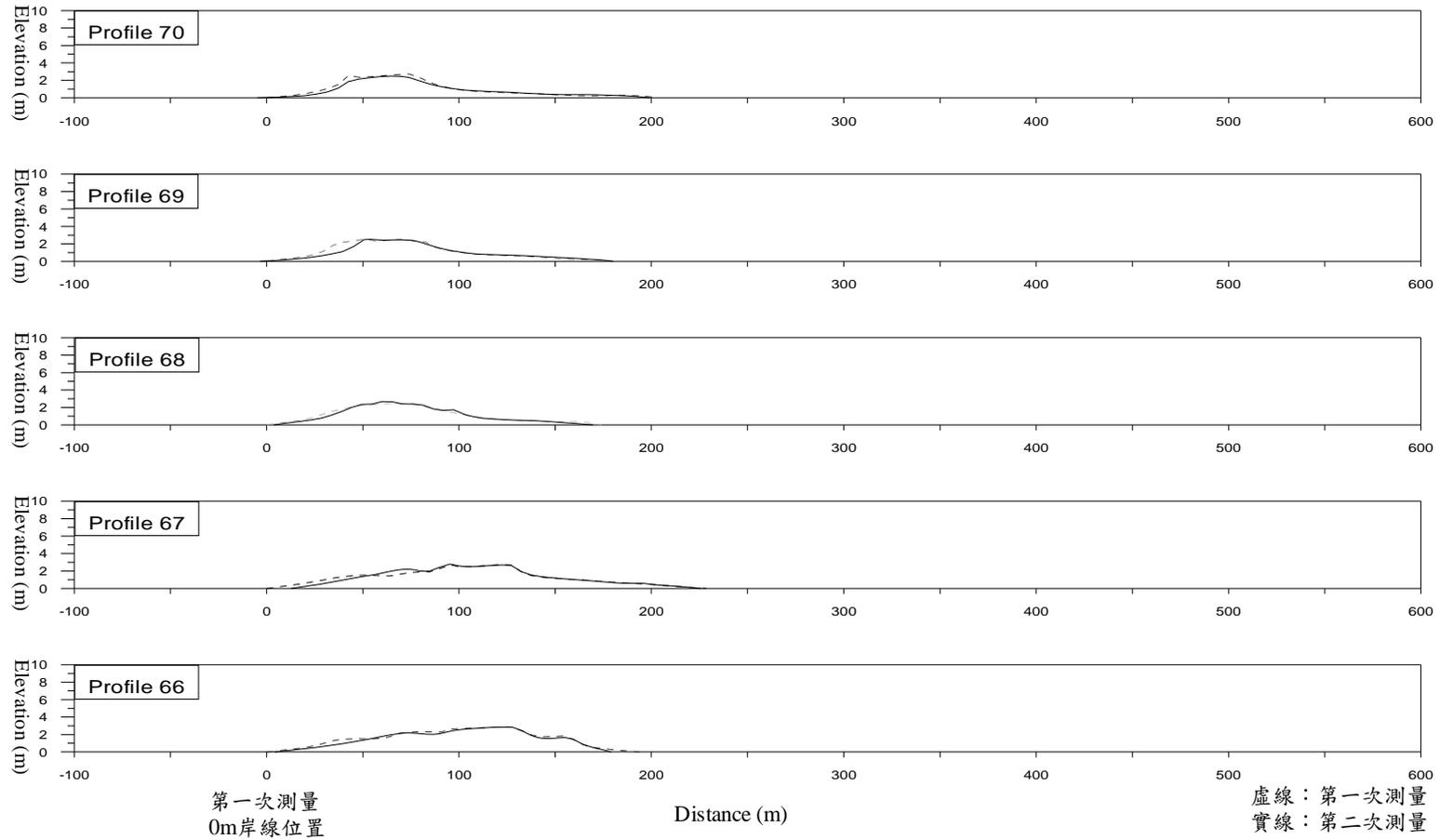


圖4.14 (續4)沙洲斷面高程圖(profile70~profile66)

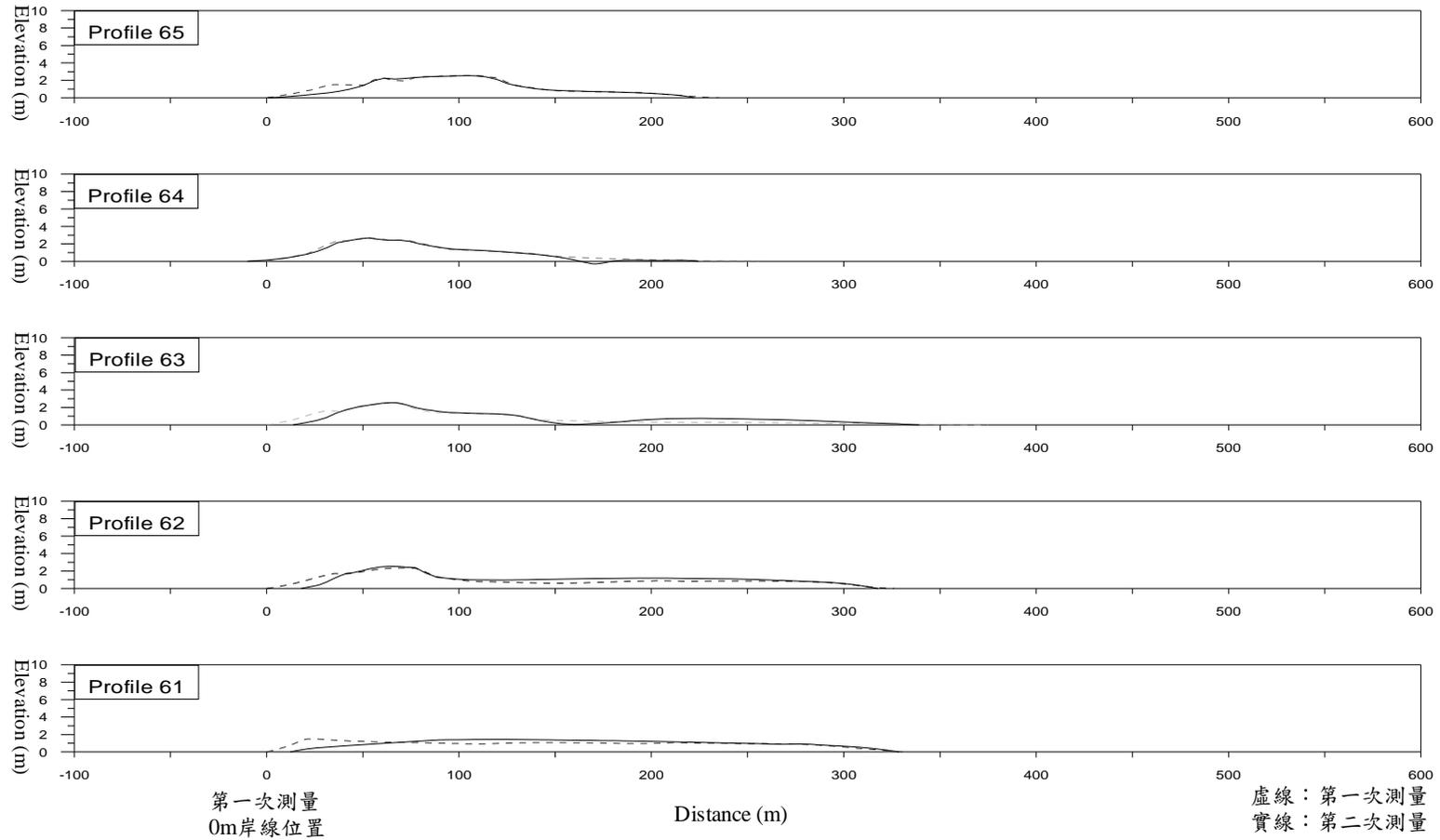


圖4.14 (續5)沙洲断面高程圖(profile65~profile61)

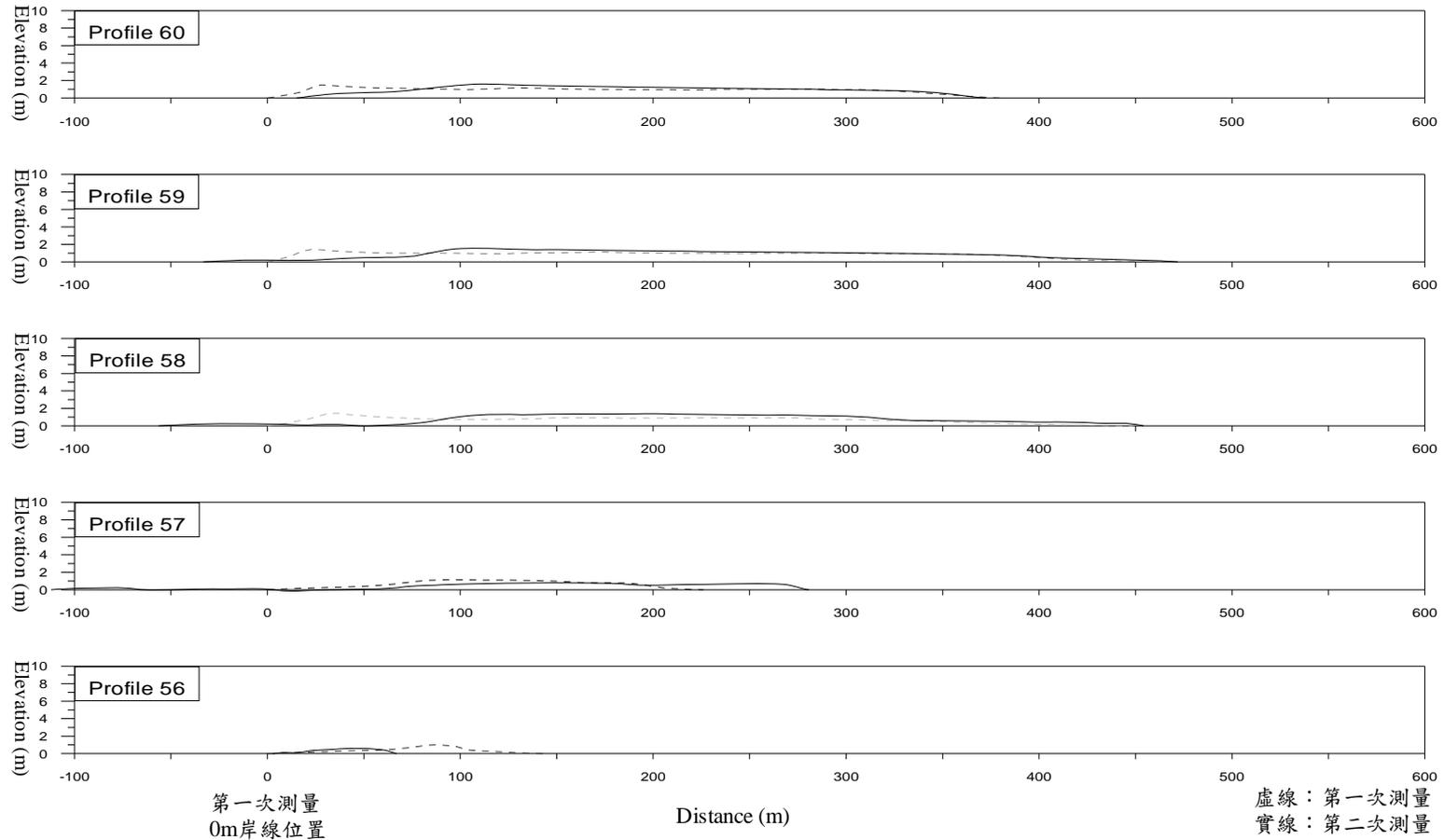


圖4.14 (續6)沙洲斷面高程圖(profile60~profile56)

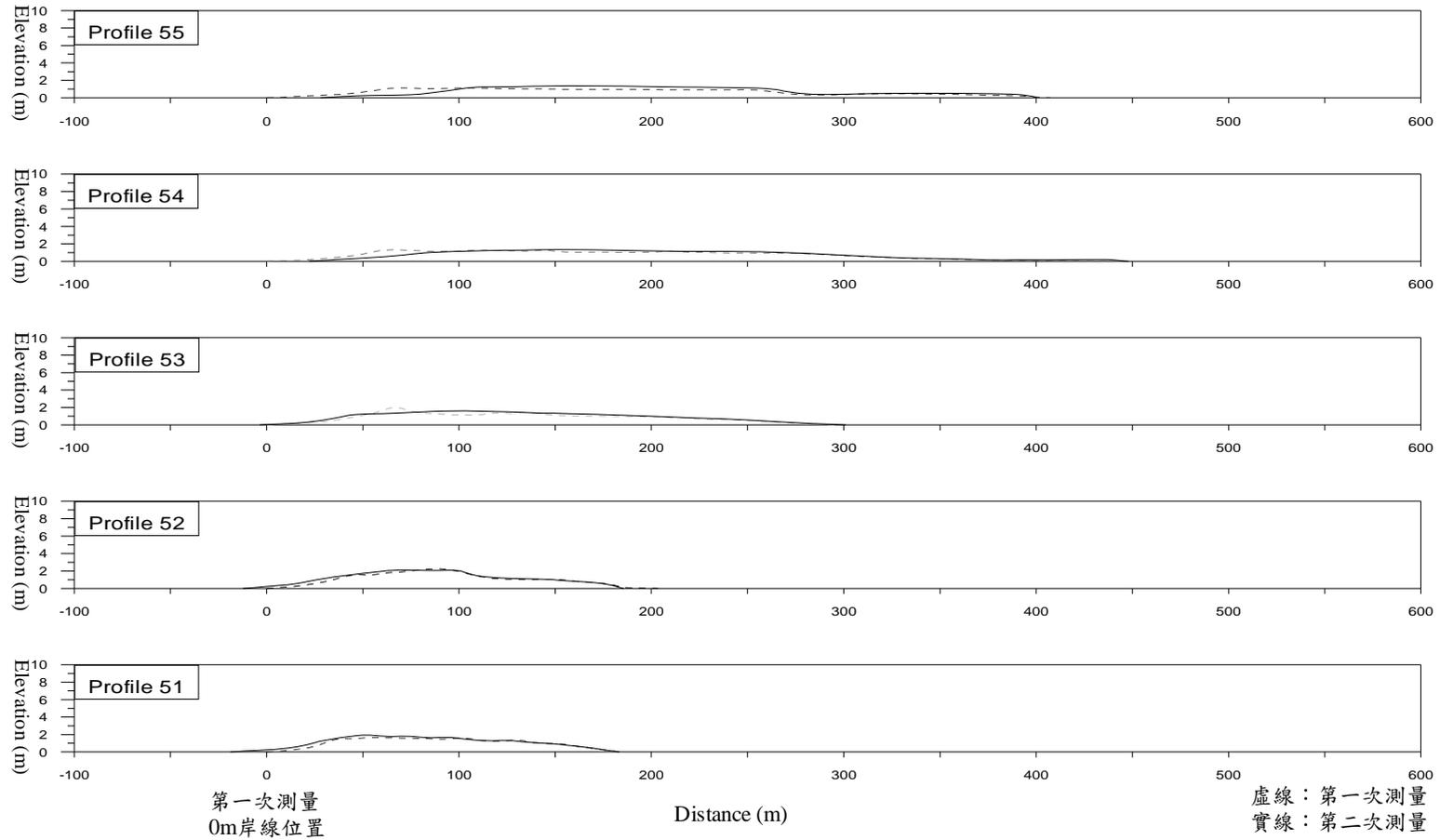


圖4.14 (續7)沙洲斷面高程圖(profile55~profile51)

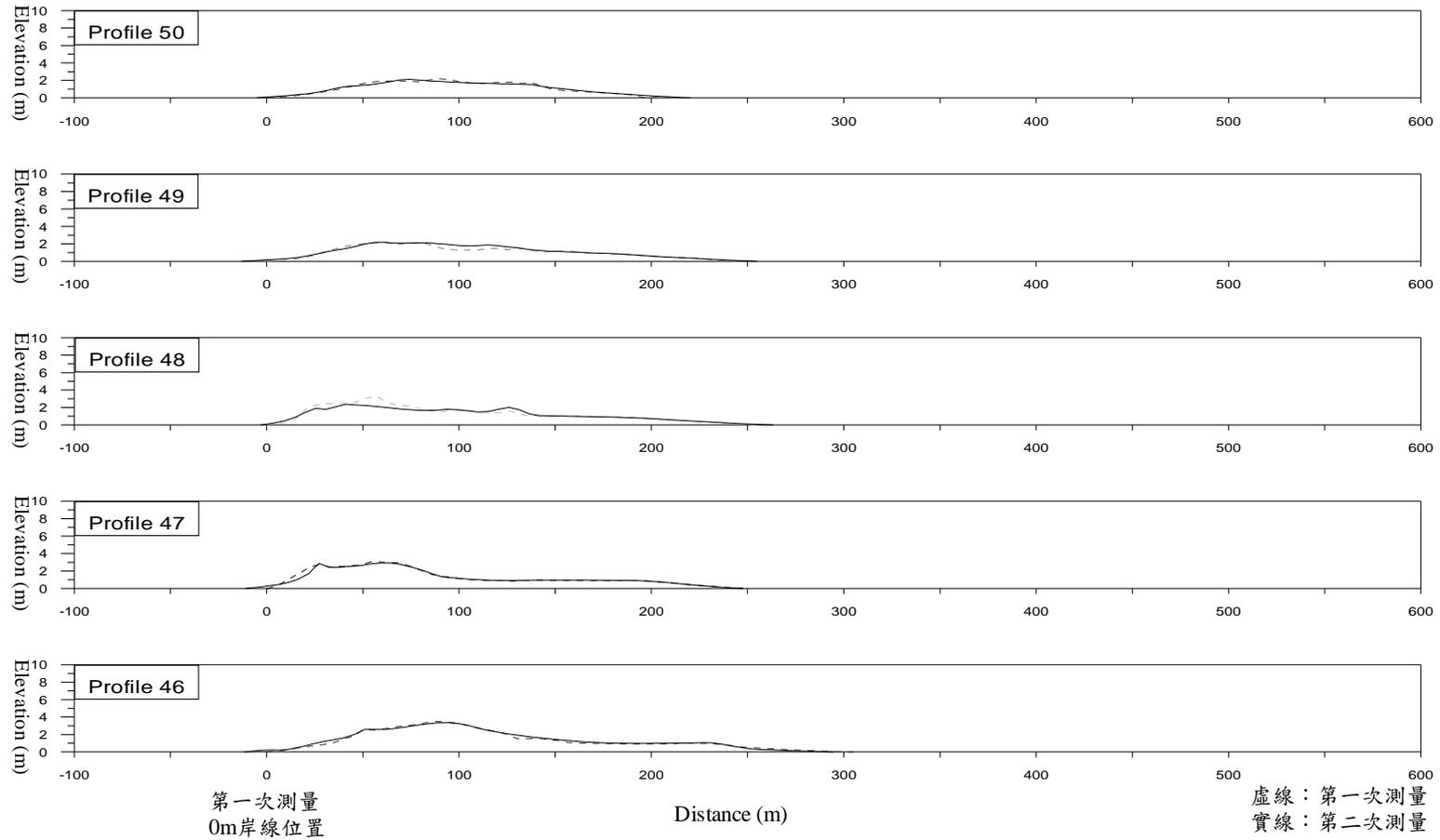


圖4.14 (續8)沙洲断面高程圖(profile50~profile46)

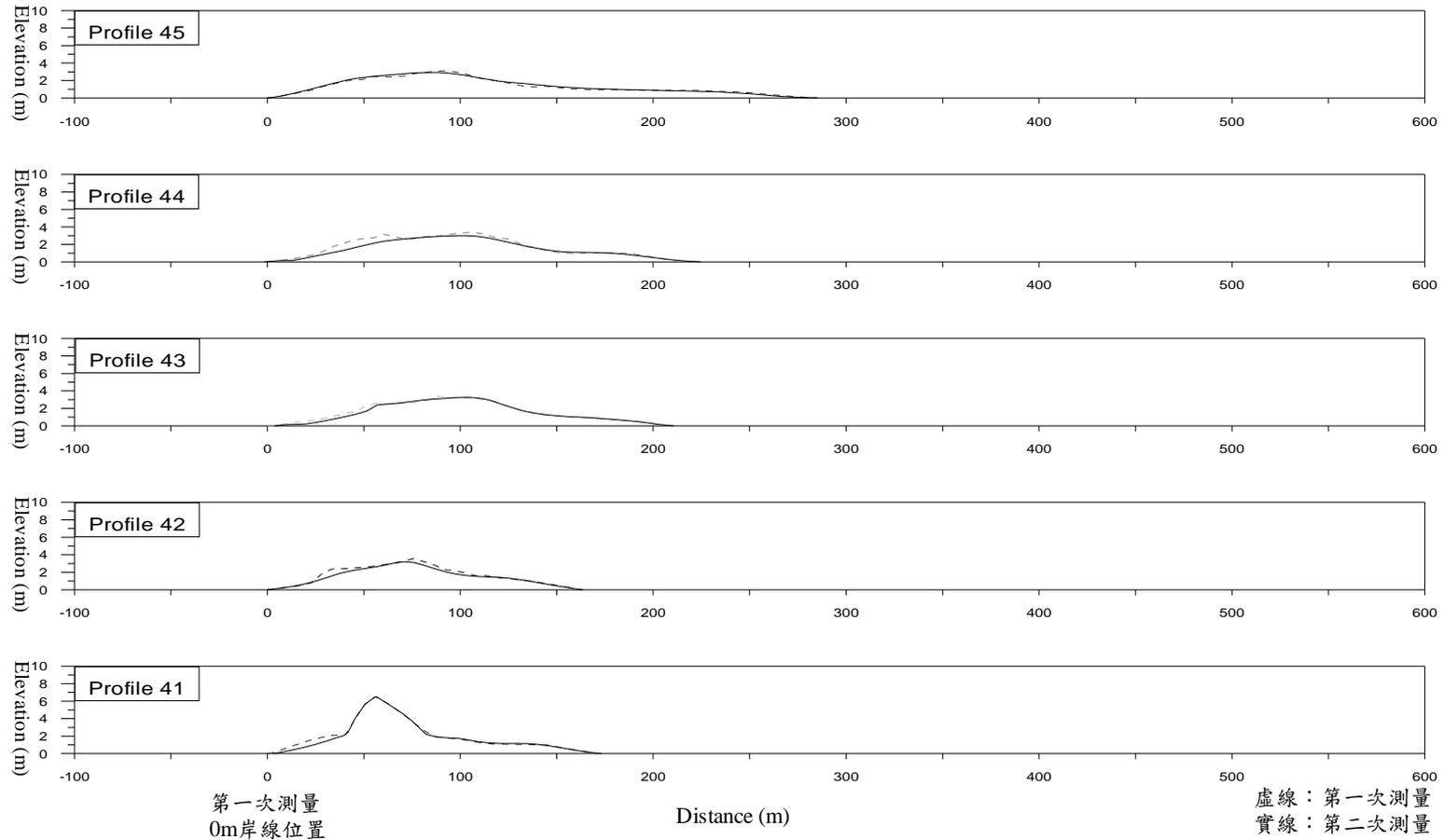


圖4.14 (續9)沙洲断面高程圖(profile45~profile41)

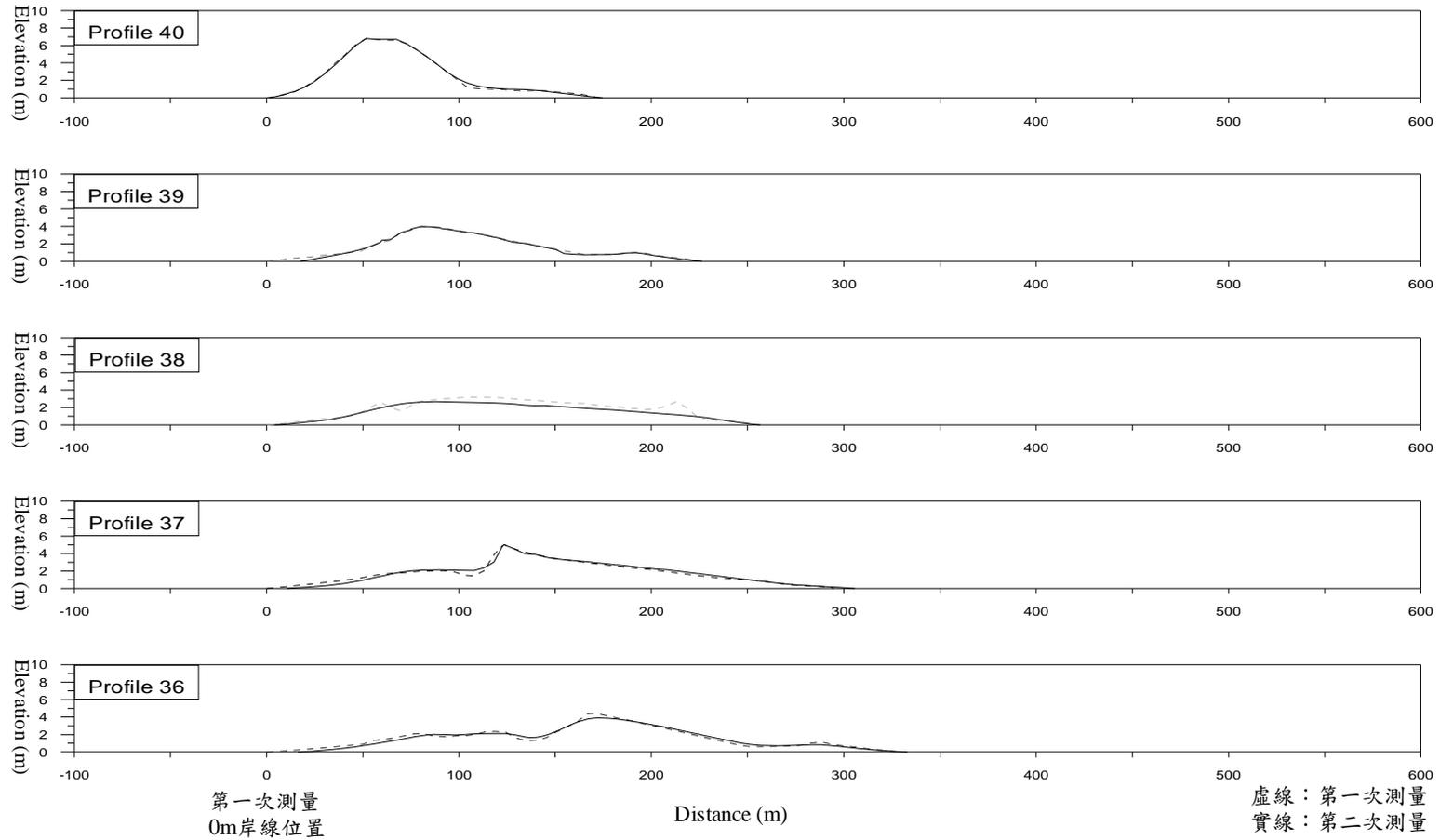


圖4.14 (續10)沙洲斷面高程圖(profile40~profile36)

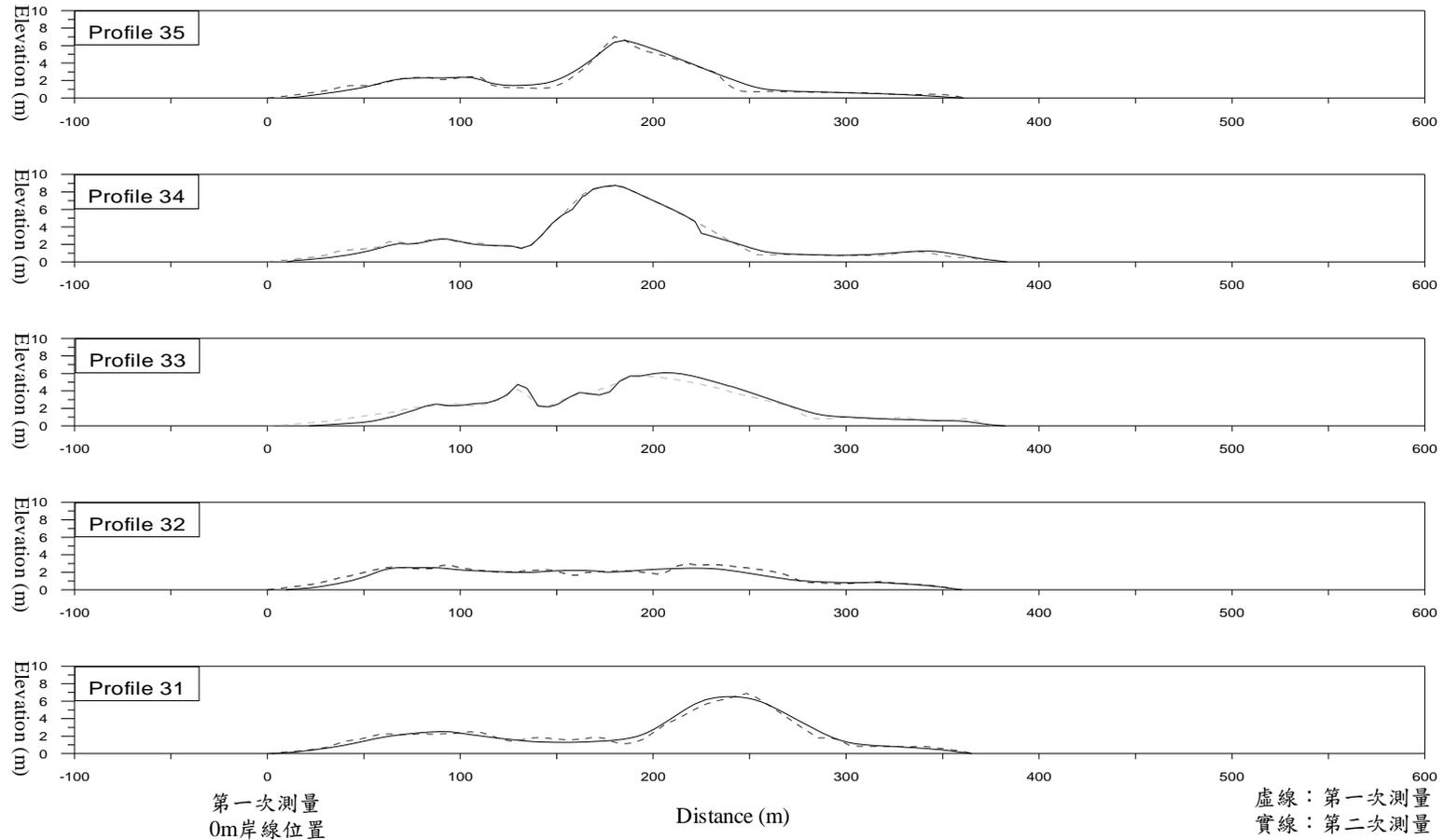


圖4.14 (續11)沙洲斷面高程圖(profile35~profile31)

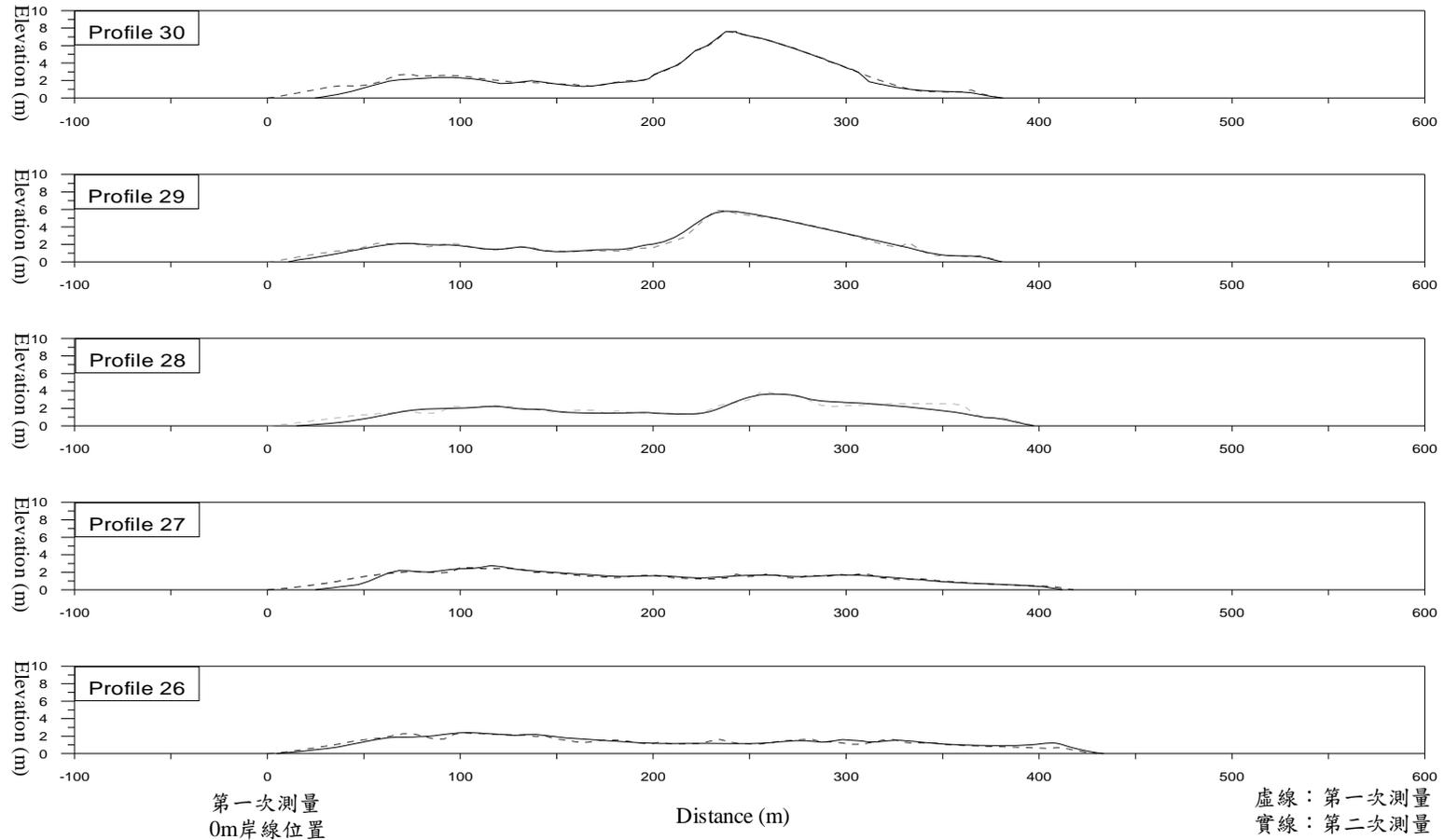


圖4.14 (續12)沙洲斷面高程圖(profile30~profile26)

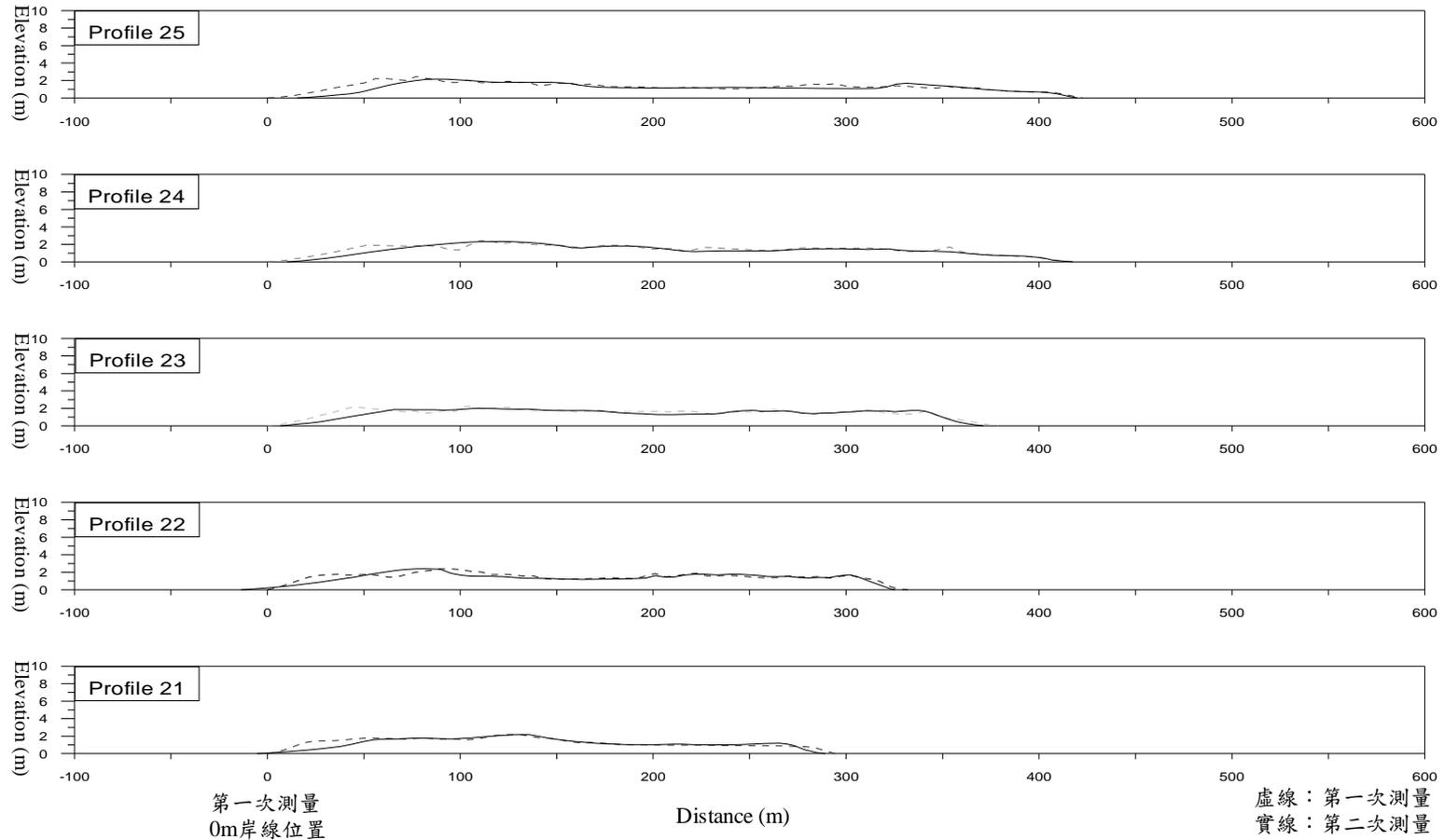


圖4.14 (續13)沙洲斷面高程圖(profile25~profile21)

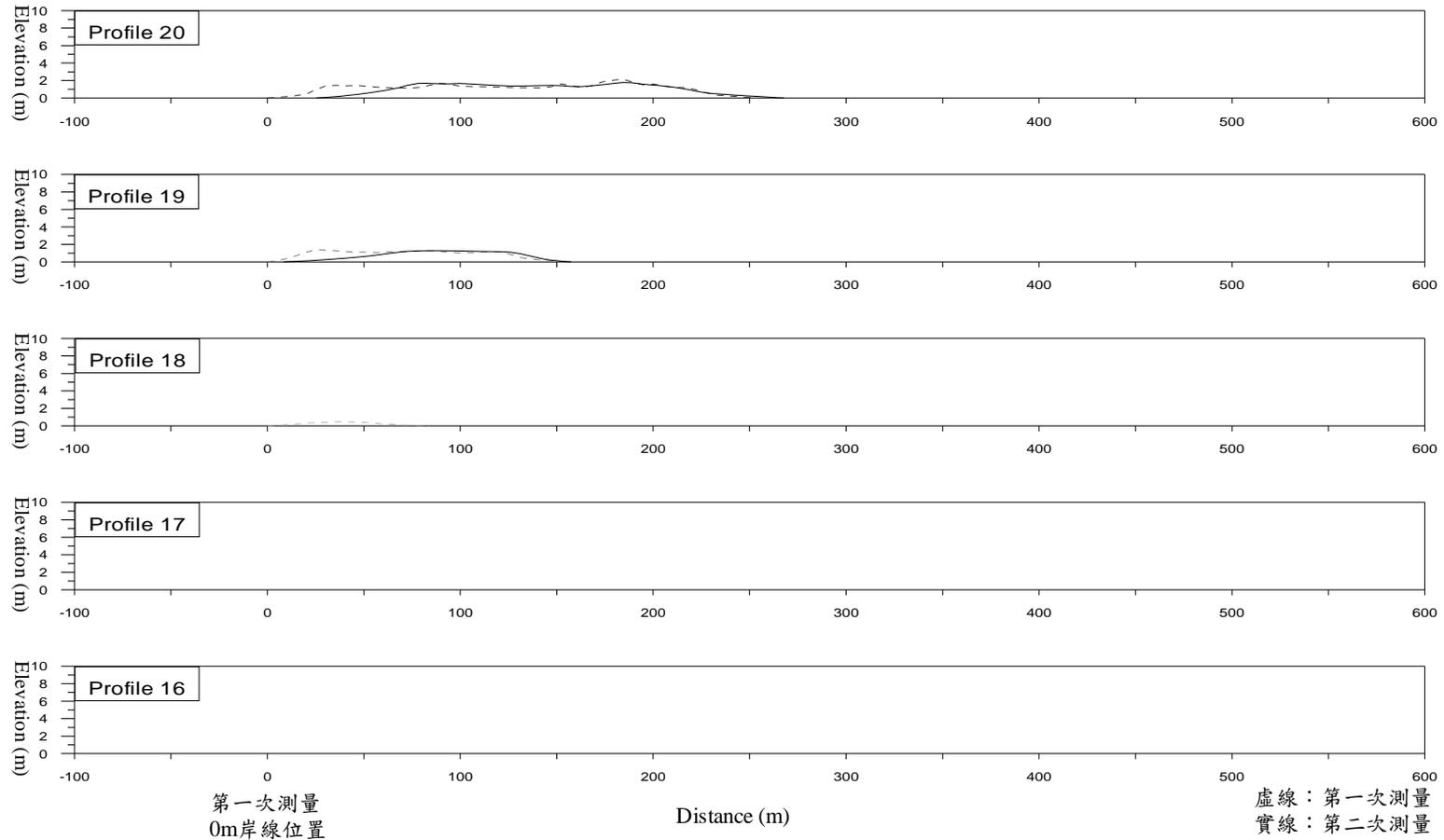


圖4.14 (續14)沙洲斷面高程圖(profile20~profile16)

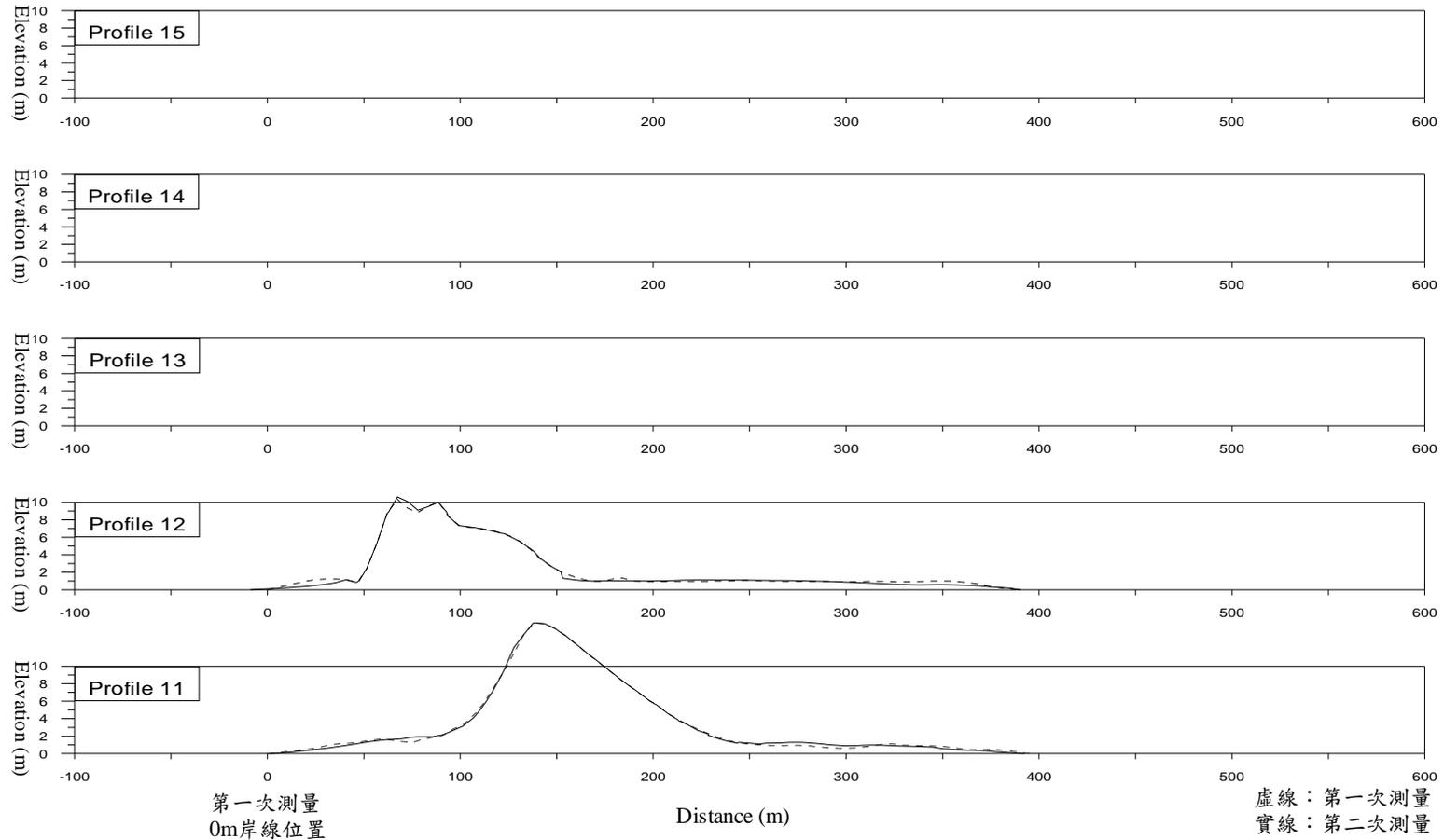


圖4.14 (續15)沙洲斷面高程圖(profile15~profile11)

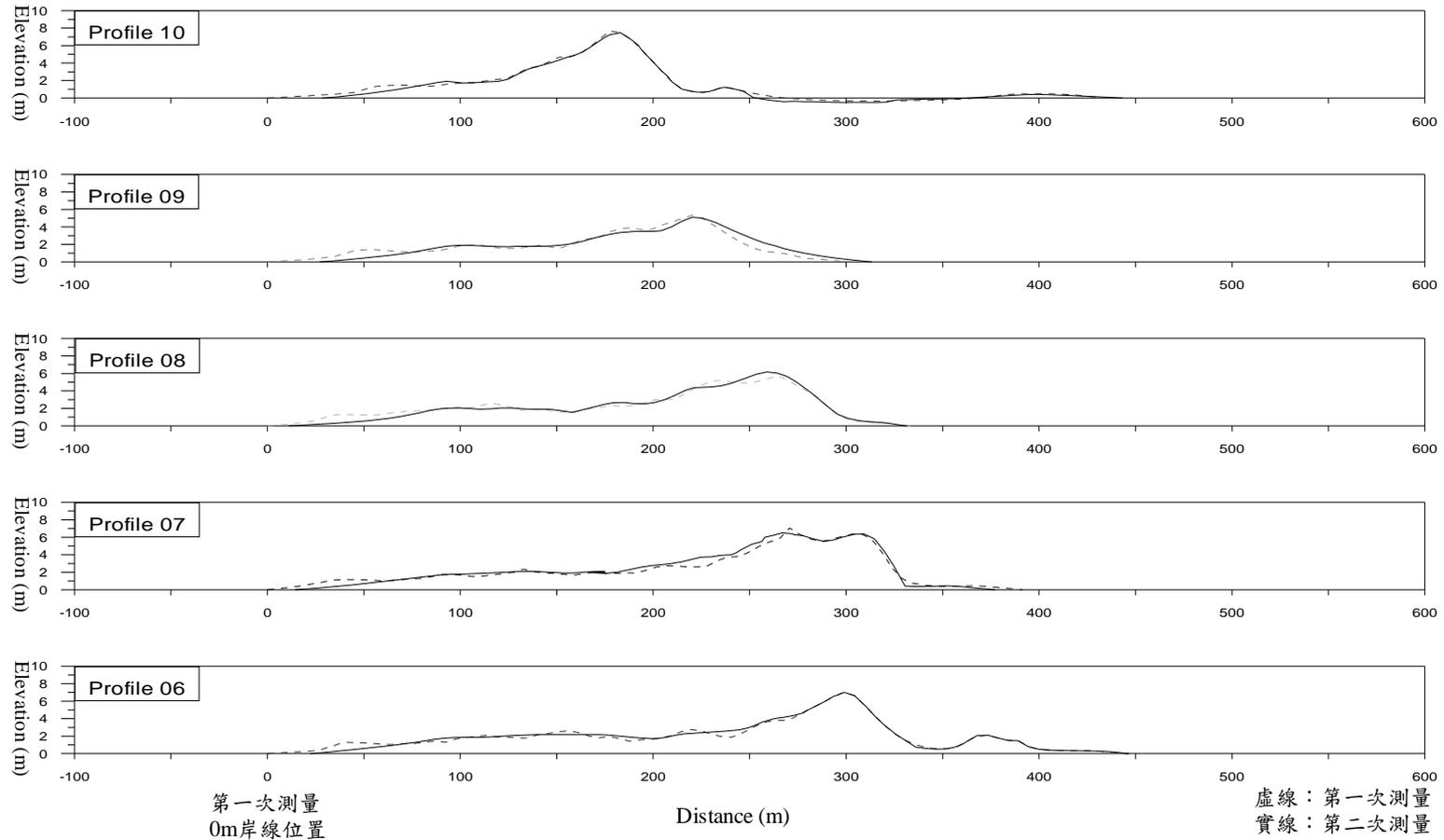


圖4.14 (續16)沙洲斷面高程圖(profile10~ profile06)

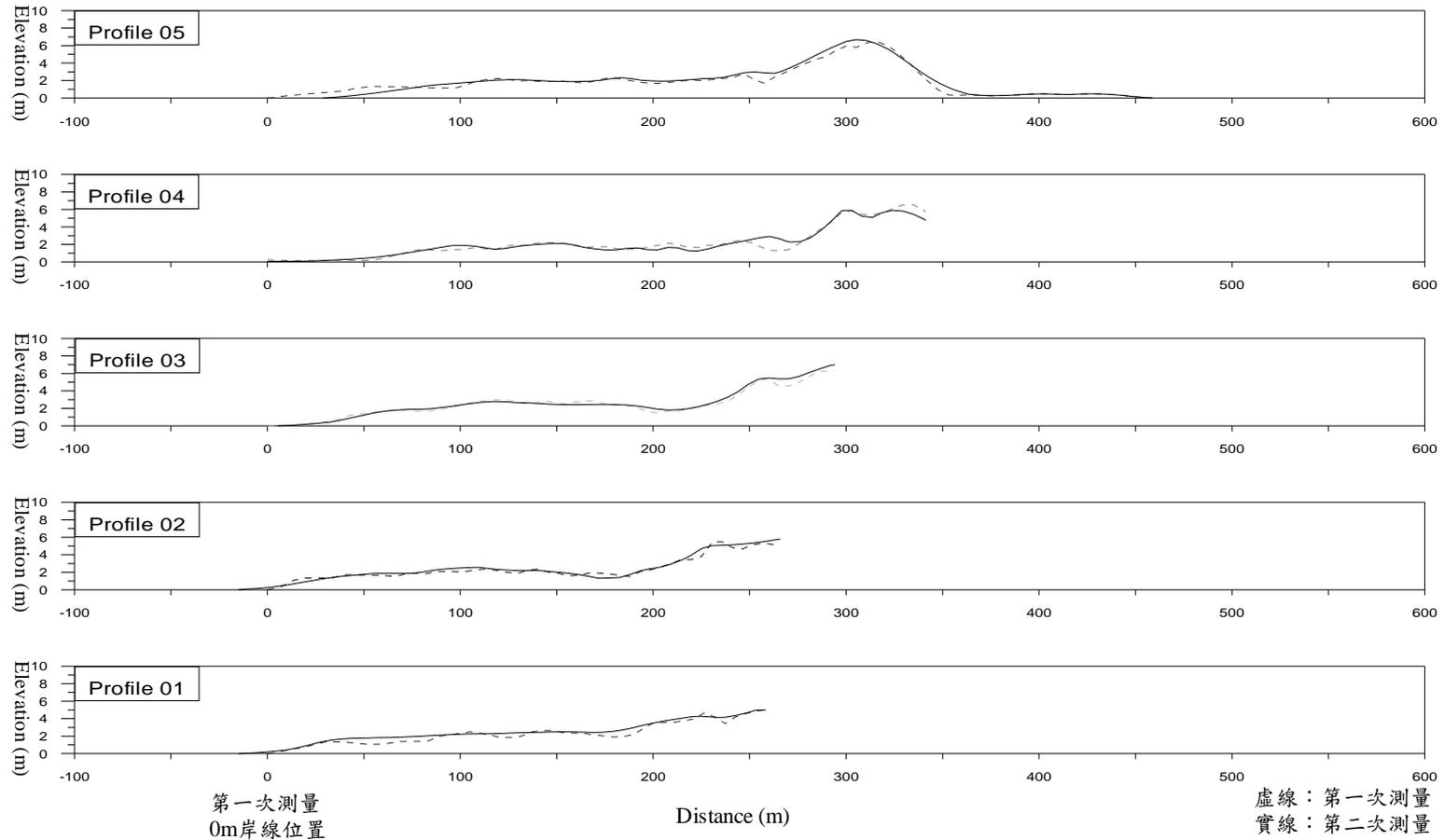


圖4.14 (續17)沙洲斷面高程圖(profile05~profile01)

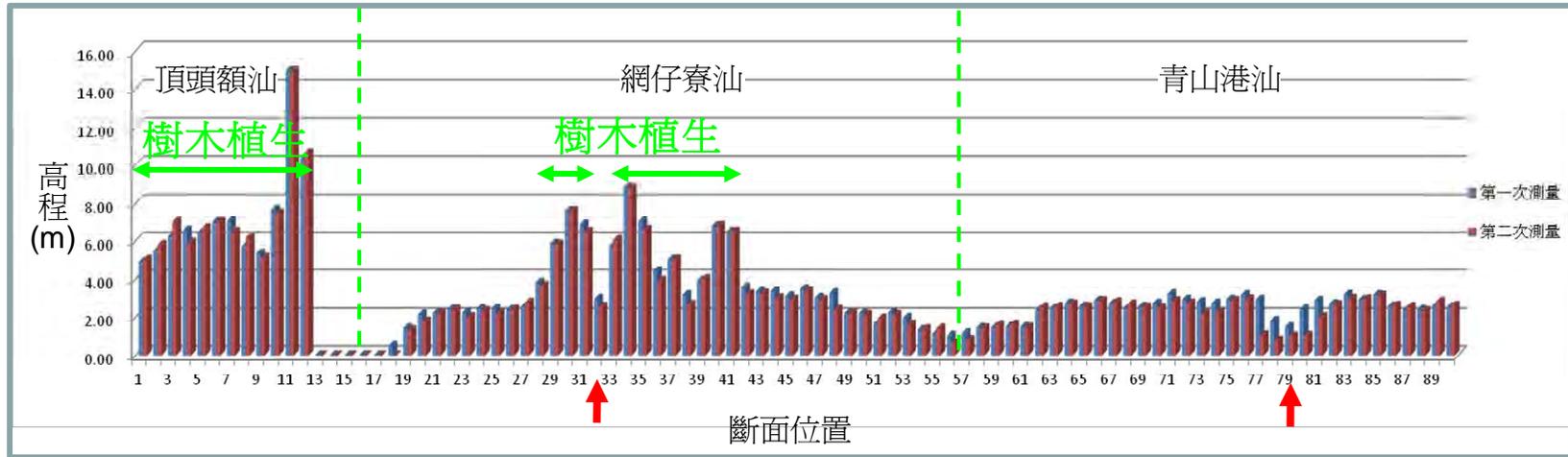


圖4.15 沙洲各斷面最高點高程圖

## 二、底質調查量測結果與分析

利用粒徑分析結果，求出中值粒徑(median diameter)  $d_{50}$ ，及平均粒徑值dm(mean diameter)，有效粒徑 $d_{10}$ (effective size)，以及 $d_{90}$ 、 $d_{75}$ 、 $d_{60}$ 、 $d_{25}$ 等粒徑參考值並描繪粒徑大小分佈曲線。圖4.16為沙洲底質樣本以防水塑膠封口袋裝存,各斷面樣本依照規畫區分海側、沙丘頂部及瀉湖側三區分別標示及裝袋,再送進實驗室分析。



圖4.16 沙洲底質樣本

由表4.4及表4.5得知七股瀉湖沙洲中值粒徑 $d_{50}$ 於第一次採樣結果主要分布於0.29~0.22mm，而第二次採樣結果主要分布於0.27~0.17mm，除了第04斷面沙丘粒徑稍大屬於中沙(0.5~0.25mm)外，其餘沙洲各處樣本中值粒徑皆屬於細沙(0.25~0.125mm)範圍。若從每一條採樣斷面之平均粒徑值dm來看海側(編號L)、沙丘頂(編號M)、瀉湖側(編號R)之粒徑分布情況，發現三點之粒徑大小並無太大差異存在。此外，由於斷面80在第二次採樣期間現場正在施作海岸搶險工程，怪手等機具有整地及挖掘施作太空包堆築等行為，故該斷面沙樣已被擾動混合。

另一方面，由表4.6分析可看出七股瀉湖沙洲表層土壤組成幾乎為沙(sand)，僅小部分帶有泥(silt)的成分。

表4.4 第一次採樣粒徑分析表

Station	D10	D16	D25	D30	D50	D60	D75	D84	D90	Dm	Cu
DU80L	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.23	1.27
DU80M	0.17	0.19	0.21	0.22	0.23	0.23	0.26	0.28	0.31	0.26	1.35
DU80R	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.31	0.25	1.34
DU64L	0.18	0.20	0.22	0.22	0.23	0.24	0.27	0.29	0.32	0.25	1.32
DU64M	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24	0.26	0.22	1.26
DU64R	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26	0.27	0.23	1.33
DU52L	0.18	0.20	0.22	0.22	0.24	0.24	0.27	0.30	0.32	0.26	1.33
DU52M	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.30	0.25	1.31
DU52R	0.18	0.20	0.22	0.22	0.24	0.25	0.28	0.31	0.35	0.27	1.37
DU45L	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24	0.25	0.27	0.23	1.29
DU45M	0.18	0.20	0.22	0.22	0.24	0.26	0.30	0.33	0.38	0.28	1.47
DU45R	0.18	0.20	0.22	0.22	0.24	0.25	0.28	0.31	0.34	0.26	1.39
DU29L	0.17	0.19	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.23	1.31
DU29M	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.24	0.26	0.22	1.25
DU29R	0.18	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.30	0.25	1.31
DU04L	0.19	0.21	0.23	0.23	0.24	0.26	0.29	0.32	0.36	0.27	1.35
DU04M	0.20	0.22	0.24	0.25	0.29	0.32	0.35	0.40	0.45	0.33	1.61
DU04R	0.18	0.19	0.21	0.22	0.23	0.23	0.25	0.27	0.29	0.24	1.31

表4.5 第二次採樣粒徑分析表

Station	D10	D16	D25	D30	D50	D60	D75	D84	D90	Dm	Cu
DU80L	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.27	0.22	1.36
DU80M	0.16	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26	0.28	0.23	1.41
DU80R	0.16	0.18	0.20	0.20	0.22	0.22	0.24	0.26	0.28	0.23	1.37
DU64L	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.23	0.25	0.27	0.22	1.35
DU64M	0.15	0.17	0.19	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26	0.21	1.38
DU64R	0.12	0.14	0.16	0.17	0.20	0.21	0.23	0.26	0.28	0.22	1.68
DU52L	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26	0.27	0.23	1.29
DU52M	0.17	0.18	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.26	0.22	1.30
DU52R	0.17	0.18	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26	0.28	0.23	1.34
DU45L	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.18	0.21	0.25	0.28	0.20	1.64
DU45M	0.14	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26	0.22	1.46
DU45R	0.15	0.17	0.19	0.19	0.21	0.21	0.23	0.25	0.27	0.22	1.41
DU29L	0.17	0.18	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.22	1.28
DU29M	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26	0.21	1.41
DU29R	0.16	0.18	0.20	0.20	0.22	0.22	0.23	0.25	0.27	0.22	1.38
DU04L	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22	0.22	0.24	0.25	0.27	0.23	1.26
DU04M	0.17	0.20	0.21	0.23	0.27	0.30	0.34	0.38	0.43	0.30	1.42
DU04R	0.18	0.19	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.25	0.26	0.22	1.25

表4.6 土壤組成表

Station	第一次採樣			第二次採樣			兩次土壤組成差異		
	gravel(%)	sand(%)	silt(%)	gravel(%)	sand(%)	silt(%)	gravel(%)	sand(%)	silt(%)
DU80L	0.0	100.0	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	-0.1	0.1
DU80M	0.4	98.5	1.1	0.0	99.8	0.2	-0.4	1.4	-1.0
DU80R	0.0	99.7	0.3	0.0	99.3	0.7	0.0	-0.4	0.4
DU64L	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DU64M	0.0	99.7	0.3	0.0	99.9	0.1	0.0	0.1	-0.1
DU64R	0.0	98.8	1.2	0.0	97.9	2.1	0.0	-0.8	0.8
DU52L	0.0	100.0	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	-0.1	0.1
DU52M	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DU52R	0.0	99.9	0.1	0.0	99.8	0.2	0.0	-0.1	0.1
DU45L	0.0	100.0	0.0	0.0	99.6	0.4	0.0	-0.4	0.4
DU45M	0.0	99.6	0.4	0.0	98.4	1.6	0.0	-1.2	1.2
DU45R	0.0	99.7	0.3	0.0	99.2	0.8	0.0	-0.5	0.5
DU29L	0.0	100.0	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	-0.1	0.1
DU29M	0.0	100.0	0.0	0.0	99.6	0.4	0.0	-0.4	0.4
DU29R	0.0	100.0	0.0	0.0	96.4	3.6	0.0	-3.6	3.6
DU04L	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DU04M	0.0	100.0	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	-0.1	0.1
DU04R	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0

### 第三節 養殖漁業及其產量產值之分析

在台江國家公園沿海地帶之土地，大部分都已經開發為魚塭，本地的養殖漁業為當地經濟主要來源之一，主要的養殖方式為牡蠣及內陸魚塭養殖，說明如下。

#### 一、牡蠣

牡蠣俗稱為蚵仔、蠔，是台灣重要的經濟性貝類，也是世界性的貝類。台灣的牡蠣養殖已有200多年的悠久歷史，其產值與產量均名列國內貝類生產前茅，2000-2009年平均產量2.6萬公噸，平均產值28.4億，平均單價112元/kg。2000-2009年平均養殖面積維持在11,912公頃，以嘉義縣、台南縣市、雲林縣與彰化縣等為主要產區。相關產業包括蚵串製造、蚵苗買賣、剝殼勞工、採收勞工、廢殼處理等，與漁村的經濟活動息息相關(戴仁祥、葉信利，2010)。

牡蠣的附苗有石條式、插筴式、平掛式、垂下式等，其中以平掛式生產蚵條產量最多，也最為普遍。石條式與插筴式是採苗場兼養殖場，蚵苗自行附著在石柱或蚵枝上，在其上成長一直到收穫。垂下式附苗方式，由於幼生在水層的分布並不平均，依因此在牡蠣殼上的數量也不平均。附苗地點必須選擇乾潮形成之溪間地帶，以含有適量腐植質的沙黏土地，退潮能露出水面20~30公分，但時間不超過4~5小時，採苗架北方有較高的沙丘可阻擋北風者為佳(戴仁祥、葉信利，2010)。

牡蠣養殖方式依各地地形之不同而異，棲息在潮間帶及淺海的岩礁海底，大都使用插竹及平掛式，較深之海域則採垂下式，牡蠣為廣鹽性貝類，對海水鹽度適應極寬，河口沿岸均能成長的極為良好，相對的在河口及沿岸海域養殖則比較容易受到污染。(吳春吉，2005)

#### 二、內陸魚塭養殖

台灣內陸魚塭面積約有四萬公頃，鹹水、淡水魚塭各約佔一半。淡水魚塭為利用土地圍築堤岸，使其經常蓄積淡水達一定深度，專供集約方式養殖水產生物，但不包括粗放方式養殖水產生物之湖沼水庫。淡水魚塭的主要養殖魚種為吳郭魚、虱目魚、長腳大蝦、蜆、鰻魚、鯉魚。鹹水魚塭指在沿岸、內灣或海埔新生地等圍築堤防，利用潮水漲落灌排海水，養殖水產生物。鹹水魚塭主要的養殖魚種則為：虱目魚、文蛤、白蝦、石斑、草蝦。

虱目魚的養殖已經有 300 多年的歷史是台灣歷史最悠久、規模最大的養殖項目之一，養殖區域分佈於本省西南沿海之雲林、嘉義、台南、高雄、屏東等縣。虱目魚本為生活在鹹水的魚類，但也可以生活在淡水，因為牠從海水中移到淡水不需要減低鹽分的濃度就能夠適合生長。

根據台南縣及台南市七股區的養殖漁業年產量統計資料顯示(漁業署網站，2011)，在 2003 年七股區的養殖漁業產量，達 25,000 公噸為近 10 年的最大量(圖 4.17)，之後的產量有呈現衰退的跡象，在 2005 年產量為最低，不到 10,000 公噸。在台南市的部分從 1999 年來呈現逐年衰退的現象，在 2006 年為年產量最低。

另外近海漁業部分，在 1999 年時台南市的產量約為台南縣的 7 倍(圖 4.18)，但台南市自 1999 年以來逐年下滑，從 1999 年約 3500 公噸，至 2009 年只有不到 500 公噸，甚至比台南縣來得少。台南縣則變化不大，大約都在 1000 公噸左右，在 2006 年後則有些微的上升。

在沿岸漁業的部分，台南縣的產量為台南市的 3~5 倍之多(圖 4.19)，台南市的年產量約在 500~700 公噸之間，最低產量在 2008 年為 249 公噸，最高產量在 2004 年為 812 公噸。台南縣最低產量在 2003 年為 1750 公噸，最高產量在 1999 年為 5121 公噸。從歷年變化來看年產量並沒有任何的趨勢性。

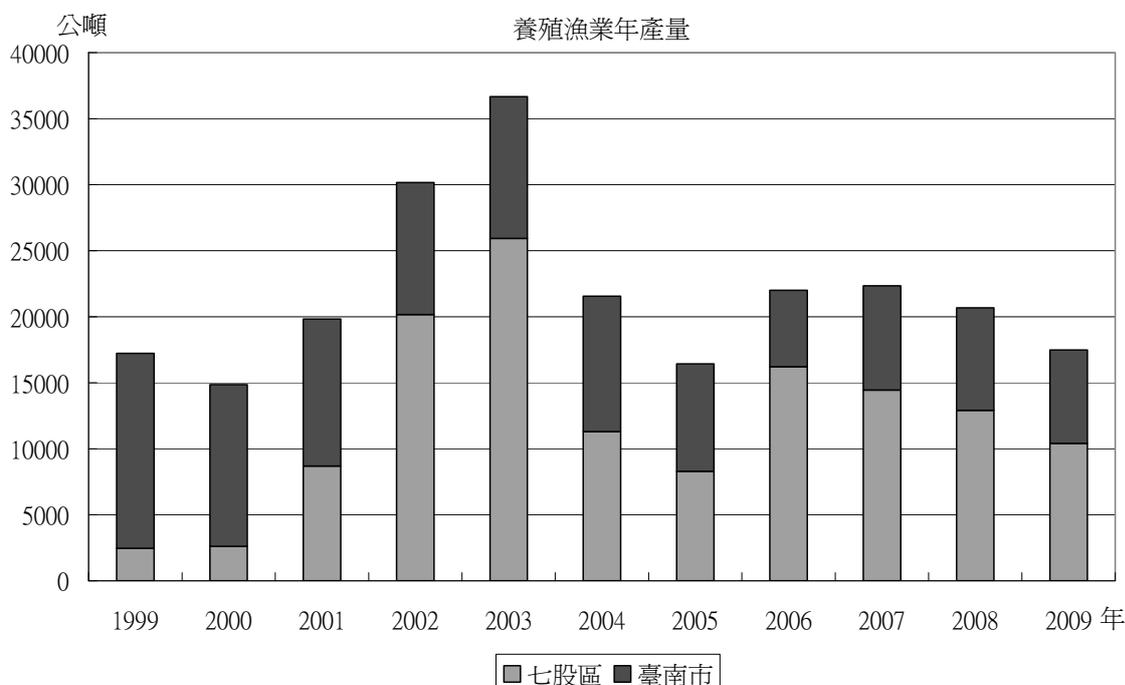


圖4.17養殖漁業年產量

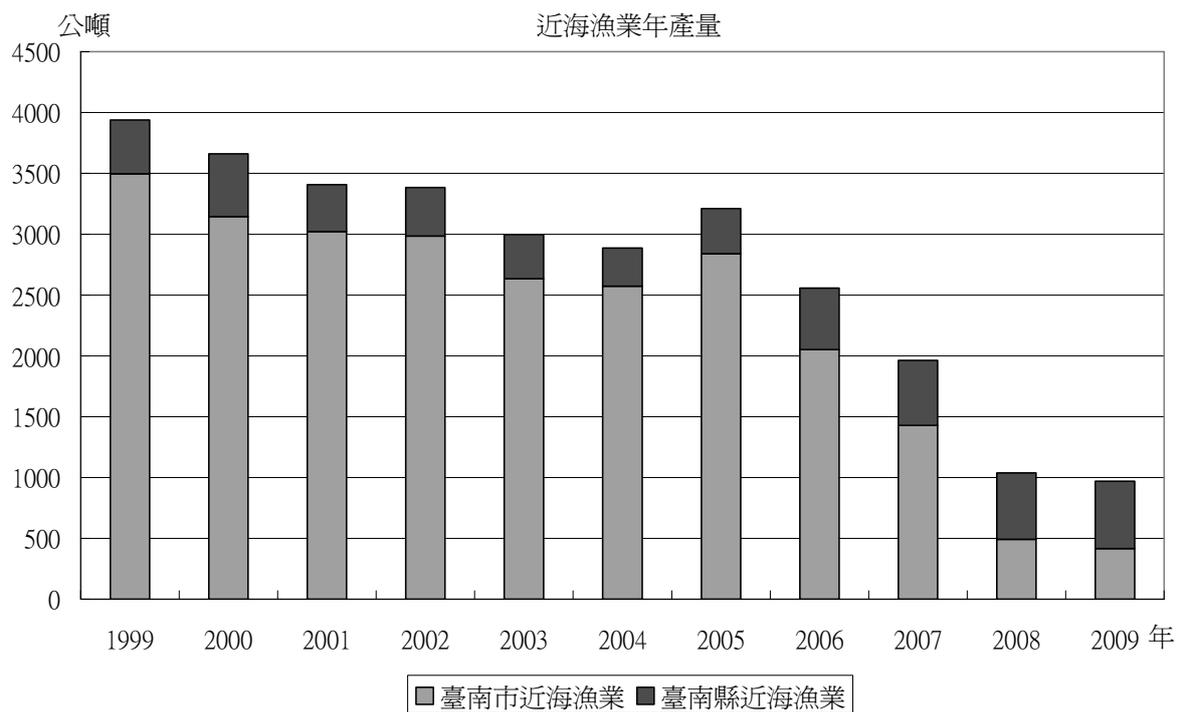


圖4.18 近海漁業年產量

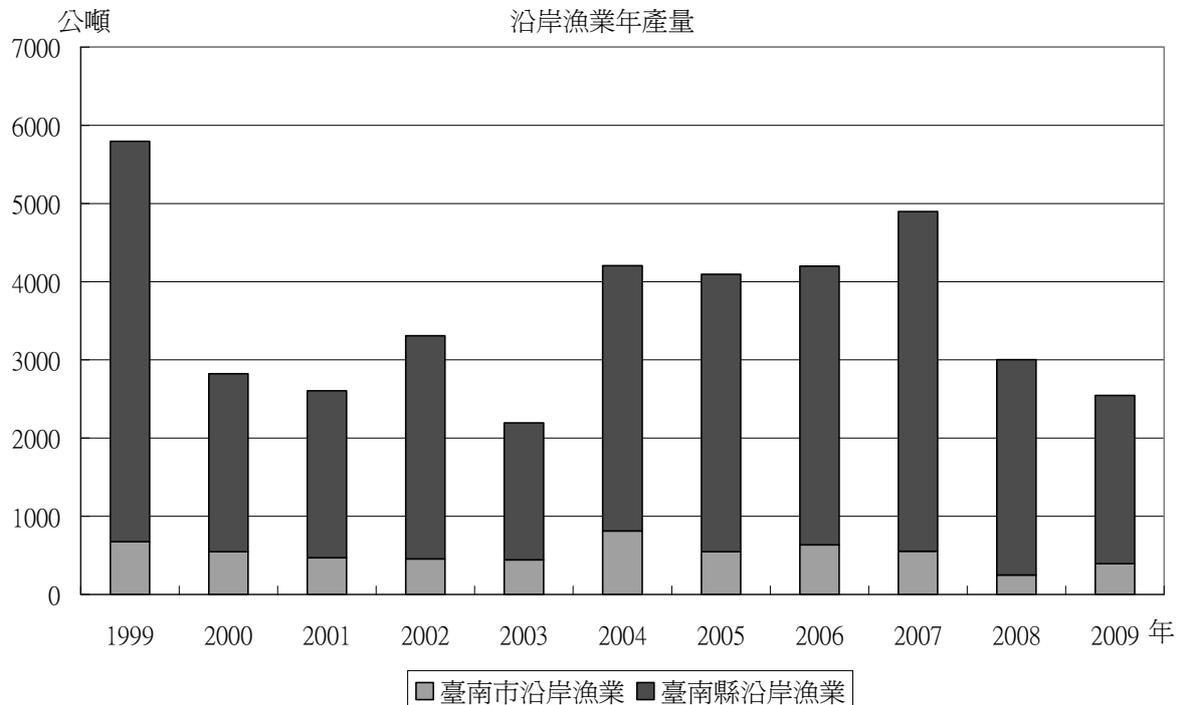


圖4.19 沿岸漁業年產量

### 三、產值與產量分析

#### (一) 虱目魚

虱目魚是台灣最早最具有經濟價值的水產養殖業。數百年以來，台灣虱目魚養殖技術不斷地改進，但是整體生產量一直受限於種苗來源不穩定及虱目魚不耐寒冷。每年虱目魚的放養量、產量與價格都會因為種苗捕獲量而變動，天然種苗缺少時，則必須從東南亞國家進口。虱目魚冬天常因寒流侵襲而凍死，故養殖地區局限於南部，養殖面積也難以大幅擴大。此外，台灣虱目魚養殖業在生產技術雖已有很明顯之進步，但在價格與市場經營上卻缺乏有效之管理，造成虱目魚養殖業供給與需求失衡、產量過剩的局面，使虱目魚價格銳減，嚴重影響養殖業者之收益(胡興華，2000年)。

台灣虱目魚養殖以1977年平均魚價每公斤為95.98元最高，1990年虱目魚養殖生產量達9萬公噸，為歷年來最高的產量，但該年魚價大跌至33.34元/公斤，卻為歷年來最低的平均魚價。虱目魚總養殖面積在1966年為最高(16,990公頃)，1988年僅7,541公頃為最低。單位面積生產力方面，每公頃產量以1990年達7.06公噸最高，1969年為1.15公噸最低。每公頃產值以1996年達37萬元為最高，1963年為6萬元為最低。此外，虱目魚養殖之養殖面積成長率、每公頃產量成長率與每公頃產值成長率，皆以1990為歷年之最高值。近十年來，虱目魚產地與消費地批發市場價格的價差約在每公斤25元左右，且歷年市場價格變動易受當年產量影響，此外，1999年底時因發生寒害使得該次年(2000)的年產量大幅減少，而導致都市零售價大幅的提高至129.72元/公斤(劉祥熹，2005)。

從縣市別來看，虱目魚養殖主要係受到水源供應、養殖技術及自然條件的影響，養殖地區集中於台灣南部，主要分佈在台南縣、高雄縣、嘉義縣及台南市等四個縣市，其中又以台南縣最多，約有4千多公頃，其次為高雄縣約有1千7百多公頃，第三則為台南市約有1千5百多公頃。在產量方面，以高雄縣之產量為33,504公噸最多，佔全國56.44%，其次為台南縣產量為10,561公噸，佔全國17.79%，第三則為嘉義縣6,222公噸，佔全省10.48%，第四則為台南市4,766公噸，佔全國8.03%。四個縣市則佔總產量的92.75%以上，生產的分佈相當集中，比起居養殖漁業首位的吳郭魚生產集中程度還高(劉祥熹，2005)。

根據漁業署的統計1998年至2009年台南縣市虱目魚產量資料顯示(圖4.20)，2000年因寒害造成產量減少，2003年後產量則有下滑的現象，至2009年台南縣市的總產量僅

有11,700公噸，不到2003年的一半。而產值部分在2000年與2009年為最低，年產值約7億元，其餘年份的年產值維持在8至9億間。

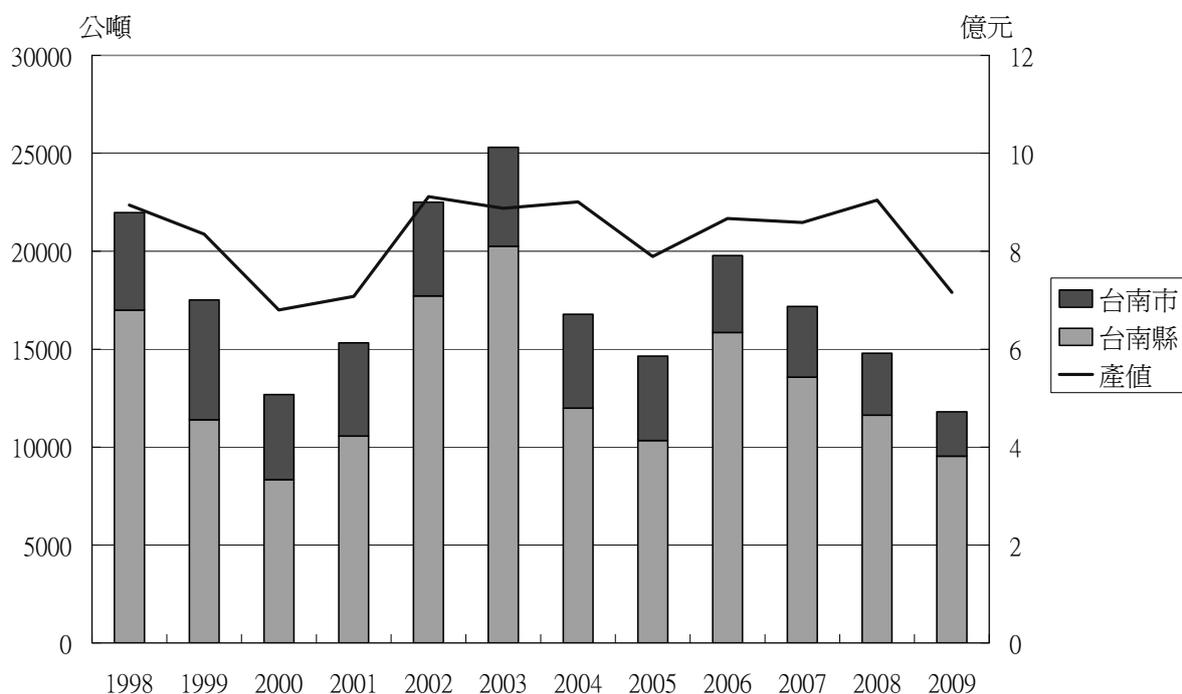


圖4.20台南縣市虱目魚類產量統計圖

## (二) 牡蠣

1971年代深水式牡蠣養殖成功並且開始推廣。由於使用的海域面積擴大、垂直利用的水深增加、垂掛的牡蠣數量多、外海水流狀況良好，牡蠣生長十分快速，故很快地在台灣南部沿海發展。不過，台灣海岸平直，少內灣外澳，夏季有颱風冬天有東北季風，牡蠣養殖環境並不十分優越，特別是台灣河川污染嚴重，污水西流入海，破壞西海岸養殖環境，雖然牡蠣養殖已經從潮間帶推向外海，亦不能免於污染之公害。近年來中國大陸有許多去殼牡蠣經由走私進口，因為成本低廉而使台灣牡蠣市價大跌，引起漁民之憤慨(胡興華，2000年)。

根據漁業署統計歷年台灣地區牡蠣產量及產值統計圖(圖4.21)及台灣地區歷年牡蠣產量及價格統計圖(圖4.22)，台灣牡蠣養殖以1984年養殖總產量(去殼)為29,012公噸最高，養殖總產值以1998年約34億元為最高，歷年來牡蠣平均價格亦以1998的每公斤175元為最高。牡蠣以單養養殖為主，1990年牡蠣總養殖面積達16,234公頃是歷年的

最高。牡蠣養殖的單位面積生產力方面，每公頃產量以1993年為2.5公噸較高，每公頃產值以1998年之29萬元為最高。牡蠣養殖之養殖面積成長率以1990年17.15% 較高，1986年最低（-17.88% ），面積成長率的變化不大。每公頃產量成長率是以1988年的30.3% 為最高，以1998年的-22.57% 為最低。每公頃產值成長率以1970年98.45% 最高，1981年-38.67% 為最低。從歷年牡蠣的產量、產值及價格資料，局部的變動可能受到颱風的影響，可以看到大致是呈現逐年上升的趨勢。

在台南縣市的部分(圖4.23)，牡蠣產量從1999年至2003年有逐年增加的趨勢，2003年台南縣市累計產量約1萬公噸，從2003年後則產量逐漸減少，2009僅剩5000公噸，為2003的產量的一半。在產值部分每年約在7-8億元左右，但2009年有明顯的下降，應值得注意。

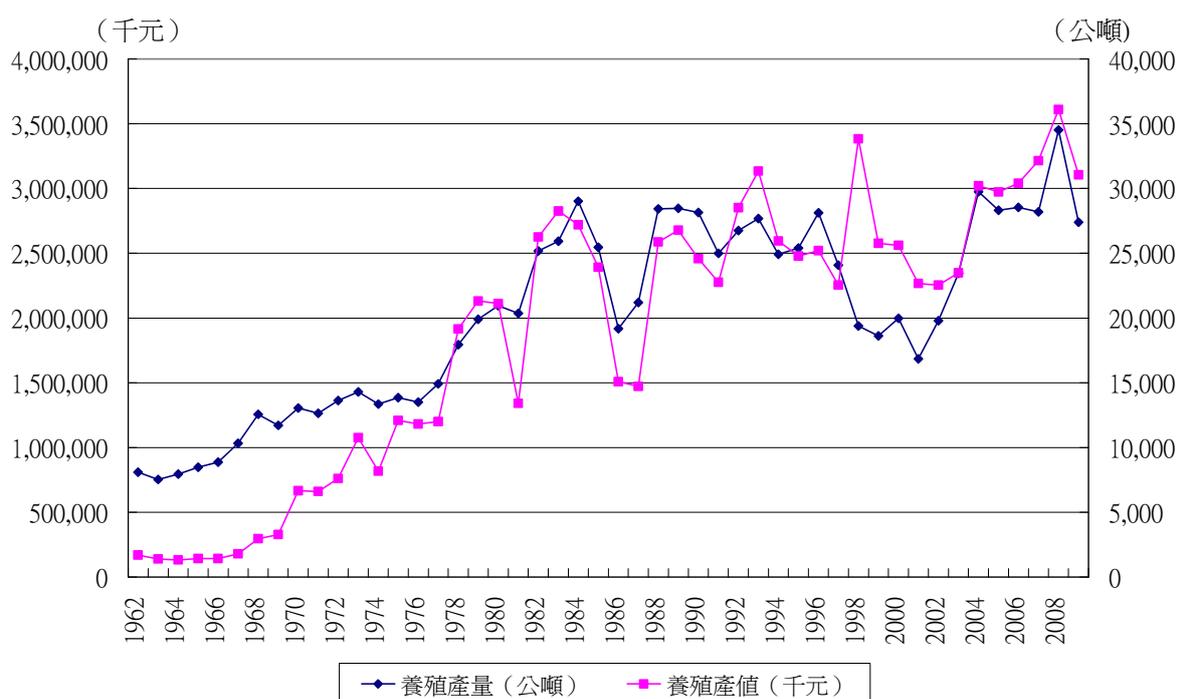


圖4.21 台灣地區歷年牡蠣產量及產值統計圖

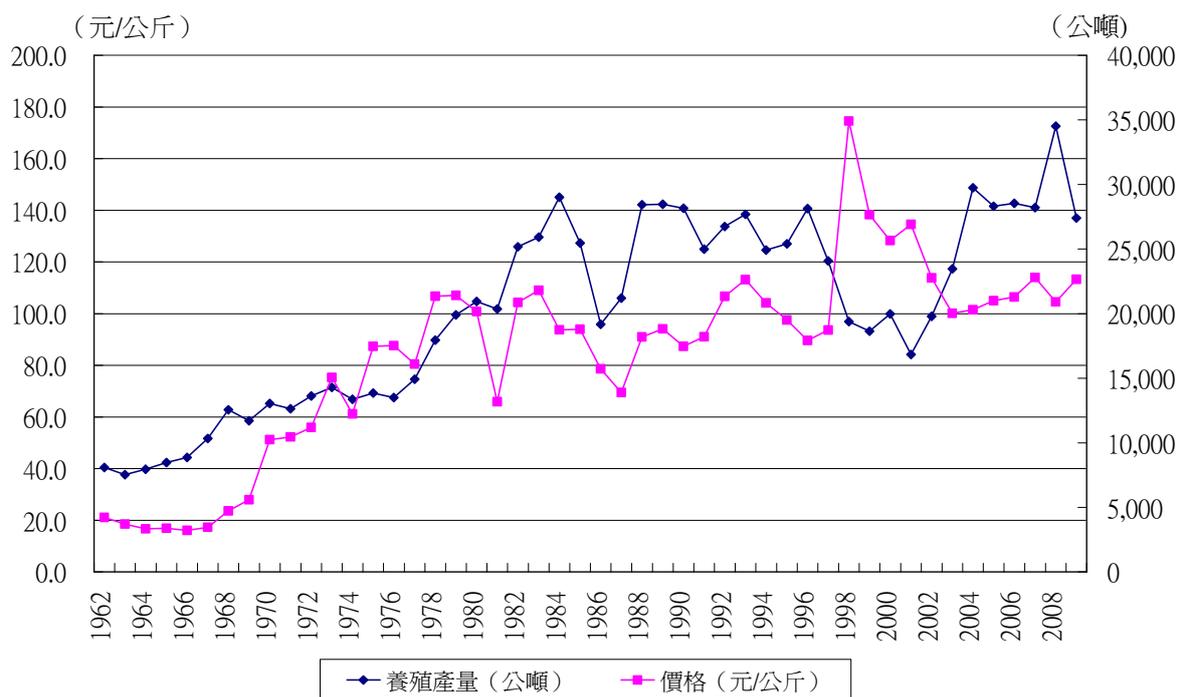


圖4.22 台灣地區歷年牡蠣產量及價格統計圖

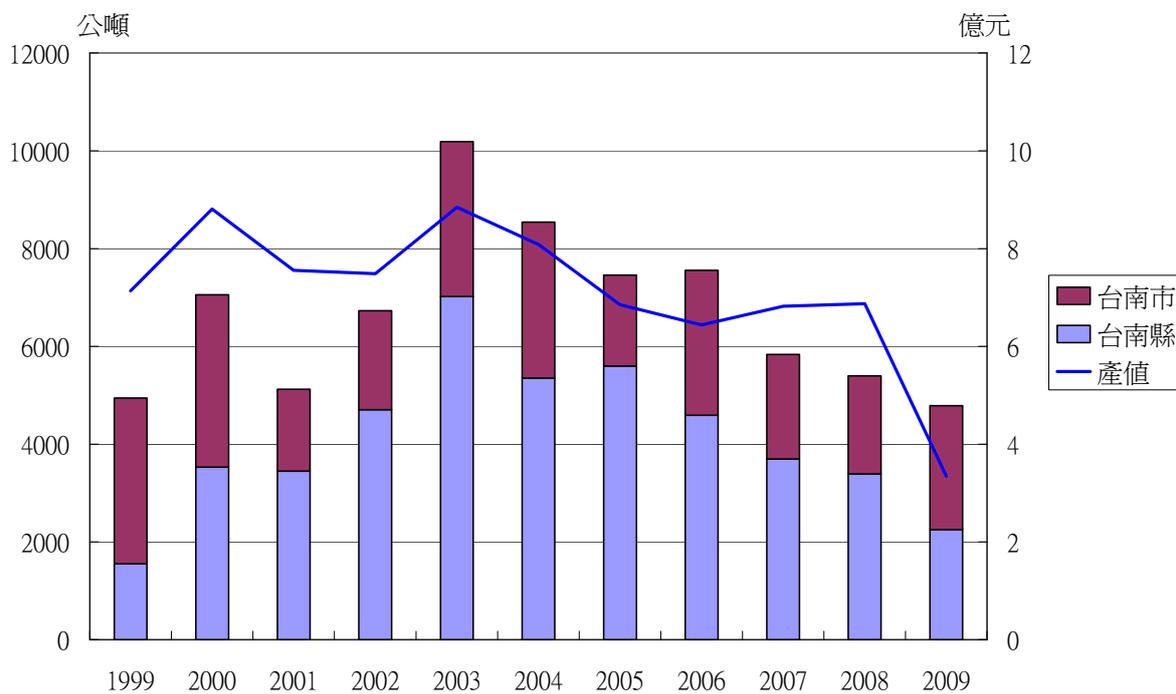


圖4.23 台南縣市牡蠣類產量統計圖

### (三) 吳郭魚類

吳郭魚原名為非洲口孵鯽魚，原產於非洲，俗名為南洋鯽仔、姬鯛、潮鯛、聖彼得魚，中國又稱為「羅非魚」。吳郭魚屬於慈鯛科之熱帶魚類，不耐寒，故對低溫抵抗力弱，一般而言，水溫在10°C以下即易凍傷死亡。此外，吳郭魚為一種廣鹽性的魚類，能耐受高鹽度，在鹽度高達35-40% 的海水中及淡水中均能正常生活。全世界共有100 多種，其中曾被人們養殖約有15 種，知名的有尼羅種吳郭魚(*Oreochromis nilotica*)、吉利種吳郭魚(*Tilapia zillii*)、及歐利亞種吳郭魚(*Oreochromis aurea*) 等。

吳郭魚養殖有很高的經濟利益，因其天然抗病性強，能以穀物，藻類及腐敗物為主食，幼魚存活率高，養殖所需空間小，再加上吳郭魚成長快，6個月即可達於上市之體型（12-15公分）。因此，現在是世界水產養殖業重點研究及養殖之淡水養殖魚類，被譽為未來動物性蛋白質的主要來源之一。

1946年由吳振輝及郭啟彰兩位人士自新加坡引進莫三比克吳郭魚，成功改善當時國人的生活，遂以兩人的姓氏命名之。多年來，在研究人員及業者的努力下，台灣吳郭魚已有全然不同的面貌，有別於以往的吳郭魚品種，故更名為「台灣鯛」。

目前國內台灣鯛幾乎以養殖為主，內陸漁撈比例不到1%，雲嘉南一帶為最主要的養殖地區。整體而言，淡水養殖者超過八成，並以汲取河川水庫和地下水比例最高，僅少部分為鹹水魚塢。對漁民而言，雌性台灣鯛較不具經濟價值，故大多養殖雄性台灣鯛。此乃因台灣鯛屬於口中孵化的魚類，母魚會保護小魚直到有游泳能力為止，為了護魚，孵化期間母魚幾乎不太進食，導致其生長速率較慢。

根據農業統計年報顯示，自2001年起台灣鯛產量從2000年的4.9萬公噸增加68%至8.3萬公噸後，近八年產量變化幅度不大，平均每年約8.1萬公噸。同時在2001-2007年間，平均年產值約25億元。然而，在2008年台灣鯛的產量並未有顯著的增加，但產值卻暴增51%，從2007 年的26億元增加至40億元，也使得每公噸的產值從為3萬多元提升至近5萬元。

台灣鯛需在水溫20°C以上始能產卵，故每年3-11月為產卵期，盛產期則為4~9月。台灣鯛的魚苗生產係將種魚依雌雄5：1比例，放養至水深不超過1 公尺的繁殖池中，4星期後便可在水面發現魚苗群。2000-2005年間，台灣鯛魚苗產量有逐漸減少趨勢，近三年來產量維持在2億尾以下，產值則約6,000萬元。

近五年台灣網單位面積產值和產量皆有提升，每公頃產量從20,091 公斤增加至25,309 公斤，提升約26%；每公頃產值則從68.8 萬元提高40% 至96.7 萬元。反觀經營成本面，經營成本增加39%，折舊費用增加56%，其中2005-2007 年平均收益約每公頃14 萬元。

在台南縣市的吳郭魚產量及產值統計圖（圖4.24），吳郭魚以台南縣產量為主，最高產量在2005年的33800公噸，台南市除了1998年的2800公噸外，1999年至2009年間產量大致在1000至1500公噸。從1998年至2005年產量大致呈現上升的趨勢，至2005後則呈現下滑的趨勢。產值的部分從1998年的4.5億元，至2009年的10.6億元，呈現2倍以上的成長。

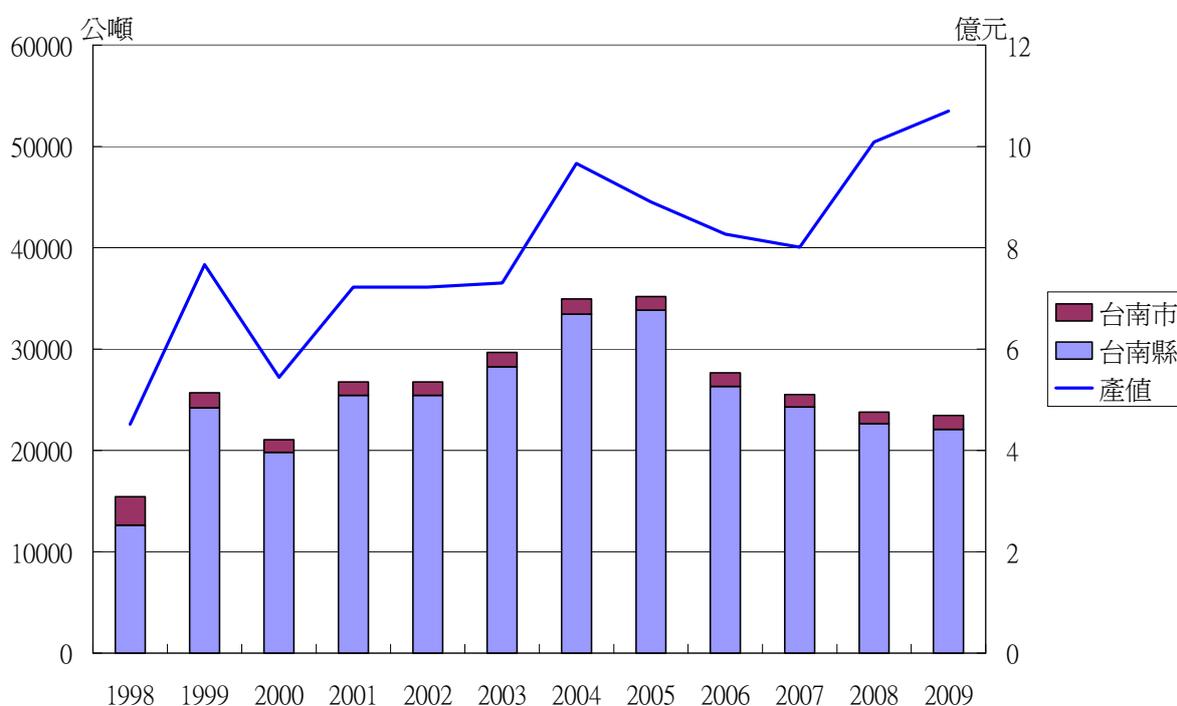


圖4.24 台南縣市吳郭魚類產量統計圖

#### (四) 白蝦

白蝦(*Letopenaeus vannamei*) 屬於外來蝦種，原產於中南美洲太平洋岸從墨西哥南部至秘魯北部之間，天然種蝦最大可達23公分。白蝦對環境的耐受性與疾病的抵抗 較草蝦為佳，在1995年漸漸取代草蝦，成為主要的蝦類養植物種。由於白蝦對低鹽度具有良好的滲透壓適應能力，因此能在內陸地區以半淡鹹水的方式養殖，促使養殖面積大大

擴展而不侷限於沿海地區。

白蝦對鹽度的適應範圍亦極廣，從2~40ppt均可適應，當然最佳範圍仍為10~25 ppt，於此範圍內，鹽度愈低成長愈快。白蝦對溫度的容忍值稍大，但絕非傳言般的不畏寒冷酷暑，當水體溫度長時間低於20°C或大於30°C時，白蝦開始處於次緊迫狀態，生長開始受到影響，抗病力、食慾、生長速度、環境適應力降低。台灣的最佳養殖季節應為5~10月。

2007年中國進口蝦遭驗出含致癌物質，八月中聖帕颱風夾帶豪雨造成魚塭鹹度遽變，則造成本土白蝦暴斃，雙重因素造成白蝦大漲，每台斤較去年同時期上漲一倍。過去白蝦盛產期每台斤約50-60元，颱風之後上揚到70元，產地每台斤叫價120元，零售價更達200元，漲幅是近十年來最高。

在台南縣市的部分從2000年至2005年產量逐年上升（圖4.25），產量部分主要以台南縣為主，從2001年的1200公噸，至2005年的5600公噸，成長了4.6倍，至2005年至2009年產量則有下降的趨勢。在產值部分除了2009年下降外，是呈現逐年上升的趨勢，從2000年的0.9億元至2008年的10億元，呈現10倍的成長。

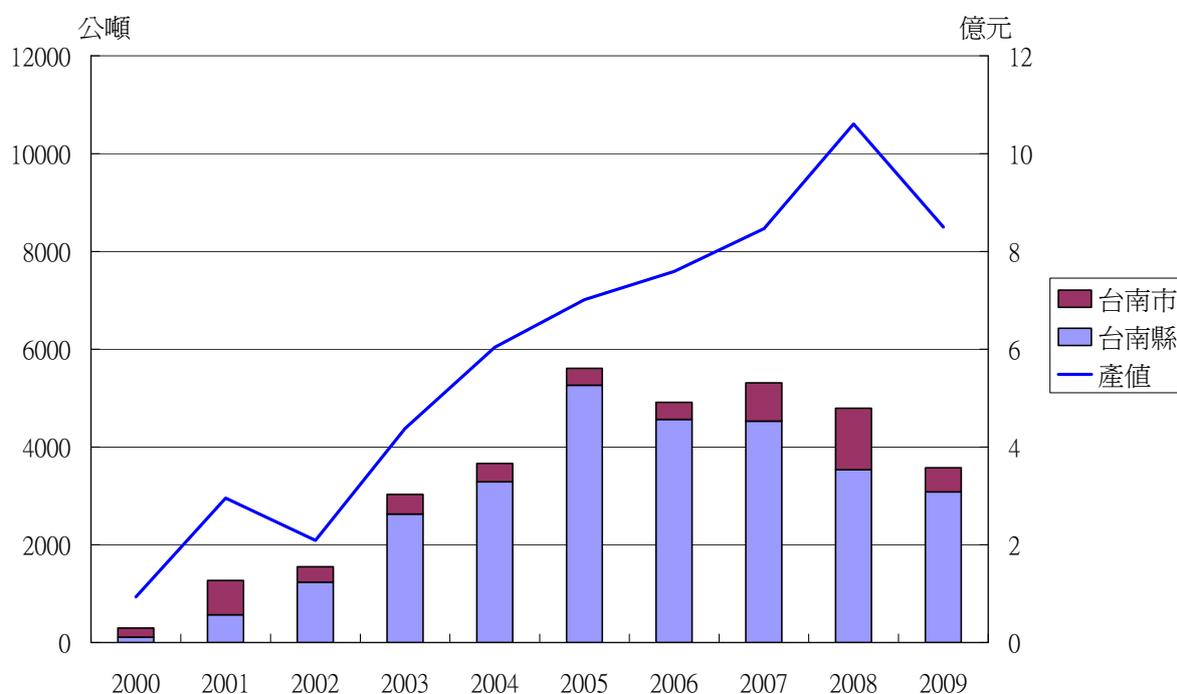


圖4.25 台南市白蝦產量統計圖

#### 第四節 野外調查與訪談

本計畫於6月12日第一次進行野外調查及訪談。調查成果如圖4.26。

圖4.26a為頂頭額沙洲，當地船長說2010年台南市政府及水利署在頂頭額沙洲及網子寮沙洲的水域進行抽沙（圖4.27），由於抽沙地點靠近頂頭額沙洲，可能造成沙洲的加速崩落及流失，在照片中可看到沙丘上的木麻黃崩落的痕跡，觀察估計流失約20公尺。本研究觀察本區的侵蝕狀況，沙洲北側長期以來是持續呈現侵蝕的狀態，海岸侵蝕的原因不單純是受到抽沙的影響，但也突顯出海岸的整治及防護工程應該更加慎重。

圖4.26b為網子寮沙洲，照片右側船隻停泊處為七股潟湖，根據當地船長的說法，網子寮沙洲有往七股潟湖內側靠近的現象，另外靠近海測的沙洲，這幾年靠海側也有擴張，表示這個沙洲目前仍是呈現擴大的現象。

圖4.26c位在頂頭額沙洲南側海岸，在海岸有設置五個離岸堤，這些離岸堤與原本的海岸間已經堆滿了沙土，確實有效發揮了海岸防護的功效，對於海岸侵蝕的區域，設置離岸堤是可以考慮的作法之一。

圖4.26d位於頂頭額沙洲南側與新浮崙沙洲的北側，可以看到大片的木麻黃被海水沖倒或枯死，為嚴重發生海岸侵蝕後退的區域。

圖4.26e為新浮崙沙洲，在海岸邊可看到許多消波塊，主要是在莫拉克颱風後遭受嚴重的侵蝕，使得原本在堤岸的沙洲被侵蝕消失。圖4.26f為曾文溪溪口北岸，過去有一些魚塢區，在莫拉克颱風後都呈現荒廢的狀態，由於鄰近黑面琵鷺保護區，建議可以讓這些區域成為野生動物的棲息環境。

圖4.26g為台南城西濱海沙洲，此區靠近曾文溪口，沙洲較不明顯，估計約有20公尺的寬度。當地有些蚵農在此區海灘進行牡蠣的採收（圖4.28），跟據當地蚵農的說法，當南風來時，這些牡蠣會被打到海灘上，蚵農則在此時進行採收，通常一年只可以採收一次。

第二次野外時間及訪談為6月29日，調查區域主要為青山港沙洲，此沙洲位於青山港南側，在調查前青山港曾進行港口抽沙的工程，可看到現場遺留的抽沙管線（圖4.29）。在港口堤防的南側可看到海岸防護的工程設施，從最外側的消波塊、正方形的水泥塊，到最內側的編籬定沙（圖4.30），主要防止沙洲泥沙的流失。此外，與台南市漁會青山港辦事處進行訪談，瞭解當地漁業產銷的問題及沙洲變遷的影響。



圖4.26 野外調查照片位置圖



圖4.27 2010年七股瀉湖抽沙工程



圖4.28 台南城西濱海沙洲北側牡蠣採收



圖4.29 青山港沙洲北端



圖4.30 青山港海岸防護工程

第三次訪談時間為 10 月 14 日，主要訪談為當地居民對沙洲復育及環境災害的看法。訪問的地區包括九塊厝、三股及七股瀉湖周邊的學校、攤販及住家。訪問九塊厝及三股地區的居民普遍對沙洲瀉湖的變遷不是很瞭解，訪問學校的老師大部分是外地來的，也無法提出對沙洲看法，在進行訪談的過程中並不順利。

有關當地災害的問題，在九塊厝及三股地區則有反應淹水的問題，在莫拉克風災時由於地勢的高低不同，淹水高度約 20 至 100 公分。面對淹水的問題，他們認為像莫拉克颱風造成的災害，主要是自然的因素造成，也只能順應自然的變化，且大部分受訪問的人認為跟沙洲的變遷無關。本研究觀察這兩個地區由於靠近曾文溪的河岸，淹水可能與河堤潰堤有關。在七股瀉湖周邊訪談的結果，在七股十五洞（六孔碼頭附近）當地居民說沒有發生淹水的問題，他們認為主要是七股四周的海堤都相當完整，而且又有七股瀉湖沙洲當作屏障，較不擔心淹水的問題，訪問當時正在進行水門的整建工程。

有關沙洲復育的問題，當地的居民認為沙洲的變遷應該讓其順其自然演替，但有這樣的回應的居民只有 5 個，並不能代表所有居民的看法，其餘的反應都是不瞭解。

綜合訪談的結果，當地居民普遍感覺沙洲變遷對當地產業並沒有明顯的影響，本研究認為主要原因是除了在七股瀉湖內工作的人之外，一般居民並無法真正瞭解沙丘變遷的狀況，在沒有發生嚴重的災害情況下，無法感受到沙洲變遷的嚴重性。

因此從訪談結果及過去沙洲資料的整理，沙洲變遷目前對當地的影響主要包括以下 3 點，這些影響及保育策略，說明於第五節及第七節。

- 1.七股瀉湖沙洲地景及生態的變遷，
- 2.沙洲潮口變遷對船隻出入的影響，
- 3.沙洲陸化影響當地瀉湖養殖及船隻的航行。

## 第五節 海岸的復育

台江國家公園濱海沙洲，由於泥沙不斷的流失與改變，根據趙榮宗（2006）實測分析，網子寮沙洲(七股海岸)於1961~2000年間海岸全面侵蝕，變遷幅度約-430 m，海岸變遷率約為-11 m/yr。本研究觀察1997年至2009年這12年間海岸線有明顯的變化（圖4.31），青山港沙洲已往陸地靠近約400公尺，頂頭額沙洲往南側侵蝕約200公尺以上，七股防風林大部分已被侵蝕消失，曾文溪出海口的沙洲也大部分被侵蝕消失，這些是海岸侵蝕較嚴重的區域。

根據海岸法（草案）海岸地區之災害，除導致海堤、道路、橋樑損壞，影響公共設施安全外，並造成海水倒灌、積水不退、國土流失、威脅民眾生命財產安全等問題，故應劃設海岸防護區，並訂定海岸防護計畫，加以防護管理，因此目前七股海岸侵蝕嚴重區域，是有必要評估可能的威脅，研擬海岸防護的措施。

台南海域濱海沙洲之變遷原因，在風力、颱風波浪、季風波浪、及潮流等天然力長期作用下，再加上河川輸沙銳減與地層下陷，造成沙洲向南、向岸移動，沙洲形狀變為狹長，有陸化現象。

近年來河川輸沙量逐漸減少，主要原因為：(a)工程建設成長迅速，大量採取河沙，導致河川下游的泥沙減少；(b)水庫與攔沙壩興建，攔截沙石；(c)山坡地水土保持設施，減少土石流失；(d)河川整治，減少河岸沖刷。這些因素使河口沙源大量減少，河川補沙作用小於波流運移作用而發生海岸侵蝕。

防止海岸侵蝕之對策有下列數類：(1)海堤或護岸 (seawall, revetment)；(2)突堤(防沙突堤) (groins)；(3)離岸堤(offshore detached breakwater)、人工潛礁(artificial reef)；(4)魚尾型防波堤(fishtailed breakwater)；(5)岬頭控制(headland control)；(6)人工養灘(artificial beach nourishment)；(7)沙丘(sand dune)；(8)海灘水位控制。如何以上述方法之一或混合使用，來達到控制波浪、漂沙及近岸流之目的，應從各種工法的功能、安全性、耐久性、經濟性、施工性、環境衝擊及景觀等因素來評估，各種海岸保護工法其優缺點如表 4.7。



圖4.31 1997年至2009年海岸變遷圖。(底圖為2009年11月福衛2號影像)

表4.7 各種海岸防護工法優缺點比較

防禦方法	優點	缺點
海堤	施工容易，防潮防浪	堤前反射，海灘容易消失
突堤	攔截沿岸漂沙	可能造成下游海灘侵蝕
離岸堤	堤後形成沙舌或繫岸沙洲	易造成堤趾沖刷，維護不易
離岸潛堤	堤前消減波浪能量	船隻航行不易
人工岬灣	海灣形成靜態平衡	颱風波浪造成海岸侵蝕
人工潛礁	1.不必經常維護 2.形成共振而消減波能 3.灘前波能變小，海岸漂沙隨之減少	實際應用仍不多
人工養灘	形成自然海灘，對鄰近海岸影響較少	沙源不易取得，成本較高

資料來源：張瑞欣、許泰文 (2001)

滬湖沙洲復育中央機關應研擬短、中、長期的策略，並讓地方共同參與，如工作假期、社區居民的植生、定枝護沙等，展現出民間守護沙洲的決心，為沙洲保育非常重要的力量來源。台江國家公園除了適時支持民間活動，還可以發展沙洲保育計畫，重點如下：

#### (一)沙洲保育工法比較與檢討

根據簡仲和等(2006)七股滬湖保護對策研究，海岸防護工法尚須後續進行成效追蹤調查，探討其變化與影響，以便調整最佳防護策略。定期、持續地監測沙洲保育工法成效，並根據成效報告，逐漸調整沿海沙洲保育工法為符合生態永續原則、較低視覺衝擊的方法。

#### (二)耐鹽定沙植物調查與保育、復育

沙丘景觀的形成與沙丘植物有相輔相成的關係，部分沙丘植物枝節容易長不定根，一旦在沙地固著，即可截留飛沙，然後不斷匍匐拓展，並突出沙面，再攔截更多的飛沙(農委會特有生物研究保育中心網站)，為自然且永續的沙洲保育方法。耐鹽定沙植物調查與保育、復育不僅為沙洲保育所需，還可協助原生種復育，恢復地景面貌。

在沙洲監測方面，為確保離岸沙洲沖淤平衡，避免沙洲流失進而影響到七股滬湖的保存，應長期監測七股沙洲及七股防風林地與頂頭額汕、新浮崙沙洲及鄰近地區的沙洲及近岸水理現象和漂沙活動等變遷情形。大尺度上建議使用潮汐資料配合航照圖判讀，小尺度的密集監測則可採用全測站、水深地形測量(水深地形、波浪、定點流況、

浮標追蹤、沙灘粒徑分布、底床質粒徑分析、底床懸浮載粒徑分析、輸沙趨勢)等方式。北門社大的插杆測量監測結果則可納入資料庫做為分析參考，提供潟湖沙洲防護規劃參考。

### (三) 海岸的防護

成大水利海洋研究發展文教基金會(2006)研究七股潟湖保護對策，利用水深地形、波浪、定點流況、浮標追蹤、沙灘粒徑分佈、底床直粒徑、底床懸浮載粒徑、輸沙趨勢等資料蒐集及分析，探討七股潟湖沙洲變遷的物理機制，並分析比較各種海堤、突堤、離岸堤、編籬定沙工等工法成效。該研究綜合趙榮宗(2006)的研究結果發現:

1. 防波堤至第二防沙堤間的沙灘目前積沙穩定，建議可積極保育原生植物，以達定沙及綠化效果。網仔寮沙洲及青山港沙洲的編籬定沙施工成效則受到當地水深地形侵淤情形、颱風等因素影響甚大。
2. 柔性防護工法則是在前灘坡度約界於 1/40-1/80 及緩流速之底床地形上較能發揮淤淺功能。而人工養灘如同柔性防護工法，需要極平緩的底床，但此舉可能需大筆工程經費，因此目前建議與潛堤配合實施。七股沙洲即建議以離岸潛堤群配合人工養灘防護，沙洲主體已編籬定沙養灘，可在養灘灘位上加高 50 公分竹籬攔截風沙。
3. 台江地區的海堤包括 4,430m 的七股海堤、9,994m 的曾文海埔地海堤、10,864m 的七股鹽場海堤等。根據 2006 年的數據顯示許多地區仍無積沙，甚至有侵蝕情形(趙榮宗，2006)。海堤若設計不當可能造成突堤效應，因此應小心防範。研究並且建議將軍漁港南防波堤南側及西南航道北防波堤北側將海堤前消波塊調至外海成為離岸潛堤，配合人工養灘，保護僅存沙灘。成大水利海洋研究發展文教基金會(2006)或趙榮宗(2006)皆以環境景觀美學為優先，建議將海堤改為潛堤佈置。潛堤設置深度方面則有經濟部第六河川局訂定參考標準。

第六河川局近年則有「台南海岸(急水溪口至將軍中心漁港)基本資料監測調查分析」、「人工養灘工法應用於台南海岸保護之研究(2/2)」、「動態人工岬灣應用於台南高雄海岸之研究」等研究分析與園區南北相鄰之海岸狀況。「七股西堤海岸侵蝕防治之研究(2/2)」則為延續七股潟湖保護對策等研究，於 98 及 99 年度調查海岸氣象、地形等基本資料，分析侵蝕原因，提出海岸侵蝕防治試驗規劃。「四草海岸復育試驗研究」則延續 95 年間進行的青草崙海岸復育試驗，於 99 年度開始調查四草海岸基本資料，並研擬

四草北段海岸保護復育及南段海岸增加穩定性、營造親水景觀生態方式。

此外，財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2009)，建議了一系列七股潟湖防護的短中長程措施，包括短期:(1)抽沙塑堤與減緩飛沙侵蝕、在塑堤沙丘前後緣海軍固袋整修，並在塑堤沙丘上設置竹柵防風籬；(2)沙洲沿岸沖樁措施改善(沖樁工透水率與沖埋深度改善，實施於3段沙洲)；(3)透水式沖樁突堤工改善：平均低潮線以上之沖樁列透水率採不透水，以下採15~30%透水率；(4)g使用柔性滯沙設施，於近岸淺灘促淤；中長期:(1)導流堤；(2)沖樁突堤。目前正於觀海樓以北施築大型海堤。

整體而言，海岸保育有幾個大原則，包括採用近自然工法、實施「面」的保護策略、海岸設施親水化降低視覺障礙等。以柔性防護保育工法取代海堤進行海岸侵蝕防護，不僅可維持環境景觀，還可避免海堤過於靠近灘線導致加速沙灘流失的可能性(趙榮宗，2006)。水利署和台南縣政府是近年投入較多沙洲潟湖保存研究的單位。台南縣水利局海岸保護科科長表示，沙洲保護研究刻不容緩，目前尚無官方單位執行海岸線長期監測，建議以航照圖判識等方法彌補。而台南縣的沙洲潟湖防護研究近年也由於經費爭取困難，無法持續(私人通訊，2010/12/02)。

防波堤、突堤與離岸堤等海岸結構物不僅阻擋水流，也使波浪產生繞射與反射現象，導致遮蔽區之波浪變小，水流流速降低而使泥沙沈澱，反射區之波浪則變大且流速增加而加速泥沙移動。沿岸流被結構物阻擋，沿岸漂沙沈澱於結構物之上游側，部分泥沙被沿結構物平行向外海方向流動之離岸流帶向外海方向。如結構物較短則離岸流可能折向結構物下游方向，將漂沙帶往下游，部分沿岸漂沙可繼續流向下游側海岸。如果堤長太長則將沿岸漂沙完全阻擋，下游無法獲得沙源。因此防波堤、突堤及離岸堤下游側會侵蝕、上游側堆積，繞射區內泥沙堆積，堤愈長此種現象愈強烈。

海岸侵蝕起因於沙源供應來源的減少，故發展養灘可直接提供沿岸漂沙的沙源，以防止海灘侵蝕，獲得保護海岸之效果。在侵蝕海岸堆放並定期補充灘料之保護工程，稱為「人工養灘」(artificial beach nourishment)(陳建中等，2006)，此工法常配合突堤、離岸堤、岬灣控制或其他工法實施，為近年海岸防護工程之趨勢，主要用途為海岸保護，塑造沙灘或維持沙灘之穩定。

在飛沙旺盛的海岸，可使用定沙造灘。此種工程一般分為人工構造物定沙工和植栽之定沙工，包括編籬造灘及簡易定沙工。編籬造灘之目的在於攔截沿岸飛沙，增加沙丘

的高度及寬度。如經費受限，可用細樹枝、竹片或梢料作為編籬定沙。植栽係於海岸種植耐鹽性植物，善加培護，可達定沙效果。經一段時間之後，灘地日漸增高，形成沙丘灘岸，可作為減緩潮浪災害之防護。

臺灣海岸之定沙植物常見者有林投、菅草、黃槿、馬鞍藤、狗牙根及木麻黃等，俾產生有效的攔沙護岸作用。海岸林是內陸之屏障，可穩定海岸線，對沿海地區居民之生命財產與農、漁業設施安全有重要之關係。但海岸地區之地理環境及氣候條件嚴苛，造林成果不易保持，造林木常因強風（東北季風）吹襲、颱風災害或遭風沙掩埋而功虧一簣，必須持續管理，才能發揮應有的防風功能(方偉達、楊孟潭，2007)。目前七股潟湖沙洲採用的海岸防護工法如表4.8。

表4.8 現行潟湖沙洲之海岸防護方法彙整表

防護工法	佈置方式	佈置位置	功能
柔性滯沙防護工	其佈置方法係在水深-1.6m中間處及其向岸6m 處各放一組浮球組（含棉繩、沙錨與鐵塊），再將加勁定沙網前緣固定於水深-1.6m之浮球組平均海水位下方0.6m處，後緣則固定於另一組浮球上，其中加勁定沙網後緣設計為可隨波浪擺動的自由端	網仔寮汕	削減波能、阻緩流速，淺海沙灘淤淺效果
透水式沖樁突堤	係利用沖置竹樁方式，於近岸地區佈置3-5排向離岸方向竹樁排，其透水率約在65 %	青山港汕、網仔寮汕北段	攔阻沿岸漂沙，促成沙灘淤積
沿岸沖樁與海事固袋工	係利用沖置竹樁方式，於近岸地區佈置2排沿岸方向之竹樁排，其透水率約在70-75%間，另於竹樁排後側沿岸排列海事固袋工	青山港汕、網仔寮汕北段、頂頭額汕	消滅近岸波能、減緩波浪溯上直接衝擊沙洲填土區

資料來源：台南市政府（2011）

趙榮宗(2006)研究建議七股沙洲之保育，可研擬離岸潛堤群配合人工養灘的方式，佈置於二處沙洲之外海側進行防護。除可達消波禦浪之功能，亦不會加劇海灘沖刷，又可符合景觀美化。在沙洲主體上，可以編籬定沙養灘的方式進行沙丘營造，以河川或潟湖疏浚之沙土為主要養灘填方。在計畫養灘高程之上再加高50公分竹籬，可攔截風吹沙。海岸侵蝕防護工法，海堤並非唯一的選擇，目前環島海岸幾乎被海堤包圍，除影響環境景觀外，有些海堤過於靠近灘線，增加波浪在堤前反射與能量，加速沙灘流失。建

議往後能持續研擬適用於台灣各區段海岸之柔性防護保育工法。

財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2006)進行七股潟湖保護對策研究中以編籬定沙工法及柔性防護工法觀察海岸防護的成效說明如下：

#### 一、編籬定沙工法

台南縣網仔寮沙洲，第六河川局於2002年起分別在沙洲中、南段共施作3段編籬定沙工，沙料來源取自沙洲東側潟湖內航道。目前風吹沙有淤積效果，但颱風作用後，有局部沖蝕發生。網仔寮汕編籬定沙工附近之水深地形侵淤情形，略呈冬季侵蝕、夏季淤積之情形，且其中編籬定沙工靠南段處除施工後初期(2003年5月~2004年5月期間)之地形侵蝕情況較劇烈外，2004年5月~2005年11月期間工法附近之侵蝕範圍已略為縮小，侵蝕深度亦趨緩和；而編籬定沙工靠南段處則因潮口地形影響，網仔寮沙洲北側沙洲有往東方擺動情形，使該處地區之地形以侵蝕狀態居多。

青山港汕南段與中段編籬定沙工區之地形侵淤狀態，於施工後初期(2003年5月~2004年10月期間)其淤沙效果顯著；但在2004年10月~2005年6月期間，編籬定沙工區之地形淤沙效果逐漸減小，且略有侵蝕情形發生，迄至2005年6月~11月期間因受海棠、泰利與龍王等強烈颱風波浪影響，編籬定沙工區之地形亦多發生侵蝕情形，其中尤以青山港汕中段編籬定沙工破壞最為嚴重。另編籬定沙工區排除特殊颱風氣象影響，其季節性地形侵淤略呈冬季侵蝕、夏季淤積之特性。

#### 二、柔性防護工法

為了保護海岸避免海岸侵蝕，以往大多採用剛性的保護工法，但此類方法的建置成本較高，工時較長，有時功能不如預期，或有礙於自然景觀，而且不容易遷移。因此進行柔性保護工法的現地實驗研究，希望能建立成本低、施工易、效果好的海岸柔性保護工法。

柔性防護工法佈置於前灘坡度較緩附近(約1/40~1/80)，於實施初時大致多使原本為侵蝕狀態地形之侵蝕情形趨於緩和，並在工法佈置處附近形成帶狀之潛沒沙洲，後續潛沒沙洲之規模逐漸有擴展趨勢，而當大波浪侵襲期間，潛沒沙洲則有向陸側延伸趨勢；而當柔性防護工法佈置於前灘坡度較陡(約1/20~1/25)與流速較大之潮口地形，僅能使原本侵蝕地形之侵蝕速度緩和，對其後側淺灘淤淺效果較不明顯，但其下游灘線附近地形有外淤情形；顯示柔性防護工法佈置於前灘坡度(約1/40~1/80)及流速較緩之底床地

形上，較能發揮淺灘淤淺功能。

彭大雄、詹錢登（2009）研究中之柔性工法，係將間距50公尺的兩個不鏽鋼鋼索石籠作基礎，外面掛滿廢輪胎製成的柔性葉片環圈，兩個不鏽鋼鋼索石籠中間以「消能網」連結，利用保護工法中柔性材料、柔性葉片及多孔性的特性將通過之波浪能量減低，減少海水攜帶泥沙之能力使泥沙落淤，以達防止海岸侵蝕之功能。本柔性保護工法現地試驗設置在八掌溪出口南岸(雙春海岸)，於98年6月完工，迄今歷經蓮花颱風及莫拉克颱風之考驗，保護工之結構完整，沒有受到損壞，並且實際測量保護工法已經使泥沙落淤約0.5到0.8公尺，有效保護海岸。

過去政府單位在此地進行海岸的防護及定沙之工程與研究，其目的主要都是防止泥沙的流失，為了防止潟湖沙洲持續侵蝕，台南市政府進行台南市濱海沙洲濕地復育規劃（台南市政府，2011），有關七股沙洲的的海岸復育工程設置如圖 4.32 及圖 4.33。

七股潟湖（青山港沙洲）-防護工法配置

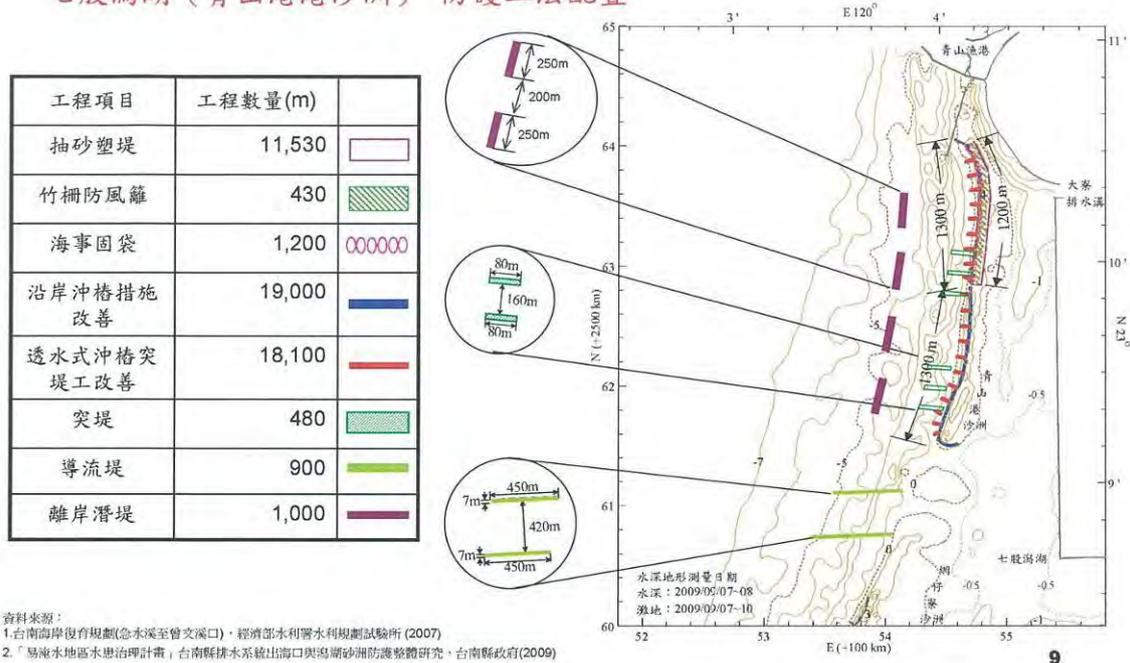


圖4.32 七股青山港沙洲防護工法配置圖

七股瀉湖（網仔寮沙洲）-防護工法配置

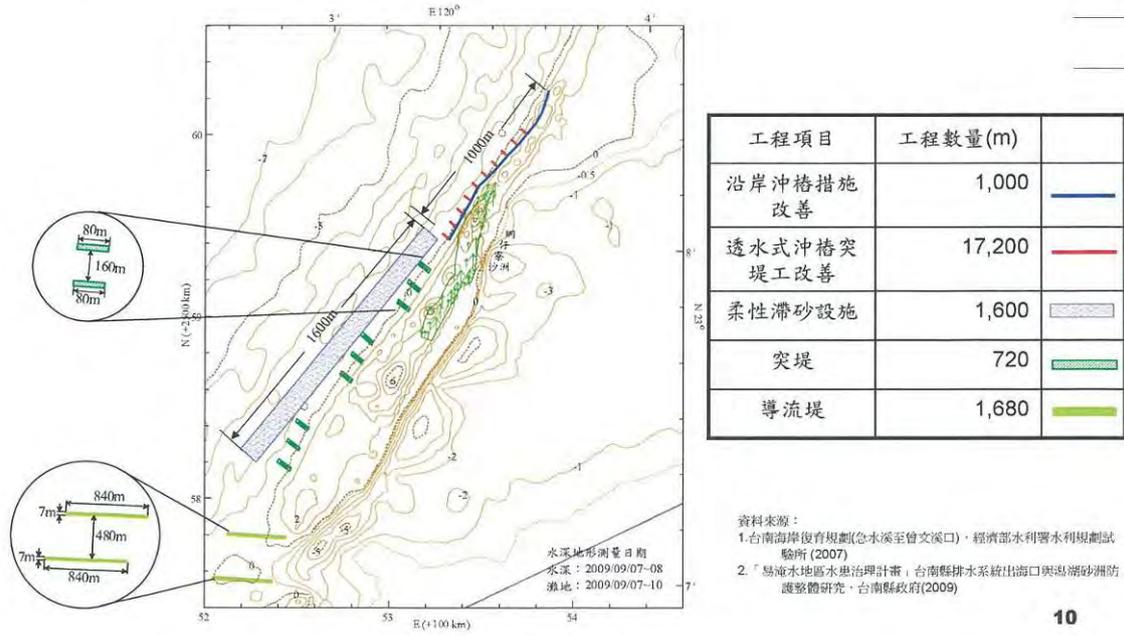


圖4.33 七股網仔寮沙洲防護工法配置圖

本研究依據當地海象資料及歷年沙洲的演變，提出七股地區 6 個沙洲的復育策略，此策略並不是要回復早期沙洲的型態，主要是著重於沙洲地景保育及保存七股潟湖的地形景觀，避免沙洲持續受到海岸侵蝕，維護當地居民生命及產業的發展，沙洲潟湖地形景觀以及當地養殖漁業產業發展，是在本研究復育策略中主要的保全對象。

### 一、青山港沙洲

青山港沙洲北側與青山港海堤相連，目前堤岸連接青山港沙洲北段的海岸約有 700 公尺的海岸防護工程，包括由海岸往沙洲內側為消波塊、水泥塊防護、沙袋、編籬定沙工程。本研究認為由於目前海岸防護工程完整，青山港沙洲北段建議不需要在進行任何海岸工程。港內的淤沙，建議定期清淤，並就近填補到青山港沙洲侵蝕較嚴重的區域。

青山港沙洲中段及南段在過去十幾年不斷往陸地靠近，海岸後退的結果使得潟湖面積逐漸變小，影響到當地蚵農的養殖。此沙洲是七股潟湖外圍最北側的沙洲，為保護七股潟湖沙洲的地景，及維護養殖漁業的生存，目前青山港中段至南段海測已採取透水式沖樁突堤來防護海岸，另外在外海處台南市政府（2011）建議設置離岸堤，本研究認為在不影響景觀的情況下，可以進行離岸堤的設置。但由於海岸沙洲持續在進行變化，在施工前建議再進行相關的海象及海域地形評估工作。

### 二、網子寮沙洲

網子寮沙洲北側與青山港沙洲的潮口，為潟湖內外海水水質交換之場所，過去受到颱風及暴潮的影響，有很大的變動，若在潮口處設置導流堤可固定船隻的航道（台南市政府，2011）。本研究認為導流堤抵禦颱風暴潮的能力，以及對海流搬運泥沙的影響，應更進一步分析與監測。另外，將來假如導流堤南側泥沙被侵蝕，使得潮口擴大，設置在南側的導流堤變成位於潮口的中間，要如何處理處理沙洲變遷可能對海岸防護工法的影響，要有全面性的考量。

網子寮沙洲最近十幾年來是呈現北侵南淤的趨勢，因此海岸防護設施應以沙洲北段為優先。台南市政府（2011）規劃在沙洲中段及南段的海岸防護工法（圖4.34），本研究認為七股潟湖沙洲及七股潟湖是國家重要的自然景觀資源，仍然有其保育的必要性，但任何海岸防護的工法都應以不破壞自然景觀為原則，尤其在面對沙洲動態的變化其氣候變遷（颱風及海浪等）的不確定性，更應謹慎的觀察與評估，擬定長期及全面性的海岸復育計畫。

### 三、頂頭額沙洲

頂頭額沙洲北段與網子寮間的潮口呈現相互消長的現象。網子寮南段淤積，頂頭額沙洲北段侵蝕，因此本區應處理沙洲北段持續的侵蝕。若依據台南市政府（2011）規劃在潮口處設置導流堤，應評估是否可以有效防止沙洲北段被侵蝕。

頂頭額沙洲南側海岸侵蝕相當嚴重，簡仲和等人（2004）曾以定沙突堤工法的方式在本海岸進行防護試驗，成果顯示對海底地形具有淤淺的效果。本區受到海岸侵蝕最直接的影響是海岸的堤防安全，其次是堤防內的魚塢。本研究建議應先評估海岸侵蝕對堤防安全的影響，再進行海岸防護的規劃。設置任何海岸的工法雖然可以暫時保護當地的海岸，但海岸的泥沙是有限的，若攔截這個地方的泥沙，是否會造成其他的海岸侵蝕加劇，必須要有更完整及全面性的評估，才能真正達到有效海岸保護的目的。

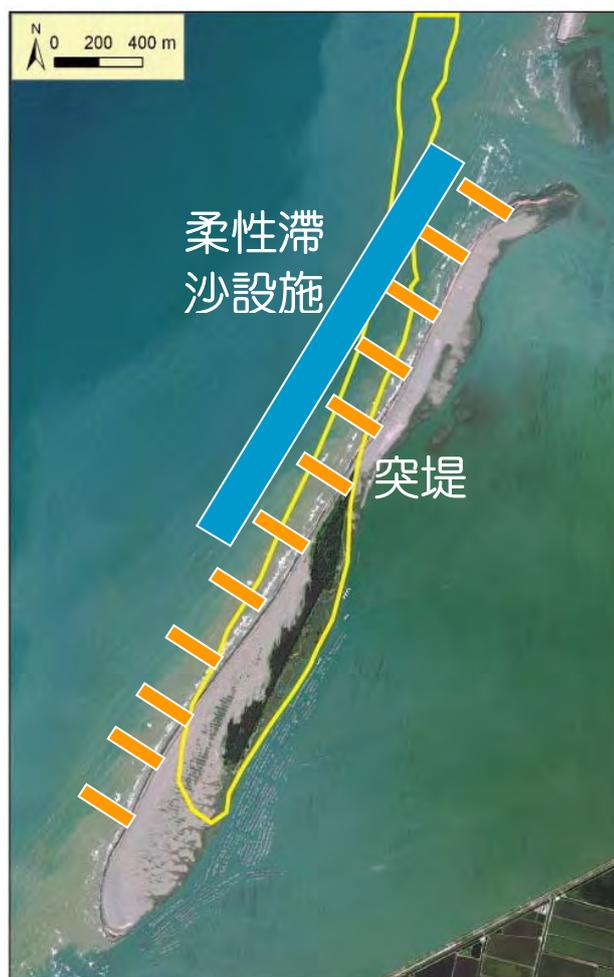


圖4.34 網子寮沙洲海岸防護海岸防護防護工法配置圖

#### 四、新浮崙沙洲

新浮崙沙洲由細長的沙洲變成寬短的沙洲，在沙洲東側海堤內為黑面琵鷺保護區，由於這種自然的變動對當地影響不大，建議暫時不需處理，同時應持續進行沙洲的變遷監測。

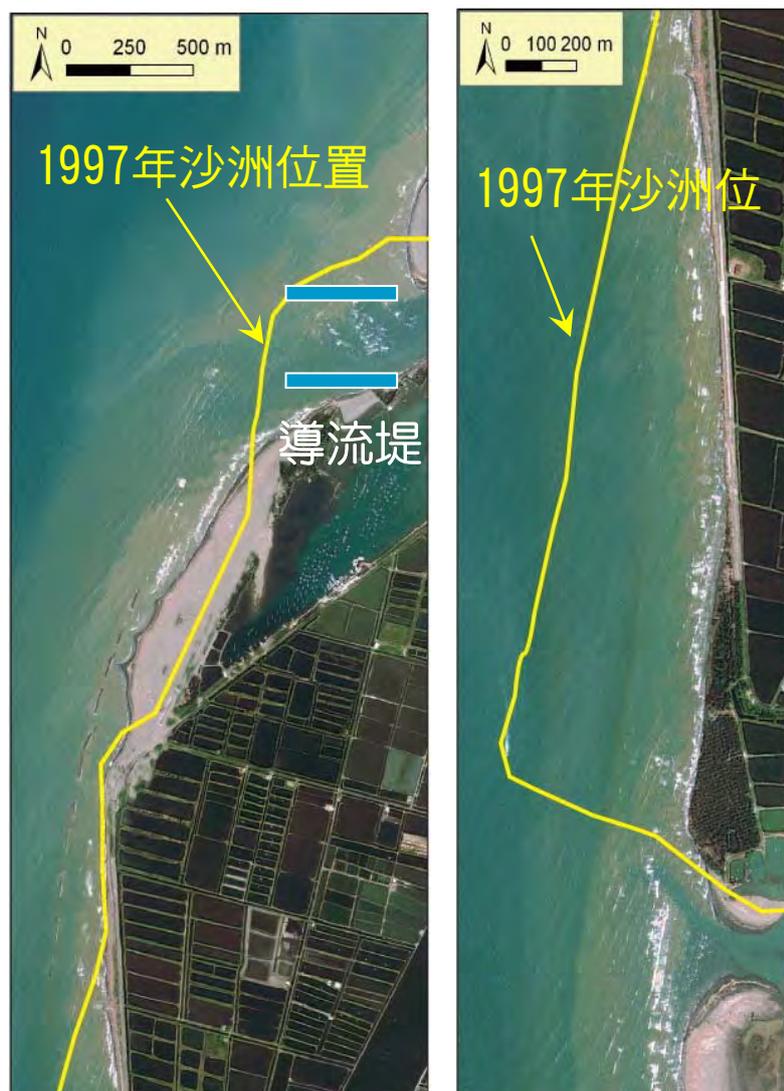


圖4.35 頂頭額沙洲北段（左圖）及南段（右圖）海岸防護防護工法配置圖

#### 五、曾文溪口的沙洲

位於曾文溪口的沙洲大部分已經消失，在2009年莫拉克颱風後堤岸侵蝕嚴重的區域有放置消波塊，目前仍可看到消波塊放置在海岸上；海堤內為黑面琵鷺保護區，為維持當地生態及自然景觀，因此建議讓這個區域其自然演替，避免採取工程的防護措施。

## 六、台南城西濱海沙洲

本研究觀察此沙洲近10年來並沒有明顯的變化，過去的研究也指出此海岸目前是呈現平衡穩定的狀態，南段海岸沙丘仍有100公尺寬，因此建議目前不需進行海岸防護。

## 第六節 瀉湖沙洲復育策略

瀉湖之形成係由河流從上游帶著泥沙輸送至河口，泥沙淤積河口，再受浪流作用，形成濱外沙洲，與陸地間圍成瀉湖。台灣的瀉湖主要分佈在西南海岸，如大鵬灣、高雄、興達、安平、七股、北門等，現在大鵬灣、高雄、興達、安平之沙洲有海堤保護，相對的，七股、北門較自然但脆弱。從本章前幾節整理的資料顯示，由於過去曾文水庫的興建、海岸開發的抽沙填海、河堤的興建等，造成近百年來海岸沙洲的持續消退。

根據本研究之資料蒐集與調查分析結果顯示，目前七股瀉湖沙洲發展現況為海側沙洲高程降低且逐漸內移，導致瀉湖淤淺且面積縮小。而問題根源在於沙源缺乏，曾文溪輸沙與北往南的海岸輸沙均已大量降低。此乃因為1.曾文溪改道且興建水庫後，曾文溪供應的沙源有限。2.青山港、將軍漁港興建開發後，由北往南的海岸輸沙與風吹沙均受阻。3. 沙源不足導致青山港汕與網仔寮汕的沙丘高程逐漸降低，颱風波浪來襲時會發生越洗現象，容易形成新潮口，大量泥沙會被沖到瀉湖內，加速沙洲往陸側遷移與瀉湖淤淺。故東北季風期的風吹沙會使沙洲高度降低。此外，颱風波浪會將灘沙捲至海中形成沿岸潛洲，但此屬短期現象，較小的波浪會將潛洲的泥沙，再慢慢送回沙灘，形成動態平衡。但若沙洲高程太低，颱風波浪來下時，易發生越洗現象，乃至形成新潮口，此會使得大量泥沙被帶往後側的瀉湖堆積，只能利用人為力量，才能將泥沙送回沙洲上。因此若讓瀉湖沙洲自然演化，不進行任何人工防護措施，以目前瀉湖沙洲高程持續降低且逐漸陸移之速度，瀉湖終將陸化或因沙洲潛沒變成海灣，此結果會對當地環境及產業造成衝擊。

近4~5年來，政府單位針對七股海岸沙洲之侵蝕，以剛性及柔性的海岸防護工法進行侵蝕防治，主要採取之措施如下：

1. 編籬定沙: 聚沙，防止風蝕，維持沙洲高度。
2. 以海事固袋、沙腸袋與塑鋼樁保護沙洲：抽取瀉湖淤沙，放入沙腸袋內，置於沙灘前，以增加沙洲高度，防止沙洲侵蝕後退。
3. 竹樁突堤:消減坡能，防止沙洲侵蝕後退。

防治措施成果顯示，編籬定沙雖可防止風蝕，降低沙洲沙土之損失，但在上游沙源不足情況下，聚沙的效果有限。由於僅以塑鋼樁防護部分沙洲，當巨大颱風波浪來襲時，塑鋼樁的設置容易導致其兩側形成較強海流，沖出新的潮口，沙洲仍然持續流失與內

移。而塑鋼樁破裂與竹樁折斷後，其殘留根部，處理不易，對沙洲景觀有負面影響。另外，若不進行海岸防護工法的情況下，對於國土保安及七股潟湖的演變對景觀及產業的影響，這是七股沙洲經營管理規劃上會面臨的問題。

本研究認為若以保育沙洲潟湖的地景為主軸，在考慮沙洲所面對的問題諸如海岸沙洲侵蝕、潟湖陸化、海面上升、地層下陷、泥沙來源減少、劇烈氣候變化等，則短、中、長期的策略方案主要包括下列幾點，相關權責單位及期程則如表4.9所示。

### 一、沙洲防護工法之設置與成效評估

七股潟湖為台江國家公園的一部分，發展上以保育為主軸。防治方向應以減緩沙洲內移、潟湖淤淺及面積縮小為目標。建議之侵蝕防治措施應儘量使用軟性或較具生態性之工法，並進行不同工法的現地試驗，且持續評估其防護成效，冀藉由試驗分析成果，尋求適合及有效的海岸沙洲防護策略。

### 二、沙洲變遷的長期監測

根據本計畫之潟湖沙洲高程測量與底質採樣結果研判，本年度影響七股潟湖沙洲地形變化之並非為颱風眼由台南出海之南瑪都颱風，反而是颱風路徑由通過菲律賓往西走之尼莎與奈格颱風長週期湧浪對西南海岸之影響較大。測量結果顯示主要之侵淤變化發生在海灘上，而平台、沙丘及潟湖側地形之變化皆不顯著。長期而言，對於七股潟湖沙洲之保護，應先加強對環境基本資料之調查與分析，如此才能正確掌握影響潟湖沙洲地形變遷之因子，亦才能謀求真正有效之保護措施，而非急病亂投醫之方式來製造一些往後需投入更多補救措施之保護方法。在實際執行上，可利用航空影像或現地測量方式，取得沙洲地形變遷資料。由於海岸沙洲變化相當快速，每年至少需進行二次以上的測量工作，再配合海流、波浪等量測資料，以確實掌握發生侵蝕的原因，再據以研擬適當之沙洲防護工法與保護措施。

### 三、潟湖陸化處理

潟湖沙洲面對海浪不斷的作用，原有其自我復原能力，但因沙源逐漸流失，自我康復能力亦逐漸消失。因此如何恢復潟湖沙洲的自己修補能力相當重要。建議之防治策略包括：1. 編籬定沙，以固定沙源，維持沙洲高度。2. 補充沙源：以北側淤沙、潟湖淤沙或抽取海側沙源進行沙洲之養灘，以補足沙洲高度，防止颱風波浪的越洗作用。尤其目前七股潟湖內有些航道淤積嚴重，建議可以抽沙養灘的方式來處理，抽取的泥沙應堆置

在沙洲侵蝕嚴重的地區，如圖4.36所示，以有效增加沙洲寬度與高度，減緩潟湖陸化危機。3.可嘗試封閉北側新生之潮口，降低海岸沙源由潮口進入潟湖，導致潟湖淤淺。

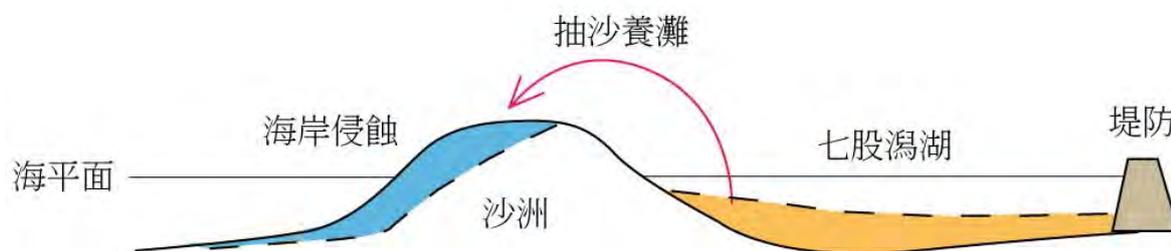


圖4.36 七股抽沙養灘示意圖

#### 四、輸沙量的監測

長期輸沙量減少是造成現今海岸侵蝕嚴重的原因之一，由於將軍溪、曾文溪、二仁溪等鄰近的河川近幾年來輸沙量相較於過去少許多，輸沙量監測是瞭解沙洲變遷的重要環節之一，建議應進行輸沙量與沙洲變遷的相關分析，並擬定沙源減少的因應對策，以保護沙洲潟湖的特殊地景。

#### 五、沙洲保育活動

由於政府機關資源有限，應結合當地居民及民間團體一起進行沙洲的保育活動，如一些簡易的定沙工法，可以教導民眾或遊客來參與，讓民眾體會到沙洲對他們的重要性，提升民眾對沙洲保育的觀念。長期在七股潟湖工作的船家及養殖漁業對沙洲的變化瞭解更為深入，因此希望藉由這些人的協助配合，對於沙洲侵蝕及災害問題，能夠即時通報政府來進行處理，避免災情持續擴大。

#### 六、地層下陷防治

目前七股潟湖周邊雖然地層下陷的程度不高（每年不到1公分），但地層下陷也會造成海岸堤防的高度降低，對於當地居民的安全也會造成影響，為避免長期地層下陷造成國土安全的危害，建議仍應進行地層下陷防治的規劃。

#### 七、氣候、海象及海水面的變遷分析

氣候、海象及海水面的變遷為影響沙洲地形變化的主要原因，資料不足之處，應加設監測儀器，以取得更精確的資料，作為後續評估沙洲變遷影響的參考。尤其近年來發生颱風及巨浪的機率相較於過去更為頻繁，另外氣溫的急遽變化的對養殖漁業的產值造成影響，因此，面對這種特殊的氣候變化，應進行相關的模擬試驗，評估可能造成的危

害，提供災害防治的參考。目前中央氣象局、經濟部水利署在七股有氣象及海象監測資料，除了七股雷達氣象站將來可能遷移外，應提供當地居民最新的氣象及海象預報，面對氣候變遷能造成的損失能即時應變處理。

#### 八、成立潟湖專責管理單位

潟湖治理不是短期可以達成，需長期抗戰，有必要成立潟湖專責管理單位。目前政府機關內與潟湖相關的管理單位眾多，事權不統一，七股潟湖雖然在台江公園管理處轄區內，但事權仍然未統一。建議可參照河川流域管理委員會之組成，成立潟湖管理委員會，處理潟湖相關事務。

表4.9 潟湖沙洲復育策略方案及權責單位表

策略方案	期程	權責單位
成立潟湖專責管理單位	短期	台南市政府、經濟部水利署、台江國家公園
沙洲防護工法之設置與成效評估	短期	台南市政府、經濟部水利署、台江國家公園
輸沙量監測	中期	經濟部水利署
沙洲保育活動	中期	台南市政府、台江國家公園、民間團體
氣候、海象及海水面的變遷分析	中期	台南市政府、經濟部水利署
沙洲變遷的長期監測	長期	台南市政府、經濟部水利署、台江國家公園
潟湖陸化處理	長期	台南市政府、經濟部水利署、台江國家公園
地層下陷防治	長期	台南市政府、經濟部水利署

## 第五章 結論與建議

- 一、 本研究收集台江國家公園沙洲的地圖及相關影像資料研判台江國家公園的地形變遷。可看出從1904年台灣堡圖至1994年經建版地形圖中，台江的陸地不斷的往西側來擴張，許多地方都被開闢成魚塢。近百年來七股沙洲不斷往東側陸地靠近，使得潟湖面積逐漸縮小。
- 二、 本研究利用航照及衛星影像分析1997年至2009年間台江國家公園沙洲的變遷。青山港沙洲南端與網子寮沙洲北段合併，並往東移動約500公尺；網子寮沙洲南段的北側往東移東約500公尺，南側則往南擴張約500公尺；頂頭額沙洲在七股潟湖南端受到侵蝕往南約400公尺，在南側海岸原本有大片木麻黃已經被海岸侵蝕而消失，估計消失面積約67公頃。新浮崙沙洲的西北端往東移動約250公尺，沙洲的面積則往南擴張約200公尺。型態上原本細長的沙洲，在2009年變成寬短的沙洲。曾文溪口沙洲則已經完全消失，另外在河口持續侵蝕作用下，海岸後退約往北400公尺；台南城西濱海沙洲在這段期間是呈現穩定的狀態。
- 三、 本研究在產業部分收集牡蠣、吳郭魚、虱目魚及白蝦四種主要養殖漁業的歷年產量及產值變化，2005年後四種養殖漁業產量部分都有逐漸下滑的現象，其中以虱目魚及牡蠣的產量下降較多。在產值部分虱目魚的產值變化並不明顯，牡蠣的產值有較明顯的下降，而吳郭魚及白蝦的產值則呈現上升的現象。
- 四、 沙洲變遷對當地產業的影響，主要為牡蠣的養殖，由於潟湖面積縮小，可以養殖的範圍也變小。訪談當地居民認為目前潟湖沙洲變遷對當地產業的衝擊並不大，颱風及氣候變化對漁業經濟產值的影響則較為明顯。本研究認為主要原因是大多數的居民對沙洲的變遷的影響並不特別瞭解。另外一方面，部分居民認為沙洲變遷為自然的作用，人為也無法改變，只能順自然去變化。因此政府相關部門應加強沙洲復育政策之宣導，舉辦沙洲復育活動增加當地居民的參與度，讓政府與地方之間有共識，有助於將來政策之推動。
- 五、 台江國家公園濱海沙洲，由於泥沙不斷的流失與改變，過去有政府單位在此地進行海岸的防護工程及定沙的研究。沙洲目前呈現動態的變化，主要受制於泥沙來源減少、颱風暴潮的作用、海水面上升等不可抗拒的自然因素造成，海岸沙洲的復育策略應有長期的規劃，應長期進行海象及沙洲變遷的監測。目前的海岸防護

措施，主要目的在於減緩海岸變動的速率。

- 六、由海岸地形特色、海岸線變遷，對照相關工程設施及影響來看，七股海岸沙洲防護措施應採柔性工法、維護景觀及適量原則，完成後應持續進行成效評估及監測。除了七股潟湖沙洲外，應結合鄰近沙洲及海岸，規劃整體性的沙洲防護措施，建議必須一起整體考量，才能有效防止海岸的侵蝕破壞。在經費有限的情況下則以侵蝕嚴重及對居民生命財產有威脅的區域優先處理。目前的海岸防護設施都有其防護的限度與限制的狀況下，面對強烈的颱風及巨浪，建議不應以硬碰硬的工程方式來抵禦，否則常會造成海岸線變遷速率加劇。
- 七、本研究針對七股潟湖及鄰近的沙洲共6處沙洲，提出研擬出沙洲復育及經營管理的策略，提供管理處之參考。目前需要處理的區域包括網子寮沙洲及頂頭額沙洲，建議以柔性海岸防護工法來進行，其餘沙洲建議讓其自然演替。
- 八、本研究認為七股潟湖沙洲及七股潟湖是國家重要的自然景觀資源，在海岸法草案中屬於一級海岸保護區，是有其保育的必要性，沙洲彼此之間都有相互的關連性，任何海岸防護的工法都應以不破壞自然景觀為原則，尤其在面對沙洲動態的變化及氣候變遷（颱風及海浪等）的不確定性，更應謹慎的觀察與評估，擬定長期及全面性的海岸保育計畫。
- 九、從已完成兩次七股潟湖沙洲高程測量與底質採樣資料來研判，本年度影響七股潟湖沙洲地形變化，並非為台南出海之南瑪都颱風造成，反而是颱風路徑由通過菲律賓往西走之尼莎與奈格颱風長週期湧浪對西南海岸之影響較大。兩次測量結果之差異，顯現本年度的海灘之侵淤變化。平台、沙丘及潟湖側地形大致變化皆不大。
- 十、潟湖治理不是短期可以達成，目前政府機關內與潟湖相關的管理單位眾多，事權不統一，七股潟湖雖然在台江公園管理處轄區內，但事權仍然未統一。建議可參造河川流域管理委員會之組成，成立潟湖管理委員會，處理潟湖相關事務。
- 十一、在沙洲監測部分除了利用航照及衛星影像來長期監測沙洲的變化，建議加入七股潟湖底部及鄰近海域海底測量的部分，另外分析海象及漂沙的特性，有助於釐清造成沙洲變遷的原因。
- 十二、建議國家公園盡量掌握所在範圍內河川流域上游各項計畫與工程，俾利國家公園

管理處能做各項管理與協調的基礎。

十三、建議國家公園管理處加強有關濕地、沙洲的教育宣導以及相關資訊之公開，讓民眾瞭解本區之環境特色。

## 參考文獻

- Davis, R. A., Jr., 1994, Barrier island system-a geological overview, in Davis, R. A., Jr., ed., *Geology of Holocene Barrier Island Systems*: Springer-Verlag, New York, p. 1-46.
- Hsu, T.W., Lin, T.Y., and Tseng, I.F. (2007)“Human impact on coastal erosion in Taiwan,”*Jour. of Coastal Research*, Vol. 23, no. 4, pp.961-973.
- Oertel, G. F., 1985, The barrier island system: *Marine Geology*, v. 63, p.1-18.
- 內政部營建署(2009)台江國家公園計畫。
- 水利署水利規劃試驗所(2002)海岸開發對地區之影響調查研究報告 (2/5)。
- 工業技術研究院 <http://www.subsidence.org.tw/isdata.aspx>，，擷取日期 2011 年 6 月
- 中央氣象局網站 [http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/marine\\_stat/wave.htm](http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/marine_stat/wave.htm)，擷取日期 2011 年 6 月
- 方偉達、楊孟潭(2007)台南地區海岸變遷與永續發展策略，2007 年土地研究學術研討會-城鄉治理與永續發展. p.1-17。
- 王鑫(2007)保護區國際接軌計畫:因應生物多樣性公約保護區工作計畫及東亞區域行動方案今後五年內優先辦理的行動方案.林務局委託台大地理系執行計畫。
- 台南大學環境與生態學院(2009) 國家重要濕地生態環境調查及復育計畫. 台南市政府。
- 台南市政府 (2011) 臺南市濱海沙洲溼地復育經費研議現勘簡報。
- 尤姝媚 (2009) 應用多時序遙測影像於海岸濕地監測與評估，國立成功大學衛星資訊暨地球環境研究所碩士論文。
- 呂佳純 (2006) 高屏近岸海域與潟湖沉積物汞及砷之分佈與物種特徵，國立中山大學海洋地質化學研究所碩士論文
- 呂賜興 (2005) 台南海域海流特性之分析，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
- 呂學榮 (2005) 氣候變遷對臺灣衝擊與調適策 研析一子計畫三:漁業面向。 政院國家科學委員會委託研究計畫，NSC94-2621-Z-019-001。國 海洋大學環境生物與漁業科學系。
- 呂學榮(2009)漁業受氣候變遷衝擊與調適之探討，第六屆全球變遷與永續發展研習營，國立臺灣大學全球變遷研究中心。
- 交通部運輸研究所 (2004) 安平港海氣象觀測、防波堤水工模型試驗以及數值模擬研究 (6)，交通部高雄港務局。
- 成大水利海洋研究發展文教基金會(2006)七股潟湖保護對策研究(2/2)，水利署第六河川局。
- 成功大學水工試驗所 (1997) 台南市城西里近岸遊憩海埔地環境背景資料調查與相關研究--第二年，國立成功大學水工試驗所研究試驗報告，第 194 號。

- 吳盈志、劉景毅、溫進丁 (2006) 台南青草崙海岸地形變遷，第 28 屆海洋工程研討會論文集，p.593-598。
- 吳春吉 (2005) 竹科放流水中銅及砷來源追蹤分析及其對香山海域養殖區牡蠣影響之探討，中央大學環境工程研究所碩士論文。
- 吳哲榮、吳啟南(2003) 遙測技術應用於臺灣西海岸五十年來變遷分析，航測及遙測學刊(8): 95-109。
- 吳德義(2003)台江水利設施概述及治水二、三事，台江庄社家族故事: 台江歷史文化自然生態資源研究手冊，台南市：安東庭園社區管理委員會.95-98。
- 何立德、羅柳墀、陳維立 (2009)台南縣曾文溪口黑面琵鷺保護區經營管理工作坊會議資料。高雄：國立高雄師範大學。p.90。
- 李淑玲(2006)西港鄉聚落的拓墾與開發之研究，台南大學台灣文化研究所碩博士論文. p.16-69。
- 林宗儀(2007)台南七股潟湖之地形與沈積物特性研究：台灣師範大學新任教師專題研究計畫期末報告。
- 林淑真、李宗仰 (2008) 台江地區永續城鄉發展規劃與建構之研究---台江地區永續城鄉發展水環境系統之研究(I)，行政院國家科學委員會。
- 邵廣昭、林幸助、劉祖乾、洪佳章、陳永祺、劉秀美、郭世榮、翁韶蓮、謝蕙蓮、羅文增、陳孟仙、田文敏(1998) 曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究(三)，國科會專題研究計畫 87 年度期中進度報告。
- 邵廣昭、郭世榮 (1996)，曾文溪口沿岸及附近海域之頹類群聚結構時空變化之研究，曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究期中報告，p.215-256。
- 衍生工程顧問公司(2010)台江黑水溝國家公園區內生態旅遊資源調查暨經營管理先期規劃委託案期末修正報告書(第二冊).內政部營建署。
- 洪志聖(2004)雙春海岸侵蝕防護對策之研究，國立成功大學水利及海洋工程研究所論文。
- 洪敬媛、林宗儀 (2008) 台南網子寮沙洲近期地形變動：第三十屆海洋工程研討會論文集，p.505-510。
- 許泰文、許榮中、李兆芳、簡仲和、曾以帆(2005)海岸開發後對地形變遷影響機制分析研究 (鰲鼓至曾文溪口) (3/3)，經濟部水利署水利規劃試驗所。
- 郭瓊瑩、王佩琪 (2005) 台灣西海岸濕地保育軸之建置與規劃，雲嘉南濱海濕地永續發展研討會論文集，雲嘉南濱海國家風景管理處. pp 5-71.
- 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會 (2006) 七股潟湖保護對策研究(2/2)，水利署第六河川局。
- 財團法人成大研究發展基金會(2008)地層下陷潛勢分析與警示計畫，經濟部水利署，台南。

- 財團法人成大研究發展基金會(2009a)北門鹽灘濕地改善復育調查規劃，交通部觀光局雲嘉南濱海國家風景區管理處。
- 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2009b)海岸基本資料調查及資料庫建置規劃研究，水利署水利規劃試驗所。
- 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會(2009c)易淹水地區水患治理計畫-台南縣排水系統出海口與潟湖沙洲防護整體研究.水利署第六河川局。
- 財團法人成大研究發展基金會（2010）強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫 1/2，經濟部水利署。
- 劉景毅等(2009)海岸生態工法研究－生態性海堤之研究(3/3)，經濟部水利署第六河川局。
- 劉景毅、張裕弦(2009)台南頂頭額汕沙嘴成長機制研究，第三十一屆海洋工程研討會論文集，pp.531-536。
- 劉景毅等(2011)四草海岸復育試驗研究，經濟部水利署第六河川局。
- 張長義(1995)海岸濕地、沙丘、沙洲與潟湖敏感地區之調查研究-台灣西部海岸資源調查與環境影響因子之分析探討. 行政院環境保護署。
- 張瑞津、石再添(1996)台灣西南海岸平原環境變遷研究：子計畫二-台灣西南海岸平原地形變遷之研究(I)，行政院國家科學委員會。
- 張睿昇、戴昌鳳（2003）全球變遷對海岸濕地的衝擊與生物群聚的應變,全球變遷通訊雜誌 (37):11-16。
- 張瑞欣、許泰文(2001)「海岸侵蝕與防護對策」，海岸工程學，文山書局，pp.252-292。
- 葉世文、王建平、陳秀鸞、翁義聰、薛美莉、劉益昌(2010)台江國家公園，內政部營建署。
- 曹哲彰(2009)臺南地區之海岸管理與永續發展，海洋科技與事務研究所碩士論文。
- 經濟部水資源局(2000)建立波潮流與海岸變遷模式，經濟部水利署台北辦公區出版。
- 陳肅容(1999)七股潟湖區漁業生態的研究，台灣師範大學地理研究所碩博士論文。
- 陳麒麟、蔡金助、裴家騏（2002）台南縣黑面琵鷺保護區重要棲息地分區經營管理策略，黑面琵鷺保護區經營管理研討會，台南縣政府。
- 陳翰霖、張瑞津（2003）曾文水庫對流量及輸沙量的影響，國立台灣師範大學地理系地理研究報告，第 39 期，37-53 頁。
- 陳餘鑒、黃蕙敏（2010）七股潟湖海洋休閒牧場規劃之探討，第十四屆(2010年)國土規劃論壇。
- 傅朝卿(2010) 從漁業文化景觀的角度來看台江國家公園，成功大學校刊，國立成功大學. 10-15。
- 曾以帆、許榮中(2005)海岸開發對鄰近海岸的影響，海洋技術季刊第 15 卷(3):33-41。
- 彭大雄、詹錢登（2009）海岸柔性保護工法之初步現地實驗研究，第 31 屆海洋工程研

- 討會論文集，國立中興大學。
- 董東璟、曾國禎、楊益昇，高雄與基隆長期海水位變動分析（2008）中華民國第 30 屆海洋工程研討會論文集，交通大學，新竹，pp.625-630。
- 雲嘉南濱海國家風景區管理處(2003)雲嘉南濱海國家風景區觀光發展計畫，交通部觀光局。
- 戴仁祥、葉信利（2010）台灣的牡蠣附苗業，水產試驗所電子報。
- 謝國興（2003）台江研究資料與研究導論，台江庄社家族故事：台江歷史文化自然生態資源研究手冊，台南市：安東庭園社區管理委員會，pp.160-166
- 翁義聰等(2008)台南市四草野生動物保護區生態環境監測調查期末報告，台南市政府。7，pp.18-63。
- 翁韶蓮(1998) 七股瀉湖地區初級生產力之季節變化及總生產量之估算，曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究研究成果論文集(四): 92-118。
- 漁業署（2011）漁業統計年報，網址：  
<http://www.fa.gov.tw/pages/list.aspx?Node=242&Index=10>，擷取日期 2011 年 6 月
- 蔡長泰（2010）沿海低地排水系統淹水預警模式之研究-曾文溪北岸堤防以南至二仁溪南岸堤防以北 (2/2)，經濟部水利署。
- 趙榮宗(2006) 台南海岸保育之研究，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
- 鄭秀娟（2007）七股牽手護沙—生態工作假期的社區參與，台灣濕地雜誌(66):16-19。
- 環保署全國環境水質監測資訊網（2010） <http://wqshow.epa.gov.tw/>。
- 薛怡珍(2010) 研商台江國家公園中長程研究計畫發展建議項目表，未出版。
- 薛曙生、曾鈞敏(2001)台灣河口管理策略之探討，海洋工程學刊 1(1): 83-108
- 祥熹(2005)台灣虱目魚產業建置供應鏈管理系統重要決定因素與措施之研究，國立台灣大學合作經濟系，研究報告。
- 顏沛華、蔡長泰、沈為家、王文江，「曾文水庫淤積清理及後續處理可行性研究」，國立成功大學水利及海洋工程學系 (2002)。
- 鍾均玟(2010) 濱海區域文化景觀形塑之研究—以台江地區漁業為例，國立成功大學建築研究所碩博士論文。
- 簡仲和、黃建維、吳宏輝、郭晉安、蔡宗利(2002)台南海岸觀測調查分析，經濟部水利署第六河川局。
- 簡仲和、黃建維、郭晉安、郭瑞成、陳嘉君、曾鈺蘋、蔡宗利(2004)台南七股防風林地與頂頭額汕侵蝕防護對策探討(3/3)，國立成功大學水利及海洋工程學系，經濟部水利署第六河川局委託。
- 簡仲和、郭晉安、黃建維、蔡宗利、陳嘉君、廖彩文、葉美蘭、黃俊維、曾鈺蘋(2005)七股瀉湖保護對策研究 (1/2)，國立成功大學水利及海洋工程學系。
- 臺灣大學全球變遷研究中心（2008）臺灣地區未來氣候變遷預估，行政院國家科學研究委員會補助。



## 附錄一 第一次研議會會議記錄

### 台江國家公園週邊沙洲、潟湖地景變遷及復育防災策略

#### 第一次研議會會議記錄

時間：2011年7月12日早上10:00

地點：台江國家公園2樓會議室

主席：呂登元 處長

出席人員：如附件簽到簿

紀錄：鄭遠昌

說明：

台南市紅樹林保護協會理事長：

人為的施做，對大自然的改變會比自然還要厲害。兩次工程，第一為五期重劃區的抽沙填海造路，造成了黃金海岸後退了幾百公尺。第二為台塑六輕的抽沙填海，也造成的台南到雲林的海岸持續內縮。這兩次是對環境造成比較大衝擊的事件。

就目前的情況來看，七股的沙洲情況可能不太妙，目前雖然協會有與成大合作，進行沙洲的人為復育。但其他人為的工程施做，如海岸的凸堤，都有可能導致沙洲的持續流失。

如果七股的生態旅遊要持續，則七股的原始生態環境就需要被保留。但當人接近或靠近，就會造成野生動植物的離開。如果要維持沙洲的生態，要儘可能避免遊客登上沙洲，在沙洲上進行步道鋪設也應該要停止，這些人造物對於沙洲的固沙工程會有不良的影響。從其他區域的對照試驗比較，人工的植栽固沙也比自然復生的沙洲來的不穩定。

台南野鳥學會總幹事：

以目前來看，海岸後退的趨勢看起來不能夠抵擋，因此是否可以發展一個五至十年的情況變遷模式，去預測之後七股潟湖的變遷情況，給予當地居民以及國家公園管理處一些參考資訊，提早對於未來變遷做出調適。

北門社大許執行秘書：

社大從過去到現在持續的有進行沙洲的變遷觀測與保育工作。在觀察的情況中，沙洲的變遷與工程行為有很大的關係。以沙洲的沖斷來說，原本抽沙的立意是要保護沙洲，但因為抽沙的位置錯誤，反而導致沙洲發生不能預期的變化。

以七股潟湖的觀光行為來看，要遊客不上沙洲幾乎是不可能的事情。因此給予遊客更多的環境教育機會，如告訴遊客沙洲的變遷意義，以及沙洲對於國土保育的意義，讓這些遊客變成環境教育的種子。

台江國家公園處長：

未來對於業者的娛樂漁筏的遊憩情況，管理處會持續的對於這些業者進行輔導與改善。因為管理處不會直接接觸到遊客，而是這些業者。因此輔導整理業者的遊憩環境與設施，逐步的提高業者提供高品質服務的意願。

台江國家公園保育科：

台江的沙洲具有悠久的歷史，並且經過其他學者的研究，七股的潟湖也是台灣地區最重要的種子魚苗的孵育場。國家公園除了景觀的保存之外，也要能夠具備生態保育，歷史保存以及防災等多功能的目標。因此保育七股潟湖這個台江內海的最後殘餘，保存生態環境以及文化景觀就相當的重要。

另外，在多次的沙洲變遷中，唯有頂頭額扇南邊的保安林沒有變化，這些保安林經過 3~40 年的成長後，就有具備了保護國土的能力，因此對於防風定沙植栽的效果是正面的。

台江國家公園企劃科黃課長

在大波浪的退去過程中，可能會帶走潟湖中的泥沙，是否能夠研究這些波浪對於潟湖與沙洲泥沙移動的影響。因為如果沒了沙洲，潟湖以及堤防將會直接面對波浪的衝擊而造成威脅，損壞的機會會增加。

另外，報告中的 GIS 資料能否提供給處內，這些資料都相當的珍貴與重要，處裡面也希望可以在自己的系統中可以使用。

台江國家公園解說課

本次的工作會議給大家許多啟發，希望未來還可以繼續舉行工作會議，並且邀集相關的主管單位（如漁業署），一起加入討論，在未來的經營管理決策上，比較能夠有效率，也讓各單位了解自己的責任以及重要性。

## 附錄二 第二次研議會會議記錄

### 台江國家公園週邊沙洲、潟湖地景變遷及復育防災策略

#### 第二次研議會會議記錄

時間：2011 年 10 月 26 日下午 2：30

地點：台江國家公園 2 樓會議室

主席：呂登元 處長

出席人員：如附件簽到簿

紀錄：鄭遠昌

說明：

台南市政府

七股沙洲在青山港及網子寮沙洲目前的工程主要是依據第六河川局近海漂沙及模擬之工法來配置。投入的經費主要在對沙洲進行保育，就目前來看，青山港沙洲在最近的長浪侵襲下破壞更為嚴重，後續可能要投入更多的經費，如果現在不進行處理，當沙洲被海浪衝破，要維護沙洲可能更加困難。這個地方過去在 94 及 95 年間在大潮時就會消失，目前沙洲保育建議進行養灘方式效果較好。

台南市紅樹林保護協會理事長：

造成沙洲侵蝕消失主要都是人為工程造成，包括堤防興建、抽沙造陸及海岸的開發等，目前海岸的防護只要不影響到堤防的安全，建議不需要興建，應該讓其順自然去演變，若潟湖沙洲變成海灣，從養殖牡蠣變成養殖文蛤不見得不好。

第六河川局

台南海岸由於人為開發填海造陸、人為抽沙，加上水庫及河堤的興建，使得百年來沙洲不斷的流失，從古地圖中七股潟湖原本為洪患三角洲，後來的海岸開發抽沙填海，加上河堤的興建產生束流，將泥沙帶向外海，整體而言，泥沙量的減少是造成海岸不斷侵蝕的主因，另外海岸工法有攔沙定沙的功能，但是也會造成鄰近地區侵蝕更嚴重的負面影響。以頂頭額沙洲北側為例，當時曾發生嚴重的海岸侵蝕，因此在海岸設置 11 座離岸堤，雖然達到了功效，但在南側的七股防風林，卻產生嚴重的海岸侵蝕，推測離岸堤的沙可能來自於南側被侵蝕的區域。因為這個地方的沙源是持續在減少的，建議可以從影像地圖計算沙洲的面積，來觀察變化量。然而水庫、河堤的興建及重劃區的設立，都是當時國家的重要建設，也不可能現在去廢除，因此現在要思考的是如果不去進行任何的海岸防護措施，這個海岸會如何演變，對當地社會經濟會產生什麼樣的影響，都必須加以考慮。

台江志工陳老師

是否能以零工法來評估 5 年、10 年及 20 年之狀況，模擬颱風的影響為何，沙洲會如何變化。柔性工法的效果如何以及可以保護多少產業，這是都要考慮的，建議像劉組長所說的海岸保護要一次到位，釐清所有可能的問題，海岸保護才會有效果。

青山港辦事處主任

目前青山港港內清淤工程，由於堆放在青山港沙洲的泥沙填補的位置不當，目前造成內側航道的淤沙，堆放的泥沙應該要進行定沙的處理，才不會有一邊侵淤，另一邊淤積的情況。

台江國家公園處長：

本次會議聽到不同的看法及意見，都是相當不錯的建議，由於本次為工作會議，可作為本計畫案之資料參考，在下次報告中有更完整的資料呈現。

### 附錄三 期中簡報意見回覆

期中意見	回覆
<p>張委員長義</p> <p>1.本案標題「台江國家公園週邊沙洲..」，易讓人認為不包含台江國家公園範圍，建議修改為台江國家公園及其週邊沙洲..。</p> <p>2.海岸防護工程與定沙工程，是否必要投入消波塊？從地景保育觀點考量是否有其他方法？</p> <p>3.對專家及地方人士訪談結果可用附錄方式呈現。</p> <p>4.復育策略中，對於如何結合中央、地方、居民及 NGO 團體，如何進行組織分工，似可提出建議。</p> <p>5.海岸變遷除天然因素外，尚有人為因素，在期中報告中尚未見到。</p> <p>6.P.36 僅以 2007 年資料來下「..看來農業、鹽業...是對當地沿海環境最大的干擾因素。」結論可能並不充分，其他相關因素如建築等高密度開發影響須加以考慮。</p>	<p>1.計畫名稱為委託單位擬定，無法修改。</p> <p>2.目前海岸採近自然工法，依海岸侵蝕特性來評估。</p> <p>3.訪談以當地居民為主，內容以重點式說明於 P.129。</p> <p>4.將於期末報告進行說明。</p> <p>5.已補充說明於 P.29</p> <p>6.本段說明僅限於台江國家公園範圍內，文字敘述已修正。</p>
<p>蘇委員淑娟</p> <p>1.P.33 建議從生態旅遊的角度，在減少沙洲流失的目標提出負載上限的建議，供國家公園經營管理參考。</p> <p>2.P.28 從自然動態環境的觀點，建議將地層下陷與養殖業的關係、海岸淤塞的優缺點、持續興建工程與漁港是否得宜，提供國家公園作為未來政策決定之參考。</p> <p>3.P.20 請加強沙量、海流、季風，透過座談來了解對養殖漁業的影響。</p> <p>4.P.36 建議從防災角度探討台南市都市計畫通盤檢討對國家公</p>	<p>1.謝謝指教。</p> <p>2.已說明於 p.145 頁</p> <p>3.本區主要為潟湖與內陸養殖，這些因子對養殖漁業影響不大。</p>

<p>園的影響。另外農業、鹽業及沿海養殖業等目前土地利用方式，在本計畫中能否做出在極端氣候下，如何不受到干擾或因應方式之建議。</p> <p>5.P.37 圖內未登錄地之現況為何，可否從防災角度針對國家公園全區細部土地利用方式，做出未來經營管理之建議。</p> <p>6.P.42 沙洲高程與底質調查取樣點密度有差異，請說明。</p> <p>7.P.53 測量均在退潮時，那漲潮的狀況又是如何，退潮時測量的意義為何須說明，以利一般民眾閱讀時可以了解。</p> <p>8.P.60 標題是耐鹽定沙保育復育，但最後又談到工程，標題是否須修正？</p> <p>9.P.106 針對不同養殖方式對於環境需求為何，環境變遷對於各種養殖業的影響，可透過與地方人士討論類似焦點訪談的方式，來得到寶貴資料，並可提供政策建議。</p> <p>10.有些環境變化並非線性變化，特別是極端氣候，本案觀測颱風前後沙的底層變化，在中長期而言是否具有有效性，其意義為何。</p> <p>11.底質分析成果在運用上，可否推估未來的可能的變化，以作為經營管理政策上的建議。</p> <p>12.探討沙洲高低與植物的因果關係、與當地產業的影響，而提供管理政策參考會更具意義。</p> <p>13. 建議多增加一些座談會、焦點團體座談、訪談，作出具政策意涵的建議。</p>	<p>4.建議納入國家公園通盤檢討計畫中。</p> <p>5.此區未登錄地為七股潟湖。</p> <p>6.已於文中說明。</p> <p>7.感謝建議。</p> <p>8.已修正標題。</p> <p>9.已於文中說明。</p> <p>10. 已於文中說明。</p> <p>11.感謝建議。</p> <p>12.沙洲植生定沙為防止風的吹蝕，目前並資料顯示與當地產業有明顯的影響。</p> <p>13.目前依據計畫辦理兩場工作會議，未來可配合管理處需要參與相關之座談。</p>
<p>林委員宗儀</p> <p>1.不同時間對同一個沙洲有不同的稱呼，以現在的名稱很難與以前的研究資料連結，不容易看出沙洲的歷史變遷，用潮口來劃分沙洲時，有些潮口是 1999 年颱風造成新潮口，用現在潮口來劃分可能無法完整了解整個沙洲的變遷。</p> <p>2.本計畫重要的是清楚了解自然的作用是什麼，最好的策略就</p>	<p>1.感謝委員的建議，本研究沙洲位置的是依據台江國家公園的定義來說明。</p> <p>2. 感謝委員的建</p>

<p>是遵循自然作用的原則，盡量不要去干擾改變又能兼顧產業。</p> <p>3.P.41 衛星影像應加上拍攝日期時間及附近潮位資訊，對讀者更具使用性。</p> <p>4.P.45 測量須歷經一段時間，此時潮位會改變，應加註說明。</p> <p>5.討論粒徑時要小心，所採的沙是自然作用還是有人工填沙等要先了解並加以說明。</p> <p>6.P.53 要說明所使用測量儀器為何。</p> <p>7.沙洲變動的因素很多，人為因素包含離岸堤、人工填沙等要瞭解說明。</p> <p>8.P.69 網仔寮汕沙洲完全是人工造林，不是天然海岸林，要去了解沙丘堆積與植物的先後順序，沙洲的演變要了解其意義。</p> <p>9.P.71 沙丘剖面變化與離岸堤有關，請加以說明。</p> <p>10.P.77 越洗作用有誤繕，請修正。</p> <p>11.P.80 等高線誤繕為等深線，請修正。</p> <p>12.P.102 取樣的沙要小心是否為人為的沙。</p> <p>13.P.116 訪談資料要經專業評估來判斷可信度。</p> <p>14.P.122 圖說內容有誤，牡蠣應無放養的方式，應係颱風將牡蠣打上岸，民眾撿拾。</p> <p>15.P.126 沙洲向陸地靠近應不是從 1994 年才開始，文字說明要小心，避免造成讀者誤解。</p> <p>16.參考文獻應列舉清楚。</p>	<p>議，對國公園而言這最好的策略。</p> <p>3.已加入拍攝時間。</p> <p>4.感謝建議。</p> <p>5. 感謝建議。</p> <p>6.已修正。</p> <p>7. 感謝委員的建議。</p> <p>8. 感謝委員的建議。</p> <p>9. 已於文中說明。</p> <p>10.已修正。</p> <p>11.已修正。</p> <p>12 謝謝指教。</p> <p>13.謝謝指教。</p> <p>14.已修正敘述。</p> <p>15.謝謝指正。</p> <p>16.已重新修正。</p>
<p>經濟部水利署第六河川局</p> <p>1.台灣堡圖正確的年代請查明。</p> <p>2.另外有一些圖層可供利用，例如 1925 年台灣地形圖、194X、195X 國軍經建版地圖。</p> <p>3.建議將歷次地圖套疊後，找幾個點從斷面分析歷年侵退距離，配合土地使用開發時間，例如水庫、堤岸、鹽田、海埔地開發、河堤、港灣、離岸堤興建等，這樣會更容易看出開發與</p>	<p>1.堡圖為 1904 年，資料已修正。</p> <p>2.已增加 1925 年台灣地形圖及 1955 年聯勤地形圖。</p> <p>3.以加入海岸開發事</p>

<p>沙洲變化的影響。</p> <p>4.P.28 提到人為因素造成沙洲侵退，這些原因大多在 50 年後才有的，但沙洲侵退近百年來持續發生中，似乎有未知的重要原因造成沙洲侵退。</p> <p>5. 瀉湖內水域是否有明顯的淤積可否一併調查。</p> <p>6.水利署在七股設有海象浮標，已觀測 6、7 年，資料應可利用。</p> <p>7.第三章有部分文字誤繕，例如主要河川已改為中央管河川，潮汐站應為雨量站等請修正。</p> <p>8.沙洲監測應長期進行才能看出其變化。</p> <p>9.台南市政府 2009 有辦理七股瀉湖整體防護研究計畫，可以參考。</p>	<p>件表，如 P.76 表 4.2。</p> <p>4.由於沙洲是呈現動態的變化，自然的作用在長時間也扮演一定的影響。</p> <p>5. 本計畫只進行沙洲陸上測量，然七股瀉湖內水域之水深資料非常缺乏，其變化與其海側沙洲侵淤變化息息相關，建議另案辦理七股瀉湖及其海域全面性之水深測量。</p> <p>6.感謝資料提供。</p> <p>7.已修正。</p> <p>8.同意此意見。</p> <p>9.感謝提供建議。</p>
<p>呂處長</p> <p>1.七股瀉湖地區透過潮口與外海海水交換，對於瀉湖水質、水產的影響，潮口要多大才能維持區內水產在一個最佳狀態，在期末報告時能否提供建議。</p>	<p>1.目前查無相關研究資料。</p>

## 附錄四 期末簡報意見回覆

期末意見	回覆
<p>張委員長義</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 計畫第一章第二章似乎太短，建議可合併。</li> <li>2. 文章章節及標題建議調整，讓讀者更容易瞭解，如 p48 研究方法，研究區域背景應有分節序號，如文獻蒐集與分析等、第五章研究成果列出章節、第六章結果與討論，建議改為研究結果與討論...等。</li> <li>3. p.117 底質調查建議改為底質調查量測結果與分析。</li> <li>4. p.120 三漁業產值，建議改為養殖漁業及其產量產值之分析。</li> <li>5. p.130 野外調查與訪談，請加上第一次訪談、第二次訪談等標題。</li> <li>6. p.135 序號請統一。</li> <li>7. p.155 建議改為結論與建議。</li> <li>8. 台大地理系自 1980-1990 從營建署、環保署及省府接了很多有關海岸的計畫，應可列在參考資料中。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.遵照委員建議已將兩章合併。</li> <li>2.遵照委員建議將章節序號及標題調整修正。</li> <li>3.遵照委員意見修改。</li> <li>4.已修改。</li> <li>5.已修改。</li> <li>6.已修改。</li> <li>7.已修改</li> <li>8.已加入參考文獻。</li> </ol>
<p>蘇委員淑娟</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議在結論與建議章節增加 2 項建議：(1)建議國家公園盡量掌握所在範圍內河川流域上游各項計畫與工程，俾利國家公園能做各項管理與協調的基礎。(2)成大水工所做了很詳細的沙質粒徑分析，應將其轉換為可供國家公園運用的政策建議。</li> <li>2. p.148 El Nino 應翻為聖嬰。</li> <li>3. 成大團隊做了很多颱風前後測量，但颱風後測量時間請註明。</li> <li>4. p.69 提到第六河川局有針對淺堤訂定標準，本計畫如認為淺堤是可行的，應就其標準進行討論，並變成有意義的建</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.遵照辦理。</li> <li>2.感謝指正。</li> <li>3.感謝指正，已於文中註明。</li> <li>4.本段只針對文獻回顧來描述，並不代表</li> </ol>

<p>議，另提到成大建議一系列短中長程措施，例如抽沙塑堤等，研究團隊應在引文時有簡單評論，以免讀者誤以為國家公園同意此一作法。</p> <p>5. p.73 頁的圖相當珍貴，然 p.72 頁文字敘述恐造成讀者誤會，例如陸地範圍向西遷移 5 公里等，其文字語意應再精確。</p> <p>6. p.147 地下水與養殖漁業間關係，建議就人類應不應該去干預自然環境的動態平衡去討論，。</p> <p>7. 本案應確立應被保全對象，針對保全對象來訂定策略，例如地景、產業、聚落等等，但這個保全工作並非全部應由政府承擔，應藉由種種機會教育民眾，在這個自然作用下如何因應。</p> <p>8. pp.152-153，有關 2 次七股沙洲潟湖高層測量與底質採應部分，建議併入 p.150 二、沙洲變遷長期監測中。</p> <p>9. p.141 提到網仔寮汕沙洲近十幾年來呈現北侵南淤的現象，海岸防護工法應以沙洲北段為優先...，這段文字是從參考文獻而來，建議應超越政治考量，從環境保育、環境永續，視野應提升超越單一縣市政府，提出具有環境系統觀的建議。</p>	<p>研究的的意見。</p> <p>5.遵照委員意見修改。</p> <p>6.謝謝指教。</p> <p>7.本計畫主要的保全對象為沙洲潟湖地景。</p> <p>8.謝謝建議。</p> <p>9.感謝委員建議。本研究僅就調查的結果提出建議，後續應由中央及地方通盤的討論及規劃。</p>
<p>林委員宗儀</p> <p>1. 部分期中建議事項雖在期末報告提到已修正，然期末報告內容尚未修正，請研究團隊重新檢視。</p> <p>2. pp.142-143，圖的內容是本計畫的建議或是台南市政府在沙洲上進行的工程，請敘明。</p> <p>3. pp.153-154，防治目標是否定得太高？建議以延緩取代不再，另外潮口的開合乃潮口遷移的自然現象，設置導流堤、封閉潮口是否有其必要，任何施設均須考量其後續效應，請研究團隊再重新考量，從海側抽沙補充沙源部分，因海</p>	<p>1.已修正，感謝委員指正。</p> <p>2.本段參考台南市政府的規劃，以重新修改本段敘述，釐清本計畫的建議內容。</p> <p>3. 謝謝建議。設置導流堤等措施為引用</p>

<p>側面臨侵蝕，要從海側抽沙請再商議。</p> <p>4. 在各單位未取得共識前，臨時措施可以進行，但永久措施必須取得共識後再進行，以美國北卡一個燈塔處理方式為例，歷經十幾年進行無數次討論，未取得共識前僅進行臨時防護。</p>	<p>台南市政府報告,並非本計畫建議。原本之潮口應予維持，以利潟湖內外海水水質交換，然因颱風暴潮所冲破之新缺口應予盡快修復,否則該處地形將被下次暴潮大浪持續侵蝕並危及鄰近沙洲。至於海側抽沙回填係指較深海域(超過颱風波浪起動水深以外區域)非近岸海域，僅是將被颱風波浪帶至深海之土方回填沙洲用以保護沙洲。</p> <p>4.感謝委員的建議。</p>
<p>經濟部水利署第六河川局</p> <p>1. 沙洲監測整體來看位置是前進或後退、面積是變大還是縮小、體積是增加或是減少，請說明。</p> <p>2. 沙洲需長年性監測。</p> <p>3. 台南市政府在沙洲已施作了七年，如未來還有計畫可就其工程效果進行檢討。</p> <p>4. 柔性工法雖對環境影響較小，但效果較短。</p>	<p>1. 謝謝建議，海側斷面岸線變化如表4.3，然整體面積或體積量變化則建議另案加密測量以求得精確資訊。</p> <p>2.與本計畫建議一致。</p>

	<p>3.工程效果評估可作為後續沙洲復育之參考。</p> <p>4.感謝建議。</p>
<p>解說教育課</p> <p>1. 本案是否可以提供沙洲保育活動的素材，讓民眾了解參與。</p>	<p>1.研究成果可作為保育活動的基礎資料。</p>
<p>企劃經理課</p> <p>1. 建議在結果與討論提供未來監測的建議。</p> <p>2. 針對柔性工法施作成功與失敗案例去建議本案施作的地點及限制因子。</p>	<p>1.遵照辦理。</p> <p>2.後續應依據台南市政府之規劃建議，進行評估。</p>
<p>保育研究課</p> <p>1. 沙洲是一個很大的問題不是一個單位能夠獨立完成，希望能有學術單位能長期進行監測及關注，至於實行面應由海岸法面向由權責單位執行，受託單位可否依此提出具體建議。</p>	<p>1.已在結論加入部分建議。具體執行策略應成立專屬管理單位來討論執行。</p>
<p>台南市政府</p> <p>1. P.131 圖 4.26 野外調查照片位置圖建議每張小圖增加編號說明（如 5.26(a)、5.26(b)~5.26(h)），於 P.130 搭配文字說明時較易辨別。</p> <p>2. P.130 提及「政府單位在頂頭額及網子寮沙洲的水域進行抽沙，由於靠近頂頭額沙洲，可能造成沙洲的加速崩落及流失」，建議再詳加探討沙洲流失之原因，抽沙可能有造成影響，但應不是造成沙洲流失的主因。</p> <p>3. 本研究主要探討沙洲瀉湖之地景變遷及復育防災策略，重點在於沙洲的侵退導致瀉湖的面積縮小，進而影響當地居民的生計及安全；沙洲的侵退主要有兩種原因造成：1.沙</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 感謝建議。已加入文中說明。</p> <p>3.感謝建議。</p>

<p>洲靠海側遭受波浪長期的侵蝕而流失 2.颱風所帶來的大浪越過沙洲頂端將沙往潟湖裡帶。因此為了防止沙洲的持續侵退，建議可由潟湖內抽取淤積的沙來作為沙洲養灘的沙源，進而培厚及加高沙洲，由近幾年台南市政府的經驗，當沙洲高度達到 3~5m 以上，可以有效地降低颱風大浪造成的影響。</p>	
<p>呂處長</p> <p>1. 保全目標與對象也是我們最想了解的一環，研究團隊如能多所著墨，相信在國家公園未來策略的思考及經營管理措施上，可以有很好的價值，另外可否整理出簡要易懂的說帖，包含歷史變遷狀況，可以做為相當好的環境教育。</p>	<p>1.遵照辦理。</p>