

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國一百年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

受委託者：國立中興大學

研究主持人：林幸助

協同主持人：李麗華、邵廣昭、邱郁文、張原謀、許皓捷、陳宣汶、陳添水、
劉弼仁、薛美莉、謝宗欣、謝蕙蓮、羅文增（按姓氏筆劃排列）

執行單位：國立中興大學生命科學系

台江國家公園管理處委託研究報告

中華民國一百年十二月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

表次	XI
圖次	XVI
研究計畫分工項目	XXI
中文摘要	XXII
一、前言與目的	XXII
二、材料與方法	XXIII
(一) 資料整合分析、地景變遷分析、藻類生產力研究與生態模式建構	XXIII
(二) 水質監測、維管束植物生產力研究、魚類及魚類胃含物食性研究	XXIII
(三) 浮游動物與浮游植物研究	XXIV
(四) 牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物研究	XXIV
(五) 鳥類及鳥類食性研究	XXIV
(六) 生物食性關係之穩定同位素研究	XXV
(七) 仔稚魚類調查	XXV
(八) 生態資料庫	XXV
三、成果	XXVI
四、主要建議事項	XXXI
Abstract	XXXIV

第一章 資料整合分析、地景變遷分析、藻類生產力研究與生態模式

中文摘要	1-1
英文摘要	1-4
一、前言	1-5
二、材料與方法	1-10
(一) 地景變遷	1-10
(二) 藻類生產力	1-11
(三) 生態系食物網模式建構與分析	1-17
三、結果	1-20
(一) 地景變遷	1-20

(二) 藻類生產力	1-20
(三) 生態模式建構.....	1-27
四、討論.....	1-32
(一) 地景變遷.....	1-32
(二) 藻類生產力	1-32
(三) 生態模式建構.....	1-35
五、結論與建議	1-37
(一) 結論.....	1-37
(二) 建議.....	1-38
六、參考文獻.....	1-40
表	1-44
圖	1-64

第二章 水質監測、維管束植物、紅樹林生產力、魚類之研究

中文摘要.....	2-1
英文摘要.....	2-5
一、前言.....	2-8
(一) 水質監測.....	2-8
(二) 維管束植物種類組成及植被組成	2-9
(三) 紅樹林生產力.....	2-10
(四) 魚類種類組成及生物量	2-10
二、材料與方法.....	2-12
(一) 水質監測	2-12
(二) 維管束植物種類組成及植被組成.....	2-15
(三) 紅樹林生產力.....	2-16
(四) 魚類種類組成及生物量	2-17
三、結果.....	2-21
(一) 水質監測	2-21
(二) 維管束植物種類組成及植被組成.....	2-24
(三) 紅樹林生產力	2-28

(四) 魚類種類組成、群聚結構及胃內容物.....	2-29
四、討論.....	2-34
(一) 水質監測.....	2-34
(二) 維管束植物種類組成及植被組成.....	2-34
(三) 紅樹林生產力.....	2-37
(四) 魚類種類組成、生物量及胃內容物.....	2-38
五、結論與建議.....	2-42
(一) 水質監測.....	2-42
(二) 維管束植物種類組成及植被組成.....	2-43
(三) 紅樹林生產力.....	2-44
(四) 魚類種類組成及生物量.....	2-44
六、參考文獻.....	2-47
表.....	2-51
圖.....	2-81

第三章 浮游動物與浮游植物研究

中文摘要.....	3-1
英文摘要.....	3-3
一、前言.....	3-4
二、材料與方法.....	3-5
(一) 採樣日期及區域.....	3-5
(二) 生物採集方法.....	3-5
(三) 統計方法.....	3-6
三、結果.....	3-7
(一) 浮游植物.....	3-7
(二) 浮游動物.....	3-11
四、討論.....	3-16
(一) 浮游植物.....	3-16
(二) 浮游動物.....	3-17
五、結論與建議.....	3-19

(一) 結論.....	3-19
(二) 建議.....	3-19
六、參考文獻.....	3-20
表.....	3-21
圖.....	3-34

第四章 牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物研究

中文摘要.....	4-1
英文摘要.....	4-4
一、前言.....	4-6
二、材料與方法.....	4-9
(一) 野外採樣.....	4-9
(二) 分析方法.....	4-11
(三) 統計方法.....	4-12
三、結果.....	4-13
(一) 底質沉積物物性與化性之時空分布.....	4-13
(二) 底棲無脊椎動物之時空生物.....	4-15
(三) 底棲大型游走性無脊椎動物之時空變化.....	4-16
(四) 螺貝類物種組成及優勢物種.....	4-17
(五) 螺貝類物種多樣性指數(diversity index)及均勻度(evenness).....	4-17
(六) Bray-Curtis 相似性指數.....	4-18
(七) 優勢物種生物量與體長迴歸關係.....	4-18
(八) 七股瀉湖牡蠣養殖面積與生物量.....	4-19
(九) 七股瀉湖牡蠣生物量.....	4-20
四、討論.....	4-21
五、結論與建議.....	4-27
六、參考文獻.....	4-30
表.....	4-33
圖.....	4-44

第五章 鳥類及鳥類食性研究

中文摘要.....	5-1
英文摘要.....	5-2
一、前言.....	5-3
二、材料與方法.....	5-5
(一) 樣區選擇.....	5-5
(二) 鳥類資料.....	5-6
(三) 資料分析.....	5-7
三、結果.....	5-10
(一) 鳥類相.....	5-10
(二) 水鳥的季節及棲地分布.....	5-13
(三) 食性及覓食同功群.....	5-13
(四) 調查努力量.....	5-14
四、討論.....	5-15
(一) 鳥類季節分布.....	5-15
(二) 鳥類空間分布.....	5-16
(三) 覓食同功群.....	5-17
(四) 調查努力量與鳥類監測.....	5-19
五、結論與建議.....	5-21
(一) 結論.....	5-21
(二) 建議.....	5-21
六、參考文獻.....	5-23
圖.....	5-26

第六章 生物食性關係之穩定同位素研究

中文摘要.....	6-1
英文摘要.....	6-3
一、前言.....	6-4
二、材料與方法.....	6-8
(一) 樣區環境.....	6-8

(二) 樣品採集	6-10
(三) 穩定同位素分析.....	6-11
三、結果.....	6-12
(一) 底泥碳同位素	6-12
(二) 濱岸植物碳同位素	6-12
(三) 螺貝類碳同位素.....	6-13
(四) 魚類碳同位素	6-13
(五) 甲殼類碳同位素.....	6-13
(六) 總比較碳同位素.....	6-13
(七) 底泥氮同位素	6-14
(八) 濱岸植物氮同位素	6-14
(九) 螺貝類氮同位素.....	6-14
(十) 魚類氮同位素	6-15
(十一) 甲殼類氮同位素	6-15
(十二) 氮同位素總比較.....	6-15
(十三) 各樣區同位素比較	6-15
四、討論.....	6-16
(一) 底泥碳同位素	6-16
(二) 濱岸植物碳同位素	6-16
(三) 螺貝類碳同位素.....	6-16
(四) 魚類碳同位素	6-16
(五) 甲殼類碳同位素.....	6-17
(六) 碳同位素總比較.....	6-17
(七) 底泥氮同位素	6-17
(八) 濱岸植物氮同位素	6-18
(九) 螺貝類氮同位素.....	6-18
(十) 魚類氮同位素	6-18
(十一) 甲殼類氮同位素	6-18
(十二) 氮同位素總比較.....	6-18
(十三) 各樣區同位素比較	6-19

五、結論與建議.....	6-20
六、參考文獻.....	6-21
圖	6-25
第七章 仔稚魚調查	
中文摘要.....	7-1
英文摘要.....	7-3
一、前言.....	7-5
二、材料與方法.....	7-8
(一) 魚卵及仔稚魚調查方法.....	7-8
(二) 標本之處理、計量與資料分析.....	7-8
(三) 粒線體 DNA 之定序.....	7-10
(四) DNA 序列分析.....	7-10
三、結果.....	7-12
(一) 魚卵豐度、種類組成之測站及季節變化.....	7-12
(二) 仔稚魚豐度、種類組成之測站及季節變化.....	7-13
(三) 魚卵及仔稚魚之多樣性指數.....	7-14
(四) 魚卵及仔稚魚組成變化之空間排序.....	7-14
四、討論.....	7-16
五、結論與建議.....	7-18
六、參考文獻.....	7-19
表	7-23
圖	7-48
第八章 生態資料庫建構	
中文摘要.....	8-1
英文摘要.....	8-3
一、前言.....	8-4
二、材料及方法.....	8-5
三、結果.....	8-6

目次

四、討論與結論.....	8-8
五、研究成果與建議.....	8-9
圖	8-10
附錄一、期中審查會議委員意見回覆	
附錄二、期末審查會議委員意見回覆	
附錄三、第一次工作會議記錄	
附錄四、第二次工作會議記錄	

表次

表 1-1	七股沿海地區 SPOT 影像之屬性表	1-44
表 1-2	粒徑對照表.....	1-44
表 1-3	篩選度分級表	1-45
表 1-4	各調查樣站春季、夏季、颱風後及秋季粒徑大小分類結果	1-45
表 1-5	各調查樣站底土篩選度分類結果.....	1-45
表 1-6	七股潟湖區生物與環境因子相關分析	1-46
表 1-7	保護區樣站生物與環境因子相關分析	1-47
表 1-8	曾文溪口樣站生物與環境因子相關分析.....	1-48
表 1-9	保護區及曾文溪口測站生物因子與底質因子相關分析	1-49
表 1-10	七股潟湖區樣站生物因子與營養鹽相關分析	1-50
表 1-11	保護區樣站生物因子與營養鹽相關分析.....	1-51
表 1-12	曾文溪口樣站生物因子與營養鹽相關分析	1-52
表 1-13	生物及環境因子在季節與樣站間之雙因子變異數分析	1-53
表 1-14	2011 七股潟湖食物網模式之生態功能群與模式所輸入之參數	1-55
表 1-15	2011 七股潟湖食物網模式中各生態功能群之餌料生物組成表	1-56
表 1-16	2011 七股潟湖食物網模式各生態功能群依模式所推估而得之營養代謝參數	1-57
表 1-17	2011 黑面琵鷺保護區食物網模式之生態功能群與模式所輸入之參數	1-58
表 1-18	2011 黑面琵鷺保護區食物網模式中各生態功能群之餌料生物組成表	1-59
表 1-19	2011 黑面琵鷺保護區食物網模式各生態功能群依模式所推估而得之營養代謝參數	1-60
表 1-20	本研究中 2011 七股潟湖與 1997 年之七股潟湖生態系模式.....	1-61
表 1-21	本研究 2011 七股潟湖生物量與民國 86 年 LOICZ 研究結果	1-61
表 1-22	本研究中 2011 七股潟湖總生產量與民國 86、87 年 LOICZ 研究結果...1-62	
表 1-23	七股潟湖食物網模式所推估之各項重要生態系系統指標.....	1-63
表 2-1	冬季(2011 年 3 月)採樣水質數據資料.....	2-51
表 2-2	春季(2011 年 4 月)採樣水質數據資料.....	2-51
表 2-3	夏季(2011 年 7 月)採樣水質數據資料.....	2-52

表 2-4	颱風後(2011 年 9 月)採樣水質數據資料	2-53
表 2-5	秋(2011 年 10 月)採樣水質數據資料.....	2-54
表 2-6	2011 年 3 月~10 月樣區維管束植物組成.....	2-55
表 2-7	樣站 1 (瀉湖北區) 植物重要值比較.....	2-55
表 2-8	樣站 3 (七股溪口) 植物重要值比較.....	2-55
表 2-9	樣站 4 (瀉湖南區) 植物重要值比較.....	2-56
表 2-10	七股瀉湖外側沙灘(青山港汕近青山橋)植物物種組成表.....	2-56
表 2-11	樣站 5 (保護區北區) 植物重要值比較	2-57
表 2-12	樣站 6 (保護區南區) 植物重要值比較	2-58
表 2-13	樣站 7 (曾文溪口) 植物重要值比較.....	2-59
表 2-14	樣區維管束植物種數及覆蓋度變化.....	2-60
表 2-15	海寮紅樹林面積變化	2-61
表 2-16	海寮紅樹林海茄荖樣木構造基本資料	2-61
表 2-17	海寮海茄荖林生物量及各成分之百分比.....	2-61
表 2-18	海茄荖掉落物各組成重量	2-61
表 2-19	海茄荖掉落物碳及氮輸入量	2-61
表 2-20	七股瀉湖北區利用待袋網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、漁獲個體數及漁獲重量.....	2-62
表 2-21	七股瀉湖中區利用待袋網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、漁獲個體數及漁獲重量.....	2-63
表 2-22	七股溪口利用待袋網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、漁獲個體數及漁獲重量	2-64
表 2-23	七股瀉湖南區利用待袋網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、漁獲個體數及漁獲重量.....	2-65
表 2-24	黑面琵鷺保護區北區利用蝦拖網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、個	

	體數密度及重量密度	2-66
表 2-25	黑面琵鷺保護區南區利用蝦拖網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、個體數密度及重量密度	2-66
表 2-26	曾文溪口利用流刺網於 2011 年各季節所採獲之魚種個體數、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量、漁獲個體數及漁獲重量	2-67
表 2-27	魚種在各樣站出現次數.....	2-68
表 2-28	各樣站在採樣期間出現之魚科及其魚種數量	2-70
表 2-29	七股潟湖各樣站及曾文溪口在不同季節所採獲之魚科及魚種數量、當次所採獲之個體數及重量、漁獲個體數及漁獲重量、以及個體數佔該次總個體數 10%以上之優勢魚種	2-71
表 2-30	黑面琵鷺保護區各樣站在不同季節所採獲之魚科及魚種數量、當次所採獲之個體數及重量、單位面積個體數及單位面積重量、以及個體數佔該次總個體數 10%以上之優勢魚種.....	2-72
表 2-31	本研究與郭(2001)在 1995-1998 年所調查魚科及魚種數之比較	2-73
表 2-32	與歷年在七股潟湖及曾文溪口魚種調查之比較.....	2-74
表 2-33	本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查到的魚種，及其經濟性、棲所型態、滯留狀態	2-75
表 2-34	本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查的魚種中只出現在本研究中之魚種及及出現之樣站	2-80
表 3-1	100 年 3 月台江國家公園海域浮游植物豐度表	3-21
表 3-2	100 年 4 月台江國家公園海域浮游植物豐度表	3-21
表 3-3	100 年 7 月台江國家公園海域浮游植物豐度.....	3-22
表 3-4	100 年 9 月台江國家公園海域浮游植物豐度.....	3-23
表 3-5	100 年 10 月台江國家公園海域浮游植物豐度.....	3-24
表 3-6	100 年台江國家公園海域浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素 a 濃度、硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽之線性迴歸分析	3-25
表 3-7	100 年 3 月台江國家公園海域浮游動物豐度.....	3-26
表 3-8	100 年 4 月台江國家公園海域浮游動物豐度.....	3-27

表 3-9	100 年 7 月台江國家公園海域浮游動物豐度.....	3-28
表 3-10	100 年 9 月台江國家公園海域浮游動物豐度.....	3-28
表 3-11	100 年 10 月台江國家公園海域浮游動物豐度.....	3-29
表 3-12.	100 年台江國家公園海域浮游動物豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素 a 濃度、 硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽之線性迴歸分析.....	3-29
表 3-13	台江國家公園海域颱風前後浮游植物、浮游動物豐度、優勢種與水文環境因 子比較表.....	3-30
表 3-14	台江國家公園海域不同區域浮游植物、浮游動物豐度、優勢種與水文環境參 數比較表.....	3-31
表 3-15	台江國家公園海域浮游植物與其他海域比較表.....	3-32
表 3-16	台江國家公園海域浮游動物與其他海域比較表.....	3-32
表 3-17	台江國家公園海域浮游動物與之前研究比較表.....	3-33
表 4-1	底棲無脊椎動物單位面積個體數.....	4-33
表 4-2	底棲蝦類單位面積個體數.....	4-34
表 4-3	底棲蟹類單位面積個體數.....	4-35
表 4-4	底棲螺貝類豐度.....	4-36
表 4-5	底棲螺貝類生物量.....	4-39
表 4-6	底棲螺貝類生物多樣性指數.....	4-42
表 4-7	1996 年與 2011 年七股潟湖亞潮帶底質沉積物之比較.....	4-43
表 4-8	1996 年與 2011 年七股潟湖亞潮帶底棲無脊椎動物組成與密度之比較.....	4-43
表 7-1	2011 年各季節七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-23
表 7-2	2011 年 3 月七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-24
表 7-3	2011 年 4 月七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-24
表 7-4	2011 年 7 月七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-25
表 7-5	2011 年 9 月七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-25
表 7-6	2011 年 10 月七股潟湖魚卵種類組成及豐度.....	7-25
表 7-7	2011 年各季節七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度.....	7-26
表 7-8	2011 年 3 月七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度.....	7-27
表 7-9	2011 年 4 月七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度.....	7-27
表 7-10	2011 年 7 月七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度.....	7-28

表 7-11	2011 年 9 月七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度	7-28
表 7-12	2011 年 10 月七股潟湖仔稚魚種類組成及豐度	7-28
表 7-13	2011 年七股潟湖魚卵種數、個體數及多樣性指數	7-29
表 7-14	2011 年七股潟湖仔稚魚種數、個體數及多樣性指數	7-29
表 7-15	2011 年各季節於七股潟湖北區採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度 ...	7-30
表 7-16	2011 年各季節於七股潟湖中區採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度 ...	7-32
表 7-17	2011 年各季節於七股溪口採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度	7-35
表 7-18	2011 年各季節於潟湖南區採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度	7-38
表 7-19	2011 年各季節於保護區北區採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度	7-41
表 7-20	2011 年各季節於保護區南區採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度	7-43
表 7-21	2011 年各季節於曾文溪口採獲之魚卵、仔稚魚密度與成魚密度	7-44
表 7-22	魚卵、仔稚魚及成魚出現之季節	7-47

圖次

圖 1-1	研究範圍與共同採樣點位置圖	1-64
圖 1-2	冬季微溶氧電極量測法	1-65
圖 1-3	BOD 培養法.....	1-65
圖 1-4	壓克力管培養法	1-66
圖 1-5	密閉箱培養法	1-66
圖 1-6	七股沿海地區 1994-2010 年 SPOT 衛星影像	1-67
圖 1-7	七股潟湖面積變化圖	1-67
圖 1-8	冬季、春季、夏季、颱風後及秋季有效光度變化圖	1-68
圖 1-9	冬季、春季、夏季、颱風後及秋季水質變化圖	1-69
圖 1-10	春、夏、颱風後及秋季粒徑大小變化圖	1-70
圖 1-11	春、夏、颱風後及秋季底土篩選係數變化圖	1-70
圖 1-12	春、夏、颱風後及秋季底土粉泥黏土含量變化圖.....	1-70
圖 1-13	春、夏、颱風後及秋季有機物質含量變化圖	1-71
圖 1-14	浮游藻生物量變化圖.....	1-71
圖 1-15	冬季石附生藻生物量變化圖	1-72
圖 1-16	春、夏、颱風後及秋季底棲微藻及石附生藻生物量變化圖	1-72
圖 1-17	浮游藻單位體積淨生產量	1-73
圖 1-18	浮游藻單位體積呼吸量	1-73
圖 1-19	浮游藻單位體積總生產量	1-73
圖 1-20	冬季石附生藻單位面積淨生產量.....	1-74
圖 1-21	冬季石附生藻單位面積呼吸量	1-74
圖 1-22	冬季石附生藻單位面積總生產量.....	1-75
圖 1-23	春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積淨生產量	1-75
圖 1-24	春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積呼吸量	1-76
圖 1-25	春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積總生產量	1-76
圖 1-26	七股潟湖區浮游藻全年生產量	1-77
圖 1-27	各樣站浮游藻全年生產量	1-77
圖 1-28	各樣站底棲微藻及石附生藻全年生產量	1-77

圖 1-29	七股瀉湖食物網模式圖	1-78
圖 1-30	1996 年至 2010 年，每年度之養殖牡蠣年漁獲量與養殖單位面積漁獲量	1-79
圖 1-31	七股瀉湖食物網模式之林得曼食物鏈.....	1-80
圖 1-32	七股瀉湖食物網模式中各生態功能群之綜合營養衝擊分析	1-81
圖 1-33	七股瀉湖食物網模式中各生態功能群之系統關鍵程度比較	1-82
圖 1-34	模擬七股瀉湖其它漁獲物種(牡蠣除外)之漁獲承載量.....	1-83
圖 1-35	黑面琵鷺保護區食物網模式圖	1-84
圖 1-36	模擬黑面琵鷺保護區內攝食生物量與餌料生物量之關係.....	1-85
圖 2-1	水質監測採樣站。a:亞潮帶(坐船)，f:魚類採樣點	2-81
圖 2-2	2011 年台江計畫共同採樣期間由七股瀉湖連續水質儀每 15 分鐘所測得之水質每日平均值.....	2-82
圖 2-3	2011 年台江計畫共同採樣期間由七股瀉湖連續水質儀每 15 分鐘所測得之鹽度及溶氧量變化圖.....	2-83
圖 2-4	各測站水深及不同季節現場測量水質參數變化圖.....	2-84
圖 2-5	潮間帶各樣站漲、退潮及亞潮帶各樣站表、底層水的水溫變化圖.....	2-85
圖 2-6	潮間帶各樣站漲、退潮及亞潮帶各樣站表、底層水的溶氧量變化圖.....	2-86
圖 2-7	各測站葉綠素 a、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮在不同季節之變化圖 ...	2-87
圖 2-8	各測站磷酸磷、矽酸矽、懸浮物乾重及懸浮有機物乾重在不同季節之變化圖	2-88
圖 2-9	維管束植物各科種數.....	2-89
圖 2-10	海寮紅樹林面積變遷(1989 年及 2005 年).....	2-90
圖 2-11	海寮紅樹林面積(2010 年).....	2-90
圖 2-12	海寮海茄荖林之胸高直徑組成	2-91
圖 2-13	海寮海茄荖樹高直方圖	2-91
圖 2-14	七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口 2011 年所採獲魚類之魚種數、總個體數、種豐度指數、總歧異度指數以及種均勻度指數.....	2-92
圖 2-15	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節漁獲總個體數之聚類分析圖	2-93
圖 2-16	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節漁獲總	

	個體數(ind./m ² /d)之非介量多度空間尺度 (MDS) 分析圖	2-94
圖 2-17	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節採獲之 魚類標準體長分布圖.....	2-95
圖 2-18	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節採獲之 魚類濕重分布圖.....	2-96
圖 2-19	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口於各樣站在不同季節之 漁獲個體數及漁獲重量變化圖	2-97
圖 2-20	2008 年七股瀉湖及黑面琵鷺生態展示館外潮溝之魚類胃容物食物組 成百分比	2-98
圖 2-21	2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口於各樣站在不同季節之 魚科及魚種數量變化圖	2-99
圖 3-1	台江國家公園海域採樣測站圖	3-34
圖 3-2	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游植物豐度、種類數、種歧異 度、豐富度、均勻度和優勢度指數變化圖	3-35
圖 3-3	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域前 5 主要優勢種浮游植物豐度變 化圖	3-36
圖 3-4	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游動物豐度、種類數、種歧異 度、豐富度、均勻度和優勢度指數變化圖	3-37
圖 3-5	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域前 5 個主要優勢大類浮游動物豐 度變化圖	3-38
圖 3-6	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游植物群聚分析圖	3-39
圖 3-7	100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游動物群聚分析圖	3-40
圖 4-1	環境樣品的取樣方式.....	4-44
圖 4-2	牡蠣養殖方式(a)浮棚式、(b)倒棚式與(c)吊棚式	4-44
圖 4-3	七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站(a)粒度中間值(b)粉泥黏 土含量百分比(c)篩選係數.....	4-45
圖 4-4	七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站(a)總氮含量(b)總有機碳 含量	4-46
圖 4-5	七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站底棲無脊椎動物單位面積 的個體數	4-47

圖 4-6	底棲螺貝類各樣站物種數	4-48
圖 4-7	底棲螺貝類各樣站總個體數	4-48
圖 4-8	底棲螺貝類各樣站生物量	4-48
圖 4-9	底棲螺貝類各樣站優勢物種累進圖	4-51
圖 4-10	底棲螺貝類物種多樣性指數	4-51
圖 4-11	底棲螺貝類均勻度	4-51
圖 4-12	底棲螺貝類 Bray-Curtis 相似性指數	4-52
圖 4-13	各優勢物種殼長頻度	4-53
圖 4-14	各優勢物種迴歸線圖	4-54
圖 4-15	1996 年和 2011 年七股瀉湖北區、中區、七股溪口與南區亞潮帶的(a) 粒度中間值(b)粉泥黏土含量百分比(c)篩選係數	4-55
圖 4-16	1996 年和 2011 年七股瀉湖北區、中區、七股溪口與南區亞潮帶的(a) 總有機碳含量(b) 總氮含量(c) 總有機碳含與總氮含量比值	4-56
圖 5-1	樣區分布位置圖	5-26
圖 5-2	累積察覺鳥種數隨觀察個體數增加而增加之曲線圖	5-27
圖 5-3	各樣區(A)鳥種數及(B)鳥類密度之比較	5-28
圖 5-4	(A)保護區北、(B)東魚塢、(C)七股鹽田、以及(D)全部樣區的鳥種數及 個體數隨日期之變化	5-29
圖 5-5	全部樣區歷次調查的鳥類相在鳥類群聚對應分析前二軸空間分布	5-30
圖 5-6	共同樣站、東魚塢及七股鹽田樣區鳥類於歷次調查結果的對應分析前兩 軸之空間分布與鳥類在各類型棲地及季節的相對豐富度之雙序圖	5-31
圖 5-7	依據覓食行為及喙長與跗蹠長之群集分析樹狀圖	5-32
圖 5-8	隨調查面積增加，全年累積察覺鳥種數及 Shannon diversity index 估計 值的變化情形	5-33
圖 5-9	隨樣本數增加，累積察覺鳥種數、個體估計的標準差、以及 Shannon diversity index 估計值與標準差的變化情形	5-34
圖 6-1	各樣區底泥及生物 $\delta^{13}\text{C}$ 值比較	6-25
圖 6-2	各樣區底泥及生物 $\delta^{15}\text{N}$ 值比較	6-25
圖 6-3	瀉湖區各物種 $\delta^{13}\text{C}$ 與 $\delta^{15}\text{N}$ 的值	6-26
圖 6-4	曾文溪口各物種 $\delta^{13}\text{C}$ 與 $\delta^{15}\text{N}$ 的值	6-26

圖次

圖 7-1	經由生命條碼鑑定所鑑定魚卵種類之標本照	7-48
圖 7-2	2011 年七股潟湖魚卵豐度之測站變化	7-50
圖 7-3	經由生命條碼鑑定所鑑定仔稚魚種類之標本照	7-51
圖 7-4	2011 年七股潟湖仔稚魚豐度之測站變化.....	7-52
圖 7-5	經由生命條碼鑑定所鑑定不同發育階段之仔稚魚標本照	7-53
圖 7-6	2011 年七股魚卵組成(A)季節間及(B)棲地間之 MDS 圖	7-54
圖 7-7	2011 年七股仔稚魚組成(A)季節間及(B)棲地間之 MDS 圖	7-55
圖 8-1	計畫簡介	8-10
圖 8-2	現場影像	8-11
圖 8-3	測站衛星影像	8-11
圖 8-4	測站資料	8-12
圖 8-5	科別統計	8-12
圖 8-6	種別統計	8-13
圖 8-7	生物物種調查紀錄	8-13
圖 8-8	藻類初級生產力調查紀錄	8-14
圖 8-9	水質調查紀錄	8-14
圖 8-10	棲地底質調查紀錄	8-15
圖 8-11	由衛星影像查詢調查資料操作範例	8-16
圖 8-12	LSID 格式	8-17
圖 8-13	台江資料使用 IPT 發佈(資料尚未公開).....	8-17

研究計畫分工項目

計畫項目	主持人	服務機構/系所	職稱	計畫內容
總計畫及子計畫 1	林幸助 陳宣汶 李麗華 陳添水	中興大學生命科學系 中央研究院生物多樣性研究中心 特有生物研究中心 特有生物研究中心	特聘教授兼系主任 博士後研究員 助理研究員 助理研究員	資料整合分析、地景變遷分析、藻類生產力研究與生態模式建構
子計畫 2	薛美莉 謝宗欣	特有生物研究中心七股研究中心籌備處 台南大學生態科學系	副研究員兼代主任 教授兼院長	水質監測、維管束植物生產力研究、魚類及魚類胃含物食性研究
子計畫 3	羅文增	中山大學海洋資源系	教授	浮游動物與浮游植物研究
子計畫 4	劉弼仁 邱郁文 謝蕙蓮	東華大學海洋生物所 高雄醫學大學環生系 中央研究院生物多樣性研究中心	助理教授 助理教授 研究員	牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物研究
子計畫 5	許皓捷	台南大學生態科學與技術系	助理教授	鳥類及鳥類食性研究
子計畫 6	張原謀	台南大學生態科學與技術系	助理教授	生物食性關係之穩定同位素研究
子計畫 7	邵廣昭	中央研究院生物多樣性研究中心	研究員	仔稚魚與生態資料庫

中文摘要

一、前言與目的

國家公園最重要的任務是自然資源與生物物種的保育，需以宏觀的角度管理生態系統，其基礎建立在各項資源的量化與瞭解。台江國家公園在曾文溪口北岸包含兩大重要沿海濕地：七股潟湖與黑面琵鷺保護區。七股潟湖是台灣地區最大潟湖，高生產力名列全球前茅，具有豐富的漁業資源，長久以來提供週遭居民極高的生態服務功能；珍稀保育鳥類黑面琵鷺(*Platalea minor*)更是台江國家公園的核心指標，而保護區也名列國際級重要濕地。本計畫的主要目標在依據濕地生態監測系統標準作業程序，監測地景、水質、藻類生產力、維管束植物、浮游生物、仔稚魚、底棲動物、魚類及鳥類，建立這兩處國際級及國家級重要濕地的長期生態監測系統，並藉由生態模式整合分析生態環境資料，以瞭解長期生態過程與環境變遷對沿海濕地之影響。本計畫目標為：1. 透過建構生態模式，量化這兩處國際級及國家級重要濕地之生態系統承载力(保護區能容納多少黑面琵鷺以及七股潟湖能生產多少漁獲)；2. 整合分析地景、生境、生物與水質等資料；3. 與十五年前生態系統研究歷史資料做比較，以描述生態環境之時空變化，4. 瞭解自然及人為因素對於沿海濕地之影響程度，5. 建立生態資料庫，6. 提供台江國家公園管理處在沿海濕地生態系管理之參考依據。

【關鍵字】七股潟湖、黑面琵鷺保護區、食物網模式、生態承载力、地景、生態資料庫

二、材料與方法

本計畫監測曾文溪口北岸七股潟湖與黑面琵鷺(*Platalea minor*)保護區之地景、水質、藻類生產力、維管束植物、浮游生物、仔稚魚、底棲動物、魚類及鳥類。由於各個領域之特性及研究調查方法之需求與實際作業困難度不一，故調查範圍與測站之位置選定亦或有所差異，但採樣地點測站及頻度力求一致，以資料能相互運用、整合為原則。共同研究地點為曾文溪口、曾文溪口北岸的黑面琵鷺野生動物保護區(以下簡稱保護區)以及七股潟湖，共有七個樣站，分別是七股潟湖區樣站(包含七股潟湖北區、七股潟湖中區、七股溪口、七股潟湖南區樣站)、保護區樣站(包含保護區北區、保護區南區樣站)及曾文溪口樣站。採樣時間視各計畫之不同需求而異，但至少每季一次；研究計畫自三月開始進行，共完成三月(冬季)、四月(春季)、七月(夏季)、十月(秋季)，四次季節性採樣；同時，已於今年八月底南瑪都颱風過後，於九月初進行颱風後之共同採樣。此外，因鳥類移動能力強，活動範圍與棲地利用不限於黑面琵鷺野生動物保護區或七股潟湖，亦包含周圍地區。以下摘要各子計畫個別之材料與方法。

(一) 資料整合分析、地景變遷分析、藻類生產力研究與生態模式建構

地景變遷分析以遙測影像為材料，配合相關圖檔及地面調查資料，進行不同時間之影像套疊與比較分析。藻類生產力研究於七個共同採樣樣站現地，利用培養實驗量測採樣點之底棲、附生與水體浮游藻類之生物量、生產量與生產力。生態模式方面，統整各子計畫之生物類群調查資料，以食性關係鏈結生物群聚間之能量與物質流動，建構食物網之結構與動態模擬模式，並藉以了解生態系中多樣性與生態功能間之關係。

(二) 水質監測、維管束植物生產力研究、魚類及魚類胃含物食性研究

1. 水質監測：在七股潟湖岸邊及亞潮帶共 8 個樣站、黑面琵鷺保護區 2 個樣站，以及曾文溪口岸邊及亞潮帶，總共 12 個樣站進行水質分析。分析項目包括水溫、鹽度、比電導度、溶氧量、酸鹼度(pH)、硝酸態氮、亞硝酸態氮、銨

摘要

態氮、正磷酸鹽磷、矽酸鹽。

2. 維管束植物：在植物分佈與種類組成方面，參考遙感探測衛星影像資料，先採取全境普查，分析棲地類型，鑑定植物種類，繪製溼地植物之分布圖等資料。在植物社會組成上，於每個共同調查樣點中，各設置 10 條樣線以涵蓋全區，使用線截法調查植物種類組成與植被相。
3. 紅樹林生產力：以航照圖定量海寮紅樹林面積變化；並於海寮紅樹林區設置 5 個樣區調查海茄苳之胸高直徑與樹高，用來估算紅樹林之生物量與生產力。
4. 魚類組成：因七股瀉湖及保護區水深狀況不同，在七股瀉湖採樣方式主要以網罟法進行魚類調查，在保護區以蝦拖網方式進行調查。調查人員依現場情形另以釣魚法及八卦網補充採集。並將所採集到的魚類置於冰箱攜回實驗室進行魚種鑑別，並記錄其體長、體高及體重。之後將魚內臟取出浸泡於 10% 福馬林中，以利後續魚胃內含物分析之進行。

(三) 浮游動物與浮游植物研究

本研究針對台江公園三個主要區域(瀉湖區、黑面琵鷺保護區以及曾文溪口)設定 7 個測站進行浮游植物與浮游動物的研究，浮游植物樣品是於每測站採取表層海水並加入 5% 中性福馬林進行保存；而浮游動物樣品在瀉湖區以及曾文溪口均以北太平洋標準網(網口 45 公分，網長 180 公分，網目 330 μm)進行表層拖網 5 分鐘，保護區內由於水深不及拖網的程度，是採用幫浦抽水過濾法，所採得的樣品同樣以 5% 中性福馬林進行保存，攜回實驗室後視樣品數量分樣進行種類鑑定工作。

(四) 牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物研究

本子計畫利用穿越線定框採樣方法、方形採泥器與 PVC 採樣管定量取樣法，分別針對七股瀉湖、黑面琵鷺保護區西側及曾文溪口沙岸底棲沉積物、底棲螺貝類的物種組成及生物多樣性指數、底棲無脊椎動物的組成與豐度進行了春、夏、秋、冬四季的調查及一次颱風後的影響調查。

(五) 鳥類及鳥類食性研究

自 3 月下旬開始，於候鳥過境期及度冬期，每星期進行 1 次鳥類調查；夏季每兩星期進行 1 次調查。依據覓食行為及喙長與跗蹠長進行覓食同功群之分類。

(六) 生物食性關係之穩定同位素研究

調查主要是要利用碳氮穩定性同位素會反應出生物體內碳源及隨生物營養階層升高而增加的特性，來建構七股潟湖的食物網架構。於共同測站及共同採樣時間，即三月(冬)、四月(春)、七月(夏)、十月(秋)與颱風後等五個時段，採集 5 次，包括有機顆粒(粗有機顆粒與細有機顆粒)、生產者(藻類、維管束植物、浮游植物)及消費者(仔稚魚、浮游動物、牡蠣、螺貝類、底棲動物、魚類及鳥類等)等類群。

(七) 仔稚魚類調查

自 3 月下旬開始，於七個共同樣站，每季一次及夏季颱風過後期間共五季之定期採樣。在七股潟湖區及曾文溪口之測站以租用民間漁船方式，利用浮游動物網進行魚卵與仔稚魚採集，黑面琵鷺保護區則以沈水幫浦抽水過濾方法進行採集。所收集魚卵及仔稚魚樣本在顯微鏡下初步先與其他浮游生物分離，隨後利用光學顯微鏡觀察形質特徵與拍照；再隨機抽取適當數量之具代表性數目個體，萃取 DNA 生命條碼定序，並與生命條碼資料庫進行比對，確認種類。

(八) 生態資料庫

本計畫所收集之原始生態調查資料，採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的『簡便通用生態調查資料格式』，作為本計畫原始生態調查資料的格式。『生態調查資料格式』，主要以國際通用的達爾文核心欄位 (Simple Darwin Core) 為基礎，並配合中文資料的需求，作適度的修改。

三、成果

1. 分析 1994 年與 2010 年七股沿海地區之影像，發現該地區 16 年間主要變遷如下：(1) 七股鹽田與魚塭部分區域原為水域轉變為荒地；(2) 網子寮、頂頭額及新浮崙等離岸沙洲朝東與朝南漂移；(3) 位於頂頭額沙洲南段之防風林與沙地大幅消失；(4) 黑面琵鷺動物保護區之東南與南側，原為沙地被開挖為養殖魚塭；(5) 曾文溪口河床則有遭洪水沖刷現象。
2. 七股潟湖面積由 1994 年的 1,300 ha，至 2010 為 1,050 ha，面積減少 250 ha (19%)。分析顯示七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸嚴重侵蝕，尤其是七股西堤堤防西側之防風林面積不斷地縮減，甚至可能完全消失，亟需積極進行各種固堤與護沙措施。
3. 區域性的藻類生產力，與潮汐、溫度、水深、粒徑等環境因子有很大的關聯。颱風侵襲對藻類生物量有顯著影響，但對生產量沒有明顯影響。與十五年前資料比較，浮游藻生物量與生產量以及石附生藻生物量皆減少了，但是石附生藻生產量增加了。
4. 透過資料的整合，建立七股潟湖與黑面琵鷺保護區之生態系食物網模式，並將台江地區特殊之生態資源，如牡蠣、環文蛤與黑面琵鷺承載量納入模式當中。利用模式模擬七股潟湖漁獲數量得知，目前七股魚類漁獲資源利用已接近系統承載量，不宜再行增加；環文蛤檢拾漁獲尚無過度捕撈的證據，應維持目前保護區內之環文蛤採拾管制與管理措施。而以生態模式估算黑面琵鷺保護區內，黑面琵鷺承載量約為 585~780 隻，若納入周遭魚塭之食物來源，保護區承載量可達 1170~1560 隻；亦透過模式推論保護區內可提供餌料生物量，可能只占黑面琵鷺全部食物來源的 3 成以下。
5. 比較現今七股潟湖與 15 年前之七股潟湖模式生態系所估算的各項生態系食物網系統指標發現，潟湖中的初級生產者生物量明顯下降；生態系之淨初級生產力上升，但總生物量下降，總效能下降，平均食物鏈長度略為縮短。

6. 陸域維管束植物目前調查到 145 種植物，分屬於 44 科 117 屬，其中以禾本科、豆科、菊科、大戟科為主要種類。以習性而言，草本植物最多有 82 種，其次為喬木 22 種、藤本 21 種、灌木 20 種，顯示本區域以草本植物為主，但外來種類亦有 30 種。植物種類在不同季節調查中，變動在 2-5 種之間，只有曾文溪口樣站有較大的差異。物種數方面，黑面琵鷺保護區周圍調查到的植物物種較七股潟湖週邊多，曾文溪口則最少。覆蓋度方面，冬季和春季種類和覆蓋度均較低，在夏季大量增加，秋季時覆蓋度逐漸降低。常見優勢植物有濱刀豆、濱豇豆、馬鞍藤、蘆葦、大花咸豐草、大黍、仙人掌、海雀稗、苦林盤、無根藤、馬氏濱藜等。黑面琵鷺保護區內東側有少數新生長的海茄苳，但分布範圍分散。
7. 七股潟湖海寮海茄苳低矮紅樹林，以胸高直徑估算地上部生物量為 53.55 Mg ha^{-1} ，地下部生物量 51.40 Mg ha^{-1} 。總生物量為 $104.95 \text{ Mg ha}^{-1}$ ，每年生長量為 $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ 。總掉落物量為 $12.28 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ ，其中以落葉 $7.32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ (59.6%) 比例最高。由每年生長量以及掉落物估算，海寮海茄苳林之淨初級生產力為 $20.19 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ 。而透過海茄苳掉落物輸入七股潟湖之碳量為 $567 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}$ ，氮量為 $18.5 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}$ 。
8. 魚類調查共記錄到 44 科 92 種魚類，有 60 種為經濟性魚類。以生活型態而言，依賴河口的大洋種類為最多佔 53%，其次為出現並在河口孵育的種類佔 27%，偶爾進入河口的大洋種類則佔了 17%。種數出現最多的是鰕虎科共 11 種，次為鯡科、鰻科及鯔科各 6 種。魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響，依樣站及季節分為 5 個群體：(1)保護區、曾文溪口和潟湖北區夏季、(2)潟湖北區和七股溪口、(3)潟湖中區春夏季、(4)潟湖中區秋季、(5)颱風後及潟湖南區。曾文溪口所採獲的魚類體長大於七股潟湖及保護區，在秋季及颱風後所採獲的魚類幾乎都小於 10cm。以漁獲個體數 ($\text{ind./m}^2/\text{d}$) 及漁獲重量 ($\text{g/m}^2/\text{d}$) 來看，潟湖北區及七股溪口高於潟湖中區及南區。
9. 經過五次(100 年 3 月-冬季、4 月-春季、7 月-夏季、9 月-颱風後和 10 月-秋季)的採樣調查研究發現，浮游植物豐度及種類組成均呈現明顯的季節變化，豐度以春季(4 月)較高，且各季的優勢種組成皆有所不同，如以各區域來看，

曾文溪口的浮游植物豐度往往較高，而保護區內則相對偏低。浮游動物豐度及大類組成亦有明顯的季節變化，豐度以冬季(3月)略高，保護區內則可能由於冬季(3月)採樣方法與其他季節不同所致，豐度相對偏低，至於曾文溪口的浮游動物豐度在這幾季均屬較低。

10. 七股瀉湖、黑面琵鷺保護區與曾文溪口的底質沉積物，總有機碳含量與總氮含量變化都與季節改變有關。七股瀉湖近出海口區亞潮帶受到的擾動較大，而接近溪口的地區潮間帶受到的擾動大，而遠離出海口與溪口的地區潮間帶與亞潮帶受到的擾動都較低。與 1996 年相比較，七股瀉湖的沉積環境有很大的改變，擾動變大、總氮含量增加，底質環境有優養化的趨勢。
11. 七股瀉湖潮間帶與黑面琵鷺保護區的底質沉積物之粒徑中間值小於曾文溪口，但粉泥黏土含量與總有機碳含量則高於曾文溪口，受到的擾動也較曾文溪口低，三個地區的總有機碳含量與總氮含量變化都與季節改變有關。與 1996 年相比較，七股瀉湖的沉積環境有很大的改變，擾動變大、總氮含量增加，底質環境有優養化的趨勢。
12. 七股瀉湖的底棲無脊椎動物和大型底棲無脊椎動物的物種數及豐度較黑面琵鷺保護區內多，而曾文溪口最少。底棲無脊椎動物組成以多毛類為主，端腳類次之。與 1996 年相比較，瀉湖亞潮帶都以多毛類數量最多，次為端腳類，但 2011 年多毛類的數量增加，可能與底質沉積物的有機碳與總氮含量的增加有關。
13. 七股瀉湖牡蠣養殖面積約 1,354,089 m²，掛滿可養 71,879,511 叢牡蠣，整體估算空架率約 32.2 %。倒棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 273.6 g，肉總重為 50.04 g；浮筏浮棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 352.64 g，肉總重為 56.70 g。
14. 螺貝類的總個體數由於有大量的海蝨使得保護區內略高於七股瀉湖、曾文溪口最低；但七股瀉湖內的樣站因為發現較多個體較大的蚵岩螺、綠殼菜蛤、環文蛤及大量的漁舟蜆螺，使得此區域的生物量明顯較其他樣站高，而保護區的生物量反而較低。螺貝類的物種多樣性指數及均勻度均呈現瀉湖略高於保護區，曾文溪口最低。潮間帶棲地多樣性提供了構成螺貝類物種多樣性的

重要因數，因此建議應積極保留並保護現有的環境棲地。

15. 共記錄到 83 種鳥。所有水鳥可分為 6 個覓食同功群。鳥種數及個體數以黑面琵鷺保護區、東魚塭及七股鹽田最高。潟湖及曾文溪河口的鳥類則相對貧乏。水深過深及漁業活動干擾，可能是潟湖區鳥類相貧乏的主因。
16. 目前結果發現，生物體內的碳同位素可看出七股潟湖中的食物網應該是藻類或是 C₄ 扮演基礎生產的角色，而氮同位素也顯示出不同營養階層的生物其體內氮同位素含量會有所差異，底泥氮同位素則顯是出曾文溪口的底泥可能有受到人為汙染，例如河岸地區進行農業活動時所使用的肥料。。
17. 本計畫為七股潟湖首次進行魚卵及仔稚魚之調查工作，今年五次調查共採得魚卵 423 顆(20 科 35 個分類單元)；仔稚魚 352 尾(16 科 18 個分類單元)。魚卵與仔稚魚種類與豐度皆以 4 月份大於其他月份。由魚卵可知魚類不同之生殖季；仔稚魚則以同年均採獲之鰕虎科及斑頭肩鰓鰻最多，這兩種在魚卵組成中未出現，應係為產沈性卵。仔稚魚與魚卵之組成及季節性大致相似。由各測站採獲之種類顯示七股潟湖南區有較高的魚種多樣性，推測海水之交流較好為可能原因。利用 DNA 生命條碼之分子鑑種技術，已初步獲知七股潟湖及曾文溪口的確為許多魚類生活史中重要之產卵及孵育場所，且多集中在 4-7 月。
18. 本計畫資料庫已收集維管束植物資料 319 筆、浮游生物資料 756 筆、蝦蟹資料 480 筆、螺貝資料 672 筆、魚類資料 432 筆、仔稚魚及魚卵資料 133 筆、鳥類資料 2008 筆、紅樹林初級生產力資料 173 筆、藻類生產力資料 111 筆、水質資料 288 筆及底質資料 173 筆，涵蓋 13 門 26 綱 75 目 177 科 459 種生物物種，以上資料均已整理上網，並使用 Integrated Publishing Toolkit 將所有生物資料包裝成 Darwin Core Archive 格式供永久保存，未來也可供國際資料交換使用。



圖 1 研究範圍與採樣測站位置圖；由北向南之共同測站(☆)分別為 1. 七股瀉湖北區、2. 七股瀉湖中區、3. 七股溪口、4. 七股瀉湖南區、5. 保護區北區、6. 保護區南區、7. 曾文溪口。

四、主要建議事項

(一) 立即可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：特有生物研究中心七股研究中心籌備處

1. 由地景變遷分析可得知，七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸侵蝕；七股西堤堤防西側之防風林面積縮減，亟需積極進行各種固堤與護沙措施。
2. 藻類為此區域內食物網初級生產量主要來源，應維護水域水質的適當穩定。
3. 維持目前黑面琵鷺保護區內之環文蛤採拾管制與管理措施，並持續對螺貝類與牡蠣資源進行監測。
4. 持續監測台江地區各重要生物類群之族群與生物量，以實地調查數據配合食物網模式的模擬推估，制訂與調整國家公園之經營管理策略。
5. 台江國家公園區域的浮游生物數量並不少，種類亦屬豐富，應持續維護七股海域目前的環境且不被破壞。
6. 為能夠達到保持台江國家公園潮間帶底棲螺貝類的高生物多樣性，應優先積極保護棲地的多樣性，避免人為利用降低環境棲地多樣性或是改變潮間帶的微棲地複雜度。
7. 為能夠達到保持台江國家公園黑面琵鷺保護區底棲螺貝類-環文蛤等經濟性物種的永續利用，應優先積極保護棲地的完整性及水體流通性，並在非黑面琵鷺度冬期間，允許設籍於七股區漁民經申請得以在七股黑面琵鷺保護區進行人工採捕文蛤、赤嘴及竹蛭時限定採捕量上限，同時於其繁殖期間禁止採捕，以便底棲生物有足夠時間保持其穩定的族群數量，避免資源殆盡。
8. 鳥類非常適合做為環境及自然資源監測之指標，因此建議在黑面琵鷺主棲地

摘要

及週邊淺坪魚塭、廢棄鹽田設立永久樣區，進行定期的鳥類調查，以評估及監測自然資源及環境狀況。

9. 七股潟湖中有相當豐富的生物資源，但在相關的研究中較少對於生物之間的食性關係進行研究，因此，建議可以對於較常見的物種進行其相互食性關係的研究。
10. 建議維持潟湖、黑面琵鷺保護區與外界海水之流通性，使外界之營養鹽與生物(如魚類)有機會補充進入潟湖與保護區，以維持棲地之生物與生態多樣性。
11. 為因應資料長期保存及國際資料交換的需求，調查資料應以國際通用的 Simple Darwin Core XML 格式保存。

(二) 長期可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：特有生物研究中心七股研究中心籌備處

1. 增設長期觀測計畫，獲得季節與長期變遷資料，以建構動態之模式與進行生態系經營管理策略之模式模擬；在無重大的開發或環境干擾情形下，建議地景變遷可每五年收集一次衛星影像圖進行分析；初級生產力配合水質監測，於每年、每季至少調查一次。生態模式部分配合各生物類群之調查，至少每三年有實際調查資料來驗證模式，並檢討修訂管理單位之經營管理策略。
2. 控管蚵架數量，以便維持浮游藻類生物量；並將七股潟湖內外水域長期漁獲變動與漁民社經狀況變遷，納入生態系經營模式中。
3. 設立自動水質監測站，定期蒐集水質資料，以評估七股周圍水域水質之變化，供管理及決策參考。
4. 應對現存的紅樹林進行妥善的保護及經營管理，並且積極進行紅樹林的復育栽植工作，然而紅樹林成林後對於棲地環境影響頗大，其復育工作應謹慎為之。

5. 海茄苳林為一快速循環之區域，其掉落物生產量遠較其它地區紅樹林高，高產量的落葉及繁殖器官除可提供底棲生物重要的食物來源外，其碳、氮循環也是需關注的方向。
6. 由於七股潟湖區為小魚的孵育及庇護場所，對於不同的棲地型態應進行妥善的保護及經營管理，以維持棲地之多樣性，進一步增加七股地區水域之魚種多樣性。
7. 避免七股潟湖的開口持續減少，至少應維持南北兩個開口與外海交換，以維持七股潟湖的環境。
8. 為達到台江國家公園任務的自然資源保育、教育與生態永續利用的目的，不只應建立長期監測計畫進行環境棲地與物種調查記錄，也可積極進行更多的社會環境教育活動以達到全民認識並愛護本土環境生態資源的目的。
9. 目前進行的生物關係研究主要是針對較大型的物種進行，但在過去的研究發現，七股潟湖中的生物，多毛類及端腳類的數量是最多的部分，這部分目前仍需要投入較多的時間進行分析、比較，因此建議未來可以針對多毛類極端腳類進行研究，探討其在生態系中扮演的角色及與其他生物間的關係。
10. 目前國際上正在推行生物多樣性資訊全球唯一識別碼(LSID)，目前雖尚未被普遍接受，未來仍應注意其發展，必要時得適時跟上國際腳步。本計畫收集的每筆資料均已依照 LSID 格式賦予全球唯一識別碼。

Abstract

The most important mission of Tai-jiang National Park is to conserve the natural resources, especially fishery resources and black-faced spoonbill (*Platalea minor*). In order to understand the population dynamics of black-faced spoonbill and identify the driving forces, it is imperative to study in a holistic view by constructing the ecosystem models and to examine the interactions between biotic communities and environmental factors in the coastal wetlands. With this project, we developed a collaborative long-term program to monitor and model the changes in landscape, water quality, algae, plankton, benthos, crustacean, larval fish, fish, birds and vegetation. The specific aims of this ecosystem-scale project are: 1. to quantify the carrying capacity of two important coastal wetlands including Chiku Lagoon and reserve of black-faced spoonbill; 2. to integrate data of landscape, habitat, biotic and water quality; 3. to examine the decadal change of ecological environments by comparing with data studied 15 years ago; 4. to monitor human impacts and environmental factors influencing the coastal wetland ecosystems; 5. to develop the ecological database; 6. to provide scientific data for developing the policy for sustainable management in the future.

Keywords: Chiku Lagoon, reserve of black-faced spoonbill, trophic model, carrying capacity, landscape, ecological database

第一章 料整合分析、地景變遷分析、藻類生產力研究與生態模式

摘要

關鍵詞：濕地生態系、資料整合、地景變遷、藻類生產力、生態模式

一、 研究緣起

為瞭解台江國家公園及周遭沿海濕地生態長期生態過程與環境變遷，本研究主要目標在依據濕地生態監測系統標準作業程序，監測地景、水質、藻類生產力、維管束植物、浮游生物、仔稚魚、底棲動物、魚類及鳥類，建立黑面琵鷺野生動物保護區及七股潟湖國家重要濕地的長期生態監測系統，並藉由生態模式整合分析生態環境資料，以瞭解長期生態過程與環境變遷對沿海濕地之影響。具體工作項目為：1. 建構生態模式，量化這兩處國際級及國家級重要濕地之生態系統承载力；2. 整合分析地景、生境、生物與水質等資料；3. 與十五年前生態系統研究歷史資料做比較，以描述生態環境之時空變化，4. 瞭解自然及人為因素對於沿海濕地之影響程度，5. 建立生態資料庫，6. 提供台江國家公園管理處在沿海濕地生態系管理之參考依據。

二、 研究方法及過程

共同研究地點為曾文溪口、曾文溪口北岸的黑面琵鷺野生動物保護區(以下簡稱保護區)以及七股潟湖，共有七個樣站，分別是七股潟湖區樣站(包含七股潟湖北區、七股潟湖中區、七股溪口、七股潟湖南區樣站)、保護區樣站(包含保護區北區、保護區南區樣站)及曾文溪口樣站。共同研究時間為至少每季一次，包括三月(冬季)、四月(春季)、七月(夏季)、九月(颱風後)及十月(秋季)五個時段，以便作生物與環境季節變化比較分析。鳥類移動能力強，活動範圍與棲地利用不

限於保護區或七股潟湖，因此研究地點亦包含周圍地區。以遙測影像為材料，配合相關圖檔及地面調查資料，進行不同時間之影像套疊與地景變遷分析。利用培養實驗量測採樣點之底棲、附生與水體藻類之生物量與生產力。整合現有生物類群調查資料，以食性關係鏈結生物群聚間之能量與物質流動，建構食物網之結構與動態模擬模式，並藉以了解生態系中多樣性與生態功能間之關係。

三、 重要發現

由影像變遷分析顯示七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸嚴重侵蝕；七股潟湖之面積變化，由 1994 年約為 1,300 ha，至 2010 年約為 1,050 ha，面積減少約 250 ha (19%)。區域性的藻類生產力，與潮汐、溫度、水深、粒徑等環境因子有很大的關聯。颱風侵襲對藻類生物量有顯著影響，但對生產量沒有明顯影響。與十五年前資料比較，浮游藻生物量與生產量以及石附生藻生物量皆減少了，但是石附生藻生產量增加了，推測可能是養殖蚵架數量增加以及人為營養輸入增加所導致。

透過資料的整合，建立七股潟湖與黑面琵鷺保護區之生態系食物網模式，並將台江地區特殊之生態資源，如牡蠣、環文蛤與黑面琵鷺承載量納入模式當中。本研究並首次將台江地區有特殊之生態資源，牡蠣養殖業、捕撈漁業、環文蛤撿拾漁獲量與黑面琵鷺承載量之納入食物網模式當中，評估得出目前七股魚類漁獲資源利用已接近系統承載量，不宜增加；環文蛤撿拾漁獲尚無過度捕撈的證據，應維持目前保護區內之環文蛤採撿管制與管理措施；黑面琵鷺保護區內，黑面琵鷺承載量約為 585~780 隻，若納入周遭魚塭之食物來源，保護區承載量可達 1170~1560 隻；也透過模式推論保護區內可提供餌料生物量，可能占黑面琵鷺全部食物來源的 3 成以下。

比較現今七股潟湖與 15 年前之七股潟湖模式生態系所估算的各項生態系食物網系統指標發現，潟湖中的初級生產者生物量明顯下降；生態系之淨初級生產力上升，但總生物量下降，總效能下降，平均食物鏈長度略為縮短。

四、 主要建議事項

立即可行之建議：七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸侵蝕；七股西堤堤防西側之防風林面積縮減，亟需積極進行各種固堤與護沙措施。藻類為此區域內食物網初級生產量主要來源，應維持水質的適當穩定。維持目前黑面琵鷺保護區內之環文蛤採拾管制與管理措施，並持續對螺貝類與牡蠣資源進行監測。持續監測台江地區各重要生物類群之族群與生物量，以實地調查數據配合食物網模式的模擬推估，制訂與調整國家公園之經營管理策略。

長期可行之建議：增設長期觀測計畫，獲得季節與長期變遷資料，以建構動態之模式與進行生態系經營管理策略之模式模擬。在無重大的開發或環境干擾情形下，建議地景變遷可每五年收集一次衛星影像圖進行分析；初級生產力部分應配合水質監測，於每年、每季至少調查一次。生態模式部分可配合各生物類群之調查，至少每三年有實際生物調查資料來驗證生態模式效力，並檢討修訂相對應之經營管理策略。控管蚵架數量，以便維持浮游藻類生物量；並將七股潟湖內外水域長期漁獲變動與漁民社經狀況變遷，納入生態系經營模式中。

Abstract

Current ecosystem-based management considered not only a single species but also biological community and its habitat in larger spatial temporal scales. Establishment of a sustainable and manageable ecological monitoring program is critical to the success of ecosystem-based management for all stakeholders. In this study, we use remote sensing to quantify the landscape change of Chiku lagoon and the results shows the shrink of lagoon water area due to the loss of sand bar. We also measure the primary productivity of plankton and epiphyte in the common study sites of the targeted coastal wetland. The variations of primary productivity may associate with several environmental factors, in particular, the sediments and water quality. The impact from typhoon on the primary production was obvious but the one on the primary productivity was trivial. The integration was done by constructing the food web models for Chiku lagoon and Blackfaced spoonbill reserve. From food supply perspective, the model estimation the potential carry capacity of Blackfaced spoonbills in the main habitat was between 585~780 individuals.

Keywords: Wetland ecosystem, Data integration, Landscape change, Algal production, Ecological modeling.

一、前言

國家公園保育工作需以宏觀的角度來管理自然資源或棲地，也就是生態系管理(ecosystem management)。由於過去大多是只針對個別明星物種之資源量進行研究及評估，作為生物資源保育與管理的依據，但其結果對許多體型大，壽命長，生殖期晚的重要物種之保育往往未能成功，因此生態系導向管理已成為全球趨勢。所謂「生態系管理」之定義是：「在某一具生態意義所界定的範圍內，將該生態系中的生物性、非生物性、人為因素及其間交互作用中已知的知識及未知的部份一併納入管理的考量。」亦即生物應不分種類、不分大小，不分掠食者或被掠食者皆需保護，亦即必須考慮到整體生態系的平衡，將整個棲地或生態系做一體的保護，才是最經濟有效的治本之道，也就是「棲地保護應重於物種保育」之概念。

近年來生態學的研究重點已轉向於探討生物多樣性(biodiversity)與生態系統結構與功能(functioning)之間的關係；以種間交互作用與食物網營養階層為主的生態系研究與管理已開始受到重視及發展。本研究利用「生態系模式」作為工具來了解生態系的結構與功能，以及外在環境如何影響生態系的結構與功能(Sala et al. 2000; Duffy and Stachowicz 2006)。「生態系模式」指的是以摘要的方式來描述複雜的生態系結構與功能，而其具體表現就是生態系之物質循環與能量流動(林幸助與楊小慧 2001)。同時，在多樣性方面，以生物群集為指標，由群集歧異度指標進入聚類分析或空間排序等多變值統計方法，來分析群集組成與結構之時空變化。

生態系管理之基礎建立在各項資源的瞭解與掌握。然而生態系中因子複雜，環境的變化固然可由評估水質或底質等物理化學因子著手，但所得資料並無法藉以判知環境變化是否會影響生物存榮，亦無法知道所測得的變化對生物的影響，

包括長期累積效應與衝擊程度，更無法推測生物群體的互動與未來可能發展動態。本研究透過建立共同調查測站（圖 1-1），以生物調查資料為基礎，建構生態系模式，藉由生態系中各個生物群之間食性關係的交互作用，釐清食物網之營養階層及物質能量傳輸路徑，配合該生態系之食物來源與流動路徑(Winterbourn and Townsend 1991)，來對台江國家公園沿海濕地生態系的結構與功能進行深入瞭解，並進一步建立長期生態系監測系統。

生態系監測與模式建構在現今全球變遷的環境下是迫切需要的，因為其影響是全面的，而非只有單一生物個體(Walther et al. 2002)。生態系的特質常無法由單一生物類群顯現，必須將所有生物類群整合分析後才能得知，在建立生態系模式的過程中，不但可以整合來自不同領域但相關密切之研究成果，亦可以更深一層透視生態系的運作與組成分子間相互關係，鑑別出過去對生態系知識的盲點，以協助確立未來生物與生態研究的優先順序。建立生態系模式後，在學術上不但可以作為驗證生態研究假說的工具，亦可以預測自然環境變遷與人為干擾對整體生態系的衝擊。在生物資源管理方面，模式本身可以作為管理階層者政策制定的主要依據；而在社會教育層面，模式亦可以簡明的圖形表示法讓一般社會大眾瞭解生態系錯綜複雜的交互關係與運作。

國科會曾於1994~1999年資助「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ)整合計畫(邵廣昭與林幸助 1995)。本計畫係為配合國際地圈—生物圈計畫(IGBP)研究全球變遷，於1993年國際間正式推動LOICZ核心計畫。其目的在了解陸源物質(包括污染物)之通量及其在海岸之輸送現象及分布情形，海岸之物理、生物地質作用，以及人類活動等對該區域生物歧異度或生態系之影響。研究內容以當時資料較缺乏之水文、沈積物與碳、氮與磷傳輸、以及生態系食物網結構與功能之課題作深入研究，以便與國際上相關研究之成果交流與互補。當時曾文溪海岸所擁有珍貴之七股潟湖濕地面臨濱南工業區包括七輕與煉鋼廠開發之

危機，故此計畫蒐集並建立了海岸生態環境之基礎背景資料，對於當時的環評有極大貢獻。

「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ)五年計畫執行期間，平均每年有十項子計畫，成果相當豐碩。整體研究項目包括七股潟湖及沿岸之物理水文、沈積物、地質地形、生物地質化學、水質、食物網結構、初級生產力、次級生產力、生物量、生物代謝及污染物之生物傳輸等。當時具體目標為：

1. 界定七股潟湖及其沿岸地區之水文、地質、水質及生物之時空分佈類型及變遷範圍，建立基礎背景資料庫，以供國土資源利用及生態保育規劃之參考。
2. 建立陸源及海源物質(沈積物、碳、營養鹽或污染物)在七股潟湖內之收支模式，探究其傳輸過程，及其受季節性氣候變化(如颱風、溼季及乾季)之影響，以了解潟湖生態系之功能，並可預測人為活動所可能產生之影響，以作為環境影響評估之依據。
3. 探究七股潟湖及鄰近海岸地區之地形動力及海岸變遷，同時配合潟湖及鄰近海域的流場與流量，建立沈積物傳輸模式及海岸災害預警系統，並可將成果應用及推廣到台灣地區其它海岸。
4. 建立七股潟湖生態系食物網模式、組成分子間能量與物質傳輸之流量與方向，以了解潟湖生態系之運作方式與開發利用程度。同時經由模式之評估，可以發掘亟待研究之項目，同時預測自然或人為干擾後的結果，以提供政府現階段海岸經營管理之參考。

「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ)主要整合成果有：

1. 曾文溪口已受到人為陸源物質的影響。
2. 曾文溪口並非有機碳之沈積區。
3. 曾文溪沿岸地形與各種物質的分佈季節性變化極為顯著。
4. 曾文溪口南北海岸環境及生態有顯著差異。
5. 沈積物粒徑、重礦物、底棲生物群集資料顯示曾文溪所供應的沈積物在曾文溪海岸系統中的訊號並不顯著。

6. 曾文溪口及沿岸生物相相當豐富，就生物多樣性與生態系的維護而言，具有相當之重要性，應進行更深入之調查評估，以期在資源之永續利用的原則下，使經濟開發與環境保護能兼容並進。其中Kuo et al. (2001)從1995~1998年歷經三年的調查中，發現七股潟湖有46科111種魚類種類，以*Liza macrolepis*, *Valamugil cummesius*, *Pelates quadrilineatus*, *Leiognathus brevirostris* 和 *Gerres abbreviatus*為優勢，共佔了50%數量，其中有87%的種類為過境魚種。魚類多樣性在每年6~10月較豐富，顯然與水溫及降雨量有明顯相關。謝蕙蓮等(1997)對潟湖沉積底泥的底棲生物的調查中，無脊椎動物有海葵、螺、二枚貝、貧毛類、多毛類、橈腳類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、海蜘蛛及帚蟲類等12大類。其中以多毛類數量最多，佔了58%，共採到43種，次為端腳類，佔37%。但多毛類和端腳類的個體皆很小，與蝦、蟹、牡蠣相比，這些底棲無脊椎動物的生物量不顯著。牡蠣架及牡蠣叢上的附著生物主要是牡蠣、貽貝、多毛類、海鞘、海綿與海葵，多為濾食性動物。
7. 浮游藻類生物量與營養鹽均有明顯的季節性變化，且彼此間有密切的相關性。其葉綠素a在夏天約較冬天提高50%，可能是受到陸源物質相當程度的影響。

此研究亦整合各子計畫資料，以Ecopath with Ecosim軟體建構七股潟湖生態系食物網模式(Lin et al. 1999)，進一步分析能量在食物網內之聯結與傳輸路徑，以瞭解七股潟湖高漁獲量之機制。此模式共包含12個生物類群及1個非生物有機碎屑，模式推估結果顯示七股潟湖較其它海洋生態系之總能量傳輸量高。食物來源分析顯示七股潟湖漁獲生物的主要食物直接或間接源自於浮游藻類，次為有機碎屑。但營養階層結構分析顯示潟湖仍以有機碎屑食物網為主，這些有機碎屑大都為浮游藻類所產生。高階層之能量營養傳輸效率因此地之高漁獲量輸出而下降，顯示高階漁業生物所面臨之漁獲壓力甚大。

此研究又整合七股潟湖生地化元素收支模式與Ecopath模式，以網絡分析法分析有機物質進入七股潟湖後在食物網內之傳輸，藉以瞭解七股潟湖高漁獲量之

機制(Lin et al. 2001)。生地化元素收支模式顯示七股潟湖為大量營養鹽之匯(sink)，其系統代謝量為 $+132 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，顯示為自營性生態系。有機物質量可往上傳輸五個營養階層。生地化元素循環分析顯示只有15%之能量經由形成有機碎屑而循環利用，但這些有機碎屑75%之循環路徑只有兩步，顯示大部份基礎生產量留存於潟湖之時間非常短，都經由食物鏈傳遞最終以漁獲型式輸出。藉由總基礎生產量與總呼吸量之計算之結果與生地化元素收支模式結果相似，為 $+249 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。因此七股潟湖高漁獲量應是由於潟湖周遭魚塭和紅樹林所流入之高營養鹽排水所造成之高浮游藻生產量以及食物網之短促有效率之傳輸路徑所導致。

為瞭解長期生態過程與環境變遷對台江國家公園及周緣地區沿海濕地生態系之影響，本計畫針對濕地生態系之藻類初級生產力進行量測；利用衛星影像描述地景棲地之時空演變過程；並透過生態系食物網模式建構，將整合計畫中生物、棲地與水質之資料，進行橫向之整合，以瞭解環境中自然及人為因素和生態系之互動關聯，並提供台江國家公園管理處在沿海濕地生態系管理上之參考及依據。

二、材料方法

(一) 地景變遷

遙測資料由空中俯瞰，具有綜觀覽要、多時攝像、大面積涵蓋及快速分析優點，並可與累積數十年之舊有影像比對，進而得知遞變過程及根據資料追蹤變遷因素，且推估將來可能發生之事件，做為事先之規劃與防範（蕭等 1994）。七股沿海地區擁有多種濕地生態景觀，蘊育豐富之生物資源，為重要野鳥棲地。近年七股海岸卻有嚴重侵蝕致使海岸林消失等嚴重生態環境破壞問題。以遙測影像為材料，配合相關圖檔及地面調查資料，進行影像變遷分析，探討該地區棲地變遷情況，提供保育決策、規劃與經營管理之參考。

本計畫參考周天穎等(1992)、蕭國鑫等(1993)、Jensen(1996)、Lillesand and Kiefer (1994)以及 Fortin and Dale (2007)之遙感探測地景分析方法如下:

1. 影像資料獲取與前處理：向中央大學太空及遙測研究中心價購 1994 年與 2010 年之法國 SPOT 衛星多波段影像資料，先以 ERDAS IMAGINE 遙測影像處理系統軟體進行轉檔、定位、重取樣、鑲嵌與切取等前處理，影像屬性資料詳見表 1-1。
2. 影像套疊分析：將已作前處理之前後期影像以 IMAGINE 軟體進行影像重疊分析，本研究將前期影像之第 3 波段（紅外光波段）以藍色與綠色顯示，後期影像以紅色顯示，3 種色調重疊後得到重疊影像，再以 ArcView 軟體進行比對分析判釋地物之變化，繪製變遷區域。
3. 潟湖面積消長處理分析：針對 1994 年與 2010 年此 2 期影像以 ArcView 軟體分別進行螢幕數化、計算面積及比對分析。

(二) 藻類生產力

藻類生產力主要可分為浮游藻與附生藻兩部分，而當地之附生藻又可大致區分成如石塊與蚵殼等硬底質上之附生藻，和底土中的底棲微藻。而影響藻類生產力之主要因子，包括採樣地的光度、水質、底土等也於此處一併量測。

1. 光度

以光量子感測器(LI-190SA,LI-COR)於黑面琵鷺保育中心籌備處無遮陰處測量當日的有效光度(photosynthetically active radiation,PAR)並使用資料收集器(LI-1400,LI-COR)每5 min記錄一次。測得一日有效光度變化在估計日總生產力時搭配計算。

2. 水質

在各樣站漲潮最高點開始退潮的一小時內，以綜合水質儀(model 600,YSI)測量樣站溫度、溶氧值、酸鹼值及鹽度。

3. 底土

因七股潟湖的附生藻生長區域為石塊與蚵殼，因此僅針對保護區及曾文溪口進行分析。

(1) 粒徑分析

以內徑 3.4 cm PVC 塑膠管採集表層以下約 5 cm 的底土沉積物，共 3 重複，低溫保存攜回實驗室，參考 Buchanan and Kain(1971)、Hsieh and Chang(1991)及謝等(1993)等人提出的以濕篩法進行底土粒徑分析。

將底土樣品依序在水中用網目為 2.00、1.00、0.50、0.25、0.125 及 0.0625 mm 的鋼製篩網系列過篩，收集各篩網內之砂粒置於已知重量(W_p)的錫盤上，放入 60°C 烘箱內烘乾至恆重，秤重並扣除 W_p 得各篩網內砂粒淨重，依序為 $W_{2.00}$ 、 $W_{1.00}$ 、 $W_{0.50}$ 、 $W_{0.25}$ 、 $W_{0.125}$ 、 $W_{0.0625}$ 。收集粒徑小於 0.0625 mm 的部分置於 1000 ml 的量筒中加水維持總體積為 1000 ml 進行沉降，並以定量吸管法進行分析(Buchanan and Kain 1971, Hsieh and Chang 1991)。沉降分三階段：

階段一：充分均勻搖晃 1000 ml 量筒使顆粒均勻分布在水中，立即以定量吸量管於液面下 20 cm 深處吸取懸浮溶液共 20 ml，以事先用 60°C 烘箱烘乾稱重 (W_{p1})、孔徑為 1.2 μm 的玻璃纖維濾紙抽氣過濾，此時所得顆粒粒徑大小介於 0.0156 至 0.0625 mm 之間。抽氣過濾後連同濾紙在 60°C 烘箱內烘乾至恆重，記錄此重量(W_1)。

階段二：充分均勻搖晃 1000 ml 量筒使顆粒均勻分布在溶液中，靜置 7 分 44 秒後，立即以定量吸量管於液面下 10 cm 深處吸取懸浮溶液共 20 ml，以事先用 60°C 烘箱烘乾稱重(W_{p2})、孔徑為 1.2 μm 的玻璃纖維濾紙抽氣過濾，此時所得顆粒粒徑大小介於 0.0039 至 0.0156 mm 之間。抽氣過濾後連同濾紙在 60°C 烘箱內烘乾至恆重，記錄此重量(W_2)。

階段三：充分均勻搖晃 1000 ml 量筒使顆粒均勻分布在溶液中，靜置 2 小時 3 分後，立即以定量吸量管於液面下 10 cm 深處吸取懸浮溶液共 20 ml，以事先用 60°C 烘箱烘乾稱重(W_{p3})、孔徑為 1.2 μm 的玻璃纖維濾紙抽氣過濾，此時所得顆粒粒徑大小介於 0.0012 至 0.0039 mm 之間。抽氣過濾後連同濾紙在 60°C 烘箱內烘乾至恆重，記錄此重量(W_3)。

計算顆粒大小介於 0.0012 至 0.0039 mm 之重量，如公式(1)：

$$(W_3 - W_{p3}) \times 50 = TW_3 ; \text{公式(1)}$$

計算顆粒大小介於 0.0039 至 0.0156 mm 之重量，如公式(2)：

$$(W_2 - W_{p2}) \times 50 - TW_3 = TW_2 ; \text{公式(2)}$$

計算顆粒大小介於 0.0156 至 0.062 mm 之重量，如公式(3)：

$$(W_1 - W_{p1}) \times 50 - TW_3 - TW_2 = TW_1 ; \text{公式(3)}$$

由上述處理方式可得各粒徑層級的重量分別為： $W_{2.00}$ 、 $W_{1.00}$ 、 $W_{0.50}$ 、 $W_{0.25}$ 、 $W_{0.125}$ 、 $W_{0.0625}$ 、 TW_1 、 TW_2 及 TW_3 ，經計算可得粉泥與黏土的百分比含量(Silt/Clay %)，如公式(4)：

$$\text{Silt/Clay \%} = \frac{(TW_1 + TW_2 + TW_3) \times 100\%}{W_{2.00} + W_{1.00} + W_{0.50} + W_{0.25} + W_{0.125} + W_{0.0625} + TW_1 + TW_2 + TW_3} ; \text{公式(4)}$$

將 2.00 至 0.0012 mm 粒徑大小，換算成 $\phi(\Phi)$ 值尺度，換算方式如公式(5)：

$$\Phi = -\log_2 \text{粒徑大小(mm)} ; \text{公式(5)}$$

依此粒徑之 $\phi(\Phi)$ 值對照各粒徑分組所佔泥樣之總重量(乾重)的累積百分比，畫出曲線圖。由圖中讀取 95%、84%、50%、16%、5% 的 $\phi(\Phi)$ 值分別記錄為 Φ_{95} 、 Φ_{84} 、 Φ_{50} 、 Φ_{16} 、 Φ_5 ，先計算粒徑中間值(Md Φ)，計算方式如公式(6)：

$$\text{Md}\Phi = \frac{\Phi_{84} + \Phi_{50} + \Phi_{16}}{3} ; \text{公式(6)}$$

再換算出下列各種表示粒徑分析的參數：

(A) 粒徑大小(grain size)：

藉由 Md Φ 可回推粒徑大小(直徑)，計算方式如公式(7)：

$$\text{grain size(mm)} = -2^{(\text{Md}\Phi)} ; \text{公式(7)}$$

計算得到的粒徑大小可對照 Folk(1966)提出的粒徑分類表(表 1-2)，得出各底土樣品之底土粒度類別。

(B) 篩選係數(Sorting coefficient, S)

篩選係數的計算方式，如公式(8)：

$$S = \frac{\Phi_{0.4} - \Phi_{14}}{4} + \frac{\Phi_{75} - \Phi_5}{6.6} ; \text{公式(8)}$$

計算得到的篩選係數可對照 Folk(1966)篩選分級表(表 1-3)，得出各底土樣品之底土篩選程度。

(2) 有機物含量

在保護區及曾文溪口以內徑3.4 cm PVC塑膠管採集表層以下約5 cm的底土沉積物，共3重複，低溫保存攜回實驗室。將底土沉積物置於已知重量(W_p)的錫箔皿上至於60°C的烘箱乾燥置恆重後，秤得底土沉積物及錫箔皿的乾重(W_{dw})。在將烘乾之底土沉積物之400°C高溫灰化4hr，等待降溫後取出秤得底土沉積物及

錫箔皿的灰化重(W_{ash})。底土有機物質含量(soil organic matter content)的計算方式，如公式(9):

$$\text{soil organic matter content(\%)} = [(W_{dw} - W_{ash}) / (W_{dw} - W_P)] \times 100\% ; \text{公式(9)}$$

4. 藻類生物量

浮游藻與附生藻生物量均以葉綠素 *a* 濃度為指標。浮游藻利用不透光的棕色瓶取表水水樣300 ml，各樣站取3重覆，置於冰箱帶回實驗室，於24小時內利用孔徑0.7 μm 的 GF/F 玻璃纖維濾紙過濾水中浮游藻類。底棲微藻則於生產量測後，用塑膠採樣管(依土質之軟硬而定)取底土表層1 cm，置於15 ml的試管中，以錫箔紙包住低溫攜回實驗室於冰箱冷凍庫中保存。

石附生藻則是於在培養後將石附生藻完全刮取下來，稀釋至固定體積並均質後，取定量均質液以 GF/F 玻璃纖維濾紙過濾後與上述其它方法所取樣本皆於24小時內利用丙酮萃取法(Parsons et al., 1984)進行葉綠素 *a* 濃度的測定。

5. 藻類生產力

藻類生產力分為浮游藻與附生藻兩部分，浮游藻生產力為採用水層以 BOD 瓶培養；附生藻生產力方面原計畫七股瀉湖以微溶氧電極量測，保護區泥灘地則以密閉罩蓋法進行量測，但因七股瀉湖的微溶氧電極法單次實驗所需耗費時間過長，難以維持原環境下實驗，因此春季以後改以壓克力密閉箱培養法。保護區則因為黑面琵鷺棲息地需長期維持有水狀態，因此無法進行密閉罩蓋法，改為壓克力管培養法。

(1) 微溶氧電極量測法(冬季)

在七股瀉湖區四個樣站，以及保護區兩個樣站，大多時間為海水覆蓋之區域，因此使用微溶氧電極(microelectrode, OX-100, UNISENSE, DENMARK)測石附生藻生產力。微溶氧電極尖端直徑只有 100 μm 的微電極(圖 1-2)，可偵測到微量的溶氧變化($1 \mu\text{mol L}^{-1}$)，並提供一個直接且快速的方法測量石附生藻生產力。Jørgensen and Revsbech (1985)首先利用微溶氧電極偵測沉積物擴散邊界

層中溶氧濃度的梯度變化，計算氧氣的產生速率。Larkum et al. (2003)也以微溶氧電極進行珊瑚礁表面石附生藻光合作用的研究。Nakano et al. (2006)使用微溶氧電極得知溪流石頭上生物膜內部流速及溶氧的變化。我們從野外採集石附生藻後，在室內以人工光源(750~850 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)照射，激發其光合作用，以微溶氧電極偵測石附生藻的擴散邊界層(diffusion boundary layer, DBL)溶氧濃度變化。自石附生藻表面開始垂直往上測量，以間距 50 μm ，偵測 20 個數值，共偵測 1000 μm 。氧氣產生速率則根據 Jørgensen and Revsbech (1985)的方法，如下列公式計算出石附生藻的氧氣產生量：

$$J = D \times \frac{\Delta[\text{O}_2]}{Z\delta}$$

其中 J 為氧氣產生速率 ($\mu\text{mol} [\text{O}_2] \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)， D 為水體中氧氣擴散常數， $\Delta[\text{O}_2]$ 為擴散邊界層中底層至表面氧氣濃度的變化量 ($\mu\text{mol L}^{-1}$)， $Z\delta$ 為擴散邊界層厚度 (μm)。

(2) BOD瓶培養法

各樣站之水層浮游藻類以BOD瓶採樣培養(圖1-3)，藉由水中溶氧變化量測生產量與呼吸速率。為了達到最大光合作用飽和光度，事先由中央氣象局天氣預報選擇豔陽高照的天氣進行實驗，每次之培養時間在10:00~14:00之間，以維持穩定光源。

(3) 壓克力管培養法

光合作用速率實驗：利用直徑7 cm、長15 cm之透明壓克力管採集水層水樣，並分別以矽膠蓋將上管口及不透光橡膠蓋將下管口密封，進行水層藻類生產量之培養；底棲微藻光合作用速率，則模擬底土不照光環境，將壓克力管下半部加上10 cm不透明的塑膠管，採樣時避免擾動底土，並剛好採土到塑膠管高度，避免因光照而產生反應與野外實際狀況有差異，最後同樣以矽膠蓋將上管口及不透光橡膠蓋將下管口密封。

呼吸速率實驗：水層藻類呼吸速率，利用直徑7 cm、長15 cm之不透明塑膠管採集水層水樣，並以不透光橡膠蓋將上下管口密封，進行水層藻類呼吸速率之培養；底棲微藻呼吸速率，則使用25 cm之不透明塑膠管，採集方式與底棲微藻合作用速率培養管相同，並以不透光橡膠蓋將上下管口密封。

培養設計：培養開始前使用溶氧電極測定儀(YSI Model 52, YSI 5905 BOD probe)測量培養管內的溶氧起始值後，將培養管分別放入啤酒提籃中固定防止培養管傾倒，並以不同光度(100%、70%、50%、30%、0%)遮光網遮光處理後，將置於啤酒提籃的培養管放入大型培養箱中(圖1-4)，以冷水降溫維持培養管的溫度，在太陽光照下進行水層與底棲生物群集生產量與呼吸速率之培養，培養時間水層培養管約2小時，底棲培養約1.5小時，培養結束後再進行溶氧結束值測量。

(4) 壓克力密閉箱培養

將七股瀉湖區各樣站所採集到有附生藻之石塊(大小差不多)，放入以透明壓克力板為材質的培養箱中(25 cm×10 cm×15 cm, 3.75 L)，再蓋上有鑽小孔之透明壓克力板及軟墊以長尾夾夾住，注入同樣站之海水，再以軟圓蓋塞住小孔，形成密閉的空間進行培養。並以不同光度(100%、70%、50%、30%、0%)遮光網進行遮光處理，每個樣站之每個光度各有3個重覆(圖1-5)。培養過程中以流動水浴法來維持培養的溫度。培養前後均以溶氧電極(YSI Model 52, YSI 5905 BOD probe)測定各培養箱中溶氧含量。培養時間約1~2小時。

6. 最大飽和總初級生產量之測量

冬季以不遮光的單蓋或BOD瓶(透光度100%)外，和透光度62%、32%、17%及0%(呼吸作用)的紗網作不同透光度處理；春季則以不同光度(100%、70%、50%、30%、0%)遮光網對透光培養管/培養箱進行遮光處理，進行培養實驗。同時參考Jassby and Platt(1976)之雙曲線正切函數曲線，求出浮游藻、底棲藻與附生藻類之光合作用與光度的關係。再以實驗所得之每小時每單位面積之總生產量(GCP)與光度相關曲線(P-I curve)求得最大飽和GCP(P_m^B)、 $1/2 P_m^B$ 時之切線斜率(α)以及 I_k (P^B 剛達飽和時的光度)推估每個樣站單位面積日生產量

(GCP)。其公式如下：

$$P^B = P_m^B \tanh(\alpha \times I \div P_m^B)$$

P^B ：每小時每單位葉綠素 a 之總初級生產量 ($\text{mg O}_2 \mu\text{g Chl } a^{-1} \text{ h}^{-1}$)

P_m^B ：最大飽和總初級生產力 ($\text{mg O}_2 \mu\text{g Chl } a^{-1} \text{ h}^{-1}$)

α ：曲線起始斜率

I ：大氣中光度 ($\mu\text{mole m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

利用 P_m^B 、 I_k 及現場測得之光度以估算日生產量，而呼吸速率的測量則包括動、植物及微生物的呼吸作用(R_a+R_h)等。

7. 統計分析

將七個樣站分為三大區域，分別是七股瀉湖區樣站(包含七股瀉湖北區、七股瀉湖中區、七股溪口、七股瀉湖南區樣站)、保護區樣站(包含保護區北區、保護區南區樣站)及曾文溪口樣站 (圖1-1)，分別以斯皮爾曼等級相關係數 (spearman's rank correlation) 檢驗各區內藻類生物量、生產量和呼吸量與環境因子、藻類生物量之間的相關性，以及檢驗保護區及曾文溪口樣站藻類生產量、呼吸量及生物量與粒徑大小、有機物質含量及粉泥含量的相關性。

利用雙因子變異數分析 (two-way ANOVA) 探討藻類生產量、呼吸量及環境因子在不同季節、地點間的差異性，若在不同季節或不同地點有顯著差異，則進一步利用Duncan's Test事後檢定探討特定季節與地點之差異。

其中，因冬季石附生藻及底棲微藻實驗方法不同，故不加入分析。

(三) 生態系食物網模式建構與分析

1. 模式趨近方式

生態系食物網模式之建構是利用加拿大溫哥華 University of British Columbia's Fishery Centre 發展的套裝軟體系統 Ecopath with Ecosim version 6.1.1 (Christensen et al. 2008)。而 Ecopath 模式最早是由 Polovina (1984a;

1984b)用來估算水生生態系不同生物類群的生物量，隨後又加入 Ulanowicz (1986)的理論生態學中 Network analysis，分析流量在食物網的傳輸方向與傳輸量。接著 Fishery Centre 又繼續發展該軟體，引進微分和差分等數學公式來描述生態系統隨著時間(Ecosim)和空間(Ecospace)的變化，各生物類群生物量的改變和營養階層間的交互作用。Ecopath 其基本假設是在某段時間內（如一年內）各生物類群的生物量在研究水域內維持均質穩定，所需輸入的參數包括各生物類群之生物量、單位生產量、單位攝食量、營養生態效率與食性組成等。如其中有參數尚不知或有實際量測困難時，可先收集或引用由其它相關研究所推算之各項參數或相關水域之文獻資料，以發展具質量平衡之食物網模式，爾後再利用野外或其他長期實測資料做直接與間接驗證。

以 Fishery Centre, UBC 所發展之 Ecopath (Christensen and Pauly 1993) 為基礎，利用所收集之各種生物群集背景資料，找出七股瀉湖與黑面琵鷺保護區保護區之主要之生物類別，再依其餌料生物組成大致分成有機碎屑、浮游藻、附生藻、螺貝類、植食性動浮、肉食性動浮、蝦蟹類、多毛類、植浮食性魚類、動浮食性魚類、碎屑底食性魚類、食魚性魚類等食性功能群；同時針對七股瀉湖之牡蠣與保護區之環文蛤和黑面琵鷺，特別加以探討。食物網模式中之各食性功能群之生物量、生產力、呼吸代謝量、攝食率、餌料生物組成等生物代謝速率，以單位面積生物量濕重($gWWm^{-2}$)為傳輸單位，參考 15 年前已建構之七股瀉湖 Ecopath 模式(Lin et al. 1999)，推算出生態系食物網中各生物類型之營養階層、呼吸量、生態效率、各種生態係數及生物傳輸路徑間之通量。將推算數值與實測值相互比較，可以找出目前在瀉湖中亟待進行之研究。同時亦可將此模式與其它瀉湖生態系如大鵬灣 Ecopath 模式(Lin et al. 2006)或 15 年前已建構之七股瀉湖 Ecopath 模式(Lin et al. 1999)作相互比較。

2. 生態系食物網模式驗證

驗證生態系食物網模式是否合理的第一步是檢視各模式中生態功能群之營養生態效率(Ecotrophic efficiency (EE))之估計值是否 <1 ，因為生物被消耗掉的部份不能超過其生產量。第二步是確認各生態功能群之總生產效率(Gross efficiency (GE) : Production/consumption)是否介於 0.1-0.3(Christensen and Pauly 1992)。最後是將模式所計算之參數值與野外實地測量值或其它沿岸瀉湖研究所得之數值作比較。比較前述各項生態系參數值在同一地區模式之歷史變

動、或不同地區前後，模式應可明瞭當七股潟湖食物網模式。

3. 食物網模式分析項目

Ecopath 生態系食物網營養模式分析，將進行包括 (a) 食物網結構，(b) 生物間能量傳輸流量，(c) 生態系相關綜合指數計算，(d) 營養階層間能量傳輸效率計算。而網絡流量分析(network analysis)，包括 (a) 系統能量傳輸流量分析，(b) 食物網能量傳輸路徑分析，(c) 林德曼(Lindeman)食物鏈與能階傳輸效率分析 (d) 綜合營養衝擊指數 (Mixed trophic impact, MTI) 與關鍵度 (Keystonness)分析。

三、結果

(一) 地景變遷

取得研究區內政部出版之地形圖與交通部運輸研究所發行之路網數值圖基本數值圖檔，並以 1994 年 1 月與 2010 年 1 月法國 SPOT 衛星影像進行變遷分析，以套疊法處理此 2 期影像變遷分析結果，獲致七股沿海地區 16 年間主要變化如下，七股鹽田與魚塢部分區域原為水域轉變為荒地，波譜反射值增加，呈現紅色調，而部分區域原為乾涸之後海水進入，波譜反射值降低，則呈現青色調(圖 1-6: S1)。網子寮、頂頭額及新浮崙等離岸沙洲朝東與朝南漂移(圖 1-6: S2, S3, S4)，網子寮沙洲北端原有 1 處潮口已填補，而於沙洲中段新增 1 處潮口。另位於頂頭額沙洲南段之防風林與沙地大幅消失(圖 1-6: S5)，黑面琵鷺動物保護區之東南與南側，原為沙地被開挖為養殖魚塢(圖 1-6: S6)，曾文溪口河床有遭洪水沖刷現象(圖 1-6: S7)，皆呈現青色調。此外，針對七股潟湖面積變化進行影像分析結果如圖 1-6，由 1994 年 1 月影像七股潟湖面積量測約為 1,300 ha，至 2010 年 1 月潟湖面積為 1,050 ha，面積減少 250 ha (19%) (圖 1-7)。

(二) 藻類生產力

1. 環境因子

- (1) 光度：四季及颱風後有效光度變化如圖 1-8。冬季最大有效光度為 $1334.72 \pm 116.57 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，春季最大有效光度為 $1651.49 \pm 66.79 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，夏季最大有效光度為 $1680.37 \pm 129.71 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，颱風後最大有效光度為 $1695.10 \pm 5.21 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，秋季最大有效光度為 $1825.20 \pm 3.08 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，
- (2) 水質：各調查樣站的海水水質測量結果如圖 1-9。海水平均水溫以夏季最高 ($29.68 \pm 0.33 \text{ }^\circ\text{C}$)，冬季最低 ($17.62 \pm 0.49 \text{ }^\circ\text{C}$)。海水平均鹽度以春季最高 ($35.05 \pm 0.59 \text{ psu}$)，颱風後(九月)最低 ($31.37 \pm 0.71 \text{ psu}$)。海水平均溶氧值以

秋季最高($7.63 \pm 0.24 \text{ mg L}^{-1}$)，颱風後(九月)最低($4.25 \pm 0.47 \text{ mg L}^{-1}$)。海水平均酸鹼值以秋季最高(8.22 ± 0.02)，春季最低(7.93 ± 0.06)。

(3) 底土：

A. 粒徑分析：底土粒徑大小在春、夏、颱風後、秋大小分析結果如圖1-10。

底土粒徑分類結果如表1-4。粒徑大小在春天時保護區北區樣站最小($0.08 \pm 0.01 \text{ mm}$)，最大則為曾文溪口樣站($0.16 \pm 0.01 \text{ mm}$)；夏季及颱風後皆為保護區南區樣站最小($0.09 \pm 0.08 \text{ mm}$)，曾文溪口樣站最大(0.19 ± 0.01 、 $0.18 \pm 0.00 \text{ mm}$)。秋季則為曾文溪口樣站最小($0.05 \pm 0.01 \text{ mm}$)，保護區北區樣站最大($0.08 \pm 0.00 \text{ mm}$)。

底質篩選係數分析結果如圖1-11，底質粒徑篩選度結果如表1-5。春季及颱風後皆以曾文溪口樣站最低($0.45 \pm 0.01 \text{ mm}$ 、 $0.42 \pm 0.02 \text{ mm}$)，保護區北區樣站最高($1.22 \pm 0.07 \text{ mm}$ 、 $1.27 \pm 0.02 \text{ mm}$)。夏季曾文溪口樣站最低($0.42 \pm 0.01 \text{ mm}$)，保護區南區樣站最高($1.28 \pm 0.01 \text{ mm}$)，秋季保護區南區樣站最低($1.30 \pm 0.09 \text{ mm}$)，曾文溪口樣站最高($1.36 \pm 0.05 \text{ mm}$)。粉泥黏土含量分析結果如圖1-12。粉泥黏土含量在春季以曾文溪口樣站最低($1.08 \pm 0.81 \%$)，保護區北區樣站最高($29.59 \pm 2.16 \%$)，夏季、颱風後皆以曾文溪口樣站最低($0.59 \pm 0.13 \%$ 、 $0.67 \pm 0.08 \%$)，保護區南區樣站最高($32.62 \pm 5.25 \%$ 、 $31.58 \pm 1.64 \%$)，秋季以保護區北區樣站最低($25.89 \pm 2.22 \%$)，曾文溪口樣站最高($46.79 \pm 7.43 \%$)。

統計分析結果顯示，粒徑大小與浮游藻的生物量、呼吸量(R)及總生產量(GCP)呈顯著正相關，與底棲微藻的生物量、呼吸量(R)及總生產量(GCP)呈顯著負相關。粉泥黏土含量與底棲微藻的生物量、呼吸量(R)及總生產量(GCP)呈顯著正相關，與浮游藻的生物量、呼吸量(R)及總生產量(GCP)呈顯著負相關(表 1-9)。

B. 有機物質含量：有機物質含量在春、夏、颱風後、秋大小分析結果如圖1-13。在春、夏季皆為曾文溪口樣站最低($0.52 \pm 0.04 \%$ 、 $0.54 \pm 0.07 \%$)，

保護區北區樣站最高($0.86\pm 0.05\%$ 、 $0.77\pm 0.01\%$)，颱風後及秋季皆曾文溪口樣站最低($0.54\pm 0.02\%$ 、 $0.75\pm 0.11\%$)，保護區南區樣站最高($0.98\pm 0.05\%$ 、 $1.08\pm 0.07\%$)。統計分析結果顯示，有機物質含量與底棲微藻呼吸量(R)呈顯著正相關，與浮游藻淨生產量(NCP)呈顯著負相關(表 1-9)。

2. 生物因子

(1) 藻類生物量

A. 浮游藻生物量

浮游藻生物量以葉綠素a濃度顯示。如圖1-14。在季節與樣站間均有顯著差異(表1-13)。冬季以七股瀉湖北區樣站最低($0.05\pm 0.00\text{ mg m}^{-3}$)，曾文溪口樣站最高($0.38\pm 0.01\text{ mg m}^{-3}$)。春季以七股溪口樣站最低($0.11\pm 0.01\text{ mg m}^{-3}$)，曾文溪口樣站最高($9.23\pm 0.19\text{ mg m}^{-3}$)。夏季以七股瀉湖南區樣站最低($1.12\pm 0.06\text{ mg m}^{-3}$)，七股溪口樣站最高($10.42\pm 0.07\text{ mg m}^{-3}$)。颱風後以七股瀉湖北區樣站最低($0.60\pm 0.074\text{ mg m}^{-3}$)，曾文溪口樣站最高($11.06\pm 3.11\text{ mg m}^{-3}$)。秋季以七股瀉湖北區樣站最低($0.57\pm 0.04\text{ mg m}^{-3}$)，以七股溪口最高($3.30\pm 0.20\text{ mg m}^{-3}$)。

統計分析結果顯示，七股瀉湖區浮游藻生物量與溫度、酸鹼度、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)及正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)呈顯著正相關，與鹽度、亞硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-6, 1-10)。保護區浮游藻生物量與硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-11)。

B. 底棲微藻及石附生藻生物量

底棲微藻及石附生藻生物量以葉綠素 a 濃度顯示，因冬季實驗方式與春季之後不同，故冬季資料與春季後資料分開表示，冬季如圖 1-15，春季後如圖 1-16。在季節與樣站間均有顯著差異(表 1-13)。冬季以七股瀉湖南區最低(1.28 mg m^{-2})，以七股溪口最高(6.55 mg m^{-2})。春季以曾文溪口樣站最低($1.34\pm 0.09\text{ mg m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($98.07\pm 5.91\text{ mg m}^{-2}$)。夏季以曾文溪口樣站最低($1.28\pm 0.15\text{ mg m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($94.20\pm 9.89\text{ mg m}^{-2}$)。颱風後以曾

文溪口樣站最低($1.84\pm 0.21 \text{ mg m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($67.50\pm 6.46 \text{ mg m}^{-2}$)。秋季以曾文溪口樣站最低($0.92\pm 0.20 \text{ mg m}^{-2}$)，七股瀉湖北區樣站最高($78.04\pm 6.38 \text{ mg m}^{-2}$)。統計分析結果顯示，七股瀉湖樣站的石附生藻生物量與鹽度、溶氧值及酸鹼度呈顯著正相關，與溫度、正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)及矽酸鹽(SiO_2)呈顯著負相關(表 1-6,1-10)。保護區樣站的底棲微藻生物量與正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)為顯著正相關(表 1-11)。曾文溪口樣站的底棲微藻生物量與溶氧值(表 1-8)、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)及硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-12)。

(2) 藻類生產量

A. 浮游藻單位體積生產量

a. 浮游藻淨生產量

淨生產量(net community productivity, NCP)測量結果如圖1-17，在季節與樣站間均有顯著差異(表1-13)。冬季以七股瀉湖南區樣站最低($-20.92\pm 2.65 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，曾文溪口樣站最高($78.18\pm 5.07 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。春季以七股瀉湖北區最低($-107.62\pm 1.83 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖南區最高($59.90\pm 6.61 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。夏季以曾文溪口最低($-25.46\pm 12.52 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股溪口最高($194.35\pm 8.75 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。颱風後以七股瀉湖中區最低($-16.42\pm 3.14 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，曾文溪口最高($188.94\pm 40.21 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。秋季以七股瀉湖南區最低($-64.78\pm 4.89 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，保護區南區最高($-9.06\pm 7.78 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。

b. 浮游藻呼吸量

呼吸量(respiration, R)測量結果如圖1-18，在季節與樣站間均有顯著差異(表1-13)。冬季以曾文溪口樣站最低($13.42\pm 3.06 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股溪口樣站最高($52.97\pm 1.86 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。春季以七股瀉湖南區最低($-16.52\pm 31.53 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖北區最高($162.36\pm 1.96 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。夏季以保護區北區最低($-7.88\pm 36.15 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖北區最高($49.92\pm 0.54 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。颱風後以保護區南區最低($-20.19\pm 18.00 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，曾

文溪口最高($26.99 \pm 1.40 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。秋季以保護區南區最低($-25.26 \pm 19.06 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖北區最高($56.64 \pm 4.05 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。

c. 浮游藻總生產量

總生產量(gross community productivity ,GCP)測量結果如圖1-19，在季節與樣站間均有顯著差異(表1-13)。其中若總生產量(GCP)值小於0，則視為0。冬季以七股瀉湖南區樣站最低($4.58 \pm 2.83 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，曾文溪口樣站最高($91.59 \pm 5.87 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。春季以保護區北區最低($10.95 \pm 7.38 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖北區最高($58.39 \pm 2.59 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。夏季以保護區北區最低(小於 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$ ，視為 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，七股瀉湖北區最高($68.96 \pm 4.55 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。颱風後以七股瀉湖中區最低(小於 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$ ，視為 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)，曾文溪口最高($215.93 \pm 39.11 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。秋季總生產量(GCP)皆過小(小於 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$ ，視為 $0 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-3}$)。

d. 統計分析

七股瀉湖區浮游藻淨生產量(NCP)與浮游藻生物量、溫度、正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)呈顯著正相關，與底棲微藻生物量、溶氧值、酸鹼度、硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)為顯著負相關(表 1-6,1-10)。保護區浮游藻淨生產量(NCP)與矽酸鹽(SiO_2)呈顯著正相關，與底棲微藻生物量、溶氧值及酸鹼度呈顯著負相關(表 1-7,1-11)。曾文溪口樣站浮游藻淨生產量(NCP)與底棲微藻生物量呈顯著正相關，與氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)及硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-8,1-12)。七股瀉湖區呼吸量(R)與溶氧值呈顯著正相關(表 1-6)。保護區呼吸量(R)與鹽度及溶氧值呈顯著正相關，與浮游藻生物量、溫度、酸鹼度、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-7,1-11)。曾文溪口呼吸量(R)與浮游藻生物量呈顯著正相關，與亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)及正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)呈顯著負相關(表 1-8,1-12)。七股瀉湖區浮游藻總生產量(GCP)與溶氧值、酸鹼度、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-6,1-10)。保護區浮游藻總

生產量(GCP)與鹽度、矽酸鹽(SiO_2)呈顯著正相關，與浮游藻生物量、底棲藻生物量、酸鹼度、氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-7,1-11)。曾文溪口樣站浮游藻總生產量(GCP)與底棲微藻生物量呈顯著正相關，與氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-8,1-12)。

B. 石附生藻及底棲微藻單位面積生產量

因冬季實驗方法與其他季節不同，故分開呈現，不併入季節比較。

a. 冬季資料:

微溶氧法測量石附生藻淨生產量測量結果如圖1-20。以七股瀉湖北區樣站最低($7.79 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，七股瀉湖南區樣站最高($156.89 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。呼吸量(R)測量結果如圖1-21。以保護區南區樣站最低($1.93 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，七股瀉湖南區樣站最高($17.65 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。總生產量(GCP)測量結果如圖1-22。以七股瀉湖北區樣站最低($14.01 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，七股瀉湖南區樣站最高($174.54 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。

b. 春季之後資料:

底棲微藻及石附生藻淨生產量(NCP)測量結果如圖1-23，在樣站間均有顯著差異(表1-13)。春季以七股溪口樣站最低($2.37 \pm 0.74 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($38.41 \pm 11.18 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。夏季以七股溪口樣站最低($-1.52 \pm 0.40 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($32.92 \pm 5.23 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。颱風後以七股溪口樣站最低($0.55 \pm 0.04 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($53.91 \pm 10.77 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。秋季以曾文溪口樣站最低($-3.63 \pm 0.68 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($26.23 \pm 9.89 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。

呼吸量(R)測量結果如圖1-24，在季節與樣站間均有顯著差異(表1-13)。春季以七股瀉湖北區樣站最低($-1.16 \pm 0.19 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($19.31 \pm 0.38 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。夏季以曾文溪口樣站最低($-6.62 \pm 2.46 \text{ mg [O}_2\text{] h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($17.16 \pm 5.55 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。颱風後以七股瀉湖南區樣站最低($0.02 \pm 0.01 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高(15.56 ± 1.91)

$\text{mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。秋季以七股潟湖中區樣站最低($-0.14 \pm 0.05 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($24.71 \pm 1.91 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。

總生產量(GCP)測量結果如圖 1-25，在季節與樣站間均有顯著差異(表 1-13)。若總生產量(GCP)值小於0，則視為0。春季以七股溪口樣站最低($2.83 \pm 0.74 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區北區樣站最高($184.32 \pm 34.99 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。夏季以七股溪口樣站最低($0.20 \pm 0.40 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($40.15 \pm 5.58 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，颱風後以七股溪口樣站最低($0.58 \pm 0.04 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。保護區南區樣站最高($69.46 \pm 11.64 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，秋季以七股潟湖南區樣站最低($6.42 \pm 0.42 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)，保護區南區樣站最高($43.18 \pm 6.23 \text{ mg C h}^{-1} \text{ m}^{-2}$)。

c. 統計分析

在相關分析的結果，七股潟湖區石附生藻淨生產量(NCP)與石附生藻生物量、溶氧值及酸鹼度呈顯著正相關，與正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)呈顯著負相關(表 1-6, 1-10)。曾文溪口底棲微藻淨生產量(NCP)與亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-12)。七股潟湖區石附生藻呼吸量(R)與氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$)及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著負相關(表 1-10)。保護區底棲微藻呼吸量(R)與鹽度、溶氧值為顯著正相關，與浮游藻生物量、溫度呈顯著負相關(表 1-7)。曾文溪口底棲微藻呼吸量(R)與鹽度、溶氧值及亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)呈顯著正相關，與溫度呈顯著負相關(表 1-8, 1-12)。七股潟湖區石附生藻總生產量(GCP)與酸鹼度呈顯著正相關，與正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)呈顯著負相關(表 1-6, 1-10)。

C. 全年總生產量

因冬季附生藻類生產力實驗方法與其他季節不同，無法合併使用，故以春季資料取代冬季資料，進行生產量計算；而秋季浮游藻生產量資料過低，判斷可能有其他因子影響，為滿足建構模式需求，故以夏季資料取代秋季資料進行生產量計算。

a. 浮游藻全年總生產量

各樣站浮游藻全年總生產量如圖1-26、1-27。以七股瀉湖南區樣站最低($127.57 \text{ g C m}^{-3} \text{ yr}^{-1}$)，曾文溪口樣站最高($124859.46 \text{ g C m}^{-3} \text{ yr}^{-1}$)。七股瀉湖浮游藻年總生產量為 $339.64 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，保護區浮游藻年總生產量(GCP)為 $20430.76 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。

b. 底棲微藻及石附生藻全年總生產量

各樣站底棲微藻及石附生藻全年總生產量如圖1-28。以曾文溪口樣站最低($51.68 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$)，七股瀉湖中區樣站最高($802.79 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$)。七股瀉湖石附生藻年總生產量(GCP)為 $563.04 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，保護區底棲微藻年總生產量(GCP)為 $230.89 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。

(三) 生態模式建構

1. 七股瀉湖食物網模式

七股瀉湖食物網模式主要包括 13 個生態功能群，營養階層由低至高分別為：有機碎屑(detritus)、浮游藻(phytoplankton)、附生藻(periphyton)、植食性動浮(herbivorous zooplankton)、植浮食性魚類(herbivorous fish)、牡蠣(oyster)、多毛類(polychaetes)、蝦類(shrimp)、肉食性動浮(carnivorous zooplankton)、動浮食性魚類(zooplanktivorous fish)、螃蟹(crab)、碎屑底食性魚類(benthic feeding fish)與食魚性魚類(piscivorous fish) (圖 1-29；表 1-14)。其中，浮游藻與附生藻之生物量由本子計畫之藻類生產力研究資料換算所得，分別為 0.8 、 $1.5 \text{ (gWWm}^{-2}\text{)}$ ；而附生藻生產力經換算為 $6936.3/\text{year}$ ；牡蠣生物量數據由子計畫四提供，牡蠣去殼後單位濕重為 $240.8 \text{ (gWWm}^{-2}\text{)}$ ；牡蠣漁獲則參考漁業統計資料，以台南縣 2010 養殖牡蠣年漁獲量 2889 公噸估算，假設其全部來自七股瀉湖區，則該年度當地每平方公尺漁獲量約為 $224 \text{ (g WWm}^{-2} \text{ year}^{-1}\text{)}$ (圖 1-30)。各生態功能群之間之營養關係與食性組成見表 1-15。

模式經推導估算後，求得七股潟湖各生態功能群之營養代謝參數估計值(表 1-16)。各功能群單位生物量由大到小依序為：碎屑、植食性動浮、肉食性動浮、牡蠣、碎屑底食性魚類、植浮食性魚類、蝦類、多毛類、食魚性魚類、動浮食性魚類、螃蟹類、附生藻與浮游藻(圖 1-29；表 1-14)。各生物類群之營養生態效率(EE)均小於 1，但牡蠣之總生產效率(GE)為 0.04，低於模式之建議值(0.1-0.3)，且所有的魚類消費者之總生產效率均高於模式之建議值範圍(表 1-16)。

跨營養階層之能量流動與傳輸效率可由林德曼(Lindeman)食物鏈來看(圖 1-31)。在七股潟湖生態系中，有機碎屑對初階(II)消費者之能流貢獻約為生產者的 1.2 倍，且由初階(II)消費者流出的生物量有超過 2/3 流回有機碎屑，只有約不到 1/3 傳輸到次階(III)消費者；跨階傳輸效率(TE)也是在(II)與(III)之間最低，顯示大部分有機物質均在碎屑食物鏈中流動；漁業產出中有 7 成為初級消費者，主要為牡蠣與植食性魚類。

綜合營養衝擊(mixed trophic impact, MTI)可用來代表食物網模式中各功能群透過營養連結對其它功能群的交互影響。在七股潟湖模式中，分析各類群之綜合營養衝擊指數，發現碎屑底食性魚類對蝦、蟹類的負向影響較大，對多毛類則有較正向之影響(圖 1-32)；亦即當碎屑底食性魚類數量增加時，因捕食作用使蝦、蟹類族群減少，進而透過食物網的遞延效應(cascading effect)，讓蝦、蟹類主要餌料生物之一的多毛類數量增加。綜合營養衝擊分析也指出漁獲(catch)對食魚性魚類、碎屑底食性魚類、植浮食性魚類的捕撈，同樣可能透過遞延效應減緩魚類對蝦、蟹類的捕食壓力。同時考量食物網模式中各生態功能群對系統整體之關鍵度指數(keystone index)與相對衝擊指數(relative total impact)發現，漁獲捕撈、非生物碎屑與生物性的食魚性魚類和碎屑底食性魚類等生態功能群，對七股潟湖系統整體相對關鍵影響程度較高；反之，動浮食性魚類對系統影響相對較低；而模式中最高階食魚性魚類與牡蠣(主要漁獲種類)對系統的影響居中(圖 1-33)。

以七股潟湖食物網模式中，各生態功能群之營養生態效率(EE)上限值 1 作為指標，在牡蠣的漁獲量不變的前提下，模擬潟湖其它漁獲物種之漁獲承載量。模擬結果發現，等比例增加 5% 漁獲量至現今漁獲量的 105% 時，食魚性魚類、碎屑底食性魚類、植浮食性魚類與動浮食性魚類之營養生態效率已接近上限值 1；若等比例增加 10% 漁獲量至現今漁獲量的 110% 時，食魚性魚類、碎屑底食性魚類與植浮食性魚類之營養生態效率即已超過上限值 1；但對蝦、蟹類而言，其營養生態效率一直到漁獲量為現今量的 150% 時，才趨近上限值 1(圖 1-34)。模擬結果顯示就食物網模式而言，七股潟湖目前的魚類漁獲量已接近其系統承載量。

2. 黑面琵鷺保護區模式

黑面琵鷺保護區食物網模式包括 15 個生態功能群，營養階層由低至高分別為：有機碎屑(detritus)、浮游藻(phytoplankton)、底棲藻(benthic algae)、植食性動浮(herbivorous zooplankton)、其他螺貝類(sea snail)、植浮食性魚類(herbivorous fish)、多毛類(polychaetes)、環文蛤(clam)、蝦類(shrimp)、肉食性動浮(carnivorous zooplankton)、螃蟹(crab)、碎屑底食性魚類(benthic feeding fish)、動浮食性魚類(zooplanktivorous fish)、食魚性魚類(piscivorous fish)與黑面琵鷺(blackfaced spoonbill) (圖 1-35；表 1-17)。其中，碎屑生物量分別由本計畫之底質資料與子計畫二之有機懸浮物質資料求得，為 448.95 (gWWm⁻²)。浮游藻與附生藻之生物量由本子計畫之藻類生產力研究資料換算所得，分別為 0.5、3.0 (gWWm⁻²)；而浮游藻生產力經換算為 41664.9/year；其他螺貝類生物量數據由子計畫四提供，主要是依據黑面琵鷺保護區內優勢之鐵尖海蜷(*Cerithidea djadjariensis*)生物量估算而來，去殼後的單位濕重為 418.17 (gWWm⁻²)；環文蛤生物量數據也由子計畫四提供，是以穿越線調查法求得去殼後單位面積濕重為 85.02 (gWWm⁻²)，而環文蛤漁獲量同樣依據子計畫四於五月至九月間在保護區抽樣調查當地居民之環文蛤撿拾量，換算而得。以保護區面積約 300 公頃，年度開放撿拾期間(五月至九月)總漁獲量 8077 公斤估算，每平方公尺產量約為

2.70 (g WWm⁻² year⁻¹)，漁獲死亡率估算約為 0.03，相較七股潟湖之漁獲種類，其漁獲壓力並不高。黑面琵鷺之生產力與呼吸代謝量參考大型遷徙性候鳥資料，其食性組成則依據翁(2007)之研究，以魚類占九成五以上為參考，再依據保護區魚種組成比例加以調整。模式中各生態功能群之間的營養關係與食性組成見表 1-18。

模式經推導估算後，求得黑面琵鷺保護區各生態功能群之營養代謝參數估計值 (表 1-19)。各功能群單位生物量由大到小依序為：碎屑、其他螺貝類、環文蛤、植食性動浮、底棲藻、浮游藻、黑面琵鷺、肉食性動浮、碎屑底食性魚類、食魚性魚類、植浮食性魚類、蝦類、動浮食性魚類、多毛類與螃蟹類(圖 1-34；表 1-17)。各生物類群之營養生態效率(EE)均小於 1；但肉食性動浮與蝦類之總生產效率(GE)略低於模式之建議值下限 0.1，而除植浮食性魚類外，所有的魚類消費者與黑面琵鷺之總生產效率略高於模式之建議值範圍(0.1-0.3)(表 1-19)。

由黑面琵鷺保護區生態模式可求得黑面琵鷺單位面積生物量估計值為 0.39 (gWWm⁻²)；若以每隻成年黑面琵鷺重量約介於 1500~2000g 之間，可換算出每隻黑面琵鷺在保護區所需之覓食面積約介於 0.38~0.51 公頃，以保護區約 300 公頃來看，棲地承載量約介於 585~780 隻。然而，黑面琵鷺之覓食範圍並不限於保護區內(Liu, 2006)，若假設保護區內只占黑面琵鷺食物來源的一半，則純粹以能量提供的角色來看，保護區承載量可達 1170~1560 隻黑面琵鷺。

另外，王與胡(1995)曾於台北木柵動物園中人工飼養與黑面琵鷺體型相仿之白琵鷺，並估計每隻白琵鷺每日需攝食約 300g 餌料。假設黑面琵鷺在渡冬區域每隻、每日所需餌料生物重量也為 300g，則可將黑面琵鷺攝食視為模式中的漁獲捕撈，將其餌料項目視為漁獲項目，用來模擬保護區中的黑面琵鷺承載量。以黑面琵鷺渡冬停留期九個月計算，每隻黑面琵鷺每年每單位面積所捕捉之攝食漁獲量為 0.0078 (gWWm⁻²year⁻¹)。透過模式模擬黑面琵鷺隻數量，可得到其攝食

量與保護區內餌料生物生物量之關係(圖 1-36)。假設黑面琵鷺所有的食物來源均來自保護區，以保護區內本年度本計畫所調查到的所有餌料生物生物量平均約為 $3.3 \text{ (gWWm}^{-2}\text{)}$ 來看，可估算出保護區內的承載量約為 346 隻。若以 2010 年 1 月黑面琵鷺普查所得之黑面琵鷺個體數 1280 隻回推，則可估算出保護區內所提供餌料最多不會超出黑面琵鷺全部食物來源的 27%。

四、討論

(一) 地景變遷

由衛星影像變遷分析結果顯示，七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，殆與沙源補充、沿岸流、波浪及東北季風等因子有關，造成海岸嚴重侵蝕。另外，曾文溪口應是受莫拉克颱風帶來豪雨，造成河床多處有沖刷現象，原為沙地或旱作地轉變為水域。

七股潟湖邊界之界定，東側與南側可明確以堤防為界，西側為離岸沙洲較不易界定，一般應以滿潮時水體所覆蓋區域為界，惟配合滿潮潮位之清晰影像攝取不易，且當初考量以能見到離岸沙洲之完整地形與植被之定量，故挑選低潮位影像，遂以通常不為水體所浸潤，而於影像上呈現亮色調之乾燥沙地為界。

(二) 藻類生產力

1. 影響藻類生產量的主要因子

生產量受到許多因子影響，包括葉綠素 a 濃度、溫度、鹽度、酸鹼度等。這次研究選定的七個樣站，依其地理位置及環境特性，大致可分為四區討論，分別為人工管制水流進出而較穩定的保護區北區及保護區南區樣站、最南邊河流出口附近的曾文溪口樣站、七股潟湖內北、中、南區樣站及雖然在七股潟湖內，但位處河口附近，所以水質條件(圖 1-9)較其他潟湖內樣站不同的七股溪口樣站。

因颱風後將在下一節獨立討論，故單純觀察生物量四季的變動可以發現在七股潟湖區，浮游藻生物量大多在夏季有最高的值，而其中又以七股溪口樣站最明顯，比較子計畫2所提供之營養鹽資料，發現在夏季時，七股溪口樣站的正磷酸鹽磷(PO_4-P)及矽酸鹽(SiO_2)濃度明顯高於其他七股潟湖區樣站，相關分析也顯示七股潟湖區的浮游藻總生產量(GCP)與氨氮(NH_3-N)、硝酸態氮(NO_3-N)、亞硝酸態氮(NO_2-N)為顯著負相關，浮游藻淨生產量(NCP)與硝酸態

氮($\text{NO}_3\text{-N}$)、亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$)為顯著負相關，但與正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)為顯著正相關，因此七股瀉湖區水體的營養鹽對浮游藻而言是較缺乏正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$) (表1-10)，推測從溪流帶來的正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$)是七股溪口在夏季有較高浮游藻生物量的原因。而曾文溪口樣站在春季的高浮游藻生物量，正好符合浮游藻在河口春季生長旺盛之特性。除了樣站間的差異外，七股瀉湖區樣站總生產力明顯高於保護區樣站，推論水深是一重要因素，保護區平均深度為20~30 cm，這種情況造成浮游藻及底棲藻分層不明顯，且容易受輕微擾動所影響，相較之下，七股瀉湖平均水深大概為1 m，使得受干擾情況較少。另外，底質粉泥黏土含量高的保護區，因為水深較淺(約 30 cm)底泥容易受到擾動，影響透光度，使得底棲微藻的生產量低於七股瀉湖區的石附生藻的生產量。底質因子與生產量的相關分析，發現粒徑大小與浮游藻生物因子有顯著正相關，與底棲微藻生物因子呈顯著負相關；粉泥含量與浮游藻生物因子呈顯著負相關，與底棲微藻生物因子呈顯著正相關，此兩者呈現相反的趨勢，推測也是因為水深較淺，使得浮游藻及底棲微藻互相影響較大(表 1-9)。

相較於其他樣站，曾文溪口樣站在底棲微藻生物量方面明顯低於其他樣站(圖 1-16)，粒徑大的沙質底質及最直接受到潮汐、海浪物理影響的地點皆為產生此現象原因(表 1-9)。另外，七股瀉湖、曾文溪口樣站浮游藻生產量及呼吸量與營養鹽呈顯著負相關(表 1-10,1-12)，推論原因為七股瀉湖及曾文溪口擁有陸源輸入人為汙水，人為汙水除了提供大量營養物質外，可能也帶有抑制藻類生長物質，進而抑制了生產量及呼吸量。而保護區北、南區樣站雖然同處保護區，但因為人為控制的水閘門在保護區北方，使得保護區北區樣站水深穩定，兩者相較之下，保護區南區樣站有比較明顯的水深改變，導致兩者底棲微藻生物量的差別。

依相關分析結果，七股瀉湖區浮游藻淨生產量(NCP)與溫度有顯著正相關(表 1-6)，而保護區及曾文溪口樣站則沒有這種現象，這也產生了在夏季區域性的差異。保護區及曾文溪口的底棲微藻及石附生藻總生產量(GCP)高於七股瀉湖區樣

站(圖 1-25)，推論是因底質不同，使得七股潟湖區樣站主要以石附生藻為主，而保護區及曾文溪口樣站以底棲微藻為主，因此產生差異性。

各樣站的全年總生產量與其生物量高低有相同的趨勢，推測年總生產量受到生物量直接影響。

2. 颱風後產生的影響

颱風對於環境的影響，主要分為兩點，降雨及風，降雨又會造成河水流量的改變，使得攜帶物質的性質跟數量產生變化，而風會改變溫度、水層的流動一些環境因子。在雙因子變異數分析(two-way ANOVA)中 Duncan's Test 事後檢定可以發現，若以夏季假設為颱風前，颱風後只有在浮游藻、底棲微藻及石附生藻生物量與浮游藻總生產量(GCP)與颱風前產生顯著差異性，雖然颱風後對秋季也有許多顯著差異，但秋季實驗日期與颱風後實驗時間差距大(大約一個月)，因此對秋季的差異，推測為季節變化。這分析結果可以說明，颱風只對浮游藻、底棲微藻及石附生藻的生物量有較大影響，對藻類的生產量及呼吸量較沒有影響。

3. 與歷史資料比較

參考 Lin *et al.*(1999)在七股潟湖進行藻類生物量及淨生產量的研究，將其得到的結果經過計算，與今年度七股潟湖區的實驗結果比較發現，浮游藻生物量及淨生產量今年度相較於十五年前明顯下降；石附生藻生物量下降，但淨生產量上升。(表 1-20)

另外，以民國 86、87 年曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究(LOICZ)研究結果比較七股潟湖浮游藻的生物量(表 1-21)及總生產量(表 1-22)，大致上，今年度四季浮游藻生產量相較於民國 86、87 年得到的結果都有明顯的降低。而藻類生物量與民國 86 年得到的結果相比則是除了夏季以外，其他季節皆有明顯下降。

Lin *et al.*(1999)及曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究浮游藻生物量及生產量實驗方式與這次實驗相同，推論是蚵架的增設，導致浮游藻被蚵濾食量增加，因此生物量及生產量大幅下降，但這需要與其他子計畫橫向討論才能得到較

正確的原因。而石附生藻則推論有可能是因實驗方法不同，所造成估算的誤差。

(三) 生態模式建構

1. 生態系模式建構

整合台江地區濕地生態系中初級生產力和相關重要生物類群資料，本研究分別建立了七股瀉湖與黑面琵鷺保護區之食物網模式。模式建構所需之參數，除參考前人文獻外，也同時採用現地測量數據。然而，因五次採樣時間僅橫跨八個月，所得資料尚無法完全代表季節變動，因此將各次採樣數據取平均值，並建構以年為時間單位之模式；日後若有跨年度長期之生態監測資料，當可建立解析度更高之模式，已充分瞭解台江地區濕地生態系食物網之時空與季節動態。

由食物網模式所估算出的生態營養代謝參數估計值與參考建議值大致相符；但七股瀉湖區牡蠣的總生產效率 0.04 較參考建議值為低，與兩個模式中各種魚類或較高階的消費者其總生產效率均較參考建議值為高，原因有待進一步釐清。而由模式所推估之各生物類群之生物量，後續應持續與調查所得數據進行比對，並對模式本身的參數作進一步的修正。

2. 牡蠣、環文蛤等漁獲物種漁獲量與黑面琵鷺承載量評估

本研究首次嘗試將台江地區特殊之生態資源，七股瀉湖之牡蠣產業、保護區之黑面琵鷺承載量與環文蛤撿拾漁獲量之納入食物網模式當中。就七股瀉湖之牡蠣養殖產業而言，現今 2011 年調查之單位面積生物量為 $240.8 \text{ (g WW m}^{-2}\text{)}$ ，較 1997 年之生物量 $387 \text{ (g WW m}^{-2}\text{)}$ 為低，但兩年度間牡蠣單位漁獲量大致相仿(分別每年為 233 與 $224 \text{ (g WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}\text{)}$)。然而過去這 15 年間，養殖牡蠣隻漁獲量波動相當大(圖 1-30)，未來如何進一步結合牡蠣體型分布與更詳細之漁獲收成資料之模式，進行跨年度的時序與族群動態模擬，將有助於進一步釐清牡蠣養殖產業在七股瀉湖生態系中的功能角色。

本研究同時嘗試模擬瀉湖區除牡蠣之外的其它漁獲物種之漁獲承載量，發現就模擬而言，七股瀉湖目前的各功能群魚類之漁獲量均已接近其系統承載量，不

宜再增加(圖 1-34)。綜合營養衝擊分析也顯示，漁獲捕撈是目前七股潟湖生態系中對其它生物類群影響最大、最為關鍵的部分(圖 1-32，1-33)。

在黑面琵鷺保護區所開放的環文蛤撿拾漁獲量部分，以環文蛤漁獲死亡率為 0.03，相較於七股潟湖區的牡蠣與魚類而言，目前較無資源過度利用的證據，不過應持續監測並按目前方式進行適當管制，未來也應加強環文蛤族群生物學之研究，並將其整合入保護區的生態模式中。

同時，由黑面琵鷺保護區之模式推估出當地之食物量應可支持約 585~780 隻黑面琵鷺，若納入周遭魚塭之食物來源，保護區內應可承載量更多數量的黑面琵鷺。另外，若將黑面琵鷺視為模式中的漁獲捕撈者，將其餌料項目視為漁獲項目，用來模擬保護區中的黑面琵鷺承載量，其結果可得知本年度保護區內的餌料生物生物量大約可承載 346 隻黑面琵鷺。對照去年黑面琵鷺普查個體數 1280，推論保護區內可提供餌料應占黑面琵鷺全部食物來源的 3 成以下。

3. 與過去的七股潟湖模式比較

除建構新模式之外，本研究也嘗試比較現今七股潟湖與 15 年前之七股潟湖模式生態系所估算的各項生態系食物網系統指標(表 1-23)。與過去七股潟湖模式相較，潟湖中的初級生產者生物量明顯下降；生態系之淨初級生產力(Net primary production (NPP))上升，但總生物量(Total living biomass)下降，牡蠣年生產量(Oyster annual yield)略微降低，總效能(Gross efficiency (catch/NPP))下降，平均食物鏈長度(Finn's mean trophic path)縮短。參酌整合計畫中其他子計畫之生物與環境因子歷史比較，推測可能是因為現今的水體營養鹽濃度與有機沉積物增加，造成初級生產力上升，但同時呼吸作用也上升，大量消耗水體中氧氣，使浮游動、植物的生物量下降，進而降低各生物類群生物量與系統總生物量；然而此推論仍有待未來更多的實地調查證據與後續生態模式的模擬與驗證。

五、結論與建議

(一) 結論

在地景變遷方面，由影像變遷分析顯示七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸嚴重侵蝕，尤其是七股西堤堤防西側之防風林面積不斷地縮減，甚至可能完全消失，亟需積極進行各種固堤與護沙措施。

七股瀉湖、保護區及曾文溪口，各個區域有不同的生物因子特性，而七股溪口與曾文溪口有很大的程度接受陸源營養影響。保護區樣站，因人為水閘門的設置，形成受人為影響最大但水深較穩定的環境狀態。區域性的生物因子特性，與潮汐、溫度、水深、粒徑等環境因子有很大的關聯，也造成不同地區全年生產量的差異。水域較封閉的七股瀉湖與保護區浮游藻生物量受溫度的影響；而七股瀉湖的浮游藻總生產量(GCP)與淨生產量(NCP)會受到營養鹽的影響。七股瀉湖因有牡蠣養殖的關係，因此浮游藻的生產量低於保護區。底質粉泥黏土含量高的保護區，因為水層較淺底泥易受到擾動，影響透光度，使得底棲微藻的生產量低於七股瀉湖區的石附生藻。

颱風侵襲常對沿岸濕地生態系造成許多的影響，本研究發現雖然颱風對生物量有顯著影響，但對生產量沒有明顯影響。而與十五年前的比較得知七股瀉湖區浮游藻及石附生藻生物量及生產量有明顯的改變，但需要更多的資料以及研究才能了解改變的原因。

透過資料的整合，建立了七股瀉湖與黑面琵鷺保護區之食物網模式；未來希望能持續進行各生物類群之實地調查，以驗證模式的預測效力。本研究並首次將台江地區有特殊之生態資源，牡蠣養殖業、捕撈漁業、環文蛤檢拾漁獲量與黑面琵鷺承載量之納入食物網模式當中，評估目前漁獲資源利用之情況。並以模式推導出黑面琵鷺保護區內，黑面琵鷺承載量約為 585~780 隻，若納入周遭魚塭之食物來源，應可承載量更多數量的黑面琵鷺；也透過模式推論保護區內可提供餌料生物量，可能占黑面琵鷺全部食物來源的 3 成以下。

比較現今七股潟湖與 15 年前之七股潟湖模式生態系所估算的各項生態系食物網系統指標發現，潟湖中的初級生產者生物量明顯下降；生態系之淨初級生產力上升，但總生物量下降，總效能下降，平均食物鏈長度略為縮短。

(二) 建議

建議一：立即可行建議

主辦機關：台江國家公園管理處

1. 由地景變遷分析可得知，七股沿海離岸沙洲有朝東南方向漂移趨勢，海岸侵蝕；七股西堤堤防西側防風林面積縮減，亟需積極進行各種固堤與護沙措施。
2. 藻類為此區域內食物網初級生產量主要來源，應維持在水質的適當穩定，避免因水質惡化，進而影響區域內藻類的生物量與生產量，進而影響食物中消費者物種、漁獲與黑面琵鷺的承載量。
3. 維持目前黑面琵鷺保護區內之環文蛤採拾管制與管理措施，並持續對保護區之螺貝類資源進行監測。牡蠣與環文蛤部分應加強收集七股牡蠣漁業資料，配合生物學與食物網的研究，可用漁業生態模式來進行進一步的模擬。
4. 持續調查、比對七股潟湖與黑面琵鷺保護區之食物網模式所推估之各生物類群之生物量與實地調查值，以驗證模式的預測效力，適時修正經營管理策略。

建議二：中長期建議

主辦機關：台江國家公園管理處

1. 中長期部分，增設長期觀測計畫，獲得季節與長期變遷資料，以建構動態之模式與進行生態系經營管理策略之模式模擬。
2. 長期監測的項目與頻度：在無重大的開發或環境干擾情形下，建議地景變遷可每五年收集一次衛星影像圖進行分析；初級生產力部分應配合水質監測，於每年、每季至少調查一次，以確實掌握季節與年度的變化。生態模式部分

可配合各生物類群之調查，至少每三年有實際生物調查資料來驗證模式的架構，並同時檢討修訂管理單位之經營管理策略；尤其應將台江特色資源類群，如牡蠣養殖、虱目魚養殖、環文蛤檢拾與黑面琵鷺族群整合入生態模式中。

3. 控管蚵架數量，以便維持浮游藻類生物量；並將七股潟湖內外水域長期漁獲變動與漁民社經狀況變遷，納入生態系經營模式中。

六、參考文獻

- 王穎、胡正恆。1995。台南七股地區黑面琵鷺覓食及行為生態研究。行政院農業委員會，台北，32頁。
- 周天穎、杜昌柏、白金城。1992。地理資訊系統及遙測技術應用於空間分析之研究。遙感探測 17: 50-67。
- 林幸助、楊小慧，2001。水域生態系模式的建構。中華藻類學會簡訊 5(2)：1-6頁。
- 蕭國鑫、劉治中、李惠容。1994。遙測與GIS結合應用於德基水庫集水區土地利用／覆蓋監測。遙感探測 21: 21-54。
- 翁義聰。2007。台灣西南部度冬黑面琵鷺之族群生物學研究。成功大學生命科學系博士論文，台南，70頁。
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波。1993。潮間帶底棲生態調查法。生物科學。第36卷第2期，71-80頁。
- 謝蕙蓮、高文媛、劉弼仁、陳章波。1997。七股潟湖碎屑食物顆粒在沉積物、水層與牡蠣之傳送。八十六年國科會海洋成果發表會論文摘要集，G3-1-G3-8頁。
- 邵廣昭、林幸助，1995。曾文溪口海岸地區陸海交互作用。國科會八十四年度環發計畫成果發表會論文摘要集，臺北，346-353頁。
- Buchanan JB, Kain JM. 1971. Measurement of the physical and chemical environment. In methods for the Study of Marine Benthos, NA Holmes and AD McIntyre, eds (UK/Oxford: Blackwell scientific Publication), pp.30-58.
- Christensen V, Pauly D. 1992. Ecopath II - a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling, 61(3-4):169-185.
- Christensen V, Pauly D. (eds.) 1993. Trophic Models of Aquatic Ecosystems.

- ICLARM Conference Proceedings 26, Manila, 390 pp.
- Christensen V, Walters CJ, Pauly D, Forrest R. 2008. Ecopath with Ecosim version 6. User Guide. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver.
- Duffy JE, Stachowicz JJ. 2006. Why biodiversity is important to oceanography: potential roles of genetic, species, and trophic diversity in pelagic ecosystem processes. *Marine Ecology Progress Series*, 311:179-189.
- Folk RL. 1996. A review of grain-size parameters. *Sedimentology* 6: 73-93.
- Fortin M-J Dale MR. 2007. *Spatial Analysis. A guide for Ecologists*. Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hsieh HL, Chang KH. 1991. Habitat characteristics and occurrence of the spionid *Pseudopolydora* sp. on the tube-caps of the onuphid *Diopatra bilobata* (Polychaeta: Spionidae, Onuphidae). *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 30:331-339.
- Jassby AD, Platt T. 1976. Mathematical formulation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 21:540-547.
- Jørgensen BB, Revsbech NP. 1985. The diffusive boundary layers and the oxygen uptake of sediments and detritus. *Limnology and Oceanography*, 30:111-122.
- Jensen JR. 1996. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective*, 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Kuo SR, Lin HJ, Shao KT. 2001. Seasonal change in abundance and composition of fish assemblages in Chiku lagoon, southwestern Taiwan. *Bulletin of Marine Science*, 68: 85-99.
- Larkum AWD, Koch E-MW, Kühl M. 2003. Diffusive boundary layers and

- photosynthesis of the epilithic algal community of coral reefs. *Marine Biology*, 142:1073-1082.
- Lillesand TM, Kiefer RW. 1994. Remote sensing and image interpretation. 3rd ed., John Wiley and Sons, New York.
- Lin HJ, Shao KT, Kuo SR, Hsieh HL, Wong SL, Chen IM, Lo WT, Hung JJ. 1999. A Trophic Model of a Sandy Barrier Lagoon at Chiku in Southwestern Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 48: 575–588
- Lin HJ, Hung JJ, Shao KT and Kuo F. 2001. Trophic functioning and nutrient flux of a highly productive tropical lagoon. *Oecologia* 129:395-406.
- Lin HJ, Dai XX, Shao KT, Su HM, Lo WT, Hsieh HL, Fang LS, Hung JJ. 2006. Trophic structure and functioning in a eutrophic and poorly-flushed lagoon in southern Taiwan. *Marine Environmental Research*, 62:61-82.
- Liu LL. (2006) Wintering activity range and population ecology of Black-faced Spoonbills *Platala minor* in Taiwan. Ph.D. dissertation, Texas A&M University. pp86.
- Nakano S, Takeshita A, Ohtsuka T, Nakai D. 2006. Vertical profile of current velocity and dissolved oxygen saturation in biofilms on artificial and natural substrates. *Limnology*, 7:213-218.
- Parsons TR, Maita Y, Lalli CM. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. (USA/New York: Pergamon Press),pp.7-9, 14-17.
- Polovina JJ. 1984a. Model of a coral reef ecosystems I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs*, 3(1):1-11.
- Polovina JJ. 1984b. An overview of the ECOPATH model. *Fishbyte*, 2(2):5-7.
- Sala OE, Chapin III FS, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sannwald E, Huenneke L, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R,

- Mooney HA, Oesterheld M, Poff NL, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH. 2000. Biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287:1770-1774.
- Ulanowicz RE. 1986. *Growth and Development: Ecosystem Phenomenology*. Springer Verlag (reprinted by iUniverse, 2000), New York. 203 pp.
- Walther G-R, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJC, Fromentin J-M, Hoegh-Guldberg O, Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416:389-395.
- Winterbourn MJ, Townsend CR. 1991. Streams and rivers: one-way flow systems. In: Barnes RSK, Mann KH (eds) *Fundamentals of Aquatic Ecology*. Blackwell Science. Oxford, p230-242.

表 1-1. 七股沿海地區 SPOT 影像之屬性表

Date	Time (a. m.)	Satellite number	Incidence (°)	Orientation (°)	Azimuth (°)	Elevation (°)	Resampling method	Pixel (m)
3 Jan. 1994	10:55:54	SPOT2	23.7	10.6	159.6	40.6	NN	20
17 Jan. 2010	10:45:00	SPOT5	8.3	13.4	153.5	41.3	NN	10

(資料來源:中央大學太空及遙測研究中心與本研究資料)

表 1-2. 粒徑對照表

英文名稱	中文名稱	粒徑大小(mm)
Boulder	巨礫	>256
Cobble	中礫	256 ~ 64]
Pebble	小礫	64 ~ 4
Granule	細礫	4 ~ 2
Very coarse sand	極粗砂	2 ~ 1
Coarse sand	粗砂	1 ~ 0.5
Medium sand	中等粗砂	0.5 ~ 0.25
Fine sand	細沙	0.25 ~ 0.125
Very fine sand	極細砂	0.125 ~ 0.0625
Silt	粉泥	0.0625 ~ 0.0039
Clay	黏土	< 0.0039

(資料來源: Folk 1966)

表1-3.篩選度分級表

英文名稱	等級	篩選係數(Φ)
Very well sorted	極佳	< .35
Well sorted	佳	0.35 ~ 0.5
Moderately well sorted	中等佳	0.5 ~ 0.71
Moderately sorted	尚佳	0.71 ~ 1
Poorly sorted	不佳	1 ~ 2
Very poorly sorted	極不佳	2 ~ 4
Extremely poorly sorted		4 ~

(資料來源: Folk 1966)

表1-4. 各調查樣站春季、夏季、颱風後及秋季粒徑大小分類結果

	春季	夏季	颱風後	秋季
保護區北區	極細砂	極細砂	極細砂	極細砂
保護區南區	極細砂	極細砂	極細砂	極細砂
曾文溪口	細沙	細沙	細沙	粉泥

(資料來源:本研究資料)

表1-5. 各調查樣站底土篩選度分類結果

	春季	夏季	颱風後	秋季
保護區北區	不佳	不佳	不佳	不佳
保護區南區	不佳	不佳	不佳	不佳
曾文溪口	佳	佳	佳	不佳

(資料來源:本研究資料)

表1-6. 七股潟湖區生物與環境因子Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本 數		浮游藻 生物量	石附生 藻生物 量	溫度	鹽度	溶氧值	酸鹼度
浮游藻 NCP	60	r	.305(*)	-.283(*)	.284(*)	-.168	-.355(**)	-.354(**)
		p	.018	.029	.028	.200	.005	.005
浮游藻 R	60	r	-.085	.220	-.193	.204	.295(*)	-.097
		p	.517	.091	.140	.118	.022	.461
浮游藻 GCP	60	r	.138	-.085	.115	.116	-.329(*)	-.604(**)
		p	.292	.520	.383	.376	.010	.000
石附生 藻 NCP	48	r	-.193	.420(**)	-.252	.201	.348(*)	.290(*)
		p	.188	.003	.085	.171	.015	.046
石附生 藻 R	48	r	.187	-.101	.230	-.049	-.158	-.175
		p	.203	.493	.117	.743	.285	.233
石附生 藻 GCP	48	r	-.218	.283	-.201	.214	.187	.301(*)
		p	.136	.052	.172	.144	.202	.038
浮游藻 生物量	300	r			.872(**)	-.846(**)	.091	.306(**)
		p			.000	.000	.118	.000
石附生 藻生物 量	240	r			-.322(**)	.344(**)	.336(**)	.130(**)
		p			.000	.000	.000	.043

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量。

(資料來源:本研究資料)

表1-7. 保護區樣站生物與環境因子Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		浮游藻生物量	底棲微藻生物量	溫度	鹽度	溶氧值	酸鹼度
浮游藻 NCP	30	r	.000	-.409(*)	-.028	.087	-.485(**)	-.418(*)
		p	.999	.025	.882	.646	.007	.021
浮游藻 R	30	r	-.532(**)	-.269	-.382(*)	.613(**)	.363(*)	-.452(*)
		p	.002	.150	.037	.000	.049	.012
浮游藻 GCP	30	r	-.362(*)	-.378(*)	-.270	.487(**)	-.080	-.615(**)
		p	.049	.039	.148	.006	.673	.000
底棲微藻 NCP	24	r	.000	.050	.108	-.131	-.299	-.189
		p	1.000	.817	.616	.541	.155	.376
底棲微藻 R	24	r	-.436(*)	.187	-.628(**)	.570(**)	.449(*)	-.068
		p	.033	.383	.001	.004	.028	.751
底棲微藻 GCP	24	r	-.240	.143	-.198	.134	-.118	-.267
		p	.259	.504	.353	.532	.582	.208
浮游藻生物量	150	r			.348	.062	-.323	.039
		p			.059	.743	.082	.838
底棲微藻生物量	120	r			.013	-.091	.163	.072
		p			.885	.322	.075	.436

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量。

(資料來源:本研究資料)

表 1-8. 曾文溪口樣站生物與環境因子 Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		浮游藻生物量	底棲微藻生物量	溫度	鹽度	溶氧值	酸鹼度
浮游藻 NCP	15	r	.268	.725(**)	.016	-.251	-.322	-.235
		p	.335	.008	.954	.367	.242	.400
浮游藻 R	15	r	.581(*)	.370	.230	-.121	-.504	-.384
		p	.023	.236	.409	.669	.055	.158
浮游藻 GCP	15	r	.325	.846(**)	-.066	-.193	-.319	-.308
		p	.238	.001	.815	.491	.246	.264
底棲微藻 NCP	12	r	.324	.324	.432	-.259	-.518	-.475
		p	.304	.304	.161	.416	.084	.119
底棲微藻 R	12	r	-.194	-.194	-.820(**)	.605(*)	.648(*)	.173
		p	.545	.545	.001	.037	.023	.591
底棲微藻 GCP	12	r	.302	.302	-.151	.173	-.151	-.497
		p	.340	.340	.639	.591	.639	.101
浮游藻生物量	75	r			.066	-.033	-.131	.328
		p			.817	.908	.642	.233
底棲微藻生物量	60	r			.070	-.216	-.383(**)	-.177
		p			.594	.097	.003	.176

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量。(資料來源:本研究資料)

表1-9. 保護區及曾文溪口測站生物因子與底質因子Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		粒徑大小	有機物質含量	粉泥含量
浮游藻 NCP	45	r	.228	-.375(*)	-.127
		p	.181	.024	.461
浮游藻 R	45	r	.600(**)	-.196	-.530(**)
		p	.000	.251	.001
浮游藻 GCP	45	r	.582(**)	-.293	-.496(**)
		p	.000	.083	.002
底棲微藻 NCP	36	r	-.098	-.201	.112
		p	.571	.240	.514
底棲微藻 R	36	r	-.501(**)	.428(**)	.487(**)
		p	.002	.009	.003
底棲微藻 GCP	36	r	-.339(*)	.102	.340(*)
		p	.043	.555	.042
浮游藻生物量	225	r	.702(**)	-.263	-.603(**)
		p	.000	.121	.000
底棲微藻生物量	180	r	-.271(**)	.025	.167(*)
		p	.000	.734	.025

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量。

(資料來源:本研究資料)

表 1-10. 七股瀉湖區樣站生物因子與營養鹽 Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂
浮游藻 NCP	60	r	-0.155	-0.581(**)	-0.258(*)	0.506(**)	.122
		p	.236	.000	.046	.000	.352
浮游藻 R	60	r	-0.105	.018	-.041	-.165	-.231
		p	.425	.893	.758	.208	.076
浮游藻 GCP	60	r	-0.471(**)	-0.798(**)	-0.538(**)	.222	-.083
		p	.000	.000	.000	.089	.530
石附生藻 NCP	48	r	.056	.284	.244	-0.364(*)	-.170
		p	.705	.050	.094	.011	.247
石附生藻 R	48	r	-0.336(*)	-0.509(**)	-0.380(**)	.139	-.159
		p	.020	.000	.008	.346	.280
石附生藻 GCP	48	r	-.027	.166	.176	-0.370(**)	-.162
		p	.853	.260	.231	.010	.271
浮游藻生物量	300	r	0.678(**)	-.010	-0.192(**)	0.362(**)	.073
		p	.000	.864	.001	.000	.208
石附生藻生物量	240	r	-.125	.078	-.116	-0.435(**)	-0.296(**)
		p	.052	.226	.074	.000	.000

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量；NH₃-N:氨氮；NO₃-N:硝酸態氮；NO₂-N:亞硝酸態氮；PO₄-P:正磷酸鹽磷；SiO₂:矽酸鹽。
(資料來源:本研究資料；營養鹽資料由子計畫 2 提供)

表 1-11. 保護區樣站生物因子與營養鹽 Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂
浮游藻 NCP	30	r	-.211	.131	-.242	-.303	.487(**)
		p	.263	.490	.198	.104	.006
浮游藻 R	30	r	-.542(**)	-.382(*)	-.395(*)	-.245	.161
		p	.002	.037	.031	.193	.395
浮游藻 GCP	30	r	-.496(**)	-.161	-.421(*)	-.331	.420(*)
		p	.005	.395	.021	.074	.021
底棲微藻 NCP	24	r	.084	.037	.068	-.108	.297
		p	.696	.865	.751	.616	.159
底棲微藻 R	24	r	.294	.179	.142	.147	.081
		p	.163	.404	.508	.493	.705
底棲微藻 GCP	24	r	.217	.159	.155	-.020	.389
		p	.309	.458	.469	.927	.060
浮游藻生物量	150	r	.112	-.369(*)	-.141	-.148	-.187
		p	.556	.044	.456	.434	.322
底棲微藻生物量	120	r	.414(**)	.137	.588(**)	.755(**)	.245(**)
		p	.000	.137	.000	.000	.007

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量；NH₃-N:氨氮；NO₃-N:硝酸態氮；NO₂-N:亞硝酸態氮；PO₄-P:正磷酸鹽磷；SiO₂:矽酸鹽。
(資料來源:本研究資料；營養鹽資料由子計畫 2 提供)

表 1-12. 曾文溪口樣站生物因子與營養鹽 Spearman's rank correlation 相關性結果。

	樣本數		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂
浮游藻 NCP	15	r	-.666(**)	-.666(**)	-.087	.093	.227
		p	.007	.007	.757	.742	.416
浮游藻 R	15	r	-.471	-.471	-.614(*)	-.877(**)	-.337
		p	.076	.076	.015	.000	.219
浮游藻 GCP	15	r	-.765(**)	-.765(**)	-.061	.006	.152
		p	.001	.001	.830	.984	.587
底棲微藻 NCP	12	r	-.324	-.324	-.691(*)	-.475	-.194
		p	.304	.304	.013	.119	.545
底棲微藻 R	12	r	.194	.194	.864(**)	.173	-.108
		p	.545	.545	.000	.591	.738
底棲微藻 GCP	12	r	-.302	-.302	-.173	-.497	-.345
		p	.340	.340	.591	.101	.271
浮游藻生物量	75	r	.098	.098	-.164	-.229	-.034
		p	.727	.727	.560	.411	.905
底棲微藻生物量	60	r	-.426(**)	-.426(**)	-.237	-.177	.093
		p	.001	.001	.069	.176	.482

* 相關的顯著水準為 0.05 。

** 相關的顯著水準為 0.01 。

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量；NH₃-N:氨氮；NO₃-N:硝酸態氮；NO₂-N:亞硝酸態氮；PO₄-P:正磷酸鹽磷；SiO₂:矽酸鹽。
(資料來源:本研究資料；營養鹽資料由子計畫 2 提供)

表 1-13. 生物及環境因子在季節與樣站間之雙因子變異數分析(two-way ANOVA), $p < 0.05$ 為顯著。以 Duncan's test 進行事後檢定；其中，Win、Spr、Sum、Typ、Aut 分別為冬、春、夏、颱風後、秋季。樣站代號：七股瀉湖北區為 1，七股瀉湖中區為 2，七股溪口為 3，七股瀉湖南區為 4，保護區北區為 5，保護區南區為 6，曾文溪口為 7。因冬季石附生藻及底棲微藻實驗方法不同，不加入分析。

variables	n	factor	df	F-value	p value	Duncan's test
浮游藻 GCP	105	season	4	50.477	<0.0001	Win ^a Spr ^a Sum ^b Typ ^a Aut ^c
		site	6	35.588	<0.0001	1 ^a 2 ^b 3 ^c 4 ^a 5 ^a 6 ^a 7 ^c
		season x site	24	30.883	<0.0001	
浮游藻 NCP	105	season	4	92.264	<0.0001	Win ^a Spr ^b Sum ^c Typ ^c Aut ^d
		site	6	32.396	<0.0001	1 ^a 2 ^b 3 ^c 4 ^b 5 ^b 6 ^b 7 ^d
		season x site	24	35.406	<0.0001	
浮游藻 R	105	season	4	29.236	<0.0001	Win ^a Spr ^b Sum ^{ac} Typ ^c Aut ^c
		site	6	14.334	<0.0001	1 ^a 2 ^b 3 ^{bc} 4 ^{cde} 5 ^d 6 ^{de} 7 ^{ce}
		season x site	24	11.657	<0.0001	
底棲微藻及石附生藻 GCP	84	season	3	1.09	0.363	
		site	6	33.16	<0.0001	1 ^a 2 ^{ab} 3 ^a 4 ^a 5 ^c 6 ^d 7 ^b
		season x site	18	1.72	0.063	
底棲微藻及石附生藻 NCP	84	season	3	0.78	0.51	
		site	6	11.61	<0.0001	1 ^{ab} 2 ^{ab} 3 ^a 4 ^{ab} 5 ^c 6 ^c 7 ^b
		season x site	18	2.045	0.022	

(資料來源:本研究資料)

表 1-13.(續)

variables	n	factor	df	F-value	p value	Duncan's test
底棲微藻及石附生藻 R	84	season	3	6.62	0.001	Spr ^a Sum ^b Typ ^b Aut ^a
		site	6	51.58	<0.0001	1 ^a 2 ^a 3 ^a 4 ^a 5 ^b 6 ^c 7 ^a
		season x site	18	525	<0.0001	
浮游藻生物量	625	season	4	297.586	<0.0001	Win ^a Spr ^b Sum ^c Typ ^d Aut ^e
		site	6	236.677	<0.0001	1 ^a 2 ^{bc} 3 ^d 4 ^a 5 ^{ab} 6 ^c 7 ^e
		season x site	24	99.425	<0.0001	
底棲微藻及石附生藻生物量	420	season	3	81.561	<0.0001	Spr ^a Sum ^b Typ ^c Aut ^d
		site	6	18.452	<0.0001	1 ^a 2 ^{bc} 3 ^c 4 ^{ab} 5 ^a 6 ^{bc} 7 ^d
		season x site	18	24.827	<0.0001	

GCP:總生產量；NCP:淨生產量；R:呼吸量。

(資料來源:本研究資料)

表 1-14: 2011 七股潟湖食物網模式之生態功能群與模式所輸入之參數。單位面積生物量(biomass: 每平方公尺內生物量濕重公克數); 單位年生產力(PB: 年產量/生物量); 單位年攝食量(QB: 年攝食量/生物量); 單位面積年漁獲量(catch: 每平方公尺內漁獲量濕重公克數); 營養生態效率(ecotrophic efficiency (EE)); 非同化比例(unassimilation consumption)。

生態功能群	Biomass (g WWm ⁻²)	PB (year ⁻¹)	QB (year ⁻¹)	Ecotrophic efficiency (EE)	Unassimilation consumption	Catch (g WWm ⁻² year ⁻¹)
浮游藻	0.8			0.55		0.00
附生藻	1.5	6936.3				0.00
牡蠣	240.8	1.5	35.0		0.2	224.00
植食性動浮		18.0	93.0	0.95	0.4	0.00
肉食性動浮		2.9	33.0	0.95	0.2	0.00
蝦類		1.8	19.0	0.95	0.2	1.79
螃蟹類		1.2	11.6	0.95	0.2	1.67
多毛類		5.8	24.2	0.95	0.2	0.00
植浮食性魚類		2.3	6.5	0.95	0.4	372.00
動浮食性魚類		1.9	5.0	0.95	0.2	39.30
碎屑底食性魚類		1.0	2.7	0.95	0.2	174.00
食魚性魚類		0.9	2.1	0.95	0.2	52.20
碎屑	552.8					0.00

(資料來源:本研究資料與 Lin et al. 1999)

表 1-15：2011 七股瀉湖食物網模式中各生態功能群之餌料生物組成表。

食餌\掠食者	牡蠣	植食性動 浮	肉食性動 浮	蝦類	螃蟹類	多毛類	植浮食性 魚類	動浮食性 魚類	碎屑底食 性魚類	食魚性魚 類
浮游藻	0.2	0.5	0	0	0	0.1	0	0	0	0
附生藻	0	0	0	0	0	0.25	0.3	0	0	0
牡蠣	0	0	0	0.11	0	0.04	0	0	0.06	0
植食性動浮	0.2	0	0.9	0	0	0.1	0	0.22	0.03	0.03
肉食性動浮	0	0	0	0.11	0.32	0.02	0	0.33	0.22	0.5
蝦類	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.32	0
螃蟹類	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0
多毛類	0	0	0	0.11	0.43	0	0	0	0	0
植浮食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.15
動浮食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0.15
碎屑底食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
食魚性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
碎屑	0.6	0.5	0.1	0.67	0.25	0.49	0.7	0.4	0.25	0.11

(資料來源:本研究資料與 Lin et al. 1999)

表 1-16: 2011 七股瀉湖食物網模式各生態功能群依模式所推估而得之營養代謝參數 (括弧內為輸入之參數)。單位面積生物量(biomass: 每平方公尺內生物量濕重公克數)；營養生態效率 (ecotrophic efficiency (EE))；總生產效率(gross efficiency (GE) : production/consumption)；單位面積年呼吸量(respiration, 每平方公尺內每年生物量濕重公克數)；捕食死亡率(predation mortality rate)；單位面積年碎屑逕流量 (flow to detritus: 每平方公尺內每年生物量濕重公克數)；淨效率(net efficiency)；雜食係數 (omnivory index)；營養階層(trophic level)。

生態功能群	Biomass (g WWm ⁻²)	EE	GE	Respiration (gWWm ⁻² yr ⁻¹)	Predation mortality rate (year ⁻¹)	Flow to detritus (gWWm ⁻² yr ⁻¹)	Net efficiency	Omnivory index	Trophic level
浮游藻	(0.8)	(0.55)			35828.1	22094.4			1.0
附生藻	(1.5)	0.09			601.5	9549.2			1.0
牡蠣	(240.8)	0.94	0.04	6368.6	0.5	1706.7	0.06	0.16	2.2
植食性動浮	540.3	(0.95)	0.19	20424.7	17.1	20586.8	0.32	0.00	2.0
肉食性動浮	245.8	(0.95)	0.09	5775.8	2.8	1657.8	0.11	0.09	2.9
蝦類	103.3	(0.95)	0.09	1383.7	1.7	401.7	0.12	0.52	2.4
螃蟹類	33.2	(0.95)	0.10	268.0	1.1	79.0	0.13	0.51	3.1
多毛類	79.9	(0.95)	0.24	1083.2	5.5	409.8	0.30	0.20	2.2
植浮食性魚類	186.1	(0.95)	0.35	297.8	0.2	505.4	0.59	0.00	2.0
動浮食性魚類	38.2	(0.95)	0.38	80.1	0.8	41.8	0.48	0.67	2.9
碎屑底食性魚類	191.3	(0.95)	0.37	221.9	0.0	112.8	0.46	0.56	3.2
食魚性魚類	61.1	(0.95)	0.43	47.6	0.0	28.4	0.54	0.43	3.5
碎屑	(552.8)	0.60						0.32	1.0

(資料來源:本研究資料與 Lin et al. 1999)

表 1-17：2011 黑面琵鷺保護區食物網模式之生態功能群與模式所輸入之參數。單位面積生物量(biomass: 每平方公尺內生物量濕重公克數)；單位年生產力(PB: 年產量/生物量)；單位年攝食量(QB: 年攝食量/生物量)；單位面積年漁獲量(catch: 每平方公尺內漁獲量濕重公克數)；營養生態效率(ecotrophic efficiency (EE))；非同化比例(unassimilation consumption)。

生態功能群	Biomass (g WWm ⁻²)	PB (year ⁻¹)	QB (year ⁻¹)	Ecotrophic efficiency (EE)	Unassimilation consumption	Catch (g WWm ⁻² year ⁻¹)
浮游藻	0.49	41644.9				
附生藻	3.03			93	0.55	
植食性動浮			18	33	0.95	0.4
肉食性動浮			2.9	20	0.95	0.2
環文蛤	85.02		3.5	18		0.4
其他螺貝類	418.17		3.8	19		0.4
蝦類			1.8	11.6	0.95	0.2
螃蟹類			1.2	24.2	0.95	0.2
多毛類			5.8	6.5	0.95	0.2
植浮食性魚類			2.3	5	0.95	0.4
動浮食性魚類			1.9	2.7	0.95	0.2
碎屑底食性魚類			1	2.1	0.95	0.2
食魚性魚類			0.9	1.9	0.95	0.2
黑面琵鷺			0.9	93	0.95	0.2
碎屑	448.95					

(資料來源:本研究資料)

表 1-18：2011 黑面琵鷺保護區食物網模式中各生態功能群之餌料生物組成表。

食餌\掠食者	植食性 動浮	肉食性動 浮	環文蛤	其他螺貝 類	蝦類	螃蟹類	多毛類	植浮食性 魚類	動浮食性 魚類	碎屑底食 性魚類	食魚性魚 類	黑面琵鷺
浮游藻	0.5	0	0.2	0	0	0	0	0.45	0	0	0	0
附生藻	0	0	0	0.2	0	0	0.25	0.3	0	0	0	0
植食性動浮	0	0.9	0.2	0	0	0	0.1	0.05	0.3	0	0.03	0
肉食性動浮	0	0	0	0	0.11	0.2	0.02	0	0.4	0.22	0.5	0
環文蛤	0	0	0	0	0.11	0	0.04	0	0	0.05	0	0
其他螺貝類	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0.05	0	0
蝦類	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0	0.01
螃蟹類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.01
多毛類	0	0	0	0	0.11	0.25	0	0	0	0	0	0
植浮食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.34
動浮食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.2
碎屑底食性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.24
食魚性魚類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
黑面琵鷺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
碎屑	0.5	0.1	0.6	0.8	0.67	0.3	0.59	0.2	0.2	0.28	0.11	0

(資料來源:本研究資料)

表 1-19：2011 黑面琵鷺保護區食物網模式各生態功能群依模式所推估而得之營養代謝參數 (括弧內為輸入之參數)。單位面積生物量(biomass: 每平方公尺內生物量濕重公克數)；營養生態效率 (ecotrophic efficiency (EE))；總生產效率(gross efficiency (GE) : production/consumption)；單位面積年呼吸量 (respiration, 每平方公尺內每年生物量濕重公克數)；捕食死亡率(predation mortality rate)；單位面積年碎屑逕流量 (flow to detritus: 每平方公尺內每年生物量濕重公克數)；淨效率(net efficiency: production/consumption)；雜食係數 (omnivory index)；營養階層(Trophic level)。

生態功能群	Biomass (g WWm ⁻²)	EE	GE	Respiration (gWWm ⁻² yr ⁻¹)	Predation mortality rate (year ⁻¹)	Flow to detritus (gWWm ⁻² yr ⁻¹)	Net efficiency	Omnivory index	Trophic level
浮游藻	(0.5)	0.06			2654.6	19105.3			1.0
附生藻	(3.0)	(0.55)			497.1	1232.4			1.0
植食性動浮	20.54	(0.95)	0.19	780.52	17.1	786.7	0.32	0.00	2.0
肉食性動浮	0.36	(0.95)	0.09	9.90	2.8	2.8	0.11	0.09	2.9
環文蛤	(85.02)	0.01	0.18	722.67	0.0	974.6	0.29	0.16	2.2
其他螺貝類	(418.17)	0.00	0.21	2927.19	0.0	4599.6	0.35	0.00	2.0
蝦類	0.14	(0.95)	0.09	2.15	1.7	0.6	0.12	0.49	2.5
螃蟹類	0.06	(0.95)	0.10	0.53	1.1	0.2	0.13	0.47	2.9
多毛類	0.08	(0.95)	0.24	1.30	5.5	0.5	0.30	0.20	2.2
植浮食性魚類	0.14	(0.95)	0.35	0.26	2.2	0.4	0.59	0.05	2.1
動浮食性魚類	0.11	(0.95)	0.38	0.28	1.8	0.1	0.48	0.50	3.2
碎屑底食性魚類	0.21	(0.95)	0.37	0.29	1.0	0.1	0.46	0.59	3.2
食魚性魚類	0.17	(0.95)	0.43	0.16	0.9	0.1	0.54	0.46	3.6
黑面琵鷺	0.39	(0.95)	0.47	0.28		0.2		0.38	3.9
碎屑	0.20		0.30					0.19	1.0

(資料來源:本研究資料)

表 1-20. 今年度七股瀉湖生物量與淨生產量與 Lin et al.(1999)研究比較

七股瀉湖	2011	1997
浮游藻生物量 (g C m ⁻²)	0.04	0.32
浮游藻 NCP (g C m ⁻² yr ⁻¹)	85.72	2590.41
石附生藻生物量 (g C m ⁻²)	5.15	1732.24
石附生藻 NCP (g C m ⁻² yr ⁻¹)	554.90	94.46

(資料來源:本研究資料與 Lin et al. 1999)

表 1-21. 七股瀉湖區浮游藻生物量今年度與 86 年曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究結果比較 (單位: mg Chl a m⁻²)。

年份	季節	七股瀉湖 北區	七股瀉湖 中區	七股溪口	七股瀉湖 南區	平均
86	春	1.00	3.00	3.00	3.00	2.50
100		0.20	0.18	0.11	0.21	0.17
86	夏	0.10	4.00	8.00	0.10	3.05
100		1.90	3.36	10.42	1.12	4.20
86	秋	7.00	4.00	6.00	6.50	5.90
100		0.57	0.60	3.30	0.72	1.20
86	冬	0.50	1.00	2.50	0.50	1.10
100		0.05	0.07	0.24	0.05	0.10
86	全年	1.54	2.84	5.01	1.79	2.79
100		0.78	1.28	4.13	0.55	1.68

(資料來源:本研究資料與民國 86 年 LOICZ 研究結果)

表 1-22. 七股瀉湖區浮游藻總生產量今年度與 86、87 年曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究(LOICZ)結果比較 (單位：g C m⁻² d⁻¹)。

年份	季節	七股瀉湖 北區	七股瀉湖 中區	七股溪口	七股瀉湖 南區	平均
86	春	2.87	0.94	1.54	0.37	1.43
87		1.18	0.72	1.20	0.96	1.02
100		0.50	0.45	0.50	0.30	0.44
86	夏	3.56	2.23	11.62	5.97	5.85
87		2.56	1.97	1.85	0.49	1.72
100		1.49	1.99	3.47	0.36	1.83
86	秋	0.34	0.40	0.24	0.21	0.30
87		1.94	1.95	1.06	0.93	1.47
100		0.45	0.35	1.10	0.23	0.53
86	冬	0.14	0.13	0.56	0.23	0.26
87		0.82	0.65	2.19	2.55	1.55
100		0.01	0.31	1.16	0.27	0.44
86	全年	647.12	369.37	1594.00	791.62	850.53
87		483.96	363.24	562.77	427.35	459.33
100		(g C m ⁻² yr ⁻¹)	240.92	329.47	660.61	127.57

(資料來源:本研究資料與民國 86、87 年 LOICZ 研究結果)

表 1-23：比較 1997 年(Lin *et al.* 1999)與 2011 年七股潟湖食物網模式所推估之各項重要生態系統指標。

	1997	2011	
Sum of all consumption	71,745	73,114	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Sum of all exports	14,168	23,603	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Sum of all respiration	36,968	35,951	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Sum of all flow into detritus	49,764	57,174	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Total system throughput (TST)	172,645	189,843	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Net primary production (NPP)	14,168	23,603	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Total primary production: Total respiration ratio (P:R)	1.4	1.7	
Total living biomass	2,096	1,722	(gWWm ⁻²)
Oyster annual yield	249	224	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Total fishery catches	889.96	864.96	(gWWm ⁻² yr ⁻¹)
Gross efficiency (catch/NPP)	1.74%	1.45%	
Geometric mean of trophic transfer efficiency (II-IV)	14%	15%	
Connectance Index	28%	28%	
System Omnivory Index	17%	18%	
Finn's Cyclic Index	14%	13%	
Finn's mean trophic path	3.4	3.2	

(資料來源:本研究資料與 Lin *et al.* 1999)



圖 1-1 研究範圍與共同採樣點位置圖；由北向南分別為 1. 七股瀉湖北區、2. 七股瀉湖中區、3. 七股溪口、4. 七股瀉湖南區、5. 保護區北區、6. 保護區南區、7. 曾文溪口。(資料來源: Google map 與本研究資料)



圖1-2 冬季微溶氧電極量測法 (資料來源:本研究資料)



圖1-3 BOD培養法(資料來源:本研究資料)



圖1-4 壓克力管培養法(資料來源:本研究資料)



圖1-5 密閉箱培養法(資料來源:本研究資料)

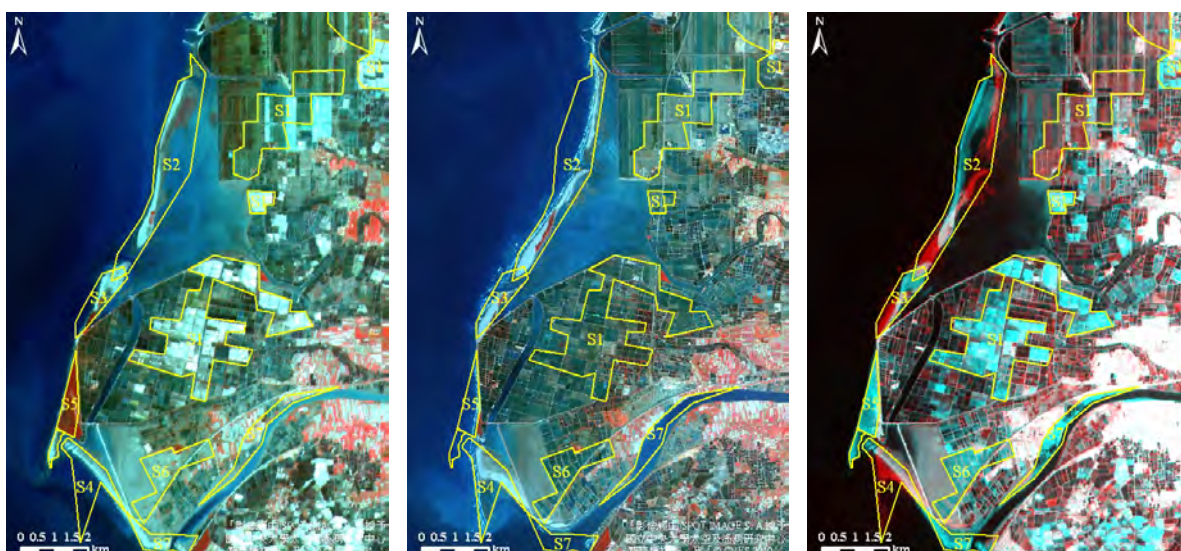


圖 1-6. 七股沿海地區 1994-2010 年 SPOT 衛星影像。(左：1994 年，中：2010 年，右：重疊)(資料來源：中央大學太空及遙測研究中心與本研究資料)

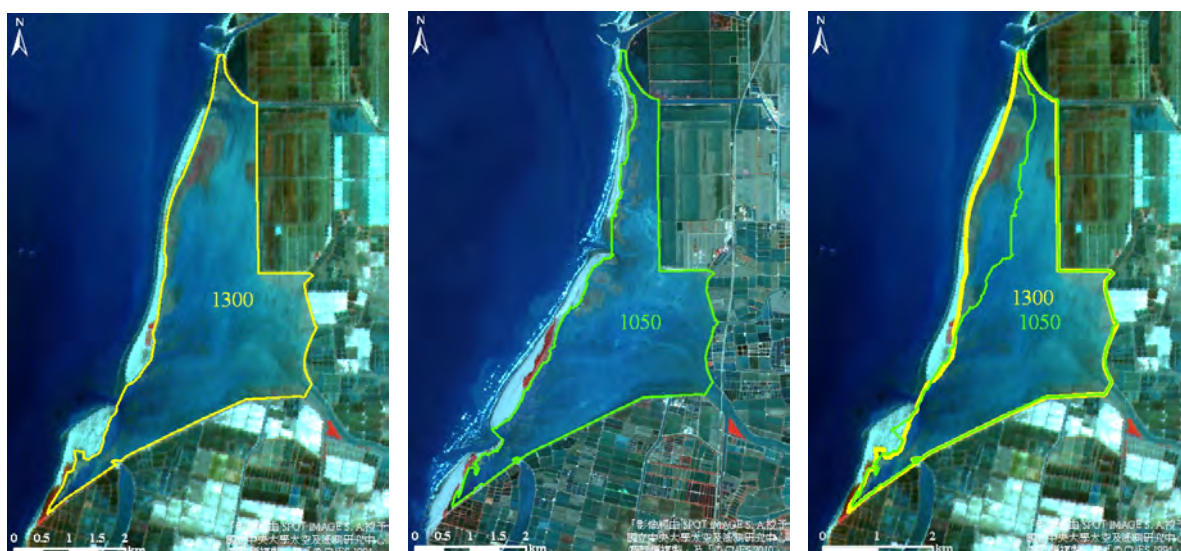


圖 1-7. 七股瀉湖面積變化—1994 年 (左)、2010 年 (中) 及重疊 (右)。(資料來源：中央大學太空及遙測研究中心與本研究資料)

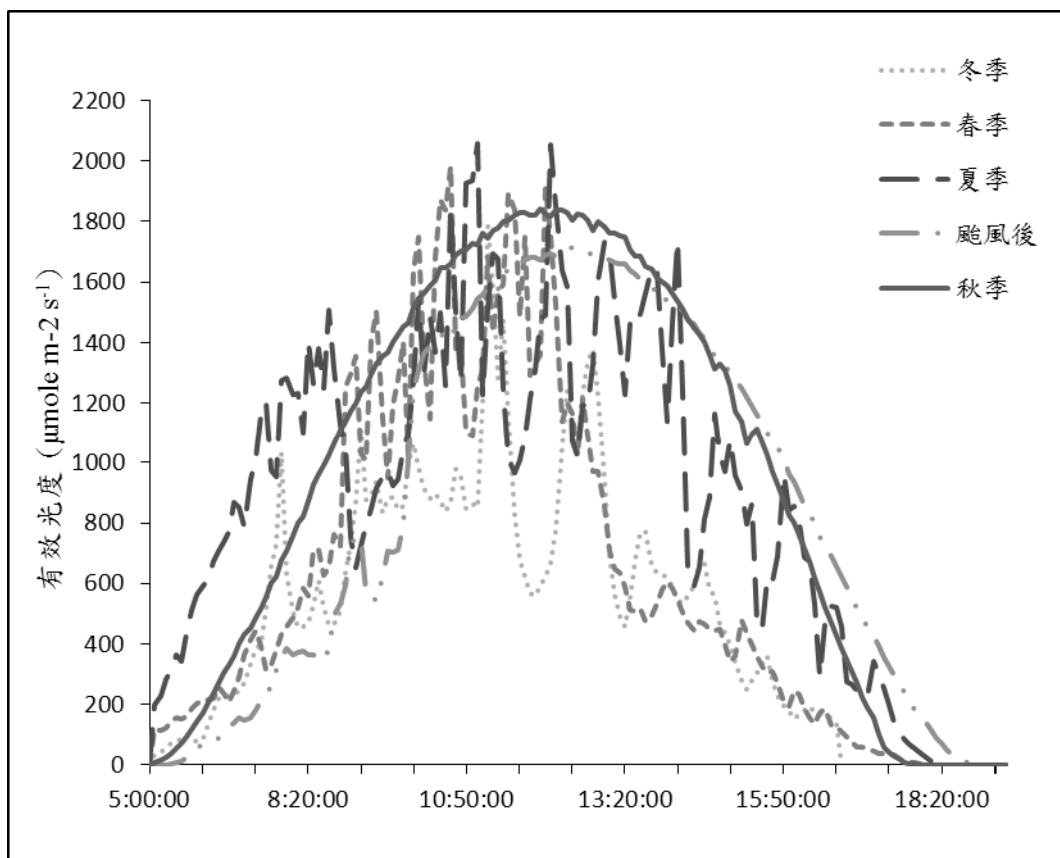


圖1-8. 冬季、春季、夏季、颱風後及秋季有效光度變化圖

(資料來源:本研究資料)

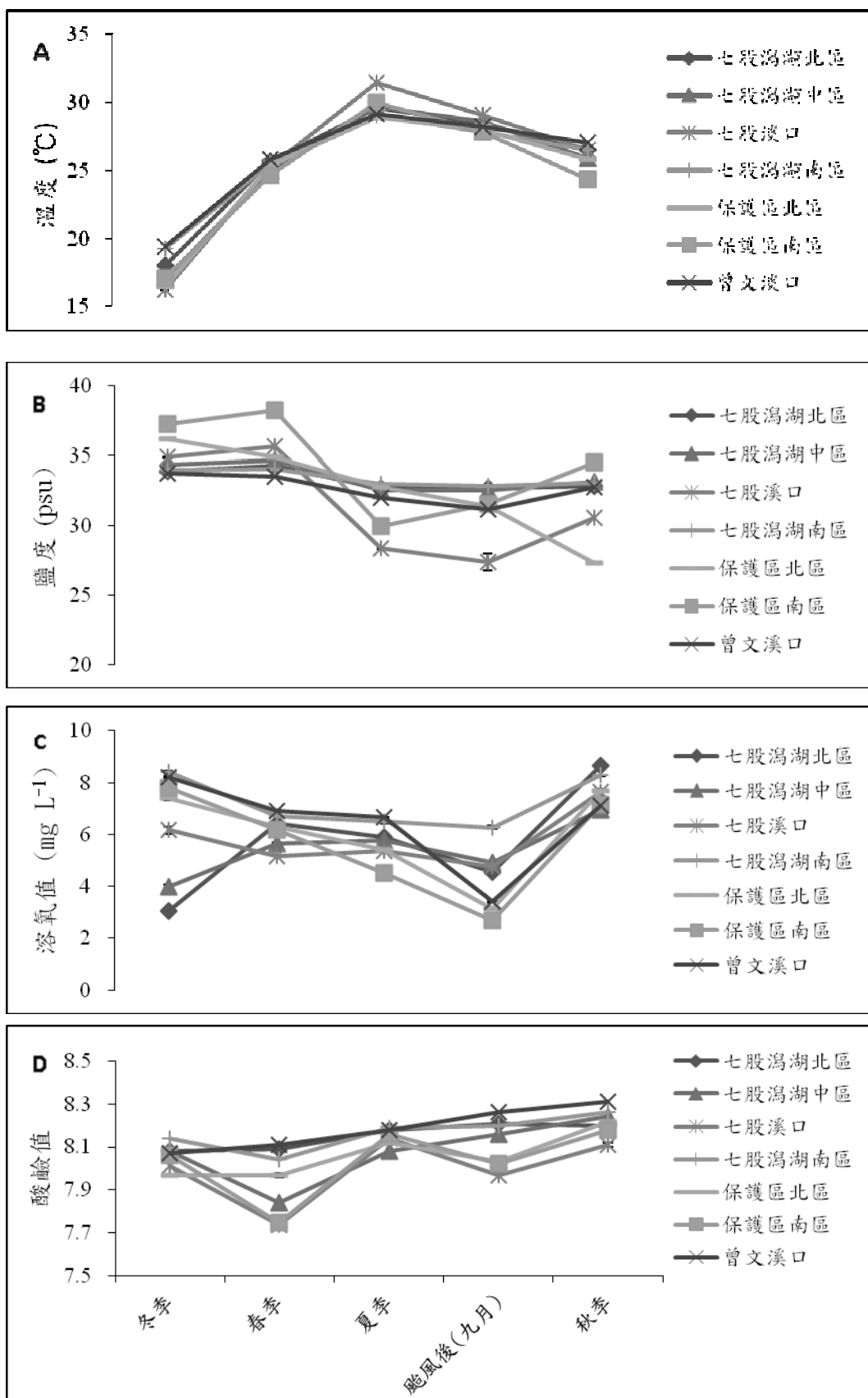


圖1-9.冬季、春季、夏季、颱風後及秋季水質變化。(A)海水溫度。(B)海水鹽度。
(C)海水溶氧值。(D)海水酸鹼值。(資料來源:本研究資料)

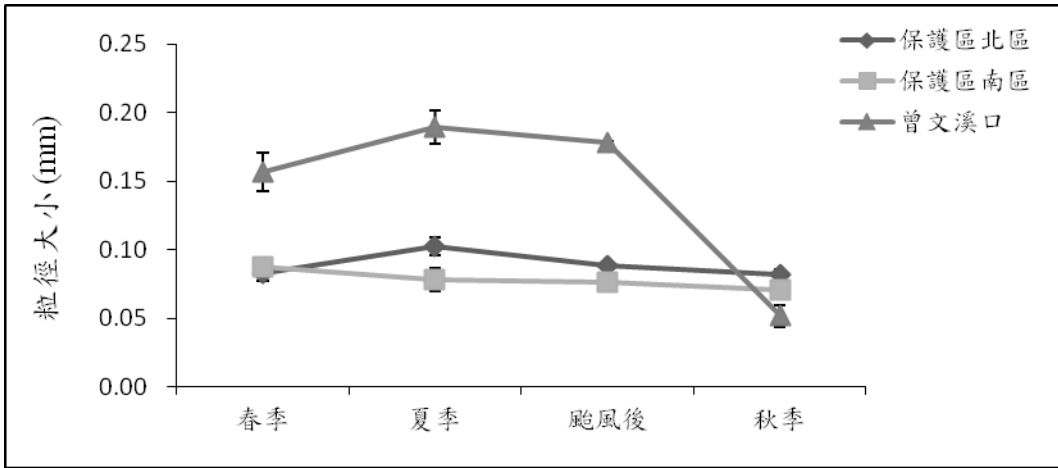


圖1-10. 春、夏、颱風後及秋季粒徑大小變化圖。

(資料來源:本研究資料)

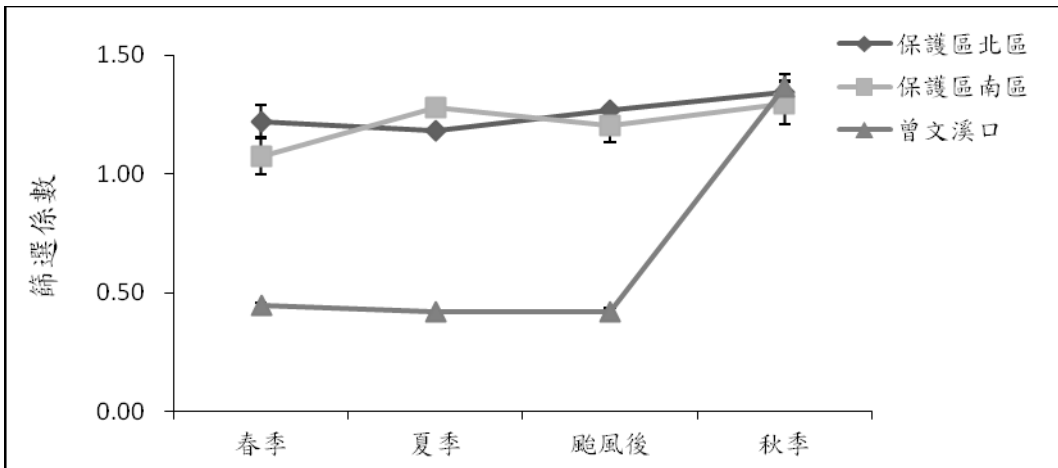


圖1-11. 春、夏、颱風後及秋季底土篩選係數變化圖。

(資料來源:本研究資料)

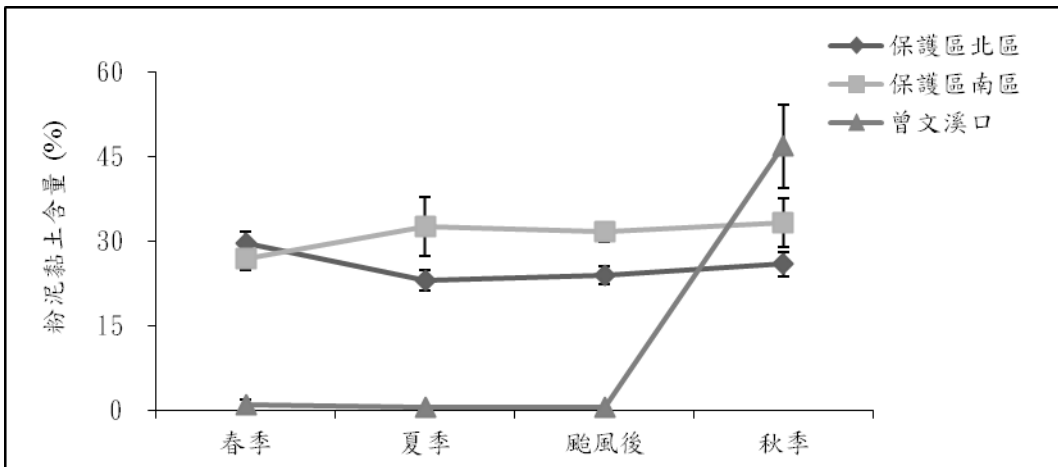


圖1-12. 春、夏、颱風後及秋季底土粉泥黏土含量變化圖。

(資料來源:本研究資料)

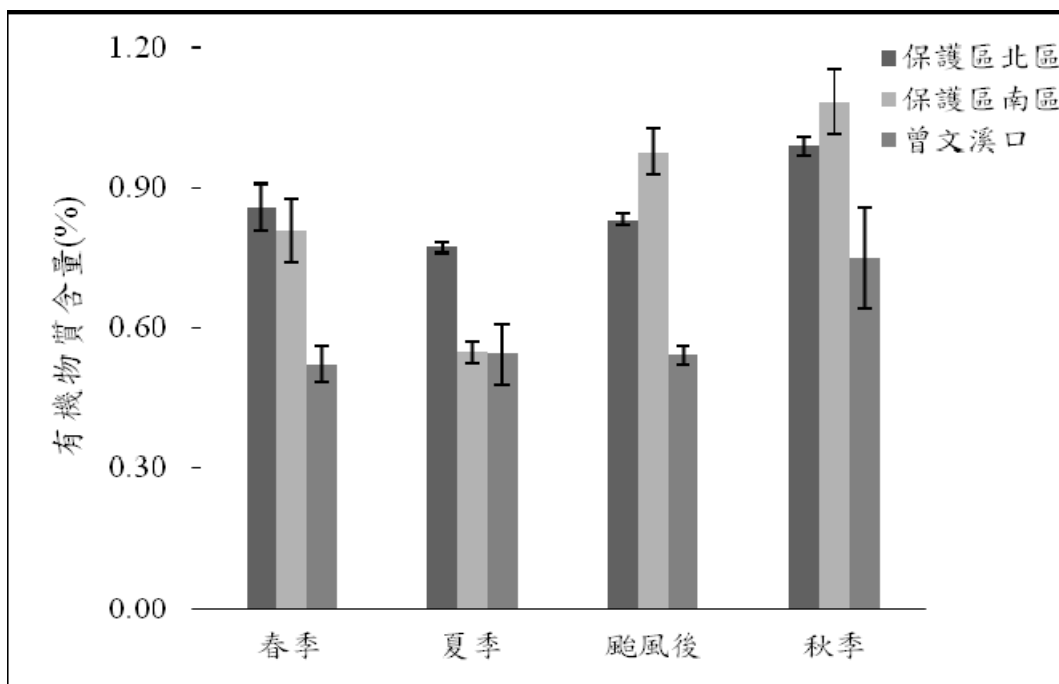


圖1-13. 春、夏、颱風後及秋季有機物質含量變化圖。

(資料來源:本研究資料)

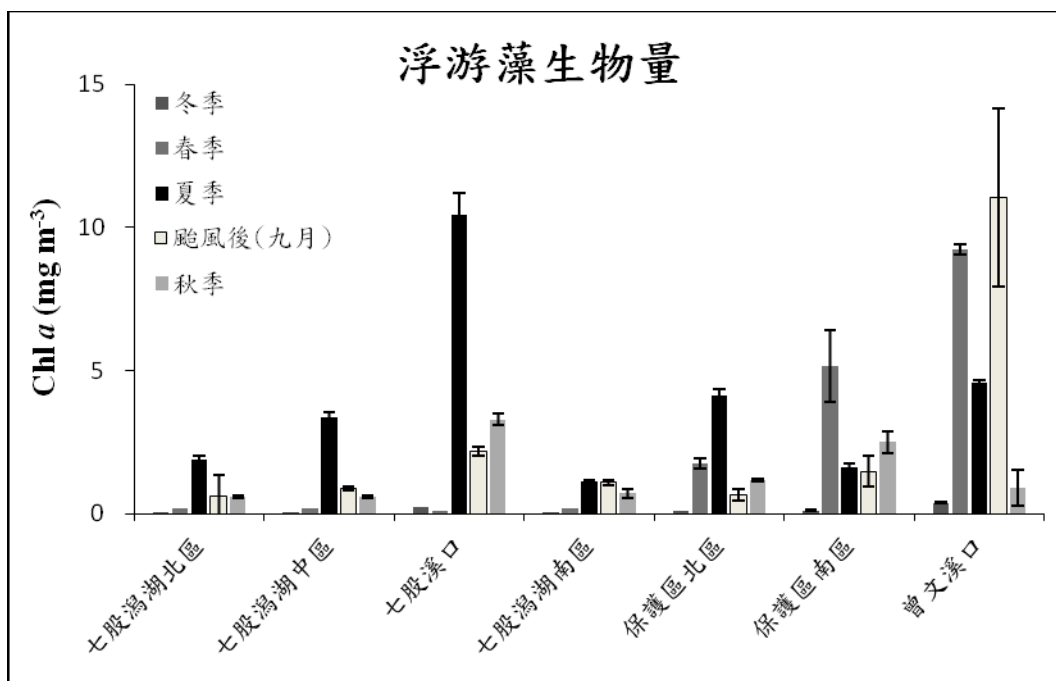


圖1-14. 浮游藻生物量變化圖

(資料來源:本研究資料)

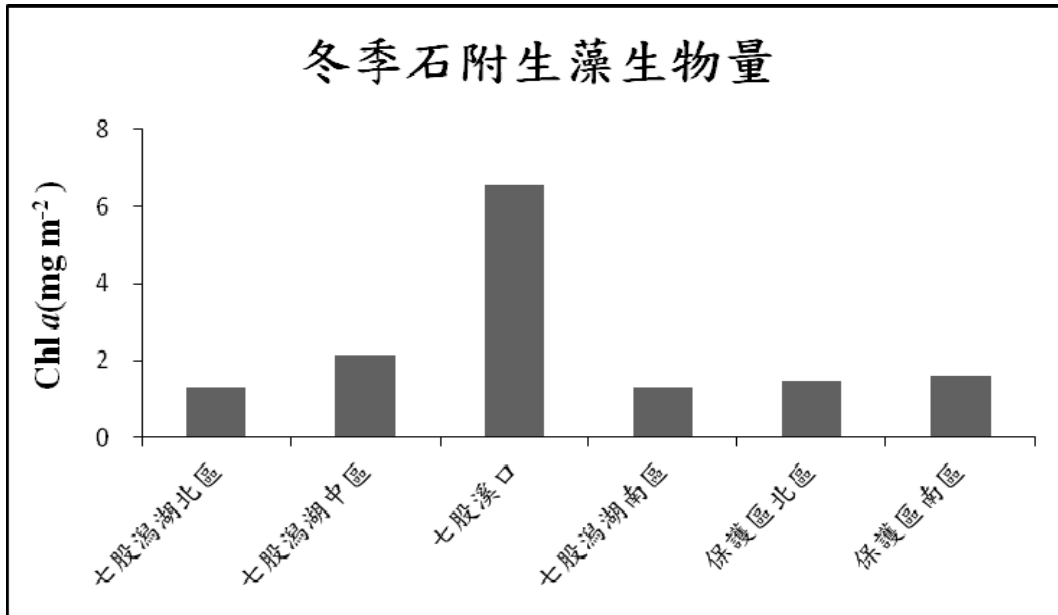


圖1-15. 冬季石附生藻生物量變化圖

(資料來源:本研究資料)

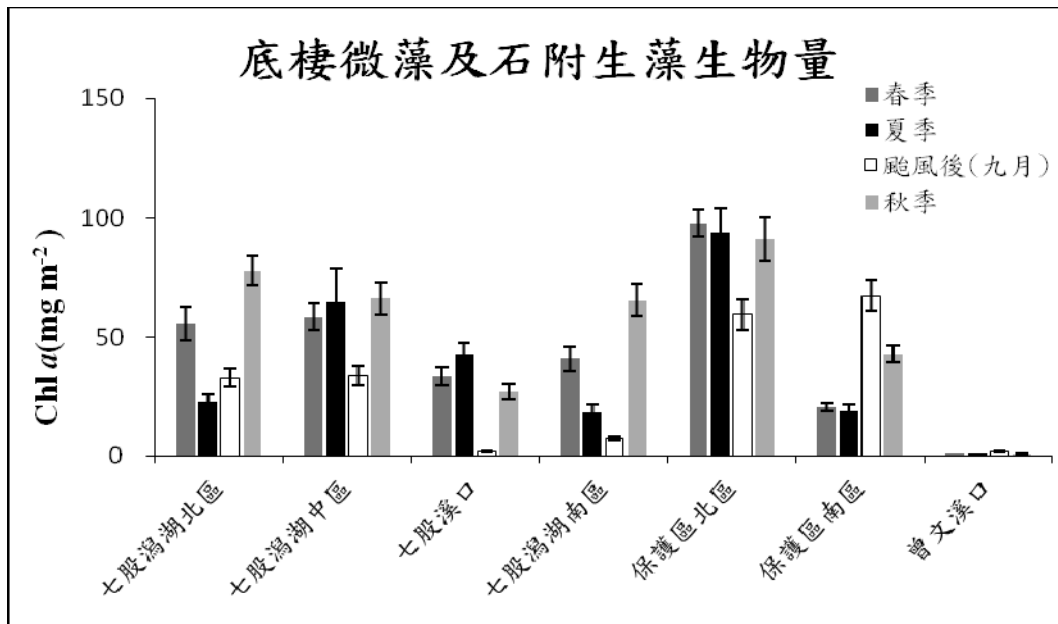


圖1-16. 春、夏、颱風後及秋季底棲微藻及石附生藻生物量變化圖

(資料來源:本研究資料)

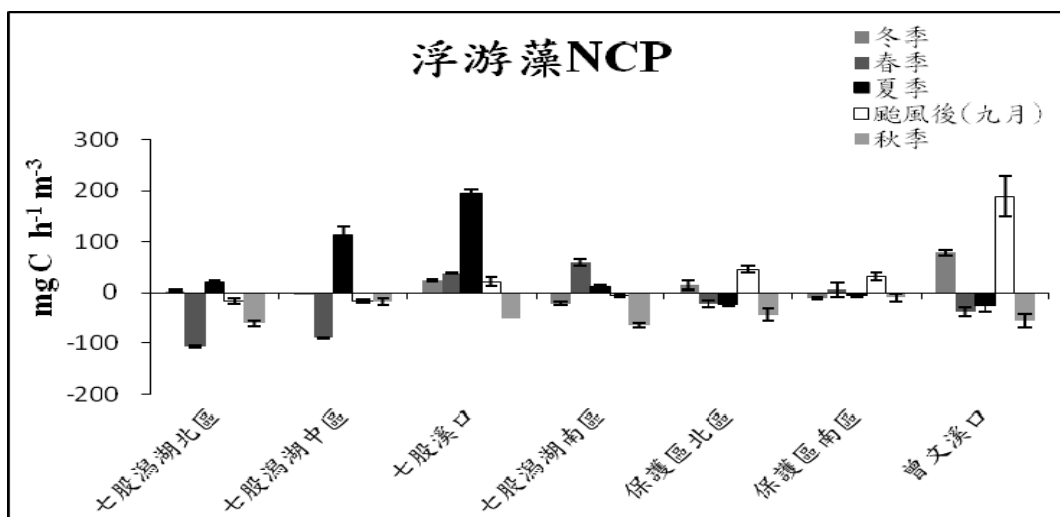


圖1-17. 浮游藻單位體積淨生產量(NCP)。(資料來源:本研究資料)

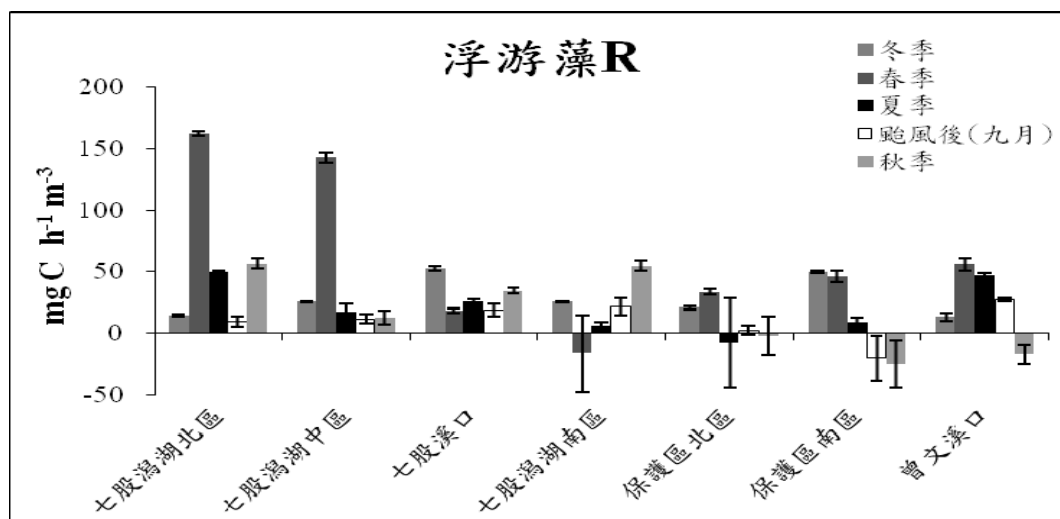


圖1-18. 浮游藻單位體積呼吸量(R)。(資料來源:本研究資料)

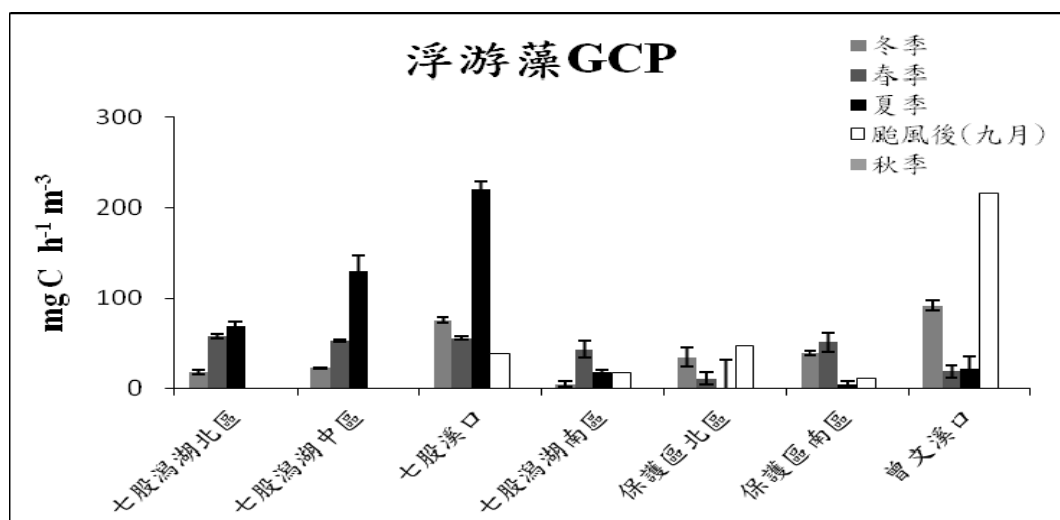


圖1-19. 浮游藻單位體積總生產量(GCP)。(資料來源:本研究資料)

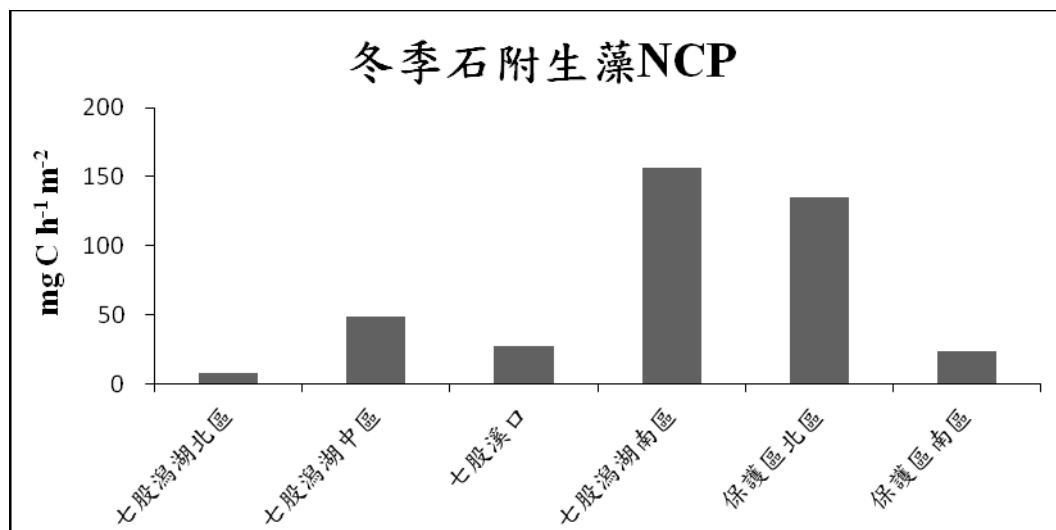


圖1-20. 冬季石附生藻單位面積淨生產量(NCP)。

(資料來源:本研究資料)

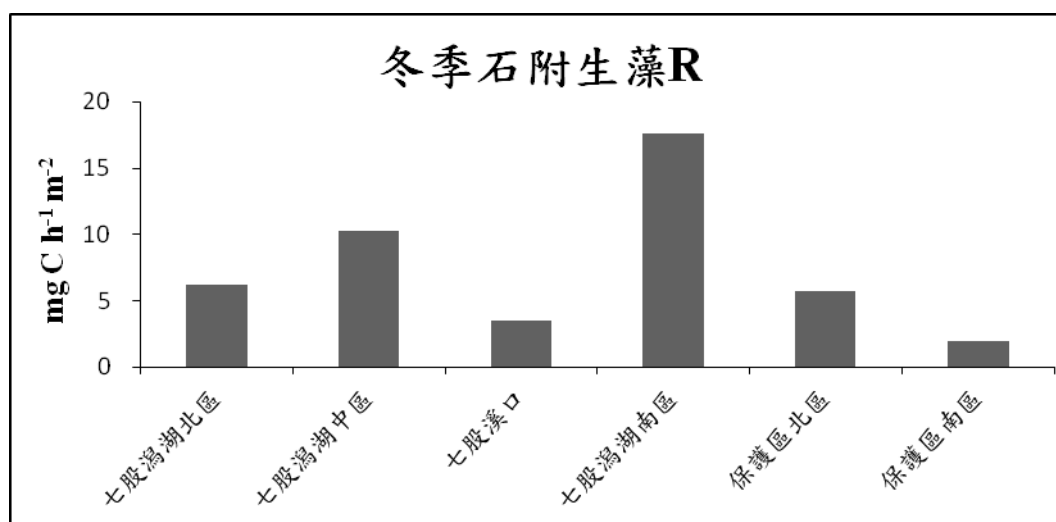


圖1-21. 冬季石附生藻單位面積呼吸量(R)。

(資料來源:本研究資料)

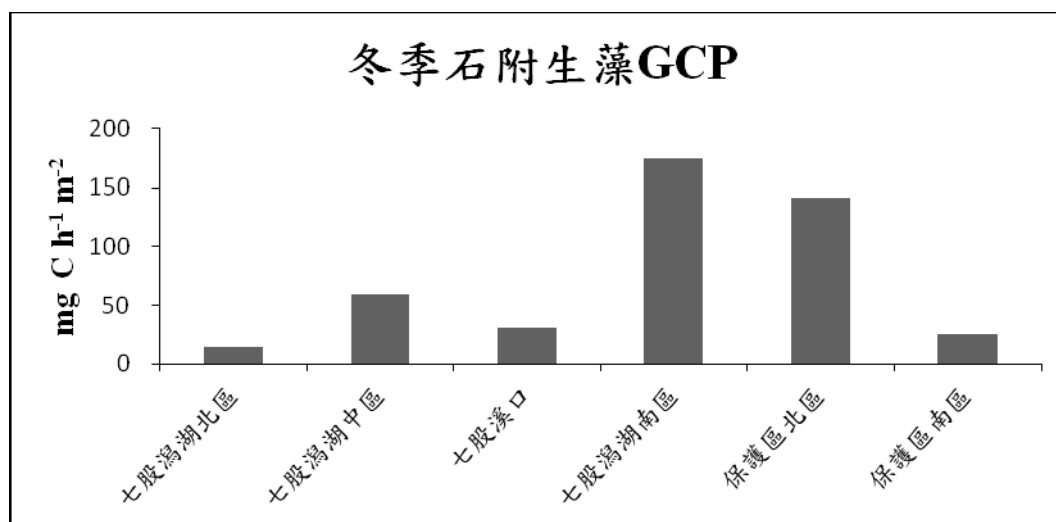


圖1-22. 冬季石附生藻單位面積總生產量(GCP)。

(資料來源:本研究資料)

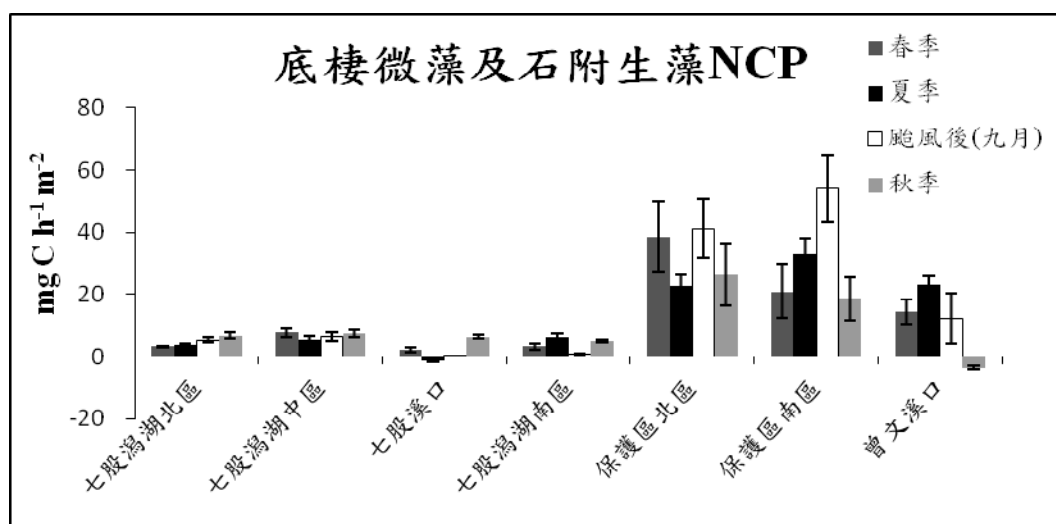


圖1-23. 春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積淨生產量(NCP)。

(資料來源:本研究資料)

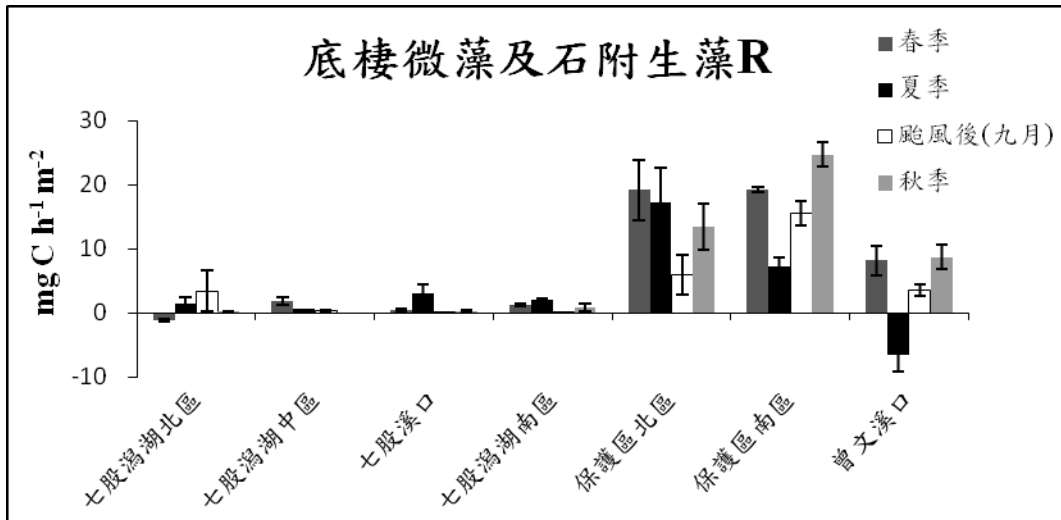


圖1-24. 春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積呼吸量(R)。

(資料來源:本研究資料)

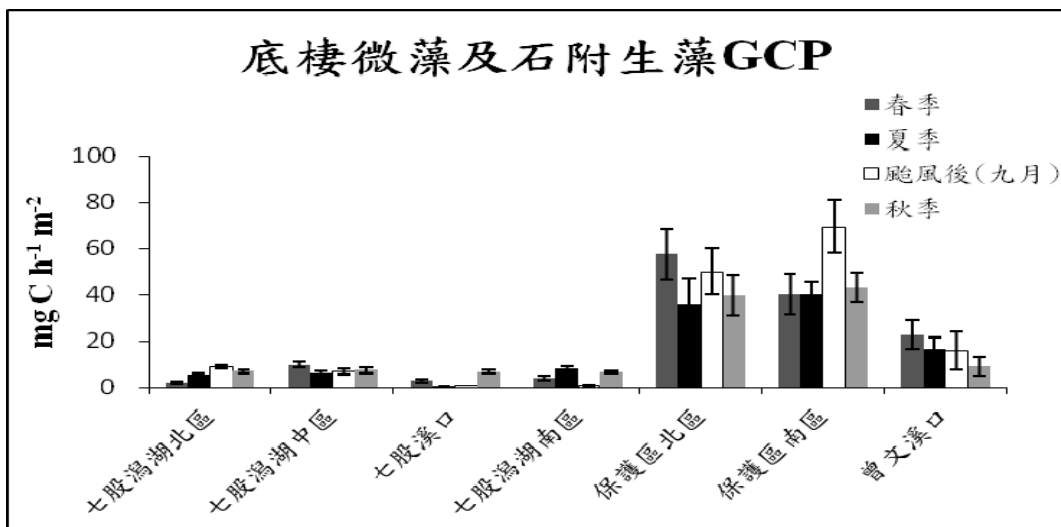


圖1-25. 春、夏、颱風後、秋季底棲微藻及石附生藻單位面積總生產量(GCP)。

(資料來源:本研究資料)

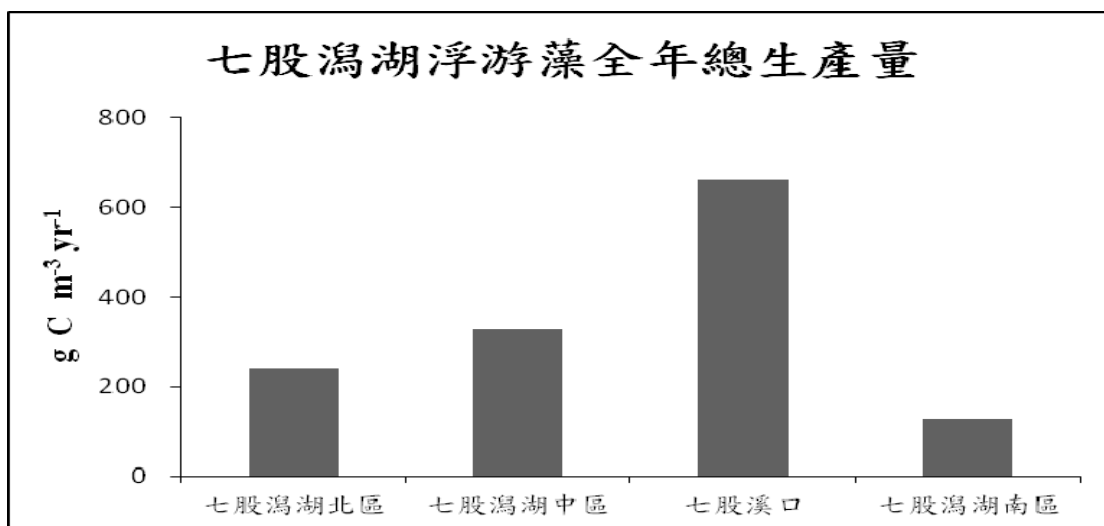


圖1-26. 七股瀉湖區浮游藻全年生產量。(資料來源:本研究資料)

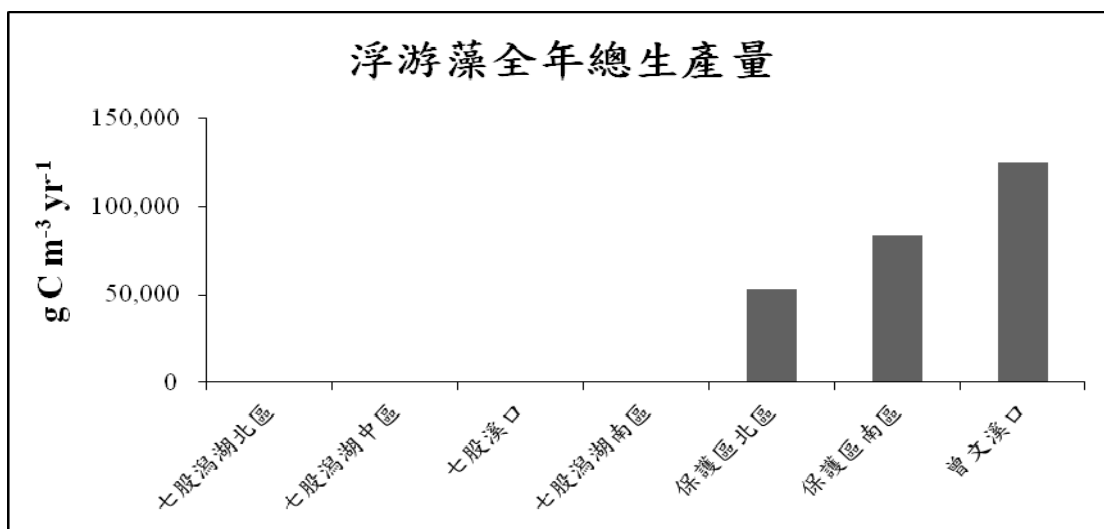


圖1-27. 各樣站浮游藻全年生產量。(資料來源:本研究資料)

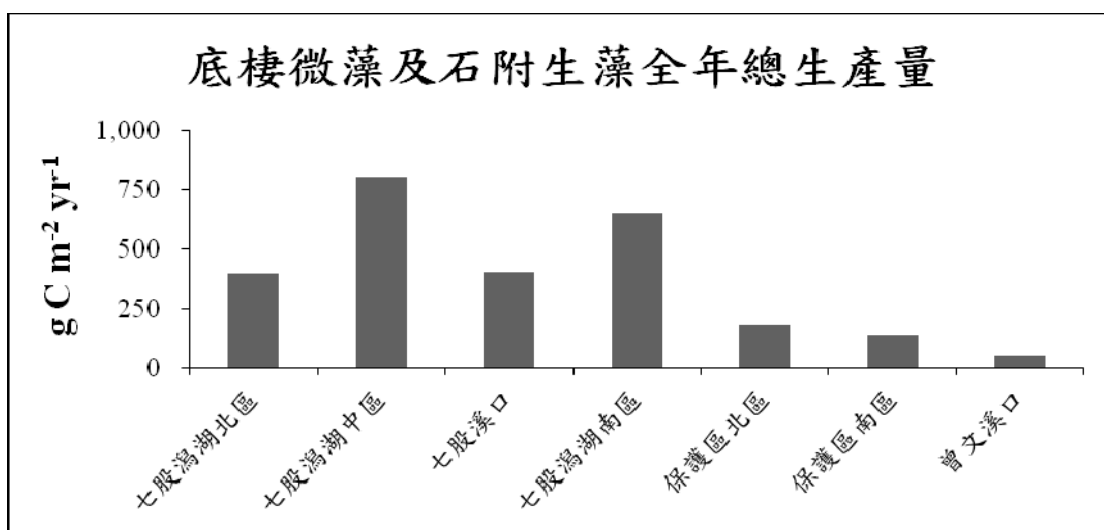


圖1-28. 各樣站底棲微藻及石附生藻全年生產量。

(資料來源:本研究資料)

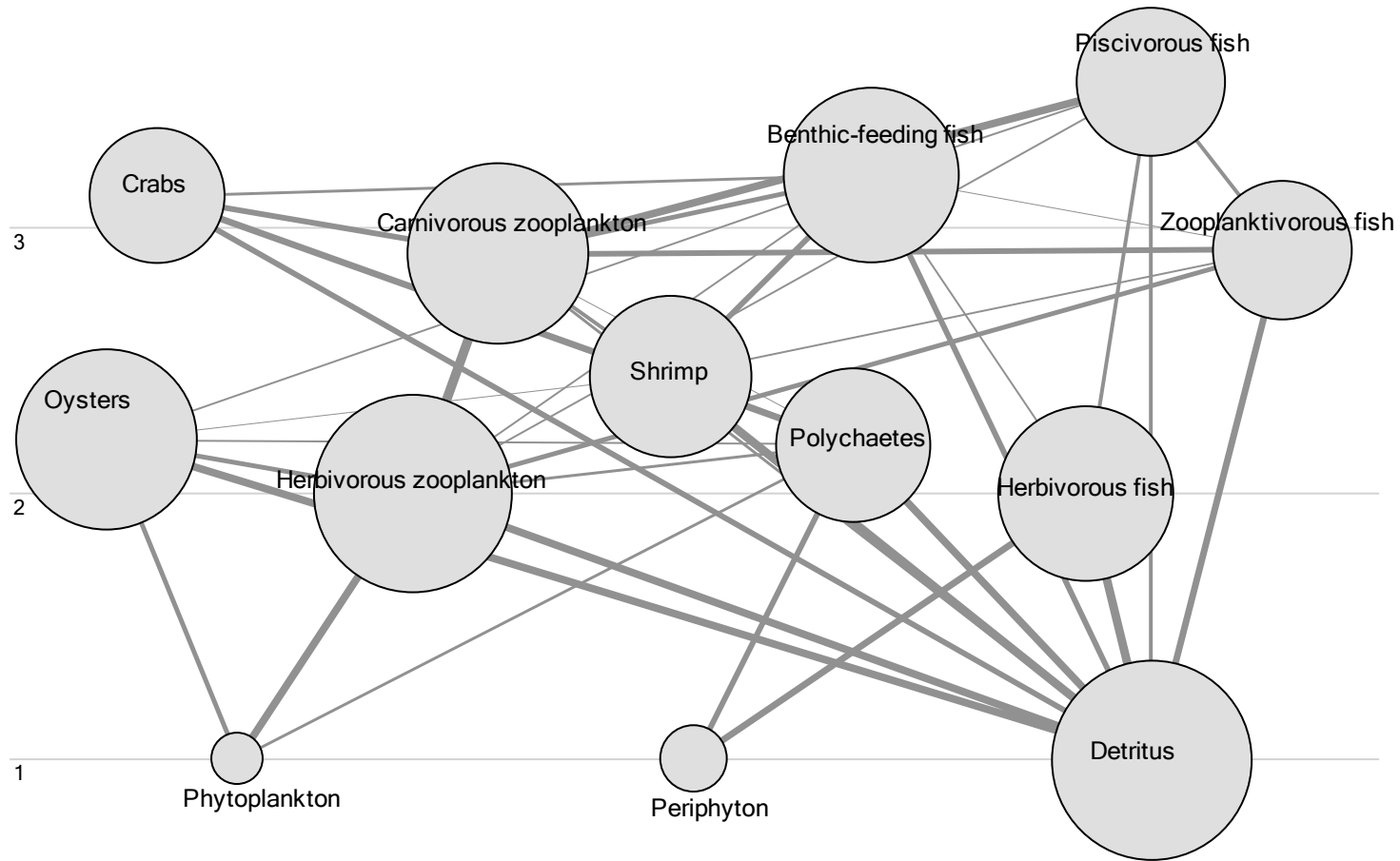


圖 1-29：七股瀉湖食物網模式圖，圖中各功能群之中英文對照請參見內文；圓圈大小代表生態功能群之相對生物量，彼此間的連線粗細則代表兩者間生物傳輸量的相對大小。(資料來源:本研究資料)

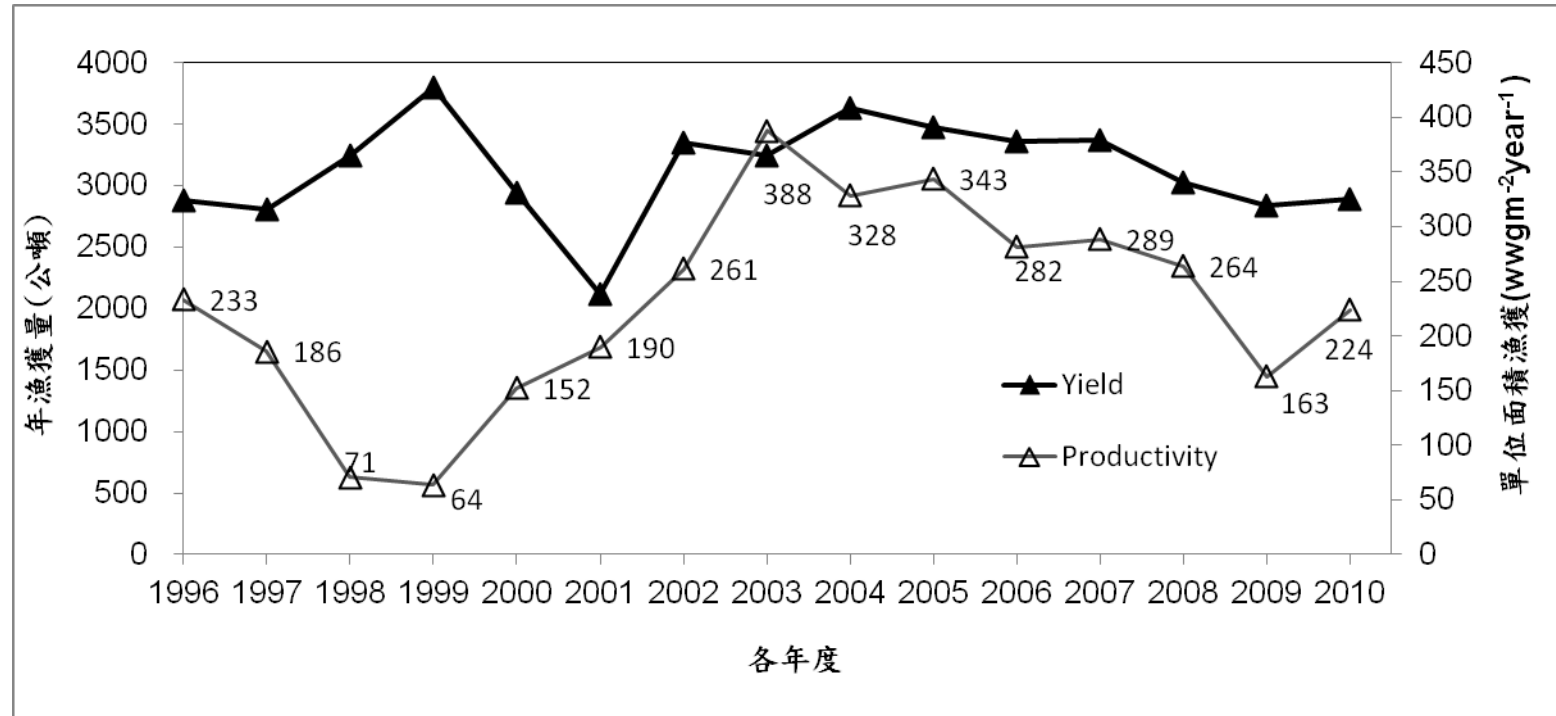


圖 1-30：台南縣 1996 年至 2010 年，每年度之養殖牡蠣年漁獲量(Yield；公噸)與養殖單位面積漁獲量(productivity； $\text{wwgm}^{-2}\text{year}^{-1}$)。
(資料來源:漁業署漁業統計年報)

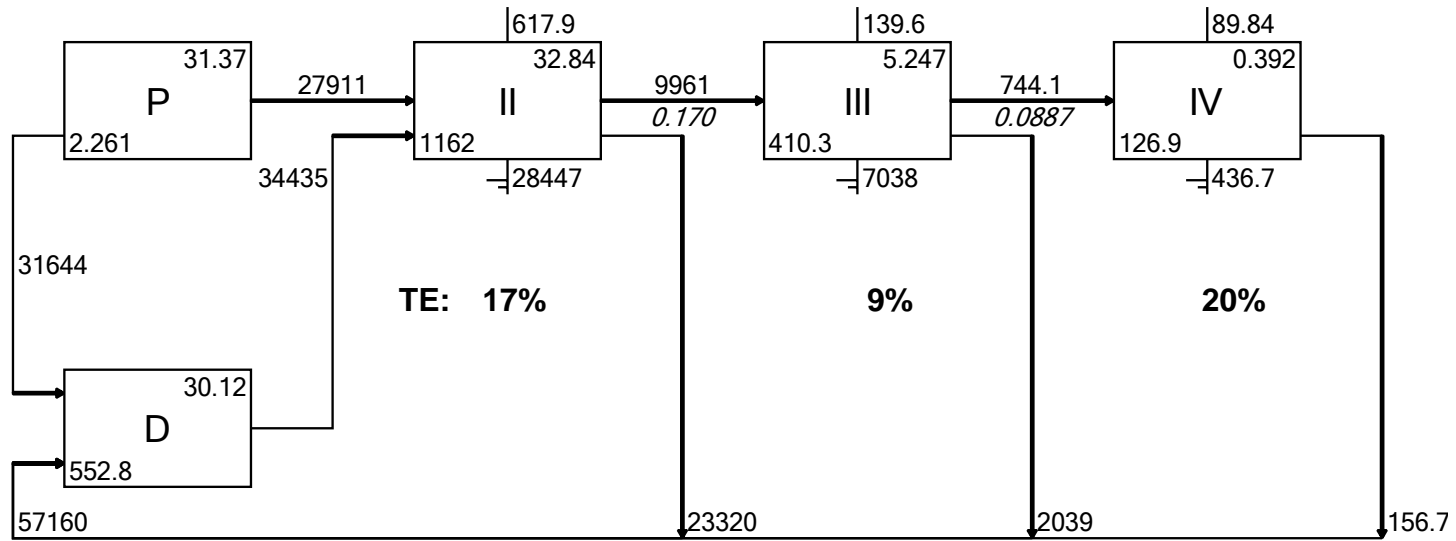


圖 1-31：七股瀉湖食物網模式之林德曼(Lindeman)食物鏈；P: 生產者，D: 碎屑，II: 初階消費者，III: 次階消費者，IV: 三階消費者；跨階傳輸效率(TE):為由前一階傳輸至下一階營養階層之系統流量比值。(資料來源:本研究資料)

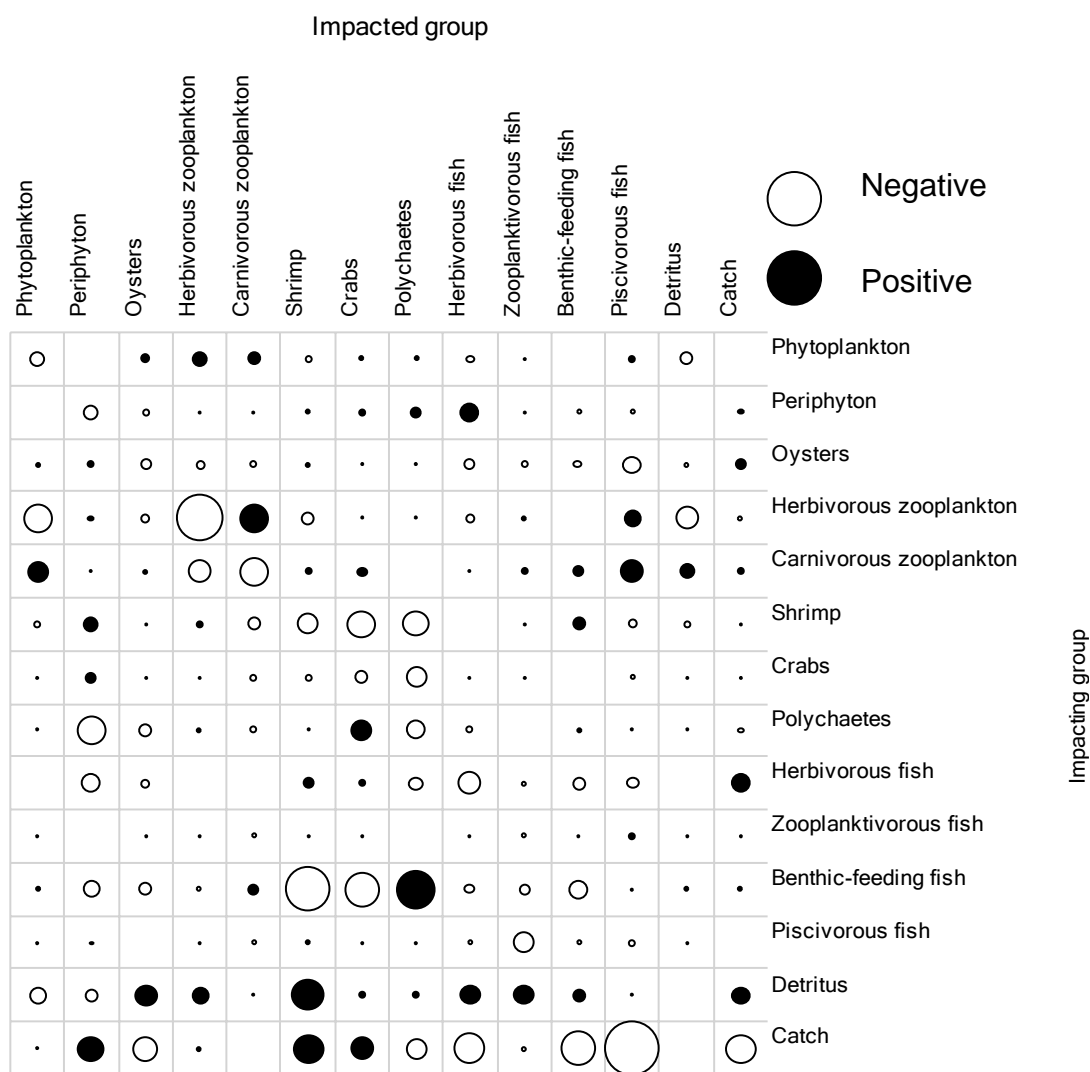


圖 1-32：七股瀉湖食物網模式中各生態功能群之綜合營養衝擊分析，圖右方垂直欄為產生影響的類群(impacting group)，圖上方水平列為受到影響的類群(impacted group)；各功能群之中英文對照請參見內文；空心圓代表負向影響，實心圓代表正向影響，而圓圈的大小代表影響的程度。(資料來源:本研究資料)

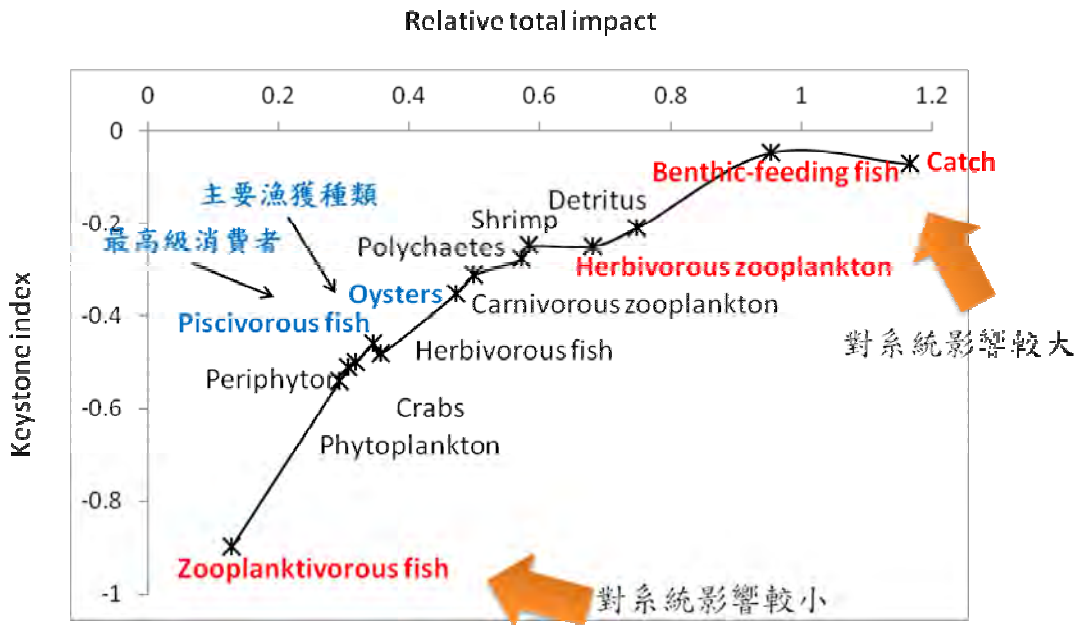


圖 1-33：七股瀉湖食物網模式中各生態功能群之系統關鍵程度比較。圖縱軸為功能群之關鍵度指數(keystoneness)，橫軸為相對衝擊指數(relative total impact)；圖中各功能群之中英文對照請參見內文；圖左下方之功能群對系統整體相對關鍵影響程度較低，圖右上方之功能群則較高。圖中並標示食物網模式中之最高級消費者(piscivorous fish)與主要漁獲種類牡蠣(oyster)。(資料來源:本研究資料)

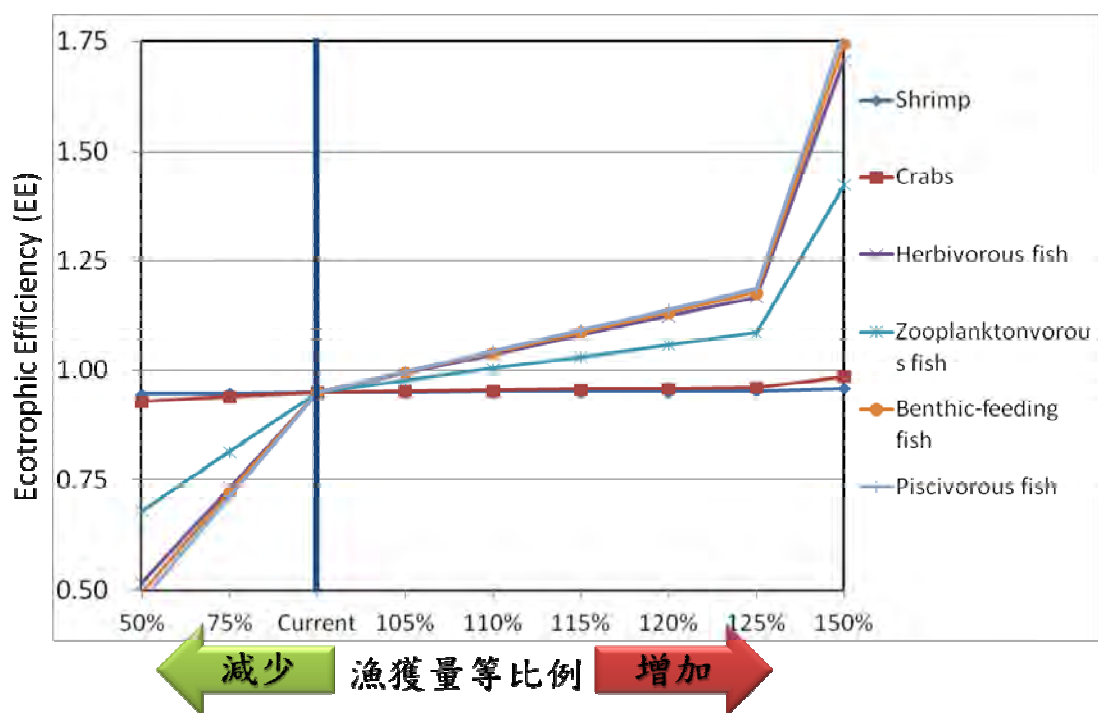


圖 1-34：模擬七股瀉湖其它漁獲物種(牡蠣除外)之漁獲承載量，當模式中的生態功能群之營養生態效率(EE)超過上限值 1 時，可視為其漁獲量已超出系統所能承載之數量。圖中各功能群之中英文對照請參見內文。(資料來源:本研究資料)

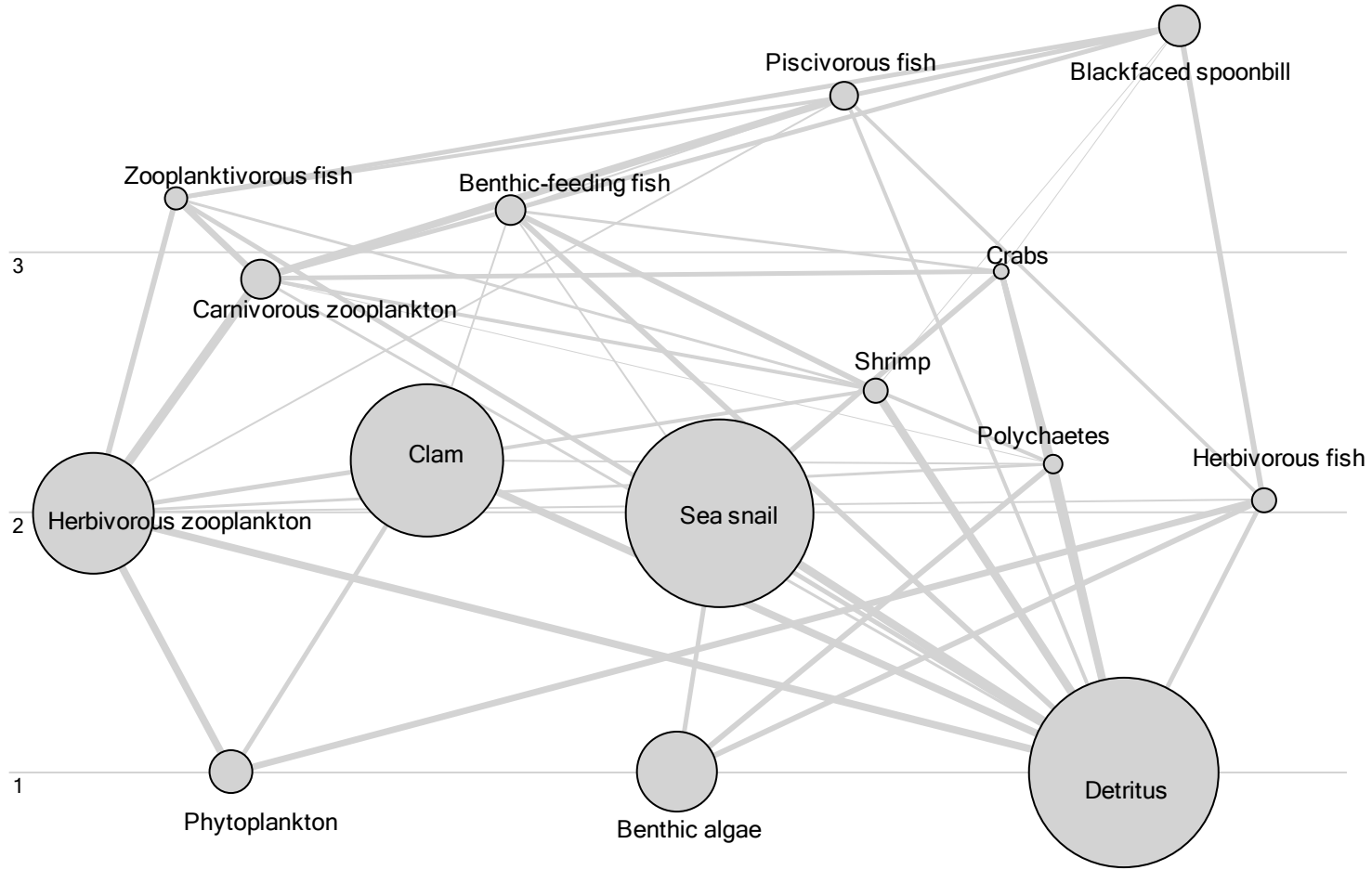


圖 1-35：黑面琵鷺保護區食物網模式圖，圖中各功能群之中英文對照請參見內文；圓圈大小代表生態功能群之相對生物量，彼此間的連線粗細則代表兩者間生物傳輸量的相對大小。(資料來源:本研究資料)

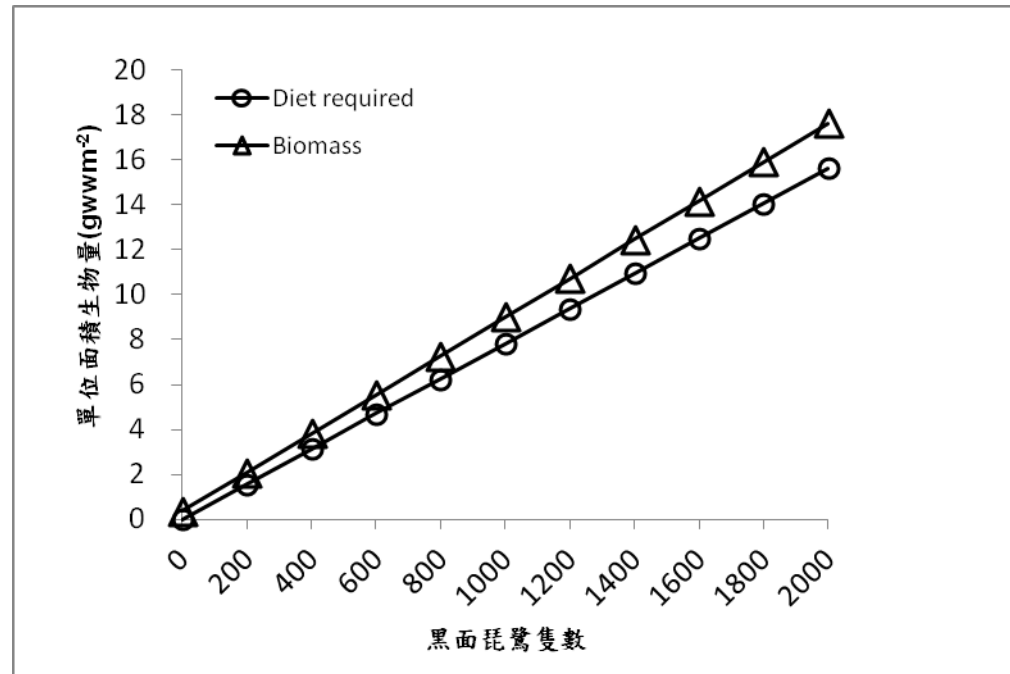


圖 1-36：模擬黑面琵鷺保護區內，黑面琵鷺隻數、黑面琵鷺攝食生物量(diet required)與保護區中餌料生物生物量(biomass)之關係。
(資料來源:本研究資料)

第二章 水質監測、維管束植物、紅樹林生產力、魚類之研究

摘要

關鍵詞：七股瀉湖、黑面琵鷺保護區、黑面琵鷺、水質、營養鹽、維管束植物、紅樹林生產力、魚類相、魚種組成

一、 研究緣起

台江國家公園在曾文溪口北岸包含兩大重要沿海濕地：七股瀉湖與黑面琵鷺保護區。園區內擁有需多珍貴的海岸溼地資源，如原生紅樹林等。七股瀉湖更是台灣地區最大瀉湖，高生產力名列全球前茅，具有豐富的漁業資源，長久以來提供週遭居民極高的生態服務功能；珍稀保育類黑面琵鷺更是台江國家公園的核心價值所在，而保護區也名列國際級重要濕地。國家公園最重要的任務是自然資源與生物物種的保育，需以宏觀的角度管理生態系統，其基礎建立在各項資源的量化與瞭解。

本子計畫的主要目標在配合總計畫並依據濕地生態監測系統標準作業程序，建立這兩處國際級及國家級重要濕地的水質長期生態監測系統，以及維管束植物及魚類物種組成及優勢種之名錄。由於紅樹林的養分循環較一般陸域森林，更具開放性及複雜性，本子計畫亦將估計紅樹林植物碳代謝量，以提供沿海濕地生態系管理上之參考及依據。

二、 研究方法及過程

在七股瀉湖及保護區長期放置水質測量儀器，並輔以在共同採樣期間於各樣站現場採樣攜回實驗室內進行水質分析。在植物社會組成上，於每個共同調查樣站中，離水10公尺內範圍各設置10條樣線以涵蓋全區，使用線截法用以計算溼地植物的相對覆蓋度、出現頻度、相對頻度、重要值。利用相對生長量公式來估算七股瀉湖海寮海茄苳之基礎生產力。在魚類方面，依不同棲地環境以待袋網、蝦拖網或流刺網採集，再進行豐度與種類數相關分析、群聚結構分析、以探討群聚之時空變化，與其跟環境因

子間之對應關係。

三、重要發現

七股瀉湖及保護區的水溫夏季比冬季高約 13°C 。鹽度主要是受季節的影響，在雨季的夏季及颱風後比冬春季來的低。七股溪口的鹽度同時會受到內陸淡水的稀釋。七股瀉湖各樣站的溶氧量主要是受到季節的影響，在冬季較高，夏季較低。在漲退潮的比較中，七股瀉湖中溶氧量主要是受到一日光照變化的影響。葉綠素 *a* 主要是受到七股溪口及曾文溪口陸域輸入物質所影響。本研究結果發現除秋季外，N:P 介於 0.1-9.3 之間，比 12 年前為低，而秋季之 N:P 介於 15.6-153.0 間，在秋季測得高的硝酸鹽氮，是否為颱風後擾動底層營養鹽所產生的結果，有待後續繼續監測。

總共調查到 145 種維管束植物，分屬於 44 科 117 屬，其中以禾本科、豆科、菊科、大戟科為主要種類。以習性而言，草本植物最多有 82 種，其次為喬木 22 種、藤本 21 種、灌木 20 種，顯示本區域以草本植物為主，外來種類亦多，達 30 種，表示此區域受到人為活動影響很大。共同樣站各樣站植物種類在不同季節調查中，種類變化很小，但組成和覆蓋度略有不同。大部分樣站種類的變動在 2-5 種之間，只有曾文溪口（樣站 7），在秋季時，因生育地遭漂沙覆蓋，大部分種類死亡，而有較大的變化。在植物種類方面，黑面琵鷺保護區周圍的植物種數最多，其次是七股瀉湖週邊，曾文溪口則最少。在覆蓋度方面，冬季和春季種類和覆蓋度較低，在夏季大量增加，秋季時覆蓋度逐漸降低。常見優勢植物有濱刀豆、濱豇豆、馬鞍藤、蘆葦、大花咸豐草、大黍、仙人掌、海雀稗、苦林盤、無根藤、馬氏濱藜等。

海寮海茄荖胸高直徑為 2.0 至 9.8 cm（平均 3.99 ± 1.60 cm），且 95% 樹高低於 400 cm（平均高 273 ± 52 cm），本區屬低矮紅樹林。以胸高直徑為參數估算地上部生物量為 53.55 Mg ha^{-1} ，地下部生物量 51.40 Mg ha^{-1} ，總生物量為 $104.95 \text{ Mg ha}^{-1}$ ，每年生長量為 $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 。總

掉落物量為 $12.28 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ，其中以落葉 $7.32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (59.6%) 所占之比例最高。由其每年生長量以及掉落物來估算，海寮海茄苳林之淨初級生產力為 $20.19 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ 。而透過海茄苳掉落物輸入七股潟湖之碳量為 $567 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，氮量為 $18.5 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。

本研究共記錄到44科92種魚類，有60種為經濟性魚類。以生活型態而言，依賴河口的大洋種類為最多佔53%，其次為出現並在河口孵育的種類佔27%，偶爾進入河口的大洋種類則佔了17%。以滯留時間來看，短時間和長時間滯留的魚種數相近，分別為42%和46%，而永久滯留的種類則為12%。種數出現最多的是鰕虎科共11種，次為鯡科、鰻科及鯔科各6種。大鱗鰻(*Liza macrolepis*)是唯一在7個樣站都出現過，而出現在6個樣站的魚種有鯔(*Mugil cephalus*)、環球海鰲(*Nematalosa come*)、日本海鰲(*Nematalosa japonica*)、漢氏綾鯢(*Thryssa hamiltonii*)、短棘鰻(*Leiognathus equulus*)、小鞍斑鰻(*Nuchequula mannusella*)、縱紋鑽嘴魚(*Gerres shima*)。各樣站只在颱風後採獲的魚種數為3-6種。七股地區的魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響。本研究依樣站及季節分為5個群體，(1)保護區、曾文溪口和潟湖北區夏季、(2)潟湖北區和七股溪口、(3)潟湖中區春夏季、(4)潟湖中區秋季、(5)颱風後及潟湖南區。曾文溪口所採獲的魚類體長大於七股潟湖及保護區，在秋季及颱風後所採獲的魚類幾乎都小於10cm。除了曾文溪口，本研究所採獲的魚種幾乎都小於100g。冬春季節的魚類比夏秋來的重。以漁獲個體數(ind./m²/d)及漁獲重量(g/m²/d)來看，潟湖北區及七股溪口高於潟湖中區及南區。

四、 主要建議事項

1. 立即可行建議

水質監測：

(1) 水質量測至少要每2個月量測一次，從日出前至日落後1小時之間

進行，每次定點定時（每 1-2 小時）連續量測 2 天，期間若能涵蓋不同天氣型態(晴雨天)更佳。

- (2) 水文與氮磷營養鹽濃度採樣建議於從日出後 1 小時至日落前 1 小時，間隔 12 小時各量測一次。

維管束植物：

- (1) 七股瀉湖南側新浮崙汕防風林則受到海岸的侵襲，呈逐漸流失死亡的趨勢，建議一年一次進行監測。
- (2) 黑面琵鷺保護區內東側有少數新生長的海茄苳，但因分布範圍十分分散，建議能配合福衛二號影像加以監測。

魚類：定期進行魚種組成及生物量之監測，七股地區水域的魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響。因此必需針對不同棲地型態在不同季節的進行定性及定量調查。

2. 中長期建議

- (1) 設立自動水質監測站，定期蒐集水質資料，以評估七股周圍水域水質之變化，供管理及決策參考。
- (2) 應對現存的紅樹林進行妥善的保護及經營管理，並且積極進行紅樹林的復育栽植工作，然而紅樹林成林後對於棲地環境影響頗大，其復育工作應謹慎為之。
- (3) 海茄苳林為一快速循環之區域，其掉落物生產量遠較其它地區紅樹林高，高產量的落葉及繁殖器官除可提供底棲生物重要的食物來源外，其碳、氮循環也是需關注的方向。
- (4) 由於七股瀉湖區為小魚的孵育及庇護場所，對於不同的棲地型態應進行妥善的保護及經營管理，以維持棲地之多樣性，進一步增加七股地區水域之魚種多樣性。

Abstract

Water quality is the term used to describe the chemical, physical, and biological characteristics of water. The aim of this study is to monitor the changes in water quality according to the "Standard Operation Procedure for Biodiversity Monitoring System in Wetlands". Water quality was analysis in total 12 stations in 2011, included eight in Chiku Lagoon and subtidal area, two in the Black-faced Spoonbill Refuge, and 2 in estuary of TsengWen river and subtidal zone. Temperature, salinity、specific conductivity、dissolved oxygen, pH, ORP were measured in situ. Turbidity, Chlorophyll *a*, suspended solid dry weight, suspended organic dry weight and nutrients, included $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ and $\text{SiO}_2\text{-Si}$ were measured in vitro. Temperature in summer was 13°C higher than in winter, and salinity was lower in wet season. Salinity influenced by input of terrigenous freshwater from the Qigu River or Zengwen River. DO changed seasonality and diuranlly regulated by the biological photosynthesis. Zenwen River had the higher Chlorophyll *a* concentration than other sites, and Qigu River is higher than other sites in Qigu lagoon. Chlorophyll *a* also influenced by input of terrigenous material. The highest value of $\text{PO}_4\text{-P}$ were recorded in Qigu River and two times than 12 years ago. Except autumn, the N:P ratio between 0.1-9.3, which low than 12 years ago. The result shows that there had nitrogen limited to phytoplankton in Qigu lagoon. The higher N:P recorded in autumn, which between 15.6-153.0, it need more data to improve if it influenced by the disturbance after typhoon period. The dramatic flustration of $\text{SiO}_2\text{-Si}$ need to combined with the data in other sub-projects to do advanced analysis

In this study, the transect-line method was used to investigate the species composition of vascular plant in Chiku Lagoon, the Black-faced Spoonbill

Refuge and the Tseng-Wen River. A total of 145 species, which belonged to 44 families 117 genera were found in this study. The dominance families are Poaceae, Fabaceae, Asteraceae and Euphorbiaceae. The most habit type including 82 species is herb. Due to the human impact, there are 30 alien species. The main dominant species are *Bidens pilosa* , *Ipomoea pes-caprae brasiliensis*, *Vigna marina*, *Paspalum vaginatum*, *Panicum maximum*, *Clerodendrum inerme*, *Canavalia rosea*. The difference among seasons in species composition is low, but the difference among seasons in total coverage is high. In general, the coverage is low in winter and spring, highly increasing in summer and gradually decreasing in autumn.

This study was used allometric equations to estimate net primary production of an *Avicennia marina* forest located at the mouth of the Chiku Lagoon (HA). The diameter at breast heights (DBH) of this mangrove stand ranged from 2.0 to 9.8 cm (mean 3.99 ± 1.60 cm) . Almost 95% of tree heights lower than 400 cm (mean = 273 ± 52 cm) , which suggested that the *Avicennia marina* forest is classed to dwarf mangrove type. We used DBH as parameter of allometric equations to estimate above-ground biomass, below-ground biomass and annual increment of the *Avicennia marina* forest, they were 53.55 Mg ha^{-1} , 51.40 Mg ha^{-1} and $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$, respectively. The annual total litterfall production was estimated $12.28 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$. Leaves were the main component of litterfall, of which $7.32 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ (59.6%) . The net primary production(NPP) of mangrove are summed by the rates of growth increment and litterfall production. According the equation, the net primary production of the *Avicennia marina* forest is $20.19 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$. Carbon and nitrogen input through annual litterfall were $567 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}$ and $18.5 \text{ g m}^{-2} \text{ yr}$, respectively.

Fishes were collected using fyke nets on 2011. The species composition,

abundance and communities structure were investigated. Totally 44 families and 92 species, including 60 economic species were recorded from 7 stations (northern, middle, eastern and western lagoon, the Black-faced Spoonbill Refuge (BFSR) and the TsengWen River). The fish comprised 53% marine estuarine-dependent species, together with 17% marine species and 27% estuarine species. Species richness was higher in south Qigu Lagoon, and diversity were higher in the Qigu River. Classification analysis showed that the fish assemblages were distinct among the sites. The most abundance family were Gobiidae (11 species). Clupeidae, Leiognathidae, and Mugilidae were included 6 species respectively. *Liza macrolepis* was the only species appeared at 7 stations. Excepted south BFSR stations, *Mugil cephalus*, *Nematalosa come*, *Nematalosa japonica*, *Thryssa hamiltonii*, *Leiognathus equulus*, *Nuclequula manusella*, and *Gerres shima* had appeared in other 6 stations. The body length in TsengWen River were large than other stations. Most of body length were smaller than 10cm, and body weight smaller than 100g. The result showed that Qigu lagoon was the important habitats used for reproduction, feeding, and shelter.

Keywords: Chiku Lagoon, southwestern Taiwan, Black-faced Spoonbill, water quality, nutrient, vascular plant, *Avicennia marina*, fish fauna, species composition

一、前言

(一) 水質監測

由於許多因素會影響水質，水質在時間和空間上不停地變化，而有許多參數可用於描述水質，因此水質的概念可以用來闡述水體的物理、化學和生物特性。對於湖泊、河流及地下水的水質監測，不同學科研究人員各有側重點，其中生態學者的研究目標為研究水體的物理—化學特性、水體中污染物來源，以及生物色素 (Deborah et al. 2005)。本研究預計監測基本的水質項目包括物理性質之水溫、鹽度，化學特性之溶氧量(dissolved oxygen, DO)、酸鹼值(pH)，與植物生長有關之營養鹽包括氨氮(NH₃-N)、硝酸態氮(NO₃-N)、亞硝酸態氮(NO₂-N)、正磷酸鹽磷(PO₄-P)及矽酸鹽(SiO₂)等，以及代表浮游藻生物量之葉綠素 a (Chlorophyll a)，這些因子均直接或間接影響著海域生態系的組成與平衡。收集這些資訊一方面可瞭解水體的基本特性，也可做為其它相關子計畫之環境因子。

與生物採樣同步之水質分析項目包括水文及水質化學兩大部分，其。水文部分包含水溫、鹽度，水文化學部分包含溶氧量、酸鹼值、濁度、氧化還原電位、葉綠素 a、營養鹽(包含氨氮、硝酸態氮、亞硝酸態氮、正磷酸鹽磷、矽酸矽)、懸浮物乾重及懸浮有機物乾重。

七股潟湖為一自營性系統而有淨有機物之生成，水體滯留時間平均約為 5.8 天，營養鹽之滯留時間與水體滯留時間大致有同步趨勢 (郭，1999)。曾文溪口鄰近區域之海域水質污染主要源自於曾文溪本身及鄰近之河川，如鹿耳門溪及鹽水溪等 (陳和顏，1995)。在 1998-1999 年間「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究(V)」顯示潟湖水域內水溫介於 21°C 和 32°C 間，鹽度受乾濕季影響介於 10 和 37 間。水域中氮源和磷含量有明顯之季節差異，季節會影響水域中營養鹽的濃度，通常以雨季期間營養鹽含量較高。七股潟湖細部水文資料受潮汐影響之變化。潮汐作用對於營

養鹽之影響以退潮時濃度高於漲潮 (翁, 1999)。 SiO_2 , NH_4^+ 和 PO_4^{3-} 底棲通量在秋冬高於春夏; 但潟湖南邊地帶, 主要受沉積量和七股溪陸源有機碳輸入量的影響, 而在夏季時, NH_4^+ 和 PO_4^{3-} 底棲通量高於秋冬 (陳, 2000)。

(二) 維管束植物種類組成及植被組成

與一般陸域森林相較, 紅樹林的養分循環更具開放性及複雜性。紅樹林中微生物如細菌、真菌及藻類的作用都被證實與紅樹林碳、氮、磷的循環有密切的關係(Clough 1992; Tam 1998)。全球紅樹林的粗初級生產力平均為 $4.6 \times 10^{13} \text{ mol C yr}^{-1}$, 淨生產力 $1.8 \times 10^{13} \text{ mol C yr}^{-1}$, 約有70%的碳儲存在赤道至南北緯 10°C 的紅樹林區(Kristensen et al. 2008)。

台灣紅樹林區之高等植物相約有62科243種, 其中有4科7屬7種紅樹林植物, 為紅樹科的水筆仔、五梨跤 (紅海欖, 長柱紅樹)、紅茄苳、細蕊紅樹, 馬鞭草科的海茄苳, 使君子科的欖李, 大戟科的土沉香, 但是紅茄苳及細蕊紅樹已在台灣消失, 目前台灣只剩下5種。半紅樹林植物則有夾竹桃科之海芒果、菊科之冬青菊、豆科之水黃皮、錦葵科之黃槿等4種。其他如苦林盤、苦檻藍、草海桐、頰藤、狗牙根、鹽地鼠粟及蘆葦均屬紅樹林常見的伴生植物。有些海岸植物如棋盤腳及銀葉樹雖列為真正紅樹林植物之名錄, 但在台灣只在侷促的恒春半島一帶, 或是在內陸庭園中偶見。而半紅樹的水芫花、繖楊、蓮葉桐也主要產於恒春半島及蘭嶼沿海, 在台灣數量及分布範圍極為有限。

七股地區擁有豐富的紅樹林資源, 在七股潟湖的紅樹林面積約有5公頃, 亦有豐富的紅樹林伴生植物及濱海植物。本研究預計調查維管束植物種類、覆蓋度、頻度及重要值, 瞭解七股潟湖、黑面琵鷺保護區、曾文溪口的植物社會組成、植物季節動態變化、紅樹林分布, 並提供台江國家公園管理處作為沿海濕地生態系經營管理之參考依據及相關環境教育解說

資料。

(三) 紅樹林生產力

紅樹林是生長在水域及陸域之交匯帶的木本植物群落，據估算臺灣約有 200 多公頃的紅樹林，主要分布在西部沿海淡水河口至大鵬灣一帶 (Hsueh and Lee 2000)。七股地區擁有豐富的紅樹林資源，在七股瀉湖的紅樹林面積約有 5 公頃。與一般陸域森林相較，紅樹林的養分循環更具開放性及複雜性。紅樹林中微生物如細菌、真菌及藻類的作用都被證實與紅樹林碳、氮、磷的循環有密切的關係(Clough 1992; Tam 1998)。全球紅樹林的粗初級生產力平均為 $4.6 \times 10^{13} \text{ mol C yr}^{-1}$ ，淨生產力 $1.8 \times 10^{13} \text{ mol C yr}^{-1}$ ，約有 70% 的碳儲存在赤道至南北緯 10°C 的紅樹林區(Kristensen 2008)。

一般維管束植物生產力的估算是以生物量(biomass)、掉落物(litter fall)及掉落物的分解速率為基礎。本研究亦將嘗試使用大型密閉罩蓋法(長 x 寬 x 高為 24 x 24 x 50 cm)，藉由量測 CO_2 濃度變化，同時考量光照量與季節等因素，來估計紅樹林植物碳代謝量，以及調控因素。然而此方法的缺點在於僅能測量高度 < 50 cm 的植株，因此密閉罩蓋法主要用於探討環境與生物因子對於草澤植物與紅樹林植物碳代謝量的調控因子。

(四) 魚類種類組成及生物量

七股瀉湖位於台灣西南沿海是台灣地區最大瀉湖，高生產力名列全球前茅，具有豐富的漁業資源。東半部為養殖魚塢，西半部有青山港汕、網子寮汕、頂頭額汕等沙洲。漁民常將瀉湖利用為漁撈與淺海養殖的場所，在其中插蚵仔、施放定置網，養殖文蛤、赤翅等。沙洲以南為河床地，部分開發為魚塢，部分為農耕地，冬季除有雁鴨科鳥類在此聚集度冬之外，更為著名稀有鳥類黑面琵鷺 (*Platalea minor*) 的主要棲息地。瀉湖因為受到各種陸地、大氣與海洋自然環境變化的影響，也是最脆弱的地區，更

容易因為人類的活動而遭受到破壞。七股潟湖在 2009 年劃入台江國家公園的一般管制區，為台南市劃定區劃及定置之漁業權區域，面積為 1,407 公頃。珍稀保育鳥類黑面琵鷺更是台江國家公園的核心指標，而保護區也名列國際級重要濕地。在如此重要的地區，基礎的調查資料是非常重要的，有了基礎資料才能對生態環境有所瞭解，並提出相關的保育策略，所以此研究希望可以提供作為保育策略的依據。

七股潟湖魚類群聚結構有乾 (11 月至翌年 5 月)、濕季 (6 月至 10 月) 的分別(Kuo et al. 1999)。Kuo et al. (2001)從 1995~1998 年歷經三年的調查中，發現七股潟湖有 46 科 111 種魚類種類，以 *Liza macrolepis*, *Valamugil cummesius*, *Pelates quadrilineatus*, *Leiognathus brevirostris* 和 *Gerres abbreviatus* 為優勢種，共佔了 50%數量，其中有 87%的種類為過境魚種。魚類多樣性在每年 6~10 月較豐富，顯然與水溫及降雨量有明顯相關。

本研究的主要目標在依據濕地生態監測系統標準作業程序監測魚類，建立這兩處國際級及國家級重要濕地的魚類長期生態監測系統。在完成所有採樣後也將與 Kuo and Shao (1999)及 Kuo et al. (2001)進行比較。

二、 材料與方法

(一) 水質監測

共同採樣測站規劃如圖 2-1 所示，藉以完整涵蓋重要沿海濕地以及曾文溪河口生態系統，七股潟湖有 4 站，分別位於潟湖北區(st1)、中(st2)、南區(st4)以及七股溪口(st3)；黑面琵鷺野生動物保護區有 2 站，分別位於保護區北區(st5)及南區(st6)；曾文溪河口(st7)則設有 1 站作為對照組。水質監測另配合浮游生物、仔稚魚及底棲動物出船採樣，而於潟湖北區(st1s)、中區(st2s)、南區(st4s)、七股溪口(st3s)以及曾文溪口(st7s)增加亞潮帶的採樣共 5 站。每季採樣一次，包括三月(冬季)、四月(春季)、七月(夏季)、十月(秋季)與九月(颱風後)共五次，以便於作為生態環境之季節變化比較分析。

1. 長期動態監測

長期動態監測對於了解濕地的內在規律有相當重要的意義。短期資料常引致片面性的結果而產生誤導作用。台灣生態環境的破壞日益嚴重，如何維持生態系的長期穩定平衡是重要課題。而長期追蹤一個地區的環境生態與自然資源狀況，了解區域之環境品質變化，管理者可以據此結果，提出適當之管理措施，擬定中長期的經營策略(李,2007)。行政院農業委員會特有生物研究保育中心由 2010 年 9 月開始於七股潟湖靠近南區出海口處設置浮台式水質監測站 (YSI-6600V2-4 綜合水質儀)，將水質儀維持在表水下約 50cm 處，每 15 分鐘收集一筆水質資料。長期水質監測項目包含水溫、鹽度、溶氧量、酸鹼值、氧化還原電位，以及濁度等參數。本研究擬利用共同採樣期間的連續水質資料，探討七股潟湖靠近南區出海口水質的季節及每日變化。

2. 即時監測

冬、春季時在潮間帶只測漲潮水，亞潮帶只測採表層水。為了解漲退潮對水質的影響，在夏、秋及颱風後在潮間帶進行了漲、退潮水之監測(1-3天內)。而在亞潮帶的測站則進行表底層水之監測，藉以了解水體是否有分層現象產生。使用綜合水質儀 (YSI-600QS) 現場直接測定水溫 (°C)、鹽度、溶氧值 (mg/L)、酸鹼值、氧化還原電位(mV)等。取 2 瓶 500 ml 水樣裝入事先酸洗處理過的棕色塑膠瓶中，採樣完畢即運回實驗室，進行各項水質化學分析。營養鹽水樣事前處理，取 100 ml 水樣於 24 小時內利用孔徑 0.7 μ m 的 GF/F 玻璃纖維濾紙過濾，未即時測定之過濾水樣隨即放在 -20°C 的冷凍櫃中保存。各項因子分析方法如下所述：

(1) 葉綠素 a (μ g/L)：將攜回實驗室之水樣，在光線微弱處，以 GF/F 玻璃纖維濾紙過濾水樣 100-400ml (依水樣過濾難易而定)，將附有水層藻類的玻璃纖維濾紙包在鋁箔紙中避光保存，尚未萃取前置於-20°C 冷凍保存，於 1 個星期內完成測定。

依據 Parsons et al. (1984) 的方法，將附有水層藻類的玻璃纖維濾紙放入裝有 10 ml 90% 丙酮的 15 ml 離心管中，用鋁箔紙包住避光，於 4°C 下萃取 15~17 h，萃取間加以搖晃約 3-4 次。將萃取完成的試管，於轉速 3500 rpm、20°C 下離心 10 min，取上層液利用分光光度計 (U2001, HITACHI, Japan) 讀取波長 630、647、664 及 750 nm 之吸光值，由下列公式得到樣本之 Chlorophyll a 濃度：

$$\text{Chlasample} = \mu\text{g [Chl. a]} \text{ ml}^{-1} = 11.85 \times E_{664} - 1.54 \times E_{647} - 0.08 \times E_{630}$$

Chlasample 為樣本 Chlorophyll a 濃度，單位為 $\mu\text{g [Chl. a]} \text{ ml}^{-1}$ ， E_{664} = 波長 664 nm 吸光值 - 波長 750 nm 吸光值， E_{647} = 波長 647 nm 吸光值 - 波長 750 nm 吸光值， E_{630} = 波長 630nm 吸光值 - 波長 750nm 吸光值。再由下列公式回推至整個水層藻類的 Chlorophyll a 濃度：

$$\text{Chl}a = \text{mg} [\text{Chl}.a] \text{m}^{-3} = \frac{\text{Chl } a_{\text{sample}} \times v}{V \times l}$$

Chl a 為水層藻類群聚的 Chlorophyll a 濃度，單位為 mg [Chl. a] m⁻³，v 為丙酮溶液之體積 (10 ml)，V 為過濾之水量 (l)，l 為測量吸光值所使用分光光度計光路徑管 (1-cm light path cuvette) 為 1 cm。

(2) 濁度 (NTU)：在特定條件下利用可攜式濁度計(DRT-15CE, scientific Inc.) 比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度，測定水樣的濁度。

(3) 氨氮(NH₃-N, µg/L)：靛酚比色法(NIEA W448.51B; Pai et al., 2001; Parsons et al., 1984)。取待測水樣 2 ml 至試管中，依序加入各 80µL 之酚溶液、80µL 亞硝醃鐵氰化鈉溶液、200µL 氧化劑溶液(100ml 鹼性檸檬酸鹽溶液加 25ml 次氯酸鈉比例，使用前混合)，充分混合均勻，在室溫下遮光反應 1 h 後即反應完全，且可維持穩定約 24 h，以分光光度計波長 640 nm 測定之。

(4) 硝酸態氮(NO₃-N, µg/L)：利用離子層析儀(ion-chromatography, Dionex IC-1000)分離海水，流洗液為 NaCl，流速為 1ml/min，以紫外分光光度計波長 225nm 測定之。

三同步營養鹽測定法(Trident-223, 白和郭, 1995)，配合 FIA(flow injection analysis)原理可以同步測定亞硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽。

(5) 亞硝酸態氮(NO₂-N, µM)：測定方法是利用 pink azo dye 呈色原理(Stickland and Parson, 1972; Pai et al. 1990)，配合 FIA 原理，採用 Trident-223 三同步營養鹽測定系統。將測定水樣汲取至 FIA 系統中，先將第一個反應試劑 (SUL) 汲取注入流動之水樣，經過一段混合迴圈，再注入第二個反應試劑(NED)，再以自動汲樣器(GB-2)注入分光光度計中以波長 543 測定。

(6) 正磷酸鹽磷-(PO₄-P, µg/L)：採用氫鉬酸還原法 (Murphy and Riley

1962; Pai et al 1990)。配合 FIA 原理，採用 Trident-223 三同步營養鹽測定系統。將測定水樣汲取至 FIA 系統中，先將第一個反應試劑注入流動之水樣，經過混合迴圈反應後，再注入第二個反應試劑，再以自動汲樣器(GB-2)注入分光光度計中以波長 880 測定。

(7) 矽酸鹽($\text{SiO}_2\text{-Si}$, $\mu\text{g/L}$)：採用矽鉬還原法，但矽酸鹽反應受溫度影響大，所以用 FIA 系統測定時，增加一個迴路做加熱恆溫處理。將測定水樣注入水樣迴圈的同時與酸性鉬酸銨試劑混合，再依序加入酒石酸溶液與抗壞血酸，再以自動汲樣器(GB-2)注入分光光度計中以波長 810 測定。

(8) 懸浮物乾重(mg/ml)：將空白的玻璃纖維濾紙以鋁箔紙包覆，於 500°C 燃燒 4 小時(Biggs, 1994)，待其冷卻後稱重，此為空白重。過濾水樣 50-200ml (依水樣過濾難易而定)，將過濾後之玻璃纖維濾紙放入原鋁箔紙，不要包住，打開於 60°C 烘乾至少 24 小時，至其恆重，記錄之。將含樣本的重量扣掉空白重，再除以過濾水量，即為懸浮物乾重。

(9) 懸浮有機物乾重(mg/ml)：將(8)烘乾之含樣本濾紙及鋁箔紙於於 500°C 燃燒 4 小時，再扣掉(8)之空白重，再除以過濾水量，即得懸浮有機物乾重。

(二)維管束植物種類組成及植被組成

在植物分布與種類組成方面，參考遙感探測衛星影像資料，先採取全境普查，分析棲地類型，鑑定植物種類等資料。

在植物社會組成上，於每個共同調查樣點中，離水 10 公尺範圍內各設置 10 條 1.5 公尺樣線以涵蓋全區，使用線截法(Larson, 1959; 劉崇瑞和蘇鴻傑, 1983) 截取不同植物樣線，各測線上所出現各種植物所截取線段的長度除以測線全長，即是該植物的覆蓋度，以百分率(%)表示，同時可用以計算溼地植物的相對覆蓋度、出現頻度、相對頻度，並將相對覆蓋度和相對頻度合成重要值指數。重要值顯示該種植物於當地植群中所佔有

的角色，其值越大則重要程度愈高，即該區之優勢植物。其公式如下：

1. 相對覆蓋度

$$\text{相對覆蓋度} = (\text{某種植物之覆蓋度} / \text{所有植物之覆蓋度總和}) \times 100\%$$

2. 相對頻度

$$\text{相對頻度} = (\text{某種植物之出現頻度} / \text{所有植物之頻度}) \times 100\%$$

3. 重要值 (I.V.)

$$\text{重要值指數 Index (200)} = (\text{相對覆蓋度}\%) + (\text{相對頻度}\%)$$

(三)紅樹林生產力

1. 海寮紅樹林面積之估算

以 1989 年之像片基本圖加以定位之數值影像，與 2005 年及 2010 年之航照正射影像為資料。用 ESRI ArcView 地理資訊系統軟體進行螢幕數化及計算紅樹林面積。

2. 紅樹林生物量之估算

(1) 於海寮紅樹林設置 5 個樣區(2 條 50*1m², 4 條 50*1m²)，調查樣區中每一株海茄苳之胸高直徑(DBH=130 cm) 與樹高。由於本區為生態保護區，因此採用胸高直徑為參數來估算其地上部與地下部之生物量(Comley and McGuinness 2005 ; Komiyama et al. 2008)。換算之公式如下：

$$\text{葉片生物量 } W_{\text{leaf}} = 0.091 \times \text{DBH}^{1.378}$$

$$\text{枝條生物量 } W_{\text{branch}} = 0.061 \times \text{DBH}^{2.429}$$

$$\text{樹幹生物量 } W_{\text{stem}} = 0.168 \times \text{DBH}^{2.031}$$

$$\text{地上部生物量 } W_{\text{AG}} = 0.308 \times \text{DBH}^{2.113}$$

$$\text{地下部生物量 } W_{\text{AG}} = 1.276 \times \text{DBH}^{1.171}$$

(2) 養分分析：

植物體及土壤的分析項目包括全氮 (TN) 及碳 (TC)，採回之土壤

及植物體先進行冷凍乾燥，再分別磨粉過篩網方式。自每份次樣品中取元素分析儀所需之適當量，置於錫箔壓錠前後，以分析天平精稱其重（至 0.01mg），以得知樣品重量。所有的樣品以元素分析儀直接測定樣品之碳、氮百分組成。

(四)魚類種類組成及生物量

1. 魚蝦蟹類採樣方法

紅樹林區魚類的研究方法分為(一)主動式網法：手抄網、四角網、曳網、手拋網、拖網、船曳網、地曳網；(二)被動式網法：流刺網、圍網、誘魚器、藥捕法、待袋網、延繩釣，而其中可以定量的網法為待袋網及曳網，而流刺網可以估計相對豐度(林等, 1995)。本研究為了提供總計畫食物網模式中魚類定量資料，依棲地不同，在七股潟湖內採用待袋網，黑面琵鷺保護區採用曳網，曾文溪口則採用流刺網。於 2011 年 3 月(冬)、4 月(春)、7 月(夏)、9 月(颱風後)以及 10 月(秋)共進行 5 次採樣。

七股潟湖內的樣站請漁民於採樣前一天下午退潮時放置待袋網或流刺網(網目 2x2 cm)，經過一次潮水交換時間，隔天早上退潮時收魚，放置時間在 12-48hr 之間(表 2-20 至 2-26)。

七股潟湖北區(樣站 1)：由於北區潟湖內的待袋網大多已經沒有在收魚，因此將採樣點設在西寮的大寮排水溝，離潟湖口約 3.5km，潮溝寬約 40m，設有 4 個開口向內陸的待袋網。但在夏季時由於臺南市政府以網架會阻礙排水為由而拆除，因此只放了一個待袋網。之後又恢復 4 個待袋網。面積約 144 m²。

七股潟湖中區(樣站 2)：冬季的樣站在 176 公路底的潮溝和潟湖交接處，潮溝寬約 20m，設有 2 個開口向內陸的待袋網。春季以後則在觀海樓海巡哨站外，共有 5 個開口朝東的待袋網。待袋網間還有用網圍起來的網牆，整個圍住的長度約 80m。面積約 758 m²。

七股溪口(樣站 3): 位於海寮紅樹林旁，為七股溪出海口，潮溝寬約 70m，設有 6 個開口向南的待袋網。面積約 240 m²。

七股瀉湖南區(樣站 4): 位於六孔碼頭和十五孔之間，靠近七股瀉湖南方與臺灣海峽的開口處，共有 3 個待袋網，但網牆長約 200m。面積約 7150 m²。

黑面琵鷺保護區樣站的採樣方法主要是用蝦拖網(曳網)，為避免干擾黑面琵鷺白天在保護區的休息，也為了減少對保護區及魚類群聚的破壞，因此配合台南縣黑面琵鷺保育學會每個月在保護區的魚蝦蟹調查，並選在晚間進行。利用全球定位系統(GPS)定位樣區，以確定採樣之起點及終點。蝦拖網的有效篩濾長度為 8.8m，高 1m，網目 0.8×0.8cm。作業時網具兩邊由人工拖曳，由淺水域張網，拖至裸露之淺灘即止。由於保護區約略為西低東高，因此蝦拖網為由西向東拖行約 50m (戴及吳, 2006)。在本研究進行的 5 次採樣中，將魚類全數攜回測量基本形質及進行鑑種工作。

保護區北區(樣站 5): 選定保護區內西區、北區(靠近第 1 賞鳥亭)兩淺灘及東區一處長年有水的凹地分別進行 1 次的拖網，拖行 1-2min。西區與北區為淺灘，水深 7-30cm；東區為泥濘地，一般水深在 20-65cm，但大潮或降雨量大時可達 100cm (曾,2007)。將此 3 次樣區之魚種資料加總。此區總面積約 1320m²。

保護區南區(樣站 6): 為保護區北區內西區次樣區再往南進行 1 次拖網，拖行 1-2min。此區面積約 440m²。

曾文溪口(樣站 7): 請漁民於採樣前一天下午放置流刺網(網目 2×2cm)，隔天早上坐船出去收魚，放置時間為 16hr。流刺網面積約 144m²。

依棲地類型不同而採用不同的漁法。七股瀉湖及黑面琵鷺保護區，因此在七股瀉湖採樣方式主要以待袋網進行魚類調查，在保護區以蝦拖網方式進行調查。調查人員依現場情形另以釣魚法及八卦網補充採集。由於樣站距離實驗室不到 1 小時的車程，現場除拍攝魚類照片外，將所採集到

的魚類置於冰箱攜回實驗室，回到實驗室馬上進行魚種鑑別，並記錄其體長、體高及體重後，即刻置於-20°C 冰箱保存。量完基本形質後，再將魚內臟取出浸泡於10%福馬林中，以利將來進行魚胃內含物之分析。另外取優勢種1-3尾給相關子計畫進行同位素分析。調查期間配合共同採樣時間。

蝦蟹類除與魚類相同方法採樣，再依當時狀況輔以小型蝦籠，置放過夜後收集蝦蟹。所收取之蝦蟹標本冰凍於-20°C 冰箱保存，之後交給相關子計畫進行鑑定，並建立名錄。

2. 魚類生態習性

依據Potter et al. (1986)將魚種分為5種生活周期(1)降海迴游種類 (catadromous), C (2)河口種類, E：出現並在河口孵育，(3)依賴河口大洋種類, MED：大洋種類但會大量進入河口，(4)大洋種類, MS：大洋種類偶爾會進入河口，(5)淡水種類, F：出現並在淡水孵育。再依據Bell et al.(1984)判定沿岸魚類滯留時間的長短分為永久滯留(P)、長時間滯留(L)、短時間滯留(S)三種型式。

3. 資料分析

(1) 群聚結構指數 (Biodiversity index)

生物多樣性可定義為生物中的多樣化和變異性以及物種生境的生態複雜性，一般有遺傳多樣性、物種多樣性及生態系統多樣性，在此從群落角度來敘述種的多樣性，不涉及生物多樣性的其它領域。通常種的多樣性有二種含意，一為種的數目或豐度(Species richness)，指一個群落或生境中物種數目的多寡。在統計種的數目時，需要說明多大的面積才能比較。另一為種的均勻度(Species evenness)，指一個群落或生境中全部物種個體數目的分配狀況，反映的是各物種個體數目分配的均勻程度。多樣性指數是豐度和均勻度的綜合指標。測定多樣性的公式有很多，以下列出本研究所使用的多樣性指數。將每次所採樣的魚種數及個體數以當次之採樣面積及採樣時間進行標準化再計算各生物多樣性指數。由於採樣方法不

同，在七股潟湖及曾文溪口所得結果為每天每平方公尺的個體數 (ind./m²/d)，保護區為每平方公尺的個體數(ind./m²)。由於漁獲非常少，而每個樣站之採樣面積都有超過100m²，因此在資料的呈現是以百倍來表示，即10² ind./m²/d及10² ind./m²/d。

種豐度指數 (Margalef species richness, D) :

$$D = \frac{S-1}{\ln N} \quad S \text{ 為群落中的總種數, } N \text{ 為所採獲的總個體數}$$

種歧異度指數 (Shannon-Weaver diversity index, H')

各樣站各次採得之魚類種歧異度利用 Shannon-Wiener index (H') 公式估算 (Shannon and Weaver, 1949)

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i \quad P_i: \text{第 } i \text{ 物種佔總物種數之比例}$$

種均勻度指數 (Pielou's evenness, J')

$$J' = \frac{H'}{\log(S)} \quad S \text{ 為群落中的總種數, } H' \text{ 為 Shannon-Weaver diversity index}$$

(2) 群聚結構聚類分析

各測站在各季節之魚種個體數經過 $\log(x+1)$ 轉換為常態分析，以 Bray-Curtis 相似性係數分析其魚類群聚之相似度，再利用聚類分析 (clustering) 及非介量多度空間尺度分析 (non-metric multi-dimensional scaling, MDS) 分析其種類組成是否隨樣站或季節而改變。以上分析使用 PRIMER 6.0 (Plymouth Marine laboratory, Plymouth, UK) 套裝軟體。

三、 結果

(一)水質監測

1. 長期監測

儀器長期放置在潟湖中會受到生物的附著，每 2 個月進行一次維護工作，因此去除無效的資料，在共同採樣期間的冬季(3/28~31)共有 4 天有效資料、春季(4/13~30)有 14 天，夏季(7/17-7/31)為 11 天，颱風後(9/5~20)有 16 天，秋季(10/10~23)為 7 天(圖 2-2)。

水溫：冬季與夏季平均水溫相差 9.5°C (19.2°C ~ 28.7°C)。而每日的最高與最低的水溫差以冬天為最高 3.1°C ，秋天為最低 0.8°C 。

鹽度：冬天鹽度平均值最高為 34.7，春天最低 20.5，兩者相差了 14.2。每日的鹽度差則以夏天最大為 2.9，秋天最低只有 0.3。由曲線圖可看出春夏季明顯有 2 次的波峰，其它季節則不明顯。而颱風後亦可看到受到河流淡水進入潟湖的影響，鹽度較夏秋季大約低了 10。

酸鹼值：每日的最高與最低差值 < 0.1 。而最低為秋天 8.11 和最高的冬天 8.24 差了 0.14。

溶氧量：在較冷的冬指季較高為 7.80mg/L 及 7.28mg/L ，夏秋約低 1mg/L 為 6.31mg/L 及 6.22mg/L 。每日之溶氧量差介於 $0.36\sim 0.81\text{mg/L}$ 之間，可能是受到水體擾動的關係以颱風後相差最多。

濁度：4 個季節介於 11.3~86.5 NTU，以春季為最高，冬季最低。而颱風後的影響在濁度約為 7-50 倍(618.6 NTU)。

由鹽度與溶氧量相互間的關係來看(圖 2-3)，在靠近出海口的溶氧量除了受潮水也會受到日周期的影響。

2. 即時監測 (表 2-1,2-2,2-3,2-4,2-5)

水深(m)：在進行亞潮帶表底層水樣採集同時也測量水深，在夏季至

冬季的 3 次採樣中，北區為最深約 1m，而以七股溪口為最淺約 50cm，南區約為 60-70cm，中區約為 80cm。黑面琵鷺保護區約在 5-20cm，而保護區南區大多在 10cm 以下又較北區為淺。對照樣區曾文溪口大約為 7m(表 2-3,2-4,2-5)。

水溫(°C)：冬季水溫介於 14.7°C 至 22.6°C，春季介於 26.3°C 至 30.44°C，夏季介於 28.5°C 至 35.0°C，秋季介於 24.6°C 至 29.4°C，本研究颱風後的水溫和夏季相似介於 28.2°C 至 34.6°C。夏季比冬季高約 13°C。冬季除了七股溪口亞潮帶水溫特別低為 14.7°C 外，其餘樣站的水溫範圍介於 17.1 至 22.6°C。影響七股水域水溫的主要因素除了天候及季節性變化以外，如漲退潮的水溫受到日照的影響較大。夏季水溫高於春秋而以冬季為最低。水位高低也是影響因素，在 7 個樣站中，不同季節的最高溫會出現在水位較淺的保護區南區(冬春季及颱風後)或七股溪口(夏季)(圖 2-4 水溫, 圖 2-5)。

鹽度：河口鹽度主要受洋流、降雨量、蒸發和陸地排水的影響，。在降雨量的長期監測中顯示七股潟湖的雨季主要集中在 5-9 月。在本研究的樣站中，鹽度主要是受季節的影響，在夏季及颱風後比冬春季來的低(圖 2-4 鹽度)。七股溪口的鹽度會受到內陸淡水的稀釋，而在夏季出現最低鹽度 15.0。鹽度最高則出現在雨量較少的春季，且水域較淺的保護區北區，為 39.7(表 2-1~5)。

溶氧量(mg/L)：海水中溶氧量的變化主要是受控於溫度、鹽度、大氣壓力、風浪和生物活動等。若無生物因子作用時，則在同一壓力下，海水中的溶氧量與溫度之間呈負相關，亦即溫度愈高則溶氧量愈低，反之則愈高，因此海水中的溶氧量是會隨溫度呈季節性變化。一般在較為優養化的水域由於水中微生物分解有機物質，需要耗用水中的溶氧，而造成水中缺氧狀態，對於水域的自淨作用及魚類的生長影響極大。

冬季溶氧量介於 4.54 至 8.69mg/L，春季介於 6.32 至 8.44mg/L，夏

季介於 4.95 至 11.44mg/L，秋季介於 5.09 至 7.45mg/L，颱風後則介於 4.12 至 9.55mg/L。整體而言，七股潟湖各樣站的溶氧量主要是受到季節的影響，在冬季較高，夏季較低，而潮間帶在颱風後可能是受到有機物的沖刷，因此溶氧量低於其它季節。保護區則是冬春高於夏秋，颱風後的影響不明顯。七股溪口亞潮帶在夏季溶氧值較其他季節及樣站皆高，可能是在夏季由於生物光合作用旺盛所導致的結果(圖 2-4 溶氧量)。

在漲退潮的比較中，七股潟湖中溶氧量主要是受到一日光照變化的影響，在中午的採樣會高於清晨或傍晚的採樣。在保護區則是退潮會高於漲潮。曾文溪口則無此規律。亞潮帶的表底層水的溶氧量則變化不明顯(圖 2-6)。

酸鹼值：酸鹼值和水中 CO_2 含量有密切的關係，當水中 CO_2 增加時則酸鹼值降低。因此當水中植物行光合作用時，會用掉水中的 CO_2 ，而使得酸鹼值上升；而生物呼吸作用排出 CO_2 則會使酸鹼值降低。

冬季酸鹼值介於 7.99 至 8.29，春季介於 7.46 至 8.65，夏季介於 8.04 至 8.67，秋季介於 7.78 至 8.16，颱風後則介於 7.96 至 8.61。整體而言，七股潟湖各樣站的酸鹼值夏季較高，而在潮間帶則以春季最低。保護區北區的季節變化與七股潟湖相似，但南區則是在春季的值較高。(圖 2-4 酸鹼值)。

3. 實驗室測定

葉綠素 a ($\mu\text{g/L}$)：浮游植物皆含有葉綠素 a 等色素，所以量測水中的葉綠素 a 濃度，可以推測當地之浮游植物量。若水體過於營養，則浮游植物長得多，即葉綠素 a 之含量也會跟著變高。因此葉綠素 a 之濃度可以作為水體營養程度的指標。

冬季葉綠素 a 介於 0.77 至 19.14 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 1.47 至 17.87 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 1.25 至 96.46 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 1.99 至 22.89 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 1.33 至 52.87 $\mu\text{g/L}$ 。除七股溪口亞潮帶夏季葉綠素 a 為最高值

(96.46 $\mu\text{g/L}$)外，對照樣站曾文溪口的葉綠素 a 在各季節皆高於七股潟湖及保護區。而在七股潟湖各樣站中，又以七股溪口高於北區、中區及南區。因此，在本研究的水域中葉綠素 a 主要是受到七股溪口及曾文溪口陸域輸入物質所影響。(圖 2-7 葉綠素 a)。

海水營養鹽主要有氨氮、硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽和矽酸鹽，是水中植物生長所不能或缺的化學物質。在大洋中，營養鹽主要來源為有機質之分解。而在沿岸地區亦可能受溪流輸入帶有家庭生活、農業及工業廢水的影響。

氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$, μM)：冬季氨氮介於 12.4 至 34.5 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 10.9 至 154.4 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 13.5 至 50.2 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 30.2 至 505.2 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 7.5 至 239.6 $\mu\text{g/L}$ (圖 2-7 氨氮)。

硝酸態氮($\text{NO}_3\text{-N}$, μM)：冬季硝酸態氮介於 4.4 至 84.2 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 4.1 至 58.3 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 2.1 至 589.8 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 450.4 至 4950.8 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 0.9 至 597.4 $\mu\text{g/L}$ (圖 2-7 硝酸態氮)。

亞硝酸態氮($\text{NO}_2\text{-N}$, μM)：冬季亞硝酸態氮介於 4.7 至 17.2 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 0.6 至 32.2 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 0 至 37.2 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 6.03 至 100.25 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 0 至 59.9 $\mu\text{g/L}$ (圖 2-7 亞硝酸態氮)。

正磷酸鹽磷($\text{PO}_4\text{-P}$, μM)：冬季正磷酸鹽磷介於 21.0 至 74.4 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 17.9 至 83.2 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 18.7 至 343.0 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 21.5 至 273.1 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 20.5 至 147.4 $\mu\text{g/L}$ (圖 2-8 正磷酸鹽磷)。

矽酸鹽($\text{SiO}_2\text{-Si}$, μM)：冬季矽酸鹽介於 0 至 253.2 $\mu\text{g/L}$ ，春季介於 0 至 551.1 $\mu\text{g/L}$ ，夏季介於 0 至 2261.6 $\mu\text{g/L}$ ，秋季介於 77.1 至 997.0 $\mu\text{g/L}$ ，颱風後則介於 16.3 至 1733.6 $\mu\text{g/L}$ (圖 2-8 矽酸鹽)。

(二)維管束植物種類組成及植被組成

1. 植物種類組成

在七股潟湖和黑面琵鷺保護區及曾文溪口四周目前調查到 145 種植物，分屬於 44 科 117 屬（表 2-6），期中以禾本科(Poaceae) 26 種佔最大比例 18%；豆科(Fabaceae) 19 種次之，佔 13.1%；菊科(Asteraceae) 12 種，佔 8.3%及大戟科(Euphorbiaceae) 11 種佔 7.6%，此四科植物共佔了 47%，近一半的比例（圖 2-9）。這些植物大多存在於熱帶草地或荒廢地上。以習性而言，草本植物最多有 82 種，其次為喬木 22 種、藤本 21 種、灌木 20 種，顯示本區域以草本植物為主，外來植物則有 30 種。綜合以上資料，可以說明本區域主要為海濱草本植物所組成，但因受到人為活動所影響，外來種類亦多。在七股潟湖和黑面琵鷺保護區的水域部份並未發現沉水性維管束植物，但在七股潟湖東側潮溝發現有流蘇菜、甘藻、卵葉鹽藻等沉水性維管束植物。

2. 植被組成

（1）共同樣站-樣站 1（潟湖北區）植物組成

經過 5 次調查，在樣站 1 共調查到 11 種植物，主要優勢植物：仙人掌、馬鞍藤、大黍、濱豇豆、大花咸豐草等；各季植物組成相似，但在優勢度上略有改變。樣站 1 各季重要值的比較（表 2-7），冬季第一優勢物種為仙人掌（34.94），其次為大黍（33.98）、濱豇豆（33.55）；春季第一優勢物種為仙人掌（39.13），其次為馬鞍藤（35.86）；夏季第一優勢物種為大花咸豐草（53.09），其次為馬鞍藤（40.04）；颱風後第一優勢物種為大花咸豐草（51.48），其次為馬鞍藤（49.66）；秋季第一優勢物種為大花咸豐草（44.61），其次為馬鞍藤（42.48）。顯示自夏季至秋季，植物重要值集中於少數物種，如大花咸豐草、馬鞍藤此類適應力強、生長旺盛之陽性植物。

（2）共同樣站-樣站 2（潟湖中區）

觀海樓堤防全為水泥所覆蓋，其邊坡亦為水泥所覆蓋，無植物。

(3) 共同樣站-樣站 3 (七股溪口) 植物組成

經過 5 次調查，在樣站 3 共調查到 10 種植物，主要優勢植物：馬鞍藤、濱豇豆。冬春季植物組成相似，但在優勢度略有改變；覆蓋度以冬季最低，持續提昇至颱風後，秋季略為下降。樣站 3 各季重要值的比較 (表 2-8)，冬季第一優勢物種為濱豇豆 (66.72)，其次為蘆葦 (42.38)；春季第一優勢物種為濱豇豆 (70.88)，其次為馬鞍藤 (58.74)；夏季馬鞍藤大量生長，重要值達到 80.18，其次優勢物種為大花咸豐草 (47.89)；颱風後第一優勢物種為濱豇豆 (47.62)，其次為大花咸豐草 (41.85)、馬鞍藤 (39.43)；秋季第一優勢物種為濱豇豆 (50.44)，其次為濱刀豆 (50.12)。

(4) 共同樣站-樣站 4 (潟湖南區) 植物組成

在樣站 4 共調查到 14 種植物，主要優勢植物：大黍、馬氏濱藜、馬鞍藤。物種數以夏季最多有 12 種，颱風後最少 7 種；覆蓋度則是冬春季較低，自夏季開始大幅提昇，至秋季逐漸下降。樣站 4 各季重要值的比較 (表 2-9)，冬季第一優勢物種為馬氏濱藜 (51.90)，其次為大黍 (44.15)；春季第一優勢物種為馬氏濱藜 (50.06)，其次為大黍 (46.45)；夏季第一優勢物種為馬鞍藤 (41.13)，其次為馬氏濱藜 (35.70)；颱風後大黍大量生長，重要值達到 62；秋季第一優勢物種為馬鞍藤 (52.51) 其次為大黍 (46.65)、馬氏濱藜 (45.23)。

(5) 七股潟湖外側沙洲 (青山港汕) 植物組成

七股潟湖共同樣站 1-4 為鵝卵石鋪設覆蓋而成的堤岸，與外側沙洲環境不同，目前沙洲分為北中南三塊不相連之沙洲，北側沙洲為青山港汕，透過重要值的比較，第一優勢物種為海馬齒 (67.52)，其次為馬鞍藤 (49.24)、濱刺麥 (36.60) (表 2-10)。潟湖西南側沙洲有木麻黃為主的防風林。

(6) 共同樣站-樣站 5 (保護區北區) 植物組成

在樣站 5 共調查到 21 種植物，主要優勢植物：大花咸豐草、苦林盤、無根藤、南美蟛蜞菊。冬季與春季植物組成及優勢度甚為相似，夏季開始物

種數增加，覆蓋度亦持續提昇，秋季時仍未見降低，可能是因此地土壤較低且避風。各季優勢物種的比較（表 2-11），冬季第一優勢物種為苦林盤（50.43）、無根藤（50.14）、大花咸豐草（44.91）；春季第一優勢物種為苦林盤（56.03），其次為大花咸豐草（43.26）；夏季第一優勢物種為大花咸豐草（65.8），其次為無根藤（32.48）；颱風後第一優勢物種為苦林盤（45.59），其次為南美蟛蜞菊（38.72）；秋季第一優勢物種為大花咸豐草（54.75），其次為無根藤（39.45）。

（7）七股共同樣站-樣站 6（保護區南區）植物組成

在樣站 6 共調查到 28 種植物，主要優勢植物：苦林盤、大花咸豐草。樣站 6 植物種數最為豐富，可能因為七股海堤為土堤岸，有利於植物生長，因此植物種類較為豐富。冬季與春季植物組成及優勢度甚為相似，夏季至秋季種數略有變化，覆蓋度則自夏季逐漸提昇至秋季開始下降。各季優勢物種的比較（表 2-12），冬季第一優勢物種為苦林盤（41.87），其次為大花咸豐草（40.39）；春季第一優勢物種為大花咸豐草（44.40），其次為苦林盤（27.93）；夏季大花咸豐草大量生長，重要值提升到 72.46；颱風後優勢物種同樣為大花咸豐草（77.04）；秋季第一優勢物種為大花咸豐草（52.79），其次為賽芻豆（31.07）。

（8）共同樣站-樣站 7（曾文溪口）植物組成

在樣站 7 共調查到 18 種植物，主要優勢植物：海雀稗、馬鞍藤，其他常見植物有馬尼拉芝、印度鴨嘴草、濱刀豆、蘆葦、巴拉草等。可能因為為河口沙質土壤，因此植物種類以海邊沙岸植物為主。冬季與春季植物組成及優勢度甚為相似。各季優勢物種的比較（表 2-13），冬季第一優勢物種為海雀稗（73.71），其次為馬鞍藤（33.15）；春季第一優勢物種為海雀稗（75.06），其次為馬鞍藤（23.14）；夏季第一優勢物種為海雀稗（54.37），其次是馬尼拉芝（48.87）、馬鞍藤（37.34）；颱風後第一優勢物種為馬鞍藤（56.32），其次是海雀稗（46.9）；秋季時，因生育地遭漂沙覆蓋，大部

分種類死亡，海雀稗重要值大幅提昇至 143.49。

(三) 紅樹林生產力

1. 海寮紅樹林面積之估算

由 1989 年的圖中(圖 2-10)顯示海寮紅樹林計有 3 個小區塊，其總面積為 5.19ha，自 1989 年到 2005 年估算其總面積在 15 年間增加了 0.53 ha 公頃，但是在 2008 年因為七股溪疏浚工程將第二及第三區紅樹林剷除，以 2010 年的圖像(圖 2-11)分析紅樹林約 5.10 ha(表 2-15)。

2. 海寮紅樹林基本資料生物量調查

紅樹林 (mangrove) 是指生長在熱帶及亞熱地區潮間帶的木本植物群落，紅樹林生態系中存在著不同科屬的植物，並且常與陸地岸上的植物交叉分布，因此紅樹林並非單指樹種，還包括整體生態系 (Duck 1992)。由於紅樹林植物生活在海岸河口為適應強風、波浪、淹水及鹽分等逆境，因此發展出氣生根 (aerial roots)、泌鹽腺(salt excretion glands)及胎生苗 (vivipary seeds) 等型態特徵，全世界約有 70 多種紅樹林植物，以紅樹科 (Rhizophorace)、海欖科(Avicenniaceae)的植物為主 (Aksornkoe et al., 1992)。

海寮紅樹林以海茄苳 (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.) 所組成之純林，在空隙地伴生植物有苦林盤 (*Clerodendrum inerme* Gaertn.)、冬青菊 (*Pluchea indica* (L.) Less.)、海馬齒 (*Sesuvium portulacastrum* L.) 及裸花鱗蓬 (*Suaeda nudiflora* Moq.) 等。海茄苳屬於海欖科，具有泌鹽腺及可行光合作用的綠色指狀呼吸根。由於本種耐寒及耐鹽能力極強，為世界分布最廣泛的紅樹林植物，包括非洲、印度、馬來西亞、澳洲、菲律賓、中國、日本、臺灣等地都可見其蹤跡，在國外統稱本屬 (*Avicennia* spp.) 所組成的紅樹林為 black mangrove (Tomlinson 1986)，在台灣南部沿海海茄苳為最優勢種。

本區因為組成樹種單一，以穿越林區之方式劃設 5 個樣區（調查面積 220m²），總計調查 173 株樣木。就本區紅樹林組成其平均胸高直徑為 3.99±1.60 cm，平均樹高 273±52 cm（表 2-16），其族群構造胸高直徑以分布在 3.25~3.75 cm 所占之比率最高，有 36 株，占 20.8%，次為 2.25~2.75 cm，有 32 株，占 18.5%；即從 2.25~5.25 cm，占調查總數之 78.6%（圖 2-12）。而胸高直徑在 9cm 以上只有兩株，最大一株為 9.8 cm。樹高分布以 262~287 cm 所占比率最高，有 32 株，占 18%，且 95% 比上的樹高低於 400cm（圖 2-13），顯示本區紅樹林因離海較近，受到鹽度及風的影響形成低矮紅樹林（dwarf mangrove）。

（四）魚類種類組成、群聚結構及胃內容物

1. 魚種組成

2011 年冬春夏秋各 1 次及颱風後 1 次共 5 次的採樣中，在七股潟湖 4 個樣站、黑面琵鷺保護區 2 個樣站及對照樣站曾文溪口共 7 個樣站，共採獲 44 科 92 種魚類，有 60 種為經濟性魚類；以依賴河口的大洋種類為最多佔 53%，其次為偶爾進入河口的大洋種類佔 17%，出現並在河口孵育的種類則佔了 27%；而以滯留時間來看，短時間和長時間滯留的魚種數相近，分別為 42% 和 46%，而永久滯留的種類則約為 1/10。七股潟湖區，包括潟湖北區、中區、南區及七股溪口共發現 71 種魚類，其中 68% 為經濟性魚種，以大洋種類(marine species)包含會大量湧入河口或偶爾進入河口者佔 69%，依賴河口孵育者為 28%；主要為長時間滯留的魚種佔 49%，短時間及永久滯留者分別佔 38% 及 13%。在保護區區共發現 28 種魚類，其中 68% 為經濟性魚種，主要為大量湧入河口的大洋種類 50%，依賴河口孵育者佔 39%，其他 11% 為偶爾進入河口者；長時間及短時間滯留者各佔 43% 及 39%，永久滯留者佔 18%。而曾文溪口共採獲 33 種魚類，88% 皆為經濟性魚種，主要以大洋種類為主，偶爾進入河口者佔

48%，會大量湧入河口者佔 45%，；沒有永久滯留者，主要為短時間滯留者佔 70%，長時間滯留者則佔 30%(表 2-27)。如果不加入颱風後的資料，結果顯示七股潟湖區魚種為 65 種，曾文溪口為 27 種各減少了 6 種。七股潟湖在颱風後的資料中潟湖北區增加了永久滯留的谷津氏猴鯊、潟湖中區為長時間滯留的短翅小鮰、潟湖南區為短時間滯留的大洋種類褐擬鱗鮪及圓眼燕魚、七股溪口為短時間滯留的會大量湧入河口的正龍占及偶爾進入河口的六線豆娘魚。曾文溪口在颱風後增加的主要都是偶爾進入河口的魚種，6 種魚種為六帶鰺、大甲鰺、花蓮小沙丁、鏽眼銀帶鯻、芝蔴綾鯢及黃姑魚。保護區為 25 種，在颱風後增加的為環球海鯨、大棘鑽嘴魚及黑點多紀鮪。

本研究種數出現最多的是鰕虎科共 11 種，次為鯻科、鰻科及鰻科各 6 種，石首魚科出現了 5 種，但其中有 3 種是出現在曾文溪口。鰺科、鑽嘴魚科及四齒鮪科各 4 種。鰻科在七股潟湖及保護區的魚種數都是最多的，除保護區南站外都出現 4-6 種。潟湖北區及中區次多魚種的為鰻科，潟湖南區和七股溪口則為鑽嘴魚科為 3-4 種，保護區次多魚種的為鰕虎科為 5 種。而曾文溪口主要為鯻科 6 種及鰻科 5 種和石首魚科 4 種(表 2-28)。大鱗鯪(*Liza macrolepis*)是唯一在 7 個樣站都出現過的魚種。在 6 個樣站出現過的魚種有 7 種，其中環球海鯨(*Nematalosa come*)、日本海鯨(*Nematalosa japonica*)、漢氏綾鯢(*Thryssa hamiltonii*)、短棘鰻(*Leiognathus equulus*)、小鞍斑鰻(*Nuchequula mannusella*)未在保護區南區發現，縱紋鑽嘴魚(*Gerres shima*)未在曾文溪口出現過，鰻(*Mugil cephalus*)未在潟湖中區發現(表 2-27)。在 93 種魚類中有 18 種只在曾文溪口發現，而 18 種中有 4 種又只在颱風後那次採獲(表 2-26)。而其它樣站都有約 3-5 種魚類是只在颱風後那次採獲的(表 2-20 至 2-25)。

2. 各樣站魚類數量優勢種(表 2-29，表 2-30)

在七股潟湖區的優勢魚種在季節及樣站間皆有不同，保護區則主要為大鱗鯪及花身鯪，而曾文溪口的優勢魚種則與前 2 區不同，顯示七股地區的魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響。以下將列出本研究各樣站在各季節的優勢魚種及其該次採樣佔該次總個體數的比例。

七股潟湖北區—冬季為大鱗鯪(35%)。春季出現大量的花身鯪(70%)。夏季則以縱紋鑽嘴魚及日本海鯪為優勢各佔 38%。秋季和颱風後則以鯧科魚類為主小鞍斑鯧佔 41-45%為最多，短棘鯧次之。

七股潟湖中區—冬季大鱗鯪的數量佔了總個體數的一半(50%)。春季以縱紋鑽嘴魚為最多(29%)，其次為小鞍斑鯧、大鱗鯪和白鯪各佔 11%。夏季大鱗鯪仍是優勢魚種 23%，與潟湖北區相似，日本海鯪也在此時大量出現(13%)。秋季也是小鞍斑鯧為主(21%)。而颱風後則出現大量的大齒斑鯧(24%)，此時也出現此站未發現過的星雞魚(19%)。

七股潟湖南區--冬春季主要以大鱗鯪為優勢魚種(72%, 20%)。夏季發現大量的鰻鯪(23%)的小魚(7.1-6.0cm)，黑邊鯧也大量出現(20%)。秋季以長鰭帆鯧的小魚(5.4-16.5%)為優勢(31%)，鰻鯪次之(27%)，而此時所採獲的鰻鯪體型較夏季為大(10.1-19.3cm)。在颱風後則以環球海鯪為主(39%)。

七股溪口—此區與潟湖北、中及南區所採獲之優勢種類不同。春季以印度牛尾魚為優勢(16%)，次為漢氏綾鯪、吳郭魚及白鯪各佔 12%。而在春季則以鯧科為主，鯧佔了 31%，其次為白鯪、印度牛尾魚及大鱗鯪各約佔 11%。夏季及颱風後以縱紋鑽嘴魚最多(33%, 22%)，四線列牙鯪(18%, 11%)次之。在秋季則大量出現金錢魚(2.0-4.6cm)、花身鯪(4.1-9.1cm)及鑽嘴魚科(3.7-8.9cm)的小魚。

黑面琵鷺保護區北區--各季節皆以大鱗鯪為優勢魚種(33%-63%)。次為花身鯪及日本海鯪或環球海鯪。在夏季亦採樣只在保護區發現的緣下鯧。

黑面琵鷺保護區南區—在保護區南區所採樣的魚種數不多為 1-7 種，主要

為花身鰱及大鱗鯪為主。冬季只採獲了 1 隻花身鰱。春季沒有採到魚類。夏季以緣下鱖為主(42%)、大鱗鯪佔 35%次之。秋季以花身鰱為優勢(80%)。颱風時則以大鱗鯪為主(66%)。

曾文溪口—曾文溪口的優勢魚種和七股潟湖和保護區組成不同，且體型較大。冬季所採獲的鰻體長為 26.0-44.6cm。春季所採樣的短棘鰻為 9.7-12.7cm。夏季及颱風以斑海鯨為優勢(70%, 41%)，日本海鯨次之。而在秋季採獲了 600 隻的黃小沙丁，佔了該次的 88%。

3. 魚類群聚空間分布

比較各樣站間之魚類多樣性，在此不考慮颱風後之資料，因此只以冬春夏秋的資料進行分析。七股溪口魚種數48種是所有樣站中最多的，潟湖中區與南區為32-33種，而潟湖北區、保護區北區及曾文溪口為21-27種。總個體數[10^2 ind./m²/d]也是七股潟湖為最高(80[10^2 ind./m²/d])，次為潟湖北區及曾文溪口，其於樣站皆低於10 [10² ind./m²/d]。而種豐富度(species richness)則和總個體數相反，最高為潟湖南區為21.4，潟湖中區、七股溪口及保護區北區為10.7-12.8，以潟湖北區及曾文溪口較低5.2-6.8。種歧異度仍是以七股溪口為最高3.69，潟湖中區及曾文溪口皆超過3，分別為3.22及3.03，除了保護區南區為1.21外，其它樣站為2.46-2.94。種均勻度和種歧異度趨勢相近。(圖2-14)

以 30% Bray-Curtis 相似度可將本研究依樣站及季節分為 5 個群體。群體 A 為曾文溪口和潟湖北區的夏季。群體 B 為潟湖北區和七股溪口。群體 C 為保護區。群體 D 為潟湖中區的春夏季。而群體 E 為潟湖中區的秋季及颱風後和潟湖南區。(圖 2-15, 圖 2-16)

4. 魚類體長與體重之分布及漁獲狀況

在當季所採獲魚種其最大體長大於10cm者，在冬季佔了71%、春季為52%，大於夏季(48%)、秋季(38%)。曾文溪口所採獲的魚類體長大於七股潟湖及保護區。在秋季及颱風後所採獲的魚類幾乎都小於10cm (圖

2-17)。除了曾文溪口、以及冬季的潟湖南區(St.4)外，本研究所採獲的魚種幾乎都小於100g。在潟湖中區所採到的魚比較重。同樣地，冬春季節的魚類比夏秋來的重(圖2-18)。

在以面積和時間標準化後，不論是漁獲個體數(ind./m²/d)或是漁獲重量(g/m²/d)，在曾文溪口颱風後及秋季都比其它樣站高出很多；潟湖北區及七股溪口高於潟湖中區及南區(表2-29)。而保護區只以面積標準化(ind./m², g/m²)，除了保護區南區在颱風後有一高值0.132 ind./m² 及1.608 g/m²；漁獲個體數介於0.002-0.059 ind./m²，漁獲重量介於0.024-0.732 g/m²(表2-30)。(圖2-19)

5. 魚胃內容物

特有生物研究保育中心受當時之台南縣政府委託於2008年曾就七股地區水域包括潟湖及潮溝的魚類進行胃內容物之資料(尚未發表)，涵蓋了6月、8月、10月及12月，因此本研究在胃內容物就針對此資料進行分析。在分析的92尾魚類中，包含了30科52種魚類。其中虱目魚為吃碎屑及藻類為植食性魚類。雙邊魚科吃介形類和橈足類為主。鯢科及鯢科魚類是以碎屑為主食的食碎屑魚類，偶爾也會吃橈足類。鯢科魚類則以介形目及橈足類為食。鰻科魚類則是以介形類為主食，也會進食橈足類、端足類等浮游動物及碎屑。鱈科魚類則是以浮游動物為食包括橈足類、端足類等。

食肉者如大齒斑鯆以蝦為主食。石鱸科的魚類如銀雞魚、星雞魚、花石鱸主要吃魚和蝦。笛鯛科、四齒鮪科以蝦為主。沙鯪以蝦及多毛類為食。灰鰭鯛、巴拉金梭魚及褐藍子魚以魚為食。鰕虎科的叉舌鰕虎屬以及青斑細棘鰕虎以蝦為主食。但是彈塗魚則是以介形類及藻類為食。鰺科的魚類主要為肉食者，魚和蝦都是它們的食物，在本研究解剖保護區的花身鰺時發現牠們也會吃螺類，因此所在棲地的食物來源也是很重要的因子。

四、 討論

(一)水質監測

在 1998-1999 年間「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究(V)」顯示潟湖水域內水溫介於 21-32°C 間，鹽度受乾濕季影響介於 10-37 間。本研究的監測中，冬春秋的最高溫為 29.4-30.4°C，但夏季最高溫為 35.0°C，較 12 年前高了 3°C。鹽度在七股潟湖在冬季也有 36，已經接近 12 年前的最高值。水深及雨量對於七股地區鹽度的影響很大，在 10cm 以淺的保護區北區在春季的最高鹽度已達 39.7。

氮源含量介於 2.9 μ M 至 32.6 μ M(40.6-456.4 μ g/L)之間(翁，1999；陳和蘇，2000)。本研究樣站之氮源在春夏主要為氨氮，在秋冬主要為硝酸鹽氮。而在總溶解態無機氮(硝酸態氮，亞硝酸態氮及氨氮之總和，DIN)方面，潟湖區介於 17.6-5575.8 μ g/L，保護區介於 26.6-1552.2 μ g/L。1999 年間，磷源含量介於 1.7-3.1 μ M (23.8-43.4 μ g/L)間。本研究夏秋及颱風後的七股溪口磷酸鹽磷的含量最高介於 90.3-343.0 μ g/L，顯示磷酸鹽磷可能受到陸源的影響很大。而其它季節及樣站則介於 19.0-86.8 μ g/L 之間，12 年來增加了 2 倍。在 1999 年間，N/P 水中氮源之變動造成比值介於 1.1 至 16.1 之間，氮源含量高於磷源含量。本研究結果發現除秋季外，N:P 介於 0.1-9.3 之間，比 12 年前為低，顯示了對於浮游植物基礎生產力可能受到了氮限制，而秋季之 N:P 介於 15.6-153.0 間，則顯示可能為磷限制。在秋季測得高的硝酸鹽氮，是否為颱風後擾動底層營養鹽所產生的結果，有待後續繼續監測。

矽酸鹽在 1999 年為 13.8 \pm 6.1 μ M (386.4 μ g/L)(陳和蘇，2000)。本研究中矽酸鹽在各樣站中之變異較大(0-2261.6 μ g/L)，可能和個別環境有關，還有待和其它子計畫之資料整合作進一步的分析。

(二)維管束植物種類組成及植被組成

1. 植物種類組成

經過 5 次調查，總共調查到 145 種植物，數目較少，可能因環境較為單純。以區域來說，在七股瀉湖週邊共調查到 24 科 58 屬 67 種植物，其中以禾本科（14 種）、豆科（9 種）為主要種類。在黑面琵鷺保護區週邊共調查到 34 科 89 屬 108 種植物，其中禾本科（22 種）、豆科（17 種）種類較多。在曾文溪口週邊共調查到 8 科 19 屬 19 種植物，其中以禾本科（8 種）為主要種類。

七股瀉湖區的植被以草本植物為主，主要的優勢種為大花咸豐草、馬鞍藤、濱豇豆、大黍和仙人掌等。而黑面琵鷺保護區則以木質藤本苦林盤為主，大花咸豐草覆蓋度也相類似，但馬鞍藤和濱豇豆則覆蓋度較低，顯示難與優勢種競爭。曾文溪口則以禾本科植物海雀稗、馬尼拉芝、巴拉草、蘆葦和狗牙根等佔大多數，馬鞍藤、濱刀豆、濱豇豆亦常見，外來種大花咸豐草重要值僅佔 5.82（2.91%）。

有文獻指出七股瀉湖區有沉水性維管束植物貝克鹽藻（林春吉，2009），但目前在七股瀉湖和黑面琵鷺保護區水域內皆未發現沉水性維管束植物，只有在七股瀉湖東側潮溝發現有流蘇菜、甘藻、卵葉鹽藻等水生維管束植物，但仍未發現貝克鹽藻。

2. 植被動態變化

線截法適合使用於草本樣區或植被單純之樣區（劉崇瑞和蘇鴻傑，1983），從本調查各樣區不同季節的植物組成大致相似來看，應該可以適用於此草本樣區。

物種及覆蓋度季節變化（表 2-14），由調查結果顯示冬季和春季種類和覆蓋度均較低，在夏季大量增加，秋季時覆蓋度逐漸降低。各樣區平均覆蓋度以北棲地（樣站 5）95.4%最高，曾文溪口（樣站 7）66.4%最低。物種數方面，黑面琵鷺保護區周圍調查到的植物物種較七股瀉湖週邊多，曾文溪口則最少。以各樣區來看，以保護區南區（樣站 6）28 種最多，七

股溪口（樣站 3）10 種最少。黑面琵鷺保護區的樣站 5 和樣站 6 出現種類較多（21 種和 28 種），可能與生育地有較多的土壤有關。各樣站植物種類在不同季節調查中，變化很小。而大部分樣站種類的變動在 2-5 種之間，只有樣站 7（曾文溪口），在秋季（10 月）時，因生育地遭漂沙覆蓋，大部分種類死亡，剩下 4 種，而有較大的差異。

3. 生育地植物組成

（1）沙地草本植物社會

海岸沙地主要位於七股瀉湖的左側沙洲，從北到南依序為青山港汕、網子寮汕、頂頭額汕。北側的青山港汕以海邊草本植物為主，主要優勢植物為海馬齒、馬鞍藤、濱刺麥。中間的網子寮汕西側南段部份，亦有海邊草本植物，組成與青山港汕類似。

（2）防風林植物社會

海岸防風林以木麻黃為主，主要位於網子寮汕和新浮崙汕，其中網子寮汕以木麻黃為主，高約 10 公尺，生長狀況良好，林下以大黍為主；在南側頂頭額汕也是以木麻黃為主，但已呈不連續的分布；最南側新浮崙汕防風林則受到海岸的侵襲，呈逐漸流失死亡的趨勢。

（3）紅樹林植物社會

在七股瀉湖東側七股溪河道中有生長以海茄苳為主的紅樹林；另外在黑面琵鷺保護區的潮溝兩側也有以海茄苳為主的紅樹林；在黑面琵鷺保護區內東側有少數新生長的海茄苳，從 98 年衛星航照圖上，僅見東側岸邊有少部份植物，但今年（2011 年）接近第一賞鳥亭附近已可見部份植株，其大部分都為不超過 1 公尺的小植株，但因分布範圍十分分散，建議能配合福衛二號影像加以監測。

（4）堤岸植物社會

堤岸主要為大石塊組成，其上再覆土，七股瀉湖的堤岸主要以禾本科和菊科植物為主，黑面琵鷺保護區的堤岸則以多年生灌木和菊科的大花咸

豐草為主。

(三)紅樹林生產力

1.海寮紅樹林生物量調查

一般森林生物量調查，會依所有立木調查資料之胸徑級分布，進行分層取樣，每徑級隨機選取 5~6 株樣木。全株伐倒後，自樣木上將冠層等分為上、中、下三層，分別秤各層之枝、葉鮮重，樣木樹幹則依樹幹解析方式分段秤鮮重，再自各層分別隨機取枝、葉次樣本及樹幹圓盤，秤重換算出該森林之生物量。但由於本區為生態保護區，因此並不適合直接砍取樣木來進行分析，則採用胸高直徑為參數來估算其地上部與地下部之生物量 (Comley and McGuinness 2005 ; Komiyama et al. 2008)。運用不同參數來推估紅樹林生物量已有多年歷史，Soares and Schaeffer-Novelli (2005) 提出包括胸高直徑、樹高、枝下高及樹冠幅等都可當成參數，但是胸高直徑的測定仍是最容易且準確，因此採用胸高直徑來推估生物量已發展出不同的公式 (Komiyama et al. 2008)。以全球的尺度來看，在熱帶地區成熟紅樹林地上部生物量可以達到 $500-550 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Clough,1992)，但是次生林及條件較嚴苛的地區其生物量，都低於 100 Mg ha^{-1} 。

由本年度調查海寮海茄苳地上部生物量為 53.55 Mg ha^{-1} (表 2-17)，地上部與地下部生物量合計約為 $104.95 \text{ Mg ha}^{-1}$ ，此點反顯示本區生育地條件嚴苛。若以本區紅樹林面積 5.1 ha 來估算，本區紅樹林生物量約為 520 Mg 。

2.紅樹林生產力之估算

紅樹林基礎生產量之研究始於 Odum 與 Heald 以美國佛羅里達之紅樹林為題材，研究紅樹林生產之有機碎屑對其它生物之重要性(Hutchings and Saenger 1987)。紅樹林生態系為碎屑食物鏈 (Detritus food chain) 的最佳典範，紅樹林植群則是該生態系中主要的生產者，其掉落物

(Litterfall) 透過消費者如螃蟹、貝類取食，在攝食過程將落葉及有機物質碎裂並轉換其中的營養成份 (KristTensen 2008)，或由底棲動物及微生物分解落葉，再經由潮水將有機碎屑帶入水域 (Mfilinge et al. 2008)。紅樹林的生產力主要由其每年生物量之增加量以及掉落物來估算，一般紅樹林淨初級生產力 (NPP, net primary production) 採用公式如下：

$$NPP=G+L+Y$$

G=動物取食量 (Grazing by herbivore)

L=掉落物，(litter fall production)

Y=每年生長量 (growth increment)

海寮海茄荖林之淨初級生產力來看，由於動物取食量佔的比例非常小，因此先忽略不計 (Komiya et al. 2008)。若以海茄荖之平均年胸高直徑增加 2 mm 來估算 (薛美莉，未發表)，每年海寮地區海茄荖年總生長量為 $7.91 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ (地上部年生長量 $4.95 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ ，地下部年生長量 $2.96 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$)。

由於本區掉落物量的估算未滿 1 年，若以台南縣急水溪口進行之海茄荖掉落物資料估算 (薛等 1997 及范 2007)，海茄荖每年掉落物約為 11.43 至 $13.06 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ ，取其平均為 $12.28 \pm 0.67 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ (表 2-18)。應用上述淨初級生產力之公式可以估算海寮海茄荖林之淨初級生產力為 $20.19 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}$ 。

3. 掉落物的碳、氮年輸入量

將植物體以元素分析儀分析其碳氮濃度，其碳含量約在 40-47%，氮含量為 1.25 至 2.16%。就其不同部位估算，每年透過海茄荖掉落物輸入碳量為 567 g m^{-2} ，氮量為 18.5 g m^{-2} (表 2-19)。

(四) 魚類種類組成、生物量及胃內容物

七股地區魚類初步可分為食碎屑者如鯿科及鯉科魚類。食浮游動物者如鰻科、鱖科、鑽嘴魚科及雙邊魚科。另一群為食肉者如鱸科、牙鯰科、四

齒鮪科及石鱸科等。在解剖時發現花石鱸及花身鰱胃中魚所佔的比例頗高，推測此兩種魚類在食物網最為高階之消費者，此外在大型肉食性的魚胃中發現大量的蝦碎片，顯示在七股瀉湖的蝦為魚類主要食物來源。

Kuo *et al.* (2001)從 1995~1998 年歷經三年的調查中，發現七股瀉湖有 46 科 111 種魚類種類。謝等(2011)在 2009 年 8 月至 2010 年 12 月間共記錄到 39 科 84 種魚類。本研究在 5 次的採樣中共發現 44 科 92 種魚類，與 Kuo *et al.* (2001)比較的結果顯示，2 次都有發現的魚種為 39 種，不到一半。有 62 種未在本研究中發現，鰕虎科達 9 種。陳等(1995)在曾文溪口曾發現 26 種的鰕虎科魚類。由於本研究一方面是要提供總計畫魚類定量的資料，由於要定量鰕虎科魚類不容易，因此並未針對鰕虎科進行採樣，結果會造成魚種定性方面的欠缺。另外，在本研究中只在對照樣站曾文溪口發現的魚種達 18 種，佔總魚種數的 19% (表 2-31)。而七股瀉湖魚類群聚結構有乾 (11 月至翌年 5 月)、濕季 (6 月至 10 月)的分別，且魚類多樣性在每年 6~10 月較豐富(Kuo *et al.* 1999)，本研究結果與此相符 (圖 2-21)。

七股瀉湖主要魚種為鰻科、鰻科、牛尾魚科及鑽嘴魚科。在 1995-1998 年間七股瀉湖以 *Liza macrolepis*, *Valamugil cummesius*, *Pelates quadrilineatus*, *Leiognathus brevirostris* 和 *Gerres abbreviatus* 為優勢種。在 2009-2010 年間則以 *Nuchequula manusella*, *Nematalosa come*, *Liza macrolepis*, 及 *Terapon jarbua* 為優勢種。本研究在七股瀉湖區(包含瀉湖北、中、南及七股溪口)以花身鰱(16.7%)、縱紋鑽嘴魚(11.0%)、大鱗鰻(9.5%)為主要優勢，再加上小鞍斑鰻、鰻、吳郭魚、白鰻、日本海鰻、四線列牙鰱、金錢魚及印度牛尾魚則累計優勢達 70%以上。保護區則以大鱗鰻為主要優勢種佔 40.5%，再加上花身鰱(29.6%)、緣下鰻(11.1) 則累計優勢達 80%以上。曾文溪口在秋季發現了大量的黃小沙丁共 600 尾佔了 73%，若再加上斑海鰻(7.6%)累計優勢就達 80%以

上。魚類群聚組成有地域上的差異，邵(1998)指出在北岸瀉湖內之西寮與七股較相近，而曾文溪口與南岸之鹿耳門溪及四草則為同一相似群。由聚類分析來看，將本研究依樣站及季節分為 5 個群體，其中曾文溪口的魚種組成和七股瀉湖及保護區就不同，而自成一群。另外，瀉湖中區與瀉湖南區皆為較開放的水域，因此被歸為一群。瀉湖北區和七股溪口都是比較屬於潮溝的棲地也被分為一群。保護區也自成一群體。因此在七股水域的優勢種仍是有地域上的差異。

在魚類的生活型態方面，本研究與 Kuo et al. (2001) 結果相近。會出現並在河口孵育的魚種本研究為 23 種，前者為 22 種；大洋種類但會大量進入河口者本研究為 37 種，前者為 38 種。差異最大者為大洋種類偶爾進入河口者，本研究為 31 種，而前者為 47 種。

將十幾年前調查七股瀉湖及曾文溪口的魚種整理列表(表 2-33)，在七股瀉湖及曾文溪口共出現過 77 科 256 種魚類。結果顯示七股瀉湖及曾文溪口雖然在魚種組成上有變動，但經濟性魚種佔的比例都在 60%~68%。以利用河口為庇護所或孵育者佔了約 60%-80%，其中大洋性會大量進入河口的魚種為最多為所有魚種的 44%-53%，次為出現並在河口孵育者為 19%-27%。在滯留時間方面，永久滯留的魚種佔 12%-14%，長時間滯留與短時間滯留者各佔 41%-46% 互有消長。分析魚種組成發現，十幾年來共同出現過的魚種只有 24 科 39 種，而只在本研究發現到的有 19 科 30 種(表 2-34)，而有許多是出現在七股溪口、保護區或曾文溪口，另外有一些則是颱風後所採獲的。進一步分析，樣站位置的選擇是原因之一，本研究七股溪口的位置是在溪口臨接瀉湖的溝潮，而從前是在瀉湖內，另外，保護區也是新的位置。而曾文溪口所增加的魚種中所許許多是颱風後那次採獲，而從前是否有特別在颱風後去收魚則需特別加以瞭解。再者，邵和郭(1997)十幾年前在瀉湖北區的西寮樣站採獲了 176 種魚類，以地圖來看當時北邊的出口似乎尚未封閉。而依據漁民的說

法，北邊的口在 7 年前就封閉了，從事待袋網漁業的漁民已經不易尋得，因此，在本研究的採樣中潟湖北區找的是大寮排水溝內，也有可能造成魚種種類的低估。

整體而言，七股地區的水域棲地的多樣性很高，而且每種棲地在魚種組成上都各有所長，而且是小魚的孵育與成魚的庇護所，需要加以維護及管理以維持其棲地多樣性。

五、 結論與建議

(一)水質監測

1. 結論

- (1)七股潟湖及保護區的水溫夏季比冬季高約 13°C。影響七股水域水溫的主要因素除了天候及季節性變化以外，如漲退潮的水溫受到日照的影響較大。水位高低也是影響因素，不同季節的最高溫會出現在水位較淺的保護區南區或七股溪口。
- (2)在本研究的樣站中，鹽度主要是受季節的影響，在雨季的夏季及颱風後比冬春季來的低。七股溪口的鹽度同時會受到內陸淡水的稀釋，而在夏季出現最低鹽度 15.0。
- (3)七股潟湖各樣站的溶氧量主要是受到季節的影響，在冬季較高，夏季較低，而潮間帶在颱風後可能是受到有機物的沖刷，因此溶氧量低於其它季節。七股溪口亞潮帶在夏季溶氧值較其他季節及樣站皆高，可能是在夏季由於生物光合作用旺盛所導致的結果
- (4)在漲退潮的比較中，七股潟湖中溶氧量主要是受到一日光照變化的影響，在中午的採樣會高於清晨或傍晚的採樣。在保護區則是退潮會高於漲潮。
- (5)曾文溪口的葉綠素 a 在各季節皆高於七股潟湖及保護區。而在七股潟湖各樣站中，又以七股溪口高於北區、中區及南區。因此，在本研究的水域中葉綠素 a 主要是受到七股溪口及曾文溪口陸域輸入物質所影響。
- (6)本研究結果發現除秋季外，N:P 介於 0.1-9.3 之間，比 12 年前為低，顯示了對於浮游植物基礎生產力而言為氮限制。而秋季之 N:P 介於 15.6-153.0 間，顯示了磷限制。在秋季測得高的硝酸鹽氮，是否為颱風後擾動底層營養鹽所產生的結果，有待後續繼續監測。
- (7)本研究中矽酸鹽在各樣站中之變異較大(0-2261.6 µg/L)，可能和個別環境有關，還有待和其它子計畫之資料整合作進一步整合分析。

2. 建議

(1)立即可行建議：

主辦機關：台江國家公園管理處

水質至少要每 2 個月量測一次，從日出前至日落後 1 小時之間進行，每次定點定時（每

1-2 小時) 連續量測 2 天, 期間若能涵蓋不同天氣型態(晴雨天)更佳。

水文與氮磷營養鹽濃度採樣建議於從日出後 1 小時至日落前 1 小時, 間隔 12 小時各量測一次。

(2)長期建議:

主辦機關: 行政院所屬機關

協辦機關: 台江國家公園管理處

設立自動水質監測站, 定期蒐集水質資料, 以評估七股周圍水域水質之變化, 供管理及決策參考。

(二)維管束植物種類組成及植被組成

1.結論

就調查結果發現黑面琵鷺保護區周圍調查到的植物物種較七股潟湖週邊多, 曾文溪口則最少。七股潟湖週邊以禾本科、豆科為主; 黑面琵鷺保護區週邊以禾本科、豆科種類較多, 但木質藤本苦林盤在此區亦佔優勢; 沙質環境的曾文溪口則是以禾本科為最大優勢。不同的生育地會造就不同的植被組成, 七股潟湖及黑面琵鷺保護區週邊生育地可依環境區分為沙地草本植物社會、防風林植物社會、紅樹林植物社會、堤岸植物社會。樣區水域部份則未發現沉水性維管束植物, 只有在七股潟湖東側潮溝發現有流蘇菜、甘藻、卵葉鹽藻等水生維管束植物, 但仍未發現貝克鹽藻。整體而言, 從 3 月至 10 月調查顯示樣區維管束植物冬季和春季種類和覆蓋度均較低, 在夏季大量增加, 秋季時覆蓋度逐漸降低。各樣站植物種類在不同季節調查中, 變化很小。優勢物種為大花咸豐草、馬鞍藤、濱豇豆、海雀稗、大黍、苦林盤、濱刀豆、馬氏濱藜、仙人掌、蘆葦、無根藤。

2.建議

(1)立即可行建議

主辦機關: 台江國家公園管理處

定期進行海濱植群調查及紅樹林監測, 例如黑面琵鷺保護區內東側有少數新生長的海茄苳, 從 98 年衛星航照圖上, 僅見東側岸邊有少部份植物, 但今年 (2011) 接近第一賞鳥亭附近已可見部份植株, 其大部分都為不超過 1 公尺的小植株, 但因分布範圍十分分散, 建議能配合福衛二號影像加以監測。

(2) 中長期建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：特有生物研究保育中心

對現存的紅樹林進行妥善的保護及經營管理，並且積極進行紅樹林的復育栽植工作，然而紅樹林成林後對於棲地環境影響頗大，其復育工作應謹慎為之。

(三) 紅樹林生產力

紅樹林的生物量、掉落物量是生態系有機循環的基礎，紅樹林行光合作用、吸收養分，再經由掉落物的掉落與分解，回歸到生態系中。以往的研究認為大部分掉物會被潮水帶入水域再由微生物分解，但近年研究卻顯示大部分的紅樹林落葉可由螃蟹等等大型底棲生物直接取食，因此紅樹林之存在對於碳、氮、磷的循環有密切的關係。七股瀉湖的海茄荖林因離海較近且受到強風的影響，其生物量較其它地區紅樹林低，但是其掉落物生產量卻遠較其它地區紅樹林高，由此可知此片海茄荖林為一快速循環之區域。高產量的落葉及繁殖器官除可提供底棲生物重要的食物來源外，其碳、氮循環也是需關注的方向。

(四) 魚類種類組成及生物量

1. 結論

- (1) 本研究共採獲 44 科 92 種魚類，有 60 種為經濟性魚類。以生活型態而言，依賴河口的大洋種類為最多佔 53%，其次為偶爾進入河口的大洋種類佔 17%，出現並在河口孵育的種類則佔了 27%。以滯留時間來看，短時間和長時間滯留的魚種數相近，分別為 42% 和 45%，而永久滯留的種類則為 12%。
- (2) 七股瀉湖區，包括瀉湖北區、中區、南區及七股溪口共發現 71 種魚類，其中又以七股溪口的 55 種最多。在保護區區共發現 28 種魚類。曾文溪口發現 33 種魚類。其中七股瀉湖區及曾文溪口各有 6 種為只在颱風後採獲魚種，保護區為 3 種。
- (3) 種數出現最多的是鰕虎科共 11 種，次為鯡科、鰻科及鰻科各 6 種。石首魚科出現了 5 種，但其中有 3 種是出現在曾文溪口。鱸科、鑽嘴魚科及四齒鮪科各 4 種。鰻科在七股瀉湖及保護區的魚種數都是最多的。瀉湖北區及中區次多魚種為鰻科，瀉湖南區

和七股溪口則為鑽嘴魚科為 3-4 種，保護區次多魚種的為鰕虎科為 5 種。曾文溪口主要為鯉科 6 種及鰻科 5 種和石首魚科 4 種。

- (4) 大鱗鰻(*Liza macrolepis*)是唯一在 7 個樣站都出現過的魚種。在 6 個樣站出現過的魚種有 7 種。其中鰻(*Mugil cephalus*)未在潟湖中區發現。環球海鰻(*Nematalosa come*)、日本海鰻(*Nematalosa japonica*)、漢氏綾鰻(*Thryssa hamiltonii*)、短棘鰻(*Leiognathus equulus*)、小鞍斑鰻(*Nuchequula mannusella*)未在保護區南區發現。縱紋鑽嘴魚(*Gerres shima*)未在曾文溪口發現過。
- (5) 在 92 種魚類中有 18 種只在曾文溪口發現，而 18 種中有 4 種又只在颱風後那次採獲。而其它樣站都有約 3-5 種魚類是只在颱風後那次採獲的。
- (6) 七股潟湖區的優勢魚種在季節及樣站間皆有不同，顯示七股地區的魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響。
- (7) 不考慮颱風後之資料，種歧異度以七股溪口為最高 3.69。潟湖中區及曾文溪口皆超過 3，分別為 3.22 及 3.03。除了保護區南區為 1.21 外，其它樣站為 2.46-2.94。
- (8) 以 30% Bray-Curtis 相似度可將本研究依樣站及季節分為 5 個群體。群體 A 為曾文溪口和潟湖北區夏季。群體 B 為潟湖北區和七股溪口。群體 C 為保護區。群體 D 為潟湖中區春夏季。而群體 E 為潟湖中區秋季和颱風後及潟湖南區。
- (9) 曾文溪口所採獲的魚類體長大於七股潟湖及保護區。在秋季及颱風後所採獲的魚類幾乎都小於 10cm。
- (10) 除了曾文溪口、以及冬季的潟湖南區外，本研究所採獲的魚種幾乎都小於 100g。冬春季節的魚類比夏秋來的重。
- (11) 以漁獲個體數 ($\text{ind./m}^2/\text{d}$) 及漁獲重量 ($\text{g/m}^2/\text{d}$) 來看，潟湖北區及七股溪口高於潟湖中區及南區。曾文溪口颱風後及秋季都比其它樣站高出很多。保護區只以面積標準化 (ind./m^2 , g/m^2)，除了保護區南區在颱風後有一高值 0.132 ind./m^2 及 1.608 g/m^2 ，保護區的漁獲個體數介於 0.002-0.059 ind./m^2 ，漁獲重量介於 0.024-0.732 g/m^2 。

2. 建議

- (1) 立即可行建議

主辦機關：台江國家公園管理處

定期進行魚種組成及生物量之監測，七股地區水域的魚類組成受到棲地型態及季節變化的影響。因此必需針對不同棲地型態在不同季節的進行定性及定量調查。

(2) 中長期建議

主辦機關：行政院所屬機關

協辦機關：台江國家公園管理處

由於七股瀉湖區為小魚的孵育及庇護場所，對於不同的棲地型態應進行妥善的保護及經營管理，以維持棲地之多樣性，進一步增加七股地區水域之魚種多樣性。

六、參考文獻

- 白書禎、郭廷瑜。1995。Trident-223 三同步營養鹽測定系統 (九五版)之設計與操作，國科會海研一號貴重中心技術手冊，26 頁。
- 李培芬。2007。生態監測面面觀。林業研究專訊。14(2):1-6。
- 林春吉。2009。台灣水生與溼地植物生態大圖鑑(中)--水生雙子葉與單子葉植物。天下文化出版社。
- 邵廣昭。1998。曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究總計畫。曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究-研究成果論文集，台北市。
- 邵廣昭、郭世榮。1997。曾文溪口沿岸及附近海域之魚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(II)國科會研究成果論文集：215-239。
- 范貴珠。2007。台南縣急水溪海茄苳林分枯落物量及養分之動態變化。台灣林業科學 22：441-445。
- 翁韶蓮。1999。七股瀉湖地區初級生產力之季節變化及總生產量之估算。曾文口海岸地區陸海交互作用之研究(IV)期末研究成果論文集。92-118 頁。
- 郭世榮、高炳華、邵廣昭。1995。曾文溪口沿岸地區魚種組成之初步調查。第三屆「如何減少沿海地區開闢工業區後對環境之衝擊」七股地區之社經現況與生態環境研討會論文摘要。高雄。125-145。
- 郭芳旭。1999。七股瀉湖碳、氮、磷之生地化作用與預算模擬。國立中山大學海洋地質及化學研究所。碩士論文。88 頁。
- 陳永祺、蔡裕偉。2000。台灣西南部七股瀉湖岩蕊重金屬分布及生物營養鹽氮、磷、矽底棲通量。華岡理科學報，17:39-66。
- 陳鎮東、顏仁德。1995。曾文溪口鄰近海域之水質。七股地區之社經現況與生態環境研討會論文摘要。高雄。8-37 頁。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑。1983。森林植物生態學。台灣商務印書館。
- 薛美莉，陳添水，李訓煌。1997。紅樹林復育地生態研究。特有生物研究保育中心八十六年度試驗研究計畫執行成果。

謝莉顛、方文揚、薛美莉。2011。2011 黑面琵鷺與沿海濕地保育國際研討論文集。摘要。台南七股。

- Biggs, B.J.F. and Hickey, C.W. 1994. Periphyton responses to a hydraulic gradient in a regulated river in New Zealand. *Fresh Biol* 32:49-59.
- Clough, B.F. 1992. Primary productivity and growth of mangrove forests. In: Robertson AI, Alongi DM. (eds.) *Coastal and Estuarine Studies* 41: Tropical Mangrove Ecosystems. American Geophysical Union Press, Washington, DC.
- Clough, B.F., Dixon, P., and Dalhaus O. 1997. Allometric relationships for estimating biomass in multi-stemmed mangrove Trees. *Aust. J. Bot.* 45, 1023–1031.
- Comley, B.W.T. and McGuinness K.A. 2005. Above- and below-ground biomass, and allometry of four common northern Australian mangroves. *Aust. J. Bot.* . 53, 431–436.
- Deborah, V.C., Meybeck, M., and Peters, N.E. 2005. Water quality monitoring. In: Anerson MG, McDonnell JJ (eds) *Encyclopedia of hydrological sciences*. John Wiley & Sons, UK. pp.1383-1404.
- Duke, N.C. 1992. Mangrove floristics and biogeography. pp.63-100. In: RoberTson, A.I. and Alongi, D.M.(Eds), *Coastal and Estuarine Studies* 41: Tropical Mangrove EcosysTems. American Geophysical Union Press, Washington, DC.
- Hsueh, M.L. and Lee, H.H. 2000. Diversity and distribution of the mangrove forests in Taiwan. *Wetland Ecology and Management*, 8:233-243.
- HuTchings, P. and Saenger P. 1987. ProducTiviTy of mangrove Eco systems, In : *Ecology of Mangroves*. UniversiTy of Queensland, Melbourne. pp245-266。

- Komiyama, A., Ong, J.E., and Pongparn S. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquat. Bot.* 89, 128-137.
- KrisTensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., and Marchand, C. 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany* 89, 201–219.
- Kuo, S.R., Lin, H.J., and Shao, K.T. 1999. Fish communities in the mangrove creeks of northern and southern Taiwan. *Estuaries*. 22:1004-1015.
- Kuo, S.R., Lin, H.J., and Shao, K.T. 2001. Seasonal changes in abundance and composition of the fish assemblage Chiku Lagoon, southwestern Taiwan. *Bull. Mar. Sci.* 68:85-99.
- Kuo, S.R. and Shao, K.T. 1999. Species composition of fish in the coastal zones of the Tsengwen estuary, with descriptions of five new records from Taiwan. *Zool. Stud.* 38:391-404.
- Larson, R.W. 1959. Use of transects to measure low vegetative cover. In *Technique and methods of measuring understory vegetation*. Forest Service, U. S. Department of Agriculture. Pp. 48-54.
- Mfilinge, P. L., and Tsuchiya, M. 2008. Effect of Temperature on leaf litter consumption by grapsid crabs in a subtropical mangrove (Okinawa, Japan). *Journal of Sea Research* 59 : 94–102.
- Murphy, J. and Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in nature water. *Anal Chem Acta* 27:31-36.
- Pai, S.C., Tsau, Y.J., and Yang, T.I. 2001. pH and buffering capacity problems involved in the determination of ammonia in saline water using the indophenol blue spectrophotometric method. *Anal. Chem. Acta.* 434: 209-216.
- Parsons, T.R., Maita, Y., and Lalli, C.M. 1984. *A manual of chemical and*

biological methods for seawater analysis. 1st. Pergamon Press. New York.
173pp.

Soares, M.L.G. and Schaeffer-Novelli, Y., 2005. Above-ground biomass of mangrove species. I. Analysis of models. *East. Coast Shelf Sci.* 65, 1–18.

Stickland, J.D.H., and Parson, T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bull Fish Res Board Can, 2nd Edn, 167:311pp.

Tam, N.F.Y. 1998. Effects of wastewater discharge on microbial populations and enzyme activities in mangrove soils. *Environmental Pollution*, 102: 233-242.

Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge.413pp.

表2-1. 冬季(2011年3月)採樣水質數據資料(平均值, n=3)(資料來源：本研究結果)

樣站	次站別	水層	採樣日期	採樣時間	水深 cm	水溫 ℃	導電度 mS/cm	鹽度	溶氧值 mg/L	酸鹼度	氧化還原 電位 mV	濁度 NTU	葉綠素a µg/L	氨氮 µg/L	硝酸氮 µg/L	亞硝酸氮 µg/L	DIN µg/L	磷酸磷 µg/L	矽酸矽 µg/L
七股潟湖北區	潮間帶		2011.03.28	16:23	-	18.37	51.70	34.12	8.60	8.06	116.30	-	0.96	12.4	15.5	10.9	38.8	27.3	32.1
七股潟湖中區	潮間帶		2011.03.28	16:52	-	18.25	51.71	34.07	8.63	8.12	118.67	-	1.50	14.7	28.4	13.7	56.8	31.9	67.1
七股溪口	潮間帶		2011.03.28	17:29	-	18.06	52.25	34.46	8.52	8.12	122.67	-	6.89	12.7	6.2	10.3	29.2	74.4	136.6
七股潟湖南區	潮間帶		2011.03.28	18:17	-	17.88	51.48	33.90	8.20	8.10	126.07	-	2.44	17.0	35.4	11.6	64.0	27.3	40.8
保護區北區	潮間帶		2011.03.28	13:24	-	19.01	55.65	37.00	8.69	7.99	118.20	-	5.41	25.6	80.6	17.5	123.7	40.7	253.2
保護區南區	潮間帶		2011.03.28	14:42	-	22.56	53.22	35.17	8.76	8.29	112.33	-	1.95	28.4	23.4	4.8	56.6	21.0	57.3
曾文溪口	潮間帶		2011.03.28	14:12	-	20.24	51.44	33.83	8.05	8.09	112.27	-	19.14	15.2	4.4	6.6	26.3	21.6	0.0
七股潟湖北區	亞潮帶	表層	2011.03.28	08:33	90	17.19	51.49	33.90	4.54	8.12	192.57	-	1.52	14.0	9.7	13.6	37.2	29.3	45.2
七股潟湖中區	亞潮帶	表層	2011.03.28	09:52	110	17.13	51.63	34.00	8.15	8.13	159.13	-	1.52	12.9	24.8	12.8	50.6	30.9	45.7
七股溪口	亞潮帶	表層	2011.03.28	10:37	110	14.73	52.19	34.35	7.71	8.06	148.40	-	2.99	12.9	5.4	14.0	32.3	64.0	122.0
七股潟湖南區	亞潮帶	表層	2011.03.28	11:23	60	17.11	51.38	33.82	6.59	8.11	139.87	-	0.77	12.9	48.7	17.2	78.9	39.2	47.1
曾文溪口	亞潮帶	表層	2011.03.30	12:00	700	20.40	-	32.70	-	-	-	-	11.02	34.5	84.2	13.8	132.5	26.2	0.0

表2-2. 春季(2011年4月)採樣水質數據資料(平均值, n=3)(資料來源：本研究結果)

站別	次站別	水層	採樣日期	採樣時間	水深 cm	水溫 ℃	導電度 mS/cm	鹽度	溶氧值 mg/L	酸鹼度	氧化還原 電位 mV	濁度 NTU	葉綠素a µg/L	氨氮 µg/L	硝酸氮 µg/L	亞硝酸氮 µg/L	DIN µg/L	磷酸磷 µg/L	矽酸矽 µg/L
七股潟湖北區	潮間帶		2011.04.26	16:13	-	26.71	53.14	35.00	6.74	7.94	126.13	-	1.52	14.5	5.3	1.0	20.7	21.6	0.0
七股潟湖中區	潮間帶		2011.04.26	16:31	-	29.16	53.84	35.45	7.16	7.88	133.43	-	3.85	12.9	6.5	2.7	22.1	19.5	112.3
七股溪口	潮間帶		2011.04.26	16:52	-	29.96	55.22	36.45	6.39	7.79	135.47	-	4.12	14.5	5.6	3.8	23.8	71.3	238.1
七股潟湖南區	潮間帶		2011.04.26	17:04	-	27.62	53.23	35.05	7.67	7.98	138.60	-	2.16	15.0	13.7	2.1	30.8	21.6	0.6
保護區北區	潮間帶		2011.04.26	10:02	-	27.78	59.39	39.65	8.44	7.46	186.87	-	4.17	154.4	58.3	32.2	244.9	29.8	551.1
保護區南區	潮間帶		2011.04.26	12:31	-	30.42	55.76	36.83	-	8.65	117.10	-	2.01	16.7	6.8	3.1	26.6	23.1	115.7
曾文溪口	潮間帶		2011.04.26	12:14	-	27.19	52.59	34.56	6.63	7.93	127.17	-	17.87	14.2	4.1	3.4	21.7	17.9	0.0
七股潟湖北區	亞潮帶	表層	2011.04.26	11:11	90	27.31	52.32	34.39	6.32	7.69	140.57	-	1.47	13.4	5.1	1.7	20.3	19.5	3.4
七股潟湖中區	亞潮帶	表層	2011.04.26	12:37	110	27.25	52.52	34.54	-	7.79	92.20	-	1.97	12.2	5.4	1.2	18.8	19.5	1.9
七股溪口	亞潮帶	表層	2011.04.26	13:26	110	27.96	53.92	35.55	-	7.90	105.40	-	7.29	12.9	4.6	0.6	18.2	83.2	399.0
七股潟湖南區	亞潮帶	表層	2011.04.26	14:14	60	26.97	52.11	34.25	-	8.02	105.83	-	3.34	10.9	5.4	1.2	17.6	22.1	0.0
曾文溪口	亞潮帶	表層	2011.04.26	11:27	700	26.33	52.65	34.66	6.70	7.80	121.37	-	4.48	13.4	5.0	10.5	29.0	36.1	0.0

表2-3. 夏季(2011年7月)採樣水質數據資料 (平均值, n=3)(資料來源：本研究結果)

站別	次站別	水層	採樣日期	採樣時間	採樣水深 cm	水溫 ℃	導電度 mS/cm	鹽度	溶氧值 mg/L	酸鹼度	氧化還原 電位 mV	濁度 NTU	葉綠素a µg/L	氨氮 µg/L	硝酸氮 µg/L	亞硝酸氮 µg/L	DIN µg/L	磷酸磷 µg/L	矽酸矽 µg/L
七股瀉湖北區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	06:10	-	29.22	49.18	32.02	6.20	8.14	134.3	3.5	1.49	26.4	4.0	1.1	31.4	22.8	0.0
七股瀉湖中區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	06:39	-	29.72	46.84	30.30	5.52	8.23	104.9	12.9	2.84	24.4	2.8	1.7	28.9	30.7	126.0
七股瀉湖中區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	07:04	-	30.57	36.06	22.62	6.63	8.46	90.4	10.5	21.61	27.6	2.1	1.1	30.8	195.4	778.2
七股瀉湖南區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	07:26	-	28.54	49.50	32.27	6.52	8.25	81.4	14.4	1.25	19.8	2.3	2.5	24.6	48.3	0.0
保護區北區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	08:30	-	29.98	45.47	29.30	6.44	8.30	70.0	11.1	2.78	50.2	1.6	11.0	62.8	27.1	346.2
保護區南區	潮間帶	漲潮	2011.07.26	08:15	-	30.31	45.57	29.36	5.20	8.04	68.7	29.0	3.07	42.2	2.0	5.3	49.5	21.3	279.5
曾文溪口	潮間帶	漲潮	2011.07.26	08:00	-	29.98	47.54	30.86	5.85	8.36	79.8	100.7	7.82	18.8	11.0	2.1	31.9	21.3	0.0
七股瀉湖北區	亞潮帶	表層	2011.07.26	17:49	-	30.52	49.40	32.14	5.10	8.27	82.9	7.8	3.85	20.3	2.8	1.5	24.6	21.3	6.7
七股瀉湖中區	亞潮帶	表層	2011.07.26	17:07	-	32.97	48.17	31.11	4.95	8.29	79.3	17.9	4.81	13.5	11.3	0.0	24.7	20.0	124.2
七股瀉湖中區	亞潮帶	表層	2011.07.26	15:10	-	34.25	24.94	15.00	11.44	8.67	71.1	41.6	94.32	14.7	12.6	0.1	27.4	317.6	1568.5
七股瀉湖南區	亞潮帶	表層	2011.07.26	15:57	-	32.66	45.01	28.89	5.90	8.20	75.0	17.7	5.18	14.4	6.7	0.0	21.1	45.4	208.8
曾文溪口	亞潮帶	表層	2011.07.26	11:10	-	30.85	24.36	13.14	9.04	8.16	164.0	17.9	20.64	50.0	589.8	37.2	677.0	20.9	2261.6
七股瀉湖北區	潮間帶	退潮	2011.07.27	13:19	-	32.11	47.81	30.86	5.96	8.08	64.8	43.3	6.65	27.1	5.1	11.9	44.1	47.8	164.2
七股瀉湖中區	潮間帶	退潮	2011.07.27	12:24	-	32.33	47.91	30.99	6.00	8.21	89.2	23.7	4.10	20.8	6.0	2.0	28.8	23.9	137.0
七股瀉湖中區	潮間帶	退潮	2011.07.27	13:48	-	34.99	33.64	20.83	6.09	8.55	57.6	44.2	31.29	14.0	4.4	0.0	18.4	216.1	731.4
七股瀉湖南區	潮間帶	退潮	2011.07.27	14:12	-	33.68	42.94	27.38	5.28	8.32	65.2	77.2	15.66	15.9	3.8	1.1	20.8	58.2	245.6
保護區北區	潮間帶	退潮	2011.07.27	13:07	-	33.15	46.93	30.24	10.78	8.25	173.4	15.1	7.92	19.8	6.2	1.2	27.2	20.4	213.6
保護區南區	潮間帶	退潮	2011.07.27	13:28	-	33.71	46.04	29.59	8.11	8.43	41.5	58.4	7.57	26.9	5.6	0.3	32.7	19.0	491.7
曾文溪口	潮間帶	退潮	2011.07.27	13:53	-	32.18	51.32	33.47	5.83	8.15	85.7	64.0	5.98	38.8	6.4	0.0	45.2	18.7	0.0
七股瀉湖北區	亞潮帶	底層	2011.07.26	17:50	93	30.52	52.73	32.14	5.14	8.27	81.3	11.5	3.52	32.5	30.4	2.3	65.1	21.3	0.0
七股瀉湖中區	亞潮帶	底層	2011.07.26	17:09	88	32.75	48.38	31.32	5.02	8.29	83.4	33.7	4.96	22.5	5.1	0.0	27.5	23.0	93.0
七股瀉湖中區	亞潮帶	底層	2011.07.26	15:11	50	34.25	24.95	15.00	11.28	8.67	72.0	61.0	96.46	15.2	2.1	0.3	17.5	343.0	1573.2
七股瀉湖南區	亞潮帶	底層	2011.07.26	15:58	65	32.62	45.15	29.06	5.74	8.19	73.4	26.7	4.68	17.6	5.7	0.2	23.5	42.3	187.5
曾文溪口	亞潮帶	底層	2011.07.26	11:12	200	30.34	42.59	32.23	7.90	8.13	165.9	-	-	-	-	-	-	-	-

表2-4. 颱風後(2011年9月)採樣水質數據資料(平均值, n=3)(資料來源:本研究結果)

站別	次站別	水層	採樣日期	採樣時間	採樣水深 cm	水溫 ℃	導電度 mS/cm	鹽度	溶氧值 mg/L	酸鹼度	氧化還原 電位 mV	濁度 NTU	葉綠素a µg/L	氨氮 µg/L	硝酸氮 µg/L	亞硝酸氮 µg/L	DIN µg/L	磷酸磷 µg/L	矽酸矽 µg/L	懸浮物 乾重 mg/ml	懸浮有機物 乾重 mg/ml
七股潟湖北區	潮間帶	漲潮	2011.09.06	16:56	-	29.37	50.58	32.04	5.32	8.15	212.3	18.7	3.13	30.5	45.2	7.8	83.6	23.0	119.8	0.060	0.006
七股潟湖中區	潮間帶	漲潮	2011.09.06	17:21	-	32.86	45.34	29.11	5.10	8.33	187.5	27.2	5.96	26.2	37.9	3.6	67.6	23.2	311.7	0.051	0.005
七股溪口	潮間帶	漲潮	2011.09.06	17:44	-	33.45	38.65	24.35	4.12	8.20	180.3	23.7	7.65	229.1	258.0	59.9	547.0	138.5	721.1	0.046	0.006
七股潟湖南區	潮間帶	漲潮	2011.09.06	18:00	-	28.92	51.09	33.43	4.43	8.23	179.0	29.2	3.34	29.7	52.7	4.1	86.5	27.6	97.3	0.069	0.009
保護區北區	潮間帶	漲潮	2011.09.06	16:56	-	32.89	44.92	28.82	5.88	8.31	30.7	35.0	5.39	138.1	118.2	30.0	286.3	26.8	430.5	0.077	0.007
保護區南區	潮間帶	漲潮	2011.09.06	17:47	-	31.59	45.55	29.31	5.13	8.33	62.6	46.9	6.19	189.4	74.6	20.8	284.8	23.4	456.5	0.087	0.008
曾文溪口	潮間帶	漲潮	2011.09.06	17:30	-	29.44	47.47	30.55	7.07	8.61	56.3	14.5	52.87	7.5	1.0	2.2	10.8	23.8	16.3	0.052	0.007
七股潟湖北區	亞潮帶	表層	2011.09.08	10:06	-	28.24	49.83	32.53	5.48	8.22	107.1	17.9	1.41	52.4	22.6	0.8	75.8	20.5	131.7	0.059	0.011
七股潟湖中區	亞潮帶	表層	2011.09.08	11:02	-	28.39	48.92	31.85	5.77	8.21	104.7	28.0	2.56	61.7	29.9	6.5	98.1	22.4	191.3	0.060	0.010
七股溪口	亞潮帶	表層	2011.09.08	11:54	-	30.02	43.23	27.67	4.36	8.09	96.4	30.5	8.05	128.8	100.1	20.8	249.7	76.2	477.9	0.051	0.009
七股潟湖南區	亞潮帶	表層	2011.09.08	08:57	-	28.20	49.98	32.64	6.33	8.24	96.4	19.5	1.99	23.5	10.4	0.0	33.9	21.5	69.5	0.057	0.006
曾文溪口	亞潮帶	表層	2011.09.08	11:05	-	29.23	31.84	20.16	7.40	8.12	209.0	10.4	3.67	126.5	597.4	40.1	763.9	21.0	1733.6	0.031	0.006
七股潟湖北區	潮間帶	退潮	2011.09.07	10:41	-	29.82	48.95	31.83	5.04	7.98	195.1	47.4	6.89	111.9	71.7	20.4	204.0	45.2	304.1	0.100	0.007
七股潟湖中區	潮間帶	退潮	2011.09.07	11:00	-	30.59	47.35	30.65	5.80	8.02	189.1	34.1	4.81	51.2	122.7	13.4	187.3	50.5	341.9	0.058	0.006
七股溪口	潮間帶	退潮	2011.09.07	10:19	-	31.24	38.05	24.00	6.37	8.09	208.8	29.0	18.58	53.6	137.0	44.8	235.3	147.4	717.5	0.044	0.005
七股潟湖南區	潮間帶	退潮	2011.09.07	10:04	-	29.36	50.96	33.32	6.06	7.96	241.5	78.0	4.00	37.2	36.5	5.9	79.7	28.4	144.0	0.119	0.008
保護區北區	潮間帶	退潮	2011.09.07	12:12	-	32.37	47.29	30.54	9.55	8.34	51.1	20.7	3.98	71.9	62.2	13.7	147.8	25.1	315.1	0.054	0.006
保護區南區	潮間帶	退潮	2011.09.07	12:48	-	34.64	48.65	31.44	6.71	8.41	34.0	39.0	3.49	104.6	36.3	9.5	150.4	23.3	205.9	0.057	0.006
曾文溪口	潮間帶	退潮	2011.09.07	13:10	-	29.44	44.19	28.71	6.03	8.27	64.4	41.4	34.03	41.9	109.7	7.3	158.9	23.0	217.6	0.121	0.011
七股潟湖北區	亞潮帶	底層	2011.09.08	10:10	107	28.25	49.84	32.53	5.78	8.21	102.0	20.4	1.33	93.8	0.9	1.4	96.1	24.3	133.2	0.061	0.010
七股潟湖中區	亞潮帶	底層	2011.09.08	11:05	103	28.43	48.95	31.87	5.61	8.19	99.6	63.0	3.58	74.6	21.2	2.0	97.7	21.7	201.5	0.076	0.007
七股溪口	亞潮帶	底層	2011.09.08	11:56	85	30.03	43.92	28.18	4.53	8.08	94.3	48.9	8.71	239.6	73.6	20.4	333.6	90.3	440.9	0.058	0.008
七股潟湖南區	亞潮帶	底層	2011.09.08	08:59	60	28.20	49.97	32.63	6.47	8.23	93.9	21.2	2.18	44.5	11.1	0.0	55.6	20.6	83.0	0.063	0.013
曾文溪口	亞潮帶	底層	2011.09.08	11:21	200	29.18	48.60	30.91	7.64	8.20	201.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

表2-5. 秋(2011年10月)採樣水質數據資料(平均值, n=3)(資料來源:本研究結果)

站別	次站別	水層	採樣日期	採樣時間	採樣水深 cm	水溫 ℃	導電度 mS/cm	鹽度	溶氧值 mg/L	酸鹼度	氧化還原 電位 mV	濁度 NTU	葉綠素a µg/L	氨氮 µg/L	硝酸氮 µg/L	亞硝酸氮 µg/L	DIN µg/L	磷酸磷 µg/L	矽酸矽 µg/L	懸浮物 乾重 mg/ml	懸浮有機物 乾重 mg/ml
七股潟湖北區	潮間帶	漲潮	2011.10.16	12:50	-	27.12	51.64	33.89	6.08	8.08	182.1	21.9	4.17	34.0	942.0	22.2	998.2	21.5	146.7	0.057	0.009
七股潟湖中區	潮間帶	漲潮	2011.10.16	12:27	-	27.36	52.37	34.42	6.75	8.08	178.3	29.1	3.41	53.0	770.4	8.8	832.2	21.6	219.0	0.062	0.011
七股溪口	潮間帶	漲潮	2011.10.16	12:05	-	29.20	47.12	30.50	6.61	8.00	197.2	73.9	19.20	295.9	4336.6	59.8	4692.2	245.0	823.9	0.110	0.013
七股潟湖南區	潮間帶	漲潮	2011.10.16	11:48	-	27.15	51.83	34.03	7.45	8.09	235.9	23.4	5.33	34.9	1203.4	6.0	1244.4	25.2	120.6	0.061	0.011
保護區北區	潮間帶	漲潮	2011.10.16	13:34	-	28.98	50.90	33.30	6.13	8.02	186.7	31.5	2.83	229.7	640.0	34.8	904.5	52.7	313.0	0.053	0.007
保護區南區	潮間帶	漲潮	2011.10.16	13:53	-	29.44	48.50	31.52	5.61	8.07	173.8	63.7	6.96	254.2	1571.4	30.3	1855.9	23.9	358.6	0.109	0.012
曾文溪口	潮間帶	漲潮	2011.10.16	14:09	-	27.82	51.52	33.77	5.74	8.16	169.3	93.6	18.48	30.2	4173.6	5.0	4208.9	24.2	77.1	0.626	0.020
七股潟湖北區	亞潮帶	表層	2011.10.18	13:03	-	26.32	51.65	33.92	6.45	8.11	188.4	46.0	7.07	59.7	1596.3	48.8	1704.8	27.1	115.8	0.092	0.009
七股潟湖中區	亞潮帶	表層	2011.10.18	12:24	-	26.72	51.75	33.98	7.16	8.11	203.3	52.2	5.71	55.6	1289.5	46.0	1391.1	27.3	120.3	0.085	0.007
七股溪口	亞潮帶	表層	2011.10.18	10:42	-	26.57	43.98	28.33	6.81	7.78	269.8	42.9	21.93	421.5	4950.8	100.2	5472.6	268.2	997.0	0.060	0.008
七股潟湖南區	亞潮帶	表層	2011.10.18	11:32	-	25.71	51.80	34.05	7.28	7.98	215.4	35.2	5.71	81.8	1289.9	28.6	1400.4	29.5	194.7	0.055	0.007
曾文溪口	亞潮帶	表層	2011.10.18	10:32	-	26.71	46.83	30.37	6.31	7.94	161.7	8.6	6.83	169.6	1542.2	30.5	1742.3	25.5	320.4	0.036	0.009
七股潟湖北區	潮間帶	退潮	2011.10.16	06:35	-	25.58	50.51	33.25	5.09	8.00	196.7	43.7	13.24	505.2	2990.7	45.9	3541.8	86.8	360.3	0.061	0.005
七股潟湖中區	潮間帶	退潮	2011.10.16	06:11	-	25.12	51.80	34.08	5.32	8.01	205.3	48.6	3.71	63.8	838.0	9.5	911.3	28.6	243.4	0.044	0.003
七股溪口	潮間帶	退潮	2011.10.16	05:33	-	25.23	47.93	31.21	5.24	7.81	216.9	26.9	6.73	337.0	1519.9	46.3	1903.2	177.5	672.4	0.086	0.008
七股潟湖南區	潮間帶	退潮	2011.10.16	05:13	-	25.05	50.99	33.46	5.16	7.84	234.4	24.0	1.99	138.1	450.4	22.2	610.8	58.1	371.5	0.044	0.008
保護區北區	潮間帶	退潮	2011.10.16	08:08	-	25.44	51.01	33.47	5.11	7.85	160.1	27.8	3.07	167.9	692.7	21.7	882.2	58.8	286.9	0.066	0.009
保護區南區	潮間帶	退潮	2011.10.16	07:52	-	24.60	47.67	31.05	7.24	8.04	162.6	39.8	4.47	210.7	1009.1	28.6	1248.5	23.3	294.3	0.063	0.009
曾文溪口	潮間帶	退潮	2011.10.16	07:37	-	26.68	50.99	33.38	6.40	8.12	178.6	38.5	13.71	77.2	3096.2	9.1	3182.4	24.1	120.9	0.113	0.011
七股潟湖北區	亞潮帶	底層	2011.10.18	13:05	97	26.30	51.65	33.92	6.39	8.12	187.0	54.2	7.62	58.2	1719.6	48.1	1826.0	30.1	113.0	0.108	0.009
七股潟湖中區	亞潮帶	底層	2011.10.18	12:25	85	26.68	51.73	33.97	6.52	8.10	191.8	53.6	5.47	85.6	1234.3	46.0	1366.0	28.1	125.6	0.093	0.007
七股溪口	亞潮帶	底層	2011.10.18	10:43	58	26.56	44.00	28.35	6.50	7.82	266.2	50.5	22.89	410.8	5168.7	99.4	5678.9	273.1	981.2	0.081	0.009
七股潟湖南區	亞潮帶	底層	2011.10.18	11:33	72	25.69	51.79	34.04	6.99	7.99	214.7	36.8	4.71	76.0	1063.9	28.6	1168.5	36.5	193.7	0.067	0.006
曾文溪口	亞潮帶	底層	2011.10.18	10:32	200	26.78	49.40	32.25	6.08	8.00	160.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 2-6、2011 年 3 月~10 月樣區維管束植物組成 (資料來源：本研究結果)

分類	蕨類	裸子	雙子葉	單子葉	合計
科數	0	1	34	9	44
屬數	0	1	84	32	117
種數	0	1	106	38	145

表 2-7、樣站 1 (瀉湖北區) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					總計
	冬	春	夏	颱風後	秋	
大花咸豐草	25.11	31.13	53.09	51.48	44.61	205.41
馬鞍藤	25.15	35.86	40.04	49.66	42.48	193.19
仙人掌	34.94	39.13	22.12	21.79	29.44	147.43
濱豇豆	33.55	23.42	24.49	24.37	23.77	129.60
大黍	33.98	27.96	18.74	7.54	28.11	116.33
濱刀豆	23.72	19.16	9.54	10.40	10.76	73.58
銀合歡	11.86	16.43	14.79	4.62	7.61	55.31
瓊麻	6.62	6.90	9.71	19.16	5.61	48.01
毛西番蓮	0	0	7.48	4.91	3.94	16.33
長柄菊	5.06	0	0	0	3.68	8.74
馬氏濱藜	0	0	0	6.08	0	6.08

表 2-8、樣站 3 (七股溪口) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					總計
	冬	春	夏	颱風後	秋	
濱豇豆	66.72	70.88	42.54	34.98	50.44	265.57
馬鞍藤	39.45	58.74	80.18	39.43	32.29	250.10
大花咸豐草	19.99	33.15	47.89	41.85	20.45	163.34
濱刀豆	31.45	18.83	15.00	47.62	50.12	163.02
蘆葦	42.38	18.41	8.23	7.53	35.18	111.73
苦林盤	0	0	6.16	11.98	8.28	26.43
大黍	0	0	0	7.02	0	7.02
鹽地鼠尾粟	0	0	0	6.31	0	6.31
狗尾草	0	0	0	3.27	0	3.27
菟絲子	0	0	0	0	3.22	3.22

表 2-9、樣站 4 (瀉湖南區) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					
	冬	春	夏	颱風後	秋	總計
大黍	44.15	46.45	32.22	62.00	46.65	231.47
馬氏濱藜	51.90	50.06	35.70	38.29	45.23	221.19
馬鞍藤	31.58	38.15	41.13	32.53	52.51	195.90
大花咸豐草	8.95	20.25	20.13	34.16	16.14	99.64
仙人掌	12.57	13.72	16.49	23.47	14.37	80.62
南美蟛蜞菊	8.87	11.96	9.93	4.63	5.74	41.14
濱豇豆	11.06	7.43	12.56	0	0	31.05
馬尼拉芝	11.36	7.95	11.14	0	0	30.45
龍爪茅	0	0	8.58	4.91	16.14	29.63
苦蕒菜	13.03	0	0	0	0	13.03
長柄菊	3.26	4.01	3.42	0	0	10.70
大飛揚草	3.26	0	2.97	0	0	6.23
番杏	0	0	5.74	0	0	5.74
田菁	0	0	0	0	3.22	3.22

表 2-10、七股瀉湖外側沙灘(青山港汕近青山橋)植物物種組成表 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	覆蓋度 (%)	相對比例 (%)	頻度	相對比例 (%)	重要值 (%)
海馬齒	26.87	32.74	8	34.78	67.52
馬鞍藤	19.00	23.15	6	26.09	49.24
濱刺麥	19.33	23.56	3	13.04	36.60
濱豇豆	8.13	9.91	3	13.04	22.95
馬尼拉芝	4.07	4.96	1	4.35	9.30
海雀稗	3.00	3.66	1	4.35	8.00
濱刀豆	1.67	2.03	1	4.35	6.38
合計	82.07	100.00	23	100.00	200.00

表 2-11、樣站 5 (保護區北區) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					
	冬	春	夏	颱風後	秋	總計
大花咸豐草	44.91	43.26	65.80	35.05	54.75	243.77
苦林盤	50.43	56.03	17.86	49.59	22.07	195.99
無根藤	50.14	34.42	32.48	25.46	39.45	181.95
南美蟛蜞菊	20.32	24.64	29.30	38.72	21.16	134.15
老虎心	10.89	14.28	15.91	8.43	6.85	56.36
濱刀豆	9.20	10.85	4.03	10.44	17.04	51.55
土牛膝	4.38	5.51	8.12	5.07	4.44	27.51
濱豇豆	5.18	6.34	3.96	4.21	0	19.70
馬鞍藤	4.56	4.67	8.25	0	0	17.47
盒果藤	0	0	0	12.88	0	12.88
狗尾草	0	0	4.22	0	6.47	10.69
千金子	0	0	0	0	9.79	9.79
孟仁草	0	0	6.17	0	0	6.17
台灣虎尾草	0	0	0	5.43	0	5.43
歧穗臭根子草	0	0	0	0	5.04	5.04
龍爪茅	0	0	0	4.70	0	4.70
蒺藜草	0	0	3.90	0	0	3.90
馬唐	0	0	0	0	3.84	3.84
大黍	0	0	0	0	3.23	3.23
毛西番蓮	0	0	0	0	2.93	2.93
四生臂形草	0	0	0	0	2.93	2.93

表 2-12、樣站 6 (保護區南區) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					
	冬	春	夏	颱風後	秋	總計
大花咸豐草	40.39	44.40	72.46	77.04	52.79	287.08
苦林盤	41.87	27.93	21.10	22.99	19.48	133.37
鹽地鼠尾粟	12.75	13.75	20.35	15.78	15.60	78.23
蘆葦	21.88	19.85	8.14	6.97	14.38	71.22
濱豇豆	4.59	3.70	22.35	23.52	0	54.16
賽芻豆	9.64	9.18	0	0	31.07	49.89
銀葉鈕子樹	11.45	9.62	12.88	6.36	2.64	42.96
馬鞍藤	3.68	18.76	6.88	2.89	10.19	42.41
黃槿	8.22	7.97	6.29	5.14	4.58	32.20
含羞草	3.05	2.90	9.18	6.93	3.29	25.35
龍爪茅	11.60	9.14	0	3.07	0	23.81
長柄菊	6.19	3.25	0	6.56	4.64	20.65
孟仁草	7.37	6.19	0	0	6.26	19.81
無根藤	0	6.64	4.44	3.31	5.29	19.68
鯽魚草	7.10	3.34	0	3.92	2.64	17.01
多枝草合歡	0	0	4.00	3.01	7.22	14.23
四生臂形草	0	0	0	4.53	9.35	13.88
大黍	0	0	5.55	0	3.61	9.16
銀合歡	0	7.31	0	0	0	7.31
大飛揚草	3.50	2.99	0	0	0	6.49
白茅	0	0	6.37	0	0	6.37
葉下珠	3.05	3.08	0	0	0	6.13
圓葉煉莢豆	0	0	0	4.23	0	4.23
美洲假蓬	0	0	0	3.74	0	3.74
短穎馬唐	3.68	0	0	0	0	3.68
小馬唐	0	0	0	0	2.32	2.32
加拿大蓬	0	0	0	0	2.32	2.32
田菁	0	0	0	0	2.32	2.32

表 2-13、樣站 7 (曾文溪口) 植物重要值比較 (資料來源：本研究結果)

植物名稱	重要值					
	冬	春	夏	颱風後	秋	總計
海雀稗	73.71	75.06	54.37	46.90	143.49	393.52
馬鞍藤	33.15	23.14	37.34	56.32	21.24	171.20
馬尼拉芝	18.55	20.25	48.87	20.50	0	108.18
巴拉草	12.63	10.08	17.52	10.72	26.22	77.17
海馬齒	5.82	4.95	16.15	24.83	9.05	60.80
濱豇豆	5.43	5.40	6.04	11.66	0	28.53
蘆葦	10.76	10.53	0	6.27	0	27.56
印度鴨嘴草	8.78	12.51	0	0	0	21.29
狗牙根	11.74	9.18	0	0	0	20.92
蔓荊	8.29	8.91	0	0	0	17.20
濱刀豆	5.33	11.34	0	0	0	16.67
裸花鹼蓬	0	0	5.74	6.41	0	12.15
大花咸豐草	5.82	5.04	0	0	0	10.86
鹽地鼠尾粟	0	0	0	9.11	0	9.11
長柄菊	0	0	7.63	0	0	7.63
無根藤	0	0	0	7.28	0	7.28
馬氏濱藜	0	0	6.34	0	0	6.34
高野黍	0	3.60	0	0	0	3.60

表 2-14、樣區維管束植物種數及覆蓋度變化（資料來源：本研究結果）

	季節	St1	St3	St4	St5	St6	St7
物種數	冬(3月)	9	5	11	9	17	12
	春(4月)	8	5	9	9	18	13
	夏(7月)	9	6	12	12	13	9
	颱風後(9月)	10	9	7	11	17	10
	秋(10月)	10	7	8	14	19	4
平均種數		9.2	6.4	9.4	11	16.8	9.6
出現種數		11	10	14	21	28	18
覆蓋度 (%)	冬(3月)	77.00	37.07	82.33	75.13	73.53	67.53
	春(4月)	73.40	50.13	76.20	79.60	74.93	74.13
	夏(7月)	104.47	79.80	103.67	102.60	90.13	67.07
	颱風後(9月)	114.13	94.40	118.40	109.13	109.27	98.67
	秋(10月)	99.93	92.20	92.47	110.53	103.47	24.60
平均覆蓋度 (%)		93.79	70.72	94.61	95.40	90.27	66.40

表 2-15. 海寮紅樹林面積變化 (ha) (資料來源：本研究結果)

年代	第一區	第二區	第三區	總計
1989 年	4.76	0.23	0.20	5.19
2005 年	5.13	0.41	0.18	5.72
2010 年	5.10	0	0	5.10

表 2-16. 海寮紅樹林海茄苳樣木構造基本資料 (資料來源：本研究結果)

	平均值	標準差	最小值	中位數	最大值
平均胸高直徑 (cm)	3.99	1.60	2.00	3.50	9.80
樹高 (cm)	273	52	174	267	465

表2-17. 海寮海茄苳林生物量及各成分之百分比 (資料來源：本研究結果)

組成	葉	枝	莖	其它	地上部*	地下部	總計
乾重 (Mg ha ⁻¹)	4.99	17.86	25.58	5.12	53.55	51.40	104.95
% To ToTal	4.8	17.0	24.4	4.9	51.0	49.0	100

*地上部=葉+枝+莖+其它

表 2-18 .海茄苳掉落物各組成重量 (Mg ha⁻¹ yr) 及佔總量之百分比 (資料來源：本研究結果)

年份\組成	葉	枝	繁殖器官	其他	總重
1994 年	7.00	1.36	1.88	2.24	12.58.
1995 年	7.68	1.48	2.33	1.58	13.07.
1996 年	6.13	1.04	3.17	1.04	11.44
2002 年	8.04	1.53	1.66	0.55	12.55
2003 年	7.75	1.71	1.83	1.26	11.75
平均±SD	7.32±0.76	1.43±0.25	2.17±0.61	1.33±0.63	12.28±0.67
%	59.6	11.6	17.7	5.1	100

表 2-19. 海茄苳掉落物碳及氮輸入量 (g/m²) (資料來源：本研究結果)

	葉	枝	繁殖器官	其他	總重
碳	340.60	63.74	103.12	60.36	567.82
氮	9.15	1.84	4.69	2.82	18.50

表2-20. 七股潟湖北區利用待袋網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 ($10^2 \text{ ind./m}^2/\text{d}$)、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、漁獲個體數($\text{ind./m}^2/\text{d}$)及漁獲重量($\text{g/m}^2/\text{d}$)。(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	潟湖北區					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚	8.33			2.56	1.39	
Anguillidae	<i>Anguilla japonica</i>	日本鰻			5.56			
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛					2.78	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯨 ^t				3.85		
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚	2.78			1.28	1.39	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	吳郭魚	11.11	8.33		1.28	1.39	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨	1.39					
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨	6.94		16.67	2.56	1.39	
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏鱗鯷 ^t				1.28		
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚		1.39				
Gerreidae	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚			5.56			
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚			16.67			
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎		1.39				
Gobiidae	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯧 ^t				1.28		
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎	2.78					
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻		1.39		10.26	4.17	
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻					2.78	
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻	4.17			16.67	18.06	
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰻	4.17					
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰻	25.00	13.89			4.17	
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鰻	1.39	11.11				
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰻		1.39			1.39	
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯨	4.17				1.39	
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鯽		90.28				
t: 只在颱風後採獲			科數	8	6	3	8	8
			種數	11	8	4	9	11
			本次採獲個體數(ind.)	52	93	8	32	29
			本次採獲重量(g)	2373	3427	148	132	453
			放網時數(hr)	12	12	12	13	12
			採樣面積(m ²)	144	144	36	144	144
			漁獲個體數(ind./m ² /d)	0.722	1.292	0.444	0.410	0.403
			漁獲重量(g/m ² /d)	32.964	47.593	8.244	1.695	6.292

表2-21. 七股瀉湖中區利用待袋網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 ($10^2 \text{ ind./m}^2/\text{d}$)、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、漁獲個體數($\text{ind./m}^2/\text{d}$)及漁獲重量($\text{g/m}^2/\text{d}$)。
(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	瀉湖中區					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	鸞線雙邊魚					0.13	
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛					0.66	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鱈				0.13	0.13	
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鱈					0.13	
Carangidae	sp.	sp.				0.07		
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚 ^t				0.07		
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨	0.13			0.07	0.26	
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨		0.26	0.53		0.13	
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯉			0.13	0.13	0.26	
Gerresidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚		1.06				
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌蝦虎	0.40	0.13				
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚 ^t				0.26		
Leiognathidae	<i>Leiognathus berbis</i>	細紋鰻					0.53	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻		0.26	0.26			
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻			0.26	0.07	0.40	
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻	0.13	0.40	0.26	0.07	1.19	
Lutjanidae	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛					0.13	
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鯨	0.53				0.40	
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯨	1.98	0.40	0.92	0.07		
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鯨	0.26	0.40	0.13			
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鯊	0.13					
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鯊					0.79	
Muraenidae	<i>Gymnothorax chilospilus</i>	雲紋裸胸鱈					0.13	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsius</i>	大齒斑魮			0.13	0.33	0.13	
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚		0.13				
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯨		0.26				
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>	叫姑魚					0.13	
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙[魚或]			0.13			
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes parvipinnis</i>	短翅小鮨 ^t				0.07		
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸		0.13				
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	0.26		0.13			
Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛		0.26				
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛			0.13			
Sphyaenidae	<i>Sphyaena jello</i>	竹針魚			0.26			
Syngnathidae	<i>Hippocampus spinosissimus</i>	棘海馬			0.13			
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鯨	0.13		0.40			
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鯨			0.26			
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀鮆 ^t				0.07		
t: 只在颱風後採獲			科數	6	9	10	10	11
			種數	9	11	15	12	16
			本次採獲個體數(ind.)	30	28	31	21	42
			本次採獲重量(g)	1591	784	1260	781	572
			放網時數(hr)	24	24	24	48	24
			採樣面積(m ²)	758	758	758	758	758
			漁獲個體數(ind./m ² /d)	0.040	0.037	0.041	0.014	0.055
			漁獲重量(g/m ² /d)	2.099	1.034	1.662	0.515	0.755

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

表2-22. 七股溪口利用待袋網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 ($10^2 \text{ ind./m}^2/\text{d}$)、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、漁獲個體數(ind./m²/d)及漁獲重量(g/m²/d)。(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	冬	春	夏	颱風後	秋	
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚		1.67		3.53	0.83	
Ambassidae	<i>Ambassis miops</i>	少棘雙邊魚	0.83					
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛					5.00	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鱈			0.83	4.71		
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鉤鱈			0.83	1.76	0.83	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚	0.83		1.67	1.18	5.83	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	吳郭魚	4.17	1.67	3.33		3.33	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鱈				2.94	1.67	
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鱈			4.17	0.59	1.67	
Eleotridae	<i>Eleotris melanosoma</i>	黑塘鱧		0.83				
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鱸		0.83	0.83			
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷	4.17			0.59	2.50	
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚					1.67	
Gerreidae	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚			1.67	1.76	0.83	
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚			0.83	0.59	16.67	
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚	2.50	0.83	35.83	18.24	19.17	
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎		0.83	0.83			
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎	3.33	6.67		0.59	0.83	
Gobiidae	<i>Mugilogobius abei</i>	阿部氏鰕鰕虎	0.83					
Gobiidae	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	雷氏鰕鰕虎	0.83					
Gobiidae	<i>Oxyurichthys ophthalmonema</i>	眼瓣溝鰕虎				1.18	0.83	
Gobiidae	<i>Psammogobius biocellatus</i>	眼斑沙鰕虎					1.67	
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚				0.59	0.83	
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚			0.83	1.18	0.83	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰕			2.50	2.35	3.33	
Leiognathidae	<i>Nuclenchius manausella</i>	小鞍斑鰕			10.00	8.82	5.00	
Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	正龍占 ^t				1.76		
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占					0.83	
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	銀紋笛鯛		2.50			6.67	
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛 ^t				1.18		
Lutjanidae	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛		0.83				
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰕					7.50	
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰕	0.83	0.83		1.76		
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰕	1.67	8.33	2.50	5.29	6.67	
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鰕	4.17	9.17	4.17	1.76	2.50	
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰕 ^t				0.59		
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰕		25.00			9.17	
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰕			1.67		3.33	
Muraenidae	<i>Strophidon sathete</i>	長鱘	0.83	0.83				
Ophichthidae	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	食蟹豈齒蛇鰕					0.83	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsuis</i>	大齒斑魷	2.50	0.83	4.17	1.18	0.83	
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚	5.83	9.17	1.67	1.18	3.33	
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	六線豆娘魚 ^t				0.59		
Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	金錢魚			0.83	1.76	20.00	
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸 ^t				0.59		
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鰕	1.67	2.50	0.83	1.18	0.83	
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰨					0.83	
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃鰨		2.50				
Sphyrnidae	<i>Sphyrna barracuda</i>	巴拉金梭魚 ^t				0.59		
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鰨	0.83	4.17	20.00	8.82	0.83	
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鰨			5.00	0.59	20.00	
Tetraodontidae	<i>Arothron hispidus</i>	紋腹叉鼻魨			0.83	1.18		
Tetraodontidae	<i>Chelonodon patoca</i>	四鼻魨			2.50	0.59	1.67	
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魨				2.35	0.83	
t: 只在颱風後採獲			科數	12	14	16	21	24
			種數	16	19	24	34	36
			本次採獲個體數(ind.)	43	96	130	142	192
			本次採獲重量(q)	3314	2253	1288	1588	3200
			放網時數(hr)	12	12	12	17	12
			採樣面積(m ²)	240	240	240	240	240
			漁獲個體數(ind./m ² /d)	0.358	0.800	1.083	0.835	1.600
			漁獲重量(g/m ² /d)	27.614	18.776	10.737	9.341	26.668

表2-23. 七股潟湖南區利用待袋網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 ($10^2 \text{ ind./m}^2/\text{d}$)、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、漁獲個體數($\text{ind./m}^2/\text{d}$)及漁獲重量($\text{g/m}^2/\text{d}$)。(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	潟湖南區					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛						0.11
Balistidae	<i>Balistoides viridescens</i>	褐擬鱗魨 ^t					0.01	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯆			0.03			0.03
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鯆			0.01			
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨		0.06	0.07		0.25	0.11
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨		0.03	0.28			0.01
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷					0.01	0.06
Ephippidae	<i>Platax orbicularis</i>	圓眼燕魚 ^t					0.01	
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚			0.03		0.01	
Gerreidae	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚			0.01			0.03
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚			0.07		0.01	
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚	0.03	0.01			0.03	0.42
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎			0.01			
Gobiidae	<i>Butis koilomatodon</i>	花錐瘡塘鱧			0.01			
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚 ^t					0.01	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰱		0.01	0.06		0.06	0.07
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰱			0.34		0.14	0.10
Leiognathidae	<i>Nuclequula mannusella</i>	小鞍斑鰱	0.01	0.04	0.17		0.01	0.01
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占						0.01
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛			0.01			
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰱	0.01					
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰱		0.01				
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱	0.18	0.07	0.01		0.01	0.01
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鰱						0.01
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰱					0.01	0.01
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱						0.94
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsius</i>	大齒斑魷		0.03	0.01			0.08
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚						0.01
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	縷鰱		0.01	0.38		0.05	0.83
Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	藍點鸚哥魚			0.06			
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鰱 ^t					0.01	
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	0.01	0.04	0.03		0.01	0.01
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛		0.01			0.01	
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚			0.01			
Sphyraenidae	<i>Sphyraena jello</i>	竹針魚 ^t					0.03	
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鱸		0.01	0.06			0.11
Tetraodontidae	<i>Arothron immaculatus</i>	鰐斑叉鼻魨						0.01
t: 只在颱風後採獲			科數	5	8	13	12	14
			種數	5	13	20	18	21
			本次採獲個體數(ind.)	18	25	119	92	215
			本次採獲重量(g)	1624	1911	1187	2458	3240
			放網時數(hr)	24	24	24	48	24
			採樣面積(m ²)	7150	7150	7150	7150	7150
			漁獲個體數(ind./m ² /d)	0.003	0.005	0.017	0.006	0.030
			漁獲重量(g/m ² /d)	0.227	0.267	0.166	0.172	0.453

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

表2-24. 黑面琵鷺保護區北區利用蝦拖網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 (102 ind./m²)、魚科數及種數，採樣時之採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、個體數密度(ind./m²)及重量密度(g/m²)。(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	保護區北區					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚		0.23	0.30	0.30	0.08	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨 ^t				0.76		
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨		0.53	0.38			
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯧		0.08		0.15		
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯨			0.08	0.45		
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚			0.08			
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚 ^t					0.30	
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚 ^t					0.30	
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘蝦虎	0.08					
Gobiidae	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯊			0.08	0.15		
Gobiidae	<i>Favonigobius reichei</i>	雷氏鰓蝦虎					0.08	
Gobiidae	<i>Periophthalmus modestus</i>	彈塗魚			0.15	0.08		
Gobiidae	<i>Scartelaos histophorus</i>	青彈塗魚		0.08				
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	綠下鱗	0.08		0.53	0.08		
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰱		0.23				
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰱	0.08					
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰱	0.15			0.08		
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱	0.61	0.53	1.14	1.97	6.29	
Mugilidae	<i>Liza sp.</i>	<i>Liza sp.</i>	0.08	0.08				
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鰱					0.15	
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰱		0.30				
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰱		0.08	0.15			
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱		0.08				
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚		0.08		0.08		
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鰱	0.15	0.08		0.30	0.23	
Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛		0.08				
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚			0.15	0.15		
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鯽	0.15		0.38	0.38	2.50	
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魷 ^t				0.08		
Mugilidae	Fish larva	仔稚魚					0.68	
t: 只在颱風後採獲			科數	6	9	9	13	5
			種數	8	13	11	16	7
			本次採獲個體數(ind.)	18	32	45	74	132
			本次採獲重量(g)	159	694	580	839	739
			採樣面積(m ²)	1320	1320	1320	1320	1320
			個體數密度(ind./m ²)	0.014	0.024	0.034	0.056	0.100
			重量密度(g/m ²)	0.121	0.526	0.440	0.636	0.559

表2-25. 黑面琵鷺保護區南區利用蝦拖網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 (102 ind./m²)、魚科數及種數，採樣時之採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、個體數密度(ind./m²)及重量密度(g/m²)。(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	保護區南區					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚 ^t				0.23		
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚 ^t				0.23		
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚				0.45	0.23	
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	綠下鱗			2.50			
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱			2.05	8.64	0.68	
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰱 ^t				0.23		
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鯽	0.23		1.36	2.95	3.64	
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魷 ^t				0.45		
t: 只在颱風後採獲			科數	1		3	5	3
			種數	1	0	3	7	3
			本次採獲個體數(ind.)	1	0	26	58	20
			本次採獲重量(g)	10	0	322	708	107
			採樣面積(m ²)	440	440	440	440	440
			個體數密度(ind./m ²)	0.002	0.000	0.059	0.132	0.045
			重量密度(g/m ²)	0.024	0.000	0.732	1.608	0.243

表2-26. 曾文溪口利用流刺網於2011年各季節所採獲之魚種個體數 ($10^2 \text{ ind./m}^2/\text{d}$)、魚科數及種數，採樣時之放網時間及採樣面積，以及該季節所採獲之總個體數及總重量(g)、漁獲個體數($\text{ind./m}^2/\text{d}$)及漁獲重量($\text{g/m}^2/\text{d}$)。
(資料來源:本研究結果)

科名	學名	中文名	曾文溪口					
			冬	春	夏	颱風後	秋	
Ariidae	<i>Arius maculatus</i>	斑海鯰*	1.04	1.04	50.00	54.17	5.21	
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	吉打鯨*					1.04	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯨 ^t				2.08		
Carangidae	<i>Megalaspis cordyla</i>	大甲鯨 ^{†t}				1.04		
Clupeidae	<i>Amblygaster sirm</i>	西姆圓腹沙丁*			1.04			
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯷			1.04	20.83		
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯷	3.13		9.38	21.88	34.38	
Clupeidae	<i>Sardinella hualiensis</i>	花蓮小沙丁 ^{†t}				2.08		
Clupeidae	<i>Sardinella lemuru</i>	黃小沙丁*					551.04	
Clupeidae	sp.	sp.	1.04					
Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鑄眼銀帶鯷 ^{†t}				3.13		
Cynoglossidae	<i>Paraplagusia blochii</i>	布氏鬚鯛*				3.13	5.21	
Dasyatidae	<i>Dasyatis akajei</i>	赤土魷*				1.04	3.13	
Drepanidae	<i>Drepane longimana</i>	條紋簾鯛*				1.04	1.04	
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯰			1.04			
Engraulidae	<i>Thryssa chefuensis</i>	芝蕪綾鯷 ^{†t}				1.04		
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷	9.38		1.04	12.50	4.17	
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚			1.04			
Leiognathidae	<i>Gazza minuta</i>	小牙鰱*					1.04	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰱		16.67			2.08	
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰱					3.13	
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰱			1.04	1.04		
Leiognathidae	<i>Secutor insidiator</i>	長吻仰口鰱*					1.04	
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪	3.13					
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰱	12.50					
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱					11.46	
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚	2.08		1.04			
Polynemidae	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	四指馬鰱*	1.04					
Sciaenidae	<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭叫姑魚*			2.08			
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚*	2.08			4.17		
Sciaenidae	<i>Nibea semifasciata</i>	半斑黃姑魚*			2.08			
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙[魚或] ^{†t}				4.17		
Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	褐籃子魚*					1.04	
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛			1.04			
*: 只在曾文溪口採獲			科數	7	2	9	9	10
†: 只在颱風後採獲			種數	9	2	12	15	14
			本次採獲個體數(ind.)	34	17	69	128	600
			本次採獲重量(g)	8897	939	11402	12877	16832
			放網時數(hr)	16	16	16	16	16
			採樣面積(m ²)	144	144	144	144	144
			漁獲個體數(ind./m ² /d)	0.354	0.177	0.719	1.333	6.250
			漁獲重量(g/m ² /d)	92.681	9.782	118.773	134.130	175.329

表2-27. 魚種在各樣站出現次數 (資料來源：本研究結果)

科名	學名	中文名	七股潟湖				保護區		曾文溪口	樣站出現次數
			北區	中區	七股溪口	南區	北區	南區		
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚	3	1	3				3	
Ambassidae	<i>Ambassis miops</i>	少棘雙邊魚			1				1	
Anguillidae	<i>Anguilla japonica</i>	日本鰻	1						1	
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛	1	1	1	1			4	
Ariidae	<i>Arius maculatus</i>	斑海鯰						5	1	
Balistidae	<i>Balistoides viridescens</i>	褐擬鱗魨				1			1	
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	吉打鯷						1	1	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯷	1	2	2	2		1	5	
Carangidae	<i>Megalaspis cordyla</i>	大甲鯷						1	1	
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鯷		1	3	1			3	
Carangidae	sp.	sp.		1					1	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚	3	1	4		4	1	5	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	吳郭魚	4		4				2	
Clupeidae	<i>Amblygaster sirm</i>	西姆圓腹沙丁						1	1	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯷	1	3	2	4	1	2	6	
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯷	4	3	3	3	2	4	6	
Clupeidae	<i>Sardinella hualiensis</i>	花蓮小沙丁						1	1	
Clupeidae	<i>Sardinella lemuru</i>	黃小沙丁						1	1	
Clupeidae	sp.	sp.						1	1	
Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鏞眼銀帶鯷						1	1	
Cynoglossidae	<i>Paraplagusia blochii</i>	布氏鬚鯛						2	1	
Dasyatidae	<i>Dasyatis akajei</i>	赤土魮						2	1	
Drepaneidae	<i>Drepane longimana</i>	條紋簾鯛						2	1	
Eleotridae	<i>Eleotris melanosoma</i>	黑塘鱧			1				1	
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯧			2		2	1	3	
Engraulidae	<i>Thryssa chefuensis</i>	芝蕪絞鯷						1	1	
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏絞鯷	1	3	3	2	2	4	6	
Ephippidae	<i>Platax orbicularis</i>	圓眼燕魚				1			1	
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚	1		1	2	1	1	5	
Gerreidae	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚	1		3	2			3	
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚			3	2	1		3	
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚	1	1	5	4	1	2	6	
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎	1		2	1	1		4	
Gobiidae	<i>Butis koilomatodon</i>	花錐瘳塘鱧				1			1	
Gobiidae	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯧	1				2		2	
Gobiidae	<i>Favonigobius reichei</i>	雷氏鯧					1		1	
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎	1	2	4				3	
Gobiidae	<i>Mugilogobius abei</i>	阿部氏鰕鰕虎			1				1	
Gobiidae	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	雷氏鰕鰕虎			1				1	
Gobiidae	<i>Oxyurichthys ophthalmonema</i>	眼瓣溝鰕虎			2				1	
Gobiidae	<i>Periophthalmus modestus</i>	彈塗魚					2		1	
Gobiidae	<i>Psammogobius biocellatus</i>	眼斑沙鰕虎			1				1	
Gobiidae	<i>Scartelaos histophorus</i>	青彈塗魚					1		1	
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚			2	1			2	
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚		1	3			1	3	
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鰨					3	1	2	
Leiognathidae	<i>Gazza minuta</i>	小牙鰨						1	1	
Leiognathidae	<i>Leiognathus berbis</i>	細紋鰨		1					1	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰨	3	2	3	4	1	2	6	
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰨	1	3		3		1	4	
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰨	3	5	3	5	1	2	6	

表2-27 (續). 魚種在各樣站出現次數 (資料來源: 本研究結果)

科名	學名	中文名	七股潟湖				保護區		曾文 溪口	樣站出 現次數
			北區	中區	七股 溪口	南區	北區	南區		
Leiognathidae	<i>Secutor insidiator</i>	長吻仰口鰻							1	1
Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	正龍占			1					1
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占			1	1				2
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	銀紋笛鯛			2					1
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛			1	1				2
Lutjanidae	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛		1	1					2
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰺			1	1				2
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鯪	1	2	3	1	2			5
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪	3	4	5	5	5	3	1	7
Mugilidae	<i>Liza</i> sp.	<i>Liza</i> sp.					2			1
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鯪	2	3	5	1	1			5
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰻		1	1		1			3
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰻	2		2	2	2	1	1	6
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰻		1	2	1	1		1	5
Muraenidae	<i>Gymnothorax chilospilus</i>	雲紋裸胸鯢		1						1
Muraenidae	<i>Strophidon sathete</i>	長鯢			2					1
Ophichthidae	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	食蟹莖齒蛇鰻			1					1
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsius</i>	大齒斑魷		3	5	3				3
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚		1	5	1	2		2	5
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯰	2	1		4				3
Polynemidae	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	四指馬鮫							1	1
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	六線豆娘魚			1					1
Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	藍點鸚哥魚				1				1
Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	金錢魚			3					1
Sciaenidae	<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭叫姑魚							1	1
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>	叫姑魚		1						1
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚							2	1
Sciaenidae	<i>Nibea semifasciata</i>	半斑黃姑魚							1	1
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙魚或		1					1	2
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes parvipinnis</i>	短翅小鮚		1						1
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸		1	1					2
Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	褐籃子魚							1	1
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鯪			5	1	4			3
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛		2	1	5				3
Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛		1			1			2
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛		1	1	2			1	4
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚			1	1	2			3
Sphyraenidae	<i>Sphyraena jello</i>	竹針魚		1		1				2
Syngnathidae	<i>Hippocampus spinosissimus</i>	棘海馬		1						1
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鱗		2	5	3				3
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鱗	1	1	3		4	4		5
Tetraodontidae	<i>Arothron hispidus</i>	紋腹又鼻魨			2					1
Tetraodontidae	<i>Arothron immaculatus</i>	鰓斑又鼻魨				1				1
Tetraodontidae	<i>Chelonodon patoca</i>	凹鼻魨			3					1
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魨		1	2		1	1		4
Mugilidae	<i>Fish larva</i>	仔稚魚					1			1

表2-28. 各樣站在採樣期間出現之魚科(Family)及其魚種數量(資料來源：本研究結果)

科名	中文科名	全樣站	七股潟湖				保護區		曾文溪口
			北區	中區	七股溪口	南區	北區	南區	
Gobiidae	鰕虎科	11	3	1	6	2	5		
Clupeidae	鯷科	6	2	2	2	2	2		6
Leiognathidae	鰻科	6	3	4	2	3	2		5
Mugilidae	鯔科	6	4	5	6	5	6	2	3
Sciaenidae	石首魚科	5		2					4
Carangidae	鱈科	4	1	2	2	2			3
Gerreidae	鑽嘴魚科	4	3	1	4	4	3	2	
Tetraodontidae	四齒鮡科	4		1	3	1	1	1	
Lutjanidae	笛鯛科	3		1	3	1			
Sparidae	鯛科	3		3	2	2			1
Ambassidae	雙邊魚科	2	1	1	2				
Engraulidae	鯷科	2	1	1	1	1	1		2
Haemulidae	石鱸科	2		1	2	1			1
Lethrinidae	龍占魚科	2			2	1			
Muraenidae	鱧科	2		1	2				
Sphyrnaeidae	金梭魚科	2		1	1	2	1		
Terapontidae	鰱科	2	1	2	2	1		1	
Anguillidae	鰻鱺科	1	1						
Apogonidae	天竺鯛科	1	1	1	1	1			
Ariidae	海鯰科	1							1
Balistidae	鱗鮡科	1				1			
Chanidae	虱目魚科	1	1	1	1		1	1	
Cichlidae	慈鯛科	1	1		1				
Cynoglossidae	舌鰨科	1							1
Dasyatidae	土魷科	1							1
Drepaneidae	簾鯛科	1							1
Eleotridae	塘鱧科	1			1				
Elopidae	海鱧科	1			1		1		1
Ephippidae	白鰻科	1				1			
Hemiramphidae	鱻科	1					1	1	
Monodactylidae	銀鱗鰨科	1			1	1			
Ophichthidae	蛇鰻科	1			1				
Paralichthyidae	牙鯧科	1		1	1	1			
Platycephalidae	牛尾魚科	1		1	1	1	1		1
Plotosidae	鰻鯨科	1	1	1		1			
Polynemidae	馬鮫科	1							1
Pomacentridae	雀鯛科	1			1				
Scaridae	鸚哥魚科	1				1			
Scatophagidae	金錢魚科	1			1				
Scorpaenidae	鮎科	1		1					
Serranidae	鮭科	1		1	1				
Siganidae	籃子魚科	1							1
Sillaginidae	沙鯪科	1			1	1	1		
Syngnathidae	海龍科	1		1					
	科數	44	14	24	29	23	14	6	16
	種數	92	24	37	55	37	27	8	33

表2-29. 七股潟湖各樣站及曾文溪口在不同季節所採獲之魚科及魚種數量、當次所採獲之個體數(ind.)及重量(g)、漁獲個體數(ind./m²/d)及漁獲重量(g/m²/d)、以及個體數佔該次總個體數10%以上之優勢魚種。(資料來源：本研究結果)

樣站	季節	科數	種數	採獲個體數 (ind.)	採獲重量 (g)	漁獲個體數 (ind./m ² /d)	漁獲重量 (g/m ² /d)	優勢種(個體數相對豐度>10%)			
潟湖北區	冬	8	11	52	2373	0.72	32.96	大鱗鯪(35)	吳郭魚(15)	彎線雙邊魚(12)	日本海鯨(10)
	春	6	8	93	3427	1.29	47.59	花身鯪(70)	大鱗鯪(11)		
	夏	3	4	8	148	0.44	8.24	縱紋鑽嘴魚(38)	日本海鯨(38)	日本鯷(13)	日本鑽嘴魚(13)
	颱風後	8	9	32	132	0.41	1.69	小鞍斑鰻(41)	短棘鰻(25)		
	秋	8	11	29	453	0.40	6.29	小鞍斑鰻(45)	短棘鰻(10)	大鱗鯪(10)	
	全年	14	24								
潟湖中區	冬	6	9	30	1591	0.04	2.10	大鱗鯪(50)	前鱗鯪(13)	點帶叉舌鰕虎(10)	
	春	9	11	28	784	0.04	1.03	縱紋鑽嘴魚(29)	小鞍斑鰻(11)	大鱗鯪(11)	白鯧(11)
	夏	10	15	31	1260	0.04	1.66	大鱗鯪(23)	日本海鯨(13)	四線列牙鯪(10)	
	颱風後	10	12	21	781	0.01	0.52	大齒斑魷(24)	星雞魚(19)	六帶鯨(10)	漢氏綾鯪(10)
	秋	11	16	42	572	0.06	0.75	小鞍斑鰻(21)	長鰭凡鰻(14)	中線天竺鯛(12)	細紋鰻(10)
	全年	24	37								
七股溪口	冬	12	16	43	3314	0.36	27.61	印度牛尾魚(16)	漢氏綾鯪(12)	吳郭魚(12)	白鯧(12)
	春	14	19	96	2253	0.80	18.78	鰻(31)	白鯧(11)	印度牛尾魚(11)	大鱗鯪(10)
	夏	16	24	130	1288	1.08	10.74	縱紋鑽嘴魚(33)	四線列牙鯪(18)		
	颱風後	21	34	142	1588	0.84	9.34	縱紋鑽嘴魚(22)	四線列牙鯪(11)	小鞍斑鰻(11)	
	秋	24	36	192	3200	1.60	26.67	金錢魚(13)	花身鯪(13)	縱紋鑽嘴魚(12)	大棘鑽嘴魚(10)
	全年	29	55								
潟湖南區	冬	5	5	18	1624	0.00	0.23	大鱗鯪(72)	縱紋鑽嘴魚(11)		
	春	8	13	25	1911	0.00	0.27	大鱗鯪(20)	環球海鯨(16)	灰鰭鯛(12)	小鞍斑鰻(12)
	夏	13	20	119	1187	0.02	0.17	鰻鯧(23)	黑邊鰻(20)	日本海鯨(17)	小鞍斑鰻(10)
	颱風後	12	18	92	2458	0.01	0.17	環球海鯨(39)	黑邊鰻(22)		
	秋	14	21	215	3240	0.03	0.45	長鰭凡鰻(31)	鰻鯧(27)	縱紋鑽嘴魚(14)	
	全年	23	37								
七股潟湖區合計				1438	33585	8	197				
曾文溪口	冬	7	9	34	8897	0.35	92.68	鰻(35)	漢氏綾鯪(26)		
	春	2	2	17	939	0.18	9.78	短棘鰻(94)			
	夏	9	12	69	11402	0.72	118.77	斑海鯧(70)	日本海鯨(13)		
	颱風後	9	15	128	12877	1.33	134.13	斑海鯧(41)	日本海鯨(16)	環球海鯨(16)	
	秋	10	14	600	16832	6.25	175.33	黃小沙丁(88)			
	全年	16	33								
曾文溪口合計				848	50947	8.83	530.70				

表2-30. 黑面琵鷺保護區各樣站在不同季節所採獲之魚科及魚種數量、當次所採獲之個體數(ind.)及重量(g)、單位面積個體數(ind./m²)及單位面積重量(g/m²)、以及個體數佔該次總個體數10%以上之優勢魚種。(資料來源：本研究結果)

樣站	季節	科數	種數	採獲個體數 (ind.)	採獲重量 (g)	單位面積個體數 (ind./m ²)	單位面積重量 (g/m ²)	優勢種(個體數相對豐度>10%)			
保護區北區	冬	6	8	18	159	0.01	0.12	大鱗鰻(44)	花身鰺(11)	沙鰻(11)	前鱗鰻(11)
	春	9	13	32	694	0.02	0.53	大鱗鰻(22)	日本海鰻(22)	帕氏凡鰻(13)	
	夏	9	11	45	580	0.03	0.44	大鱗鰻(33)	緣下鰻(16)	花身鰺(11)	日本海鰻(11)
	颱風後	13	16	74	839	0.06	0.64	大鱗鰻(35)	環球海鰻(14)		
	秋	7	5	132	739	0.10	0.56	大鱗鰻(63)	花身鰺(25)		
	全年	14	27								
保護區南區	冬	1	1	1	10	0.002	0.02	花身鰺(100)			
	春	0	0	0	0	0.00	0.00				
	夏	3	3	26	322	0.06	0.73	緣下鰻(42)	大鱗鰻(35)	花身鰺(23)	
	颱風後	5	7	58	708	0.13	1.61	大鱗鰻(66)	花身鰺(22)		
	秋	3	3	20	107	0.05	0.24	花身鰺(80)	大鱗鰻(15)		
	全年	6	8								
主棲地合計				406	4158	0.47	4.89				

表2-31. 本研究與郭(2001)在1995-1998年所調查魚科及魚種數之比較。

皆出現 (七股潟湖, 保護區)			只出現在郭(2001) (七股潟湖)			只出現在本研究 (七股潟湖, 保護區)		
科名	中文科名	種數	科名	中文科名	種數	科名	中文科名	種數
Mugilidae	鰱科	5	Gobiidae	鰕虎科	9	Gobiidae	鰕虎科	7
Gobiidae	鰕虎科	4	Carangidae	鰹科	5	Ambassidae	雙邊魚科	2
Leiognathidae	鰯科	4	Paralichthyidae	牙齶科	4	Gerreidae	鑽嘴魚科	2
Clupeidae	鯡科	2	Leiognathidae	鰯科	3	Muraenidae	鯨科	2
Gerreidae	鑽嘴魚科	2	Apogonidae	天竺鯛科	2	Sciaenidae	石首魚科	2
Lutjanidae	笛鯛科	2	Cichlidae	慈鯛科	2	Sparidae	鯛科	2
Terapontidae	鰺科	2	Clupeidae	鯡科	2	Tetraodontidae	四齒魨科	2
Tetraodontidae	四齒魨科	2	Engraulidae	鯷科	2	Anguillidae	鰻鱺科	1
Apogonidae	天竺鯛科	1	Gerreidae	鑽嘴魚科	2	Balistidae	鱗魨科	1
Carangidae	鰹科	1	Pomacentridae	雀鯛科	2	Carangidae	鰹科	1
Chanidae	虱目魚科	1	Acanthuridae	刺尾鯛科	1	Ephippidae	白鰓科	1
Cichlidae	慈鯛科	1	Ambassidae	雙邊魚科	1	Haemulidae	石鱸科	1
Eleotridae	塘鱾科	1	Antennariidae	鬚魚科	1	Hemiramphidae	鱻科	1
Elopidae	海鯢科	1	Blenniidae	鰻科	1	Lethrinidae	龍占魚科	1
Engraulidae	鯷科	1	Chaetodontidae	蝴蝶魚科	1	Lutjanidae	笛鯛科	1
Haemulidae	石鱸科	1	Cynoglossidae	舌鰷科	1	Mugilidae	鰱科	1
Lethrinidae	龍占魚科	1	Drepaneidae	簾鯛科	1	Ophichthidae	蛇鰻科	1
Monodactylidae	銀鱗鰻科	1	Eleotridae	塘鱾科	1	Paralichthyidae	牙齶科	1
Platycephalidae	牛尾魚科	1	Haemulidae	石鱸科	1	Pomacentridae	雀鯛科	1
Plotosidae	鰻魨科	1	Hemiramphidae	鱻科	1	Scaridae	鸚哥魚科	1
Scatophagidae	金錢魚科	1	Labridae	隆頭魚科	1	Scorpaenidae	鮎科	1
Serranidae	鮭科	1	Lethrinidae	龍占魚科	1	Sphyaenidae	金梭魚科	1
Sillaginidae	沙鰻科	1	Lutjanidae	笛鯛科	1	Syngnathidae	海龍科	1
Sparidae	鯛科	1	Megalopidae	大眼海鯢科	1		種數合計	35
Sphyaenidae	金梭魚科	1	Moronidae	夢鱸科	1			
	種數合計	40	Mugilidae	鰱科	1	只出現在本研究(曾文溪口)		
皆出現(曾文溪口)			Mullidae	鬚鯛科	1	科名	中文科名	種數
科名	中文科名	種數	Muraenesocidae	海鯢科	1	Sciaenidae	石首魚科	3
Clupeidae	鯡科	2	Muraenidae	鯨科	1	Carangidae	鰹科	2
Leiognathidae	鰯科	2	Nemipteridae	金線魚科	1	Clupeidae	鯡科	2
Dasyatidae	土魴科	1	Ophichthidae	蛇鰻科	1	Ariidae	海魨科	1
Drepaneidae	簾鯛科	1	Pempheridae	擬金眼鯛科	1	Cynoglossidae	舌鰷科	1
Polynemidae	馬鮫科	1	Platycephalidae	牛尾魚科	1	Engraulidae	鯷科	1
Siganidae	籃子魚科	1	Poeciliidae	花鱗科	1		種數合計	10
	種數合計	8	Serranidae	鮭科	1			
			Siganidae	籃子魚科	1			
			Soleidae	鰺科	1			
			Sparidae	鯛科	1			
			Trichiuridae	帶魚科	1			
				種數合計	62			

表2-32.與歷年在七股潟湖及曾文溪口魚種調查之比較

項目	累計		郭 1995		邵1997		郭2001		本研究 2011	
		%		%		%		%		%
科數	77		53		73		50		44	
種數	256		140		199		109		92	
經濟性魚種數	154	60.2	89	63.6	123	61.8	74	67.9	60	65.2
棲所型態										
大洋性偶爾主入河口	93	36.3	47	33.6	72	36.2	29	26.6	16	17.4
大洋會大量進入河口	107	41.8	61	43.6	87	43.7	52	47.7	49	53.3
出現並在河口孵育	52	20.3	32	22.9	38	19.1	25	22.9	25	27.2
出現並在淡水孵育	3	1.2	0	0.0	2	1.0	3	2.8	1	1.1
降海迴遊	1	0.4	0	0.0	1	0.5	0	0.0	1	1.1
滯留狀態										
永久滯留	31	12.1	19	13.6	23	11.6	14	12.8	11	12.0
長時間滯留	111	43.4	58	41.4	82	41.2	48	44.0	42	45.7
短時間滯留	114	44.5	63	45.0	95	47.7	47	43.1	39	42.4
調查期間			1993.08~1994.03		1995.11~1996.10		1995.11~1998.11		2011.03~10	
採樣頻率			1個月1次		1個月1次		1個月1次		1季1次及颱風1次	
採樣次數			6~7		12				5	
採樣方法			待袋網, 流刺網 手拋網		待袋網		待袋網, 流刺網, 手拋網		待袋網	

郭1995: 郭等。1995。曾文溪口沿岸地區魚種經成之初步調查。

郭1997: 邵和郭。1997。曾文溪口沿岸及附近海域之魚類群聚結構時空變化之研究。

郭2001: Kuo et al. 2001. Seasonal changes in abundance and composition of the fish assemblage in Chiku Lagoon, southwestern Taiwan.

表2-33. 本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查到的魚種，及其經濟性、棲所型態(C:降海迴遊, E:出現並在河口孵育, MED:大洋種類但會大量進入河口, MS:大洋種類偶爾進入河口, F:出現並在淡水孵育)、滯留狀態(P:永久滯留, L:長時間滯留, S:短時間滯留) (資料來源: 本研究結果)

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭1995	郭1997	郭2001	本研究2011
Acanthuridae	<i>Acanthurus mata</i>	後刺尾鯛	E	MS	S	d	c		
Acanthuridae	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	黃鰭刺尾鯛	E	MS	S		c	b	
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚	-	E	L				a
Ambassidae	<i>Ambassis interrupta</i>	斷線雙邊魚	-	E	L	d	c		
Ambassidae	<i>Ambassis miops</i>	少棘雙邊魚	-	E	L				a
Ambassidae	<i>Ambassis urotaenia</i>	細尾雙邊魚	-	E	L		c	b	
Anguillidae	<i>Anguilla japonica</i>	日本鰻鱺	E	C	L		c		a
Antennariidae	<i>Antennarius maculatus</i>	大斑鰨魚	-	MED	L		c	b	
Antennariidae	<i>Antennarius striatus</i>	條紋鰨魚	-	MED	L		c		
Antennariidae	<i>Histrio lustror</i>	斑紋光鰨魚	-	MS	L		c		
Apogonidae	<i>Apogon bifasciatus</i>	雙帶天竺鯛	-	MED	L	d			
Apogonidae	<i>Apogon cathetogramma</i>	垂帶天竺鯛	-	MED	L		c		
Apogonidae	<i>Apogon doederleini</i>	稻氏天竺鯛	-	MED	L		c		
Apogonidae	<i>Apogon ellioti</i>	黑邊天竺鯛	-	MED	L		c		
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛	-	MED	L	d	c	b	a
Apogonidae	<i>Apogon lineatus</i>	細條紋天竺鯛	-	MED	L		c		
Apogonidae	<i>Apogon trimaculatus</i>	三斑天竺鯛	-	MED	L		c		
Apogonidae	<i>Archamia bleekeri</i>	布氏長鰭天竺鯛	-	MED	L	d	c	b	
Apogonidae	<i>Archamia fucata</i>	褐斑長鰭天竺鯛	-	MED	L			b	
Apogonidae	<i>Fowleria variegata</i>	多斑乳天竺鯛	-	MED	L	d	c		
Apogonidae	<i>Rhabdamia gracilis</i>	箭天竺鯛	-	MED	L	d	c		
Ariidae	<i>Arius maculatus</i>	斑海鯰	E	E	S	d	c		a
Atherinidae	<i>Atherinomorus lacunosus</i>	南洋銀漢魚	-	MED	S		c		
Atherinidae	<i>Hypoatherina woodwardi</i>	伍氏下銀漢魚	-	MED	S	d	c		
Balistidae	<i>Balistoides viridescens</i>	褐擬鱗魨	E	MED	S				a
Balistidae	<i>Canthidermis maculata</i>	疣鱗魨	E	MS	S		c		
Belontiidae	<i>Platybelone argalus platyura</i>	寬尾鶴鱗	-	MS	L		c		
Blenniidae	<i>Petroscirtes breviceps</i>	短頭跳岩鯧	-	E	S		c	b	
Callionymidae	<i>Callionymus planus</i>	扁[魚銜]	-	MS	L		c		
Callionymidae	<i>Calliurichthys scabriceps</i>	粗首[魚銜]	-	MS	L	d			
Carangidae	<i>Alectis indica</i>	印度絲鯷	E	MS	S	d	c		
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	吉打鯷	E	MS	S	d	c		a
Carangidae	<i>Alepes para</i>	麗葉鯷	E	MS	S	d	c		
Carangidae	<i>Alepes vari</i>	大尾鯷	E	MS	S	d	c		
Carangidae	<i>Carangoides dinema</i>	雙線若鯷	E	MED	S	d	c		
Carangidae	<i>Caranx ignobilis</i>	浪人鯷	E	MED	S	d	c	b	
Carangidae	<i>Caranx melampygus</i>	藍鰭鯷	E	MED	S			b	
Carangidae	<i>Caranx papuensis</i>	巴布亞鯷	E	MED	S	d	c		
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯷	E	MED	S	d	c	b	a
Carangidae	<i>Megalaspis cordyla</i>	大甲鯷	E	MED	S	d	c		a
Carangidae	<i>Scomberoides commersonianus</i>	大口逆溝鯷	E	MED	S			b	
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鉤鯷	E	MED	S				a
Carangidae	<i>Scomberoides tol</i>	托爾逆溝鯷	E	MS	S	d	c	b	
Carangidae	<i>Seriolina nigrofasciata</i>	小甘鯷	E	MS	S	d	c		
Carangidae	<i>Trachurus bailloni</i>	斐氏鰺鯷	E	MS	S		c		
Carangidae	<i>Trachurus japonicus</i>	日本竹筴魚	E	MS	S	d	c	b	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	揚旂蝴蝶魚	-	MS	S	d	c		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon ephippium</i>	鞍斑蝴蝶魚	-	MED	S		c		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon vagabundus</i>	飄浮蝴蝶魚	-	MED	S	d	c	b	

表2-33 (續1). 本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查到的魚種，及其經濟性、棲所型態、滯留狀態

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭 1995	郭 1997	郭 2001	本研究 2011
Chaetodontidae	<i>Heniochus acuminatus</i>	白吻雙帶立旗鯛	-	MED	S	d	c		
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚	E	MED	S	d	c	b	a
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	莫三鼻口鱒魚	E	MED	L	d	c		
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	尼羅口鱒魚	E	MED	S		c	b	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	吳郭魚	-	F	L			b	a
Cichlidae	<i>Tilapia zillii</i>	吉利慈鯛	-	F	S		c	b	
Clupeidae	<i>Amblygaster sirm</i>	西姆圓腹沙丁	E	MED	S				a
Clupeidae	<i>Clupanodon thrissa</i>	盾齒鯨	E	MED	S	d	c		
Clupeidae	<i>Konosirus punctatus</i>	窩斑鯨	E	MED	S	d	c	b	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨	-	MED	S	d	c	b	a
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨	E	MED	S	d	c	b	a
Clupeidae	<i>Sardinella fimbriata</i>	黑小沙丁	E	MED	S	d	c		
Clupeidae	<i>Sardinella hualiensis</i>	花蓮小沙丁	E	MS	S	d	c	b	a
Clupeidae	<i>Sardinella lemuru</i>	黃小沙丁	E	MED	S	d	c	b	a
Clupeidae	<i>Sardinella melanura</i>	黑尾小沙丁	E	MS	S	d	c		
Clupeidae	<i>Sardinella sindensis</i>	中國小沙丁	E	MS	S		c	b	
Clupeidae	<i>Sardinella zunasi</i>	鍾氏小沙丁	E	MS	S	d	c		
Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鏽眼銀帶鯉	-	MS	S				a
Congridae	<i>Conger japonicus</i>	日本糯鰻	-	MS	S		c		
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus itinus</i>	單孔舌鰻	-	MS	S			b	
Cynoglossidae	<i>Paraplusia blochii</i>	布氏鬚鰻	E	MS	S				a
Dactylopteridae	<i>Dactyloptena orientalis</i>	東方豹魴鱗	-	MS	S	d	c		
Dasyatidae	<i>Dasyatis akajei</i>	赤土魴	-	MED	S		c	b	a
Drepaneidae	<i>Drepane longimana</i>	條紋簾鯛	E	MED	L		c	b	a
Drepaneidae	<i>Drepane punctata</i>	斑點簾鯛	E	MED	L	d	c	b	
Echeneididae	<i>Echeneis naucrates</i>	長印魚	-	MS	S	d	c		
Eleotridae	<i>Butis amboinensis</i>	安邦濩塘鱧	-	E	P	d	c		
Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>	花錐濩塘鱧	-	E	P				a
Eleotridae	<i>Butis melanostigma</i>	黑斑濩塘鱧	-	E	P	d	c	b	
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	褐塘鱧	-	E	P	d	c		
Eleotridae	<i>Eleotris melanosoma</i>	黑塘鱧	-	E	P	d	c	b	a
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯢	E	MED	S	d	c	b	a
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>	日本鯷	E	MS	S		c	b	
Engraulidae	<i>Stolephorus indicus</i>	印度小公魚	E	MS	S	d	c	b	
Engraulidae	<i>Stolephorus insularis</i>	島嶼小公魚	E	MS	S		c		
Engraulidae	<i>Thryssa chefuensis</i>	芝蕪綾鯷	E	MS	S		c		a
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷	E	MED	S	d	c	b	a
Ephippidae	<i>Platas teria</i>	尖翅燕魚	-	MED	L		c		
Ephippidae	<i>Platax orbicularis</i>	圓眼燕魚	E	MED	L		c		a
Exocoetidae	<i>Cheilopogon cyanopterus</i>	黑鰭飛魚	E	MS	L		c		
Gerreidae	<i>Gerres erythrourus</i>	短鑽嘴魚	E	MED	L	d	c	b	
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚	E	MED	L	d	c	b	a
Gerreidae	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚	E	MED	L	d	c	b	a
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚	E	MED	L				a
Gerreidae	<i>Gerres oyena</i>	奧奈鑽嘴魚	E	MED	L	d	c	b	
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚	-	MED	L				a
Gobiidae	<i>Acentrogobius viganensis</i>	頭紋細棘鰕虎魚	-	E	P		c		
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎	-	E	P	d	c	b	a
Gobiidae	<i>Amoya caninus</i>	虎齒韃鰕虎	-	E	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯊	-	E	P				a

表2-33 (續2). 本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查到的魚種, 及其經濟性、棲所型態、滯留狀態

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭 1995	邵 1997	郭 2001	本研究 2011
Gobiidae	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	裸頭鯊	-	E	P	d			
Gobiidae	<i>Favonigobius reichei</i>	雷氏鯊	-	E	P	d	c		a
Gobiidae	<i>Glossogobius aureus</i>	金叉叉舌鰕虎	-	E	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Hazeus otakii</i>	大瀧氏粗棘鰕虎	-	E	P	d	c		
Gobiidae	<i>Istigobius campbelli</i>	康培氏銜鰕虎	-	MS	P		c	b	
Gobiidae	<i>Mugilogobius abei</i>	阿部氏鰕鰕虎	-	MED	P				a
Gobiidae	<i>Mugilogobius parvus</i>	小鰕鰕虎	-	MED	P		c		
Gobiidae	<i>Myersina filifer</i>	絲鰭猴鯊	-	MED	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	雷氏鰕鰕虎	-	E	P				a
Gobiidae	<i>Oxyurichthys ophthalmonema</i>	眼瓣溝鰕虎	-	E	P	d	c	b	a
Gobiidae	<i>Oxyurichthys papuensis</i>	巴布亞溝鰕虎	-	E	P		c		
Gobiidae	<i>Parachaeturichthys polynema</i>	多鬚擬鰕虎	-	E	P	d	c		
Gobiidae	<i>Paratrypauchen microcephalus</i>	小頭副孔鰕虎	-	E	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Periophthalmus modestus</i>	彈塗魚	-	E	P				a
Gobiidae	<i>Psammogobius biocellatus</i>	雙眼斑砂鰕虎	-	E	P		c	b	a
Gobiidae	<i>Scartelaos gigas</i>	大青彈塗魚	-	E	P	d	c		
Gobiidae	<i>Scartelaos histophorus</i>	青彈塗魚	-	E	P				a
Gobiidae	<i>Taenioides cirratus</i>	灰盲條魚	-	E	P		c	b	
Gobiidae	<i>Taenioides limicola</i>	等頷灰盲條魚	-	E	P	d			
Gobiidae	<i>Trypauchen vagina</i>	赤鯊	-	E	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Yongeichthys criniger</i>	雲斑鰕虎	-	E	P	d	c	b	
Gobiidae	<i>Yongeichthys nebulosus</i>	雲斑裸頰鰕虎	-	E	P	d	c	b	
Haemulidae	<i>Diagramma picta</i>	密點少棘胡椒鯛	E	MS	L	d			
Haemulidae	<i>Plectorhinchus cinctus</i>	花尾胡椒鯛	E	MS	L		c	b	
Haemulidae	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>	駝背胡椒鯛	E	E	L				
Haemulidae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	雷氏胡椒鯛	E	MS	L		c		
Haemulidae	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	條紋胡椒鯛	E	MED	L		c		
Haemulidae	<i>Plectorhinchus pictus</i>	胡椒鯛	E	MS	L				
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚	E	MED	L				a
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚	E	MED	L	d	c	b	a
Haemulidae	<i>Pomadasys maculatus</i>	斑雞魚	E	MS	L				
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus dussumieri</i>	杜氏下鱗	E	MED	L		c	b	
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	間下鱗	-	MED	L		c		
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鱗	E	MED	L				a
Holocentridae	<i>Sargocentron praslin</i>	普拉斯林棘鱗魚	E	MS	S		c		
Kyphosidae	<i>Kyphosus bigibbus</i>	南方舵魚	E	MS	S		c		
Kyphosidae	<i>Microcanthus strigatus</i>	柴魚	E	MED	S	d	c		
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	綠尾唇魚	E	MED	S	d	c		
Labridae	<i>Halichoeres argus</i>	大眼海豬魚	E	MS	S	d	c	b	
Labridae	<i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚	E	MS	S	d	c		
Leiognathidae	<i>Gazza achlamys</i>	寬身牙鰨	E	MS	L			b	
Leiognathidae	<i>Gazza minuta</i>	小牙鰨	E	MS	L		c	b	a
Leiognathidae	<i>Leiognathus berbis</i>	細紋鰨	E	MS	L	d	c	b	a
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰨	E	MED	L	d	c	b	a
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰨	E	MED	L	d	c	b	a
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰨	E	MED	L	d	c	b	a
Leiognathidae	<i>Nuchequula nuchalis</i>	頸帶鰨	E	MED	L			b	
Leiognathidae	<i>Photopectoralis aureus</i>	金黃光胸鰨	-	MED	L	d			
Leiognathidae	<i>Secutor insidiator</i>	長吻仰口鰨	E	MED	L	d	c	b	a
Leiognathidae	<i>Secutor ruconius</i>	仰口鰨	E	MED	L	d	c	b	

表2-33 (續3). 本研究與歷年在七股潟湖及曾文溪口所調查到的魚種，及其經濟性、棲所型態、滯留狀態

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭 1995	邵 1997	郭 2001	本研究 2011
Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	正龍占	E	MED	S				a
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占	E	MED	S			b	a
Lethrinidae	<i>Lethrinus lentjan</i>	烏帽龍占	E	MS	S		c	b	
Lethrinidae	<i>Lethrinus nebulosus</i>	青嘴龍占	E	MED	S		c		
Lethrinidae	<i>Lethrinus variegatus</i>	雜色龍占	E	MS	S		c		
Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i>	松鯛	E	MED	S	d	c		
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	銀紋笛鯛	E	MED	S	d	c		a
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛	E	MED	S		c	b	a
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulvus</i>	黃足笛鯛	E	MED	S		c	b	
Lutjanidae	<i>Lutjanus monostigma</i>	單斑笛鯛	E	MS	S	d	c		
Lutjanidae	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛	E	MED	S	d	c	b	a
Megalopidae	<i>Megalops cyprinoides</i>	大眼海鱧	E	MED	S	d	c	b	
Menidae	<i>Mene maculata</i>	眼眶魚	E	MED	S		c		
Monacanthidae	<i>Aluterus scriptus</i>	長尾革單棘魷	-	MED	S		c		
Monacanthidae	<i>Chaetodermis penicilligera</i>	棘皮單棘魷	-	MS	S	d	c		
Monacanthidae	<i>Monacanthus chinensis</i>	單棘魷	-	MS	S	d	c		
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰻	E	MED	S	d	c	b	a
Moronidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>	日本真鱸	E	MED	S			b	
Mugilidae	<i>Chelon alatus</i>	寶石龜鰾	E	E	S			b	
Mugilidae	<i>Ellochelon vaigiensis</i>	黃鰾	E	E	S	d	c		
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰾	E	E	S	d	c	b	a
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰾	E	E	S	d	c	b	a
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i>	白鰾	E	E	S	d	c	b	a
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰾	E	E	S				a
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰾	E	E	S	d	c	b	a
Mugilidae	<i>Oedalechilus labiosus</i>	瘤唇鰾	E	E	S	d	c		
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鱗凡鰾	E	E	S	d	c	b	a
Mullidae	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	多帶海鯪鯉	E	MS	L		c		
Mullidae	<i>Upeneus tragula</i>	黑斑鯪鯉	E	E	L	d	c	b	
Mullidae	<i>Upeneus vittatus</i>	多帶鯪鯉	E	MED	L		c		
Muraenesocidae	<i>Muraenesox cinereus</i>	海鱧	E	MED	L	d	c	b	
Muraenidae	<i>Anarchias allardicei</i>	褐裸臀鯪	-	MS	L			b	
Muraenidae	<i>Gymnothorax chilospilus</i>	雲紋裸胸鯪	E	MS	L				a
Muraenidae	<i>Gymnothorax hepaticus</i>	白邊裸胸鯪	E	MS	L	d	c		
Muraenidae	<i>Strophidon sathete</i>	長鯪	E	E	L				a
Nemipteridae	<i>Nemipterus peronii</i>	裴氏金線魚	E	MS	S		c	b	
Nemipteridae	<i>Scolopsis vosmeri</i>	伏氏眶棘鱸	E	MS	S	d	c		
Ophichthidae	<i>Ophichthus apicalis</i>	頂蛇鰻	-	MS	L			b	
Ophichthidae	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	食蟹荳齒蛇鰻	-	E	L				a
Osphronemidae	<i>Trichogaster trichopterus</i>	三星攀鱸	-	E	L		c		
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsuis</i>	大齒斑魷	E	MED	L	d	c		a
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	檸檬斑魷	E	MED	L		c	b	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus duplisciocellatus</i>	重點斑魷	E	MS	L	d	c	b	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus elevatus</i>	高體斑魷	E	MS	L	d	c	b	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus levisquamis</i>	滑鱗斑魷	E	MS	L	d	c	b	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus oligodon</i>	少牙斑魷	E	MS	L	d	c		
Pempheridae	<i>Pempheris oualensis</i>	烏伊蘭擬金眼鯛	E	MS	S			b	
Platycephalidae	<i>Cociella crocedila</i>	正鱧鰻	-	MS	L	d	c		
Platycephalidae	<i>Grammoplites scaber</i>	橫帶棘線牛尾魚	-	MS	L	d			
Platycephalidae	<i>Inegocia japonica</i>	日本眼眶牛尾魚	-	MS	L	d	c	b	

表2-33 (續4). 本研究與歷年在七股瀉湖及曾文溪口所調查到的魚種, 及其經濟性、棲所型態、滯留狀態

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭 1995	邵 1997	郭 2001	本研究 2011
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚	-	MED	L	d	c	b	a
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯧	-	MED	S		c	b	a
Poeciliidae	<i>Poecilia velifera</i>	帆鰭花鱗	E	F	S		c	b	
Polynemidae	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	四指馬鮫	E	E	S	d	c	b	a
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	疊波蓋刺魚	-	MS	S		c		
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	六帶蓋刺魚	-	MS	S	d	c		
Pomacentridae	<i>Abudefduf bengalensis</i>	孟加拉豆娘魚	-	MS	S	d	c		
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	六線豆娘魚	-	MS	S		c		a
Pomacentridae	<i>Abudefduf sordidus</i>	梭地豆娘魚	-	MS	S		c	b	
Pomacentridae	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	條紋豆娘魚	-	MS	S	d	c	b	
Pomacentridae	<i>Stegastes insularis</i>	島嶼高身雀鯛	-	MS	S	d	c		
Rachycentridae	<i>Rachycentron canadum</i>	海鱸	E	MS	S		c		
Scaridae	<i>Leptoscarus vaigiensis</i>	繖鰻鯉	E	MED	S		c		
Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	藍點鸚哥魚	E	MED	S	d	c		a
Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	金錢魚	E	E	L	d	c	b	a
Sciaenidae	<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭叫姑魚	E	MED	S				a
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>	叫姑魚	E	MS	S				a
Sciaenidae	<i>Jonius belangerii</i>	皮氏叫姑魚	E	MED	S	d	c		
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚	E	MS	S				a
Sciaenidae	<i>Nibea semifasciata</i>	半斑黃姑魚	E	MS	S	d	c		a
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙魚或	E	MS	S				a
Scombridae	<i>Auxis thazard thazard</i>	扁花鰹	E	MS	S	d			
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	白腹鯖	E	MS	S		c		
Scorpaenidae	<i>Dendrochirus zebra</i>	斑馬紋多臂蓑鮋	E	MED	L	d	c		
Scorpaenidae	<i>Parascorpaena picta</i>	圓鱗鮋	-	MS	L	d	c		
Scorpaenidae	<i>Pterois antennata</i>	觸角蓑鮋	-	MS	L	d	c		
Scorpaenidae	<i>Scorpaena neglecta</i>	斑鱗鮋	-	MS	L	d	c		
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes parvipinnis</i>	短翅小鮋	-	MS	L				a
Scorpaenidae	<i>Scorpaenopsis diabolus</i>	駝背石狗公	-	MS	L				
Serranidae	<i>Epinephelus tauvina</i>	鱸滑石斑	E	MS	L	d	c		
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸	-	MS	L	d	c	b	a
Serranidae	<i>Plectranthias japonicus</i>	日本棘花鱸	E	MS	L			b	
Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	褐籃子魚	E	MED	L	d	c	b	a
Siganidae	<i>Siganus guttatus</i>	點籃子魚	E	MED	L	d	c	b	
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鯧	E	MED	L	d	c	b	a
Soleidae	<i>Solea ovata</i>	卵鰺	E	MS	L	d	c	b	
Sparidae	<i>Acanthopagrus australis</i>	澳洲黑鯛	E	MED	L	d	c		
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	E	MED	L	d	c		a
Sparidae	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛	E	MED	L	d	c	b	a
Sparidae	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	黑鯛	E	MED	L	d	c	b	
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛	E	MED	L				a
Sphraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚	E	MED	L		c		a
Sphraenidae	<i>Sphyraena jello</i>	竹針魚	E	MED	L	d	c	b	a
Syngnathidae	<i>Hippichthys cyanospilus</i>	藍點多環海龍	E	E	L		c		
Syngnathidae	<i>Hippocampus spinosissimus</i>	棘海馬	E	MS	L				a
Synodontidae	<i>Saurida elongatus</i>	長體蛇鯧	E	MS	L	d	c		
Synodontidae	<i>Saurida gracilis</i>	細蛇鯧	E	MS	L	d	c		
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鯛	E	E	L	d	c	b	a
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鯛	E	E	L	d	c	b	a
Tetraodontidae	<i>Arothron hispidus</i>	紋腹叉鼻魨	-	MED	L	d	c		a

表2-33 (續5). 本研究與歷年在七股瀉湖及曾文溪口所調查到的魚種，及其經濟性、棲所型態、滯留狀態

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	郭1995	邵1997	郭2001	本研究2011
Tetraodontidae	<i>Arothron immaculatus</i>	鰓斑叉鼻魨	-	MED	L				a
Tetraodontidae	<i>Arothron manilensis</i>	菲律賓叉鼻魨	-	MED	L	d	c		
Tetraodontidae	<i>Chelonodon patoca</i>	凹鼻魨	E	MED	L	d	c	b	a
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魨	-	MED	L	d	c	b	a
Triacanthidae	<i>Triacanthus biaculeatus</i>	三棘魨	E	MS	L		c		
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	白帶魚	E	MS	S	d	c	b	
Zanclidae	<i>Zanclus cornutus</i>	角鐮魚	-	MS	S		c		

表 2-34. 本研究與歷年在七股瀉湖及曾文溪口所調查的魚種中只出現在本研究中之魚種及出現之樣站

科名	學名	中文名	經濟性	棲所型態	滯留狀態	出現樣站
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚	-	E	L	1,2 ^t ,3 ^t
Ambassidae	<i>Ambassis miops</i>	少棘雙邊魚	-	E	L	3
Balistidae	<i>Balistoides viridescens</i>	褐擬鱗魨	E	MED	S	4 ^t
Carangidae	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鯨	E	MED	S	2,3,4
Clupeidae	<i>Amblygaster sirm</i>	西姆圓腹沙丁	E	MED	S	7
Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鏽眼銀帶鯷	-	MS	S	7 ^t
Cynoglossidae	<i>Paraplagusia blochii</i>	布氏鬚鯛	E	MS	S	7 ^t
Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>	花錐瘡塘鱧	-	E	P	4
Gerreidae	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚	E	MED	L	3,4,5
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚	-	MED	L	1,2,3,4,5 ^t ,6 ^t
Gobiidae	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯊	-	E	P	1,5
Gobiidae	<i>Mugilogobius abei</i>	阿部氏鰓鰕虎	-	MED	P	3
Gobiidae	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	雷氏鰓鰕虎	-	E	P	3
Gobiidae	<i>Periophthalmus modestus</i>	彈塗魚	-	E	P	5
Gobiidae	<i>Scartelaos histophorus</i>	青彈塗魚	-	E	P	5
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚	E	MED	L	3 ^t ,4 ^t
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鱗	E	MED	L	5,6
Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	正龍占	E	MED	S	3 ^t
Mugilidae	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰻	E	E	S	2,3 ^t ,5
Muraenidae	<i>Gymnothorax chilospilus</i>	雲紋裸胸鯙	E	MS	L	2
Muraenidae	<i>Strophidon sathete</i>	長鯙	E	E	L	3
Ophichthidae	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	食蟹荳齒蛇鰻	-	E	L	3
Sciaenidae	<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭叫姑魚	E	MED	S	7
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>	叫姑魚	E	MS	S	2
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚	E	MS	S	7 ^t
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙魚或	E	MS	S	2,7
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes parvipinnis</i>	短翅小鮚	-	MS	L	2 ^t
Sparidae	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛	E	MED	L	2,3,4,7
Syngnathidae	<i>Hippocampus spinosissimus</i>	棘海馬	E	MS	L	2
Tetraodontidae	<i>Arothron immaculatus</i>	鰓斑叉鼻魨	-	MED	L	4

t:颱風後採獲

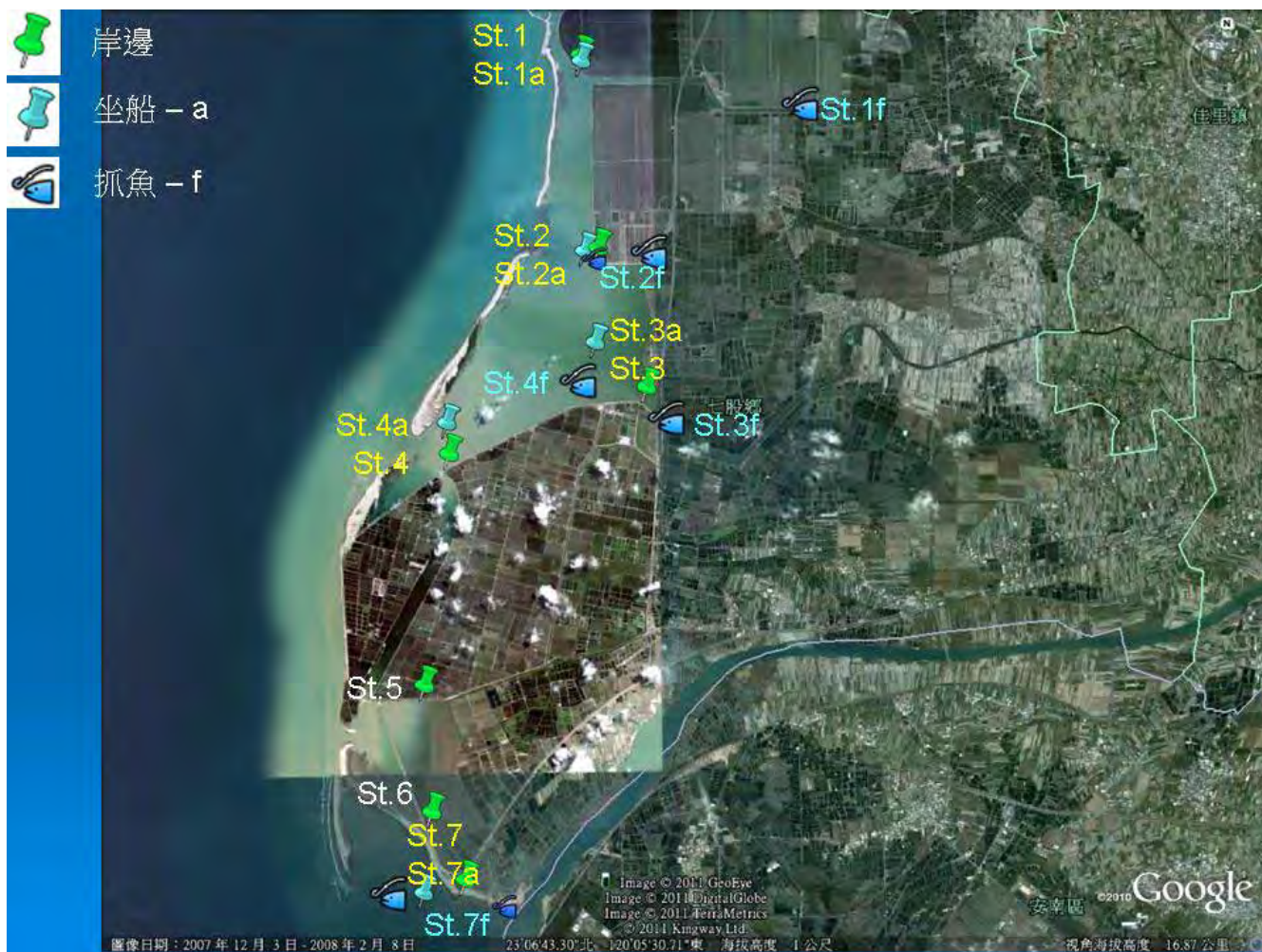


圖 2-1. 水質監測採樣站。a:亞潮帶(坐船)，f:魚類採樣點。(地圖來源：Google 地圖)

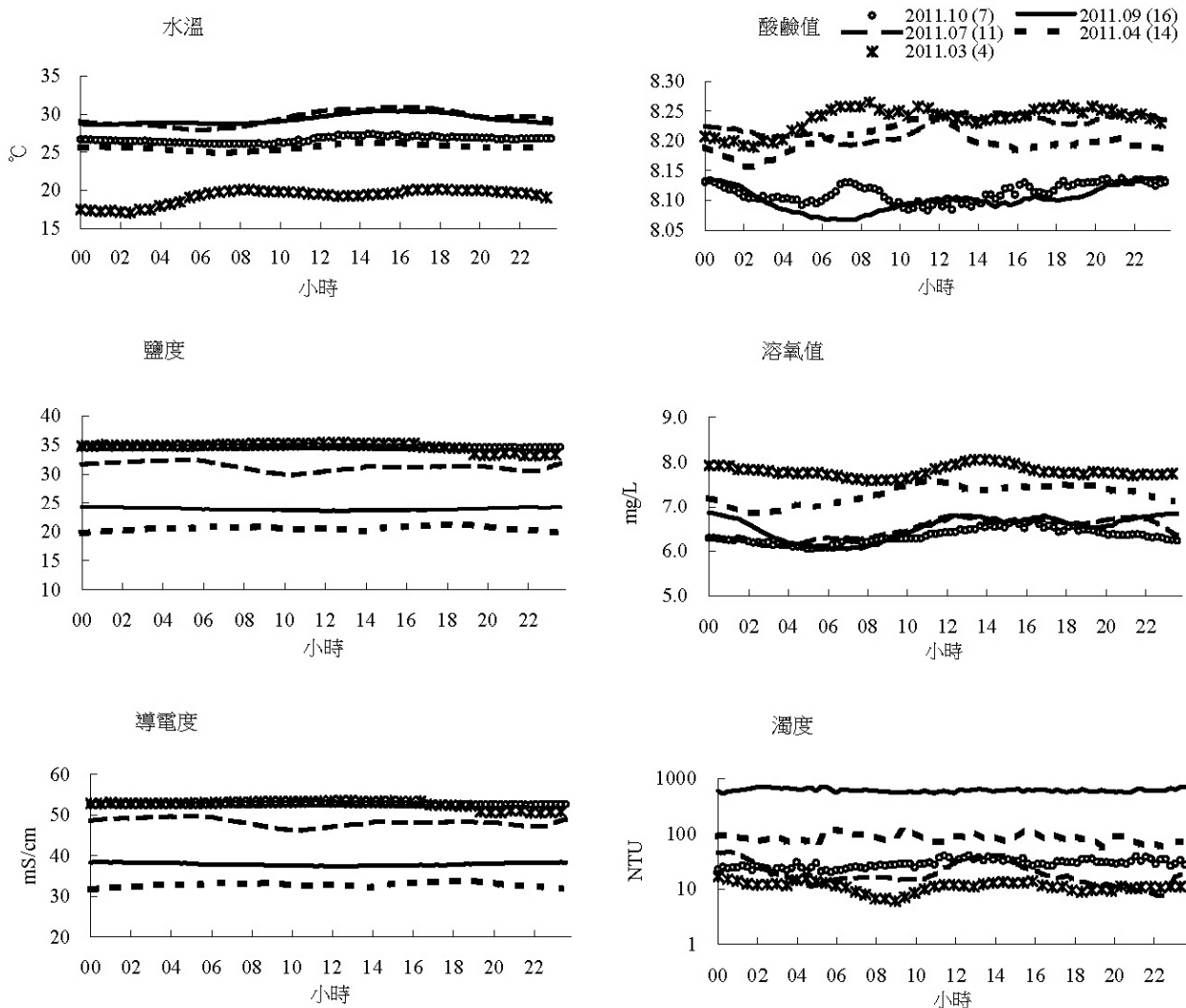


圖 2-2. 2011 年台江計畫共同採樣期間由七股潟湖連續水質儀每 15 分鐘所測得之水質每日平均值 (圖例之括弧內為資料之有效日數)

(資料來源：特有生物研究保育中心)

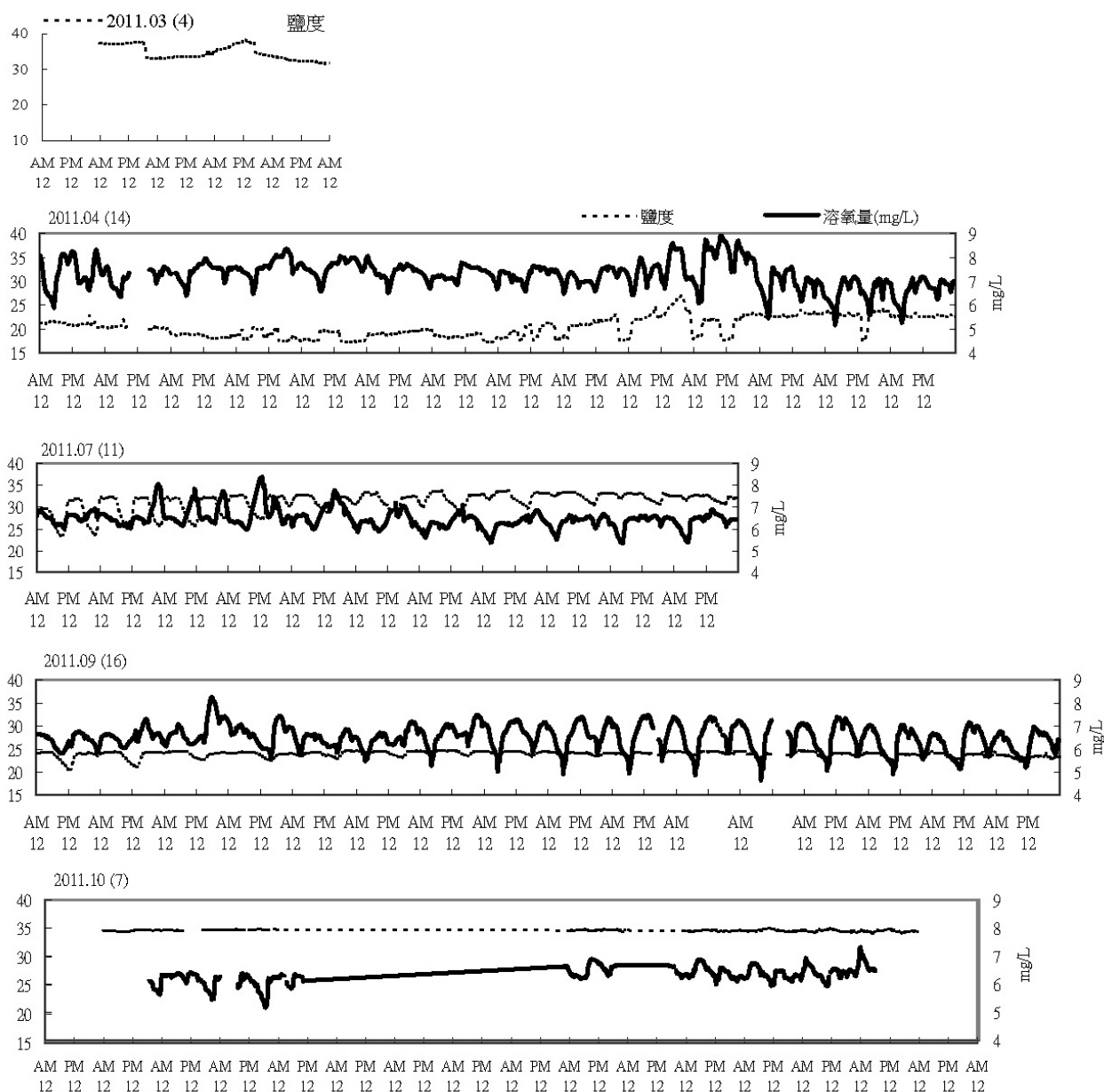


圖 2-3. 2011 年台江計畫共同採樣期間由七股瀉湖連續水質儀每 15 分鐘所測得之鹽度及溶氧量變化圖 (圖例之括弧內為資料之有效日數)

(資料來源：特有生物研究保育中心)

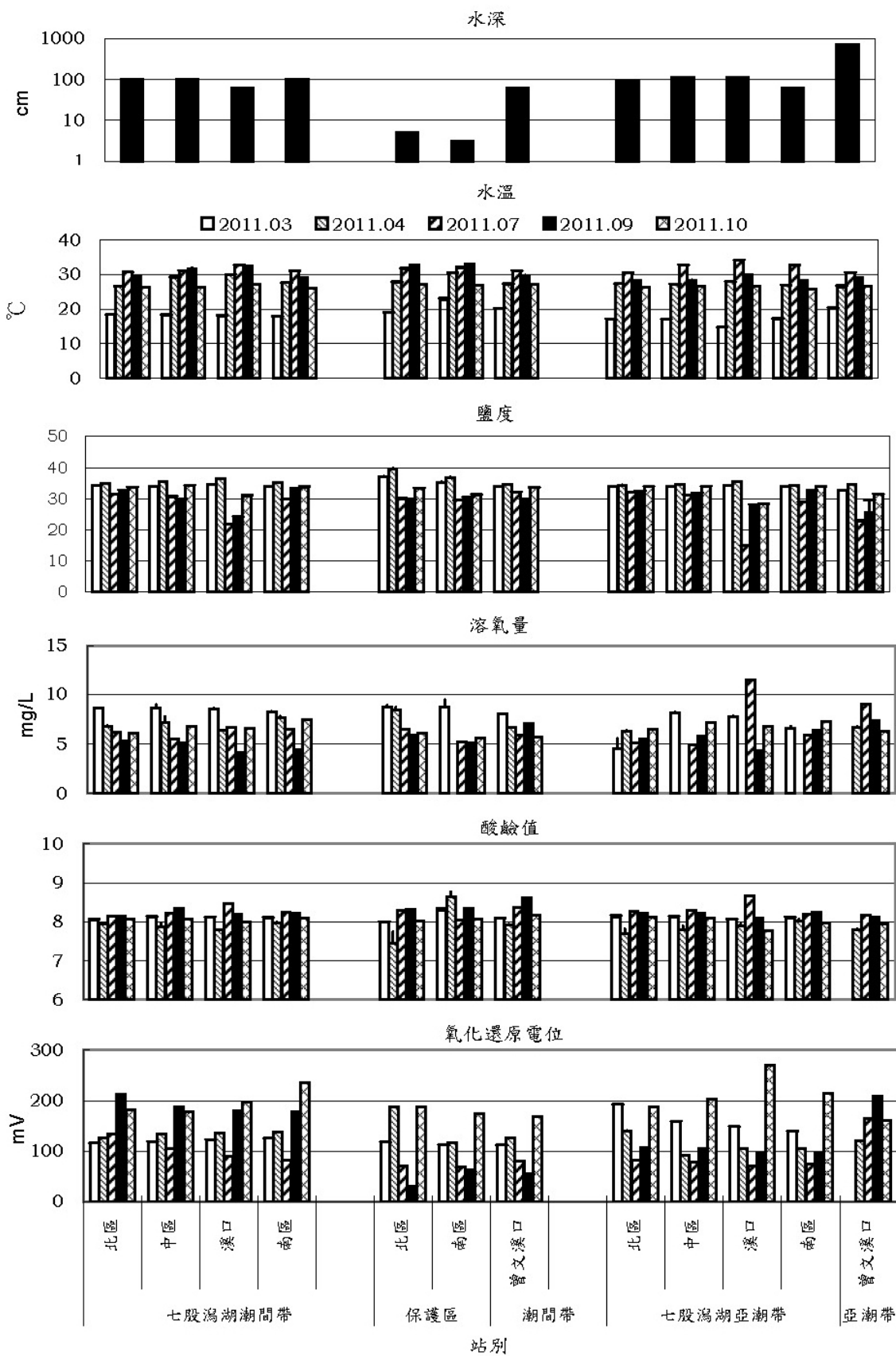
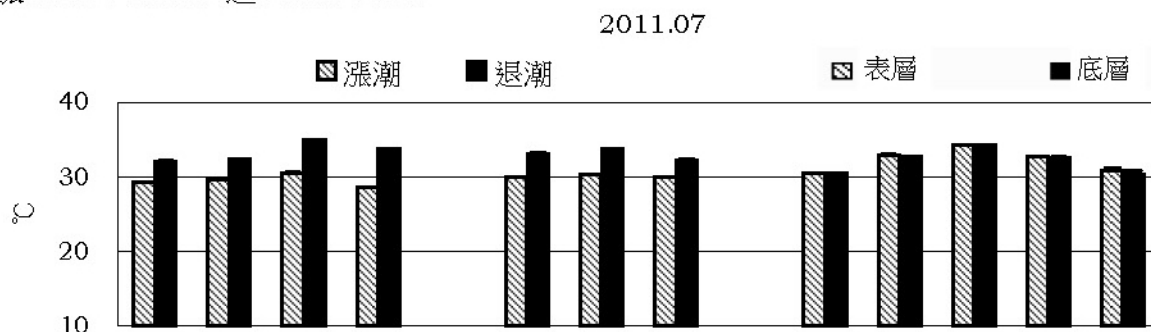
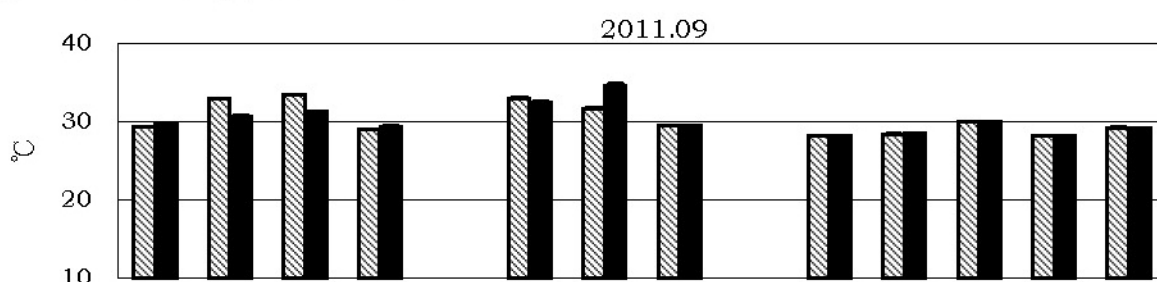


圖 2-4. 各測站水深及不同季節現場測量水質參數變化圖。(資料來源：本研究結果)

漲:06:00-08:00 退13:00-14:00



漲:17:00-18:00 退10:00-13:00



漲:12:00-14:00 退05:00-08:00

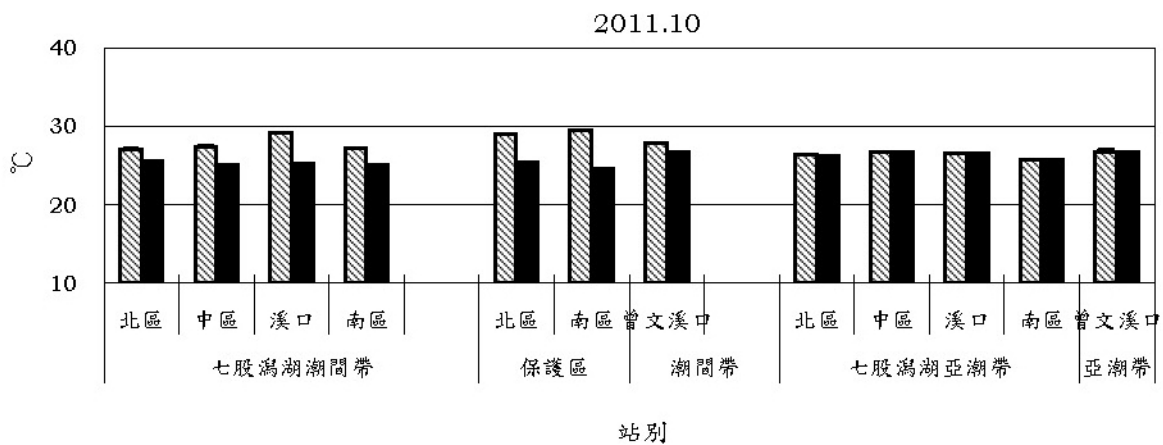


圖 2-5. 潮間帶各樣站漲、退潮及亞潮帶各樣站表、底層水的水溫變化圖。

(資料來源：本研究結果)

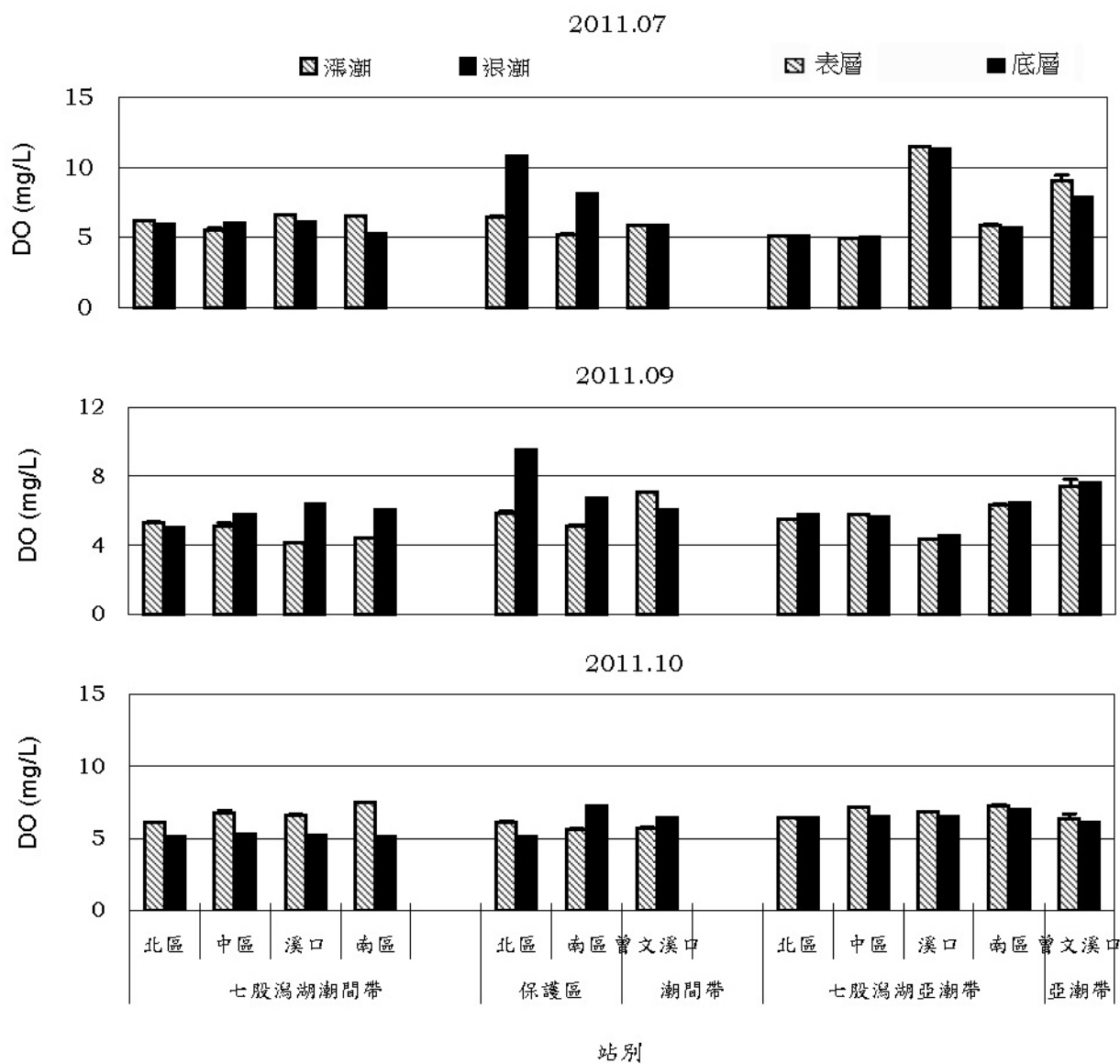


圖 2-6. 潮間帶各樣站漲、退潮及亞潮帶各樣站表、底層水的溶氧量變化圖。
(資料來源：本研究結果)

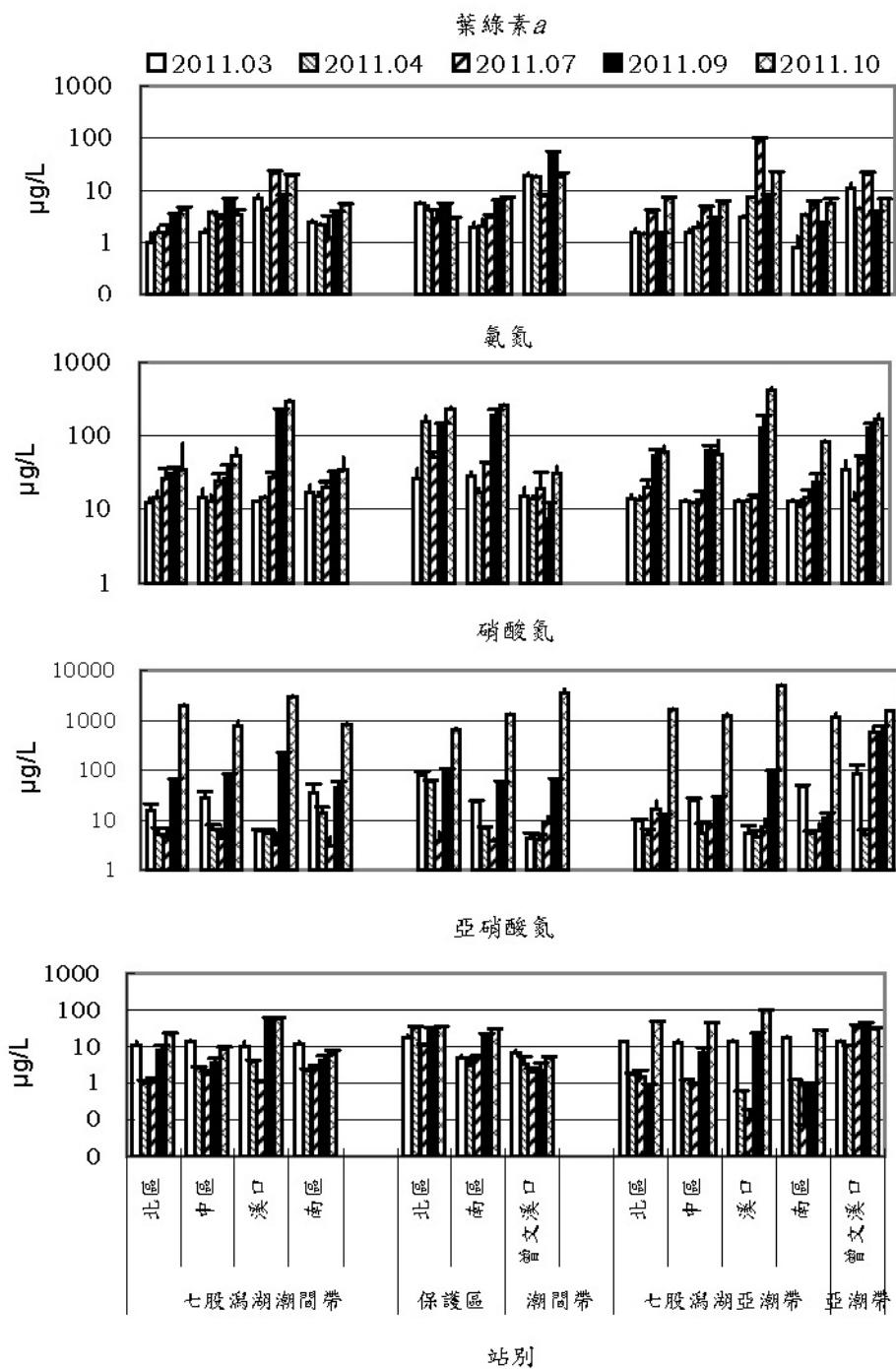


圖 2-7. 各測站葉綠素 *a*、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮在不同季節之變化圖。

(資料來源：本研究結果)

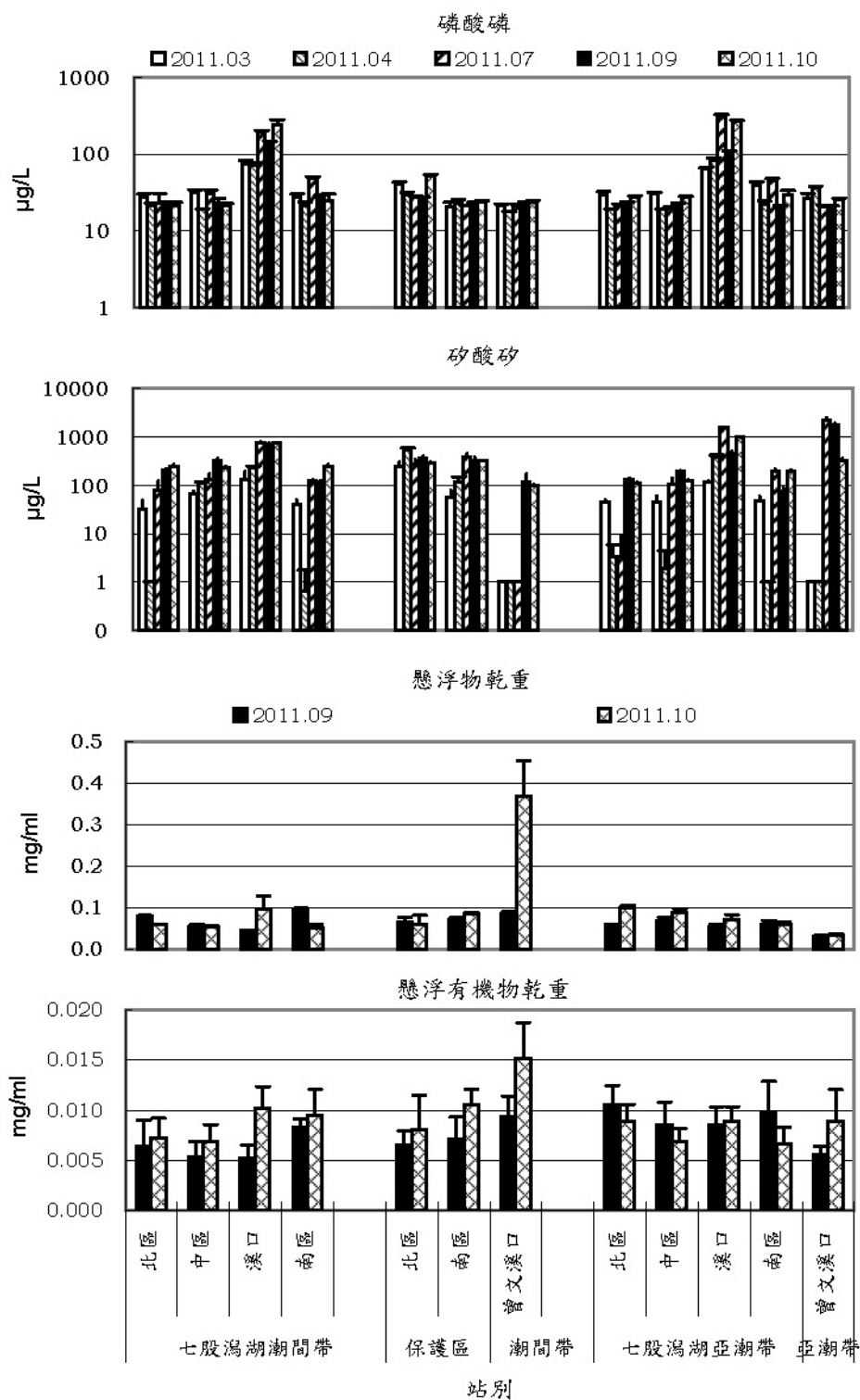


圖 2-8. 各測站磷酸磷、矽酸矽、懸浮物乾重及懸浮有機物乾重在不同季節之變化圖。(資料來源：本研究結果)

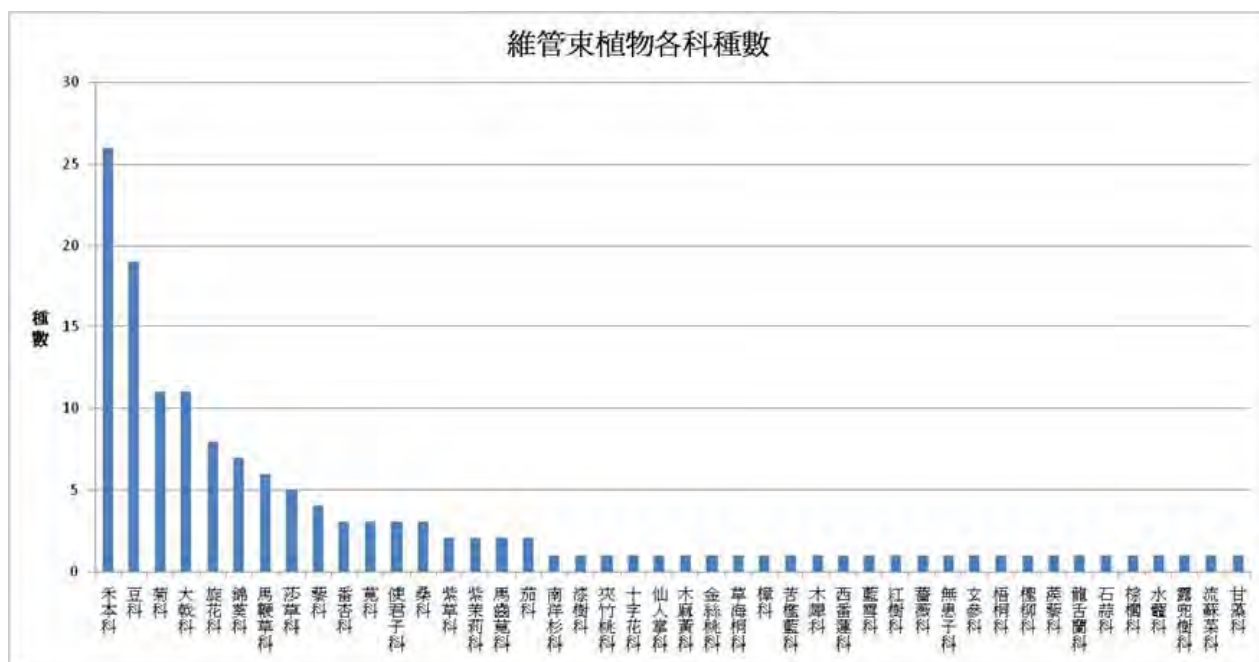


圖 2-9 維管束植物各科種數 (資料來源：本研究結果)

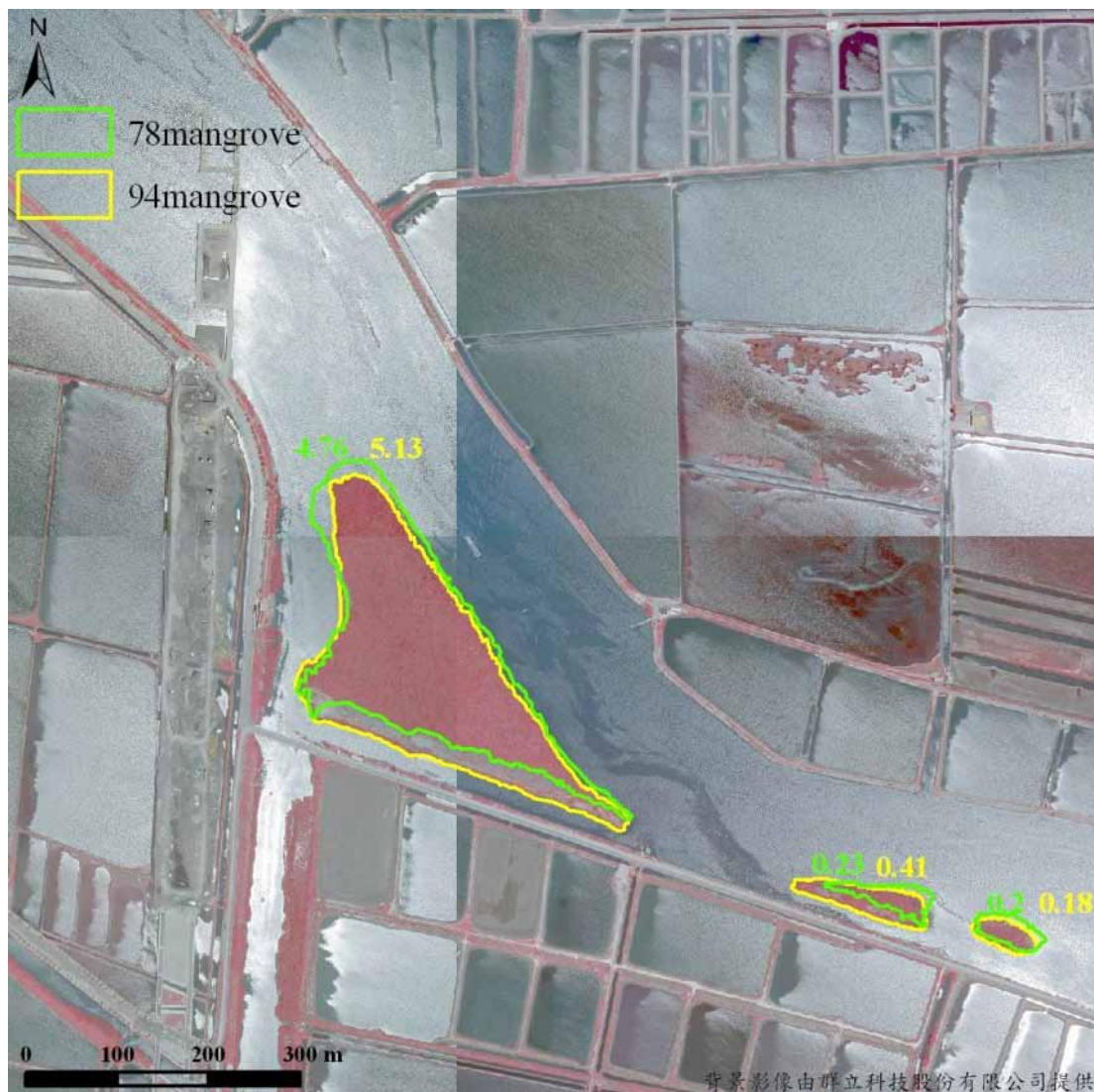


圖 2-10 海寮紅樹林面積變遷(1989 年及 2005 年)。(資料來源：特有生物研究保育中心)



圖 2-11. 海寮紅樹林面積 (2010 年) (資料來源：特有生物研究保育中心)

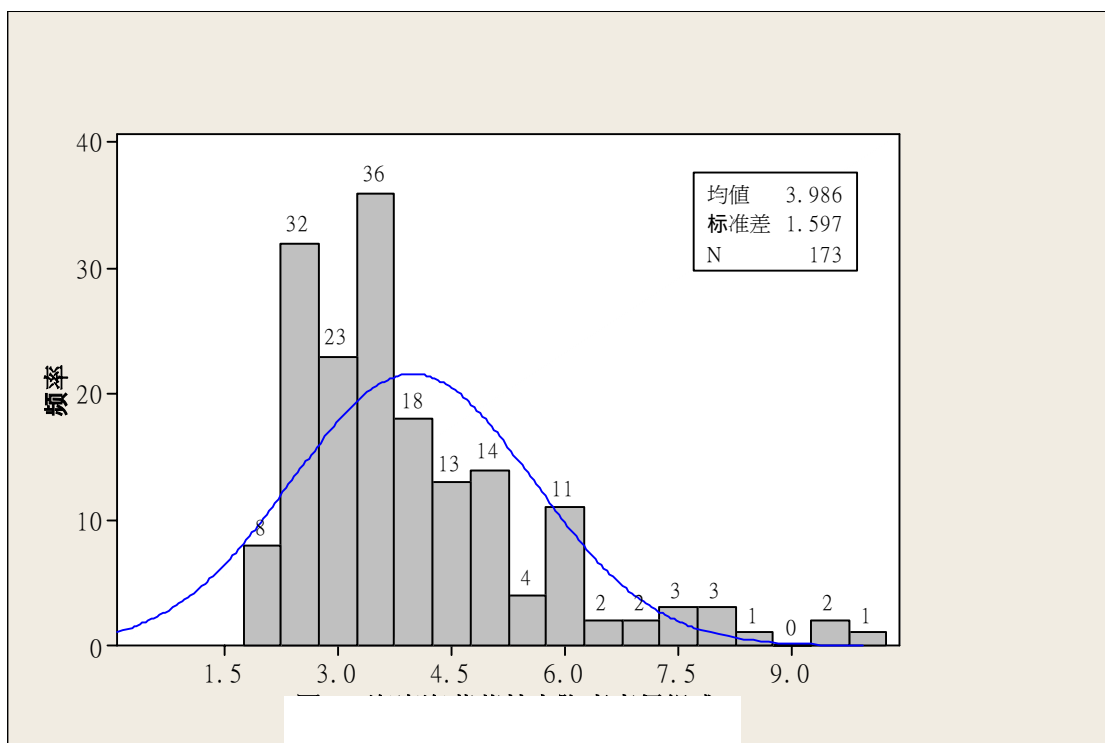


圖 2-12. 海寮海茄苳林之胸高直徑組成 (資料來源：本研究結果)

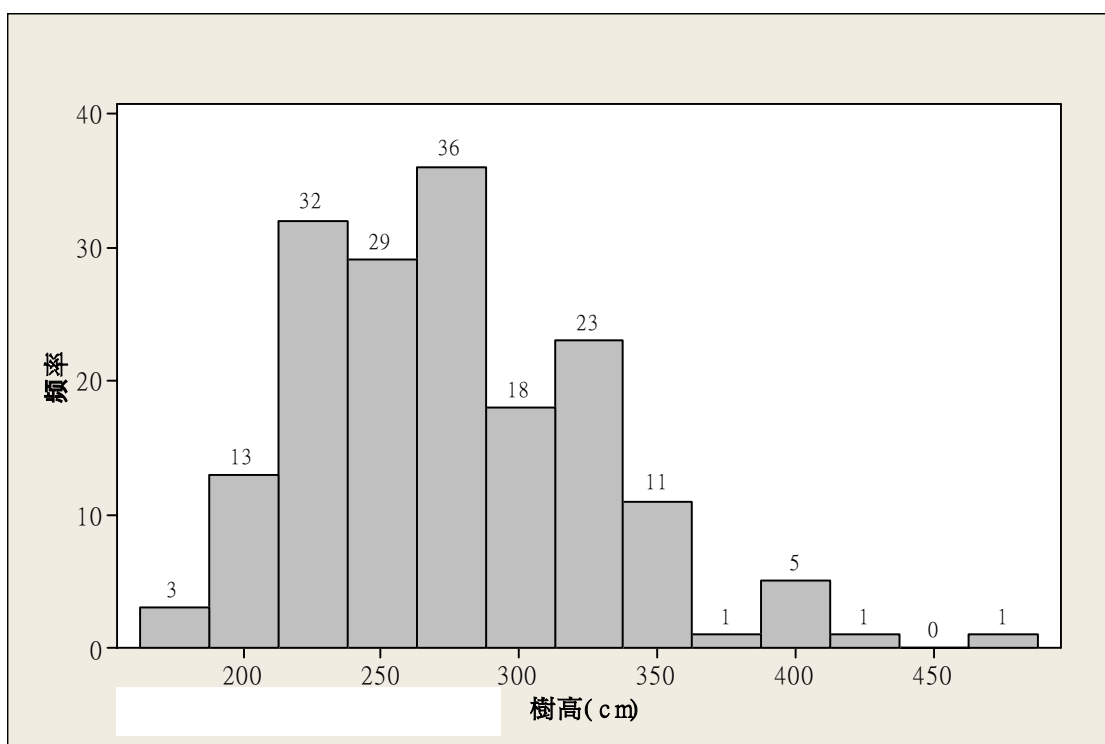


圖 2-13. 海寮海茄苳樹高直方圖 (資料來源：本研究結果)

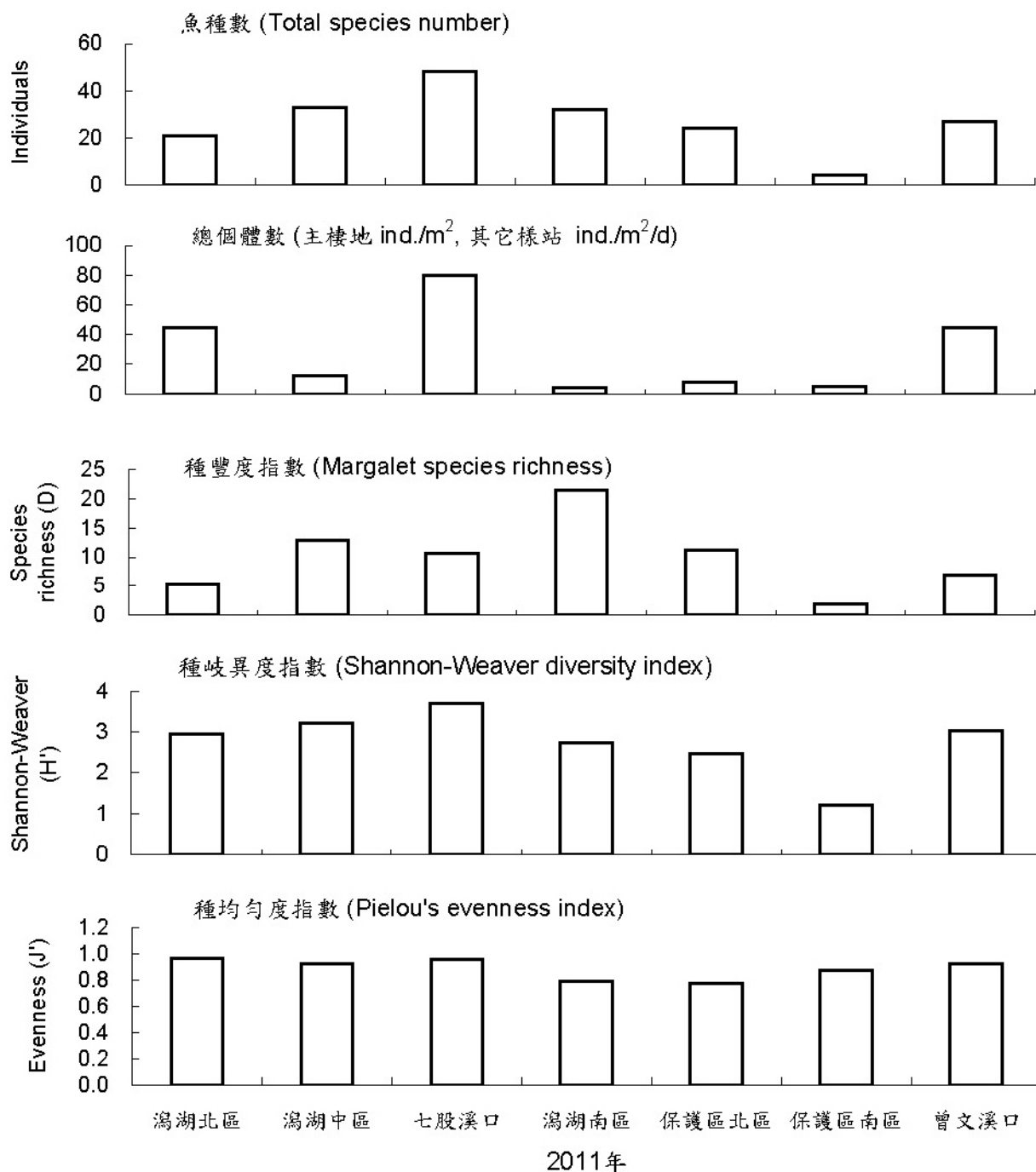


圖 2-14. 七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口 2011 年所採獲魚類之魚種數、總個體數、種豐度指數(D)、總歧異度指數(H')以及種均勻度指數(J')。(資料來源：本研究結果)

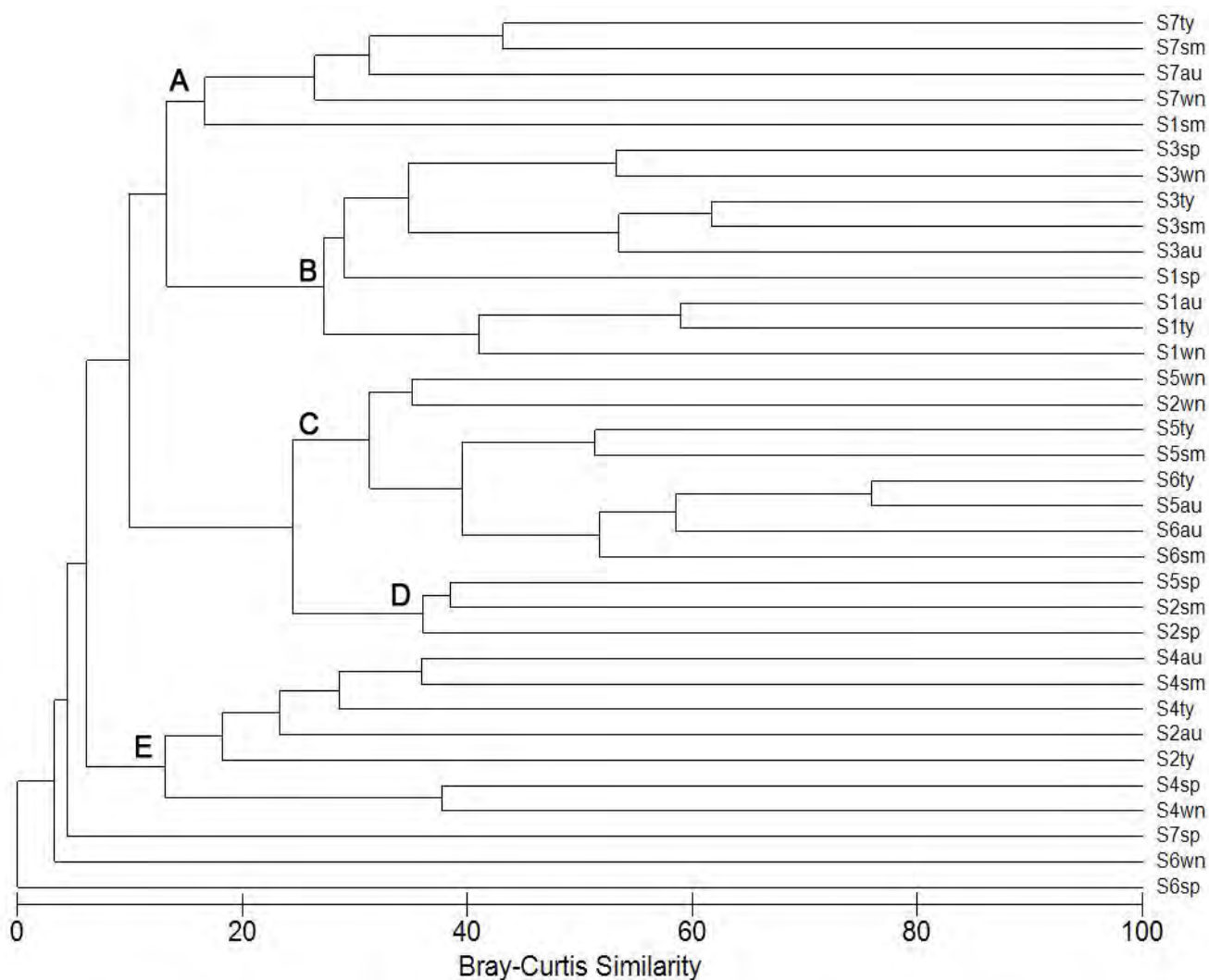


圖 2-15. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節漁獲總個體數 (ind./m²/d) 之聚類分析圖。S1: 七股瀉湖北區, S2: 七股瀉湖中區, S3: 七股溪口, S4: 七股瀉湖南區, S5: 保護區北區, S6: 保護區南區, S7: 曾文溪口。wn: 冬季, sp: 春季, sm: 夏季, au: 秋季, ty: 颱風後。(資料來源: 本研究結果)

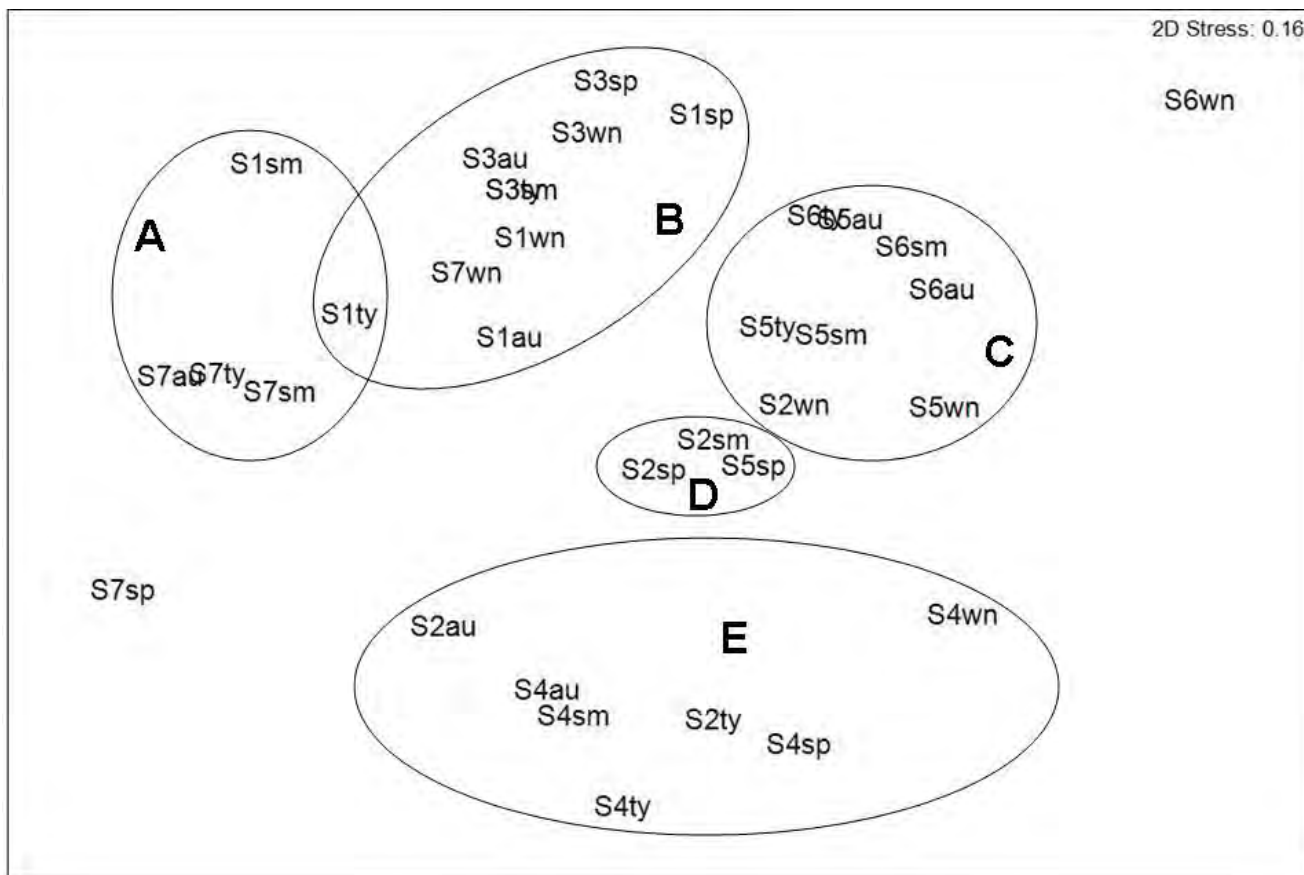


圖 2-16. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節漁獲總個體數 (ind./m²/d) 之非介量多度空間尺度 (MDS) 分析圖。S1: 七股瀉湖北區, S2: 七股瀉湖中區, S3: 七股溪口, S4: 七股瀉湖南區, S5: 保護區北區, S6: 保護區南區, S7: 曾文溪口。wn: 冬季, sp: 春季, sm: 夏季, au: 秋季, ty: 颱風後。(資料來源: 本研究結果)

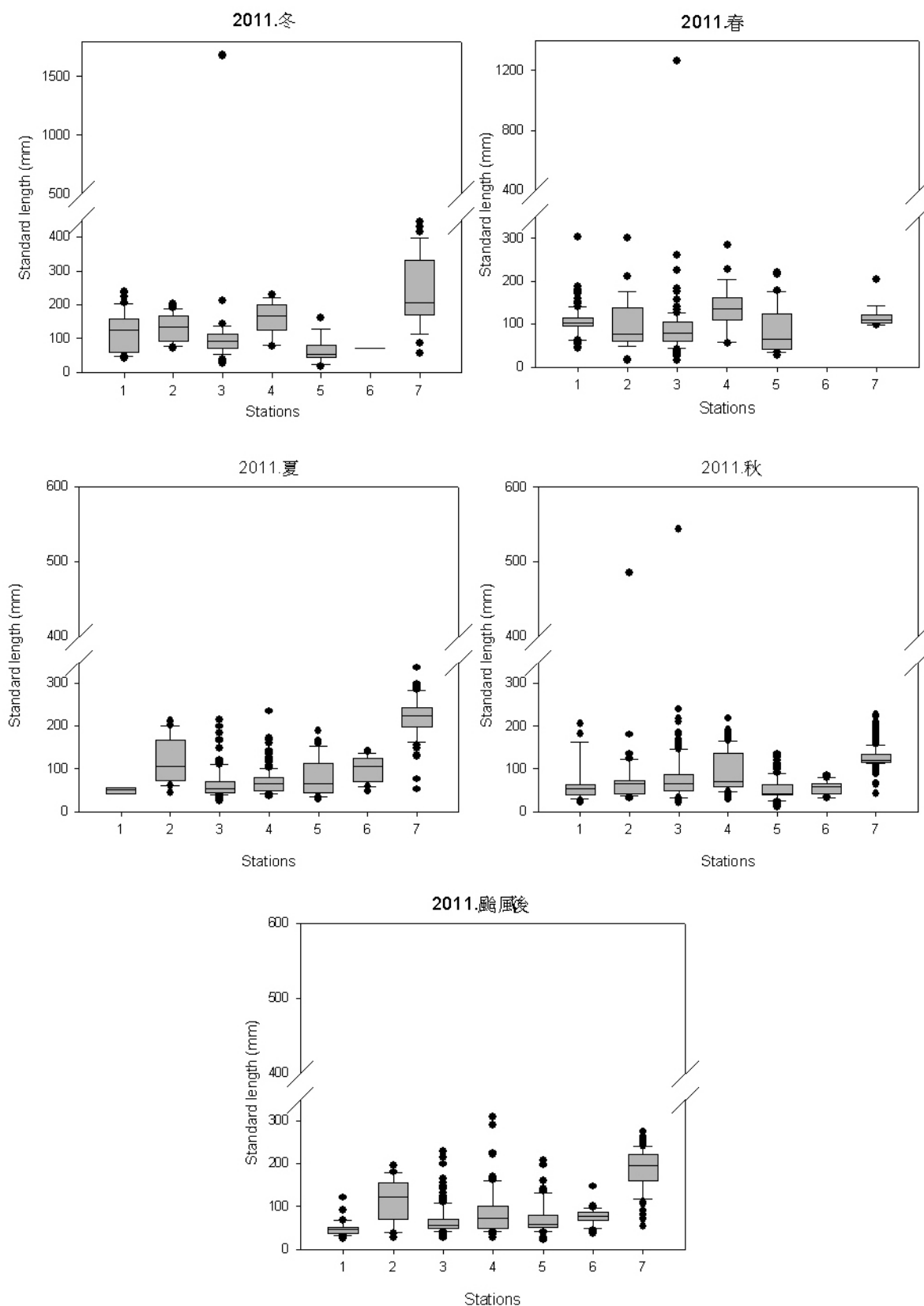


圖 2-17. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節採獲之魚類標準體長分布圖。1:七股瀉湖北區, 2:七股瀉湖中區, 3:七股溪口, 4:七股瀉湖南區, 5:保護區北區, 6:保護區南區, 7:曾文溪口。(資料來源: 本研究結果)

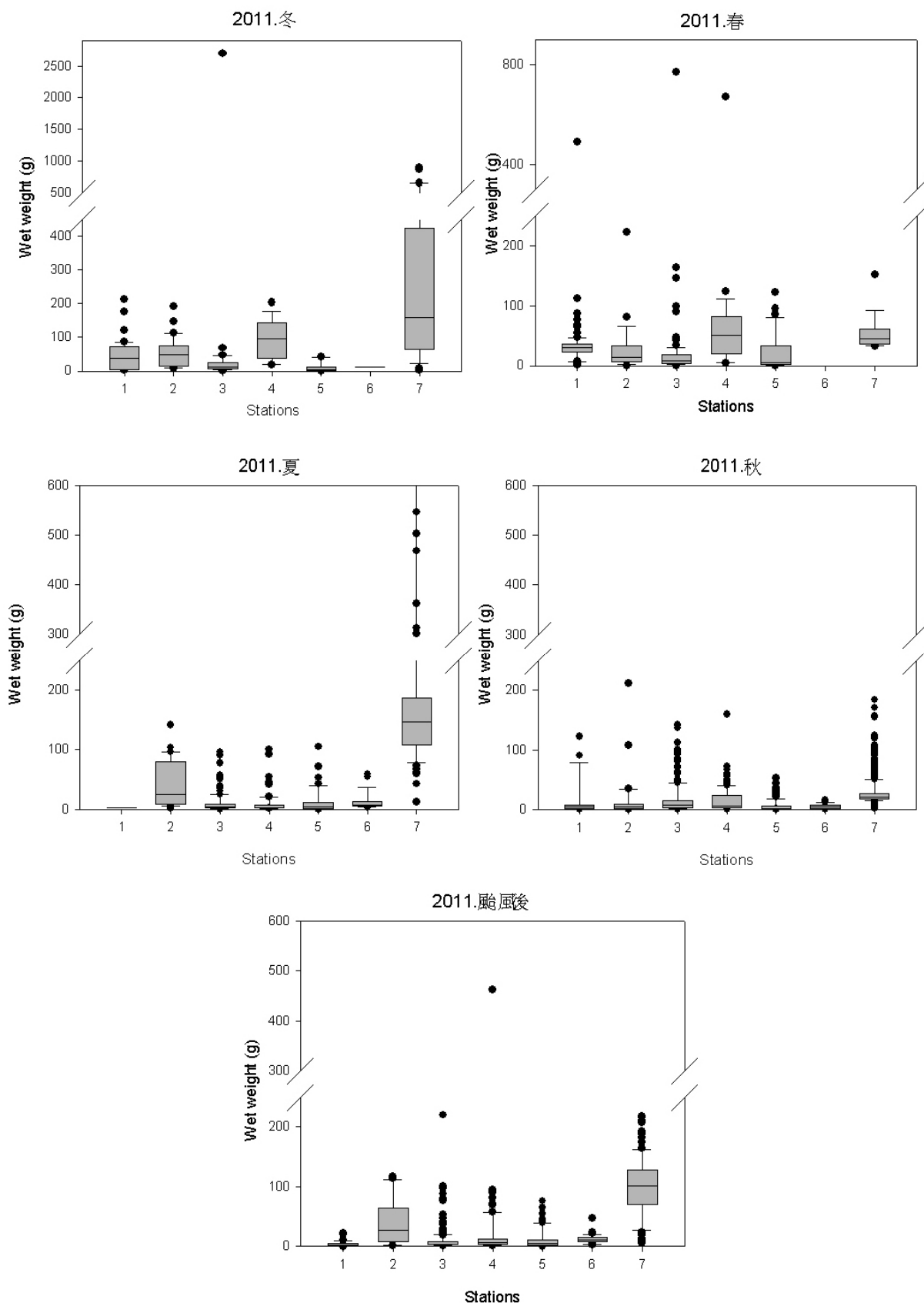


圖 2-18. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各樣站於各季節採獲之魚類濕重分布圖。1:七股瀉湖北區, 2:七股瀉湖中區, 3:七股溪口, 4:七股瀉湖南區, 5:保護區北區, 6:保護區南區, 7:曾文溪口。(資料來源: 本研究結果)

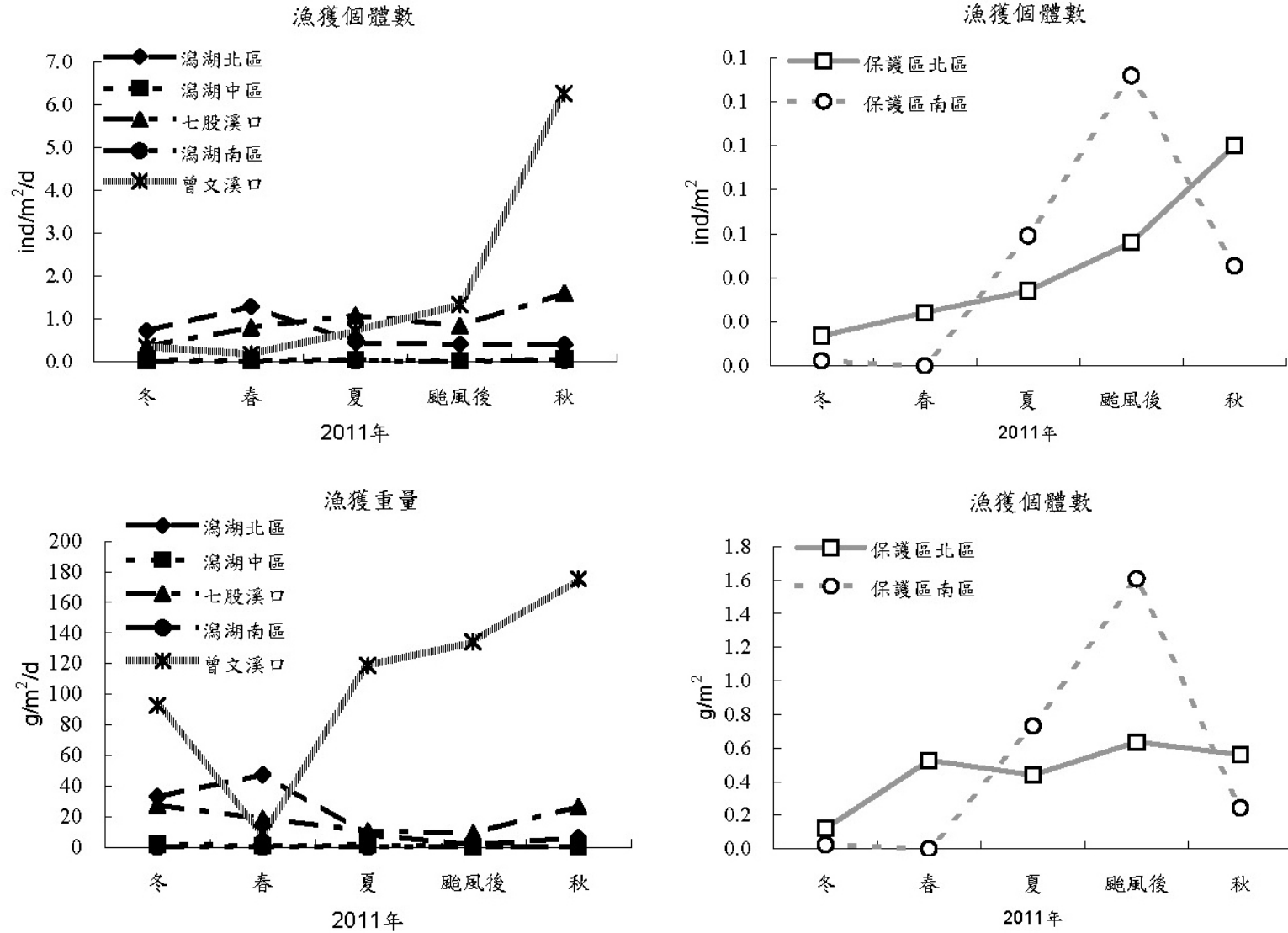


圖 2-19. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口於各樣站在不同季節之漁獲個體數及漁獲重量變化圖 (資料來源：本研究結果)

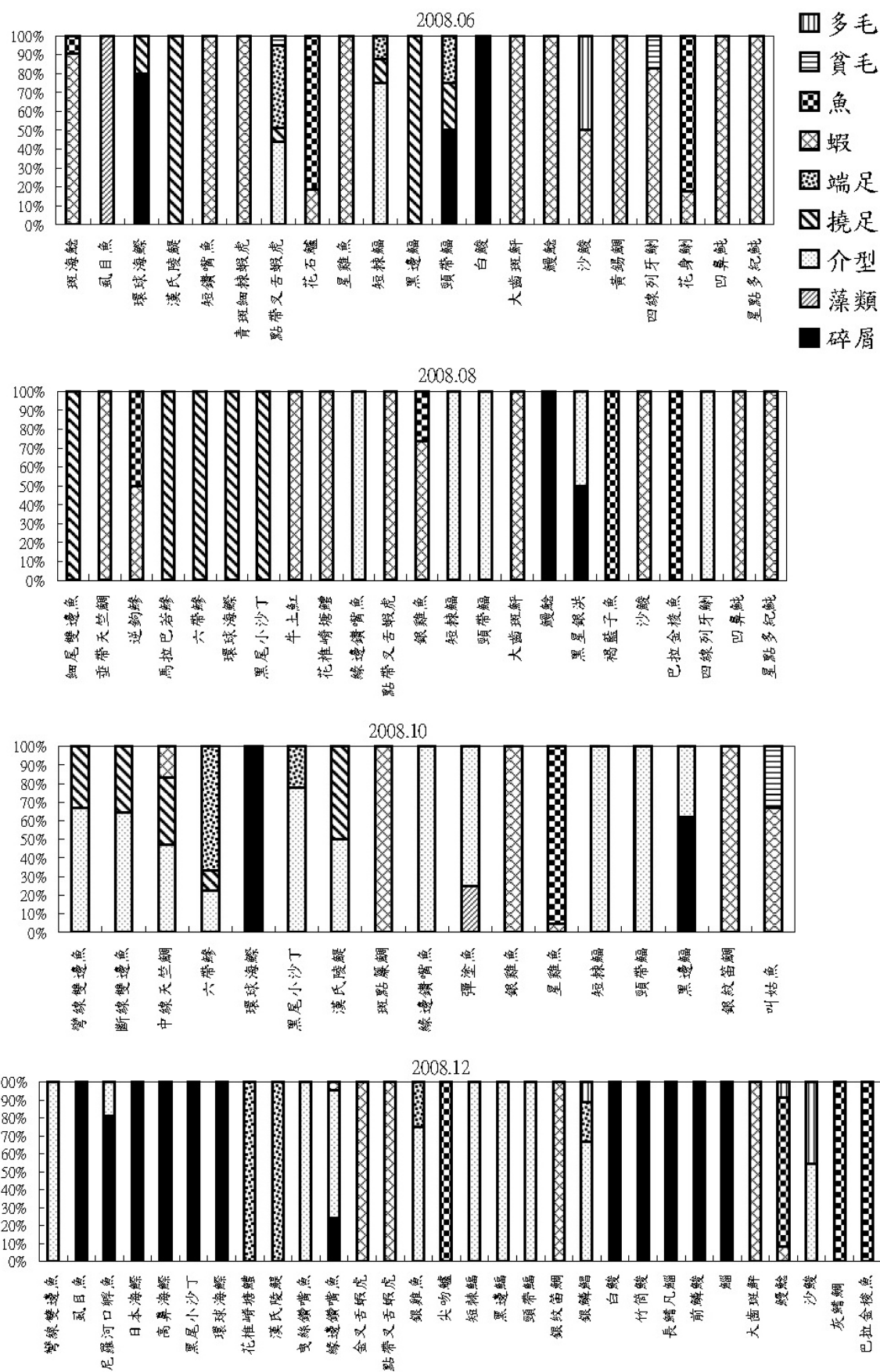


圖 2-20. 2008 年七股瀉湖及黑面琵鷺生態展示館外潮溝之魚類胃容物食物組成百分比 (資料來源：特有生物研究保育中心)

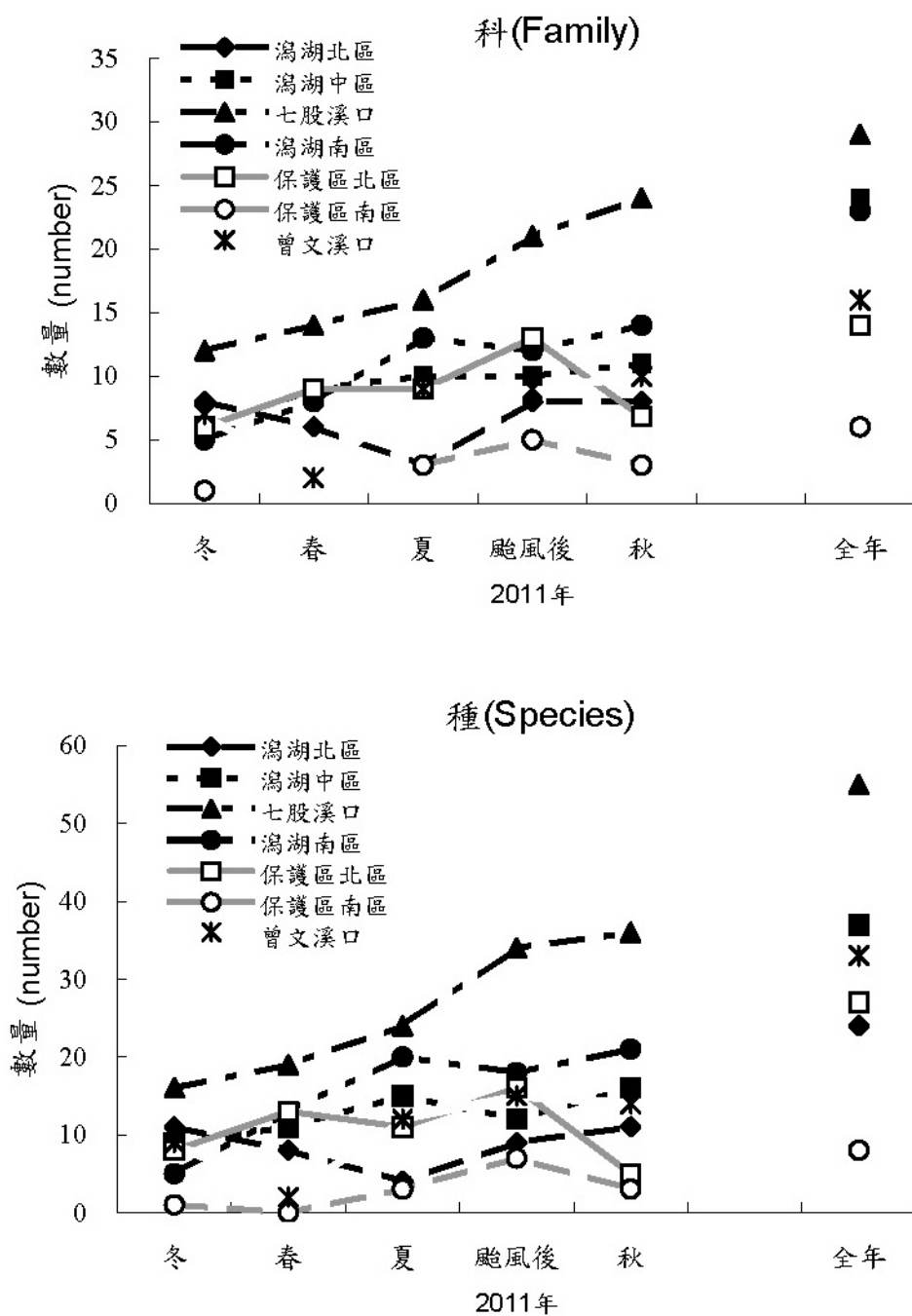


圖 2-21. 2011 年七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口於各樣站在不同季節之魚科及魚種數量變化圖 (資料來源：本研究結果)

附錄 2-1：台江國家公園七股地區植物名錄

欄 A - T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本
屬性代碼(A, B, C)對照表 欄 B - E: 特有, V: 原生, R: 歸化, D: 栽培
欄 C - C: 普遍, M: 中等, R: 稀有, V: 極稀有, E: 瀕臨滅絕, X: 已滅絕

1. Gymnosperms 裸子植物

1. Araucariaceae 南洋杉科

1. *Araucaria excelsa* (Lamb.) R. Br. 小葉南洋杉 (T, D, C)

2. Dicotyledons 雙子葉植物

2. Aizoaceae 番杏科

2. *Sesuvium portulacastrum* (L.) L. 海馬齒 (H, V, C)
3. *Tetragonia tetragonoides* (Pall.) Ktze. 番杏 (H, V, C)
4. *Trianthemum portulacastrum* L. 假海馬齒 (H, V, C)

3. Amaranthaceae 莧科

5. *Achyranthes aspera* L. var. *indica* L. 土牛膝 (H, V, C)
6. *Amaranthus viridis* L. 野莧菜 (H, R, C)
7. *Gomphrena celosioides* Mart. 假千日紅 (H, R, C)

4. Anacardiaceae 漆樹科

8. *Schinus terebinthifolius* Raddi 巴西胡椒木 (T, D, M)

5. Apocynaceae 夾竹桃科

9. *Cerbera manghas* L. 海檬果 (T, V, C)

6. Asteraceae 菊科

10. *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 大花咸豐草 (H, R, C)
11. *Conyza bonariensis* (L.) Cronq. 美洲假蓬 (H, R, C)
12. *Conyza canadensis* (L.) Cronq. 加拿大蓬 (H, R, C)
13. *Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker 野塘蒿 (H, R, C)
14. *Eclipta prostrata* L. 鱧腸 (H, V, C)
15. *Pluchea indica* (L.) Less. 鯽魚膽 (S, V, C)
16. *Pluchea pteropoda* Hemsl. 光梗闊苞菊 (H, V, R)
17. *Sonchus oleraceus* L. 苦蕒菜 (H, V, C)
18. *Tridax procumbens* L. 長柄菊 (H, R, C)
19. *Vernonia cinerea* (L.) Less. 一枝香 (H, V, C)
20. *Wedelia biflora* (L.) DC. 雙花蟛蜞菊 (C, V, C)
21. *Wedelia trilobata* (L.) Hitchc. 三裂葉蟛蜞菊 (C, R, C)

7. Boraginaceae 紫草科

22. *Cordia dichotoma* Forst. f. 破布子 (T, V, C)
 23. *Heliotropium procumbens* Mill. var. *depressum* (Cham.) H. Y. Liu 伏毛天芥菜 (H, R, M)

8. Brassicaceae 十字花科

24. *Lepidium virginicum* L. 獨行菜 (H, R, M)

9. Cactaceae 仙人掌科

25. *Opuntia dillenii* (Ker) Haw. 仙人掌 (H, R, C)

10. Casuarinaceae 木麻黃科

26. *Casuarina equisetifolia* L. 木麻黃 (T, D, C)

11. Chenopodiaceae 藜科

27. *Atriplex maximowicziana* Makino 馬氏濱藜 (H, V, M)
 28. *Chenopodium acuminatum* Willd. ssp. *virgatum* (Thunb.) Kitamura 變葉藜 (H, V, C)
 29. *Chenopodium serotinum* L. 小藜 (H, V, C)
 30. *Suaeda nudiflora* (Willd.) Moq. 裸花藜蓬 (H, V, C)

12. Clusiaceae 金絲桃科

31. *Calophyllum inophyllum* L. 瓊崖海棠 (T, V, M)

13. Combretaceae 使君子科

32. *Conocarpus erectus* L. var. *sericeus* Fors ex DC. 銀葉鈕子樹 (T, D, M)
 33. *Lumnitzera racemosa* Willd. 欖李 (T, D, M)
 34. *Terminalia catappa* L. 欖仁 (T, V, C)

14. Convolvulaceae 旋花科

35. *Cuscuta australis* R. Br. 菟絲子 (C, V, C)
 36. *Cuscuta campestris* Yuncker 平原菟絲子 (C, R, C)
 37. *Ipomoea biflora* (L.) Persoon 白花牽牛 (C, V, C)
 38. *Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl. 野牽牛 (C, V, C)
 39. *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. ssp. *brasiliensis* (L.) Oostst. 馬鞍藤 (C, V, C)
 40. *Ipomoea triloba* L. 紅花野牽牛 (C, V, C)
 41. *Ipomoea violacea* L. 圓萼天茄兒 (C, V, M)
 42. *Operculina turpethum* (L.) S. Manso 盒果藤 (C, V, M)

15. Euphorbiaceae 大戟科

43. *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp. 大飛揚草 (H, V, C)
 44. *Chamaesyce prostrata* (Ait.) Small 伏生大戟 (H, V, C)
 45. *Chamaesyce serpens* (H. B. & K.) Small 匍根大戟 (H, R, M)
 46. *Chamaesyce vachellii* (Hook. & Arn.) Hurusawa 華南大戟 (H, V, C)
 47. *Codiaeum variegatum* Blume 變葉木 (S, D, C)
 48. *Flueggea suffruticosa* (Pell.) Rehder 葉底珠 (S, V, R)
 49. *Phyllanthus amarus* Schum. & Thonn. 小返魂 (H, R, M)

- 50. *Phyllanthus multiflorus* Willd. 多花油柑 (S, V, C)
- 51. *Phyllanthus urinaria* L. 葉下珠 (H, V, C)
- 52. *Ricinus communis* L. 蓖麻 (S, R, C)
- 53. *Synostemon bacciforme* (L.) Webster 假葉下珠 (H, V, M)

16. Fabaceae 豆科

- 54. *Alysicarpus bupleurifolius* (L.) DC. 長葉煉莢豆 (H, V, M)
- 55. *Alysicarpus ovalifolius* (Schum.) J. Leonard 圓葉煉莢豆 (H, V, C)
- 56. *Alysicarpus vaginalis* (L.) DC. 煉莢豆 (H, V, C)
- 57. *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. 老虎心 (C, V, V)
- 58. *Canavalia lineata* (Thunb. ex Murray) DC. 肥豬豆 (C, V, C)
- 59. *Canavalia rosea* (Sw.) DC. 濱刀豆 (C, V, C)
- 60. *Clitoria ternatea* L. 蝶豆 (C, V, C)
- 61. *Derris trifoliata* Lour. 三葉魚藤 (C, V, M)
- 62. *Desmanthus virgatus* (L.) Willd. 多枝草合歡 (S, R, M)
- 63. *Indigofera spicata* Forsk. 穗花木藍 (H, V, C)
- 64. *Indigofera suffruticosa* Mill. 野木藍 (S, V, C)
- 65. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡 (S, R, C)
- 66. *Macroptilium atropurpureus* (DC.) Urban 賽蜀豆 (C, R, C)
- 67. *Mimosa pudica* L. 含羞草 (S, R, C)
- 68. *Pongamia pinnata* (L.) Pierre ex Merr. 水黃皮 (T, V, M)
- 69. *Rhynchosia rothii* Benth. ex Aitch. 絨葉括根 (C, V, C)
- 70. *Sesbania cannabiana* (Retz.) Poir 田菁 (H, R, C)
- 71. *Sophora tomentosa* L. 毛苦參 (T, V, R)
- 72. *Vigna marina* (Burm.) Merr. 濱豇豆 (C, V, C)

17. Goodeniaceae 草海桐科

- 73. *Scaevola taccada* (Gaertner) Roxb. 草海桐 (S, V, C)

18. Lauraceae 樟科

- 74. *Cassytha filiformis* L. 無根藤 (C, V, C)

19. Malvaceae 錦葵科

- 75. *Abutilon indicum* (L.) Sweet 冬葵子 (H, V, C)
- 76. *Hibiscus tiliaceus* L. 黃槿 (T, V, C)
- 77. *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke 賽葵 (H, R, C)
- 78. *Sida cordifolia* L. 圓葉金午時花 (H, V, C)
- 79. *Sida rhombifolia* L. 金午時花 (S, V, C)
- 80. *Thespesia populnea* (L.) Solad. ex Correa 截萼黃槿 (T, V, R)
- 81. *Urena lobata* L. 野棉花 (S, V, C)

20. Moraceae 桑科

- 82. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent. 構樹 (T, V, C)
- 83. *Ficus microcarpa* L. f. 榕 (T, V, C)
- 84. *Morus australis* Poir. 小葉桑 (S, V, C)

21. Myoporaceae 苦檻藍科

85. *Myoporum bontioides* (Sieb. & Zucc.) A. Gray 苦檻藍 (S, V, R)

22. Nyctaginaceae 紫茉莉科

86. *Boerhavia coccinea* Mill. 紅花黃細心 (H, R, M)

87. *Bougainvillea spectabilis* Willd. 九重葛 (C, D, C)

23. Oleaceae 木犀科

88. *Ligustrum liukuense* Koidz. 日本女貞 (S, V, C)

24. Passifloraceae 西番蓮科

89. *Passiflora foetida* L. var. *hispida* (DC. ex Triana & Planch.) Killip 毛西番蓮 (C, R, C)

25. Plumbaginaceae 藍雪科

90. *Limonium sinense* (Girard) Kuntze 黃花磯松 (H, V, M)

26. Portulacaceae 馬齒莧科

91. *Portulaca oleracea* L. 馬齒莧 (H, V, C)

92. *Portulaca pilosa* L. 毛馬齒莧 (H, V, C)

27. Rhizophoraceae 紅樹科

93. *Rhizophora stylosa* Griffith 紅海欖 (T, V, E)

28. Rosaceae 薔薇科

94. *Rhaphiolepis indica* (L.) Lindl. var. *umbellata* (Thunb. ex Murray) Ohashi 厚葉石斑木 (T, V, M)

29. Sapindaceae 無患子科

95. *Sapindus mukorossii* Gaertn. 無患子 (T, V, C)

30. Scrophulariaceae 玄參科

96. *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. 過長沙 (H, V, C)

31. Solanaceae 茄科

97. *Physalis angulata* L. 苦蕒 (H, V, C)

98. *Solanum americanum* Miller 光果龍葵 (H, V, C)

32. Sterculiaceae 梧桐科

99. *Waltheria americana* L. 草梧桐 (H, V, C)

33. Tamaricaceae 檉柳科

100. *Tamarix aphylla* (L.) Karst. 無葉檉柳 (T, D, C)

34. Verbenaceae 馬鞭草科

101. *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. 海茄苳 (T, V, M)
102. *Clerodendrum inerme* (L.) Gaertn. 苦林盤 (S, V, C)
103. *Lantana camara* L. 馬櫻丹 (S, R, C)
104. *Premna serratifolia* Linn. 臭娘子 (T, V, C)
105. *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl. 牙買加長穗木 (H, R, C)
106. *Vitex rotundifolia* L. f. 蔓荊 (S, V, C)

35. Zygophyllaceae 蒺藜科

107. *Tribulus taiwanense* T. C. Huang et T. H. Hsieh 臺灣蒺藜 (H, E, M)

3. Monocotyledons 單子葉植物

36. Agavaceae 龍舌蘭科

108. *Agave sisalana* Perr. ex Enghlm. 瓊麻 (H, D, C)

37. Amaryllidaceae 石蒜科

109. *Crinum asiaticum* L. 文珠蘭 (H, V, C)

38. Arecaceae 棕櫚科

110. *Cocos nucifera* L. 椰子 (T, D, C)

39. Cyperaceae 莎草科

111. *Cyperus rotundus* L. 香附子 (H, V, C)
112. *Fimbristylis cymosa* R. Br. 乾溝飄拂草 (H, V, C)
113. *Fimbristylis schoenoides* (Retz.) Vahl. 嘉義飄拂草 (H, V, C)
114. *Pycnus polystachyos* (Rottb.) P. Beauv. 多柱扁莎 (H, V, C)
115. *Torulinium odoratum* (L.) S. Hooper 斷節莎 (H, V, C)

40. Hydrocharitaceae 水蘆科

116. *Halophila ovalis* (R. Br.) Hook. f. 卵葉鹽藻 (H, V, R)

41. Pandanaceae 露兜樹科

117. *Pandanus odoratissimus* L. f. 林投 (S, V, C)

42. Poaceae 禾本科

118. *Bothriochloa glabra* (Roxb.) A. Camus 岐穗臭根子草 (H, V, C)
119. *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf 巴拉草 (H, R, C)
120. *Brachiaria subquadriflora* (Trin.) Hitchc. 四生臂形草 (H, V, C)
121. *Cenchrus echinatus* L. 蒺藜草 (H, R, C)
122. *Chloris barbata* Sw. 孟仁草 (H, V, C)

123. *Chloris formosana* (Honda) Keng 臺灣虎尾草 (H, E, M)
124. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 狗牙根 (H, V, C)
125. *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv. 龍爪茅 (H, V, C)
126. *Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf 雙花草 (H, R, M)
127. *Digitaria radicata* (J. Presl) Miq. 小馬唐 (H, V, C)
128. *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. 馬唐 (H, R, M)
129. *Digitaria setigera* Roth 短穎馬唐 (H, V, C)
130. *Eragrostis amabilis* (L.) Wight & Arn. ex Nees 鯽魚草 (H, V, C)
131. *Eriochloa procera* (Retz.) C. E. Hubb. 高野黍 (H, V, C)
132. *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *major* (Nees) Hubb. ex Hubb. & Vaughan 白茅 (H, V, C)
133. *Ischaemum indicum* (Houtt.) Merr. 印度鴨嘴草 (H, V, C)
134. *Leptochloa chinensis* (L.) Nees 千金子 (H, V, C)
135. *Panicum maximum* Jacq. 大黍 (H, R, C)
136. *Panicum repens* L. 鋪地黍 (H, V, C)
137. *Paspalum vaginatum* Sw. 海雀稗 (H, V, C)
138. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. 蘆葦 (S, V, C)
139. *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubb. 紅毛草 (H, R, C)
140. *Setaria viridis* (L.) Beauv. 狗尾草 (H, V, C)
141. *Spinifex littoreus* (Burm. f.) Merr. 濱刺麥 (H, V, C)
142. *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth 鹽地鼠尾粟 (H, V, C)
143. *Zoysia matrella* (L.) Merr. 馬尼拉芝 (H, V, C)

43. Ruppiaceae 流蘇菜科

144. *Ruppia maritima* L. 流蘇菜 (H, V, M)

44. Zosteraceae 甘藻科

145. *Zostera japonica* Aschers. & Graebner 甘藻 (H, V, R)

第三章 浮游動物與浮游植物研究

摘要

關鍵詞：七股、黑面琵鷺、曾文溪、浮游植物、浮游動物

一、研究緣起

本計畫主要目標是依據溼地生態監測系統標準作業程序，建立這兩處國際級及國家級重要濕地的長期浮游生物監測系統，並藉由生態模式整合分析生態環境資料，以瞭解長期生態與環境變遷於對沿海濕地之影響。

二、研究方法及過程

本研究針對台江公園三個主要區域(潟湖區、黑面琵鷺保護區以及曾文溪口)設定 7 個測站進行浮游植物與浮游動物的研究，浮游植物樣品是於每測站採取表層海水並加入 5% 中性福馬林進行保存；而浮游動物樣品在潟湖區以及曾文溪口均以北太平洋標準網(網口 45 公分，網長 180 公分，網目 330 μ m)進行表層拖網 5 分鐘，保護區內由於水深不及拖網的程度，是採用幫浦抽水過濾法，所採得的樣品同樣以 5% 中性福馬林進行保存，攜回實驗室後視樣品數量分樣進行種類鑑定工作。

三、重要發現

經過五次(100 年 3 月-冬季、4 月-春季、7 月-夏季、9 月-颱風後和 10 月-秋季)的採樣調查研究發現，浮游植物豐度及種類組成均呈現明顯的季節變化，豐度以春季(4 月)較高，且各季的優勢種組成皆有所不同，如以各區域來看，曾文溪口的浮游植物豐度較高，而保護區內則相對偏低。浮游動物豐度及大類組成亦有明顯的季節變化，豐度以冬季(3 月)略高，保護區內則可能由於冬季(3 月)採樣方法與其他季節不同所致，豐度相對偏低，至於曾文溪口的浮游動物豐度均較低。

四、主要建議事項

根據目前的研究結果，提出以下立即可行的建議，以及長期性建議。

(一) 立即可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

台江國家公園區域的浮游生物數量並不少，種類亦屬豐富，維持七股海域目前的環境且不被破壞相當重要。

(二) 長期性建議

主辦機關：台江國家公園管理處

避免七股瀉湖的開口持續的減少，至少維持兩個開口與外海交換，以維持七股瀉湖的環境。

Abstract

Phytoplankton and zooplankton samples were collected in Taijiang National Park from March to October 2011. In all, 80 species of phytoplankton were recognized, with the mean abundance of 10405 ± 3007 cells/L; *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Lauderia borealis* and *Leptocylindrus minimus* were the five predominant species, and together comprised 54% of the total phytoplankton count. Result of principal component analysis showed that the phytoplankton assemblage had apparent difference among months and stations. The abundance, species number and diversity of zooplankton also exhibited different distribution patterns in different seasons, but generally displayed higher abundance in winter and in Chi-Ku Lagoon and the Black-faced Spoonbill Refuge. Furthermore, Calanoid, Crab zoea, Cyclopoid, Noctiluca, Amphipoda, Barnacle nauplius and Fish egg were common, and together they always comprised over 80% of the total zooplankton in this study area.

Keywords: Chi-Ku Lagoon, Black-Faced Spoonbill, Tseng-Wen River Estuary Area, Phytoplankton, Zooplankton

一、前言

在海洋生態食物鏈中，浮游植物（Phytoplankton）屬於最低階的初級生產者，其藉著光合作用可以將水中的無機物質轉變成有機物質，這些有機物質可以作為其他高營養階層動物之餌料食物來源，所以當浮游植物群聚因環境或其它因素產生變化時，整個生態系生物群聚結構組成均可能會受到影響而產生變化（Hannan, 1984; Hardy and Bainbridge, 1954）。此外，浮游植物對物理化學環境的變化甚為敏感，當水域環境受到人為或自然天候改變時，浮游植物群聚經常會產生明顯的消長，同時亦會改變浮游動物群聚之組成及數量，並進而影響整個水域生態系之群聚結構，浮游植物亦常被用做為水團及環境狀況之指標生物，因而在研究生態環境衝擊評估上是不可或缺的調查項目。

浮游動物（Zooplankton）則是維持海洋食物鏈基礎環節重要的一環，其攝食效應在海洋生態系中扮演極重要的角色；它們主要是以浮游植物為食，而本身亦提供作為水中其他動物之食物。人類的活動居所多在沿海河口及港灣區域，尤其是臨海的都市或工業區，如台灣西部沿岸地區，工業、養殖、及人口的發展相對地多少會對海岸地區生態系造成衝擊，而不當的開發利用沿岸資源亦會造成生態系統的不平衡，連帶地使得浮游動物群聚產生變化，進而影響到以浮游動物為食的其他高營養階之動物群，如：魚、蝦、蟹等經濟動物。浮游動物族群對環境因子的變化也甚為敏感，當水域環境受到人為或自然天候改變時，浮游動物群聚組成及數量亦會產生明顯的變動，尤其是一些較敏感或狹棲性種類，因此它們亦常被用來當做環境之指標生物（Boucher, 1984; Margalef and Estrada, 1987; Boucher *et al.*, 1987）。

本計畫乃調查浮游動植物群聚組成及數量之分布情況，以建立完整之背景資料，並試圖以浮游生物之觀點，來探討各種環境因素對調查海域生態環境變遷之可能影響及衝擊程度。

二、材料與方法

(一) 採樣日期及區域

2011 年共進行五次採樣，時間分別為 3 月、4 月、7 月、9 月和 10 月；採樣區域分為三個共計 7 個測站，分別是瀉湖區 4 個測站(測站 1：北瀉湖，測站 2：中瀉湖，測站 3：七股溪口，測站 4：南瀉湖)，保護區 2 個測站(測站 5：北棲地，測站 6：南棲地)以及曾文溪口 1 個測站(測站 7：曾文溪口)，之後將分別以 1、2、3、4、5、6 和 7 代表上述七個測站(圖 3-1)。

(二) 生物採集方法

浮游生物研究分為浮游動物以及浮游植物。浮游植物之樣品是利用採水器採取 500 毫升表層海水後加入適量中性福馬林液至最終 5%的濃度固定保存，攜回實驗室後將樣品攪拌均勻，視量取 100ml 至 200ml 之水樣，放至沉澱管座上靜置 24 小時俾便充分沉澱，再以倒立光學顯微鏡(Nikon, model A300)觀察及計數浮游植物之種類數量。浮游植物盡可能鑑定至種的層級，參考圖鑑及文獻包括有:Yamaji(1991)、元田(1996)、及山路(1991)等，所得數據均換算成每公升海水的浮游植物細胞密度。

浮游動物採樣所使用的方式有三種，其中網具有兩種，在七股瀉湖內由於水深較深，因此以租船方式，以北太平洋標準網(NorPac Net, 網口直徑 45cm, 網長 180cm, 網目 330 μ m) ，網口裝置單轉向流量計(HydroBios)以估算流經網口之水量，在各測站進行表層之水平拖網，船速保持約 1 節，拖網時間約五分鐘，採得之浮游動物樣品均在船上直接以 5%之中性福馬林固定保存。在黑面琵鷺野生動物保護區內，由於水深較淺，約在 40 公分左右，所以我們在冬季(3 月)時採用較小型的採集網(網口直徑 20x40cm, 網長 80cm, 網目 330 μ m) ，網口同樣裝置單轉向流量計(HydroBios)以估算流經網口之水量，在各測站以人工拖曳的方式進行拖網 5 分鐘，採得之浮游動物樣品立即以 5%之中性福馬林固定保存並攜回實驗室進行進一步的分析；由於第一季於保護區以人工拖曳方式的諸多困難性，因而於第二季之後改採用沉水馬達抽水 10 分鐘並過濾的方式進行樣品採

集。浮游動物樣本攜回實驗室後，依 UNESCO 的黑潮探測所訂定之分類標準，計數 30 主要組成大類(Major groups)的數量，再經由流量計所估得之濾過水體積量，將數據標準化為每 100 立方公尺水體的個體數量。

(三) 統計方法

以主成分分析(Principal Component Analysis)來判斷浮游動物及浮游植物群聚之時空變異，並測定或收集該海域之水溫鹽及其他環境因子資料，以迴歸分析來瞭解浮游動植物群聚和環境因子之相關性。此外，亦計算各測站之歧異度指數、均勻度指數、豐度指數、優勢度指數等生態指數。依照 PRIMER 6.12 統計軟體中之敘述，各生態指數之運算公式如下：

1. 豐富度指數(Richness): $d = [S-1] / \text{Log} [N]$
2. 優勢度指數(Simpson): $\text{SUM} [N_i \times [N_i - 1]] / [N \times [N-1]]$
3. 均勻度指數(Evenness): $J' = H' / \text{Log} [S]$
4. 歧異度指數(Shannon): $H' = \text{SUM} [P_i \times \text{Log} [P_i]]$

*S = Total species ; N = Total abundance ; N_i = Species(i) abundance ; $P_i = N_i / N$

三、結果

(一) 浮游植物

在冬季(3月)的採樣中共鑑定出浮游植物18屬26種；平均豐度為 3634 ± 1030 cells/L，平均發現種類數目為 8 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.3 ± 0.1 (表3-1)。本季以菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)為此海域中最優勢的種類，此種類在台灣附近海域中常是主要優勢種，其在本季的平均豐度為 709 ± 361 cells/L，並佔總豐度的19.5%；而第二優勢種是圓海鏈藻(*Thalassiosira rotula*)，此種類在台灣附近海域數量並不多，平均豐度為 503 ± 296 cells/L，並佔總豐度的13.8%；第三優勢種扭鞘藻(*Streptotheca yamesis*)，平均豐度為 389 ± 343 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的10.7%；第四優勢種為具槽直鏈藻(*Melosira sulcata*)，該種類本季平均豐度為 286 ± 164 cells/L，佔總豐度的7.9%；而第五優勢種為串珠直鏈藻(*Melosira moniliformis*)，該種類在台灣附近海域偶有大量繁生的情形，本季平均豐度為 217 ± 192 cells/L，佔了總豐度的6.0%。前五優勢種合佔將近為本季總豐度的58%(表3-1)。冬季浮游植物豐度以測站7最高，而保護區內的測站5和測站6豐度相對較低，兩者豐度差異約有15倍左右。如以各個區域來看(測站1、2、3和4為瀉湖區，測站5和6為黑面琵鷺保護區，測站7為曾文溪口)，本季曾文溪口的浮游植物豐度最高，瀉湖區次之，而保護區裡的豐度相對來說則低很多。種類數方面，本季以測站1所發現的種類數最多(11種)，保護區內的種類數亦相對較少(僅4~5種)，如以各區域來看，曾文溪口以及瀉湖區的種類數多在5~10種左右，而保護區內則相對偏低，在5種以下。種歧異度指數以測站1最高，達2.9，而保護區內的測站5最低，僅1.8，其餘測站的種歧異度指數多在2.0左右，並不算低。其餘生態指數如豐富度以測站1最高(1.127)，測站5最低(0.486)；均勻度指數以測站6最高(0.917)，而測站2最低(0.679)；至於優勢度指數則以測站2最高(0.387)，測站1最低(0.153) (圖3-2)。

在春季(4月)的採樣中共鑑定出浮游植物20屬30種；平均豐度為 22251 ± 10779 cells/L，平均發現種類數目為 9 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.4 ± 0.1 (表

3-2)。本季以斯拖根管藻(*Rhizosolenia stolterfothii*)為此海域中最優勢的種類，此種類在台灣一些海域偶有成為優勢種的機會，其在本季的平均豐度為 6994 ± 5411 cells/L，並佔總豐度的31.4%；而第二優勢種是丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)，此種類在台灣附近海域裡也是常見的種類，常常成為主要優勢種，平均豐度為 5280 ± 2500 cells/L，並佔總豐度的23.7%；第三優勢種小細柱藻(*Leptocylindrus minimus*)，平均豐度為 1760 ± 1130 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的7.9%；第四優勢種為旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)，該種類本季平均豐度為 1177 ± 1038 cells/L，佔總豐度的5.3%；而第五優勢種為柔弱擬菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*)，該種類在台灣附近海域偶有大量繁生的情形，本季平均豐度為 1029 ± 426 cells/L，佔了總豐度的4.6%。前五優勢種合佔本季總豐度的73%，佔有非常優勢的份量(表3-2)。春季浮游植物豐度以測站7最高(達83660 cells/L)，潟湖區的測站4有第二高豐度量，其餘測站的豐度相對來說皆不高，介於1360~7680 cells/L之間。如以各個區域來看，本季仍以曾文溪口的浮游植物豐度最高，潟湖區次之，而保護區裡的豐度相對仍屬較低。種類數方面，以測站4和測站7所發現的種類數最多(13種)，其餘測站多在7種左右，如以各區域來看，曾文溪口以及潟湖區的種類數相對較多，介於7~13種之間。種歧異度指數以測站4最高，達2.8，而潟湖區內的測站1最低，僅2.0，其餘測站的種歧異度指數多在2.0以上。其它生態指數如豐富度以測站4最高(1.106)，測站5最低(0.692)；均勻度指數以測站5最高(0.894)，而測站1最低(0.620)；至於優勢度指數則以測站1最高(0.399)，測站5最低(0.201) (圖3-2)。

在夏季(7月)的採樣中共鑑定出浮游植物24屬39種；平均豐度為 8663 ± 3060 cells/L，平均發現種類數目為 10 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.8 ± 0.1 (表3-3)。本季以環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)為最優勢的種類，平均豐度為 1417 ± 644 cells/L，並佔總豐度的16.4%；而第二優勢種是丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)，此種類在台灣附近海域是常見的種類，常常成為主要優勢種，平均豐度為 1200 ± 756 cells/L，並佔總豐度的13.9%；第三優勢種鐵氏束毛藻

(*Trichodesmium thiedauti*)，平均豐度為 1074 ± 1137 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的12.4%；第四優勢種為扁面角刺藻(*Chaetoceros compressus*)，該種類平均豐度為 743 ± 382 cells/L，佔總豐度的8.6%；而第五優勢種為菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)，該種類也是台灣附近海域常見的浮游植物，平均豐度為 697 ± 376 cells/L，佔總豐度的8.1%。前五優勢種合佔本季總豐度的59%(表3-3)。在浮游植物豐度變化方面，本季以測站1最高(達20560 cells/L)，曾文溪口的測站7排名第二，其餘測站的豐度相對較低，介於1920~6880 cells/L之間。如以各個區域來看，本季仍以曾文溪口的浮游植物豐度最高，瀉湖區次之，而保護區裡的豐度相對來說仍屬較低。種類數方面，本季以測站7所發現的種類數最多(13種)，其餘測站多在9~11種左右。種歧異度指數以測站1最高，達3.1，而測站3最低，僅2.1，其餘測站的種歧異度指數多在2.7以上，屬於較高。其它生態指數如豐富度以測站2最高(1.225)，測站4最低(0.914)；均勻度指數以測站6最高(0.934)，而測站3最低(0.641)；至於優勢度指數則以測站3最高(0.389)，測站1最低(0.143) (圖3-2)。

在颱風過後(9月)的採樣中共鑑定出浮游植物22屬28種；平均豐度為 3314 ± 653 cells/L，平均發現種類數目為 8 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.6 ± 0.1 (表3-4)。本季以菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)為最優勢的種類，其平均豐度為 1017 ± 411 cells/L，並佔總豐度的30.7%；第二優勢種是扁面角刺藻(*Chaetoceros compressus*)，此種類在台灣附近沿岸海域是常見的種類，常常成為主要優勢種，平均豐度為 320 ± 199 cells/L，並佔總豐度的9.7%；居第三優勢量有兩種，分別是閃光原甲藻(*Prorocentrum micans*)和霍克半管藻(*Hemiaulus hauckii*)，平均豐度為 251 ± 119 cells/L和 251 ± 148 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的7.6%；而第五優勢種為中型斜紋藻(*Pleurosigma intermedium*)，該種類也是大洋中常見的浮游植物，本季平均豐度為 171 ± 107 cells/L，佔總豐度的5.2%。前五優勢種合佔本季總豐度的61% (表3-4)。在各測站的變化方面，本季浮游植物豐度以保護區內的測站5最高(達5600 cells/L)，而測站6有第二高豐度

量(為4720 cells/L)，其餘測站的豐度介於1760~4640 cells/L之間。如以各個區域來看，颱風過後以保護區裡的豐度較高。種類數方面，以測站1所發現的種類數最多(11種)，其餘測站多在7~10種左右。種歧異度指數亦以測站1最高，達3.1，而測站5最低，僅2.1，其餘測站的種歧異度指數多在2.7左右。其它生態指數如豐富度以測站1最高(1.184)，測站2和3最低(0.789)；均勻度指數以測站4最高(0.957)，而測站5最低(0.714)；至於優勢度指數則以測站5最高(0.333)，測站1最低(0.139) (圖3-2)。

在秋季(10月)的採樣中共鑑定出浮游植物26屬40種；平均豐度為 14160 ± 8313 cells/L，平均發現種類數目為 11 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.8 ± 0.1 (表3-5)。本季以丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)為最優勢的種類，平均豐度為 4297 ± 2707 cells/L，佔總豐度的30.4%；第二優勢種是環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)，此種類在台灣附近海域中也是常見的種類，常常成為主要優勢種，平均豐度為 1474 ± 468 cells/L，並佔總豐度的10.4%；第三優勢種小細柱藻(*Leptocylindrus minimus*)，平均豐度為 1166 ± 1234 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的8.2%；第四優勢種為脆根管藻(*Rhizosolenia fragilissima*)，平均豐度為 960 ± 762 cells/L，佔總豐度的6.8%；而第五優勢種為柏古角管藻(*Cerataulina bergoni*)，平均豐度為 937 ± 292 cells/L，佔總豐度的6.6%。前五優勢種合佔本季總豐度的62%(表3-5)。在豐度變化方面，以曾文溪口的測站7最高(達60320 cells/L)，測站1和2分別有第二和第三高豐度量，而其餘測站的豐度則相對偏低，介於1440~6320 cells/L之間。如以各個區域來看，本季以曾文溪口的浮游植物豐度最高，瀉湖區次之，而保護區裡的豐度相對來說仍屬較低。種類數方面，本季以測站7所發現的種類數最多(16種)，其餘測站多在11種左右。種歧異度指數以測站7最高，達3.3，而測站6最低(為2.6)，其餘測站的種歧異度指數皆在2.7以上。其它生態指數方面，豐富度以測站7最高(1.363)，測站6最低(0.825)；均勻度指數以測站6最高(0.924)，而測站1最低(0.748)；至於優勢度指數則以測站1最高(0.233)，測站7最低(0.150) (圖3-2)。

在主要優勢種的變化方面，台江國家公園海域整年度的第一優勢種丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)在研究期間出現的頻率頗高，豐度變化亦大，豐度最高值出現在春季(4月)瀉湖區的測站4(為20960 cells/L)，秋季(10月)的曾文溪口測站7次之，豐度為18960 cells/L，而保護區內的豐度相對則低很多，且出現頻率亦不高；第二優勢種斯拖根管藻(*Rhizosolenia stolterfothii*)之豐度在各季節以及各區域的差異頗大，春季(4月)時在曾文溪口的豐度很高，達43520 cells/L，而同一季節中瀉湖區裡面的測站4有次高豐度，為5440 cells/L，其餘季節及測站雖有出現但豐度亦不高；第三優勢種菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)出現的頻率明顯較前兩優勢種高很多，幾乎每次採樣都可以發現，其中以冬季(3月)曾文溪口的測站豐度最高，為3120 cells/L，第二高量是在颱風過後(9月)保護區內的測站5(為2960 cells/L)，其餘季節測站多介於240~1120 cells/L之間；第四優勢種環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)出現的季節主要是夏秋(7月~10月)兩季，最高量出現在夏季(7月)的測站3，豐度為4160 cells/L，其餘測站豐度差亦不若前幾優勢種高，多在1000~2000 cells/L之間；第五優勢種小細柱藻(*Leptocylindrus minimus*)僅零星出現，不過有出現的測站豐度並不低，最高量是春季(4月)的測站4，豐度為8880 cells/L，第二高量則是秋季(10月)的曾文溪口，豐度為8160 cells/L(圖3-3)。

此外，為了解浮游植物與水文環境的相關性，我們利用線性迴歸分析浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素a、硝酸鹽、磷酸鹽和矽酸鹽的關係發現，浮游植物豐度僅與海水中的矽酸鹽呈現顯著的負相關($p=0.007$) (表3-6)。

(二) 浮游動物

在民國100年冬季(3月)的樣本中共鑑定出26個浮游動物大類；平均豐度為 $8720 \pm 3734 \text{ ind./100m}^3$ ；各站平均大類數為15種，而平均種歧異度則為 1.5 ± 0.1 (表3-7)。第一優勢類群為哲水蚤，平均豐度 $5622 \pm 2557 \text{ ind./100m}^3$ ，約占總豐度的64.5%；第二優勢群為劍水蚤，平均豐度為 $777 \pm 360 \text{ ind./100m}^3$ ，

佔總豐度的 8.9%；第三優勢群為蟹類幼生，平均豐度為 $773 \pm 526 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 8.9%；第四優勢類群為夜光蟲，平均豐度為 $364 \pm 114 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 4.18%；而第五優勢群為藤壺幼生，平均豐度為 $330 \pm 202 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 3.8%；以上五種優勢群約占浮游動物總豐度的 90.2%(表 3-7)。本季浮游動物豐度以瀉湖區的豐度較高；其中以測站 1 的豐度最高($23830 \text{ ind./100m}^3$)，而位於黑面琵鷺保護區內及曾文溪口各測站的浮游動物豐度皆在 1000 ind./100m^3 以下，其中又以測站 6 的豐度最低(206 ind./100m^3)。在浮游動物大類數方面，本季以瀉湖區內的測站較為多樣，以測站 1 的 23 大類最多；而保護區及曾文溪口發現的大類數則相對較少。種歧異度指數以曾文溪口的測站 7 最高(1.98)，測站 1 最低(1.12)，其餘測站皆落在 1.3 到 1.5 之間，差異不大。豐富度指數以測站 7 最高(2.28)，測站 6 最低(1.13)；均勻度指數以測站 6 最高(1.98)，測站 1 最低(1.12)；至於優勢度指數則以測站 1 最高(0.54)，測站 7 最低(0.19) (圖 3-4)。

春季(4月)共鑑定出 25 種大類，平均豐度為 $6024 \pm 2531 \text{ ind./100m}^3$ ，平均大類數為 15 大類，而平均歧異度則為 1.5 ± 0.1 (表 3-8)。本季第一優勢類群亦為哲水蚤，其平均豐度為 $2857 \pm 1090 \text{ ind./100m}^3$ ，較上季來的少，佔總豐度的 47.4%；第二優勢類群為夜光蟲，平均豐度為 $728 \pm 458 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 12.1%；第三優勢類群為蟹類幼生，平均豐度為 $518 \pm 456 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 8.6%；第四優勢類群為端腳類，平均豐度為 $480 \pm 326 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 8.0%；第五優勢類群為魚卵，平均豐度為 $466 \pm 424 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 7.7%；以上五種優勢類群約占浮游動物總豐度的 83.8%(表 3-8)。本季浮游動物豐度以保護區內的站群較高，其中以測站 6 豐度最高($18000 \text{ ind./100m}^3$)，這可能與採集方式的改變有關，而瀉湖區內的站群整體豐度與上一季相比則大為減少，又以測站 1 豐度最少(410 ind./100m^3)，而曾文溪口的動浮豐度則依舊低落。在種類數方面，還是以瀉湖區的站群較為多樣，至多發現 22 大類，而保護區及曾文溪口的種類還是較為單調。種歧異度指數以測站 1 最高，

達 2.0；而保護區內的測站 5 最低，僅 1.21。其餘生態指數如豐富度以測站 3 最高(2.84)，測站 5 最低(0.57)；均勻度指數以測站 6 最高(0.76)，而測站 3 最低(0.46)；至於優勢度指數則以測站 3 最高(0.46)，測站 1 最低(0.21) (圖 3-4)。

夏季(7 月)共鑑定出 24 種大類，平均豐度為 $2622 \pm 942 \text{ ind./100m}^3$ ，平均大類數為 12 大類，而平均歧異度則為 1.4 ± 0.1 (表 3-9)。第一優勢類群為哲水蚤，平均豐度為 $832 \pm 402 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 31.7%；第二優勢類群為端腳類，平均豐度為 $499 \pm 402 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 19.0%；第三優勢類群為蟹類幼生，平均豐度為 $390 \pm 92 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 14.9%；第四優勢類群為劍水蚤，平均豐度為 $290 \pm 265 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 11.1%；第五優勢類群為夜光蟲，平均豐度為 $263 \pm 223 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 10.0%；以上五種優勢類群約占浮游動物總豐度的 86.7%(表 3-9)。本季浮游動物豐度以保護區內的站群較高，其中以測站 5 豐度最高(7625 ind./100m^3)，而瀉湖區內的站群除了測站 1 以外，其餘測站的豐度皆比第一季少，其中又以測站 2 豐度最低(670 ind./100m^3)，而曾文溪口的浮游動物豐度較上一季高(932 ind./100m^3)。在大類數方面，以瀉湖區較為多樣，至多發現 21 大類，而保護區及曾文溪口的類群較低。種歧異度指數以測站 4 最高，達 1.69；而測站 5 最低，僅 1.03。其它生態指數方面，豐富度以測站 1 最高(2.54)，測站 5 最低(0.56)；均勻度指數以測站 5 最高(0.75)，而測站 1 最低(0.46)；至於優勢度指數則以測站 3 最高(0.45)，測站 2 最低(0.24) (圖 3-4)。

在颱風過後(9 月)採的樣本中共鑑定出 22 種浮游動物大類；平均豐度為 $6070 \pm 2006 \text{ ind./100m}^3$ ；各站平均大類數為 12 種而平均種歧異度則為 1.3 ± 0.1 (表 3-10)。第一優勢類群為蟹類幼生，平均豐度為 $1895 \pm 819 \text{ ind./100m}^3$ ，約占總豐度的 31.2%；第二優勢類群為哲水蚤，平均豐度為 $1406 \pm 718 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 23.2%；第三優勢類群為劍水蚤，平均豐度為 $974 \pm 667 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 16.0%；第四優勢類群為夜光蟲，平均豐度為 $715 \pm 533 \text{ ind./100m}^3$ ，佔總豐度的 11.8%；而第五優勢類群為蝦類幼生，平均豐度為 325 ± 91

ind./100m³，佔總豐度的 5.4%。以上五種優勢群約占浮游動物總豐度的 87.6%(表 3-10)。本季浮游動物豐度以保護區內豐度較高；其中以測站 5 的豐度最高(16125 ind./100m³)，而曾文溪口測站 7 的豐度最低(153 ind./100m³)。在浮游動物大類數方面，潟湖區內較為多樣，其中以測站 2 的 16 大類最多；而保護區及曾文溪口發現的大類數則相對較少。種歧異度指數以保護區內的測站 6 最高(1.9)，測站 4 最低(0.8)，其餘測站皆在 1 以上，差異不大。豐富度指數以測站 2 最高(1.76)，測站 5 最低(0.93)；均勻度指數以測站 6 最高(0.8)，測站 4 最低(0.32)；至於優勢度指數則以測站 4 最高(0.66)，測站 6 最低(0.19) (圖 3-4)。

秋季(10 月)共鑑出 21 個浮游動物大類，平均豐度為 4920± 1396 ind./100m³，平均大類數為 12 種，而平均歧異度則為 1.6 ± 0.1(表 3-11)。第一優勢類群為哲水蚤，平均豐度為 1759 ± 619 ind./100m³，佔總豐度的 35.8%；第二優勢類群為端腳類，平均豐度為 612 ± 257 ind./100m³，佔總豐度的 12.4%；第三優勢類群為劍水蚤，平均豐度為 550 ± 341 ind./100m³，佔總豐度的 11.2%；第四優勢類群為蝦類幼生，平均豐度為 524 ± 186 ind./100m³，佔總豐度的 10.7%；第五優勢類群為蟹類幼生，平均豐度為 360 ± 88 ind./100m³，佔總豐度的 7.31%；以上五種優勢類群約占浮游動物總豐度的 77.4%(表 3-11)。本季浮游動物豐度還是以保護區內較高，其中以測站 6 豐度最高(11125 ind./100m³)，而潟湖區內的豐度皆比颱風過後少，其中又以測站 3 豐度最少(716 ind./100m³)，而曾文溪口的浮游動物豐度較颱風後高(1367 ind./100m³)。在種類數方面，以潟湖區的大類數較多，最多有 19 大類。種歧異度指數以測站 4 最高，達 1.9；而測站 7 最低，僅 1.3。豐富度以測站 1 最高(2.01)，測站 5 最低(0.58)；均勻度指數以測站 5 最高(0.81)，而測站 7 最低(0.52)；至於優勢度指數則以測站 7 最高(0.337)，測站 4 最低(0.21) (圖 3-4)。

在主要優勢類群的變化方面(圖 3-5)，台江國家公園海域整年度的第一優勢類群哲水蚤在潟湖區內以冬天時的豐度較高，其最高值出現在測站 1(17296

ind./100m³), 而保護區內的豐度除了冬天數量極少外, 其他各季皆維持穩定的數量, 但曾文溪口的哲水蚤豐度全年皆非常稀少; 第二優勢類群蟹類幼生在瀉湖區內以冬天跟颱風後的豐度較高, 其最高值出現在颱風後的測站 4(5711 ind./100m³), 保護區內除了在春天時測站 6(3250 ind./100m³)有大量出現外, 整體豐度並不高, 而其在曾文溪河口區的豐度雖然稀少, 但還不至於完全沒出現; 第三優勢類群劍水蚤主要在冬季時於瀉湖區有少量出現, 其最高豐度出現在冬季測站 1(2250 ind./100m³), 但其在保護區內的豐度相對較高, 最高值出現在颱風後的測站 5(4500 ind./100m³), 而曾文溪口的數量依舊稀少, 颱風後甚至完全沒發現任何個體; 第四優勢類群夜光蟲在瀉湖區及保護區內皆有分佈, 但數量並不穩定, 瀉湖區的最高豐度出現在春季測站 4(3138 ind./100m³), 而保護區內最高值出現在颱風後測站 5(3875 ind./100m³); 而曾文溪口的數量稀少, 颱風後也完全沒出現; 第五優勢種端腳類在瀉湖區的豐度不高, 最高值僅 302 ind./100m³, 其主要分佈在保護區內, 最高豐度出現在夏季測站 5(2875 ind./100m³), 唯獨冬季及颱風後的豐度較少甚至完全沒發現, 而曾文溪口的數量依舊稀少, 但不至有完全沒出現的記錄(圖 3-5)。

由浮游動物全年豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素 *a* 濃度、硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽之線性迴歸分析表 3-12 可看出, 浮游動物豐度與海水鹽度及矽酸鹽濃度呈正相關, 而與海水溫度、葉綠素 *a*、硝酸鹽及磷酸鹽濃度等因子呈負相關, 其中只有與葉綠素 *a* 濃度呈顯著負相關($p=0.037$) (表 3-12)。

四、討論

(一) 浮游植物

由 100 年共五季(3 月、4 月、7 月、9 月和 10 月)的調查結果進行群聚分析發現(圖 3-6)，台江國家公園海域的浮游植物種類組成呈現明顯的季節變化，雖然各季節均有部分重疊，不過重疊的區域並不大，其中以颱風過後(9 月)的種類組成較為不一樣，這主要是因為颱風過後菱形海線藻在各區域中的數量皆有變多所致，而在測站間變異程度方面以春秋兩季較大，這兩季主要是因為曾文溪口的測站浮游植物數量較豐富所造成。今年夏季的南瑪都颱風在 8/27~31 發布警報並經過台灣南部地區，且帶來豐沛的雨量，但颱風後(9 月)採樣日前幾天的雨量並不及夏季(7 月)採樣日前的累積雨量(表 3-13)，浮游植物的豐度比夏季(7 月)時少了很多，主要優勢種組成也不一樣，不過我們認為颱風後(9 月)的採樣結果應是屬於季節性變化，仔細比對矽酸鹽、浮游植物和浮游動物的消長可以發現，這三者之間呈現相互利用的關係。以各區域的比較來說，浮游植物豐度以曾文溪口(測站 7)的數量較多，該區域海水的溫度及鹽度皆屬較低，不過葉綠素 *a* 濃度以及營養鹽則相對較高，一般來說河川會挾帶豐富的陸源營養鹽進入河口區，使得這個區域的浮游植物數量較多；黑面琵鷺保護區(測站 5 和測站 6)的浮游植物豐度是這三個區域最低的，保護區內因為水域深度淺，大部分的區域水深僅 10~20 公分，海水的溫度以及鹽度相對較高，與其他兩區域的環境差異頗大，也因此造就不同的浮游植物種類組成(表 3-14)。

由於 15 年前開始之 LOICZ 計畫並未包含浮游植物的研究，因此本計畫與西南海域另一個同樣重要的潟湖-大鵬灣作比較。大鵬灣原為林邊溪與東港溪的入海口處，但因林邊溪與東港溪自上游挾帶泥沙入海後，再經過海流季風的漂送所形成的砂嘴沈積地形，此砂嘴地形為陸上延伸入海中所形成的一條砂礫狹脊，而砂嘴橫越海灣出口後將海灣封閉，僅留下一潮口可供海水交換，形成大鵬灣潟湖。大鵬灣並無天然的河川直接流入，僅有一些專門收集家庭廢污水以及養殖廢水的人工渠道。由於附近的養殖業者將大鵬灣內的海水抽進魚塭養殖，再將養殖

廢水排入人工渠道而進入大鵬灣中，因此養殖廢水常為大鵬灣最大的水量來源。再加上海水與淡水交互調節的作用下，使潟湖成為高生產力與適合各種生物繁殖的溫床，但同時也是最為脆弱，最易受到人類活動破壞的海域。本研究五季之平均豐度為 10404 ± 3039 cells/L，約為大鵬灣的四分之一左右(大鵬灣平均豐度 44587 ± 25614 cells/L)，主要優勢種組成亦有所不同，大鵬灣裡的優勢種類與外洋大致相同，而本計畫還包括有黑面琵鷺保護區，因此優勢種多以內灣種類為主，且在豐度上亦不及常常優養化的大鵬灣(表 3-9)。

(二) 浮游動物

由 100 年共五季(3 月、4 月、7 月、9 月和 10 月)的調查結果進行群聚分析發現(圖 3-7)；台江國家公園海域的浮游動物種類組成在季節上呈漸進性的變化，但各季重疊的區域很集中，只有少數測站的變異較大，依季節來分析，以夏季(7 月)、颱風後(9 月)及秋季(10 月)的物種數量和組成較為接近，雖然颱風使浮游動物的豐度相對減少，但其所帶來的累積雨量並不高，鹽度也很快趨於穩定，因此其對於浮游動物的數量及物種組成的影響並不大(表 3-13)，而冬季(3 月)及春季(4 月)組成則較為相近；在變異程度方面，以秋季(10 月)及冬季(3 月)的差異與變異相對較大，秋季主要是由於測站 5 及測站 6 的優勢物種在組成及數量上與其他測站差異較大所致，冬季(3 月)時則可能是由於潟湖區的採樣方式與保護區不同所致，保護區內的採樣亦有其困難度，因此採集到的動浮豐度並不高，而曾文溪河口區雖然採樣方式與潟湖區相同，但可能由於海陸水體交互擾動較大，其浮游動物豐度相對亦偏低，且曾文溪口與保護區亦較鄰近，因此差異較小(圖 3-7)。若依測站來分析，在豐度變化方面，其中以保護區的豐度最高(7760 ± 1974 ind./100m³)，潟湖區居次(5881 ± 1291 ind./100m³)，而曾文溪口相較之下則非常稀少(653 ± 196 ind./100m³)，但由於保護區內水淺，採樣是以抽水的方式過濾，因此採集到許多底棲的種類，如端腳類和底棲性劍水蚤，而該區的高豐度也可能是由於採集方式不同所致(表 3-14)

如將本研究的七股潟湖與高雄港及大鵬灣相比較(表 3-16)，雖然三者都屬水

流較為封閉的潟湖區，但整體豐度的變化範圍差異極大，其中以七股的豐度最低，而大鵬灣及高雄港內的豐度較為接近，這個現象主要是由於大鵬灣及高雄港內的中小型浮游動物較多所致；在大類數方面，則以七股潟湖最為多樣，共發現 32 大類，高雄港 24 大類居次，大鵬灣 22 大類最少。優勢種變化方面，七股及大鵬灣的第一優勢種皆為哲水蚤，但七股的豐度較低，而高雄港的第一優勢種則為枝角類，且豐度極高，占了總豐度的 63%。

再將本研究與之前 LOICZ 計畫所作結果相比較(表 3-17)，單比較潟湖區的部分，本研究 5 季平均豐度為 $5881 \pm 1443 \text{ ind./100m}^3$ ，而 LOICZ 計畫中七股潟湖區 85~87 三個年度的浮游動物豐度依序為 $6475 \pm 2003 \text{ ind./100m}^3$ 、 $5287 \pm 1034 \text{ ind./100m}^3$ 及 $9231 \pm 2029 \text{ ind./100m}^3$ ，本研究的浮游動物豐度與 85 及 86 年的豐度值較為相近，但比 87 年低。將本研究曾文溪口的浮游動物豐度與 85 年的曾文溪沿近海域數據相較，平均豐度差了近 200 倍，主要是由於本計畫的曾文溪河口只有單一測站，而且非常近岸，而 LOICZ 計畫的曾文溪沿近海域一共有 5 個測站，且都較本計畫的測站還要離岸許多，由此可看出雖然曾文溪的近海區浮游動物頗豐，但是在曾文溪的河口區，可能陸源水中含有許多人為的污染及其他陸源水排入河口區，造成河床底質擾動，另有機鹽類亦經常促使浮游植物增生，可能因此造成該區的優養化，低溶氧的環境使浮游動物難以大量繁衍。

在優勢種的變化方面，與過去的研究相較下差異不大，哲水蚤皆為第一優勢種，且蟹類幼生、夜光蟲、蝦類幼生及魚卵的數量都不少，皆為各年度的前 10 大優勢類群，且根據莫(1997)的研究指出，該海域底棲沙蝦及斑節蝦量多，且亦經常是當地漁民每年四月至十月份主要之漁獲，因此推論此區有可能是某些經濟性魚、蝦、蟹類幼生的繁殖區；另外枝角類在第一季(3 月)時完全沒有發現的記錄，但在第二季時(4 月)卻大量的爆發，與 LOICZ 計畫中所記錄的現象一樣，呈現明顯的季節性消長。

五、結論與建議

(一) 結論

台江國家公園所屬的七股潟湖和保護區及河口皆處於淡水與海水交會的過渡地帶，受到陸海交互影響頗大，同時也接受來自陸地與海洋的物質，成為陸地與開放海域之間的一個重要物質傳遞區域，造就此地的營養鹽充足，物種也十分多樣化。一般潟湖區的水都很淺，光線充足，河水和海水交會時產生的擾流使水層中的溶氧不虞匱乏，因此在生物圈中潟湖區常都是生產力非常高的地方之一，同時也是一些沿岸及海洋生物的孵育場所；加上全世界的海岸線中約有 13% 是由潟湖所組成，因此其重要性並不容小覷。不過，但由於潟湖大多屬於半封閉的水體，其環境之健康與否主要取決於潟湖與外海海水的交換更新率，亦即潟湖中新、舊海水的混合程度以及陸源淡水之注入量。以目前的研究結果來說，台江國家公園的海域環境屬於健康的，研究期間共發現浮游植物 39 屬 80 種，浮游動物 32 大類，其中的浮游生物多樣性屬於非常豐富。

(二) 建議

1. 立即可行建議

主辦機關：台江國家公園管理處

台江國家公園區域的浮游生物數量並不少，種類亦屬豐富，由於浮游生物屬於食物鏈的最底層，維持生物多樣性是穩定生態系統最根本的要素，因此我們認為維持七股海域目前的環境非常重要。

2. 中長期建議

主辦機關：台江國家公園管理處

七股潟湖的範圍因海流及颱風氣候的影響一直以來都有變化，以前的七股潟湖開口較多，與外洋海水的交換較好，不過目前的開口減少到 2 或 3 個，可以想見海水交換率應沒有以前好，我們認為，避免開口持續的減少，至少維持兩個開口與外海水交換十分重要。

六、參考文獻

- 羅文增，1996。曾文溪口及沿岸海域浮游動物群聚時空分布之研究。行政院國家科學委員會轉題研究成果報告。1-54 頁。
- 羅文增，1997。曾文溪口沿岸海域及七漚湖區浮游動物群聚分布及攝食速率之研究。行政院國家科學委員會轉題研究成果報告。1-55 頁。
- 羅文增，1998。台南七股漚湖區及沿岸海域中小型浮游動物群聚之攝食及對物質傳輸重要性之研究。行政院國家科學委員會轉題研究成果報告。1-35 頁。
- Boucher, M., 1984. Localization of zooplankton populations in the Ligurian marine front: role of ontogenic migration. *Deep-Sea Res.*, 29: 953-965.
- Boucher, M., F. Ibanez and L. Prieur, 1987. Daily and seasonal variations in the spatial distribution of zooplankton populations in relation to the physical structure in the Ligurian Sea Front. *J. Mar. Res.*, 45: 133-173.
- Margalef, R. and M. Estrada, 1987. Synoptic distribution of summer microplankton (algae and Protozoa) across the principal front in the Western Mediterranean. *Invest. Pesquera.*, 51: 121-140.
- Hannan, C. A., 1984. Planktonic larvae may act like passive particles in turbulent near-bottom flows. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 1108-1116.
- Hardy, A. C. and R. Baninbridge, 1954. Experimental observations on vertical migrations of plankton animals. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 33: 409-448.

表 3-1. 100 年 3 月台江國家公園海域浮游植物豐度 (cells/L) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
CHRISOPHYTA (金黃藻門)										
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)										
<i>Melosira moniliformis</i> (串珠直鏈藻)	1520	0	0	0	0	0	0	217	192	5.97
<i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻)	880	0	0	1120	0	0	0	286	164	7.86
<i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻)	1440	0	0	0	0	0	0	206	181	5.66
<i>Thalassiosira decipiens</i> (并基海鏈藻)	0	0	0	560	0	0	0	80	71	2.20
<i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻)	1360	2160	0	0	0	0	0	503	296	13.84
<i>Coscinodiscus excentricus</i> (離心列圓篩藻)	0	0	0	0	80	0	0	11	10	0.31
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> v. <i>commutata</i> (瓊氏圓篩藻小形變種)	160	160	80	0	0	80	240	103	30	2.83
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星矽藻)	0	0	400	0	0	0	160	80	51	2.20
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	0	0	0	640	0	0	0	91	81	2.52
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	0	0	0	240	0	0	640	126	81	3.46
<i>Rhizosolenia styliformis</i> v. <i>latissima</i> (筆尖形根管藻粗徑變種)	0	0	0	0	0	0	240	34	30	0.94
<i>Rhizosolenia setigera</i> (剛毛根管藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	20	0.63
<i>Chaetoceros densus</i>	560	0	0	0	0	0	0	80	71	2.20
<i>Streptotheca yamensis</i> (扭鞘藻)	0	0	0	0	0	0	2720	389	343	10.69
<i>Fragilaria cylindrus</i> (柱狀胞杆藻)	0	0	0	0	0	0	160	23	20	0.63
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (菱形海線藻)	480	240	640	0	240	240	3120	709	361	19.50
<i>Thalassinthrix frauenfeldii</i> (尤恩海毛藻)	0	80	80	0	80	0	320	80	38	2.20
<i>Thalassinthrix mediterranea</i> (地中海海毛藻)	0	160	0	0	0	80	0	34	21	0.94
<i>Gyrosigma fasciola</i> (簇生布紋藻薄喙變種)	160	0	0	0	0	80	0	34	21	0.94
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	400	160	0	80	80	0	0	103	48	2.83
<i>Navicula membranacea</i> (膜狀舟形藻)	80	0	560	0	0	0	0	91	70	2.52
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	0	240	0	160	0	0	0	57	33	1.57
<i>Neodenticula seinae</i>	80	0	0	0	0	0	0	11	10	0.31
<i>Nitzschia seriata</i> (成列菱形藻)	0	0	160	0	0	80	240	69	32	1.89
<i>Nitzschia sigma</i> (彎菱形藻)	0	0	240	0	0	0	0	34	30	0.94
<i>Nitzschia delicatissima</i> (柔弱菱形藻)	0	400	80	0	0	0	640	160	86	4.40
Total Abundance (總豐度)	7120	3600	2400	2800	480	560	8480	3634	1030	100.00
Species umBner (種類數目)	11	8	9	6	4	5	10	8	1	
H' (種歧異度)	2.9	2.0	2.8	2.2	1.8	2.1	2.5	2.3	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-2. 100 年 4 月台江國家公園海域浮游植物豐度表 (cells/L) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
CHRISOPHYTA (金黃藻門)										
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)										
<i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻)	0	0	0	720	0	640	2320	526	285	2.36
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星矽藻)	0	0	0	400	0	0	240	91	54	0.41
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	0	0	0	880	0	240	0	160	110	0.72
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	4640	0	0	20960	1680	1520	8160	5280	2500	23.73
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻)	0	0	0	8880	0	0	3440	1760	1130	7.91
<i>Guinardia flaccida</i> (幾內亞藻)	0	0	0	2320	0	0	1360	526	313	2.36
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> (脆根管藻)	0	0	0	3120	880	0	2080	869	421	3.90
<i>Rhizosolenia delicatula</i> (柔弱根管藻)	0	0	0	3440	0	0	2480	846	490	3.80
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i> (斯拖根管藻)	0	0	0	5440	0	0	43520	6994	5411	31.43
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	0	0	0	0	0	0	5520	789	695	3.54
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (彎鏈角刺藻)	0	0	0	0	0	0	8240	1177	1038	5.29
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	0	0	0	960	137	121	0.62
<i>Licmophora paradoxa</i> (奇鼻楔形藻)	0	0	80	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (菱形海線藻)	1040	160	480	480	320	240	1360	583	149	2.62
<i>Thalassinthrix frauenfeldii</i> (尤恩海毛藻)	160	0	0	0	0	0	0	23	20	0.10
<i>Asterionella japonica</i> (日本星杆藻)	0	0	0	2320	0	0	0	331	292	1.49
<i>Rhicosphenia curvata</i> (彎楔藻)	0	0	80	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Gyrosigma fasciola</i> (簇生布紋藻薄喙變種)	0	0	0	0	400	0	0	57	50	0.26
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	720	960	0	0	800	80	0	366	146	1.64
<i>Navicula membranacea</i> (膜狀舟形藻)	0	0	80	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Navicula directa</i> (直舟形藻)	80	80	0	0	0	0	0	23	13	0.10
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	240	80	0	0	0	0	0	46	30	0.21
<i>Tropidoneis antarctica</i>	0	80	0	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Neodenticula seinae</i>	0	0	80	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Bacillaria paradoxa</i>	0	960	0	0	0	0	0	137	121	0.62
<i>Nitzschia closterium</i> (新月菱形藻)	80	0	0	0	0	0	0	11	10	0.05
<i>Nitzschia seriata</i> (成列菱形藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	20	0.10
<i>Nitzschia sigma</i> (彎菱形藻)	0	0	0	0	240	0	0	34	30	0.15
<i>Nitzschia delicatissima</i> (柔弱菱形藻)	480	400	0	960	1520	160	3680	1029	426	4.62
PYRROPHYTA (甲藻門)										
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	240	0	400	1840	0	160	0	377	221	1.69
Total Abundance (總豐度)	7680	2720	1360	51760	5840	3040	83360	22251	10779	100.00
Species umBner (種類數目)	9	7	7	13	7	7	13	9	1	
H' (種歧異度)	2.0	2.2	2.4	2.8	2.5	2.1	2.5	2.4	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-3. 100 年 7 月台江國家公園海域浮游植物豐度 (cells/L) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
CHRISOPHYTA (金黃藻門)										
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)										
<i>Thalassiosira decipiens</i> (并基海鏈藻)	0	80	0	0	0	0	240	46	36	0.53
<i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻)	0	0	0	640	0	0	0	91	97	1.06
<i>Coscinodiscus radiatus</i> (輻射列圓篩藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	24	0.26
<i>Asterolampra undulatus</i>	0	0	0	0	0	0	160	23	24	0.26
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星膠藻)	0	0	0	0	0	80	560	91	84	1.06
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	0	1280	4160	1680	0	0	2800	1417	644	16.36
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	5360	0	240	1040	640	0	1120	1200	756	13.85
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻)	0	0	0	400	0	0	0	57	60	0.66
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i> (斯拖根管藻)	1520	0	0	0	0	0	880	343	246	3.96
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> (翼根管藻纖細變型)	1040	0	0	0	0	0	0	149	157	1.72
<i>Chaetoceros lauderi</i> (羅氏角刺藻)	1040	0	0	0	0	0	0	149	157	1.72
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	2240	0	720	0	320	0	1920	743	382	8.58
<i>Chaetoceros holsaticus</i> (凹溝角毛藻)	960	0	0	0	0	0	0	137	145	1.58
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻)	3440	0	0	0	0	0	0	491	520	5.67
<i>Chaetoceros anastomosans</i> (橋聯角毛藻)	640	240	0	0	0	0	0	126	98	1.45
<i>Chaetoceros tortissimus</i> (扭鏈角毛藻)	0	320	0	0	0	0	0	46	48	0.53
<i>Chaetoceros socialis</i> (聚生角刺藻)	0	0	0	0	0	0	720	103	109	1.19
<i>Chaetoceros sp.</i>	0	0	480	0	0	0	0	69	73	0.79
<i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻)	0	0	0	0	0	80	0	11	12	0.13
<i>Striatella delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	320	46	48	0.53
<i>Fragilaria striatula</i> (條紋脆杆藻)	0	80	0	0	0	0	0	11	12	0.13
<i>Fragilaria oceanica</i> (海洋脆杆藻)	0	0	0	0	0	160	0	23	24	0.26
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (菱形海線藻)	2640	160	0	720	1040	320	0	697	376	8.05
<i>Thalassinthrix frauenfeldii</i> (尤恩海毛藻)	0	0	0	160	160	0	0	46	31	0.53
<i>Rhicosphenia curvata</i> (彎楔藻)	240	0	0	0	160	0	0	57	40	0.66
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	0	80	0	0	320	240	0	91	54	1.06
<i>Pleurosigma normanii</i> (諾馬斜紋藻)	0	0	0	0	80	0	0	11	12	0.13
<i>Navicula membranacea</i> (膜狀舟形藻)	0	0	0	0	0	0	1040	149	157	1.72
<i>Navicula directa</i> (直舟形藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	24	0.26
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	0	160	400	0	0	480	0	149	84	1.72
<i>Neodenticula seimae</i>	0	0	0	0	0	0	160	23	24	0.26
<i>Bacillaria paradoxa</i>	0	240	0	240	0	160	0	91	47	1.06
<i>Nitzschia seriata</i> (成列菱形藻)	0	0	0	0	160	240	0	57	40	0.66
<i>Nitzschia sigma</i> (彎菱形藻)	0	0	0	0	0	160	0	23	24	0.26
<i>Nitzschia delicatissima</i> (柔弱菱形藻)	1440	640	0	1360	0	0	1040	640	261	7.39
<i>Surirella fastuosa</i> (華壯雙菱藻)	0	0	240	0	0	0	0	34	36	0.40
<i>Copylodiscus ralfsii</i> (萊氏馬鞍藻)	0	0	160	80	80	0	0	46	25	0.53
CYANOPHYTA (藍綠藻門)										
CYANOPHYCEAE (藍綠藻綱)										
<i>Trichodesmium thiodauti</i> (鐵氏東毛藻)	0	0	0	0	0	0	7520	1074	1137	12.40
PYRROPHYTA (甲藻門)										
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0	240	160	0	0	0	0	57	40	0.66
Total Abundance (總豐度)	20560	3520	6880	6320	2960	1920	18480	8663	3060	100.00
Species umBner (種類數目)	11	11	10	9	9	9	13	10	1	
H' (種歧異度)	3.1	2.9	2.1	2.8	2.7	3.0	2.8	2.8	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-4. 100 年 9 月台江國家公園海域浮游植物豐度 (cells/L) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
CHRISOPHYTA (金黃藻門)										
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)										
<i>Ethmodiscus gazellae</i> (伽氏篩盤藻)	80	0	0	0	0	0	0	11	12	0.34
<i>Coscinodiscus excentricus</i> (離心列圓篩藻)	0	0	0	0	0	80	0	11	12	0.34
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星矽藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	24	0.69
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	240	160	80	0	0	0	0	69	39	2.07
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	0	240	0	240	0	0	0	69	47	2.07
<i>Guinardia flaccida</i> (幾內亞藻)	0	480	0	0	0	160	0	91	73	2.76
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> (斯拖根管藻)	480	0	0	0	0	0	0	69	73	2.07
<i>Rhizosolenia imbricata</i> v. <i>shrubsolii</i> (覆瓦根管藻斯魯變種)	0	0	0	0	240	320	0	80	55	2.41
<i>Rhizosolenia styliformis</i> v. <i>latissima</i> (筆尖形根管藻粗徑變種)	0	0	0	320	0	0	0	46	48	1.38
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	0	0	0	0	1120	960	160	320	199	9.66
<i>Chaetoceros didymus</i> f. <i>protuberans</i> (雙突角毛藻隆起變型)	0	0	0	0	0	480	0	69	73	2.07
<i>Streptotheca yamensis</i> (扭鞘藻)	0	0	0	0	0	0	400	57	60	1.72
<i>Ditylum brightwellii</i> (布氏雙尾藻)	160	0	0	0	0	0	0	23	24	0.69
<i>Cerataulina bergoni</i> (柏古角管藻)	0	160	0	0	0	0	0	23	24	0.69
<i>Hemiaulus hauckii</i> (霍克半管藻)	0	0	0	160	320	240	1040	251	148	7.59
<i>Licnophora paradoxa</i> (奇鼻楔形藻)	0	0	0	160	0	0	0	23	24	0.69
<i>Campylosira cymbelliformis</i> (舟形鞍鏈藻)	0	0	240	0	0	0	0	34	36	1.03
<i>Fragilaria oceanica</i> (海洋脆杆藻)	0	0	0	0	160	0	0	23	24	0.69
<i>Synedra formosa</i> (華麗針杆藻)	160	0	0	0	0	0	0	23	24	0.69
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻)	1120	320	320	480	2960	1760	160	1017	411	30.69
<i>Thalassinthrix frauenfeldii</i> (尤恩海毛藻)	0	80	80	0	240	0	320	103	51	3.10
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	720	0	0	0	0	240	240	171	107	5.17
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	160	0	80	160	0	0	0	57	30	1.72
<i>Bacillaria paradoxa</i>	720	0	0	0	400	0	0	160	115	4.83
<i>Nitzschia delicatissima</i> (柔弱菱形藻)	480	400	0	0	0	0	240	160	85	4.83
CYANOPHYTA (藍綠藻門)										
CYANOPHYCEAE (藍綠藻綱)										
<i>Trichodesmium thiedaui</i> (鐵氏束毛藻)	320	0	0	0	0	0	0	46	48	1.38
PYRRROPHYTA (甲藻門)										
<i>Prorocentrum gracile</i>	0	0	0	0	0	240	0	34	36	1.03
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0	0	880	240	160	240	240	251	119	7.59
Total Abundance (總豐度)	4640	1840	1840	1760	5600	4720	2800	3314	653	100.00
Species umBner (種類數目)	11	7	7	7	8	10	8	8	1	
H' (種歧異度)	3.1	2.6	2.2	2.7	2.1	2.7	2.7	2.6	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-5. 100 年 10 月台江國家公園海域浮游植物豐度 (cells/L) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Species / Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
CHRISOPHYTA (金黃藻門)										
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)										
<i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻)	0	0	0	0	0	0	3680	526	556	3.71
<i>Thalassiosira decipiens</i> (并基海鏈藻)	480	0	880	0	0	0	2240	514	334	3.63
<i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻)	0	0	400	0	0	0	0	57	60	0.40
<i>Coscinodiscus angatii</i> (安氏圓篩藻)	160	160	240	0	0	0	0	80	41	0.56
<i>Coscinodiscus grunii</i> (格氏圓篩藻)	240	0	0	0	0	0	0	34	36	0.24
<i>Coscinodiscus concinnus</i> (整齊圓篩藻)	80	0	0	0	0	0	0	11	12	0.08
<i>Asterolampra undulatus</i>	0	160	0	160	0	0	0	46	31	0.32
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星矽藻)	0	400	0	80	0	0	160	91	60	0.65
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	1840	3120	1520	1360	0	0	2480	1474	468	10.41
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	5360	3680	800	1280	0	0	18960	4297	2707	30.35
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻)	0	0	0	0	0	0	8160	1166	1234	8.23
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> (脆根管藻)	0	640	0	880	0	0	5200	960	762	6.78
<i>Rhizosolenia delicatula</i> (柔弱根管藻)	0	1040	0	0	0	0	1200	320	219	2.26
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i> (斯拖根管藻)	880	0	0	0	0	0	0	126	133	0.89
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	0	0	0	0	0	0	3040	434	460	3.07
<i>Chaetoceros didymus</i> (雙突角毛藻)	0	0	0	0	0	0	1840	263	278	1.86
<i>Chaetoceros seiracanthus</i> (鏈刺角毛藻)	0	480	0	0	0	0	0	69	73	0.48
<i>Chaetoceros holsaticus</i> (岡沟角毛藻)	0	0	0	0	0	0	1280	183	194	1.29
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻)	0	0	0	0	0	0	2000	286	302	2.02
<i>Chaetoceros anastomosans</i> (橋聯角毛藻)	0	0	0	0	0	0	1360	194	206	1.37
<i>Eucampia groenlandica</i> (格魯臂角藻)	720	0	0	0	0	0	0	103	109	0.73
<i>Streptotheca yamensis</i> (扭鞘藻)	1440	880	0	0	0	0	1040	480	249	3.39
<i>Ditylum brightwellii</i> (布氏雙尾藻)	960	0	0	160	0	0	0	160	143	1.13
<i>Biddulphia sinensis</i> (中華盒形藻)	240	320	0	0	0	240	0	114	58	0.81
<i>Biddulphia aurita</i> (長耳盒形藻)	160	0	0	0	0	80	0	34	25	0.24
<i>Cerataulina bergoni</i> (柏古角管藻)	0	0	0	0	0	0	6560	937	992	6.62
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (菱形海線藻)	0	0	240	960	640	320	1120	469	180	3.31
<i>Thalassinthrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻)	0	0	0	320	0	80	0	57	48	0.40
<i>Pseudoemotia dolohus</i> (鼓形偽短鏈藻)	0	0	160	0	0	0	0	23	24	0.16
<i>Achnanthes logipes</i> (長柄曲壺藻)	0	0	0	240	0	0	0	34	36	0.24
<i>Diploneis weissflogii</i> (威氏雙壁藻)	0	0	240	0	0	0	0	34	36	0.24
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	0	160	320	80	160	0	0	103	48	0.73
<i>Navicula distans</i> (遠距舟形藻)	0	0	0	80	0	0	0	11	12	0.08
<i>Tropidoneis lepidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	0	0	0	0	80	0	0	11	12	0.08
<i>Neodenticula setinae</i>	0	0	0	0	160	0	0	23	24	0.16
<i>Bacillaria paradoxa</i>	0	0	0	0	240	160	0	57	40	0.40
<i>Nitzschia bilobata</i>	0	0	0	0	80	0	0	11	12	0.08
<i>Nitzschia seriata</i> (成列菱形藻)	0	0	0	0	240	160	0	57	40	0.40
<i>Nitzschia delicatissima</i> (柔弱菱形藻)	0	0	0	0	0	400	0	57	60	0.40
PYRROPHYTA (甲藻門)										
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0	0	1520	0	240	0	0	251	227	1.78
Total Abundance (總豐度)	12560	11040	6320	5600	1840	1440	60320	14160	8313	100.00
Species number (種類數目)	12	11	10	11	8	7	16	11	1	
H' (種歧異度)	2.7	2.7	2.9	2.8	2.7	2.6	3.3	2.8	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-6. 100 年台江國家公園海域浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素 a 濃度、硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽之線性迴歸分析(**:p<0.01)

	t	p
豐度對溫度	0.803	0.428
豐度對鹽度	-0.895	0.378
豐度對葉綠素 a 濃度	1.366	0.181
豐度對硝酸鹽	0.499	0.621
豐度對磷酸鹽	-0.406	0.687
豐度對矽酸鹽	-2.852	0.007**

(資料來源：本研究資料)

表 3-7. 100 年 3 月台江國家公園海域浮游動物豐度 (inds/100 m³) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Group/Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
Calanoid 哲水蚤	17296	5151	12290	4358	25	108	129	5622	2557	64.48
Cyclopoid 劍水蚤	2550	723	1519	561	25	43	15	777	360	8.91
Crab zoea 蟹類幼生期	229	225	3798	1123	0	0	36	773	526	8.86
Noctiluca 夜光蟲	790	704	334	330	361	11	19	364	114	4.18
Barnacle nauplius 藤壺幼生	1460	254	532	66	0	0	0	330	202	3.79
Sagittidae 毛顎類	158	98	805	132	12	0	2	173	108	1.98
Bivalvia 二枚貝幼生	254	205	441	132	0	0	12	149	62	1.71
Shrimp larva 蝦類幼生	146	98	456	198	50	11	5	138	59	1.58
Heteropoda 異足類	137	78	213	66	0	0	12	72	30	0.83
Fish egg 魚卵	33	39	182	132	12	11	90	71	25	0.82
Amphipoda 端腳類	21	0	46	66	112	11	114	53	18	0.61
Pteropoda 翼足類	304	10	15	0	12	0	0	49	43	0.56
Harpacticoid 猛水蚤	154	59	15	0	0	0	0	33	22	0.37
Appendicularia 尾蟲	71	10	0	66	25	0	5	25	12	0.29
Polychaeta 多毛類	104	20	46	0	0	0	2	25	15	0.28
Ostracoda 介形類	54	20	15	33	0	0	5	18	7	0.21
Fish larva 仔稚魚	0	0	61	0	12	0	7	11	8	0.13
Mysidacea 糠蝦	8	10	46	0	0	11	0	11	6	0.12
Lucifera 螢蝦類	0	0	61	0	0	0	0	9	9	0.10
Euphausiacea 磷蝦	0	0	15	33	0	0	0	7	5	0.08
Medusa 水母	21	10	0	0	0	0	7	5	3	0.06
Copepoda nauplius 橈足類幼生	12	0	0	0	0	0	0	2	2	0.02
Echinodermata larvae 棘皮幼生	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0.01
Siphonophora 管水母	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0.01
Radiolaria 放射蟲	8	0	0	0	0	0	0	1	1	0.01
Foraminifera 有孔蟲	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0.01
Total Abundance (總豐度)	23830	7711	20888	7296	647	206	462	8720	3734	100
Species Number (大類數)	23	17	19	14	10	7	15	15	2	
H' (種歧異度)	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4	2.0	1.5	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-8. 100 年 4 月台江國家公園海域浮游動物豐度 (inds/100 m³) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Group/Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
Calanoid 哲水蚤	168	2224	1072	6268	3000	7250	16	2857	1090	47.42
Noctiluca 夜光蟲	66	170	48	3138	0	1625	50	728	458	12.09
Crab zoea 蟹類幼生期	32	136	83	75	0	3250	47	518	456	8.59
Amphipoda 端腳類	9	22	13	59	2250	1000	9	480	326	7.97
Fish egg 魚卵	5	0	3	42	0	3000	211	466	423	7.73
Cyclopoid 劍水蚤	14	180	95	343	375	1375	13	342	181	5.68
Cladocera 枝角類	0	91	18	636	375	0	0	160	94	2.66
Shrimp larva 蝦類幼生	26	95	86	176	125	250	0	108	32	1.80
Ostracoda 介形類	0	13	7	360	0	125	0	72	51	1.20
Appendicularia 尾蟲	0	3	1	335	0	0	3	49	48	0.81
Medusa 水母	23	104	18	142	0	0	0	41	22	0.68
Fish larva 仔稚魚	32	136	69	50	0	0	0	41	19	0.68
Barnacle nauplius 藤壺幼生	3	155	28	59	0	0	3	35	21	0.59
Sagittidae 毛顎類	3	60	42	8	125	0	0	34	18	0.57
Bivalvia 二枚貝幼生	0	13	1	192	0	0	0	30	27	0.49
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	0	0	8	0	125	0	19	18	0.32
Mysidacea 糠蝦	8	22	10	50	0	0	0	13	7	0.21
Harpacticoid 猛水蚤	3	25	4	25	0	0	0	8	4	0.14
Siphonophora 管水母	11	25	1	8	0	0	0	7	4	0.11
Euphausiacea 磷蝦	0	0	1	25	0	0	0	4	4	0.06
Heteropoda 異足類	3	3	3	17	0	0	0	4	2	0.06
Ctenophora 櫛水母	0	25	0	0	0	0	0	4	4	0.06
Polychaeta 多毛類	3	13	0	0	0	0	0	2	2	0.04
Pteropoda 翼足類	0	3	1	8	0	0	0	2	1	0.03
Lucifera 螢蝦類	0	3	3	0	0	0	0	1	1	0.01
Total Abundance (總豐度)	410	3521	1610	12026	6250	18000	353	6024	2531	100
Species Number (大類數)	16	22	22	22	6	9	8	15	3	
H' (種歧異度)	2.0	1.6	1.4	1.5	1.2	1.7	1.3	1.5	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-9. 100 年 7 月台江國家公園海域浮游動物豐度 (inds/100 m³) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Group/Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
Calanoid 哲水蚤	248	217	399	191	2250	2500	20	832	402	31.74
Amphipoda 端腳類	9	16	0	88	2875	500	5	499	402	19.03
Crab zoea 蟹類幼生期	140	209	768	571	125	500	416	390	92	14.87
Cyclopoid 劍水蚤	19	1	0	4	1875	125	4	290	265	11.05
Noctiluca 夜光蟲	1596	69	0	168	0	0	9	263	223	10.03
Shrimp larva 蝦類幼生	141	109	34	106	125	250	253	145	30	5.54
Fish larva 仔稚魚	12	33	56	60	0	125	213	71	28	2.72
Harpacticoid 猛水蚤	7	0	0	0	375	0	0	55	53	2.08
Cladocera 枝角類	263	3	2	5	0	0	1	39	37	1.50
Barnacle nauplius 藤壺幼生	99	0	24	14	0	0	1	20	14	0.75
Appendicularia 尾蟲	32	1	0	0	0	0	0	5	5	0.18
Fish egg 魚卵	7	2	0	14	0	0	0	3	2	0.13
Polychaeta 多毛類	7	0	0	11	0	0	1	3	2	0.10
Sergestidae 櫻蝦	0	3	2	4	0	0	0	1	1	0.05
Lucifera 螢蝦類	1	4	0	0	0	0	4	1	1	0.05
Medusa 水母	1	0	5	2	0	0	1	1	1	0.05
Mysidacea 糠蝦	5	0	0	0	0	0	3	1	1	0.04
Pteropoda 翼足類	1	0	0	4	0	0	0	1	1	0.02
Sagittidae 毛顎類	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0.02
Heteropoda 異足類	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Foraminifera 有孔蟲	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Polyp 水息體	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.01
Thalassia 海桐	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.01
Crab megalopa 蟹類大眼幼蟲	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Total Abundance (總豐度)	2594	670	1290	1242	7625	4000	932	2622	942	100
Species Number (大類數)	21	13	8	15	6	6	14	12	2	
H' (種歧異度)	1.4	1.7	1.0	1.7	1.4	1.2	1.3	1.4	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-10. 100 年 9 月台江國家公園海域浮游動物豐度 (inds/100 m³) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Group/Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
Crab zoea 蟹類幼生期	3551	2731	681	5711	250	250	90	1895	819	31.21
Calanoid 哲水蚤	656	1076	139	217	5250	2500	5	1406	718	23.16
Cyclopoid 劍水蚤	5	22	1	36	4500	2250	0	974	667	16.04
Noctiluca 夜光蟲	136	56	1	558	3875	375	0	715	533	11.77
Shrimp larva 蝦類幼生	330	475	115	188	375	750	44	325	91	5.36
Harpacticoid 猛水蚤	0	0	0	2	625	750	0	197	127	3.24
Barnacle nauplius 藤壺幼生	58	151	14	36	375	375	0	144	62	2.38
Echinodermata larvae 棘皮幼生	0	0	0	24	500	125	0	93	70	1.53
Fish larva 仔稚魚	106	197	63	121	125	0	3	88	27	1.45
Fish egg 魚卵	28	70	5	128	0	375	3	87	51	1.44
Appendicularia 尾蟲	4	10	2	19	250	125	0	59	36	0.97
Lucifera 螢蝦類	129	111	27	0	0	0	0	38	22	0.63
Polychaeta 多毛類	2	2	1	0	0	250	0	36	36	0.60
Amphipoda 端腳類	18	16	4	24	0	0	5	10	4	0.16
Sagittidae 毛顎類	0	8	2	5	0	0	0	2	1	0.04
Foraminifera 有孔蟲	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0.01
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0.01
Ostracoda 介形類	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Heteropoda 異足類	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Crab megalopa 蟹類大眼幼蟲	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Medusa 水母	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Mysidacea 糠蝦	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Total Abundance (總豐度)	5027	4931	1056	7076	16125	8125	153	6070	2006	100
Species Number (大類數)	14	16	13	14	10	11	7	12	1	
H' (種歧異度)	1.1	1.4	1.2	0.8	1.6	1.9	1.1	1.3	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-11. 100 年 10 月台江國家公園海域浮游動物豐度 (inds/100 m³) 表 (RA: Relative Abundance, %, 相對豐度)

Group/Station	1	2	3	4	5	6	7	Mean	SE	RA
Calanoid 哲水蚤	3258	849	217	1966	1500	4500	24	1759	619	35.76
Amphipoda 端腳類	7	20	73	302	2375	1500	7	612	358	12.44
Cyclopoid 劍水蚤	399	24	3	168	750	2500	5	550	341	11.18
Shrimp larva 蝦類幼生	1161	490	65	1235	375	0	344	524	186	10.66
Crab zoea 蟹類幼生期	448	235	301	647	250	0	637	360	88	7.31
Sagittidae 毛顎類	1128	658	0	370	0	0	0	308	167	6.26
Barnacle nauplius 藤壺幼生	442	72	3	143	0	875	5	220	124	4.47
Noctiluca 夜光蟲	396	159	1	370	0	250	9	169	66	3.44
Harpacticoid 猛水蚤	3	0	0	8	250	750	0	145	107	2.94
Fish larva 仔稚魚	59	84	51	42	0	0	323	80	42	1.62
Polychaeta 多毛類	122	24	1	50	0	250	0	64	35	1.30
Copepoda nauplius 橈足類幼生	20	4	0	0	0	250	0	39	35	0.79
Lucifera 螢蝦類	63	12	0	59	0	0	9	20	11	0.41
Appendicularia 尾蟲	3	0	0	0	0	125	0	18	18	0.37
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	125	2	18	18	0.37
Polyp 水息體	23	8	0	67	0	0	0	14	9	0.29
Heteropoda 異足類	26	0	1	34	0	0	0	9	6	0.18
Fish egg 魚卵	43	4	0	0	0	0	0	7	6	0.14
Medusa 水母	13	0	0	8	0	0	0	3	2	0.06
Pteropoda 翼足類	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01
Mysidacea 糠蝦	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0.01
Total Abundance (總豐度)	7617	2642	716	5470	5500	11125	1367	4920	1397	100
Species Number (大類數)	19	14	10	15	6	10	11	12	2	
H' (種歧異度)	1.8	1.8	1.4	1.9	1.5	1.7	1.3	1.6	0.1	

(資料來源：本研究資料)

表 3-12. 100 年台江國家公園海域浮游動物豐度與海水溫度、鹽度、葉綠素 a 濃度、硝酸鹽、磷酸鹽與矽酸鹽之線性迴歸分析

	t	p
豐度對溫度	-0.663	0.512
豐度對鹽度	1.95	0.06
豐度對葉綠素 a 濃度	-2.175	0.037*
豐度對硝酸鹽	-0.772	0.446
豐度對磷酸鹽	-0.771	0.446
豐度對矽酸鹽	0.381	0.706

(資料來源：本研究資料)

表 3-13. 台江國家公園海域颱風前後浮游植物、浮游動物豐度、優勢種與水文環境因子比較表

	颱風前 (2011 年 7 月)	颱風後一週 (2011 年 9 月)	颱風後一個月 (2011 年 10 月)
浮游植物豐度(cells/L)	8663 ± 3060	3314 ± 653	14160 ± 8313
優勢種浮游植物	環紋勞德藻	菱形海線藻	丹麥細柱藻
浮游動物豐度(ind./100m ³)	2622 ± 942	6070 ± 2006	4920 ± 1397
優勢大類浮游動物	哲水蚤	蟹類幼生	哲水蚤
採樣日前 7 天累積雨量(mm)	64	2	24
採樣日前 10 天累積雨量(mm)	195	80	25
採樣日前 15 天累積雨量(mm)	312	169	25
溫度(°C)	31.6 ± 0.5	30.2 ± 0.8	27.2 ± 0.5
鹽度	25.6 ± 2.7	29.5 ± 1.5	32.2 ± 0.7
葉綠素 a 濃度(ug/L)	19.2 ± 11.2	3.6 ± 0.7	8.1 ± 2.1
硝酸鹽(ppb)	90 ± 74	123 ± 70	1840 ± 470
磷酸鹽(ppb)	68 ± 37	30 ± 7	65 ± 30
矽酸鹽(ppb)	104 ± 43	122 ± 40	43 ± 15

(資料來源：本研究資料)

表 3-14. 台江國家公園海域不同區域浮游植物、浮游動物豐度、優勢種與水文環境參數比較表

	瀉湖區 (測站 1~4)	保護區 (測站 5,6)	曾文溪口 (測站 7)
浮游植物豐度(cells/L)	8116 ± 2253	2840 ± 655	34688 ± 14131
浮游動物豐度(ind./100m ³)	5881 ± 1291	7760 ± 1974	653 ± 196
溫度(°C)	26.3 ± 1.1	28.6 ± 1.5	26.7 ± 1.6
鹽度	31.8 ± 0.9	33.4 ± 1.2	26.2 ± 3.7
葉綠素 a 濃度(ug/L)	9.2 ± 4.1	3.7 ± 0.5	10.9 ± 3.3
硝酸鹽(ppb)	472 ± 234	248 ± 168	564 ± 245
磷酸鹽(ppb)	60 ± 16	29 ± 3	26 ± 2
矽酸鹽(ppb)	62 ± 20	165 ± 54	128 ± 64

(資料來源：本研究資料)

表 3-15. 台江國家公園海域浮游植物與其他海域比較表(RA, 相對豐度)

	豐度變化範圍	發現種類數	優勢種(RA, Mean ± SE)
本研究 (100年3月 ~100年10月)	480~83360 cells/L	39屬 80種	丹麥細柱藻(21.1%, 2194 ± 809 cells/l) 斯拖根管藻(14.5%, 1506 ± 1229 cells/l) 菱形海線藻(6.7%, 695 ± 135 cells/l)
大鵬灣 (98年9月~99 年6月)	1120~184760 cells/L	38屬 73種	菱形海線藻(32.6%, 12729 ± 11570 cells/l) 柔弱菱形藻(24.4%, 9544 ± 6445 cells/l) 丹麥細柱藻(9.6%, 3729 ± 1765 cells/l)

(資料來源：本研究資料)

表 3-16. 台江國家公園海域浮游動物與其他海域比較表(RA, 相對豐度)

	豐度變化範圍	發現大類數	優勢種(RA, Mean ± SE)
本研究 (100年3月 ~100年10月)	153 ~23830 ind./100m ³	32大類	哲水蚤(44%, 2495 ± 628 ind./100m ³) 蟹類幼生(14%, 787 ± 226 ind./100m ³) 劍水蚤(10%, 586 ± 173 ind./100m ³)
高雄港 (96年1月~96 年12月)	2053~981443 ind./100m ³	24大類	枝角類(63%, 108671 ± 20464 ind./100m ³) 哲水蚤(29%, 50391 ± 6449 ind./100m ³) 管水母(2%, 3106 ± 435 ind./100m ³)
大鵬灣 (100年2月 ~100年4月)	401753~942884 ind./100m ³	22大類	哲水蚤(59.8%, 416209 ± 76204 ind./100m ³) 劍水蚤(16.5%, 114746 ± 5268 ind./100m ³) 尾蟲(15.3%, 106737 ± 25746 ind./100m ³)

(資料來源：本研究資料)

表 3-17. 台江國家公園海域浮游動物與之前研究比較表(RA, 相對豐度)

	豐度變化範圍	平均豐度 (Mean ± SE)	優勢種 (RA, Mean ± SE)
本研究(潟湖區) (100年3月~100年 10月)	410 ~23830 ind./100m ³	5881 ± 1443 ind./100m ³	哲水蚤(50%, 2913 ± 1011 ind./100m ³) 蟹類幼生(18%, 1058 ± 352 ind./100m ³) 夜光蟲(8%, 455 ± 165 ind./100m ³)
七股潟湖區 (85年8月~86年7 月)(羅, 1996)	539~42763 ind./100m ³	6475±2003 ind./100m ³	哲水蚤(37%, 2416± 894 ind./100m ³) 夜光蟲(24%, 1527 ± 715 ind./100m ³) 蟹類幼生(7%, 448 ± 178 ind./100m ³)
七股潟湖區 (86年8月~87年7 月)(羅, 1997)	/	5287±1034 ind./100m ³	哲水蚤(44%, 2352± 641 ind./100m ³) 仔稚魚(14%, 727± 276 ind./100m ³) 蟹類幼生(11%, 592± 299 ind./100m ³)
七股潟湖區 (87年8月~88年7 月)(羅, 1998)		9231±2029 ind./100m ³	哲水蚤(53%, 4581± 1444 ind./100m ³) 螢蝦類(6.2%, 581± 265 ind./100m ³) 有孔蟲(5.8%, 537± 659 ind./100m ³)
本研究(曾文溪口) (100年3月~100年 10月)		153 ~1367 ind./100m ³	653 ± 220 ind./100m ³
台南沿近海域 (86年8月~87年7 月)(羅, 1997)	/	90765±23453 ind./100m ³	哲水蚤(67%, 61059± 17774 ind./100m ³) 尾蟲類(6%, 5334± 2230 ind./100m ³) 毛顎類(3%, 2918± 913 ind./100m ³)
曾文溪沿近海域 (85年8月~86年7 月)(羅, 1996)		70893±12139~269946±81579 ind./100m ³	154238±4709 ind./100m ³

(資料來源：本研究資料與羅,1996,1997,1998)

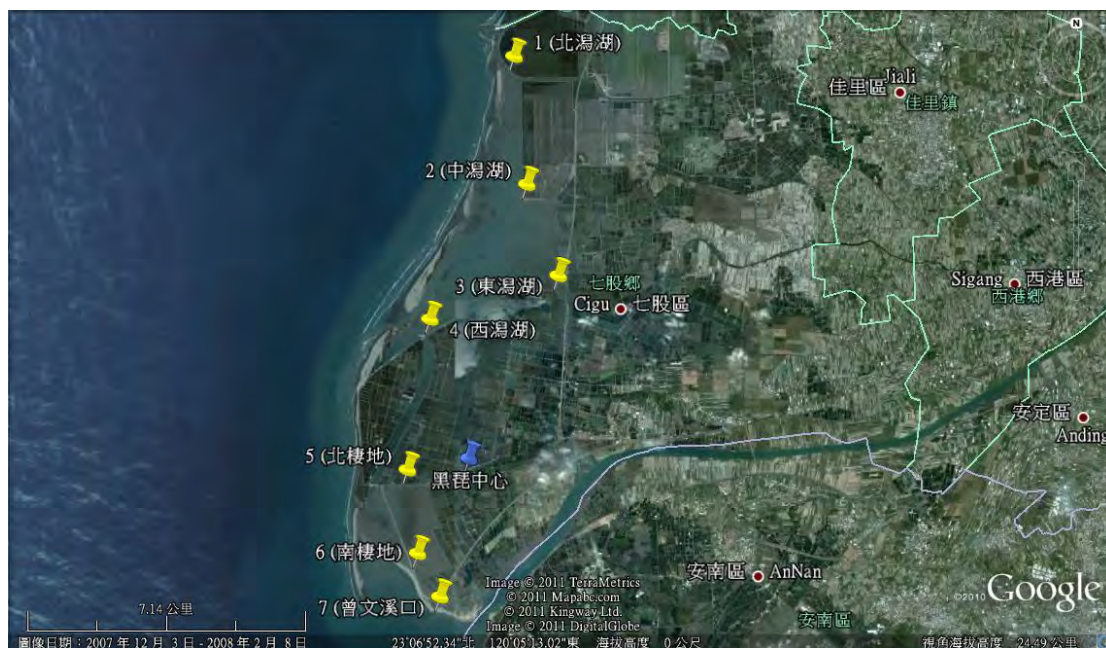


圖 3-1. 台江國家公園海域採樣測站圖(地圖來源：Google 地圖)

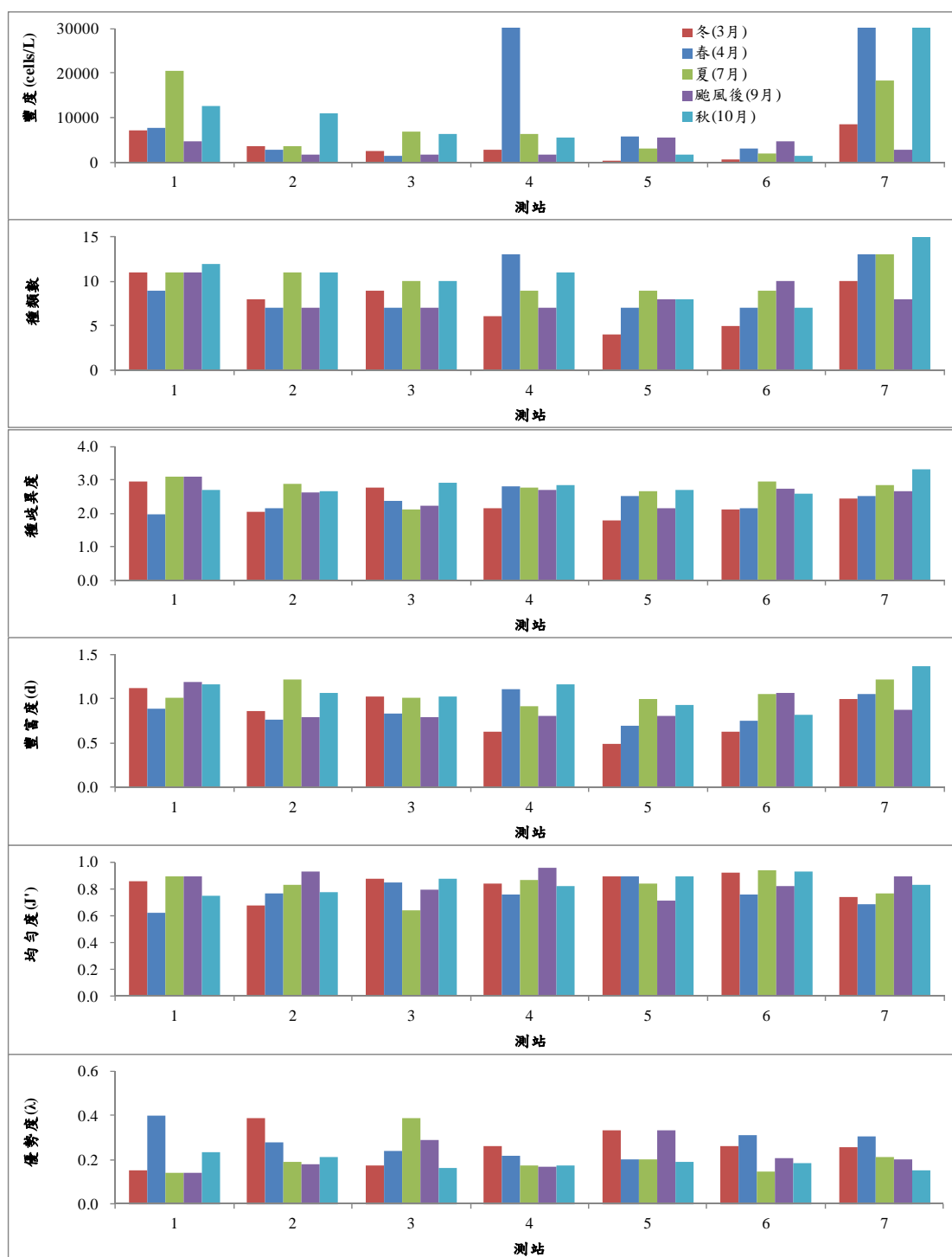


圖 3-2. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游植物豐度、種類數、種歧異度、豐富度、均勻度和優勢度指數變化圖(資料來源：本研究資料)

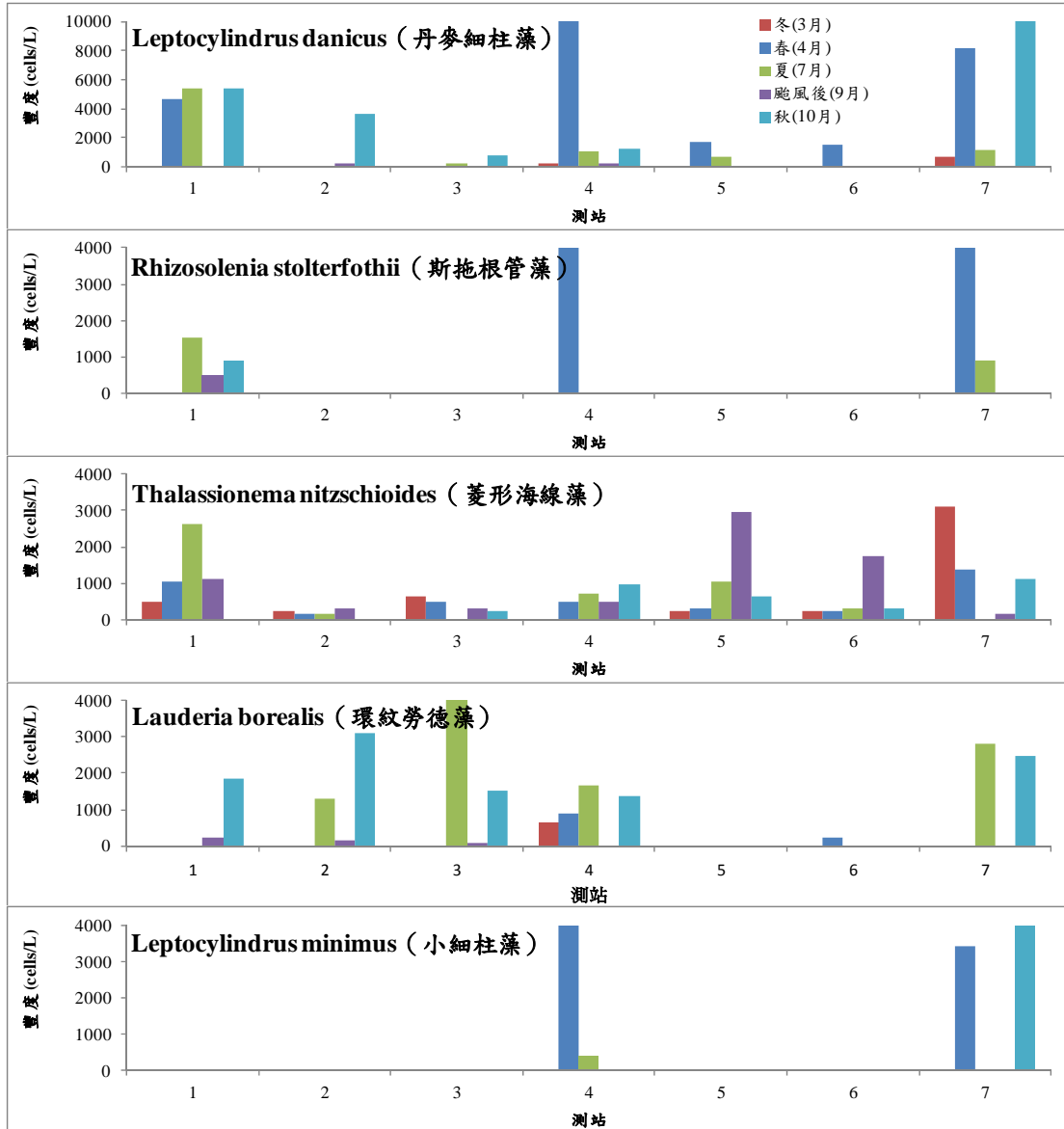


圖 3-3. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域前 5 主要優勢種浮游植物豐度變化圖(資料來源：本研究資料)

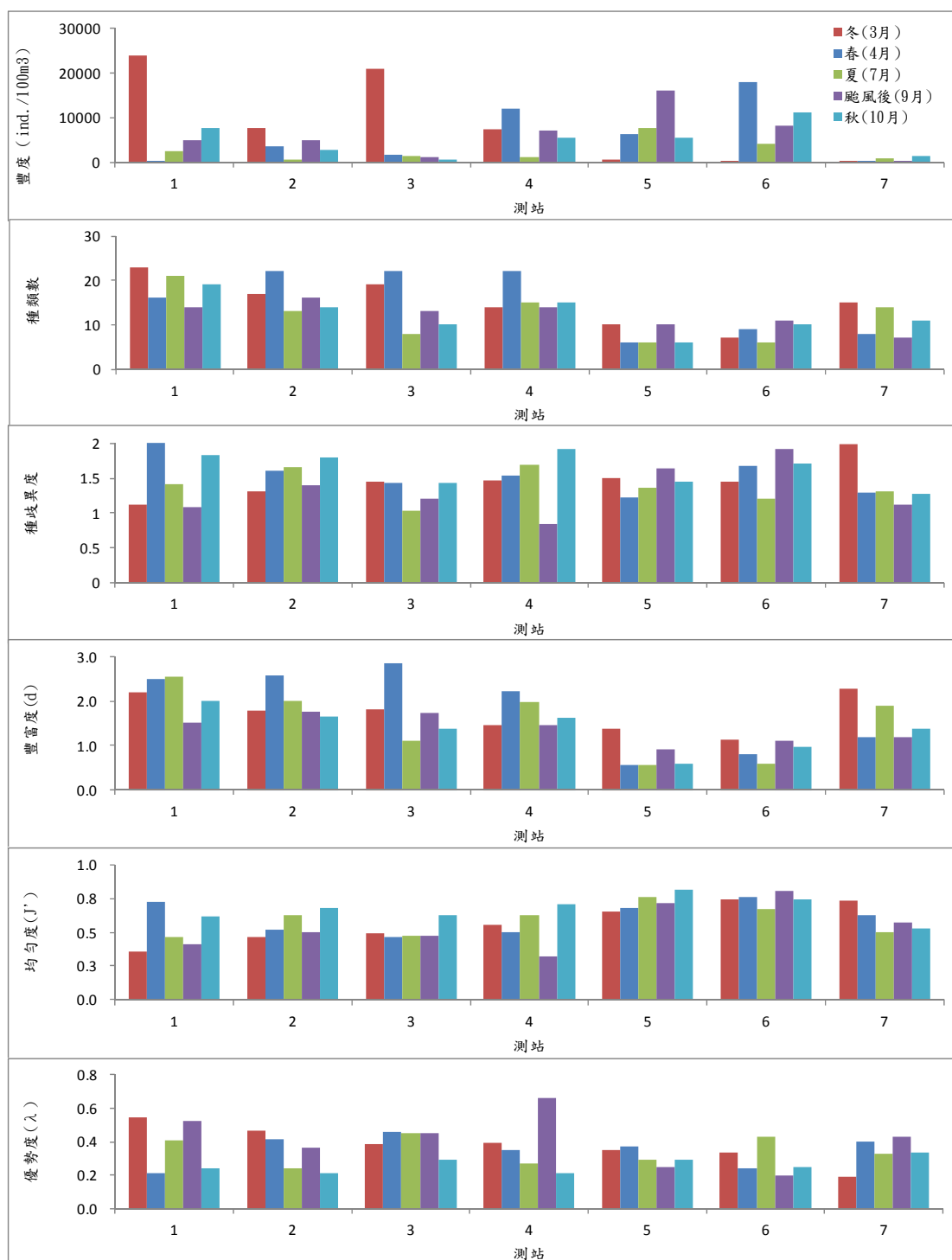


圖 3-4. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游動物豐度、種類數、種歧異度、豐富度、均勻度和優勢度指數變化圖(資料來源：本研究資料)

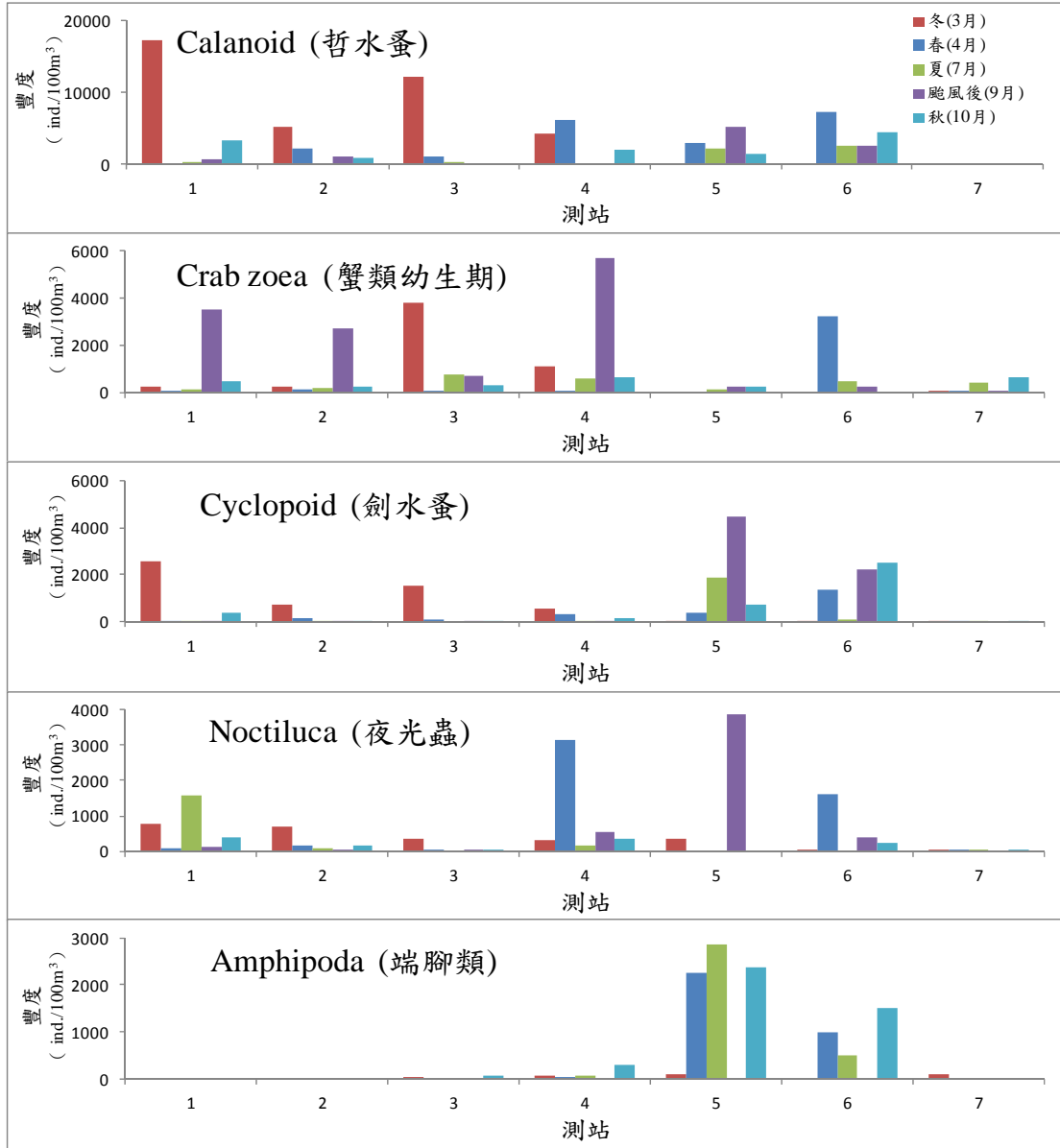


圖 3-5. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域前 5 個主要優勢大類浮游動物豐度變化圖(資料來源：本研究資料)

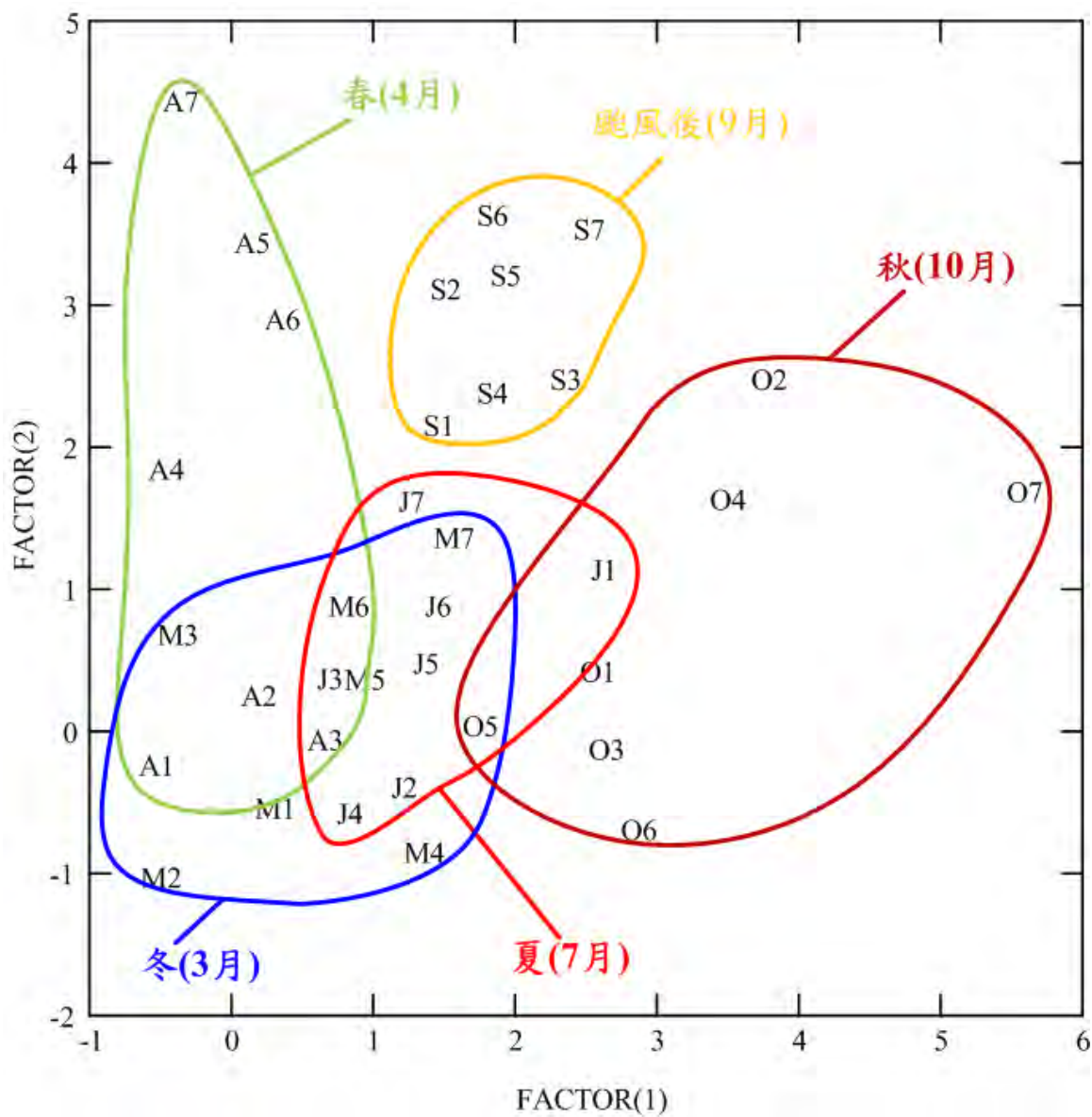


圖 3-6. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游植物群聚分析圖

(資料來源：本研究資料)

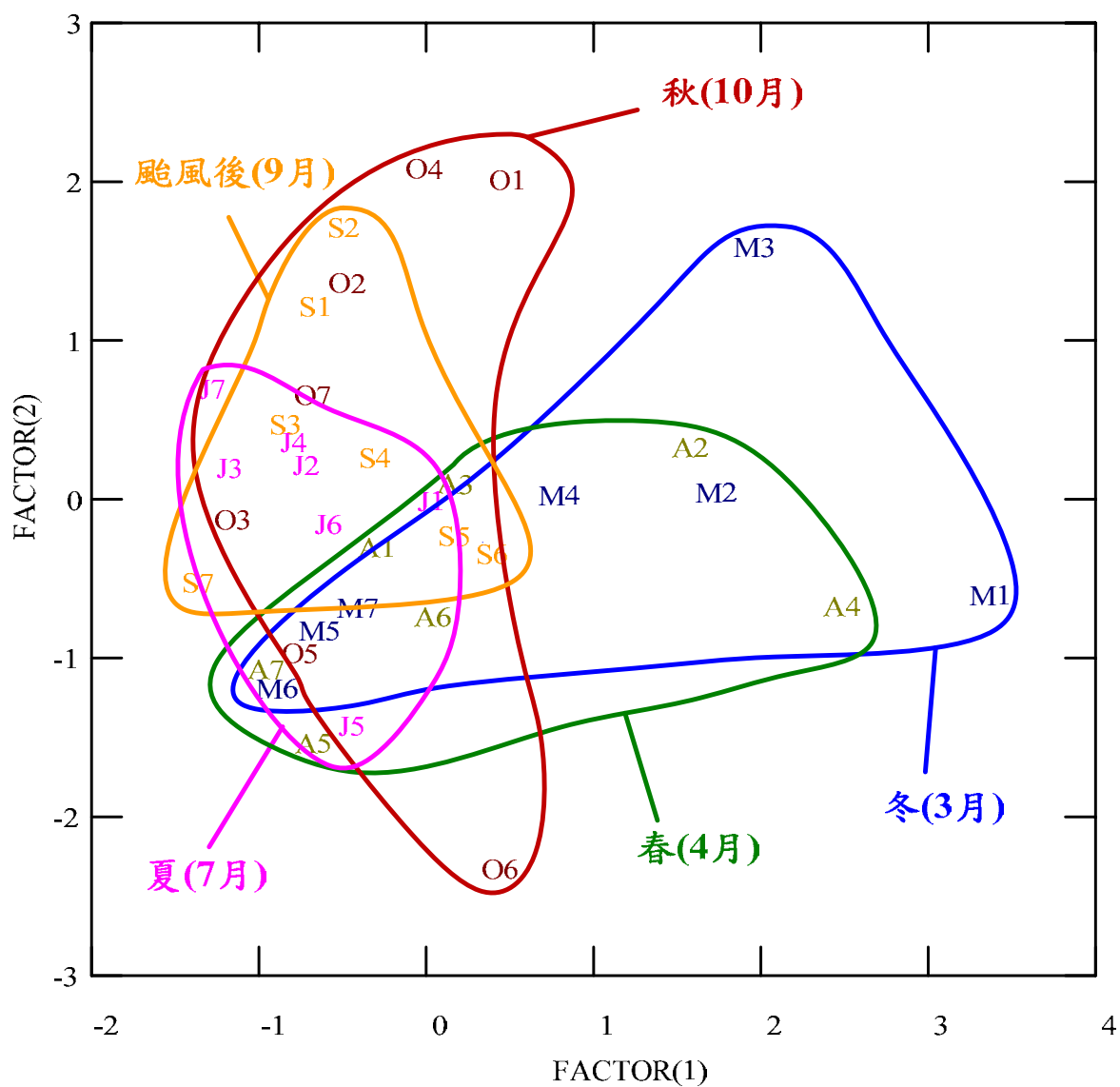


圖 3-7. 100 年 3 月至 10 月台江國家公園海域浮游動物群聚分析圖

(資料來源：本研究資料)

第四章 牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物研究

摘要

關鍵字：七股潟湖、黑面琵鷺保護區、多毛類、底棲螺貝類、物種組成、
生物多樣性指數

一、研究緣起

台江國家公園在曾文溪口北岸包含兩大重要沿海濕地：七股潟湖與黑面琵鷺保護區。七股潟湖是台灣地區最大潟湖，高生產力名列全球前茅，具有豐富的漁業資源，長久以來提供週遭居民極高的生態服務功能；珍稀保育鳥類黑面琵鷺更是台江國家公園的核心價值所在，而保護區也名列國際級重要濕地。國家公園最重要的任務是自然資源與生物物種的保育，需以宏觀的角度管理生態系統，其基礎建立在各項資源的量化與瞭解。

二、研究方法及過程

本子計畫利用穿越線定框採樣方法、方形採泥器與 PVC 採樣管定量取樣法，分別針對七股潟湖、黑面琵鷺保護區西側及曾文溪口沙岸底棲沉積物、底棲螺貝類的物種組成及生物多樣性指數、底棲無脊椎動物的組成與豐度進行了春夏秋冬四季的調查及一次颱風後的影響調查。

三、重要發現

七股潟湖潮間帶與黑面琵鷺保護區的底質沉積物之粒徑中間值小於曾文溪口，但粉泥黏土含量與總有機碳含量則高於曾文溪口，受到的擾動也較曾文溪口低，三個地區的總有機碳含量與總氮含量變化都與季節改變有關。

七股潟湖接近出海口的地區亞潮帶受到的擾動較潮間帶大，影響是從海向陸地影響，而接近溪口的地區潮間帶受到的擾動較亞潮帶大，是由陸地向海的影響，而遠離出海口與溪口的地區潮間帶與亞潮帶受到的

擾動都較低。與 1996 年相比較，七股潟湖的沉積環境有很大的改變，擾動變大、總氮含量增加，底質環境有優養化的趨勢。

七股潟湖的底棲無脊椎動物和大型底棲無脊椎動物的物種數及每平方公尺平均總個體數較黑面琵鷺保護區內多，而曾文溪口最少。底棲無脊椎動物組成以多毛類為主，端腳類次之。與 1996 年相比較，七股潟湖亞潮帶都以多毛類數量最多，次為端腳類，但 2011 年多毛類的數量增加，可能與底質沉積物的有機碳與總氮含量的增加有關。

七股潟湖牡蠣養殖面積約 1,354,089 m²，掛滿可養 71,879,511 叢牡蠣，整體估算空架率約 32.2 %。倒棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 273.62 g，肉總重為 50.04 g；浮棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 352.64 g，肉總重為 56.70 g。

螺貝類的總個體數由於有大量的海蟄使得保護區內略高於七股潟湖、曾文溪口最低；但七股潟湖內的樣站因為發現較多個體較大的蚶岩螺(*Thais clavigera*)、綠殼菜蛤(*Perna viridis*)、環文蛤(*Cyclina sinensis*)及大量的漁舟蜃螺(*Nerita albicilla*)，使得此區域的生物量明顯較其他樣站高，而保護區的生物量反而較低。螺貝類的物種多樣性指數及均勻度均呈現潟湖略高於保護區，曾文溪口最低。潮間帶棲地多樣性提供了構成螺貝類物種多樣性的重要因數，因此建議應積極保留並保護現有的環境棲地。

四、主要建議事項

1. 立即可行之建議-棲地保護以保持物種多樣性

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：黑面琵鷺保護學會等在地 NGO 團體

為能夠達到保持台江國家公園潮間帶底棲螺貝類的高生物多樣性，可優先積極保護棲地的多樣性，避免人為利用降低環境棲地多樣性或是改變潮間

帶的微棲地複雜度。

2. 立即可行之建議-保護區經營管理限制採捕貝類

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：黑面琵鷺保護學會等在地 NGO 團體

為能夠達到保持台江國家公園黑面琵鷺保護區底棲螺貝類-環文蛤等經濟性物種的永續利用，可優先積極保護棲地的完整性及水體流通性，並在非黑面琵鷺度冬期間，允許設籍於七股區漁民經申請得以在七股黑面琵鷺保護區進行人工採捕文蛤、赤嘴及竹蛭時限定採捕量上限，同時於其繁殖期間禁止採捕，以便底棲生物有足夠時間保持其穩定的族群數量，避免資源殆盡。

3. 長期性建議—建立長期監測及推廣潮間帶環境教育

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：台江區域在地各行政單位、教育單位及團體

為達到台江國家公園任務的自然資源保育、教育與生態永續利用的目的，不只應建立長期監測計畫進行環境棲地與物種調查記錄，也可積極進行更多的社會環境教育活動以達到全民認識並愛護本土環境生態資源的目的。

Abstract

The most important mission of Taijiang National Park is to conserve the natural resources, especially black faced spoonbill. In order to understand the population dynamics of black faced spoonbill and identify the driving forces, it is imperative to study in a holistic view by constructing the ecosystem models and to examine the interactions between biotic communities and environmental factors in the basin. In our study, we used transect line to collect snails, by using grabbers and PVC core to collect sediments in order to study the species composition and density of benthic invertebrates in Qigu Lagoon, reserve of black-faced spoonbill and Tseng-wen river mouth. The result revealed median grain size were smaller in lagoon and reserve than in river mouth, but silt/clay content and total organic carbon content were higher in lagoon and reserve than in river mouth. However, the intertidal of east lagoon was disturbed from Qigu river, the subtidal of west lagoon was disturbed from the sea. The disturbance and total nitrogen content were increased in 2011 compared to 1996. The numbers of composition and density of benthic invertebrates were higher in lagoon than reserve and river mouth habitats. The dominate invertebrates were polychaetes, and then amphipods. The density of polychaetes in lagoon was increased in 2011 compared to 1996. In mollusc, the lagoon had higher species number than reserve area, when lowest in river mouth; however, the reserve area had highest abundance but lowest biomass. And also, the lagoon showed the higher of the biodiversity index and evenness,

and then the Bray-Curtis similarity index indicated that the same habitat had similar species composition. At last, we suggested that the habitat of intertidal in Taijiang National Park needed proactive management and protect because the high habitat diversity provided the factor for the high biodiversity.

Keywords: Qigu Lagoon, reserve of black-faced spoonbill, polychaete, benthic snail, species composition, biodiversity index.

一、前言

國科會曾於 1994~1999 年支助「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ)整合計畫(邵廣昭與林幸助 1995)。本計畫係為配合國際地圈—生物圈計畫(IGBP)研究全球變遷,於 1993 年國際間正式推動 LOICZ 核心計畫。其目的在了解陸源物質(包括污染物)之通量及其在海岸之輸送現象及分布情形,海岸之物理、生物地質作用,以及人類活動等對該區域生物歧異度或生態系之影響。LOICZ 中整合生物資源結果發現曾文溪口及沿岸生物相相當豐富,就生物多樣性與生態系的維護而言,具有相當之重要性,應進行更深入之調查評估,以期在資源之永續利用的原則下,使經濟開發與環境保護能兼容並進。

謝蕙蓮等(1997)對潟湖沉積底泥的底棲生物的調查中,無脊椎動物有海葵、螺、二枚貝、貧毛類、多毛類、橈腳類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、海蜘蛛、帚蟲類及紐型動物等 13 大類。其中以多毛類數量最多,占了 58%,共採到 43 種,次為端腳類,占 37%。但多毛類和端腳類的個體皆很小,與蝦、蟹、牡蠣相比,這些底棲無脊椎動物的生物量不顯著。牡蠣架及牡蠣叢上的附著生物主要是牡蠣、貽貝、多毛類、海鞘、海綿與海葵,多為濾食性動物。

過去針對七股潟湖的底棲螺貝類研究調查相當有限,在雲嘉南生態資源記錄中(包含了七股潟湖)曾記錄了 12 科 13 種(陳東瑤等 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案則記錄了七股地區高達 60 科 155 科的底棲螺貝類(衍生工程顧問有限公司 2009)。在黑面琵鷺保護區的底棲動物資源方面,研究顯示(戴與郭 2006)開放漁撈前後共兩次採集,總計採得 105 顆環文蛤,其平均長度為 4.22 公分,平均重量為 19.88 公克,並可得到重量=0.30x 長度 2.83 之回歸關係。而 2007 年(楊等 2007)著重於密度之調查也顯示,東區採得 46

類環文蛤，西區採得 36 顆環文蛤，北區採得 215 顆環文蛤。調查結果顯示，北區因潮水感潮最佳，故環文蛤密度最高，平均密度可達每平方公尺 10.25 顆。2008 年的調查(戴 2009)則著重於高灘地之分佈調查，選擇了保護區東區、西區與北區進行，東區總計採得 51 顆環文蛤，西區總計採得 36 顆環文蛤，北區則採得 9 顆環文蛤。調查結果顯示，東區因高潮線與低潮線距離最近，潮間帶範圍不大，高灘地與低灘地棲地特色相近，故其高灘地環文蛤密度最高，平均密度可達每平方公尺 5.1 顆。而 2009 年著重於北區分布調查的研究顯示(戴等 2009)，保護區內的環文蛤數量有逐年下降之趨勢，在保護區內潮水交會處的環文蛤密度為最高，低潮線雖密度較低，但因受水域覆蓋時間最長，環文蛤可攝食時間也最長，因此環文蛤平均重量也最大。

由於黑面琵鷺保護區原為曾文溪飄砂作用所形成之浮覆地，加上水門可感潮，漲退潮之間有遼闊之潮間帶，也帶來許多生物，在未規劃為保護區之前，此地即為當地漁民重要養殖與捕撈漁獲地點，但劃設為保護區後已禁止一切漁撈活動，唯當黑面琵鷺全數飛離北返後，每年夏季會開放進行漁撈。而曾文溪口區域曾記錄約 200 種的貝類，曾於新浮崙汕的內海採得豆蛤科的日本酥豆蛤(*Pseudogaleomma japonica*)為台灣新記錄科(翁義聰及王建平 1999)。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案則記錄了曾文溪口區域共 58 科 152 種的底棲螺貝類(衍生工程顧問有限公司 2009)。另有漁民於河口區以浮棚養蚵；每年冬天，有漁民於岸邊捕撈鰻魚苗為業，隨著各式網撈採集到小塔織紋螺(*Nassarius teretiusculus*)及雲紋榧螺(*Olivella spretoides*)等稀有貝類(國家重要濕地國際級濕地簡介)。

本研究目的主要監測沿海濕地生態環境變化過程，主要是砂泥底質沉積物環境、潮間帶螺貝類、底棲無脊椎動物、牡蠣生物量與附生生物

的調查，提供生態環境研究的科學資料，以建立台江國家公園沿海濕地生態資料庫，並與先前生態系統研究歷史資料做比較，以描述生態環境之時空演變過程，提供台江國家公園管理處在沿海濕地生態系經營管理之參考依據。

二、材料與方法

(一) 野外採樣

分成七股瀉湖、黑面琵鷺保護區和曾文溪口三地區進行。七股瀉湖分別有北區、中區、七股溪口與南區 4 個測站，黑面琵鷺保護區有北區和南區 2 個測站，曾文溪口在北岸設 1 個測站。七股瀉湖進行潮間帶及亞潮帶底質砂泥底質沉積物之物性與化性的分析、砂泥底質沉積物內的底棲無脊椎動物(主要是多毛類)與螺貝類之調查、大型游走性底棲無脊椎動物的調查(主要是蝦、蟹)，瀉湖內牡蠣生物量及牡蠣叢上的附生生物之調查。黑面琵鷺保護區和曾文溪口主要是進行砂泥底質沉積物之物性與化性的分析、底棲無脊椎動物(主要是多毛類)與螺貝類之調查。採樣時間分別在 2011 年 3、4、7、10 月進行每季採樣，其中在 2011 年 9 月颱風過後增加南瑪都颱風影響的採樣。

1. 亞潮帶砂泥底質沉積物的物性與化性之分析、沉積物內的底棲無脊椎動物與大型游走性底棲無脊椎動物的調查

以乘船方式到測站附近的亞潮帶，主要是航道附近，自船上垂放方形採泥器(15 cm×15 cm 底面積)進行採樣，在現場以 0.5 mm 網目之篩網過篩，留在篩網上的生物及底泥碎屑以廣口採樣罐收集，放入薄荷腦當麻醉劑，經過半小時的麻醉後，再加入中性福馬林固定(保存濃度=福馬林體積/(福馬林+樣品)體積=10%)，每個測站取三重覆的底棲生物樣本，將固定後的樣品罐攜回實驗室，再做室內分析。每個測站另外取二個環境樣品—粒度與有機樣品的樣本。取樣方式是將採泥器採到的沉積物，以塑膠針筒做成的採樣管垂直插入採泥器內的沉積物進行採樣(圖 4-1)，約取 50 ml，再放入小採集罐保存，一個做沉積物的有機物含量分析，另一個做沉積物物性分析，放入手提式冰箱冷藏、暫存。帶回實驗室後，儘速將其中要做有機物分析的樣品放入冷凍櫃暫存。大型游

走性底棲無脊椎動物的調查，則是調查子計劃二的待袋網、蝦拖網與流刺網收集到的大型底棲無脊椎漁獲種類，並估算每個待袋網補獲的面積範圍。

2. 潟湖內牡蠣養殖面積的估算

七股潟湖內的牡蠣養殖有三種方式浮棚式、倒棚式與吊棚式(圖 4-2)。利用漁業署提供的牡蠣架 GIS 圖檔與購買的空照圖影像，以軟體分析三種牡蠣養殖的牡蠣架數與覆蓋海水面積。接著以乘船的方式到四個測站去測量三種牡蠣架的平均單位面積之養殖牡蠣數，並估算 4 個測站牡蠣養殖的空架率。

3. 潟湖內牡蠣生物量

以乘船方式取樣估算測站附近的牡蠣養殖架有多少條牡蠣串，每個牡蠣串有多少叢牡蠣。而於每次調查於每個測站各購買 1~2 條牡蠣串，將牡蠣放入冰箱，保持潮溼，帶回實驗室。在實驗室內將牡蠣暫時分別放在壓克力水缸內，倒入些微海水，缸口覆保鮮膜，保持潮濕。不及分析的樣品則放入-20 °C 冰箱保存。接著將牡蠣以叢為單位取出，測量含殼與不含殼的牡蠣生物量測量。

4. 潮間帶螺貝類與底棲無脊椎動物的調查

螺貝類調查於 7 個測站的潮間帶進行定量的穿越線調查方法。各個測站設立三條穿越線，每條穿越線間隔 15 公尺，並於每條穿越線上高、中、低潮位(或以離岸遠近或以大型潮溝為標準)，各取一 3 m×3 m 的採樣方格，以目視撿拾法對底質表層之底棲螺貝類及其它無脊椎動物進行定量調查。並翻動石塊撿拾個體，若底質為泥沙或碎石型，需進行篩洗，若無法當場辨識之種類則拍照後至實驗室進行鑑定。底棲無脊椎動物調查則於每個測站的低潮位方格附近各取一個生物樣本及二個環境樣本。生物樣本以徒手操作的 PVC 採樣管(直徑約 10 cm)進行底棲動物

的採樣，垂直壓入底質約 10 cm 深，採上來的沉積物放在 0.5 mm 網目的篩網在水中進行過篩。過篩後留在篩網的樣品以廣口採樣罐收集，放入薄荷腦當麻醉劑，經過半小時的麻醉後，再加入中性福馬林固定，將固定後的樣品罐攜回實驗室，再做室內分析。環境樣本則在測站附近以塑膠針筒做成的採樣管垂直插入沉積物進行採樣，深約 5 cm，採集約 50 ml，再放入小採集罐保存，儘速放入手提式冰箱冷藏保存，並放入標籤，註明採集日期、地點、站別、用途及樣品編號。

螺貝類調查同時也進行定性調查。實施時每次以四人為一組，於該樣點進行目視徒手及網具採捕大型無脊椎動物，照相並紀錄微棲地資料。配合總計畫實施，每季調查均配合潮汐，在農曆初一或十五潮水適合的數天內實施，選擇白天低潮前後一個小時內完成調查。

(二) 分析方法

1. 螺貝類物種鑑定及物種名錄建立

以 Abbott and Dance (1986), Habe (1977, 1989), Habe and Ito (1991), Habe and Kosuge (1991), Kira (1989), Lai (1986, 1987, 1990, 1998), Okutani (1996, 2000) 與 Springsteen et al. (1986) 等文獻及圖鑑進行標本比對及鑑定工作。名錄建立方法依總計畫規範，進行欄位確認。

2. 螺貝類數量分析方法

利用計算測站之單位採樣面積個體數(ind. m⁻²)及生物量(g m⁻²)，估算各樣區之生物密度及優勢種趨勢。利用 PRIMER 統計軟體計算出各樣站的螺貝類、多毛類、無脊椎動物的物種多樣性(diversity)、均勻度(evenness)，且計算出各測站生物群集之 Bray-Curtis 相似性指數。

3. 螺貝類優勢物種生物量與體長迴歸關係

於各種優勢物種中隨機選取 20 隻個體，並以游標尺測量殼長、殼高、殼寬及殼重，精確到 0.01 mm，將軟體組織部分與殼分開，置於 60~70 °C 烘箱中 24 h 後，用電子天平(精確度 0.001 g)分別秤出軟體乾重和貝殼乾重，重複測量 5 次乾重後記錄最小乾重，並計算各優勢物種之族群殼長頻度及殼長與乾重之關係，並以迴歸分析分析殼長與乾重之關係。

4. 底棲無脊椎動物

每一生物樣本在實驗室內分別重新過篩後，進行挑蟲、分大類鑑定及計數、稱個體溼重。

5. 砂泥底質沉積物分析

沉積物物性分析：採用濕篩法分析(Hsieh and Chang 1991；謝蕙蓮等，1993)，測量及計算沉積物的粒徑大小(grain size)，粉泥及黏土含量(silt/clay content)百分比及篩選係數(sorting coefficient)。有機碳含量(TOC)、有機氮(TN)含量測量方式為將底泥樣品冷凍乾燥後，加入1N的鹽酸去除無機碳，經再次冷凍乾燥並研磨均勻後，利用元素分析儀測定。

(三) 統計分析

以變方分析(ANOVA)做測站和季節間差異的分析。

三、結果

(一) 底質沉積物物性與化性之時空分布

1. 七股潟湖亞潮帶

潟湖北區、潟湖中區、七股溪口和潟湖南區亞潮帶底質沉積物平均的粒徑中間值分別為 0.09、0.03、0.05 和 0.13 mm (圖 4-3a)，粉泥黏土含量分別為 28.78 %、79.44 %、53.72 %和 15.57 % (圖 4-3b)，篩選係數分別為 1.16、1.12、1.04 和 0.73 (圖 4-3c)。總有機碳(TOC)含量分別為 0.38 %、0.54 %、0.53 %和 0.30 % (圖 4-4a)，總氮(TN)含量分別為 0.16 %、0.17 %、0.13 %和 0.10 % (圖 4-4b)。七股潟湖亞潮帶底質沉積物的粒徑中間值、粉泥黏土含量、篩選係數在測站間有顯著的差異 (two way ANOVA, $p < 0.05$)，但沒有明顯的季節變化 (two way ANOVA, $p > 0.05$)；總有機碳含量在測站間有明顯的差異，也有明顯的季節變化(two way ANOVA, $p < 0.05$)；總氮含量在測站間則沒有差異(two way ANOVA, $p > 0.05$)，但有明顯的季節變化(two way ANOVA, $p < 0.05$)。

2. 七股潟湖潮間帶

潟湖北區、潟湖中區、七股溪口和潟湖南區潮間帶底質沉積物的粒徑中間值分別為 0.07、0.06、0.11 和 0.10mm (圖 4-3a)，粉泥黏土含量分別為 47.15%、60.76%、29.49%和 34.76% (圖 4-3b)，篩選係數分別為 1.44、1.74、1.08 和 1.41 (圖 4-3c)。總有機碳含量分別為 0.39%、0.51%、0.24%和 0.40% (圖 4-4a)，總氮含量分別為 0.15%、0.18%、0.11%和 0.15% (圖 4-4b)。七股潟湖潮間帶底質沉積物的粒徑中間值、篩選係數在測站間沒有差異，也沒有明顯的季節變化 (two way ANOVA, $p > 0.05$)；但粉泥黏土含量、總有機碳含量在測站間有明顯的差異，也有明顯的季節變化(two way ANOVA, $p < 0.05$)；總氮含量在測站間的

沒有差異(two way ANOVA, $p > 0.05$)，但有明顯的季節變化(two way ANOVA, $p < 0.05$)。

3. 黑面琵鷺保護區

保護區北區和保護區南區底質沉積物的粒徑中間值分別為 0.10 和 0.08mm (圖 4-3a)，粉泥黏土含量分別為 29.75%和 42.45% (圖 4-3b)，篩選係數分別為 1.17 和 1.26 (圖 4-3c)。總有機碳含量分別為 0.39%和 0.38% (圖 4-4a)，總氮含量分別為 0.14%和 0.12% (圖 4-4b)。保護區北區和保護區南區的底質沉積物的粒徑中間值、粉泥黏土含量、篩選係數、總有機碳含量沒有顯著差異，也沒有季節間的差異 (two way ANOVA, $p > 0.05$)。總氮含量也沒有差異，但有季節間的差異(two way ANOVA, $p < 0.05$)。

4. 曾文溪口

曾文溪口底質沉積物的粒徑中間值為 0.20mm，粉泥黏土含量為 0.55%，篩選係數為 0.32 (圖 4-3)。總有機碳含量為 0.28%，總氮含量為 0.10 (圖 4-4)。曾文溪口底質沉積物的粒徑中間值、粉泥黏土含量、篩選係數與總有機碳含量沒有季節間的差異，但總氮含量有明顯季節間的差異(one-way ANOVA, $p < 0.05$)。

七股潟湖潮間帶與黑面琵鷺保護區底質沉積物平均的粒徑中間值分別為 0.09 mm 和 0.09 mm，粉泥黏土含量分別為 38.81%和 36.10%，篩選係數分別為 1.35 和 1.21，總有機碳含量分別為 0.36%和 0.38%，總氮含量分別為 0.13%和 0.13%。七股潟湖潮間帶、黑面琵鷺保護區與曾文溪口三地區的平均的粒徑中間值、粉泥黏土含量、篩選係數有顯著差異 (two way ANOVA, $p < 0.05$)，但沒有季節間的差異 (two way ANOVA, $p > 0.05$)。總有機碳含量在三個地區間皆有差異，也有明顯季節間的差異(two way ANOVA, $p < 0.05$)；而總氮含量在三個地區沒有顯著差異，但有明顯季節間的差異(two way ANOVA, $p <$

0.05)。顯示七股瀉湖潮間帶與黑面琵鷺保護區的底質沉積物平均的粒徑中間值小於曾文溪口，但粉泥黏土含量與總有機碳含量則高於曾文溪口，受到的擾動也較曾文溪口低，三個地區的總有機碳含量與總氮含量變化都與季節改變有關。

(二) 底棲無脊椎動物之時空生物

七股瀉湖共採到海葵、螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、星蟲、水棲昆蟲和紐型動物等 11 大類，每平方公尺平均總個體數是 2089.6 個，以端腳類數量最多，占 50.98%，次為多毛類，占 46.85% (表 4-1)。其中亞潮帶採到海葵、螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、星蟲、水棲昆蟲和紐型動物等 11 大類，每平方公尺平均總個體數是 825.2 個，以多毛類數量最多，占 74.51%，次為端腳類，占 21.18%。潮間帶只採到螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹、蝦等 6 大類，每平方公尺平均總個體數是 5247.6 個，以端腳類數量最多，占 58.65%，次為多毛類，占 40.23%。七股瀉湖亞潮帶的種類較多，但潮間帶每平方公尺平均總個體數較高。

七股瀉湖亞潮帶每平方公尺平均總個體數在四個測站間有明顯的差異 (two way ANOVA, $F_{3,12} = 7.28$, $p < 0.05$)，瀉湖北區和七股溪口的每平方公尺平均總個體數較高(圖 4-5)；各測站也有明顯的季節間的差異 (two way ANOVA, $F_{4,12} = 6.46$, $p < 0.05$)，冬、春季較高，夏、秋季較低(圖 4-5)。潮間帶每平方公尺平均總個體數在測站間和季節差異間皆沒有顯著差異 (two way ANOVA, $F_{3,9} = 1.49$ 和 1.43 , $p > 0.05$)。

黑面琵鷺保護區內共採到螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹等 5 大類，每平方公尺平均總個體數是 1403.9 個，以多毛類數量最多，占 68.7%，次為端腳類，占 29.0%。其中，保護區北區採到螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹等 5 大類，每平方公尺平均總個體數是 1943.3

個，以多毛類數量最多，占 58.46%，次為端腳類，占 38.87%。保護區南區採到多毛類、端腳類、蟹等 3 大類，每平方公尺平均總個體數是 864.5 個，以多毛類數量最多，占 91.74%，次為端腳類，占 6.61%。保護區北區和南區單位平方公尺平均總個體數在測站間和季節差異間皆沒有顯著差異 (two way ANOVA, $F_{4,9} = 0.67$ 和 3.13 , $p > 0.05$)。

曾文溪口共採到二枚貝、多毛類、端腳類、蝦等 4 大類，以多毛類數量最多，每平方公尺平均總個體數是 700.2 個，占 89.09%，其次是端腳類，每平方公尺平均總個體數是 50.0 個，占 6.36%。單位平方公尺平均總個體數有明顯季節間的差異 (one way ANOVA, $F_{4,10} = 12.47$ 和 1.43 , $p < 0.05$)。

(三) 底棲大型游走性無脊椎動物之時空變化

本研究調查共發現蝦 15 種(表 4-2)、螃蟹 12 種(4-3)。其中，七股潟湖內採到蝦 13 種，每平方公尺平均總個體數是 0.34 隻，以刀額新對蝦最多，占 73.02%，次為長毛明對蝦，占 12.35%。螃蟹採到 7 種，每平方公尺平均總個體數是 0.02 隻，以鋸緣青蟬最多，占 27.05%，字紋弓蟹次為，占 19.16%。黑面琵鷺保護區採到蝦 7 種，每平方公尺平均總個體數是 0.02 隻，以刀額新對蝦最多，占 53.79%。螃蟹採到 5 種，每平方公尺平均總個體數是 0.002 隻，以遠海梭子蟹多，占 55.00%，次為萬歲大眼蟹，占 30.00%。曾文溪口只採到蝦 2 種，分別是短溝對蝦和南美白蝦，每平方公尺平均總個體數是 0.008 隻。螃蟹採到 5 種，每平方公尺平均總個體數是 0.02 隻，以紅星梭子蟹最多，占 50.00%，次為鈍齒短槳蟹，占 28.57%。

蝦類與蟹類的物種數，每平方公尺平均總個體數在七股潟湖最多，其次是黑面琵鷺保護區，曾文溪口最低，但蟹類每平方公尺平均總個體數在曾文溪口最多。

(四) 螺貝類物種組成及優勢物種

本研究調查共發現 3 綱 30 科 71 種底棲螺貝類，其中雙殼綱 9 科 22 種、腹足綱 16 科 47 種及多板綱 2 科 2 種，總個體數為 4158 個(表 4-4)，總生物量為 4742.78 g(表 4-5)。七股瀉湖北區、中區、七股溪口、南區、黑面琵鷺保護區北區、南區與曾文溪口，物種組成分別發現 3 綱 19 科 36 種、2 綱 14 科 30 種、2 綱 13 科 29 種、3 綱 13 科 30 種、2 綱 6 科 10 種、2 綱 2 科 8 種及 2 綱 5 科 5 種(表 4-4,圖 4-6)；總個體數分別為 640、492、720、580、526、892 及 308 個(表 4-4,圖 4-7)；生物量分別為 1024.10 g、870.51 g、746.03 g、818.98 g、471.73 g、572.14 g 及 239.30 g (表 4-5,圖 4-8)。此外，本調查中海鹿科 *Aplysiidae* 的唯一記錄是在冬季中瀉湖樣站岸邊發現的兩種海鹿屬 *Aplysia* 海兔 (*Aplysia* sp. 及 *Aplysia morio*)，有關此二種游泳性海兔的分類與分布則有待進一步調查研究。

七股瀉湖北區的優勢物種為中華玉黍螺(33.49%)、居間玉黍螺(14.17%)及蚶岩螺(12.56%)；中區為中華玉黍螺(30.69%)、顆粒玉黍螺(18.37%)及高腰蜚螺(8.98%)；七股溪口為法老貽貝(26.09%)、高腰蜚螺(20.59%)及花青螺(7.90%)；南區為中華玉黍螺(19.79%)、中華玉黍螺(18.55%)及漁舟蜚螺(16.61%)。保護區北區為鐵尖海蜷(56.54%)、燒酒海蜷(46%)及居間玉黍螺(9.23)；保護區南區為鐵尖海蜷(75.51%)燒酒海蜷(12.98%)及多彩玉黍螺(4.51)。曾文溪口為半紋斧蛤(90.91%)、法老貽貝、(7.14%)彩虹虫昌螺 (1.30%)及細小彈頭螺(0.65%)(圖 4-9)。

(五) 螺貝類物種多樣性指數(diversity index)及均勻度(evenness)

七股瀉湖北區的物種多樣性指數 H' 介於 1.54 至 2.31、中區介於 1.41 至 2.20、七股溪口介於 1.69 至 2.19、南區介於 1.58 至 2.56；保

護區北區介於 0.54 至 1.59、保護區南區介於 0.41 至 1.03；曾文溪口介於 0 至 0.97。最高的物種多樣性指數 H' 為 2.56 出現在七股瀉湖南區春季，次高的 2.31 則出現在七股瀉湖北區秋季，而最低的物種多樣性指數 H' 則是在曾文溪口的冬、夏季及颱風後的 0，而黑面琵鷺保護區及曾文溪口的多樣性指數 H' 皆未超過 1.60，曾文溪口更低於 1.00 (表 4-6, 圖 4-10)。七股瀉湖北區的物種均勻度 J' 介於 0.64 至 0.81、中區介於 0.61 至 0.84、七股溪口介於 0.67 至 0.79、南區介於 0.62 至 0.84；黑面琵鷺保護區北區介於 0.30 至 0.77、黑面琵鷺保護區南區介於 0.44 至 0.57；曾文溪口則為 0.19 至 0.70。最高的均勻度 J' 出現在七股瀉湖中區秋季的 0.84，次高的 0.81 則出現在七股瀉湖北區夏季，而最低的物種均勻度 J' 則是在曾文溪口的冬、夏季及颱風後的無意義值(表 4-6, 圖 4-11)。

(六) Bray-Curtis 相似性指數

根據各樣站底棲螺貝類物種組成總個體數(ind.)，Bray-Curtis 相似性指數結果顯示黑面琵鷺保護區內的北區及南區相似度為 64.01；七股瀉湖內的北區及中區的相似度最高為 68.18、而南區與北區及中區的相似度為 54.94、七股溪口與南區、北區及中區的相似度為 24.71。

黑面琵鷺保護區兩樣站(北區及南區)與七股瀉湖內四樣站(北區、中區、七股溪口及南區)兩區域的相似度只有 10.36%、而曾文溪口與其他所有樣站的相似度最低，只有 0.88 (圖 4-12)。

(七) 優勢物種生物量與體長迴歸關係

各優勢物種族群殼長頻度結果顯示(圖 4-13)，族群殼長以牡蠣平均 $63.30 \pm 12.62\text{mm}$ 為最高，顆粒玉黍螺平均 $5.39 \pm 0.58\text{mm}$ 為最低，其中玉黍螺屬族群殼長較低，平均殼長皆為 10mm 以下，屬於較小型之個體；蜆螺屬、鐵尖海蜷與半紋斧蛤等物種族群殼長則屬於中等體型，殼長約為 10~30mm 左右；牡蠣與蚵岩螺之族群殼長較長，兩物種平均殼

長皆為 40mm 以上。各優勢物種乾重與殼長之關係結果顯示，各物種之乾重與殼長關係皆呈現正相關，各個乾重與殼重之趨勢線公式如下(圖 4-14)：

鐵尖海蜷之趨勢線公式為 $y=0.056x-0.6949$ ， $R^2=0.7395$ ， $p<0.05$ ；

漁舟蜆螺之趨勢線公式為 $y=0.4051x-4.9886$ ， $R^2=0.7204$ ， $p<0.05$ ；

高腰蜆螺之趨勢線公式為 $y=0.2958x-4.1305$ ， $R^2=0.7582$ ， $p<0.05$ ；

半紋斧蛤之趨勢線公式為 $y=0.1162x-0.981$ ， $R^2=0.646$ ， $p<0.05$ ；

中華玉黍螺之趨勢線公式為 $y=0.0213x-0.1054$ ， $R^2=0.6683$ ， $p<0.05$ ；

顆粒玉黍螺之趨勢線公式為 $y=0.0115x-0.0356$ ， $R^2=0.6029$ ， $p<0.05$ ；

牡蠣之趨勢線公式為 $y=0.2958x+2.7209$ ， $R^2=0.2964$ ， $p<0.05$ ；

蚵岩螺之趨勢線公式為 $y=0.3315x-6.5635$ ， $R^2=0.2279$ ， $p<0.05$ 。

迴歸分析結果顯示乾重與殼長關係皆為正相關，但除了鐵尖海蜷、漁舟螺和高腰蜆螺外，其餘相關係數皆不高，得知其餘物種之殼長與乾重的關係並無明顯趨勢。

(八) 七股潟湖牡蠣養殖面積與生物量

浮棚式牡蠣架，每個牡蠣架由 20 根長竹竿排列組成，竹竿間隔為 30 cm 組成，一個牡蠣架面積約為 $10 \times 20 \text{ m}^2$ 。牡蠣串以垂掛方式綁在竹竿上，每條牡蠣串有 10 叢牡蠣，平均 $0.3 \times 1 \text{ m}^2$ 面積牡蠣架有 4 條的牡蠣串。影像分析計算整個七股共有 658 個浮棚式牡蠣架，養殖面積為 $131,600 \text{ m}^2$ ，掛滿約可養 17,546,667 叢牡蠣。

倒棚式牡蠣架，每個牡蠣架由有五根長竹竿間格 1.5 m 組成。牡蠣串平掛在二根竹竿間，每條牡蠣串有 10 叢牡蠣，平均 $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$ 面積牡蠣架有 10 條牡蠣串。影像分析計算整個七股共有 2291 個倒棚式牡蠣架，養殖面積為 $1,212,589 \text{ m}^2$ ，掛滿約可養 53,892,844 叢牡蠣。

吊棚式牡蠣架，每個牡蠣架由五根長竹竿與橫錯的 20 根長竹竿交

錯組成，間格 1.5~2 m，一個牡蠣架面積約為 $10 \times 30 \text{ m}^2$ 。牡蠣串以垂掛方式綁在橫的竹竿上，每條牡蠣串有 10 叢牡蠣，平均 $1.5 \times 1.5 \text{ m}^2$ 面積的牡蠣架有 10 條牡蠣串。影像分析計算整個七股共有 33 個吊棚式牡蠣架，養殖面積為 $9,900 \text{ m}^2$ ，掛滿約可養 440,000 叢牡蠣。

牡蠣總養殖面積約 $1,354,089 \text{ m}^2$ ，掛滿可養 71,879,511 叢牡蠣，整體估算空架率約 32.2 %。

(九) 七股瀉湖牡蠣生物量

倒棚式牡蠣抽樣兩條牡蠣串估算牡蠣生物量，每個牡蠣串皆有 10 叢牡蠣，第一條牡蠣串隨機抽 5 個牡蠣叢來估算生物量，第二條牡蠣串抽 4 個牡蠣叢來估算生物量，總計有 9 個牡蠣叢，將 9 個牡蠣叢生物量平均，得可估算倒棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 $273.62 \pm 26.02 \text{ g}$ ，肉總重為 $50.04 \pm 5.57 \text{ g}$ 。浮棚式牡蠣抽樣三條牡蠣串估算牡蠣生物量，每個牡蠣串皆有 10 叢牡蠣，第一條牡蠣串隨機抽 4 個牡蠣叢來估算生物量，第二條牡蠣串抽 3 個牡蠣叢來估算生物量，第三條牡蠣串抽 2 個牡蠣叢來估算生物量，總計有 9 個牡蠣叢，將 9 個牡蠣叢生物量平均，得可估算浮棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 $352.64 \pm 51.62 \text{ g}$ ，肉總重為 $56.70 \pm 8.49 \text{ g}$ 。吊棚式未買到牡蠣串。

四、討論

七股潟湖亞潮帶北區與潟湖南區的粒徑中間值較粗，但粉泥黏土含量較低，雖然潟湖北區、潟湖中區和七股溪口的篩選等級皆為不佳，而潟湖南區為尚佳的等級，推測潟湖中區和七股潟口受到擾動的程度較低，而接近出海口潟湖北區和潟湖南區受到的擾動較大。總有機碳含量在潟湖中區和七股溪口的含量較高，推測可能受到七股溪帶來有機物的影響，加上水流交換的影響，而有季節間的變化。總氮含量的季節差異可能與雨量有關。七股潟湖潮間帶受到的擾動則相近，沒有空間上的明顯差別，但在潟湖北區與潟湖中區堆積的粉泥黏土含量較高。

比較七股潟湖潮間帶與亞潮帶的底質沉積物，潟湖北區的粒徑中間值、有機碳含量和總氮含量沒有差異，但亞潮帶的粉泥黏土含量明顯低於潮間帶，篩選係數也較低 (pair t-test, $p < 0.05$)，顯示潟湖北區亞潮帶受到的擾動較潮間帶大。潟湖中區亞潮帶的粒徑中間值小於潮間帶，篩選係數也較低，粉泥黏土含量則高於潮間帶 (pair t-test, $p < 0.05$)，但有機碳含量和總氮含量沒有差異，顯示潟湖中區亞潮帶受到的擾動較潮間帶低。七股溪口亞潮帶的粒徑中間值小於潮間帶，但粉泥黏土含量、總有機碳含量與總氮含量則明顯高於潮間帶 (pair t-test, $p < 0.05$)，顯示七股溪口亞潮帶受到溪水的擾動較潮間帶低。潟湖南區亞潮帶的粉泥黏土含量與篩選係數明顯低於潮間帶 (pair t-test, $p < 0.05$)，但粒徑中間值、總有機碳含量與總氮含量沒有差異，顯示潟湖南區亞潮帶受到的擾動較潮間帶大。推測接近出海口的地區亞潮帶受到的擾動較潮間帶大，影響是從海向陸地影響，而接近溪口的地區潮間帶受到的擾動較亞潮帶大，影響是由陸地向海的影響，而遠離出海口與溪口的地區潮間帶與亞潮帶受到的擾動都較低。

謝蕙蓮等(1997)於七股潟湖亞潮帶進行 16 個測站的調查，選取與本研究四個測站相近的測站資料做比較分析(表 4-7)，粒徑中間值在潟

湖北區、瀉湖中區和七股溪口沒有變化(圖 4-15a)，但 2011 年瀉湖南區的粒徑中間值明顯增加 (t-test, $df = 4$, $p < 0.05$)。2011 年的粉泥黏土含量在瀉湖北區、瀉湖中區沒有變化(圖 4-15b)，但在七股溪口明顯增加、瀉湖南區則明顯下降 (t-test, $df = 4$, $p < 0.05$)。2011 年四個測站的篩選係數都明顯下降 (t-test, $df = 4$, $p < 0.05$) (圖 4-15c)。2011 年的總有機碳含量在瀉湖北區與七股溪口明顯增加 (t-test, $df = 4$, $p < 0.05$) (圖 4-16a)。而 2011 年的總氮含量則都明顯增加 (t-test, $df = 4$, $p < 0.05$) (圖 4-16b)。顯示七股瀉湖的沉積環境有很大的改變，擾動變大、總氮含量增加，底質環境有優養化的趨勢。

底棲無脊椎動物組成以七股瀉湖的 11 大類最多，高於黑面琵鷺保護區的 5 類及曾文溪口的 4 類，可能與七股瀉湖內的棲地多樣性較高，屬於半開放性的海域與沉積環境，可以提供幼生入添的機會，同時又有較多豐富的食物來源有關。保護區雖然也是沉積環境，並有較多豐富的食物來源，但屬於封閉性水域，棲地多樣性也低，因此物種數相對較低。而曾文溪口處在擾動較高的環境，可能降低物種留存的機會。

七股瀉湖底棲無脊椎動物在亞潮帶與潮間帶的分布有差異，亞潮帶的種類較潮間帶多，但數量較潮間帶少，主要是因為潮間帶常會出現大量的端腳類導致。底棲無脊椎動物在亞潮帶在各測站間有明顯的差異，也有季節的變化，但潮間帶在各測站間沒有差異，也沒有季節變化，可能受到亞潮帶底質沉積物間有差異的影響。

七股瀉湖的底棲無脊椎動物每平方公尺平均總個體數瀉湖北區和七股溪口最高，這二個地區的總有機碳含量也較高，可能與提供豐富的食物有關。各測站的每平方公尺平均總個體數有季節間的差異，而這些底棲無脊椎動物主要都是食底棲碎屑，可能是受到各測站的底質沉積物總有機碳含量和總氮含量也有季節間差異的影響導致。

1996 年七股瀉湖亞潮帶共採到海葵、螺類、二枚貝、貧毛類、多

毛類、橈腳類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、水蜘蛛、帚型動物和紐型動物等 13 大類(表 4-8)，每平方公尺平均總個體數是 633.4 個，以多毛類數量最多，占 57.81%，次為端腳類，占 37.10%。2011 年七股潟湖亞潮帶只採到海葵、螺類、二枚貝、多毛類、端腳類、蟹、蝦、異尾類、星蟲、水棲昆蟲和紐型動物等 11 大類(表 4-8)。每平方公尺平均總個體數是 825.2 個，以多毛類數量最多，占 74.51%，次為端腳類，占 21.18%。1996 年和 2011 年的底棲無脊椎動物的顯著種還是以多毛類為主，端腳類次之，雖然 2011 年的種類數似乎較 1996 年少，但有差異的種類所占整體的比例並不大。但 2011 年每平方公尺平均總個體數要比 1996 年的高，以多毛類增加的數量最多，是否與底質沉積物的有機碳與總氮含量的增加有關，值得注意。

七股潟湖的蝦類每平方公尺平均總個體數在四個測站間的有明顯的差異(two way ANOVA, $p < 0.05$)，但沒有明顯的季節變化 (two way ANOVA, $p > 0.05$)，顯示蝦類的分布並不均勻，可能受到底質沉積物的粒徑大小或粉泥黏土含量有差異所影響。蟹類在四個測站間的沒有明顯的差異，也沒有明顯的季節變化 (two way ANOVA, $p > 0.05$)。黑面琵鷺保護區的蝦類和蟹類每平方公尺平均總個體數在北區和南區間的皆沒有明顯的差異，也沒有明顯的季節變化 (two way ANOVA, $p > 0.05$)。本區和南區的分布並沒有差異。曾文溪口因為沒有重覆取樣，蝦、蟹類無法看出有季節間的差異。

螺貝類經由 Two-way ANOVA 分析，種類數在各樣站有顯著差異 ($p < 0.0001$)；而季節之間則無顯著差異 ($p > 0.05$)。由 One-way ANOVA 分析得知，七股各樣站物種組成有顯著差異 ($p < 0.0001$)，再以 Tukey's Multiple Comparison Test 事後檢定，得知七股潟湖 4 樣站(北區、中區、七股溪口及南區)發現的物種數 (36 種、30 種、29 種、30 種)分別較黑面琵鷺保護區內 2 樣站(北區及南區)的物種數 (10 種及

8種)明顯多 ($p < 0.05$),也較曾文溪口目前只發現5種明顯多 ($p < 0.05$) (表 4-6、圖 4-6)。此結果說明了在相似的環境棲地有相似的物種數：七股潟湖的泥灘與礫石棲地擁有較多的底棲螺貝類種類；保護區因為水位受到人為控制及部分潮間帶被水泥化及縮短而導致底棲螺貝類種類較少；曾文溪口屬於天然沙灘海岸，擾動較大及地質為較不穩定的沙粒而出現適應此棲地且大量優勢的底棲螺貝類種類(半紋斧蛤，*Chion semigranosus*)。

螺貝類在總個體數方面最高的則是保護區南區 (886 ind.)略高於七股潟湖內的七股溪口 (720 ind)，主要原因是在南區的底泥上發現了大量群聚性的鐵尖海蜷 (*Cerithidea djadjariensis*)及燒酒海蜷 (*Batillaria zonalis*)；七股溪口則有附著群聚性二枚貝的法老貽貝 (*Barchidontes pharaonis*)及中高潮位礫石灘族群數量大的漁舟蜃螺 (*Nerita albicilla*)而曾文溪口因屬於沙底質的河口地形，再加上波浪與潮汐作用使得地質變化大，導致此樣站不只種類數最低(5種)且總個體數為最低(308 ind.) (表 4-4、圖 4-7)。經由 One-way ANOVA 分析，各樣站總個體數有顯著差異 ($p < 0.05$)，再以 Tukey's Multiple Comparison Test 事後檢定，得知除了在保護區南區顯著大於曾文溪口樣站，其他各樣站無顯著差異($p > 0.05$)；而 One-way ANOVA 分析也得知各季節總個體數有顯著差異 ($p < 0.05$)，再以 Tukey's Multiple Comparison Test 事後檢定，得知也只有春季與冬季有顯著差異 ($p < 0.05$)。

螺貝類在生物量方面，保護區內的雖然有較高總個體數，但卻生物量卻較低，主要是因為保護區內的優勢物種為群聚性但個體較小的鐵尖海蜷(*C. djadjariensis*)、燒酒海蜷(*B. zonalis*)及多彩玉黍螺(*Littoraria pallescens*)。而七股潟湖內分別發現在北棲地個體較大的蚶岩螺(*Thais clavigera*)；中潟湖的綠殼菜蛤(*Perna viridis*)及蚶岩螺(*T. clavigera*)；東潟湖的環文蛤(*Cyclina sinensis*)及高腰蜃螺(*Nerita striata*)；西潟湖

的大量漁舟蜃螺(*N. albicilla*)及蚶岩螺(*T. clavigera*)，使得此區域的生物量在個別季皆較其他樣站高。曾文溪口屬於天然沙灘海岸，擾動較大及地質為較不穩定的沙粒而出現適應此棲地且大量優勢但是個體不大的半紋斧蛤(*C. semigranosus*) (表 4-5、圖 4-8)。

螺貝類在各樣站的優勢物種結果，七股瀉湖的北瀉湖及中瀉湖因為分別擁有較長及較高的潮間帶而出現了較多的玉黍螺科 Littorinidae (中華玉黍螺 *Littoraria sinensis*、居間玉黍螺 *Littoraria intermedia*、顆粒玉黍螺(*Echinolittorina malaccana*)棲息的高潮區，使這三種大量群聚性的物種分別成為這兩個樣站的前二種優勢物種(北瀉湖前六種累積超過 80%；中瀉湖前七種累積超過 80%)；東瀉湖樣站較多的物種為固著在待袋網竹子上的群聚性二枚貝的法老貽貝(*X. atratus*)及大面積礫石灘上的高腰蜃螺(*N. striata*)，前八種累積超過 80%；而西瀉湖大面積的礫石灘樣站較多的物種分別為高潮位的顆粒玉黍螺(*Echinolittorina malaccana*)及中低潮位的漁舟蜃螺(*N. albicilla*)，前八種累積超過 80%。保護區南內二樣站優勢物種(北棲地占了 76.92%；南棲地占了 88.49%)皆為底泥上發現的大量群聚性海蟻科 Potamididae 的鐵尖海蟻(*C. djadjariensis*)及燒酒海蟻(*Batillaria zonalis*)，主要原因保護區西側為人工堤防導致潮間帶棲地狹小導致物種量少及保護區內低潮位沉積量高的淤泥底質適合大量海蟻科 Potamididae 物種的生長。而在曾文溪口因屬於沙底質的河口地形，再加上波浪與潮汐作用使得地質變化大，造成優勢物種以潛沙性的半紋斧蛤(*C. semigranosus*)為主，單一物種便超過總物種數的 80% (90.91%)。(圖 4-9)

由結果可發現，螺貝類在七股瀉湖內樣站的物種多樣性指數 H' 較保護區及曾文溪口都來得高，目前推測的原因是瀉湖的微棲地多樣性較高(高潮位為垂直的粗糙水泥面或礫石灘，中潮位為礫石灘及低潮位為泥灘地或礫石灘)及瀉湖而擁有較高的海水交換率帶來較多的營養鹽；

保護區則可能因為部分潮間帶被水泥化及海水交換率略低而是的此區域底棲螺貝類種類較少並主要為腐食性海蝓科物種；而曾文溪口樣站因為地形、地質及海流特性的原因最多只發現 4 種物種，使得物種多樣性指數呈現最低(圖 4-10)。均勻度(evenness)結果也呈現無季皆性的變化，潟湖樣站略高於保護區及曾文溪口樣站，主要原因為七股潟湖因為較高的棲地多樣性及潮間帶受沙洲保護而提供了各種螺貝類良好的棲息環境；保護區部分潮間帶被水泥化導致對螺貝類而言棲地消失，長時間被水淹沒的泥灘地只適合海蝓科群聚生長；曾文溪口因沙岸的冬、夏季及颱風後只發現一種半紋斧蛤(*C. semigranosus*)所以無法計算均勻度，春季則因為加入潮下帶的物種(4 種)反而均勻度變較其他季節高(圖 4-11)。

最後，Bray-Curtis 相似性指數顯示不同棲地環境(潟湖,保護區,溪口)，個別的相似度較高，證明了不同的棲地擁有獨特的特性，可以提供不同生物棲息(圖 4-12)。

五、結論與建議

(一) 結論

七股瀉湖潮間帶與黑面琵鷺保護區的底質沉積物之粒徑中間值小於曾文溪口，但粉泥黏土含量與總有機碳含量則高於曾文溪口，受到的擾動也較曾文溪口低，三個地區的總有機碳含量與總氮含量變化都與季節改變有關。

七股瀉湖接近出海口的地區亞潮帶受到的擾動較潮間帶大，影響是從海向陸地影響，而接近溪口的地區潮間帶受到的擾動較亞潮帶大，是由陸地向海的影響，而遠離出海口與溪口的地區潮間帶與亞潮帶受到的擾動都較低。與 1996 年相比較，七股瀉湖的沉積環境有很大的改變，擾動變大、總氮含量增加，底質環境有優養化的趨勢。

七股瀉湖、黑面琵鷺保護區與曾文溪口的底棲無脊椎動物組成分別為 11 類、5 類及有 4 類，每平方米平均總個體數分別是 2089.6 個、1403.9 個及 785.9 個。以多毛類和端腳類為主。

七股瀉湖底棲無脊椎動物在亞潮帶與潮間帶的分布有差異，亞潮帶的種類較潮間帶多，但數量較潮間帶少。七股瀉湖的底棲無脊椎動物每平方米平均總個體數瀉湖北區和七股溪口最高，這二個地區的總有機碳含量也較高，可能與提供豐富的食物有關。各測站的每平方米平均總個體數有季節間的差異，可能受到底質沉積物總有機碳含量和總氮含量也有季節間差異的影響導致。

1996 年與 2011 年七股瀉湖亞潮帶每平方米平均總個體數分別是 633.4 個與 825.2 個，都以多毛類數量最多，次為端腳類。其中多毛類增加的數量最多，可能與底質沉積物的有機碳與總氮含量的增加有關。

蝦類與蟹類的物種數，每平方米平均總個體數在七股瀉湖最多，

其次是黑面琵鷺保護區，曾文溪口最低，但蟹類每平方米平均總個體數在曾文溪口最多。

七股潟湖牡蠣養殖面積約 1,354,089m²，掛滿可養 71,879,511 叢牡蠣，整體估算空架率約 32.2 %。倒棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 273.62 g，肉總重為 50.04 g；浮棚式平均一叢牡蠣含殼總重為 352.64 g，肉總重為 56.70 g。

就目前調查結果發現台江國家公園內擁有豐富的底棲螺貝類生物資源，尤其是七股潟湖為生物多樣性最高的區域，但是其他不同的棲地(黑面琵鷺保護區及曾文溪口)也提供了其他不同底棲螺貝類的棲息環境，主要原因是受到底質及水位不同的影響，造成物種組成及優勢物種的差異。而台江國家公園內優勢底棲螺貝類物種分別為岩礁上的個體小群聚的初級消費者(海蟪科、玉黍螺科、蜆螺科、法老貽貝)、捕食雙殼綱的次級消費者(蚶岩螺)及沙底質優勢為半斧蛤。因不同的棲地環境特性及潮水作用，物種組成相似度顯示在台江國家公園內的七股潟湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各別環境內區域擁有相似的物種組成，且三種不同棲地間相似度不高。

(二) 建議

1. 立即可行建議：

(1) 棲地保護以保持物種多樣性

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：黑面琵鷺保護學會等在地 NGO 團體

為能夠達到保持台江國家公園潮間帶底棲螺貝類的高生物多樣性，可優先積極保護棲地的多樣性，避免人為利用降低環境棲地多樣性或是改變潮間帶的微棲地複雜度。

(2) 保護區經營管理限制採捕貝類

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：黑面琵鷺保護學會等在地 NGO 團體

為能夠達到保持台江國家公園黑面琵鷺保護區底棲螺貝類-環文蛤等經濟性物種的永續利用，可優先積極保護棲地的完整性及水體流通性，並在非黑面琵鷺度冬期間，允許設籍於七股區漁民經申請得以在七股黑面琵鷺保護區進行人工採捕文蛤、赤嘴及竹蛭時限定採捕量上限，同時於其繁殖期間禁止採捕，以便底棲生物有足夠時間保持其穩定的族群數量，避免資源殆盡。

2. 中長期性建議：建立長期監測及推廣潮間帶環境教育

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：台江區域在地各行政單位、教育單位及團體

為達到台江國家公園任務的自然資源保育、教育與生態永續利用的目的，不只應建立長期監測計畫進行環境棲地與物種調查記錄，也可積極進行更多的社會環境教育活動以達到全民認識並愛護本土環境生態資源的目的。

六、參考文獻

- 邵廣昭、林幸助，1995。曾文溪口海岸地區陸海交互作用。國科會八十四年度環發計畫成果發表會論文摘要集，臺北，346-353頁。
- 衍生工程顧問有限公司，2009。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案。內政部營建署。
- 翁義聰、王建平，1999。國立臺灣博物館半年刊，52卷1期。
- 翁義聰、蔡秉勳，1995。台灣西南沿海貝類調查。第二屆海岸濕地生態及保育研討會論文集。
- 陳東瑤、謝宗宇、張育誠、鄭竹晏、廖志穎、朱慧敏、黃永慶、戴千智、陳姿潔，2010。鷗鷺望畿：雲嘉南濱海生態之旅自然資源解說手冊，交通部觀光局雲嘉南濱海國家風景。
- 楊啟忠、郭忠誠、黃福興、吳世鴻、陳淑琴、汪雨新、戴子堯，2007。黑面琵鷺保護區環文蛤密度之調查。台南縣黑面琵鷺保育學會。
- 戴子堯，2009。2008黑面琵鷺保護區高灘地環文蛤分佈之調查。台南縣黑面琵鷺保育學會。
- 戴子堯、張美淑、吳靜雯、曾惠珠、汪雨新、陳淑琴，2009。2009年黑面琵鷺保護區環文蛤之調查。台南縣黑面琵鷺保育學會。
- 戴子堯、郭忠誠，2006。黑面琵鷺保護區內環文蛤之初勘。台南縣黑面琵鷺保育學會。
- 謝蕙蓮，1997。七股潟湖及潟湖外海海域生態調查。國立海洋生物博物館籌備處，期末報告。237-255頁。
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波，1993。潮間帶底棲生態調查法。生物科學，36(2):71-80。
- 國家重要濕地國際級濕地簡介。
- <http://www.wetland.org.tw/about/hope/hope68/68-3.html>

- Abbott, R.T. and Dance, S.P., 1986. Compendium of seashells.
Odyssey Publishing Hong Kong.
- Allen, G.R. and Steene, R., 1998. Indo-Pacific Coral Reef Field Guide.
Tropical Reef Research.
- Habe, T. and Ito, K., 1991. Shells of the world in color (Vol. 1): the
northern Pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T. and Kosuge, S., 1991. Shells of the world in color (Vol. 2):
the tropical Pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.
- Habe, T., 1977. Systematics of mollusca in Japan: Bivalvia and
Scaphopoda. Hokuryukan, Tokyo.
- Habe, T., 1989. Colored illustrations of the shells of Japan (Vol. 2).
Hoikusha, Osaka, Japan.
- Kira, T., 1989. Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 1.
Hoikusha, Osaka, Japan.
- Lai, K.Y., 1986. Marine gastropods of Taiwan (1). Taiwan Museum
Publishing Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y., 1987. Marine gastropods of Taiwan (II). Taiwan Museum
Publishing Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y., 1990. Mollusks from Taiwan (1). Taiwan Museum
Publishing Taipei, Taiwan.
- Lai, K.Y., 1998. Mollusks from Taiwan (II). Taiwan Museum
Publishing Taipei, Taiwan.
- Okutani, T., 1996. Illustrations of animals and plants (VIII): Shells.
Sekaibunka-sha, Tokyo.
- Okutani, T., 2000. Marine mollusks in Japan. Tokai University Press,

Tokyo.

Springsteen, F.J. and Leobrera, F.M., 1986. Shells of the Philippines.

Carfel Seashell Museum, Manila, the Philippines.

Wilson, B., 1993. Australian marine shells (Vol. 1). Odyssey

Publishing, Kallroo, Australia.

Wilson, B., 1994. Australian marine shells (Vol. 2). Odyssey

Publishing, Kallroo, Australia. 36(2):71-80。

表 4-1、底棲無脊椎動物單位面積個體數 (ind. m⁻²)

	subtidal			intertidal			subtidal+intertidal		
	Mean	SE	%	Mean	SE	%	Mean	SE	%
Sea anemone	0.7	0.7	0.09	0	0	0.00	0.6	0.6	0.03
snail	7.4	4.8	0.90	10.7	6.6	0.20	7.4	3.4	0.35
Bivalve	11.9	3.0	1.44	23.2	7.3	0.44	16.1	4.2	0.77
Polychaete	614.8	194.7	74.51	2111.2	1295.3	40.23	979.1	352.7	46.85
Amphipod	174.8	46.1	21.18	3077.5	1863.6	58.65	1065.4	536.2	50.98
Crab	3.0	1.8	0.36	14.3	10.4	0.27	8.6	5.7	0.41
Shrimp	8.1	6.5	0.99	10.7	10.7	0.20	9.4	8.5	0.45
Hermit crab	0.7	0.7	0.09	0	0	0.00	0.4	0.4	0.02
Sipuncula	0.7	0.7	0.09	0	0	0.00	0.6	0.6	0.03
Aquatic insect	0.7	0.7	0.09	0	0	0.00	0.4	0.4	0.02
Nemertine	2.2	2.2	0.27	0	0	0.00	1.8	1.8	0.09
Total	825.2			5247.6			2089.6		

(資料來源：本研究結果)

表 4-2、底棲蝦類單位面積個體數 (ind. m⁻²)

學名	中文名	1					2					3					4					5					6					7					
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	
<i>Alpheus distinguendus</i>	鮮明鼓蝦	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metapenaeus ensis</i>	刀額新對蝦	0.438	0.563	0.806	1.458	0.764	0.049	0.015	0	0	0.001	0.225	0.117	0.188	0.108	0.225	0.0004	0.0003	0.0003	0	0.001	0.023	0.011	0	0.023	0.003	0.005	0.002	0.007	0.034	0	0	0	0			
<i>Metapenaeus sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0.022	0	0.001	0	0.009	0.005	0	0	0	0	0	0			
<i>Palaemon orientis</i>	東方白蝦	0.160	0.014	0	0	0	0.075	0	0	0	0.400	0	0.004	0	0	0.0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Palaemon serrifer</i>	鋸齒長臂蝦	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Penaeus chinensis</i>	中國對蝦	0	0.007	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0.0001	0	0	0.001	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Penaeus longistylus</i>	長肢對蝦	0	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.020	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Penaeus monodon</i>	草對蝦	0.014	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0.054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Penaeus monodon</i>	斑節對蝦	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Penaeus penicillatus</i>	長毛明對蝦	0	0	0.278	0.076	0.049	0	0	0	0.032	0.012	0.063	0	0.117	0.088	0.117	0	0.0001	0.003	0	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Penaeus semisulcatus</i>	短溝對蝦	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0.001	0.001	0.004	0.004	0.008	0.004	0.004	0.0001	0	0.0001	0.0003	0.0001	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0.007	0		
<i>Penaeus vannamei</i>	南美白蝦	0	0.035	0	0	0.007	0	0.001	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0.007	0.014			
	槍蝦的一種	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
unknow 1		0	0.007	0	0	0	0	0	0.098	0	0.001	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0.005	0	0	0	0	0.014	0	0	0	0			
unknow 2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0			
	種數	3	5	2	2	5	4	3	1	2	4	6	7	4	4	4	5	2	3	1	4	4	2	2	3	2	4	2	1	0	1	0	0	2	2	1	
	個數	0.611	0.625	1.083	1.535	0.833	0.137	0.021	0.098	0.033	0.021	0.708	0.154	0.317	0.204	0.400	0.002	0.0004	0.003	0.0003	0.006	0.031	0.033	0.003	0.026	0.008	0.039	0.007	0.007	0.034	0.014	0	0	0.014	0.014	0.014	

註：測站 1：七股瀉湖北區，測站 2：七股瀉湖中區，測站 3：七股溪口，測站 4：七股瀉湖南區，測站 5：黑面琵鷺保護區北區，測站 6：黑面琵鷺保護區南區，測站 7：曾文溪口；S1：冬季， S2：春季，S3：夏季，S4：颱風後，S5：秋季(資料來源：本研究結果)

表 4-3、底棲蟹類單位面積個體數 (ind. m⁻²)

學名	中文名	1					2					3					4					5					6					7										
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5						
<i>Charybdis lucifera</i>	晶瑩蟳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	
<i>Helice formosensis</i>	臺灣厚蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Macrophthalmus banzai</i>	萬歲大眼蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Portunus pelagicus</i>	遠海梭子蟹	0	0.007	0	0	0.028	0.001	0	0	0.001	0	0	0.013	0.008	0	0.004	0.0001	0	0.001	0.0001	0.0001	0.001	0	0	0	0	0	0.001	0	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.049	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scylla serrata</i>	鋸緣青蟳	0	0.021	0.028	0	0.021	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalamita crenata</i>	鈍齒短槳蟹	0	0	0	0	0.021	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.001	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0.028	0	0	0	0	0	
<i>Uca borealis</i>	北方招潮蟹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
unknow	厚蟹	0.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
unknow	梭子蟹	0.014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	
unknow	sp	0	0	0	0	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹	0	0	0	0.021	0	0	0	0	0.003	0	0.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	種數	2	2	1	1	4	1	0	0	2	1	3	1	1	0	1	1	0	2	2	2	2	2	0	2	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	2						
	個數	0.028	0.028	0.028	0.021	0.104	0.001	0	0	0.004	0.004	0.071	0.013	0.008	0	0.004	0.0001	0	0.004	0.001	0.0003	0.003	0.003	0	0.002	0.001	0	0.007	0	0	0.002	0.049	0.007	0.028	0	0.014						

註：測站 1：七股瀉湖北區，測站 2：七股瀉湖中區，測站 3：七股溪口，測站 4：七股瀉湖南區，測站 5：黑面琵鷺保護區北區，測站 6：黑面琵鷺保護區南區，測站 7：曾文溪口；S1：冬季，S2：春季，S3：夏季，S4：颱風後，S5：秋季(資料來源：本研究結果)

(續)表 4-5、底棲螺貝類生物量(g)

學名	中文名	1					2					3					4					5					6					7					總計				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5					
Columbellidae	麥螺科																																								
<i>Indomitrella martensi</i>	似長麥螺		0.38		0.49																																0.87				
Fissurellidae	裂螺科																																								
<i>Diodora graeca</i>	希臘透孔螺																				0.45																0.45				
<i>Diodora suprapunicea</i>	草花透孔螺		0.85		4.42	0.41					0.69										0.50																6.87				
Hipponicidae	頂蓋螺科																																								
<i>Sabia conica</i>	頂蓋螺					0.01					0.04																										0.05				
Littorinidae	玉黍螺科																																								
<i>Echinolittorina malaccana</i>	顆粒玉黍螺		0.01	0.49	1.02	0.17	0.24	0.16	0.49	1.18	0.05					0.04																					3.87				
<i>Echinolittorina melanacme</i>	黑尖玉黍螺		0.04																																		0.04				
<i>Echinolittorina radiata</i>	輻射玉黍螺	0.08	0.15			0.09	0.42	0.39	0.08												0.10																1.32				
<i>Echinolittorina vidua</i>	台灣玉黍螺																0.16				0.12	0.25	0.46		0.16											1.15					
<i>Littoraria ardouiniana</i>	翻唇玉黍螺															0.64																					0.64				
<i>Littoraria intermedia</i>	居間玉黍螺		1.22	4.33	2.44	1.79	0.89	0.66				0.45	0.77	0.67	1.84	0.99																					16.03				
<i>Littoraria pallescens</i>	多彩玉黍螺					0.04						2.19	1.51																								3.74				
<i>Littoraria scabra</i>	粗紋玉黍螺					0.84		0.77			0.11	0.79		0.58	0.46																					3.56					
<i>Littoraria sinensis</i>	中華玉黍螺	10.62	6.84	2.87		2.06	5.49	7.64	0.94			3.00	1.21	0.41							1.40																42.48				
<i>Littoraria undulata</i>	波紋玉黍螺							0.36	0.45	0.25						4.59																					5.65				
Lottiidae	蓮花青螺科																																								
<i>Notoacmea schrenckii</i>	花青螺					1.68	0.53		1.16		3.26	0.14	1.31	0.82		2.22		2.34	1.09	3.81	0.06																18.42				
Muricidae	骨螺科																																								
<i>Cronia margariticola</i>	稜結螺					0.04																															0.04				
<i>Morula anaxares</i>	白瘤結螺						1.53										13.21	0.32	0.20		3.53																18.78				
<i>Tenguella granulata</i>	結螺																4.29	5.23		1.83																	11.35				
<i>Thais clavigera</i>	蚵岩螺	110.11	195.06	23.65	85.01	260.99	16.62	131.47		2.40	69.52						50.30	101.99	10.82	12.49	21.08																1091.52				
<i>Thais marginata</i>	屋瓦結螺																				4.60																4.60				
Nassariidae	織紋螺科																																								
<i>Reticunassa festiva</i>	粗紋織紋螺		0.56		0.39											21.23																					22.18				
Naticidae	玉螺科																																								
<i>Natica gualteriana</i>	小灰玉螺											2.05	8.49	13.90		9.72																					34.16				
Neritidae	蜆螺科																																								

註：測站 1：七股潟湖北區，測站 2：七股潟湖中區，測站 3：七股溪口，測站 4：七股潟湖南區，測站 5：黑面琵鷺保護區北區，測站 6：黑面琵鷺保護區南區，測站 7：曾文溪口；S1：冬季， S2：春季，S3：夏季，S4：颱風後，S5：冬(資料來源：本研究結果)

(續)表 4-5、底棲螺貝類生物量(g)

學名	中文名	1					2					3					4					5					6					7					總計				
		S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5					
<i>Nerita albicilla</i>	漁舟蜃螺	7.83	6.83			3.34	18.95	5.66	2.04		0.93					1.95	3.78	41.74	27.17	4.95	43.52	121.90																			290.59
<i>Nerita chamaeleon</i>	大圓蜃螺	1.57				6.91	1.03	6.69	3.86		1.95	2.88			19.96				6.14	13.74		1.72																	66.45		
<i>Nerita insculpta</i>	虛線蜃螺							3.21													0.09	1.39																4.69			
<i>Nerita planospira</i>	平頂蜃螺	2.11									8.70											3.68																14.49			
<i>Nerita plicata</i>	白肋蜃螺						5.17	0.65	6.90																													12.72			
<i>Nerita polita</i>	玉女蜃螺					0.58																																0.58			
<i>Nerita reticulata</i>	紅唇蜃螺					2.55														2.41																		4.96			
<i>Nerita striata</i>	高腰蜃螺	2.38	2.26	6.37	1.01	10.04	25.77	7.35	14.67	6.30	10.63	5.71	18.79	2.50	88.68	22.81	7.56																					232.84			
<i>Nerita undata</i>	粗紋蜃螺															0.28																						0.28			
Olividae	榧螺科																																								
<i>Olivella fulgurata</i>	細小彈頭螺																																		0.08		0.08				
Planaxidae	芝麻螺科																																								
<i>Planaxis sulcatus</i>	芝麻螺	0.35		0.50												1.69	6.01				2.00																10.55				
Potamididae	海蟞科																																								
<i>Batillaria zonalis</i>	燒酒海蟞												12.32	2.99	17.61							4.32	95.33	35.77	7.20		8.38	12.53	40.04	28.43							264.93				
<i>Cerithidea cingulata</i>	栓海蟞																																	2.19	2.89	0.85	7.59				
<i>Cerithidea djadjariensis</i>	鐵尖海蟞												12.00	6.48	17.45	21.96						130.92	85.92	22.32	54.31	21.62	77.42	99.02	110.60	133.87	48.56						842.45				
Ranellidae	法螺科																																								
海蟞科																																									
<i>Cymatium pileare</i>	毛法螺							3.48																														3.48			
Trochidae	鐘螺科																																								
<i>Monodonta labio</i>	草蓆鐘螺	0.13		2.54	0.82	1.92					5.02	0.14	0.16			9.13		1.72	2.52	1.36																		25.45			
	鐘螺一種		0.92					2.97																														3.89			
<i>Umbonium vestiarium</i>	彩虹虫昌螺																																		1.16		0.12	1.28			
Chitonidae	石鱉科																																								
<i>Rhyssoplax komaiana</i>	鱗紋石鱉					0.49																																0.49			
Ischnochitonidae	薄石鱉科																																								
<i>Lepidozona coreanica</i>	銼石鱉															0.11																						0.11			
各季總計		154.34	238.73	40.78	285.06	305.20	102.48	415.01	41.15	79.61	232.26	39.62	150.71	54.48	140.14	361.07	138.18	400.29	49.13	69.70	161.69	139.82	185.90	58.52	65.44	22.05	78.51	112.12	126.09	177.20	78.22	30.73	75.77	59.45	49.98	23.37	4742.79				
各站總計				1024.10					870.51				746.03					818.98				471.73				572.14								239.30							

註：測站 1：七股潟湖北區，測站 2：七股潟湖中區，測站 3：七股溪口，測站 4：七股潟湖南區，測站 5：黑面琵鷺保護區北區，測站 6：黑面琵鷺保護區南區，測站 7：曾文溪口；S1：冬季，S2：春季，S3：夏季，S4：颱風後，S5：冬季(資料來源：本研究結果)

表 4-6、底棲螺貝類生物多樣性指數

指數	季別	潟湖北區	潟湖中區	七股溪口	潟湖南區	保護區北區	保護區南區	曾文溪口
Total species S	冬季	11	16	11	14	6	3	1
物種數	春季	17	17	15	21	5	6	4
	夏季	8	10	16	17	5	5	1
	颱風後	21	10	11	10	8	5	1
	秋季	18	12	10	13	3	6	2
	總計		36	30	29	30	10	8
Shannon diversity index H'	冬季	1.54	2.20	1.69	1.93	0.54	0.41	0.00
物種多樣性	春季	1.90	2.20	1.91	2.56	1.23	1.03	0.97
	夏季	1.69	1.80	2.19	2.20	1.14	0.78	0.00
	颱風後	2.17	1.41	1.61	1.79	1.59	0.76	0.00
	秋季	2.31	2.09	1.73	1.58	0.75	0.79	0.13
	Pielou evenness J'	冬季	0.64	0.79	0.70	0.73	0.30	0.37
均勻度	春季	0.67	0.78	0.70	0.84	0.76	0.57	0.70
	夏季	0.81	0.78	0.79	0.77	0.71	0.48	-
	颱風後	0.71	0.61	0.67	0.78	0.77	0.47	-
	秋季	0.80	0.84	0.75	0.62	0.68	0.44	0.19

(資料來源：本研究結果)

表 4-7、1996 年與 2011 年七股瀉湖亞潮帶底質沉積物之比較

	1		2		3		4	
	1996	2011	1996	2011	1996	2011	1996	2011
grain size (mm)	0.07	0.09	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	0.13
silt/clay content %	30.33	28.78	65.02	79.44	46.32	53.72	38.95	15.57
sort coefficient	1.61	1.16	2.00	1.12	1.70	1.04	1.72	0.73
TOC %	0.28	0.38	0.57	0.54	0.33	0.53	0.34	0.30
TN %	0.04	0.16	0.09	0.17	0.05	0.13	0.05	0.10
TOC/TN	7.26	3.09	6.77	3.37	6.45	4.21	7.00	3.53

(資料來源：謝蕙蓮等(1997)與本研究結果)

表 4-8、1996 年與 2011 年七股瀉湖亞潮帶底棲無脊椎動物組成與密度之比較

	1996			2011		
	mean	SE	%	mean	SE	%
sea anemone	0.56	0.56	0.09	0.74	0.74	0.09
snail	0.56	0.56	0.09	7.41	4.83	0.90
bivalve	8.33	2.64	1.32	11.85	2.96	1.44
oligochaete	1.11	0.68	0.18			
polychaete	366.11	45.16	57.81	614.81	194.75	74.51
copepod	0.56	0.56	0.09			
amphipod	235.00	127.08	37.10	174.81	46.09	21.18
crab	1.67	0.68	0.26	2.96	1.81	0.36
shrimp	3.33	1.62	0.53	8.15	6.46	0.99
anomura	1.11	1.11	0.18	0.74	0.74	0.09
spider	0.56	0.56	0.09			
phoronid	13.89	13.89	2.19			
Sipuncula				0.74	0.74	0.09
Aquatic insect				0.74	0.74	0.09
Nemertine	0.56	0.56	0.09	2.22	2.22	0.27

單位：ind./m²

(資料來源：謝蕙蓮等(1997)與本研究結果)



圖 4-1、環境樣品的取樣方式 (資料來源：本研究結果)



圖 4-2、牡蠣養殖方式(a)浮棚式、(b)倒棚式與(c)吊棚式 (資料來源：本研究結果)

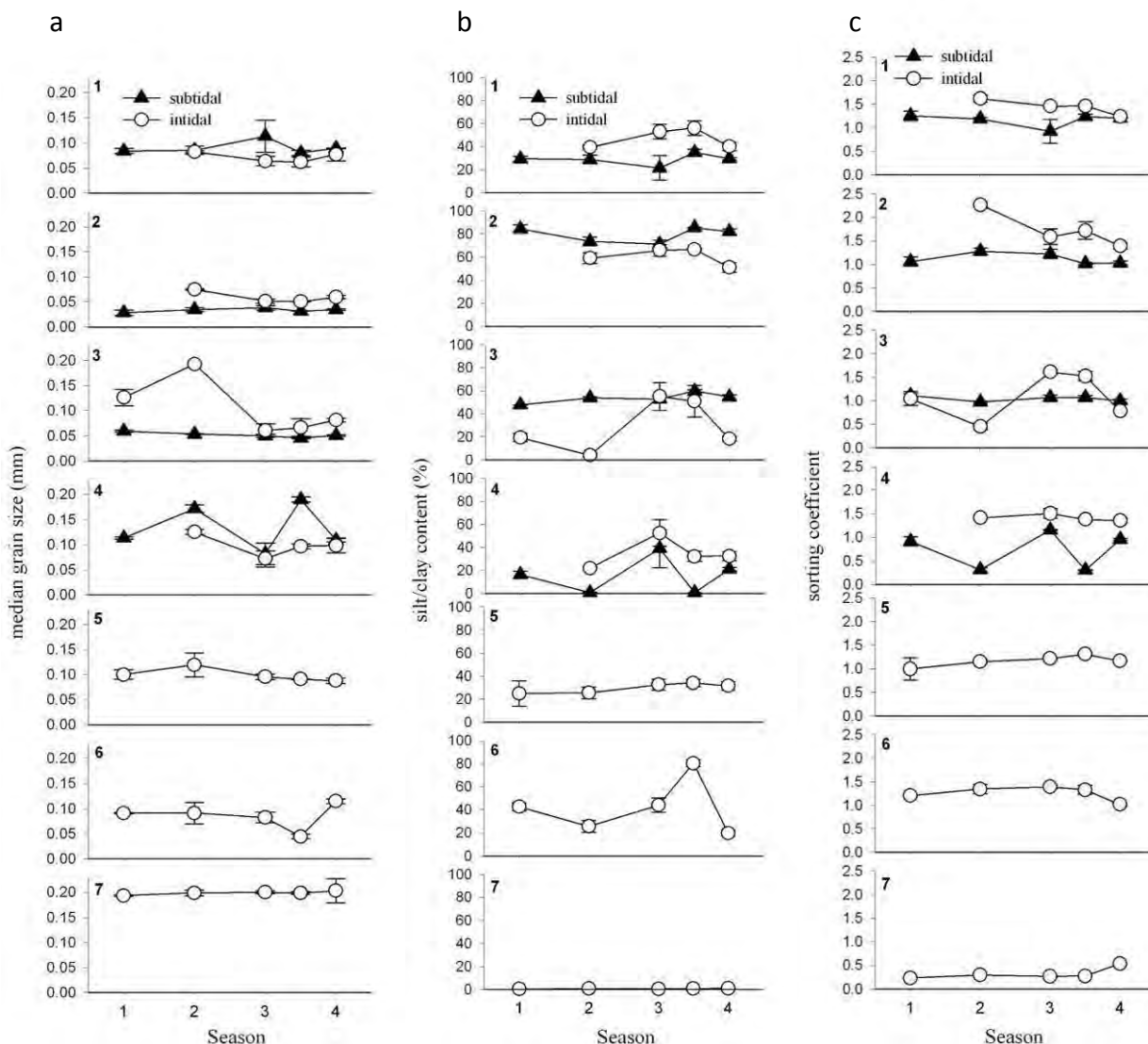


圖 4-3、七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站(a)粒度中間值(median grain size)，(b)粉泥黏土含量百分比(silt/clay content)，(c)篩選係數(sorting coefficient)。1：七股瀉湖北區，2：瀉湖中區，3：七股溪口，4：瀉湖南區，5：黑面琵鷺保護區北區，6：保護區南區，7：曾文溪口。(資料來源：本研究結果)

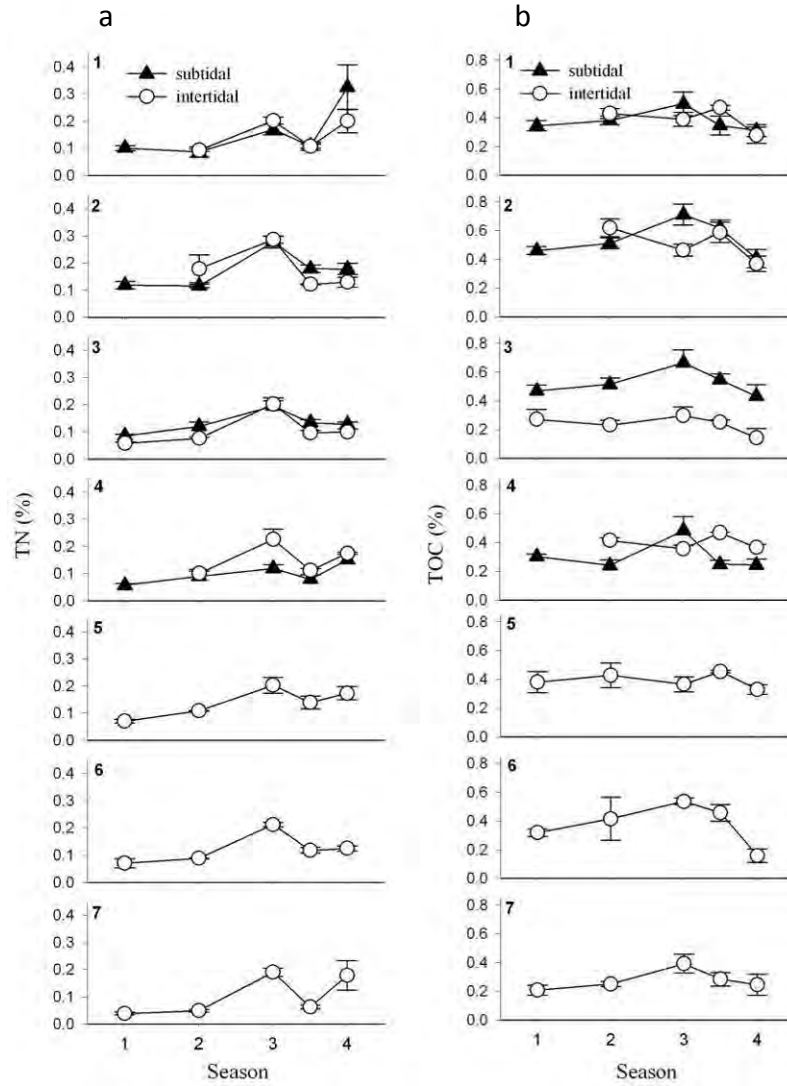


圖 4-4、七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站(a)總氮含量(TN)，(b)總有機碳含量(TOC)。1：七股瀉湖北區，2：瀉湖中區，3：七股溪口，4：瀉湖南區，5：黑面琵鷺保護區北區，6：保護區南區，7：曾文溪口。(資料來源：本研究結果)

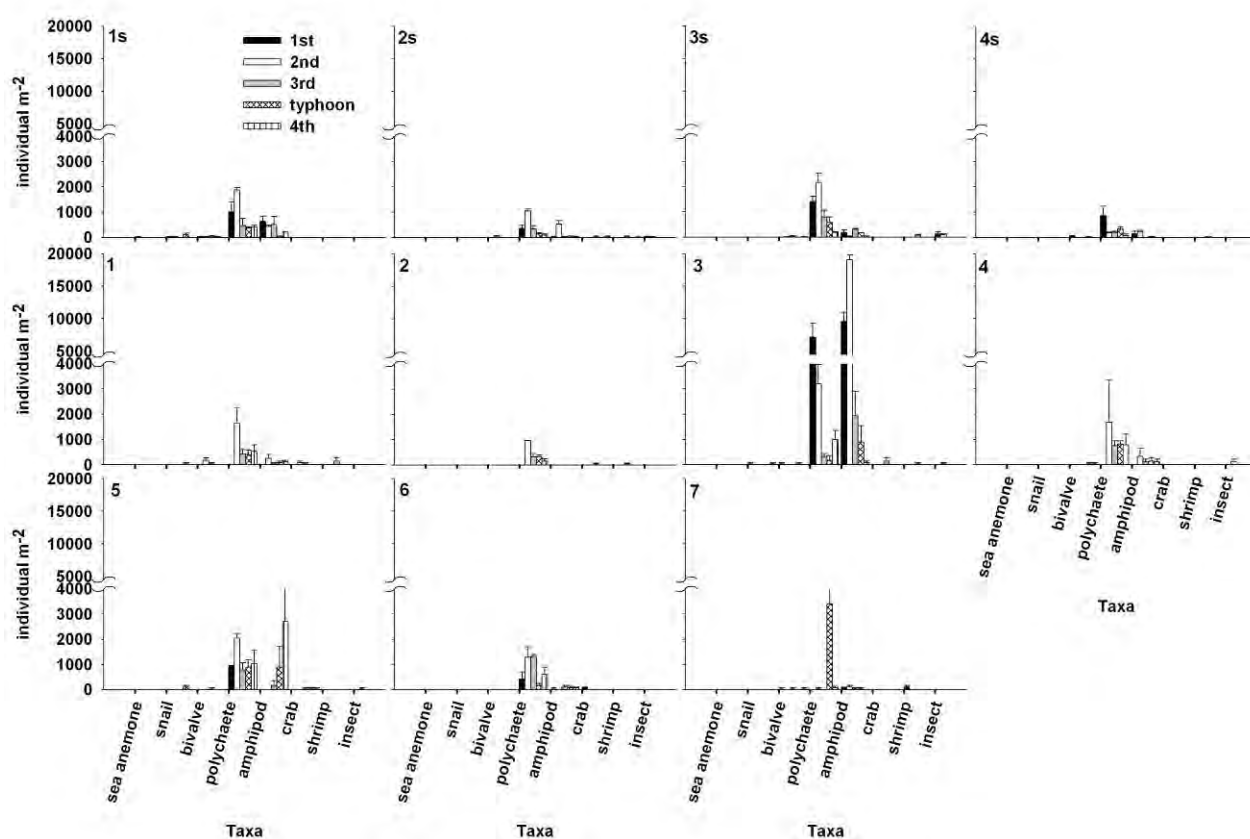


圖 4-5、七股瀉湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口各測站底棲無脊椎動物單位面積的個體數。1：七股瀉湖北區，2：瀉湖中區，3：七股溪口，4：瀉湖南區，5：黑面琵鷺保護區北區，6：保護區南區，7：曾文溪口。s：subtidal，1st：冬季，2nd：春季，3rd：夏季，typhoon：颱風後，4th：冬季。(資料來源：本研究結果)

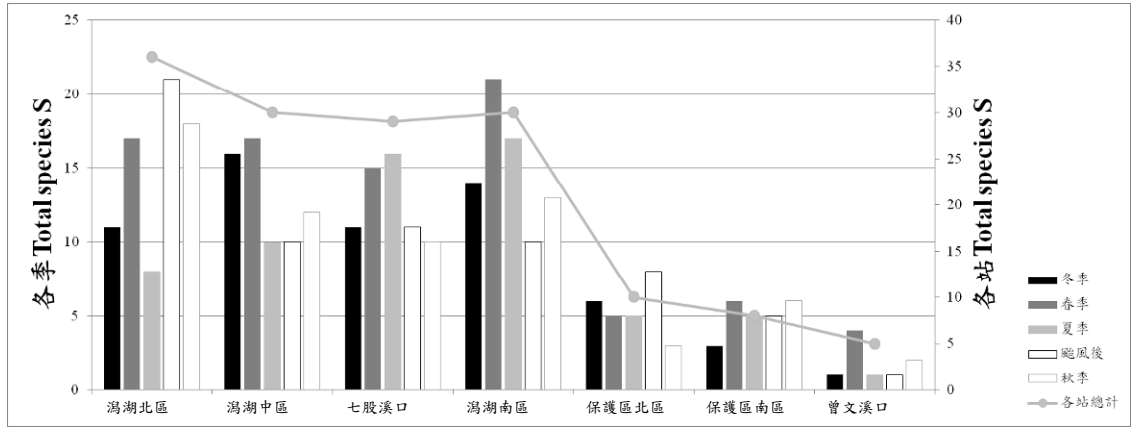


圖 4-6、底棲螺貝類各樣站物種數 (資料來源：本研究結果)

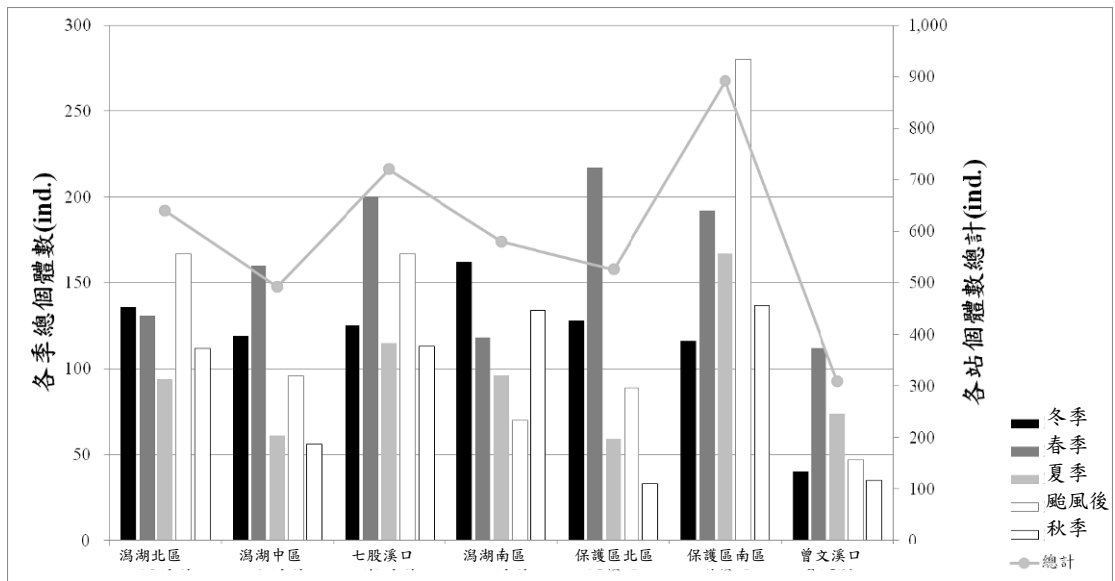


圖 4-7、底棲螺貝類各樣站總個體數(ind.) (資料來源：本研究結果)

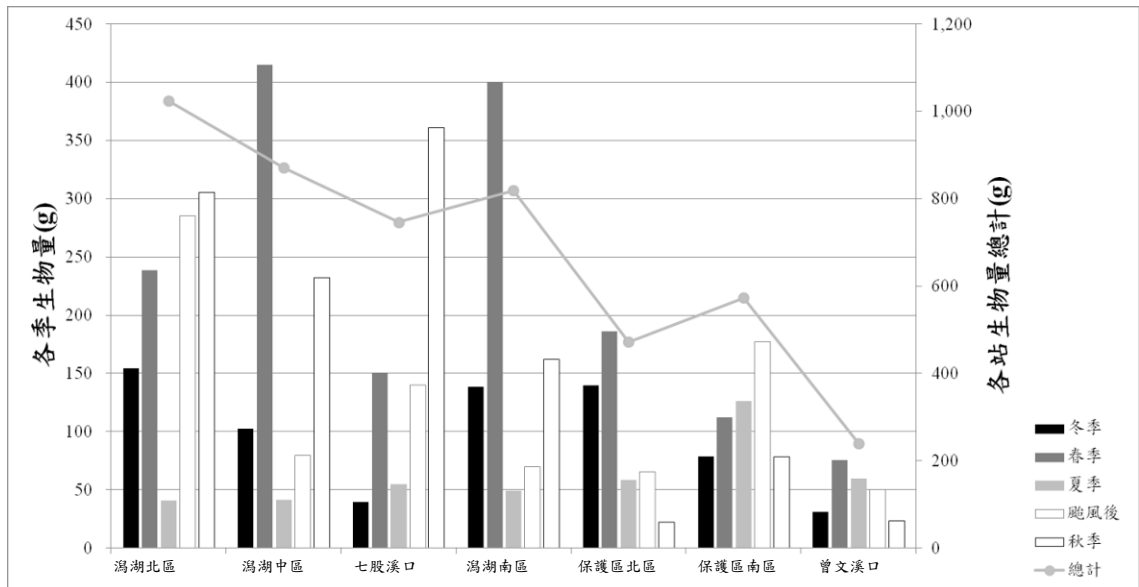
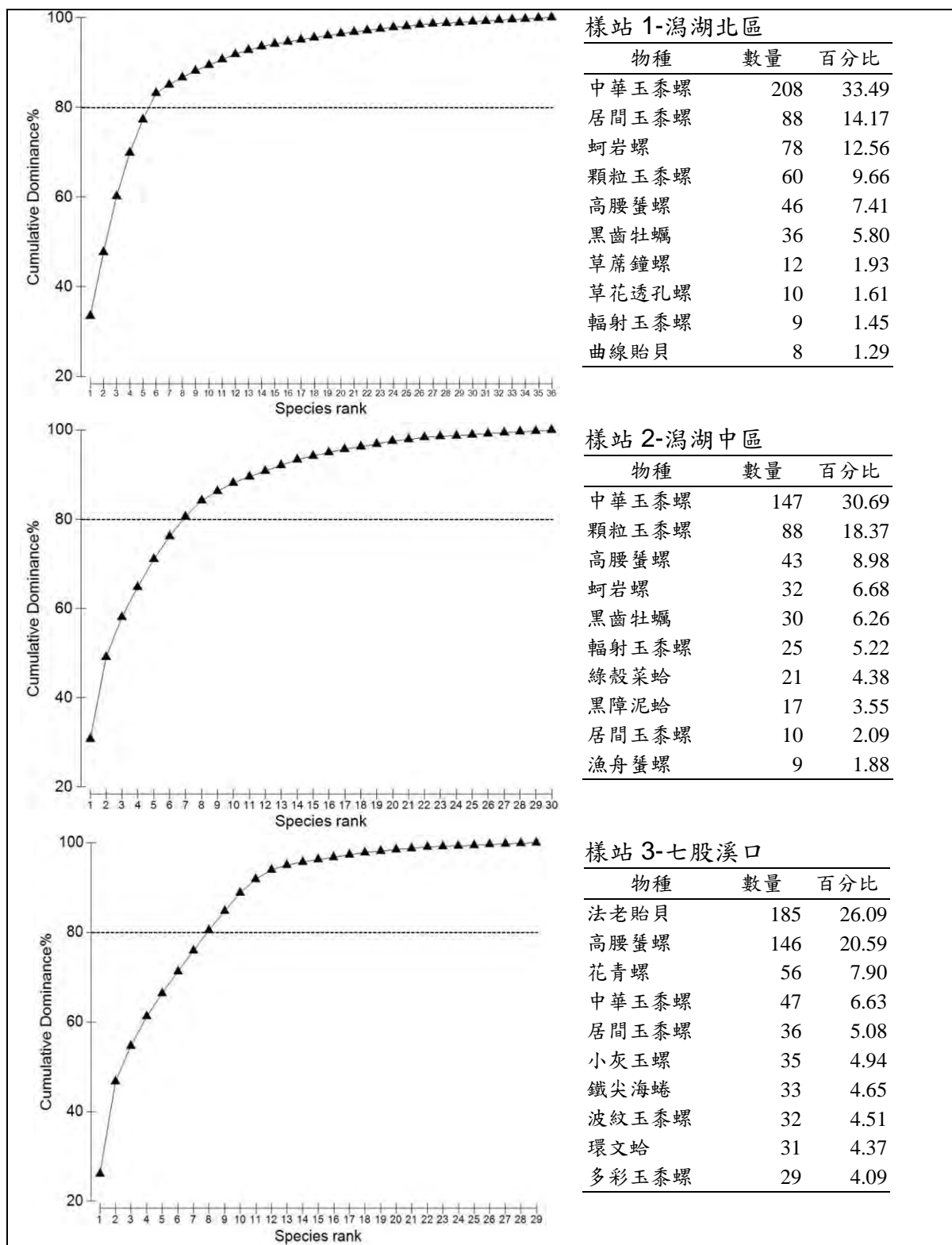
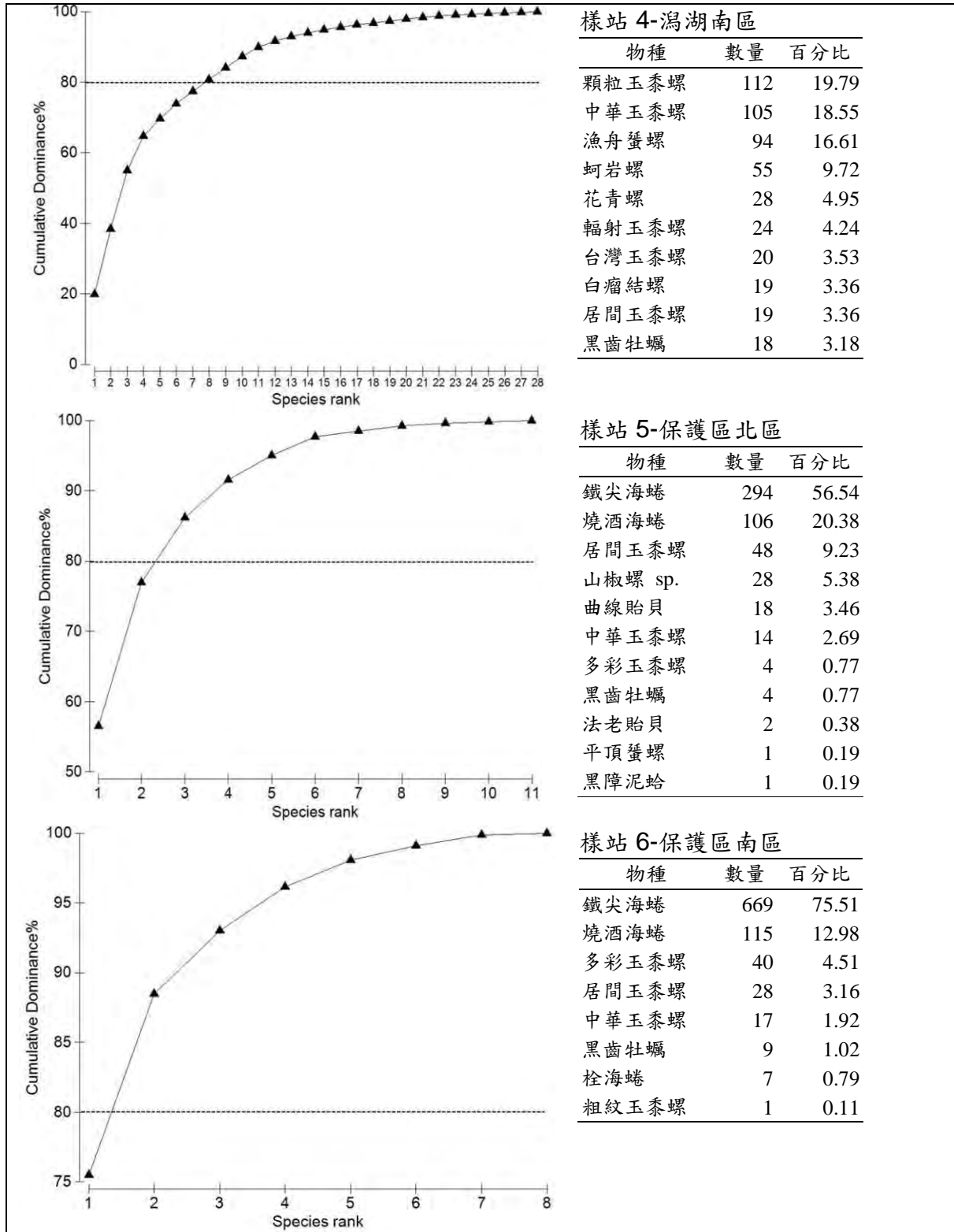


圖 4-8、底棲螺貝類各樣站生物量(g/m²) (資料來源：本研究結果)





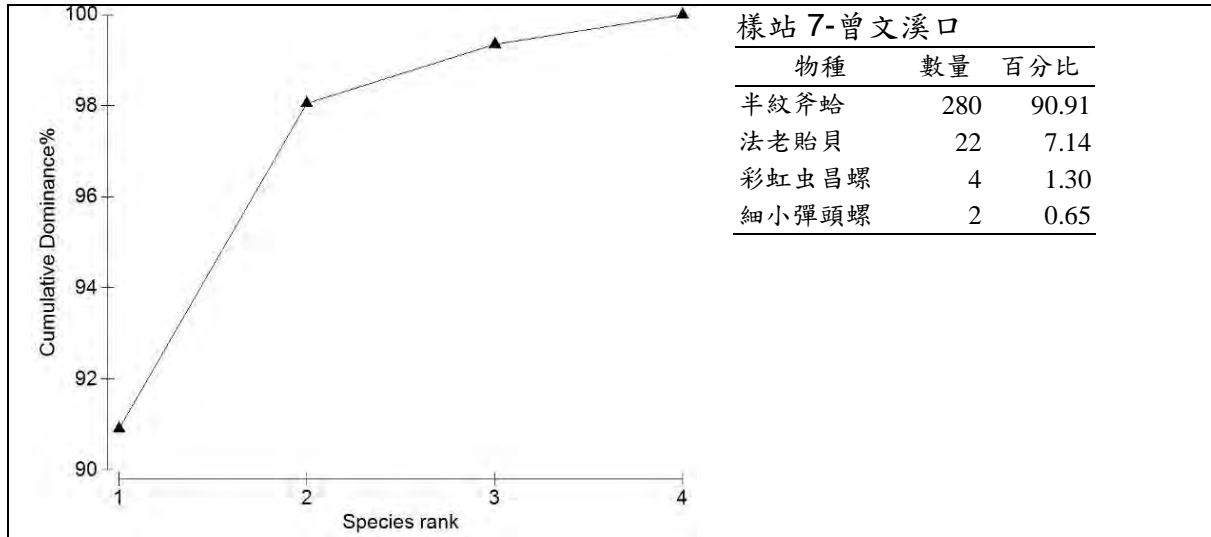


圖 4-9、底棲螺貝類各樣站優勢物種累進圖 (資料來源：本研究結果)

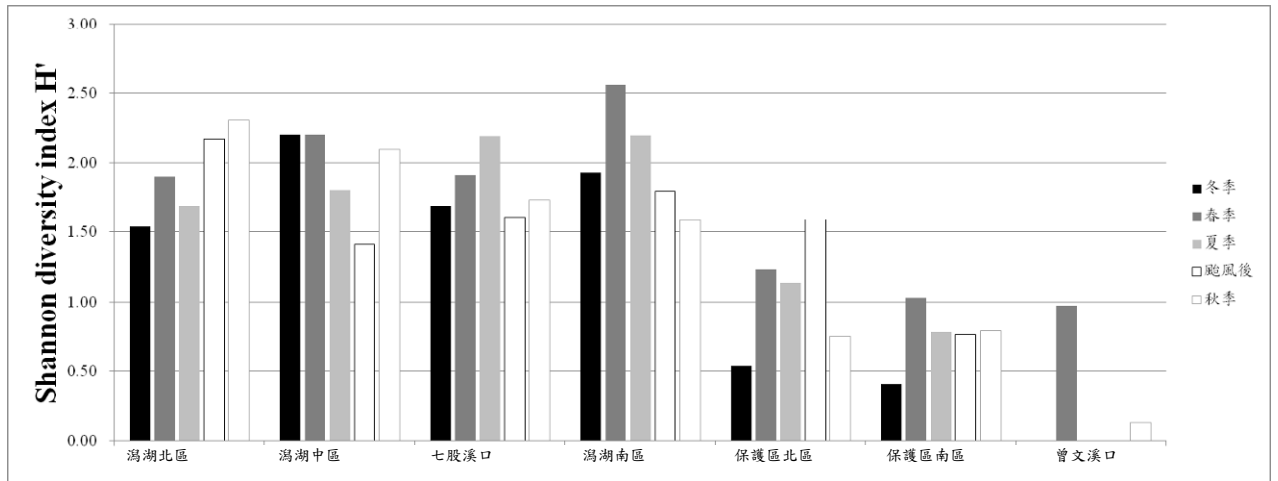


圖 4-10、底棲螺貝類物種多樣性指數(diversity index) (資料來源：本研究結果)

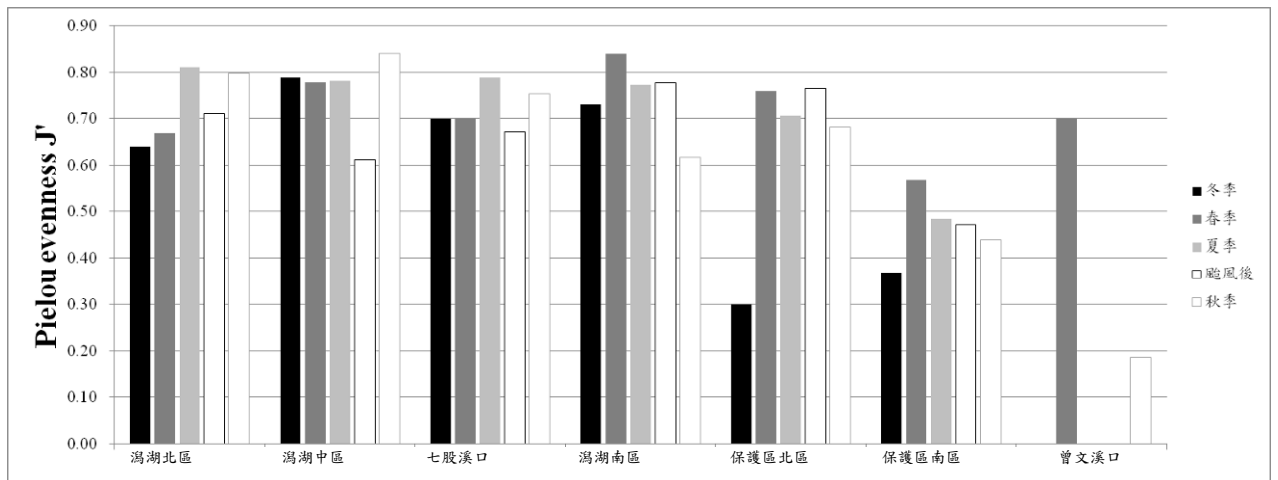


圖 4-11、底棲螺貝類均勻度(evenness) (資料來源：本研究結果)

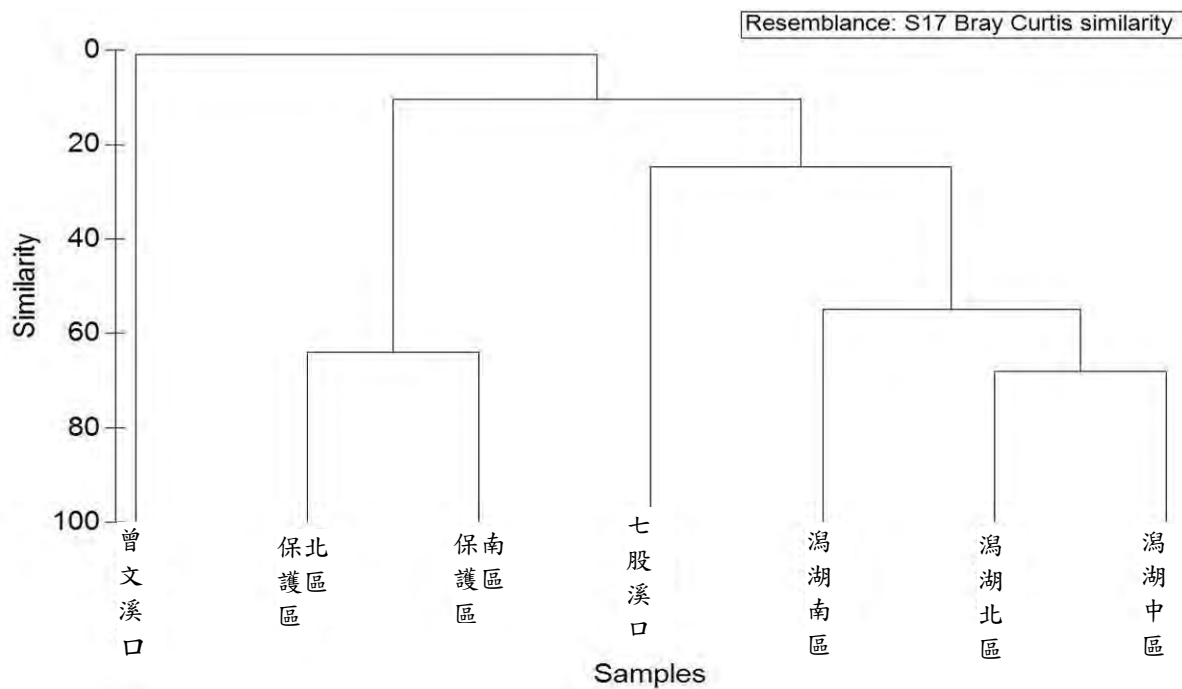


圖 4-12、底棲螺貝類 Bray-Curtis 相似性指數 (資料來源：本研究結果)

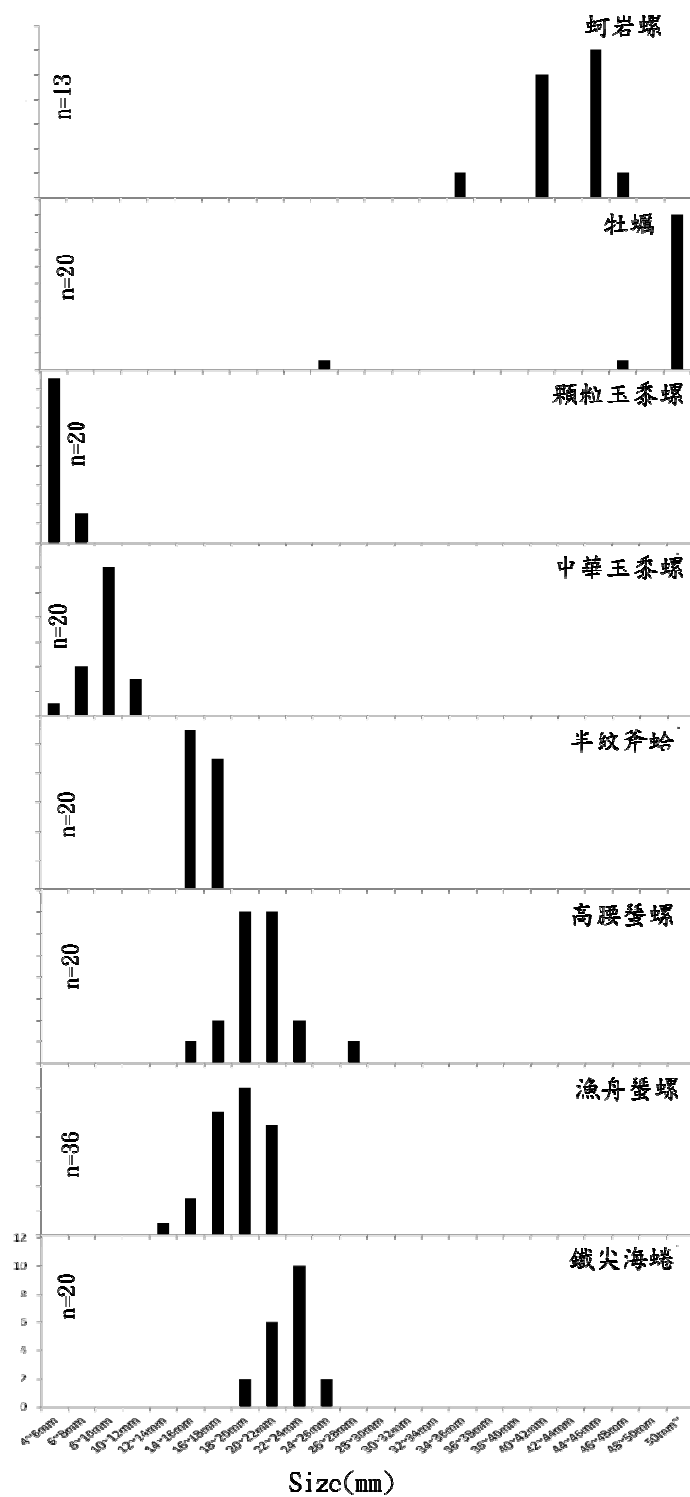


圖 4-13、各優勢物種殼長頻度(資料來源：本研究結果)

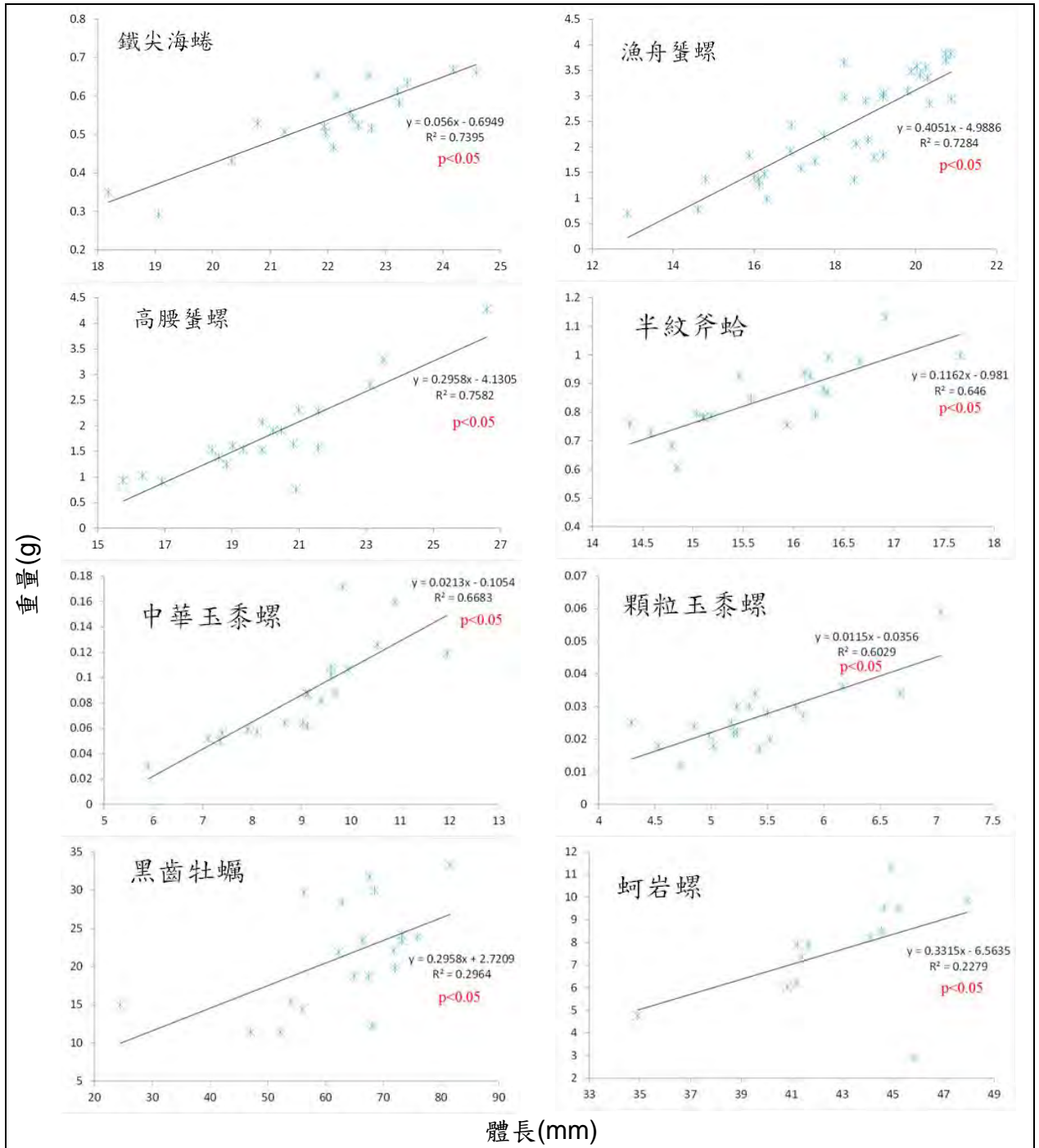


圖 4-14、各優勢物種迴歸線圖(資料來源：本研究結果)

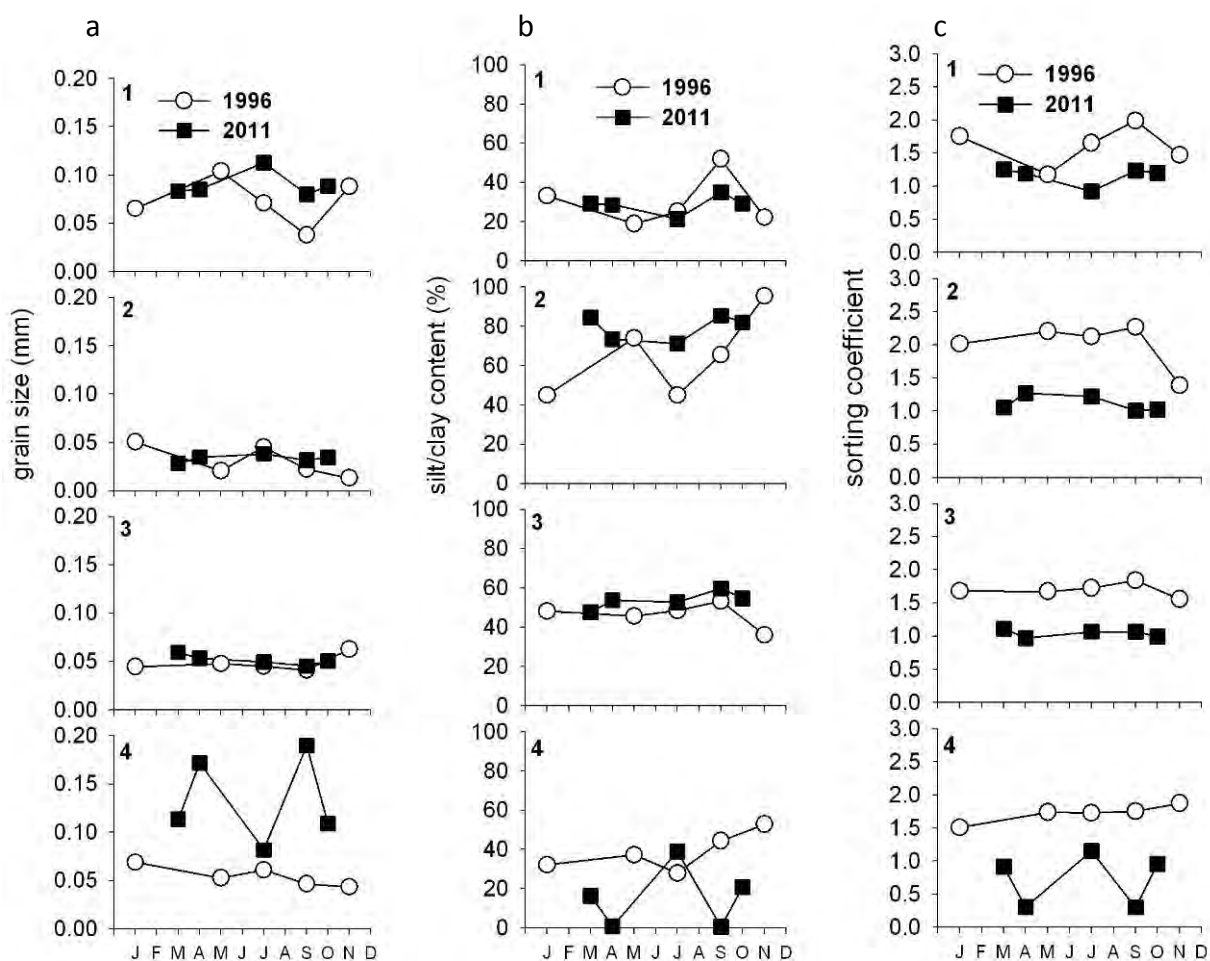


圖 4-15、1996 年和 2011 年七股瀉湖北區、中區、七股溪口與南區亞潮帶的(a)粒度中間值 (median grain size), (b)粉泥黏土含量百分比(silt/clay content), (c)篩選係數(sorting coefficient)。1：七股瀉湖北區，2：瀉湖中區，3：七股溪口，4：瀉湖南區，(資料來源：謝蕙蓮等(1997)與本研究結果)

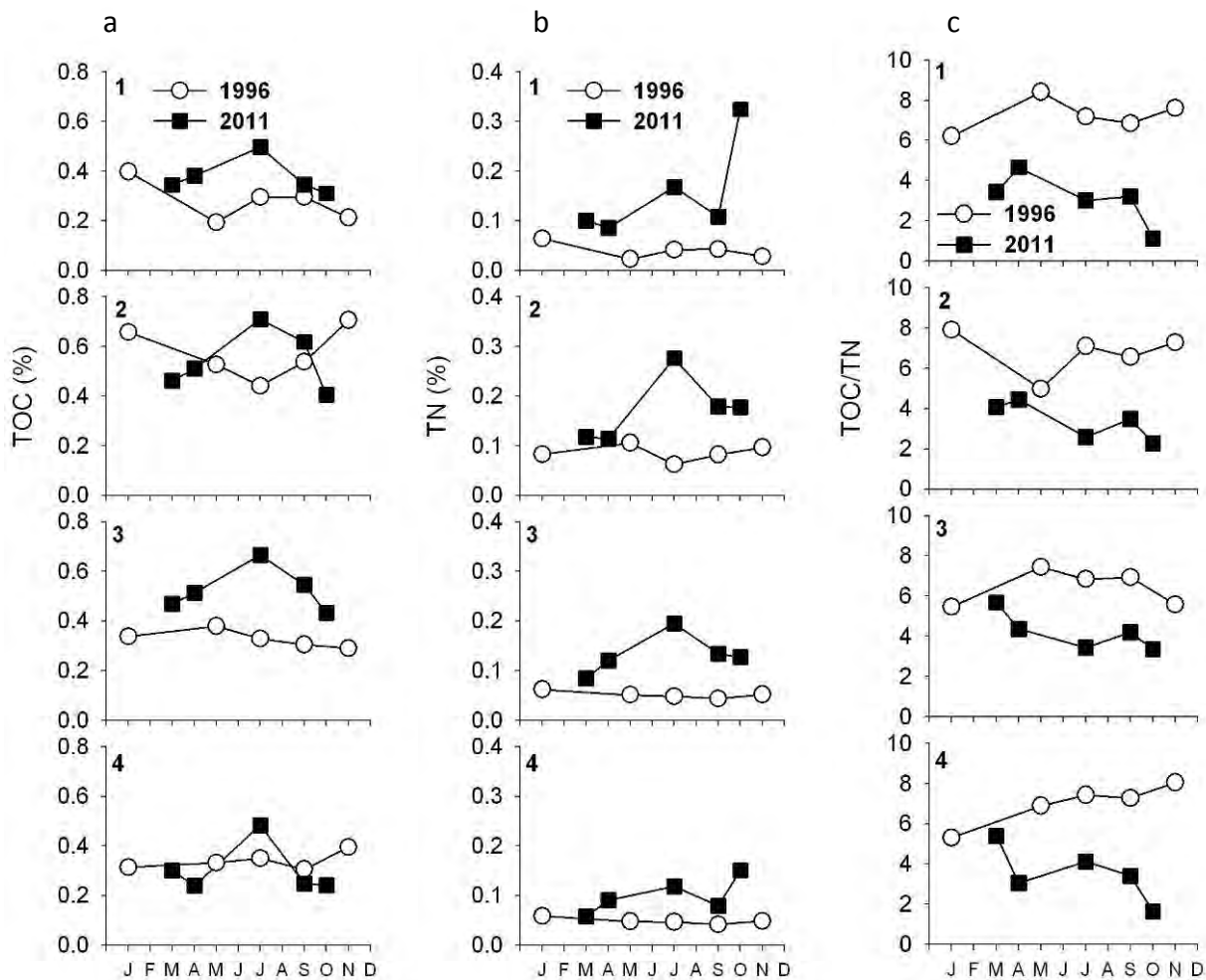


圖 4-16、1996 年和 2011 年七股瀉湖北區、中區、七股溪口與南區亞潮帶的(a) 總有機碳含量(TOC)，(b) 總氮含量(TN)，(c) 總有機碳含與總氮含量比值(TOC/TN)。1：七股瀉湖北區，2：瀉湖中區，3：七股溪口，4：瀉湖南區，(資料來源：謝蕙蓮等(1997)與本研究結果)

第五章 鳥類及鳥類食性研究

摘要

關鍵詞：鳥類、監測、台江國家公園、溼地

一、研究緣起

台江國家公園以溼地生態系為其特色。溼地生態系具豐富生物資源與極高生產力。瞭解溼地生態系的物質循環與能量流動，建構溼地生態模式，以評估生態系統的承載力，是國家公園進行溼地自然資源經營管理之基礎。水鳥容易觀察，是溼地生態系非常理想之監測工具。本研究探討溼地鳥類群聚結構的空間及季節動態，以及鳥類覓食同功群分類，以做為未來鳥類監測的基礎資訊。

二、研究方法及過程

自 3 月下旬開始，於候鳥過境期及度冬期，每星期進行 1 次鳥類調查；夏季每兩星期進行 1 次調查。依據覓食行為及喙長與跗蹠長進行覓食同功群之分類。

三、重要發現

共記錄到 83 種鳥。所有水鳥可分為 6 個覓食同功群。鳥種數及個體數以黑面琵鷺保護區、東魚塭及七股鹽田最高。潟湖及曾文溪河口的鳥類則相對貧乏。水深過深及漁業活動干擾，可能是潟湖區鳥類相貧乏的主因。

四、主要建議事項

立即可行建議：建議進行長期鳥類監測

主辦機關：台江國家公園管理處

鳥類非常適合做為環境及自然資源監測之指標，因此建議在黑面琵鷺保護區及週邊淺坪魚塭、廢棄鹽田設立永久樣區，進行定期的鳥類調查，以評估及監測自然資源及環境狀況。

Abstract

Taijiang National Park is characterized by the highly dynamic estuary and wetland ecosystem. Intense human activities involve in the material cycle and energy flow here and make environmental monitoring even challenging. Shorebirds are top predators, sensitive to the wetland changes and hence are ideal indicator species of ecosystem healthy. We aim to implement a shorebird monitoring program for Taijiang National Park, using spatial and temporal dynamics of bird communities as proxy of wetland environmental changes. Since 2011 March, we investigated bird species and abundance every week during the bird migration seasons and winter and every other week during summer. We define guild by avian foraging behavior, bill length and tarsus length of birds.

We recorded 83 bird species and defined 6 foraging guilds. Number of species and abundance are high in the Reserve but poor in lagoons and Zengwen Estuary, where are deeper and disturbed by fishery and aquaculture activities. We suggest setting up long term monitoring program in Black-faced Spoonbill Reserve to evaluate ecosystem dynamics and biological impacts of climate change.

Keywords: bird, monitoring, Taijiang National Park, wetland

一、前言

台江國家公園以溼地生態系為其特色。溼地生態系具有豐富生物資源與極高生產力，但也面臨環境變遷，例如污染、海岸變遷等的威脅。瞭解溼地生態系的物質循環與能量流動，建構溼地生態模式，以評估生態系統的承載力，是國家公園進行溼地環境的自然資源經營管理之基礎。

台灣位於東亞遷移性水禽的主要遷徙路徑上，使沿海溼地有極高的鳥種多樣性。台江國家公園境內的七股、四草等溼地有非常豐富的水鳥資源，屬於國際級溼地。這些溼地在候鳥遷徙過程中，扮演非常重要的能量補充來源之角色。而溼地生態系的環境變遷或食物資源供應的波動，也直接或間接影響候鳥的能量補充，而可能反映在鳥類多樣性的空間及時間分布上。因此水鳥群聚非常適合作為監測溼地環境的工具。

有許多國家或地區以鳥類作為長期監測的工具。例如英國政府選用該國繁殖鳥類當中的 33 種棲息於樹林、19 種分布於農莊、以及 15 種分布於海岸之代表性鳥種，綜合計算出野生動物指標，作為國家永續發展監測指標之一。美國環境監測計畫 EMAP (Environmental Monitoring and Assessment Program)，利用歷史悠久的北美洲繁殖鳥類調查(Breeding Bird Survey, BBS; Droege and Souer, 1989)資料，評估環境變遷。台灣則曾由行政院環境保護署委託學者建構一套以野生鳥類為基礎的「評量台灣地區生態永續發展指標」(邱祈榮等，2001)；惟該評量系統建置之後並未實際運作。

鳥類常被用來評估或監測一個地區的環境狀況(Furness and Greenwood, 1993)。主要是因為：(1)相對於其他分類群，鳥類的分類較明確，且野外觀察及種類鑑定容易；(2)鳥類多位於食物金字塔較高位階，適合監測透過食物鏈累積的環境訊息；(3)鳥類的生態學研究很多，可以減少環境監測時錯誤解讀的風險；(4)賞鳥人口眾多，方便訓練義工參與，例如台灣繁殖鳥類大調查即借助大量義工完成(李培芬等，2010)。

本研究目的希望藉由鳥類群聚生態學研究，瞭解七股潟湖及黑面琵鷺的鳥類群聚結構之空間及季節分布，並探討鳥類與環境之間的關係。同時也瞭解不同水鳥的食物資源利用及覓食同功群分類。這些結果，可以做為未來鳥類監測之基礎資訊。最後，將以大量樣區及密集野外調查資料，藉由重複抽樣方法，探討鳥類調查之努力量需求。目標在建構以水鳥群聚為基礎的長期鳥類監測方法，並能交由民間相關團體協助執行。

二、材料與方法

(一) 樣區選擇

鳥類調查在共同樣站及週邊地區進行。共同樣站自北而南，分別為七股潟湖北區(以下簡稱潟湖北)、七股潟湖中區(潟湖中)、七股溪口、七股潟湖南區(潟湖南)、黑面琵鷺保護區北區(保護區北)、黑面琵鷺保護區南區(保護區南)、曾文溪口。其中，潟湖北、中、南區及七股溪口均為水深至少 50 cm 以上的深水域環境，堤岸則為裸地、短草或灌木。保護區北及南區屬於曾文溪浮覆地，為水深約 10-20 cm 之淺水泥灘地，並有部份裸露泥灘。曾文溪口則是水深至少 1 m 以上水流較急且浪較大的深水域環境，週邊缺乏適合岸鳥棲息的灘地，河岸則為裸地或短草地。

由於共同樣站的棲地類型以潟湖、淺水灘地及河口為主，並未包含七股地區淺坪魚塢及廢棄鹽田兩個主要類型之棲地。因此本研究另外在共同樣站週邊選擇樣區進行鳥類調查，棲地類型包括廢棄鹽田、淺坪魚塢、深水魚塢、紅樹林、潮溝、以及防風林。週邊樣區包括七股潟湖北區共同樣站東側至南 25-1 道路西側之間的淺坪魚塢、七股鹽山西側的南 25-2 道路兩旁之廢棄鹽田及潮溝(以下簡稱七股鹽田)、七股鹽場廢棄鹽田及潮溝、61 號快速道路以東的七股溪之紅樹林及潮溝、水產試驗所台南分所以南及南 38 道路以西之淺坪魚塢及道路東側之潮溝、黑面琵鷺保育管理中心至第三賞鳥亭北側的淺坪魚塢及潮溝、七股海堤以西灘地、七股堤防與曾文溪北岸之間的淺坪魚塢、黑面琵鷺保護區東側區域(以淺坪魚塢為主，並包含深水魚塢、防風林及潮溝，以下簡稱東魚塢)。

樣區以全球衛星定位系統定位，並以 ArcGIS 9.3 之地理資訊系統平台處理空間資料。定點樣區(7 個共同樣站及七股海堤以西灘地)以雷射測距儀估算每一定點的鳥類觀察距離，再利用 GIS 的 buffer 功能，於每一定點以其特定觀察距離為半徑繪製圓，並以 GIS 的 clip 功能，依據堤防位置或鳥類觀察視角，擷取該圓圈內的鳥類調查範圍之多邊形區塊(polygon)並計算面積。魚塢、鹽田等樣

區則依據既有邊界，於 GIS 繪製鳥類調查範圍之多邊形區塊，計算樣區面積。

所有樣區分布位置請參見圖 5-1。

樣區總計有 138 小區，面積 394 ha。其中，共同樣區鳥類觀察範圍 67 ha，東魚塭樣區 38.5 ha，七股鹽田樣區 95.6 ha。依據棲地類型區分，則以鹽田的 113.4 ha 面積最大，浮覆地(淺水灘地) 103.4 ha 及淺坪魚塭 100.5 ha 次之，其它還包括瀉湖 38.3 ha、河流及潮溝 22.6 ha、防風林 7.5 ha、紅樹林 6.2 ha、以及深水魚塭 2.3 ha。

(二) 鳥類資料

1. 鳥種及數量調查

鳥類調查自三月下旬至十月底為止。在四~五月春季遷移及九~十月秋季遷移期間，每星期進行 1 次鳥類調查，其它時期則每兩星期進行 1 次。一般而言，進行鳥類資源調查時，多採取 1 個月 1 次的調查頻度(e.g., 王金源, 1985; 吳永華, 1990; 廖自強、羅瑞焜, 1997)。但是台灣沿海溼地鳥類群聚組成中，候鳥佔有很高比例(e.g., 潘天祺, 1998; 池文傑, 2000; 許皓捷等, 2010)，導致候鳥過境期的鳥種轉換率非常高(池文傑, 2000; 許皓捷等, 2010)。因此本研究採用較高的調查頻度，以期能盡量反映研究樣區的鳥類相。

為與其他子計畫資料整合，因此將歷次鳥類調查資料歸併為 5 個時期，分別是冬、春、夏、颱風後及秋季。由於研究開始時間較晚，冬季僅於三月底進行 1 次調查。春季為四~六月，其中四~五月為候鳥遷移過境期，每週進行 1 次調查，六月每兩星期調查 1 次，共進行 10 次調查。夏季為七~八月，每兩星期進行 1 次，共 4 次調查；本季最後 1 次調查在 8/18 進行，其後於 8/29~8/31 有颱風侵襲。本研究除季節之外，亦探討颱風過後之影響。本年於 8/27~8/31 有南瑪都颱風警報，颱風在 8/29 凌晨於臺東大武登陸，當日下午於臺南附近出海；8/31 上午於臺灣海峽減弱為熱帶性低氣壓。九月份調查資料歸為颱風後，每週 1 次，共 5 次調查。秋季為十月，每週 1 次，共 4 次調查。研究期間合計進行 24 次調查。

鳥類調查在日間天氣晴朗時進行。每次調查時，各樣區之間的調查順序隨機

調整。鳥類調查採用群集計數法(counting flocks)。於定點或樣區多邊形區塊的堤岸或道路視線良好處，目視並輔以雙筒及單筒望遠鏡掃視整個區塊，記錄發現的鳥種及個體數，以及所在位置之棲地類型。在區塊的停留時間不限，記錄完畢即移動至下一區塊。在調查過程中飛進樣區之個體不予記錄。紀錄之棲地類型分為淺水魚塭、深水魚塭、浮覆地(淺水泥灘地)、紅樹林、潟湖、河溝(包括河流及潮溝)、廢棄鹽田、以及防風林。

2. 水鳥覓食行為觀察

為探討溼地鳥類棲地利用，本研究記錄水鳥覓食方式。陸棲及持續於空中覓食的鳥類，則不予記錄。每一樣區的每一鳥類個體在當次調查中，只記錄一筆覓食行為，以確保每一筆觀察資料的獨立性。我們也由文獻資料蒐集水鳥的體重、喙長及跗蹠長，以分析鳥類覓食方式與形態及棲地利用之間的關係。

水鳥覓食方式區分為以下幾類：

- (1) 探測(probing)：深入泥層探尋食物；
- (2) 啄食(pecking)：啄食泥土表面的食物；
- (3) 針刺(stitching)：與啄食類似，但連續而快速；
- (4) 突刺(plunging)：站立，將頭與頸部伸入水中覓食；
- (5) 掃食(sweeping)：在淺水層以嘴喙左右橫掃覓食；
- (6) 俯衝(subduction)：由空中俯衝水表面覓食；
- (7) 潛水(diving)：整個身體潛入水中覓食。

(三) 資料分析

1. 鳥類相

將全部樣區(共同樣站及所有週邊樣區)的歷次調查資料，依季節及颱風後，共 5 個時期合併整理。另外，整理每一時期每一共同樣站的調查鳥種及平均密度(每次每平方公里之個體數)；而共同樣站缺少的鹽田及淺坪魚塭之棲地類型的鳥類相，則以樣區面積較大的東魚塭及七股鹽田樣區為代表整理之。

全部樣區各季調查資料，分別以每一小樣區(共 138 小區)為取樣單元重複抽

樣，繪製成以個體為基礎的稀釋曲線(individual-based rarefaction curves; Gotelli and Colwell, 2001)，探討隨觀察個體數增加，累積察覺鳥種數增加的情形。採不置換樣本隨機抽樣方法(randomize samples without replacement)重複抽樣，每一樣本規模重複抽樣 50 次。本分析以 EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2009)進行。

全部樣區歷次調查鳥種及個體數，以對應分析(correspondence analysis)分析之，以探討整個七股地區鳥類相隨季節的變異趨勢。分析時，僅出現 1 次的稀有鳥種先予以刪除；這些鳥種出現與否的隨機性較大。另外，為避免優勢種對分析結果的過度主導，將個體數以開根號數值轉換之後再分析。

2. 鳥類棲地利用

以排序方法探討每一水鳥的棲地利用情形及種間分布差異。將 7 個共同樣站及東魚塢與七股鹽田 2 週邊樣區，自三月至十月底 24 次調查，共 216 個樣本，以對應分析(correspondence analysis)排序。分析之前，僅於 1 個樣本當中有紀錄，或總紀錄個體數不到 10 隻次的稀有鳥種先予以刪除。將每一樣站調查結果，依據該樣站的鳥類觀察面積換算成個體密度，以消除樣站之間面積不同導致紀錄個體數差異的影響。另外，為避免優勢種過度主導分析結果，個體密度經開根號之數值轉換後再進行對應分析。分析結果，以各鳥種於排序前兩軸的空間分布，以及所有樣區記錄到的各鳥種，其分別在不同類型棲地及季節的出現比例，繪製成雙序圖(biplot)。

3. 食物資源利用

以覓食同功群(foraging guild)探討各鳥類的覓食棲地利用。合併所有樣區觀察資料，依據每一水鳥被觀察到的各類型覓食行為比例及喙長與跗蹠長，以階層群集分析(hierarchical clustering)將所有水鳥分為數個覓食同功群。每一鳥種的喙長與跗蹠長，先依該形質最大值的鳥種之喙長或跗蹠長，換算成相對比例之後，再分析之。鳥種之間的相異性以 Euclidean distance 計算，再以平均距離法(group average)連結成一樹狀圖。

4. 調查努力量

我們以重複抽樣方法探討隨努力量增加，調查得到的鳥種數、個體數、以及 Shannon diversity index 估計值的變化。我們以兩個角度討論努力量：面積與調查次數。依據物種—面積關係，面積愈大，調查到的鳥種數也愈多。我們以全部 138 個小區的面積及全年調查資料，藉由重複抽以樣瞭解七股溼地鳥類隨調查面積增加而增加的情形。重複抽樣以不置換樣本隨機抽樣方法進行 50 次，計算累積鳥種數以及 Shannon diversity index。在調查次數方面，以全年 24 次調查(冬季 1 次、春季 10 次、夏季 4 次、颱風後 5 次、秋季 4 次)得到的資料，以不置換樣本隨機抽樣方法進行 50 次。估計隨樣本數增加，累積察覺鳥種數、Shannon diversity index 估計值、以及個體數估計值標準差的變化情形。上述分析以 EstimateS 8.2.0 進行。

三、 結果

(一) 鳥類相

研究期間共記錄到鳥類 33 科 83 種。每一季及颱風後所記錄到的鳥種名錄及其科學名，以及平均每次調查可以記錄到的個體數，請見附錄 5-1。

冬季在三月底進行 1 次調查，共記錄到 29 種 671 隻次(附錄 5-1)。由於研究計畫在三月下旬才展開，因此冬季(一~三月)調查努力量有限，導致記錄到的鳥種數及個體數較少。調查結果以裏海燕鷗(*Hydroprogne caspia*)數量最多，佔全部個體數的 33.4%；小白鷺(*Egretta garzetta*)及黑面琵鷺(*Platalea minor*)數量次之，分別佔 18.5 及 15.6%；再其次是東方環頸鴒(*Charadrius alexandrinus*)及中白鷺(*Mesophoyx intermedia*)，分別佔全部個體數的 11.5 及 6.1%。最優勢的 5 種鳥之紀錄個體數即佔全部的 85.2%。整體而言，冬季呈現由少數優勢種及多數稀有種構成之鳥類相。

冬季共同樣站當中，以保護區北(即黑面琵鷺保護區)之鳥種數及個體密度最高(附錄 5-2)，裏海燕鷗及黑面琵鷺為最其中優勢鳥種。瀉湖南、保護區南及曾文溪口則僅分別記錄到 1 種鳥類；另外，瀉湖北、中、以及七股溪口則完全沒有紀錄。週邊樣區當中，以淺坪魚塭為主要棲地類型的東魚塭樣區，其紀錄鳥種數最多，達 14 種；以小白鷺及東方環頸鴒最優勢。鹽田環境為主的七股鹽田樣區則記錄到 5 種，以東方環頸鴒最優勢。

春季共調查 10 次，記錄到 71 種，平均每次記錄 603 隻次(附錄 5-1)。以小白鷺數量最多，佔全部記錄個體數的 15.5%，其它佔 5%以上的優勢鳥種還包括彎嘴濱鴒(*Calidris ferruginea*)、東方環頸鴒及高蹺鴒(*Himantopus himantopus*)。

春季共同樣站仍以保護區北的鳥種數及鳥類密度最高(附錄 5-3)，共記錄 19 種，其中以黑面琵鷺、裏海燕鷗及鐵嘴鴒(*Charadrius leschenaultii*)最優勢。保護區南記錄到的鳥種數及個體密度次之，以小白鷺及青足鴒(*Tringa nebularia*)最優勢。其它共同樣站記錄的鳥種數及鳥類密度則較低。另外，週邊樣區以東魚

塭記錄到的鳥種數最多，達 40 種，小白鷺為最優勢鳥種。七股鹽田記錄到 34 種，最優勢鳥種為彎嘴濱鷸。全部鳥種當中，以小白鷺最普遍，所有共同樣站，以及東魚塭與七股鹽田均有分布。

夏季調查 4 次，記錄到 46 種，平均每次記錄 606 隻次(附錄 5-1)。以小白鷺數量最多，佔全部記錄個體數的 23.8%，其它優勢鳥種還有東方環頸鵒、紅胸濱鷸(*Calidris ruficollis*)、彎嘴濱鷸、高蹺鵒及赤足鷸(*Tringa totanus*)。

夏季共同樣站的鳥種數普遍偏低(附錄 5-4)；最多為保護區北，記錄到 8 種，以東方環頸鵒及小白鷺最優勢。其它共同樣站記錄鳥種數很少，在 1-3 種之間。週邊樣區以東魚塭 29 種最多，鳥類密度亦最高，以紅胸濱鷸最優勢，赤足鷸、小白鷺、東方環頸鵒、高蹺鵒次之。七股鹽田則記錄到 23 種，以小白鷺、東方環頸鵒、彎嘴濱鷸最多。就空間分布而言，以小白鷺及東方環頸鵒的樣區分布最廣。

八月底南瑪都颱風侵襲之後，於九月進行 5 次調查，共記錄到 53 種，平均每次記錄 733 隻次(附錄 5-1)。以小白鷺數量最多，佔全部記錄個體數的 30%，其它優勢鳥種包括東方環頸鵒、高蹺鵒、金斑鵒(*Pluvialis fulva*)及紅胸濱鷸。共同樣站記錄鳥種數不多，其中以保護區北的 7 種最多，其它樣站在 1-4 種之間(附錄 5-5)；全部共同樣站大致以小白鷺最優勢。週邊樣區以東魚塭 42 種最多，小白鷺為最優勢鳥種，高蹺鵒次之。七股鹽田記錄到 28 種，同樣以小白鷺最優勢，紅胸濱鷸、高蹺鵒、東方環頸鵒次之。空間分布上，一樣以小白鷺最普遍，所有共同樣站及東魚塭與七股鹽田均有分布。

秋季調查 4 次，記錄到 52 種，平均每次記錄 1181 隻次(附錄 5-1)。以東方環頸鵒及小白鷺最優勢，各佔全部記錄個體數的 26.4 及 22.7%，其它優勢鳥種還有黑面琵鷺、黑腹濱鷸及高蹺鵒。

秋季共同樣站的鳥種數普遍偏低(附錄 5-6)；最多為保護區北，記錄到 13 種，以黑面琵鷺最優勢。保護區南記錄到 5 種，曾文溪口 4 種，其它共同樣站記錄鳥種數則在 1-2 種之間。週邊樣區以東魚塭 33 種最多，以東方環頸鵒最優勢，紅

胸濱鶺次之。七股鹽田則記錄到 26 種，以東方環頸鴿及小白鷺最多。就鳥類密度而言，由於已有大量黑面琵鷺集中出現於保護區北，因此保護區北的鳥類密度特別高(圖 5-3)。

以稀釋曲線探討各季鳥類群聚特性(圖 5-2)。冬季因為僅在三月底進行 1 次調查，調查到的鳥種數及個體數較少，難以與其它季節比較。在相同個體數(例如 2000 隻鳥)之下，春季的鳥種數最多，顯示春季的鳥種多樣性較高。夏季與颱風後的鳥種多樣性則相當；秋季的鳥種數最少，其鳥種多樣性最低。

比較共同樣站以及東魚塭(淺坪魚塭棲地類型代表)與七股鹽田(廢棄鹽田棲地類型代表)的鳥種數及鳥類密度(圖 5-3)，可以發現潟湖(潟湖北、潟湖中、七股溪口、潟湖南)、溪口(曾文溪口)及浮覆地開闊淺水域環境(保護區南)的鳥種數及鳥類密度均較低。共同樣站當中，以保護區北(黑面琵鷺保護區)有相對較高的鳥種數及鳥類密度。相較而言，以淺坪魚塭為主的東魚塭樣區，不論哪一時期，記錄鳥種數均較多，以廢棄鹽田為主的七股鹽田樣區次之；而兩週邊樣區的鳥類密度則大致類似，並比大部份共同樣區為高。

記錄鳥種數較多及鳥類密度較高的保護區北、東魚塭與七股鹽田，以及全部樣區的逐次調查之鳥種數及個體數，如圖 5-4。大致而言，四至五月上旬鳥種及個體數較多，此時期為春過境期。其後至八月的鳥種及個體數均較少，但東魚塭在七月上旬曾有大量紅胸濱鶺過境，呈現一個體數紀錄高峰(圖 5-4b)。九月之後，鳥種數有增加趨勢；個體數則因秋過境期鳥類出現的隨機性，在歷次調查之間呈現大幅鋸齒狀波動。

七股地區鳥類相大致有兩個主要變異趨勢，分別是春過境期及秋過境期的鳥類相改變。將所有樣區每次調查結果以對應分析排序，歷次調查鳥類相在排序前二軸空間分布如圖 5-5。對應分析第一軸為鳥類相的主要變異趨勢，大致隨時間軸，由三月底至五月排列；此時期為候鳥遷移的春過境期。另外，八月至十月則以與春過境期的相反方向，沿第一軸排列，但跨越的軸長較短。秋過境期的鳥類相改變也有部份表現在第二軸，主要為八月至九月底的調查樣本。

(二) 水鳥的季節及棲地分布

共同樣站及東魚塭與七股鹽田 9 個樣區，自三月至十月底的 24 次調查，合計 216 個樣本當中，共記錄到水鳥 49 種。刪除僅於 1 個樣本當中有紀錄，或紀錄總個體數少於 10 隻次的稀有鳥種之後，共 28 種水鳥(附錄 5-7)。

對應分析結果，28 種水鳥的時空分布差異如圖 5-6。第一軸為鳥類群聚主要變異梯度軸。由各鳥種的出現季節及利用的棲地類型之相對百分比繪製的雙序圖可以發現，各鳥種之間分布差異主要是在是否集中分布於冬季，例如黑面琵鷺與裏海燕鷗(附錄 5-1)，或是否有比較高的比例選擇棲息於浮覆地(黑面琵鷺保護區)，例如黑面琵鷺、裏海燕鷗、反嘴鷗(*Xenus cinereus*)、鐵嘴鵒(附錄 5-7)。第二軸為群聚結構的次要變異梯度軸；各水鳥之間的分布差異與是否主要出現於春季，例如彎嘴濱鷗及寬嘴鷗(*Limicola falcinellus*) (附錄 5-1)，或是否偏好利用鹽田環境，例如彎嘴濱鷗、紅腹濱鷗(*Calidris canutus*)、蒙古鵒(*Charadrius mongolus*)、金斑鵒(附錄 5-7)有關。

(三) 食性及覓食同功群

覓食行為共記錄到 51 種，6003 筆；在共同樣區及東魚塭與七股鹽田較常見的 28 種水鳥，則觀察到 27 種，5519 筆(附錄 5-8)。其中覓食行為觀察筆數最多者為東方環頸鵒，有 1117 筆。總計觀察筆數在 30 筆以上的水鳥有 18 種。

另一方面，食性紀錄較少，記錄到 20 種鳥類覓食，總觀察筆數僅 94 筆。若扣除陸域鳥類，水鳥僅記錄到 16 種，37 筆食性觀察；其中，攝食魚類 18 筆、蝦及螃蟹各 2 筆、貝類 3 筆、其它無脊椎動物 12 筆(附錄 5-9)。

較常見之 28 種水鳥，依據覓食方式及喙長與跗蹠長，進行階層群集分析；覓食行為觀察資料不足之鳥種，其覓食行為參考文獻(陳炤杰，2003)或相近鳥種之覓食行為決定之。群集分析結果，可將鳥類分為 6 個覓食同功群(圖 5-7)。群 I 僅有 1 種水鳥，小鷺鶒(*Tachybaptus ruficollis*)，在深水域潛入水中覓食。群 II 組成鳥種為小型鵒科(Charadriidae)及鷗科(Scolopacidae)鳥類，例如東方環頸鵒、鐵嘴鵒及磯鷗(*Actitis hypoleucos*)，主要啄食泥層表面食物。群 III 以鷺科

(Ardeidae)、跗蹠及喙較長的鶉科鳥類、以及高蹠鴣為主；此群鳥類的喙及跗蹠長度較群 II 鳥種為長，主要探測稍深泥層或淺水層食物。群 IV 有蒼鷺(*Ardea cinerea*)及大白鷺(*Ardea alba*)，屬於大型涉禽，探測較深泥層或深水層的食物。群 V 主要由空中俯衝水域覓食的小燕鷗(*Sternula albifrons*)、黑腹燕鷗(*Chlidonias hybrida*)等水鳥組成。最後一群的群 VI 僅黑面琵鷺 1 種，在水域涉水掃食。

(四) 調查努力量

隨機抽樣結果，調查到的鳥種數與 Shannon diversity index 均隨面積增加而增加(圖 5-8)。一開始，物種數增加快速，但面積到本研究的最大值 394 ha 時，曲線並沒有趨緩態勢。Shannon diversity index 估計值一開始大幅增加，到面積約 100 ha 以上時，則明顯趨緩。另外，在樣本數部份(圖 5-9)，調查到的鳥種數與 Shannon diversity index 均隨樣本數增加而增加。累積鳥種數曲線在最大樣本數時，同樣沒有趨緩態勢。Shannon diversity index 估計值則在 8 次調查以上趨於平緩。個體數估計值的標準差則在 6 個樣本以上時，明顯收斂。

四、討論

(一) 鳥類季節分布

七股地區鳥類群聚結構呈現明顯季節變動。七股溼地大部分鳥類為遷移性水禽，於此地度冬或過境。本計畫野外調查從三月底至十月，雖未能完全包括十一月～翌年三月的度冬期(許皓捷等，2010)，但鳥類群聚結構仍呈現明顯季節波動。在計畫的野外調查時程內，鳥類群聚結構主要變異梯度表現在春過境期，亦即三月底第1次野外調查至五月之間，以及八月底至十月的秋過境期。另外，秋過境期有部份變異表現在次要變異梯度軸(圖 5-5)。一般而言，因為繁殖壓力，鳥類春季北返時間通常較為集中，造成群聚結構在短時間內大幅變動，而構成群聚結構的主要變異梯度。秋過境期的群聚結構變動幅度則相對小很多。圖 5-6 的各鳥種時空分布差異的對應分析也呈現類似結果。

就群聚介量觀之，整體而言，春過境期每次調查均有較高的鳥種數及個體數。夏季留鳥期每次調查到的鳥種數及個體數則較低；直到秋過境期，才又有增加趨勢(圖 5-4)。另外，就鳥種之間個體數分配的角度分析群聚結構，從累積鳥種數隨個體數增加而增加的曲線(圖 5-2)可以發現，同樣調查個體數，春季有最多的鳥種，顯示其鳥種之間的個體數分配相對平均，使鳥種多樣性較高。夏季及颱風過後的九月之鳥種多樣性則介於中間；本研究雖將九月歸為颱風後，惟就鳥類群聚的季節波動而言，實為秋過境高峰期。秋季(10月)的鳥種多樣性則最低，可能是此時期已進入度冬期，鳥類群聚漸漸趨向於由少數優勢種與多數稀有種構成。冬季因為只有3月底的1次調查，無法討論。春及秋過境期因為候鳥遷移，使物種轉換率較高，而有較多的鳥種(圖 5-3)。同一鳥種的個體結群遷移，也使過境期的群聚不易形成少數優勢種與多數稀有種構成之樣式。但是因為本研究的野外調查僅從三月底至十月，且季節係採與其它子計畫一致之劃分方式，而與臺南沿海溼地的水鳥群聚結構之季節變化(許皓捷等，2010)有所出入。各季節的鳥類群聚結構特性，有待未來包括更完整度冬期鳥類調查資料，以及更適當地季節

劃分之後分析。無論如何，由目前分析結果觀之，欲進行七股溼地鳥類群聚調查或監測，必須審慎考慮季節對群聚結構的影響。尤其在過境期物種轉換率高的情形下(圖 5-5)，規劃適當而足夠的努力量，才能適當反映群聚結構。

(二) 鳥類空間分布

就共同樣站而言，不論何季節，保護區北的鳥類種類及個體數均最高，保護區南次之，其他樣站的鳥類都非常貧乏。保護區北與保護區南相連，均為曾文溪浮覆地，堤防有水門與海相通。保護區北為黑面琵鷺度冬的保護區，在黑面琵鷺度冬期間，相關單位藉由水門控制此區水位，以利黑面琵鷺棲息。我們認為適宜且穩定的水位高度，應該是此區鳥種多樣性高於其他樣站的主要原因。

水位高度對於涉禽的棲地選擇非常重要(蔣忠祐，1998；陳炤杰，2003；楊曼瑜，2006)。蔣忠祐(1998)研究四草地區反嘴鵝(*Recurvirostra avosetta*)的覓食棲地選擇，發現水深是主要影響因子。陳炤杰(2003)研究七股地區水鳥的覓食棲地選擇，發現水鳥的跼蹠長與其覓食的水深呈顯著正相關。他發現大多數水鳥集中在表土微溼或泥濘的地面，以及淺灘區覓食，水深 10 cm 以上的區域則僅有高蹠鵝(*Himantopus himantopus*)及鷺科等大型水鳥。楊曼瑜(2006)探討四草地區不同經營管理型態漁塭對水鳥棲地選擇的影響，發現傳統淺坪式養殖漁塭在冬季排水曝坪，形成泥濘或淺灘環境，因而吸引大量水鳥棲息；另一方面，現代深水漁塭則因為終年蓄水，且池水過深而不利水鳥利用。在我們調查記錄到的鳥種當中，除了蒼鷺、大白鷺、中白鷺與黑面琵鷺之外，其他水鳥的跼蹠長都短於 10 cm (附錄 5-8)。對於這些涉禽而言，潟湖水位顯然過深，而不利於其棲息覓食。

潟湖較深的水位雖僅適合游禽棲息，惟研究期間並沒有記錄到鷺鵝科(Podicipedidae)或雁鴨科(Anatidae)等適合深水域活動的鳥類。經驗上，四草地區出現小鷺鵝(*Tachybaptus ruficollis*)的漁塭或池塘，其水域週邊通常有挺水植物、堤岸有高草。潟湖可能過於開闊而缺乏遮蔽。另外，雁鴨科鳥類雖為游禽，

但常在淺水灘地或草澤等環境覓食；例如過去曾有報導宜蘭無尾港棲息的雁鴨至附近水稻田覓食(周怡芳，2000)。雁鴨科鳥類較為敏感(陳柏元，2006)；潟湖並非雁鴨科鳥類唯一覓食棲地，而頻繁的漁業活動，卻可能造成對雁鴨的干擾。

東魚塭及七股鹽田的鳥種數遠高於共同樣站，鳥類密度也較大部份共同樣站為高(圖 5-3)。東魚塭樣區的棲地類型以淺坪魚塭為主，提供涉禽適當地棲息環境(楊曼瑜，2006)，而且魚塭周圍塭堤有遮蔽功能。七股鹽田樣區則是廢棄鹽田形成的淺灘泥地，適合短跗蹠涉禽棲息(陳炤杰，2003)。均是鳥種數及鳥類密度較高的原因之一。

研究期間調查到的水鳥，大部分偏好魚塭及鹽田環境。水鳥時空分布的對應分析結果(圖 5-6)，有非常多鳥種集中在第 1 軸左側，這些主要是分布於魚塭及鹽田環境的鳥種；與偏好於浮覆地的黑面琵鷺及裏海燕鷗，形成群聚的主要變異梯度。另外，極度偏好出現於廢棄鹽田環境的水鳥，例如彎嘴濱鷸、蒙古鵠、紅腹濱鷸及寬嘴鷸，則分布於排序空間第 2 軸上端，與偏好出現於紅樹林環境(七股溪口)的夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)、小白鷺、中白鷺，構成群聚結構的次要變異梯度。

魚塭及鹽田環境是七股地區水鳥分布的主要棲地類型。但除了東魚塭之外，七股鹽田及本研究設立的其它週邊樣區均位於國家公園範圍之外。計畫期間記錄到的 83 種鳥類，有 14 種在國家公園範圍內未有紀錄，其中有 10 種為涉禽；一方面可能是努力量不足的緣故，但同時也顯示週邊地區，尤其是廢棄鹽田形成的泥灘環境，可能某些特定鳥種非常重要的棲地。水鳥棲地利用的對應分析結果(圖 5-6)，也的確顯示有某些鳥類偏好出現於鹽田環境(附錄 5-7)。未來若要進行七股地區鳥類研究或監測，可能必須包含國家公園範圍以外的週邊區域。

(三) 覓食同功群

群聚尺度的水鳥食性資料收集較困難。由於觀察距離較遠，目視觀察及分辨食性的困難度高。本研究目前為止僅觀察到 16 種水鳥，共 37 筆的食性資料；而且食性也僅能粗分(附錄 5-9)。另外，排遺收集及分析則不切實際，除非鷺鷥

營巢或魚塭堤岸，否則排遺收集不易；而且收集到的排遺難以分辨鳥種，要從中分析食性，也有很高的難度。比較可行的方法可能是捕捉個體解剖或催吐，以收集胃內含物；但此法一方面對鳥類個體傷害較大，另一方面，就群聚的研究尺度而言，能夠收集到的鳥種及樣本數也有限。因此本研究以覓食同功群歸納水鳥食性及棲地利用。另有子計畫以鳥類羽毛，藉由穩定同位素技術分析鳥類食性。

本研究以鳥類覓食行為及形態特徵進行覓食同功群之分類。一般而言，同功群分析的目的，在以資源分配的角度解構群聚(Root, 1967; Wiens, 1989; Simberloff and Dayan, 1991)。對於資源的定義不同，分群的結果就會有差異(Wiens, 1989; Simberloff and Dayan, 1991)。大部分鳥類群聚研究的同功群分類，多以覓食行為、覓食位置及食性進行分群(e.g., 丁宗蘇, 1993; 許皓捷, 2003)。台灣過去的溼地鳥類研究，則多依鳥類出現在各式棲地的比重，進行棲地同功群分類(e.g., 林明志, 1994)。

本研究將共同樣站及東魚塭與七股鹽田樣區的 28 種較常見鳥類，依據覓食行為，以及與覓食棲地利用有關的喙長及跗蹠長兩形態特徵，分為 6 個覓食同功群(圖 5-7)。跗蹠長反映樣區之間深水域與泥灘地等的巨棲地差異。當然，短跗蹠水鳥只能利用泥地或淺水灘地，而長跗蹠水鳥除可以利用較深水域之外，也可以在短跗蹠水鳥能利用的環境出現，因此跗蹠長短可能無法非常精確地反映水鳥覓食棲地利用；但仍能對體型差異很大的水鳥之間的棲地利用區隔，有一定程度的貢獻。喙長與覓食時，所能取食的食物深度有關，與跗蹠長類似，對水鳥之間資源利用區隔之分辨，亦有一定貢獻(Wiens, 1989)。另外，覓食行為，則可以反映同一樣區之內微棲地的多樣性及食物資源分布。例如探測法所攝食的，大多是較深泥層的食物，而啄食法取食的位置，則多位於泥土表層。

本研究的同功群分類結果，有許多鳥種的分類結果與以往台灣溼地鳥類群聚研究慣用的棲地同功群分類(e.g., 林明志, 1994; 池文傑, 2000)結果不同。例如跗蹠長度類似的磯鶇(*Actitis hypoleucos*) (25.9 mm)與黑腹濱鶇(*Calidris alpina*) (27.7 mm)，在林明志(1994)與池文傑(2000)的同功群分類中，均歸為泥

灘涉禽；亦即，在棲地利用上，這兩種鳥被認定是極為類似的。但在本研究中，磯鶇屬於群 II，以溼泥表層啄食為主；黑腹濱鶇則被歸為群 III，主要以探測方式，稍微深入泥層覓食。事實上，黑腹濱鶇的喙長(35.7 mm)也遠大於磯鶇的喙長(25.2 mm)，能夠取食較深泥層的食物。我們認為，考慮覓食方法，更能反映不同溼地的棲地環境，所能提供給鳥類的食物資源類別與豐富度之差異。

本研究的覓食同功群分類依據，主要在各鳥種的覓食棲地利用。覓食同功群無法完整反映鳥類食性，因此在生態系食物網架構上，可能有其應用限制。但就棲地品質或環境監測而言，我們認為同一覓食同功群鳥類，縱使種類不同，但對覓食棲地的環境變化之反應應該是類似地。各鳥種的族群波動或有許多非環境因素；因此綜合同一覓食同功群鳥類的波動情形，將更能反映環境變遷。

(四) 調查努力量與鳥類監測

由目前調查資料的重複抽樣結果，累積鳥種數隨面積增加而增加的曲線，在面積達到 400 ha 左右時，仍沒有趨緩態勢。而隨樣本數增加的曲線，在努力量達到本研究的全部樣本數(24)時，同樣沒有趨緩。顯示若欲以鳥種數為目標，本研究的努力量仍然不夠。當然，本研究的調查期間為三月底~十月。若以全年的資料重複抽樣模擬，將能對七股溼地的累積鳥種數隨調查努力量增加的情形有更多的掌握。另外，若鳥類調查目標在多樣性指數或個體數估計，則就本研究所得資料的模擬結果，面積 150 ha 以上樣區(約束魚塭、七股鹽田與保護區北的調查面積之總和)，並進行 10 次以上調查(每月 1-2 次)，可以得到較佳的估計值。但是這樣的估計並沒有包括完整的候鳥秋過境期及度冬期；過境期較高的鳥種轉換率(池文傑, 2000)可能使需要的調查努力量大幅增加。無論如何，若以每月 1-2 次調查估計，則春及秋過境期每兩星期 1 次調查，夏季留鳥期及冬季候鳥度冬期每月 1 次調查，當可符合努力量要求。

很少文獻探討溼地鳥類調查努力量。目前台灣在進行鳥類資源調查時，多採每月 1 次的調查頻度(e.g., 王金源, 1985; 吳永華, 1990; 廖自強、羅瑞焜, 1997; 翁義聰, 2008)。而行政院環境保護署公告的動物生態評估技術規範(行政

院環境保護署，2011)，以其中最嚴格的第三級區域為例，調查頻度更僅要求 4 季，每季 2 次。然而這樣的努力量是否能瞭解一地的生物資源概況？甚至反映環境變遷對生物群聚的影響？完全沒有被討論過。由我們的研究結果顯示，若要得到一地的鳥種多樣性(或鳥類名錄)，每月 1 次的調查頻度顯然嚴重不足。

當然，因為溼地鳥類群聚結構大抵由少數優勢種與多數稀有種構成(池文傑，2000)，大量稀有種存在，會使鳥種數估計時，需要較多努力量。惟稀有種出現的隨機性很高，因此單以調查到鳥種數評估調查努力量，就以群聚層次進行生態監測而言，似乎沒有必要。以生態系功能或覓食同功群角度，討論鳥類群聚調查努力量，可能比較恰當。無論如何，就我們目前對調查努力量的估計，每月 1 次的調查頻度或行政院環境保護署規範的每季 2 次，其努力量顯然都嚴重不足。我們希望本研究結果，可以提供有關單位在未來修訂相關規範之參考。

五、結論與建議

(一) 結論

本研究結果發現，共同樣站當中，以保護區北的鳥類資源最豐富，包括鳥類種類及個體數均最多。保護區南的鳥類資源次之，而其他樣站的鳥類則相對貧乏。共同樣站之外的週邊地區，則以淺坪魚塭環境為主的東魚塭，以及廢棄鹽田為主的七股鹽田樣區的鳥類種數及個體密度較高。就棲地型態而言，曾文溪浮覆地、淺坪魚塭、以及廢棄鹽田的鳥種多樣性較高。就季節而言，以春季的鳥類多樣性最高。春及秋過境期造成全部樣區鳥類群聚結構的變動。所有水鳥依據食物資源利用，可以分為 6 個覓食同功群。在鳥類監測上，本研究的努力量在鳥種多樣性方面仍嫌不足，但就多樣性指數及個體數估計而言，調查面積 150 ha 及 10 次以上調查，應已足夠。

(二) 建議

1. 立即可行建議：進行長期鳥類監測

主辦機關：台江國家公園管理處

鳥類非常適合做為環境及自然資源監測之指標，因此建議台江國家公園管理處設立永久樣區，進行定期的鳥類調查，以評估及監測自然資源及環境狀況。

以鳥類做為資源評估或環境監測時，採取標準化鳥類調查方法是最重要的關鍵。因為調查方法若不一致，則不同地點或時期的鳥類調查結果可能無法比較，從而無法進行自然資源之評估及監測。另外，很多因子會影響鳥類調查的準確性，例如不同觀察者、棲地類型、調查努力量、一天中的調查時段、天氣及季節，但是藉由觀察者的事前訓練及標準化的調查方法，將可以有效降低系統誤差，從而提高鳥類估算的精確性。

我們建議永久樣區除設於黑面琵鷺保護區之外，並應該包含淺坪魚塭，以及廢棄鹽田，面積至少 150 公頃。在春及秋過境期(四~五月及九~十月)，每兩星期進行 1 次調查；夏季(六~八月)及候鳥度冬期(十一月~翌年三月)，每月進行

1 次調查。調查在日間以群集計數法進行。調查人員事先應經過訓練。調查得到的資料除統計鳥種及個體數之外，並應該做更詳細的群聚資料分析，例如排序分析、稀釋曲線、同功群結構分析，並與過去資料比對及進行推論統計。

六、參考文獻

- 丁宗蘇，1993。玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。碩士論文，台灣大學。
- 王金源，1985。竹滬鹽灘之鳥類相。師大生物學報，第 20 卷，71-86 頁。
- 池文傑，2000。客雅溪口鳥類群聚的時空變異。碩士論文，台灣大學。
- 行政院環境保護署，2011。動物生態評估技術規範。行政院環境保護署，台北。
(<http://www.epa.gov.tw/FileDownload/FileHandler.ashx?FLID=17571>)
- 吳永華，1990。五十二甲的鳥類資源。中華民國野鳥學會年刊，第 1 卷，55-64 頁。
- 李培芬、柯智仁、黃國維、高婉瑄、吳采諭、林惠珊、陳宛均、林瑞興、范孟雯、謝仲甫、余維道，2010。台灣繁殖鳥類大調查 2009-2010。行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投。
- 周怡芳，2000。宜蘭縣無尾港保護區雁鴨族群、活動模式及經營管理之研究。碩士論文，台灣大學。
- 林明志，1994。關渡地區鳥類群聚動態與景觀變遷之關係。碩士論文，輔仁大學。
- 邱祈榮、李培芬、張琪如、許皓捷、陳一菁、吳采諭、李玉琪、陳韻如、楊惇淳，2001。評量台灣地區生態永續發展指標—以野鳥族群為例調查計畫。行政院環境保護署，台北。
- 翁義聰，2008。台南市四草野生動物保護區生態環境監測調查。臺南市政府，臺南。
- 許皓捷，2003。台灣山區鳥類群聚的空間及季節變異。博士論文，台灣大學。
- 許皓捷、李培芬、周大慶，2010。四草溼地鳥類群聚的時間動態。2010 台南溼地生物資源與經營管理研討會，國立台南大學主辦，台南。
- 陳柏元，2006。桃園埤塘景觀特性與水鳥族群關係之研究。碩士論文，中國文化大學。

- 陳炤杰，2003。七股地區水鳥覓食行為及棲地利用之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。(NSC91-2621-B-156-001)
- 楊曼瑜，2006。不同漁塭經營策略對水鳥組成的影響。碩士論文，台灣大學。
- 廖自強、羅瑞焜，1997。彰化縣漢寶地區鳥類名錄。中華民國野鳥學會年刊，第6卷，123-139頁。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2010。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。
- 潘天祺，1998。台灣北部淡水河沿岸鳥類資源之組成與時空變異。碩士論文，台灣大學。
- 蔣忠祐，1998。台南四草地區渡冬反嘴鵠棲地選擇因子之研究。碩士論文，東海大學。
- Ackerman, J.T., Takekawa, J.Y., Bluso, J.D., Yee, J.L., and Eagles-Smith, C.A., 2008. Gender identification of Caspian Terns using external morphology and discriminant function analysis. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120:378-383.
- Colwell, R.K., 2009. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's guide and application. (available at: <http://purl.oclc.org/estimates>.)
- Furness, R.W., and Greenwood, J.J.D., 1993. Birds as monitors of environmental change. Chapman and Hall, London, UK.
- Gotelli, N. J., and Colwell, R. K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4:379-391.
- Root, R.B., 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37:317-350.

Shiu, H.J., Ding, T.S., Sheu, J.E., Lin, R.S., Koh, C.N., and Lee, P.F., 2005.

Morphological characters of bird species in Taiwan. *Taiwania*, 50:80-92.

Simberloff, D., and Dayan, T., 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22:115-143.

Wiens, J.A. 1989. *The ecology of bird communities, Volume 1: foundations and patterns*. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.



圖5-1 樣區分布位置圖。其中粉紅色多邊形區塊為共同樣站位置及鳥類觀察範圍；藍色及黃色多邊形區塊為週邊樣區。(資料來源：本研究資料)

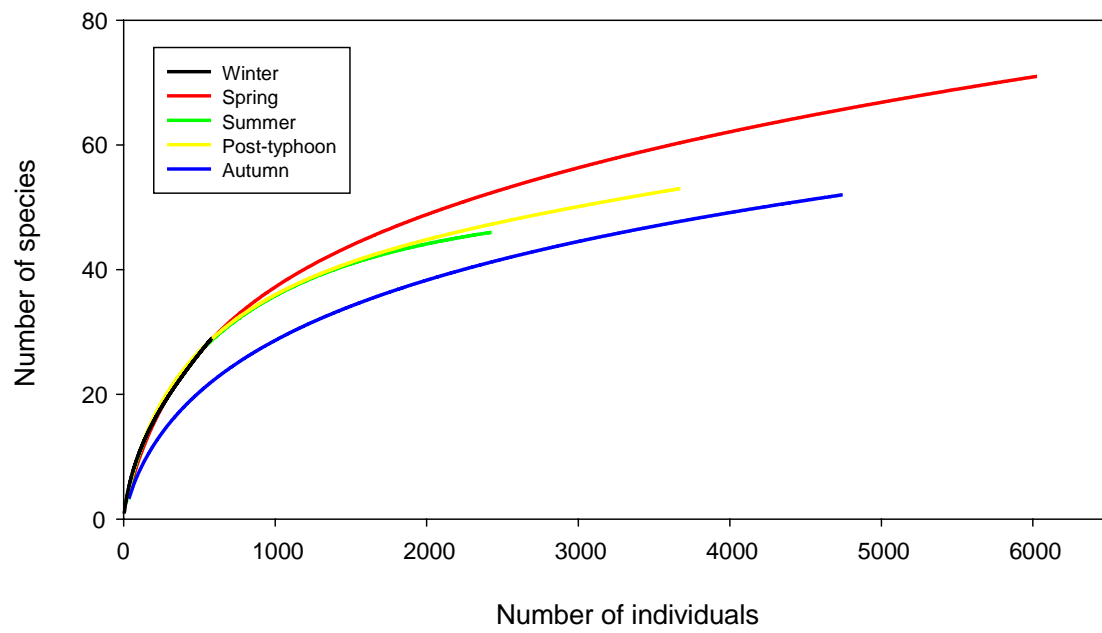


圖5-2 累積察覺鳥種數隨觀察個體數增加而增加之曲線圖。

(資料來源：本研究資料)

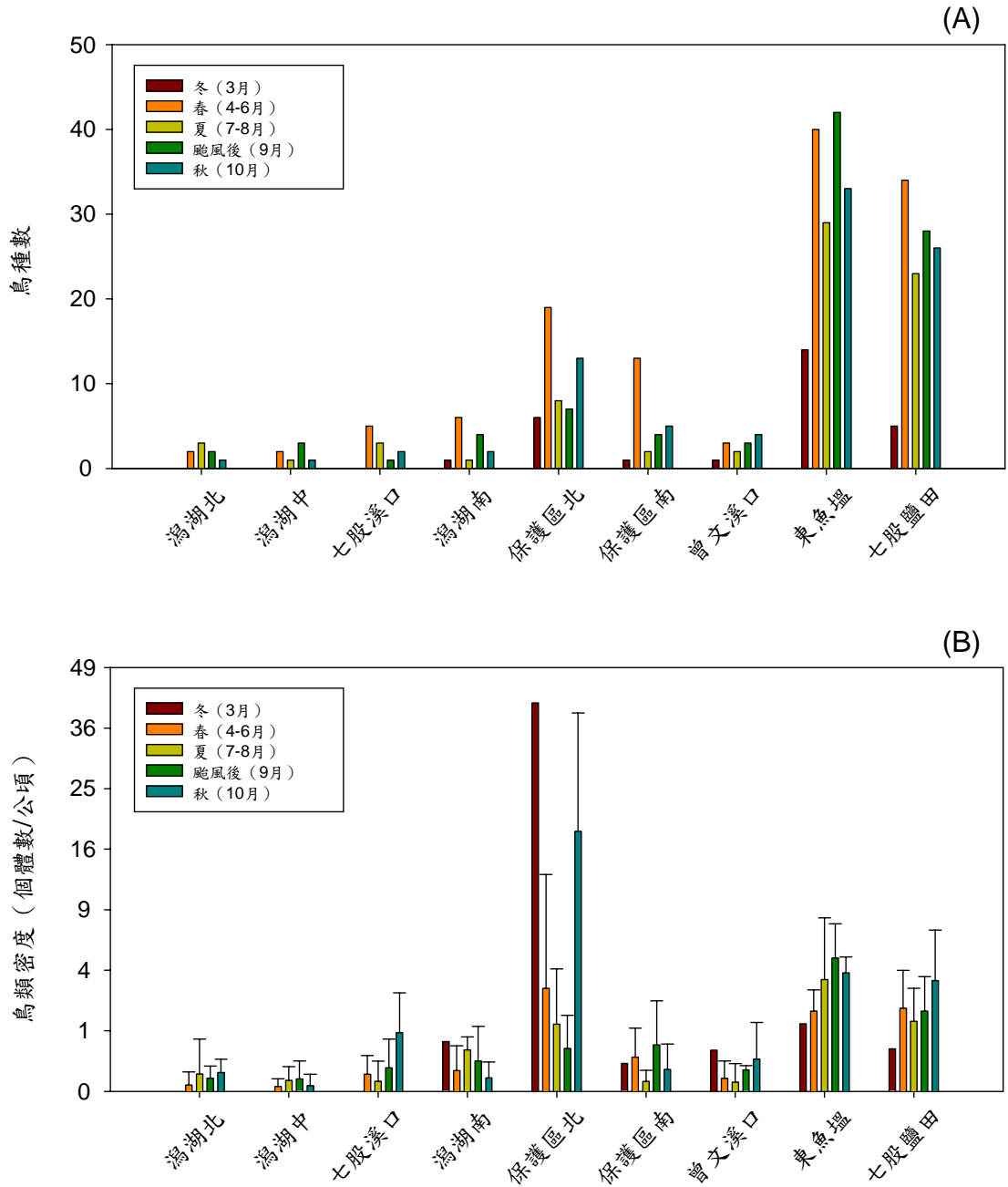


圖5-3 各樣區(A)鳥種數及(B)鳥類密度之比較。注意，鳥類密度之尺度為2次方根，誤差線為標準差。(資料來源：本研究資料)

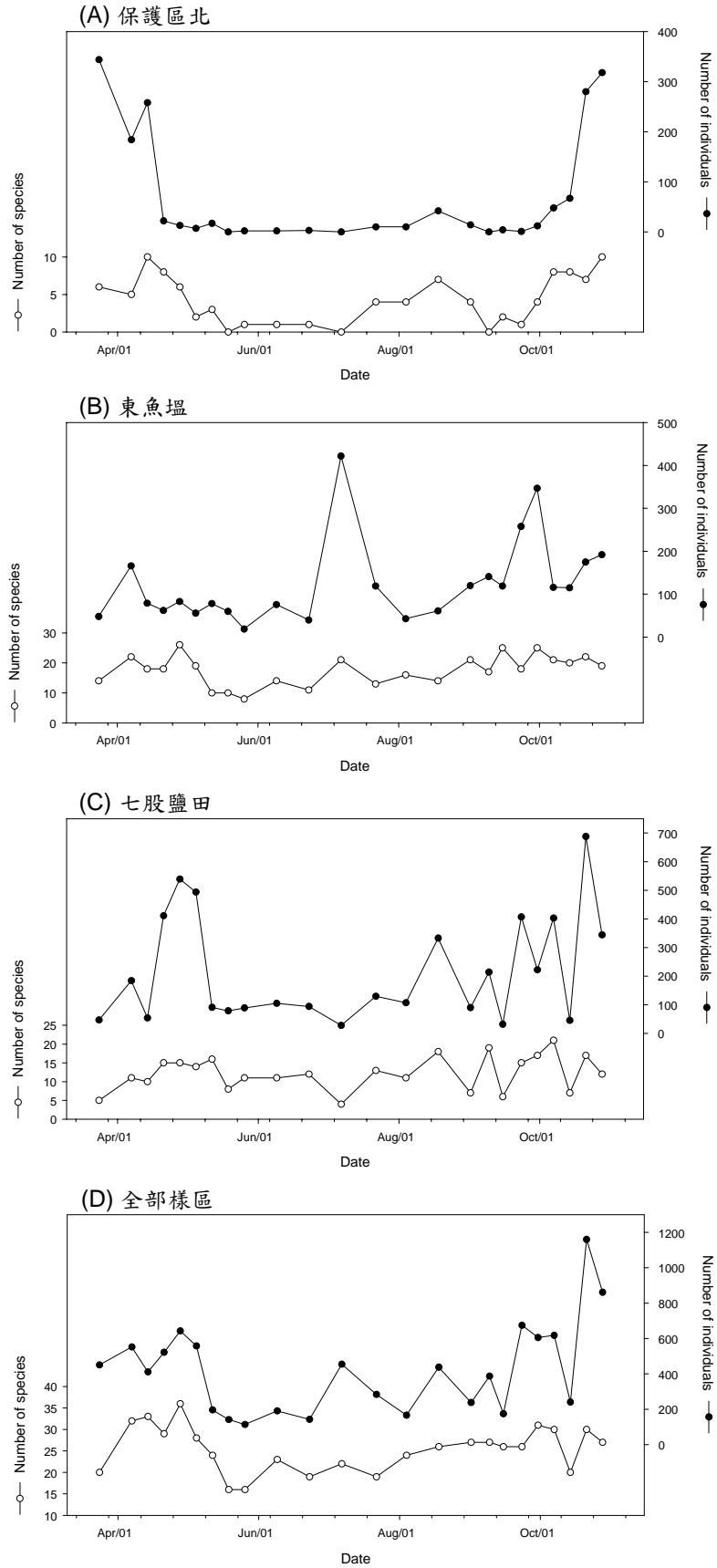


圖5-4 (A)保護區北、(B)東魚塢、(C)七股鹽田、以及(D)全部樣區的鳥種數及個體數隨日期之變化。(資料來源：本研究資料)

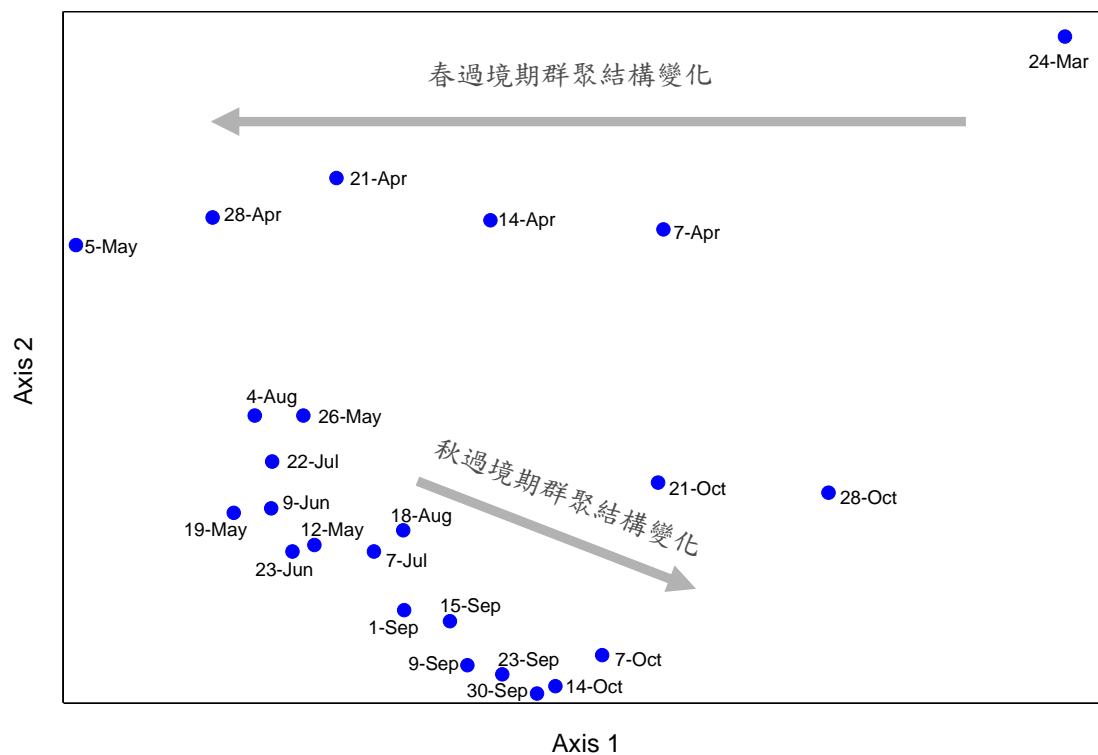


圖5-5 全部樣區歷次調查的鳥類相在鳥類群聚對應分析前二軸空間分布。
(資料來源：本研究資料)

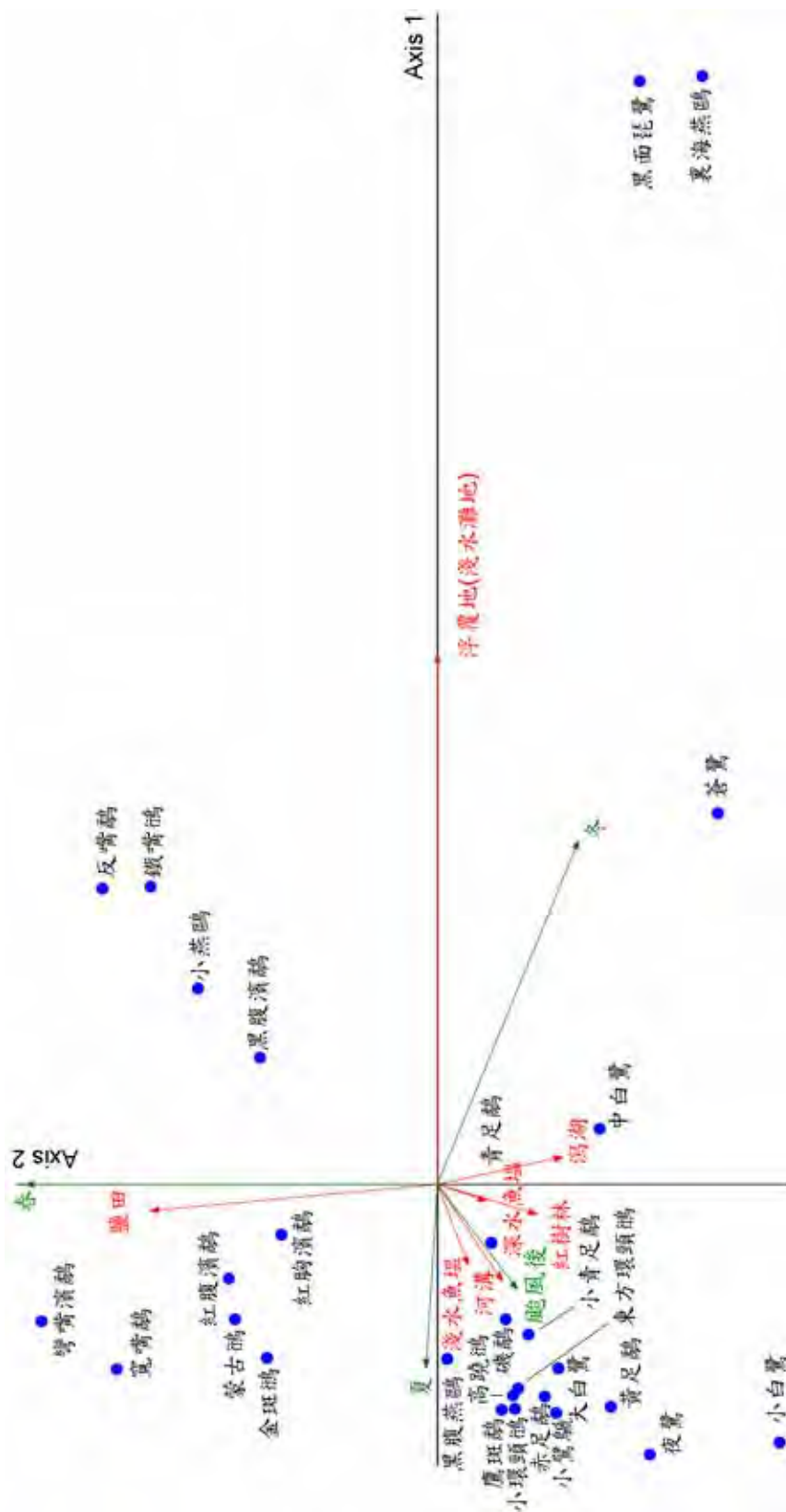


圖5-6 共同樣站、東魚塭及七股鹽田樣區鳥類於歷次調查結果的對應分析前兩軸之空間分布與鳥類在各類型棲地及季節的相對豐富度之雙序圖(biplot)。(資料來源：本研究資料)

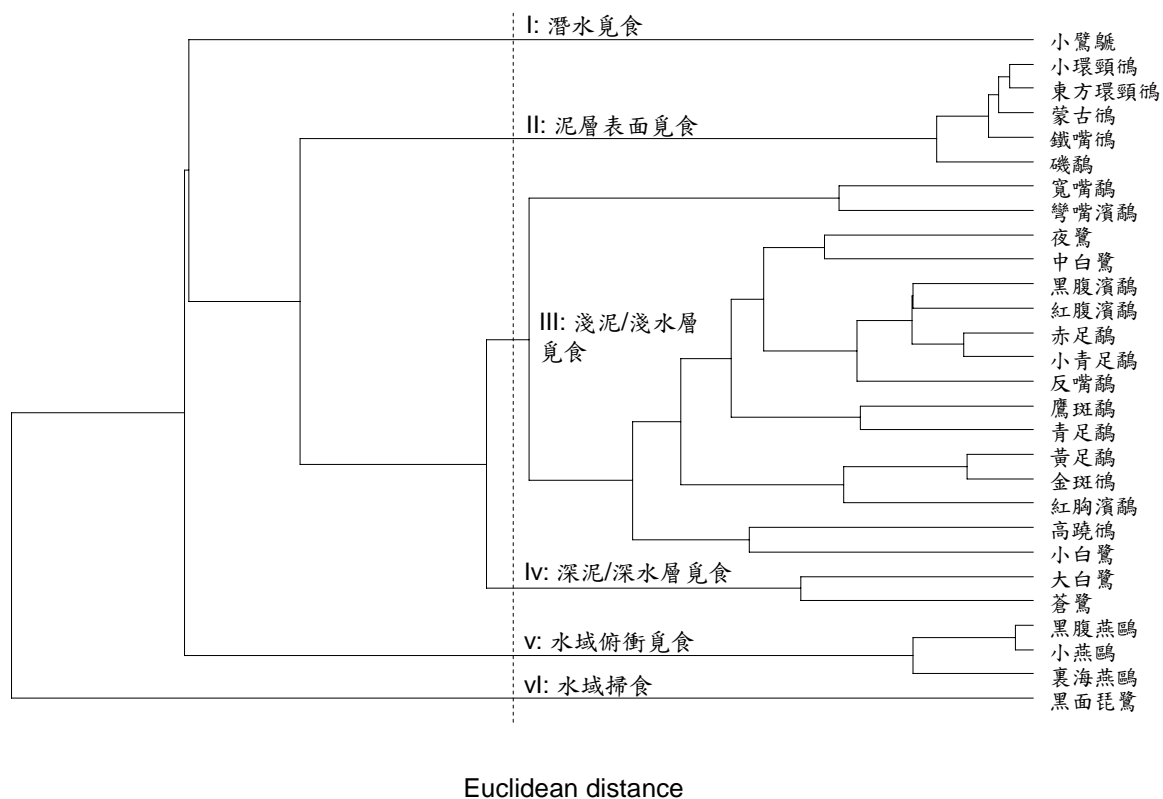


圖5-7 依據覓食行為及喙長與跗蹠長之群集分析樹狀圖。
(資料來源：本研究資料)

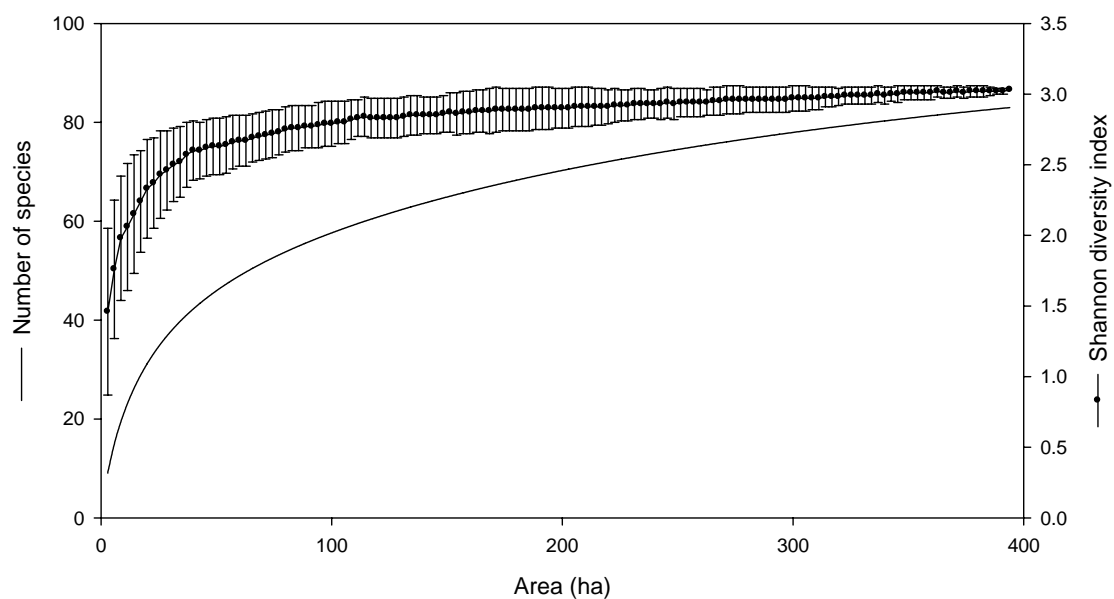


圖 5-8 隨調查面積增加，全年累積察覺鳥種數及 Shannon diversity index 估計值的變化情形。Shannon diversity index 的誤差線為標準差。
(資料來源：本研究資料)

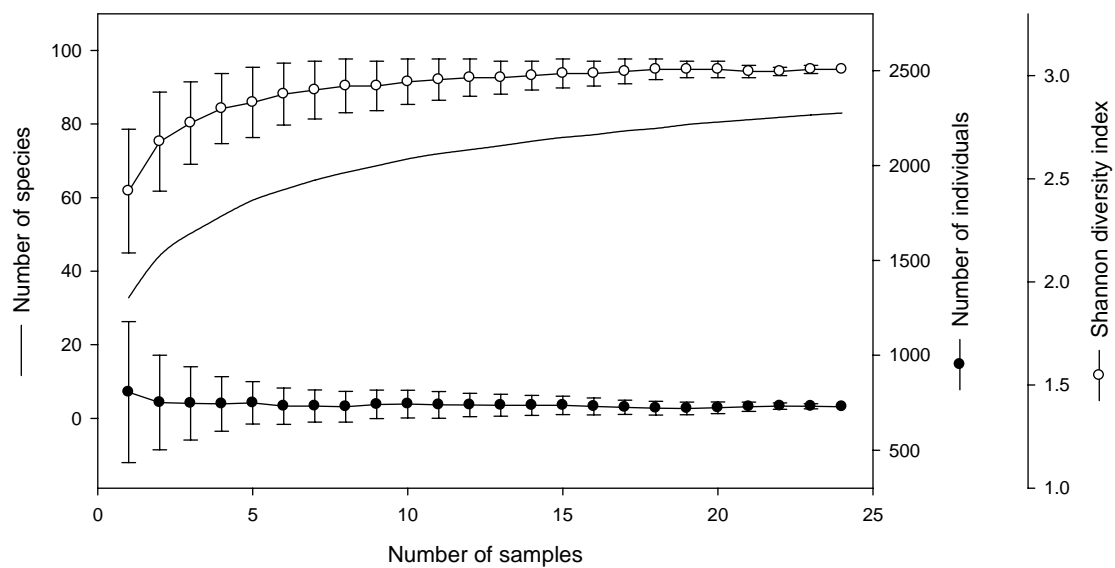


圖 5-9 隨樣本數增加，累積察覺鳥種數、個體估計的標準差、以及 Shannon diversity index 估計值與標準差的變化情形。個體數及 Shannon diversity index 的誤差線為標準差。(資料來源：本研究資料)

附錄 5-1. 研究樣區於冬(3 月)、春(4-6 月)、夏(7-8 月)、颱風後(9 月)及秋季(10 月)五個時期紀錄鳥種及每次調查平均記錄個體數

中文名	科學名*	平均每次調查個體數(隻)				
		冬	春	夏	颱風後	秋
雁鴨科	Anatidae					
小水鴨	<i>Anas crecca</i>	-	-	-	-	1.8
鸕鷀科	Podicipedidae					
小鸕鷀	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1	9.1	9.8	10.2	6.3
鸕鷀科	Phalacrocoracidae					
鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	5	-	-	-	1.3
鷺科	Ardeidae					
黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	-	0.6	0.3	0.8	-
栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	-	0.2	0.5	0.2	-
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	1	0.3	-	4.8	17.3
大白鷺	<i>Ardea alba</i>	2	1.8	0.8	8.2	49.3
中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	41	9.5	3.0	2.4	3.8
唐白鷺	<i>Egretta eulophotes</i>	-	0.6	1.3	-	0.3
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	124	93.7	144.0	219.8	268.5
黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	2	25.9	7.8	6.2	3.5
綠蓑鷺	<i>Butorides striata</i>	-	-	0.5	-	-
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	10.8	14.3	19.2	2.5
鸕科	Threskiornithidae					
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	106	13.3	-	-	129.5
鸕科	Pandionidae					
魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	-	0.1	-	0.2	-
鷹科	Accipitridae					
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	-	0.8	-	0.4	-
隼科	Falconidae					
紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	-	0.1	-	-	-
遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	-	0.1	-	-	-
秧雞科	Rallidae					
灰胸秧雞	<i>Gallirallus striatus</i>	-	0.1	-	-	-
緋秧雞	<i>Porzana fusca</i>	1	0.1	-	-	-
鶺鴒科	Charadriidae					
灰斑鶺鴒	<i>Pluvialis squatarola</i>	-	0.3	0.3	1.0	1.3
金斑鶺鴒	<i>Pluvialis fulva</i>	7	23.5	8.8	57.0	8.8
蒙古鶺鴒	<i>Charadrius mongolus</i>	-	12.9	4.0	2.6	6.3
鐵嘴鶺鴒	<i>Charadrius leschenaultii</i>	-	15.2	1.5	-	0.8

中文名	科學名*	平均每次調查個體數(隻)				
		冬	春	夏	颱風後	秋
東方環頸鵒	<i>Charadrius alexandrinus</i>	77	64.6	94.8	80.0	311.8
小環頸鵒	<i>Charadrius dubius</i>	-	-	9.8	7.4	4.5
長腳鷸科	Recurvirostridae					
高蹺鵒	<i>Himantopus himantopus</i>	8	43.5	37.3	65.8	69.5
鷸科	Scolopacidae					
反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>	1	2.2	-	0.2	-
磯鷸	<i>Actitis hypoleucos</i>	9	3.3	0.5	3.2	2.8
黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>	-	1.8	2.3	1.8	1.0
鶴鷸	<i>Tringa erythropus</i>	-	0.2	-	0.6	-
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>	18	18	12.5	23.0	36.8
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>	9	4.1	4.8	7.6	11.0
鷹斑鷸	<i>Tringa glareola</i>	-	-	1.5	5.2	2.3
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>	7	2.5	34.0	16.0	21.0
中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>	-	-	-	0.4	0.3
大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>	4	-	-	-	0.3
斑尾鷸	<i>Limosa lapponica</i>	-	2.3	-	0.2	0.3
翻石鷸	<i>Arenaria interpres</i>	-	0.1	-	0.2	0.3
大濱鷸	<i>Calidris tenuirostris</i>	-	2.6	-	-	-
紅腹濱鷸	<i>Calidris canutus</i>	-	2.4	1.5	0.2	-
三趾濱鷸	<i>Calidris alba</i>	-	-	-	0.2	-
紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>	-	29.5	63.0	55.0	35.0
丹氏濱鷸	<i>Calidris temminckii</i>	-	2.6	-	0.2	-
長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>	-	0.3	-	-	-
黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>	2	3.7	1.5	9.6	78.5
彎嘴濱鷸	<i>Calidris ferruginea</i>	-	79.5	53.8	0.8	5.0
寬嘴鷸	<i>Limicola falcinellus</i>	-	8.1	2.5	1.6	1.8
鷗科	Laridae					
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	-	4.7	4.8	-	-
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>	224	12.2	-	-	7.0
白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>	-	-	-	-	0.8
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	-	-	9.0	27.2	25.5
蒼燕鷗	<i>Sterna sumatrana</i>	-	-	0.5	-	-
燕鷗	<i>Sterna hirundo</i>	-	-	-	4.0	1.3
鳳頭燕鷗	<i>Thalasseus bergii</i>	-	2.7	-	-	-
鳩鵲科	Columbidae					
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	-	5.6	3.3	4.4	4.5

中文名	科學名*	平均每次調查個體數(隻)				
		冬	春	夏	颱風後	秋
珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	2	2.7	4.3	2.2	0.8
雨燕科	Apodidae					
小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	-	0.3	-	0.4	-
翠鳥科	Alcedinidae					
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	-	1.2	-	0.2	0.3
山椒鳥科	Campephagidae					
黑翅山椒鳥	<i>Coracina melaschistos</i>	-	0.1	-	-	-
伯勞科	Laniidae					
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	1	7.7	0.3	24.4	5.0
棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	-	0.1	-	-	-
卷尾科	Dicruridae					
大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	-	1.3	0.3	0.4	1.0
王鷓科	Monarchidae					
綬帶鳥	<i>Terpsiphone atrocaudata</i>	-	0.1	-	-	-
鴉科	Corvidae					
喜鵲	<i>Pica pica</i>	-	0.2	0.3	-	-
百靈科	Alaudidae					
小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	-	0.7	-	0.2	-
燕科	Hirundinidae					
棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	5	2.6	3.0	5.6	0.8
家燕	<i>Hirundo rustica</i>	-	2.9	4.3	3.6	0.5
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	-	11.4	8.5	3.8	11.3
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	-	6.7	6.8	-	1.0
鶇科	Pycnonotidae					
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	4	14.6	13.8	10.8	15.5
扇尾鶯科	Cisticolidae					
黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	-	0.2	-	-	-
灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	1	7.6	4.3	2.0	1.5
褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	1	9.9	7.5	4.4	1.5
鶇科	Muscicapidae					
鶇鶇	<i>Copsychus saularis</i>	-	0.7	0.8	-	-
鶇科	Turdidae					
藍磯鶇	<i>Monticola solitarius</i>	-	0.1	-	-	-
繡眼科	Zosteropidae					
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	-	2.8	-	-	-
八哥科	Sturnidae					

中文名	科學名*	平均每次調查個體數(隻)				
		冬	春	夏	颱風後	秋
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	-	0.3	-	0.2	-
家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	2	0.7	-	-	0.5
鵲鴝科	Motacillidae					
黃鵲鴝	<i>Motacilla flava</i>	-	0.1	-	0.8	0.5
鷓鴣科	Emberizidae					
黑臉鷓鴣	<i>Emberiza spodocephala</i>	-	0.1	-	-	-
麻雀科	Passeridae					
麻雀	<i>Passer montanus</i>	3	9.8	14.0	26.0	17.8
梅花雀科	Estrildidae					
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	-	2.4	5.0	-	1.8
鳥種數		29	71	46	53	52
總計		671	602.8	606.3	732.8	1181

*科學名從Clements et al., 2011

(資料來源：本研究資料)

附錄5-2 各樣區冬季(3月)鳥種數及總個體密度(個體數/平方公里)

中文名	澗湖北	澗湖中	七股溪口	澗湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
小鸛鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鷓鴣	-	-	-	67.3	-	-	-	-	-
蒼鷺	-	-	-	-	12.0	-	-	-	-
大白鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
中白鷺	-	-	-	-	95.7	-	-	10.4	-
小白鷺	-	-	-	-	-	21.0	46.4	20.8	5.2
黃頭鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
夜鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黑面琵鷺	-	-	-	-	1267.9	-	-	-	-
緋秧雞	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
金斑鴝	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東方環頸鴝	-	-	-	-	-	-	-	20.8	38.7
高蹺鴝	-	-	-	-	-	-	-	13.0	-
反嘴鴝	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
磯鴝	-	-	-	-	-	-	-	-	-
青足鴝	-	-	-	-	23.9	-	-	5.2	-
小青足鴝	-	-	-	-	-	-	-	5.2	2.1
赤足鴝	-	-	-	-	-	-	-	10.4	2.1
大杓鴝	-	-	-	-	47.8	-	-	-	-
黑腹濱鴝	-	-	-	-	-	-	-	-	-
裏海燕鷗	-	-	-	-	2667.5	-	-	-	-
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅尾伯勞	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
棕沙燕	-	-	-	-	-	-	-	13.0	-
白頭翁	-	-	-	-	-	-	-	10.4	-
灰頭鷓鴣	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
褐頭鷓鴣	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
家八哥	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-
麻雀	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鳥種數	0	0	0	1	6	1	1	14	5
總密度	0	0	0	67.3	4114.8	21.0	46.4	124.6	49.2

(資料來源：本研究資料)

附錄5-3 各樣區春季(4-6月)鳥種數及總個體密度(個體數/平方公里)

中文名	潟湖北	潟湖中	七股溪口	潟湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
小鸕鶿	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
黃小鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
栗小鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
蒼鷺	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-
大白鷺	-	-	-	-	-	1.1	-	1.3	0.9
中白鷺	-	-	1.1	-	1.2	7.4	-	12.7	3.2
唐白鷺	-	-	-	-	1.2	2.1	-	-	-
小白鷺	2.6	1.4	8.8	6.7	27.5	18.9	3.7	25.2	12.0
黃頭鷺	-	-	-	2.7	-	-	-	-	0.2
夜鷺	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
黑面琵鷺	-	-	-	-	148.3	-	-	-	0.9
魚鷹	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-
黑翅鳶	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
紅隼	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
遊隼	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-
灰胸秧雞	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
緋秧雞	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
灰斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
金斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.5	17.3
蒙古鵠	-	-	-	-	-	2.1	-	-	11.4
鐵嘴鵠	-	-	-	-	102.9	-	-	0.3	4.6
東方環頸鵠	-	-	2.2	-	9.6	4.2	5.6	7.3	26.4
高蹺鵠	-	-	-	-	-	-	-	8.6	11.8
反嘴鵠	-	-	-	-	16.7	-	-	-	-
磯鵠	-	-	-	-	2.4	-	-	2.1	0.3
黃足鵠	-	-	-	-	9.6	1.1	-	-	-
鶴鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
青足鵠	-	-	-	-	10.8	10.5	-	4.9	6.3
小青足鵠	-	-	-	-	3.6	1.1	-	5.2	0.3
赤足鵠	-	-	-	-	1.2	1.1	-	0.5	0.1
斑尾鵠	-	-	-	-	3.6	-	-	-	-
翻石鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5
紅胸濱鵠	-	-	-	-	59.8	-	-	-	23.1
丹氏濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
長趾濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黑腹濱鵠	-	-	-	-	35.9	-	-	0.3	0.2

中文名	瀉湖北	瀉湖中	七股溪口	瀉湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
彎嘴濱鵲	-	-	-	-	-	-	-	-	83.1
寬嘴鵲	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5
小燕鷗	-	-	-	-	29.9	-	-	-	1.9
裏海燕鷗	-	0.7	-	-	140.0	-	-	-	0.4
鳳頭燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅鳩	-	-	-	-	-	-	-	7.3	0.9
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	2.6	0.6
小雨燕	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-
翠鳥	-	-	-	-	1.2	1.1	-	0.5	-
黑翅山椒鳥	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅尾伯勞	-	-	-	-	-	-	-	13.5	0.2
棕背伯勞	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大卷尾	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-
綬帶鳥	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
喜鵲	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
小雲雀	-	-	-	-	-	-	-	-	-
棕沙燕	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-
家燕	-	-	-	1.3	-	-	-	1.6	-
洋燕	-	-	-	6.7	-	-	2.8	0.5	0.7
赤腰燕	-	-	-	-	-	-	-	15.1	0.3
白頭翁	-	-	2.2	-	-	-	-	19.5	0.2
黃頭扇尾鶯	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
灰頭鷓鴣	2.6	-	2.2	-	-	-	-	13.0	-
褐頭鷓鴣	-	-	-	5.4	-	-	-	12.2	-
鵲鴝	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-
藍磯鶇	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
綠繡眼	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-
白尾八哥	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
家八哥	-	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2
黃鶇鶇	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黑臉鵪	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-
麻雀	-	-	-	-	-	-	-	1.6	3.8
斑文鳥	-	-	-	-	-	-	-	4.9	-
鳥種數	2	2	5	6	19	13	3	40	34
總密度	5.3	2.1	16.4	26.9	607.7	52.6	12.1	186.6	223.9

(資料來源：本研究資料)

附錄5-4 各樣區夏季(7-8月)鳥種數及總個體密度(個體數/平方公里)

中文名	潟湖北	潟湖中	七股溪口	潟湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
小鸕鶿	-	-	-	-	-	-	-	13.0	0.8
黃小鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
栗小鷺	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
大白鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
中白鷺	-	-	-	-	-	-	-	1.3	1.8
唐白鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
小白鷺	6.6	7.1	5.5	50.5	47.8	2.6	-	57.1	46.0
黃頭鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
綠蓑鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
夜鷺	-	-	-	-	-	-	-	6.5	0.5
灰斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
金斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.1
蒙古鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9
鐵嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
東方環頸鵠	19.9	-	2.7	-	50.8	2.6	4.6	46.7	29.3
小環頸鵠	-	-	-	-	15.0	-	-	0.6	-
高蹺鵠	-	-	-	-	9.0	-	-	39.6	6.5
磯鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
黃足鵠	-	-	-	-	23.9	-	-	0.6	-
青足鵠	-	-	-	-	15.0	-	-	14.3	5.0
小青足鵠	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.8
鷹斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
赤足鵠	-	-	-	-	15.0	-	-	62.3	4.7
紅腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅胸濱鵠	-	-	-	-	9.0	-	4.6	99.9	14.6
黑腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
彎嘴濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.6	22.8
寬嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6
小燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9
黑腹燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2
蒼燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅鳩	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.5
紅尾伯勞	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大卷尾	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-
喜鵲	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-

中文名	瀉湖北	瀉湖中	七股溪口	瀉湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
棕沙燕	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
家燕	-	-	-	-	-	-	-	-	-
洋燕	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
赤腰燕	-	-	-	-	-	-	-	10.4	-
白頭翁	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-
灰頭鷓鴣	6.6	-	-	-	-	-	-	7.1	-
褐頭鷓鴣	-	-	2.7	-	-	-	-	9.7	-
鵲鴝	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-
麻雀	-	-	-	-	-	-	-	2.6	0.5
斑文鳥	-	-	-	-	-	-	-	13.0	-
鳥種數	3	1	3	1	8	2	2	29	23
總密度	33.1	7.1	11.0	50.5	185.4	5.3	9.3	418.5	156.4

(資料來源：本研究資料)

附錄5-5 各樣區颱風後(9月)鳥種數及總個體密度(個體數/平方公里)

中文名	潟湖北	潟湖中	七股溪口	潟湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
小鸕鶿	-	-	-	-	-	-	-	10.4	-
黃小鷺	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
栗小鷺	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
蒼鷺	-	-	-	-	-	8.4	-	-	4.0
大白鷺	-	-	-	-	-	-	-	2.1	3.6
中白鷺	-	-	-	-	-	8.4	-	0.5	0.2
小白鷺	5.3	7.1	32.9	29.6	28.7	79.9	1.9	184.3	46.9
黃頭鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
夜鷺	-	2.8	-	-	-	-	-	3.6	0.2
魚鷹	-	-	-	-	-	-	-	-	-
黑翅鳶	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
灰斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
金斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	5.2	7.1
蒙古鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.5	1.3
東方環頸鵠	2.6	-	-	-	2.4	-	7.4	26.0	20.9
小環頸鵠	-	-	-	-	-	-	-	8.3	1.5
高蹺鵠	-	-	-	-	2.4	-	-	60.7	26.8
反嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
磯鵠	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-
黃足鵠	-	-	-	-	4.8	-	-	2.1	0.2
鶴鵠	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
青足鵠	-	-	-	-	12.0	4.2	-	24.4	6.3
小青足鵠	-	-	-	-	-	-	-	8.8	0.4
鷹斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	7.8	-
赤足鵠	-	-	-	-	21.5	-	-	13.5	2.7
中杓鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
斑尾鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
翻石鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
紅腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
三趾濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
紅胸濱鵠	-	-	-	-	-	-	3.7	38.4	36.2
黑腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	6.2	7.5
丹氏濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
彎嘴濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
寬嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	2.6	0.4
黑腹燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	1.6	23.0

中文名	瀉湖北	瀉湖中	七股溪口	瀉湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2
紅鳩	-	-	-	-	2.4	-	-	8.8	0.2
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	3.1	0.6
小雨燕	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
翠鳥	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
紅尾伯勞	-	-	-	2.7	-	-	-	15.6	0.4
大卷尾	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
小雲雀	-	-	-	-	-	-	-	-	-
棕沙燕	-	-	-	-	-	-	-	10.9	-
家燕	-	1.4	-	-	-	-	-	2.1	2.1
洋燕	-	-	-	5.4	-	-	-	1.6	-
白頭翁	-	-	-	-	-	-	-	20.8	0.2
灰頭鷓鴣	-	-	-	-	-	-	-	3.6	-
褐頭鷓鴣	-	-	-	-	-	-	-	5.7	-
白尾八哥	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-
黃鸝	-	-	-	-	-	-	-	1.0	-
麻雀	-	-	-	13.5	-	-	-	20.2	3.8
鳥種數	2	3	1	4	7	4	3	42	28
總密度	7.9	11.3	32.9	51.1	74.2	100.9	13.0	511.3	201.9

(資料來源：本研究資料)

附錄5-6 各樣區秋季(10月)鳥種數及總個體密度(個體數/平方公里)

中文名	潟湖北	潟湖中	七股溪口	潟湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
小水鴨	-	-	-	-	-	-	-	4.6	-
小鸕鶿	-	-	-	-	-	-	-	9.1	-
鸕鶿	-	-	-	-	-	-	-	-	-
蒼鷺	-	-	-	-	137.6	-	-	2.6	2.1
大白鷺	-	-	38.4	3.4	47.9	7.9	4.7	5.9	11.8
中白鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
唐白鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小白鷺	13.3	3.5	87.7	6.7	38.9	5.3	46.4	27.3	104.1
黃頭鷺	-	-	-	-	-	-	-	-	-
夜鷺	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-
黑面琵鷺	-	-	-	-	1549.1	-	-	-	-
灰斑鵠	-	-	-	-	-	-	2.3	-	0.3
金斑鵠	-	-	-	-	26.9	-	-	4.6	0.3
蒙古鵠	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.9
鐵嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-
東方環頸鵠	-	-	-	-	56.8	2.6	2.3	92.8	139.9
小環頸鵠	-	-	-	-	-	-	-	7.8	0.5
高蹺鵠	-	-	-	-	-	-	-	27.9	33.5
磯鵠	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.3
黃足鵠	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-
青足鵠	-	-	-	-	44.9	-	-	31.2	12.0
小青足鵠	-	-	-	-	3.0	-	-	14.3	2.1
鷹斑鵠	-	-	-	-	-	-	-	4.6	0.3
赤足鵠	-	-	-	-	77.8	-	-	7.1	5.5
中杓鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
大杓鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	-
斑尾鵠	-	-	-	-	3.0	-	-	-	-
翻石鵠	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
紅胸濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	54.5	14.4
黑腹濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	24.0	19.9
彎嘴濱鵠	-	-	-	-	-	-	-	13.0	-
寬嘴鵠	-	-	-	-	-	-	-	4.6	-
裏海燕鷗	-	-	-	-	83.7	-	-	-	-
白翅黑燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
黑腹燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	25.9
燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3

中文名	瀉湖北	瀉湖中	七股溪口	瀉湖南	保護區北	保護區南	曾文溪口	東魚塢	七股鹽田
紅鳩	-	-	-	-	-	-	-	7.8	1.3
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	-	-
翠鳥	-	-	-	-	-	-	-	-	-
紅尾伯勞	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3
大卷尾	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
棕沙燕	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-
家燕	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
洋燕	-	-	-	-	38.9	-	-	3.9	-
赤腰燕	-	-	-	-	-	-	-	-	-
白頭翁	-	-	-	-	23.9	5.3	-	18.8	0.3
灰頭鷓鴣	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-
褐頭鷓鴣	-	-	-	-	-	5.3	-	0.7	-
家八哥	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
黃鸝	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-
麻雀	-	-	-	-	-	-	-	0.7	4.7
斑文鳥	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-
鳥種數	1	1	2	2	13	5	4	33	26
總密度	13.3	3.5	126.1	10.1	2132.2	26.3	55.7	388.0	387.1

(資料來源：本研究資料)

附錄 5-7 研究期間 28 種常見鳥類在各類型棲地之間相對豐富度分配比例

	淺水魚塭	深水魚塭	浮覆地	紅樹林	瀉湖	河溝	鹽田
小鷺鶒	0.75	-	0.23	-	-	-	0.02
蒼鷺	0.08	-	0.24	-	-	-	0.68
大白鷺	0.05	-	0.01	0.85	-	-	0.09
中白鷺	0.34	-	0.07	0.44	0.01	-	0.14
小白鷺	0.05	0.18	0.01	0.51	0.01	0.20	0.03
夜鷺	0.00	-	0.00	0.90	0.00	0.10	0.01
黑面琵鷺	-	-	0.96	-	-	-	0.04
金斑鴿	0.08	-	0.07	-	-	0.27	0.58
蒙古鴿	0.09	-	0.05	-	-	-	0.86
鐵嘴鴿	0.08	-	0.61	-	-	-	0.31
東方環頸鴿	0.11	-	0.06	-	0.01	0.39	0.43
小環頸鴿	0.23	-	0.06	-	-	0.16	0.55
高蹺鴿	0.42	-	0.01	-	-	0.23	0.33
反嘴鷸	-	-	0.91	-	-	-	0.09
磯鷸	0.14	0.20	0.05	-	-	0.57	0.03
黃足鷸	0.09	-	0.34	-	-	0.55	0.03
青足鷸	0.42	-	0.12	-	-	0.21	0.24
小青足鷸	0.54	-	0.07	-	-	0.20	0.19
鷹斑鷸	0.83	-	-	-	-	-	0.17
赤足鷸	0.48	-	0.11	-	-	0.22	0.19
紅腹濱鷸	0.04	-	-	-	-	-	0.96
紅胸濱鷸	0.29	-	0.06	-	-	0.05	0.60
黑腹濱鷸	0.21	-	0.32	-	-	-	0.47
彎嘴濱鷸	0.00	-	-	-	-	-	1.00
寬嘴鷸	0.06	-	-	-	-	-	0.94
小燕鷗	0.07	-	0.42	-	-	-	0.51
裏海燕鷗	-	-	0.98	-	0.01	-	0.01
黑腹燕鷗	0.14	-	0.08	-	-	0.14	0.65

(資料來源：本研究資料)

附錄 5-8 水鳥覓食行為紀錄及形態測量值

鳥種	覓食行為							形態			
	探測	啄食	針刺	突刺	掃食	俯衝	潛水	紀錄筆數	喙長 (mm)	跗蹠長 (mm)	資料來源
小鷺鶯	-	-	-	-	-	-	153	153	20.2	36.1	Shiu et al. 2005
蒼鷺	1	-	-	-	-	-	-	1	121.3	157.5	劉小如等 2010
大白鷺	6	-	-	2	-	-	-	8	105.1	146.3	劉小如等 2010
中白鷺	25	5	-	-	-	-	-	30	72.7	110.4	劉小如等 2010
小白鷺	343	196	-	103	-	-	-	642	73.8	91.9	Shiu et al. 2005
夜鷺	-	1	-	-	-	-	-	1	64.6	73.9	Shiu et al. 2005
黑面琵鷺	-	-	-	-	3	-	-	3	186.5	132.5	劉小如等 2010
金斑鴆	110	75	-	-	-	-	-	185	23.5	45.3	Shiu et al. 2005
蒙古鴆	4	123	-	-	-	-	-	127	17.1	33.4	Shiu et al. 2005
鐵嘴鴆	1	115	-	-	-	-	-	116	23.5	38.1	Shiu et al. 2005
東方環頸鴆	11	1106	-	-	-	-	-	1117	17.8	29.6	Shiu et al. 2005
小環頸鴆	-	34	-	-	-	-	-	34	13.5	25.5	Shiu et al. 2005
高蹠鴆	225	48	-	269	-	-	-	542	60.3	117	Shiu et al. 2005
反嘴鴆	23	-	-	-	-	-	-	23	47.3	30.1	Shiu et al. 2005
磯鴆	2	16	-	-	-	-	-	18	25.2	25.9	Shiu et al. 2005
黃足鴆	12	8	-	-	-	-	-	20	38.3	34.3	Shiu et al. 2005
青足鴆	139	7	-	102	-	-	-	248	54.5	62.1	Shiu et al. 2005
小青足鴆	42	8	-	-	-	-	-	50	40.0	52.9	Shiu et al. 2005
鷹斑鴆	12	-	-	5	-	-	-	17	29.3	38.8	Shiu et al. 2005
赤足鴆	168	19	-	17	-	-	-	204	43.9	50.1	Shiu et al. 2005
紅腹濱鴆	23	7	-	-	-	-	-	30	33.1	31.7	Shiu et al. 2005
紅胸濱鴆	269	410	66	-	-	-	-	745	33.1	31.7	Shiu et al. 2005
黑腹濱鴆	194	18	21	12	-	-	-	245	35.7	27.7	Shiu et al. 2005
彎嘴濱鴆	357	1	-	468	-	-	-	826	38.1	31.5	Shiu et al. 2005
寬嘴鴆	17	-	-	61	-	-	-	78	31.2	23.7	Shiu et al. 2005
小燕鷗	-	-	-	-	-	14	-	14	26.6	17.4	Shiu et al. 2005
裏海燕鷗	-	-	-	-	-	-	-	0	39.8 ^a	45.8 ^b	^a 劉小如等 2010 ^b Ackerman et al. 2008
黑腹燕鷗	-	-	-	-	-	42	-	42	22.3	20.0	Shiu et al. 2005

(資料來源：本研究資料)

附錄5-9 水鳥食性紀錄

鳥種	魚類	蝦	螃蟹	貝類	其它無脊椎動物	紀錄筆數
中白鷺	1	-	-	-	-	1
唐白鷺	1	-	-	-	-	1
小白鷺	8	1	-	-	-	9
夜鷺	1	-	-	-	-	1
金斑鴝	-	-	1	-	-	1
蒙古鴝	-	-	-	-	3	3
東方環頸鴝	-	-	-	-	3	3
高蹺鴝	-	-	-	1	-	1
磯鶻	-	-	-	-	2	2
黃足鶻	-	-	1	-	-	1
青足鶻	1	1	-	-	-	2
赤足鶻	-	-	-	2	2	4
紅胸濱鶻	-	-	-	-	1	1
黑腹濱鶻	-	-	-	-	1	1
小燕鷗	3	-	-	-	-	3
翠鳥	3	-	-	-	-	3

(資料來源：本研究資料)

第六章 生物食性關係之穩定同位素研究

摘要

關鍵字：穩定性同位素、碳源、營養階層

一、研究緣起

根據 1994 年於曾文溪口沿岸和七股潟湖進行的「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ ; Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone)結果，七股潟湖屬自營性生態系，已建立的食物網結構中主要之生物類型，依食物階層可分成鳥類、肉食性魚類、底藻食性魚類、濾食性魚類、雜食性魚類、底土性動物、表土性動物、牡蠣、動物性浮游生物、仔稚魚、植物性浮游生物、底棲藻類及有機碎屑等 13 個類群。

二、研究方法及過程

本次調查主要是要利用碳氮穩定性同位素會反應出生物體內碳源及隨生物營養階層升高而增加的特性來建構七股潟湖的食物網架構，於共同測站及共同採樣時間，即三月(冬)、四月(春)、七月(夏)、十月(秋)與颱風後等五個時段，採集 5 次，包括有機顆粒(粗有機顆粒與細有機顆粒)、生產者(藻類、維管束植物、浮游植物)及消費者(仔稚魚、浮游動物、牡蠣、螺貝類、底棲動物、魚類及鳥類等)等類群。

三、重要發現

目前結果發現，生物體內的碳同位素可看出七股潟湖中的食物網應該是藻類或是 C4 扮演基礎生產的角色，而氮同位素也顯示出不同營養階層的生物其體內氮同位素含量會有所差異，底泥氮同位素則顯是出曾文溪口的底泥可能有受到人為汙染，例如河岸地區進行農業活動時所使用的肥料。

四、主要建議事項

根據研究發現，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

(一) 立即可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

在過去的研究中發現七股瀉湖中有有相大豐富的生物資源，但在相關的研究中較少對於生物之間的關係進行研究，因此，建議可以對於較常見的物種進行其相互關係的研究。

(二) 長期性建議

主辦機關：台江國家公園管理處

目前進行的生物關係研究主要是針對較大型的物種進行，但在過去的研究發現，七股瀉湖中的生物，多毛類及端腳類的數量是最多的部分，這部分目前仍需要投入較多的時間進行分析、比較，因此建議未來可以針對多毛類極端腳類進行研究，探討其在生態系中扮演的角色及與其他生物間的關係。

Abstract

According to the 1994 in the estuary and along the Chiku Lagoon for the "estuary of coastal areas land-sea interaction research" (LOICZ; Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone), results, the Chiku lagoon was autotrophs ecological. The major food web structure can be divided into classes according to the food of birds, carnivorous fish, bottom-feeding fish, filter-feeding fish, omnivorous fish, the soil animal, topsoil animals, oysters, animal plankton, fish larvae, plant plankton, benthic algae and organic debris in 13 groups. We use the carbon and nitrogen stable isotope to construct the food web in Chiku Lagoon. We are sampling from March (winter), April (spring), July (summer), October (autumn) and after the typhoon is expected to collect five times, as the case may increase the number of samples. And with other subprojects of the sampling methods, collecting, including producers (algae, vascular plants, phytoplankton), organic particles (coarse organic particles and fine organic particles) and consumers (fish larvae, zooplankton, oysters, shellfish, snails, benthos, fish and birds, etc.) and other groups, and now showed that carbon isotopes can indeed reflect the in carbon source, and also with increased nutrient levels and the situation.

Keywords: carbon stable isotope, nitrogen stable, isotope food web

一、前言

本整合型計畫之宗旨在建立生態系管理的基礎，因此必須要能瞭解和掌握棲地的各項資源來源和組成。讓台江國家公園於未來能透過研究計畫的成果和建議，於進行園區內的生物資源和管理時有所依據。鑒於生態系中因子複雜，環境的變化固然可由評估水質或底質等物理化學因子著手，但所得資料並無法藉以判之環境變化是否會影響生物的存榮，更無法推測生物群體的互動與未來可能發展的動態。因此本子計畫，將以其他子計畫的生物調查資料為背景，針對各個生物群落的優勢種進行採集，並透過穩定同位素分析技術建構七股潟湖的食物網架構。

河口生態系的重要性在於，無論是生物量、生產量或漁獲量，河口生態系通常遠高於其他水域生態系很多，且許魚類的仔稚魚、甲殼類、螺貝類等生物也會在河口區域聚集，因此河口區域是水生生物很重要的棲地(Kuo et al., 1999)，國外許多研究顯示溫帶地區河口以碎屑食物網為主，而根據1994年於曾文溪口沿岸和七股潟湖進行的「曾文溪口海岸地區陸海交互作用之研究」(LOICZ；Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone)結果發現，七股潟湖屬自營性生態系，已建立的食物網結構中主要之生物類型，依食物階層可分成鳥類、肉食性魚類、底藻食性魚類、濾食性魚類、雜食性魚類、底土性動物、表土性動物、牡蠣、動物性浮游生物、仔稚魚、植物性浮游生物、底棲藻類及有機碎屑等13個類群。並發現有機物質量可往上傳輸五個營養階層(Lin et al. 1999)。顯示生物的主要食物直接或間接源自於浮游藻類，次為有機碎屑。營養階層結構分析顯示潟湖仍以有機碎屑食物網為主，這些有機碎屑來源包含陸域維管束植物、大型附生藻類、底棲性微藻類及水體中顆粒性有機物質，大抵上與國外在溫帶河口地區的研究有相似的結果(Lin et al., 1999；Hsieh et al., 2000)。

本計畫的另一個重要研究樣區為曾文溪口北岸黑面琵鷺動物保護區，珍稀保育鳥類黑面琵鷺為台江國家公園的保育核心指標物種，此保護區也名列國際級重

要濕地，由於黑面琵鷺動物保護區的水源系由人供引入，而水源除十孔水門連接的海水外，還包括連結潮溝的魚塢養殖用水，多從曾文溪的渠道引入，因此保護區內營養鹽的來源較為複雜，且不同水源會有不同的食物來源，可能會間接影響消費者的組成及食物網結構。因此保護區內的食物網結構可能會不同於一般河口和潮間帶。一般而言，河口生態系以水生大型無脊椎動物的組成為主，且主要攝食細顆粒有機碎屑(Goñi et al. 2003)以及浮游藻類的濾食者(collectors)，碳源包括沿岸草澤(C₃ 與C₄ 植物)、自生性的碳源(附生藻為主)，兩種碳源有不同的 $\delta^{13}\text{C}$ 訊號，因此可以藉由同位素分析予以區分(Lin et al. 2007a)。保護區的營養流來源路徑有可能包含濱岸植物的落葉掉入溼地(潟湖和浮覆地)後，成為食碎屑生物的食物來源，而這類的食物來源稱之為異生性碳源(allochthonous carbon)；相對地，濕地裡的自營性生物(如附著在底石表面的附生藻類)所提供的碳源稱之為自生性碳源(autochthonous carbon)。開闊、不受遮蔽的濕地，異營性生物主要的能量來源為自生性碳源(Vannote et al. 1980)。當大部分異營性生物所利用的能量來自於自生性碳源時，該生態系統稱為自營性生態系；反之，如果多數異營性生物所利用的能量來自於異生性碳源時，該生態系統則為異營性生態系。曾文溪口的黑面琵鷺保護區的營養流是來自營或異營性生物以及所利用的碳的來源以及系統內營養位階的差異都值得探討。所以本計畫採樣樣點除保護區內的兩個樣點外，也於曾文溪口設置樣點進行採樣，務求更全面性地瞭解保護區內，物種間營養流的流動及食物網組成結構。

為了瞭解生物以何種食物作為能量來源及生物在食物網中的營養階層及與其他生物之間的關係，必須要透過研究生物的食性才有辦法得知。早期推估動物的食性及其營養階層大多以胃內含物鑑定、排遺及直接觀察法為主。藉由這些方法可以得知捕食者與被捕食者間食物網的關係，但這種方法較難應用在碎屑食物網中，因為腸道中碎屑物質較難進行定性與定量分析。且碎屑不易以肉眼或顯微鏡觀察得知其來源，此外，動物的食性也可能因為季節的變化而有所差異，而近年來穩定性同位素法 (Stable isotope) 在標定有機碎屑的研究中，越來越受

到重視 (楊, 1998; Wada et al., 1993; Créach et al., 1997; Page, 1997) 這是因為, 穩定同位素的研究主要是建立在因分餾作用所造成的同位素組成差異上。

所謂同位素是指, 質子數相同, 但因中子數有所差異導致質量數不同, 且性質較放射性同位素穩定之原素。穩定同位素隨著生地化的循環, 普遍存在於大氣圈、水圈、岩石圈及生物圈中, 然而, 在不同的區域中, 穩定同位素的組成比例也會有所差異。這是因為穩定同位素質量、鍵結能的差異, 導致化學或物理作用的反應速率不同 (彭等, 2006), 也就是穩定同位素所產生的分餾作用(isotope fractionation)後, 而造成同位素比例組成的差異(Barrie & Prosser 1996)。穩定同位素的研究即是藉由同位素組成差異, 幫助我們了解大氣圈、水圈、岩石圈、土壤圈及生物圈等環境是否產生變化之訊息 (彭等, 2006), 此外, 因環境及食物中的穩定同位素被生物同化 (assimilation process) 後會被保留在生物體內, 穩定同位素也可以應用在探討生物所使用的食物的來源(West, Bowen et al. 2006)。也此為穩定同位素具有上述的特性, 穩定同位素才較傳統方法適合用於碎屑食物網研究上(Balasse, 2002; Herrera et al., 2002; Herrera et al., 2003; Sponheimer and Lee-Thorp, 2003; Wang et al., 2004; Herrera et al., 2006)。

利用碳氮穩定性同位素會反應出生物體內碳源及隨生物營養階層升高而增加的特性, 此方法已成為研究動物食性、生態系食物網架構和能量傳遞等不可或缺的工具(McCtchan et al. 2003; Peterson and Fry 1987)。因為生物在同化過程, 環境或食物的穩定同位素訊號可以被轉移並保留在生物體內, 且不同的轉化過程形成的產物具不同的穩定性同位素比值, 因此可以應用在探討生物所使用的碳源及形式(West et al. 2006), 因此分析生物體穩定性碳同位素比值($\delta^{13}\text{C}$)還可以用來區別不同的食物來源。而不同營養階層的生物, 體內同位素亦會因穩定同位素所產生的分餾作用, 而有所差異, 以氮同位素來說, 生物在食物網內的營養位階, 每增加一階, 穩定氮同位素比值($\delta^{15}\text{N}$)通常會增加3.4‰ (Peterson and Fry 1987; West et al. 2006), 因此分析生態系內自營性生物和異營性生物的 $\delta^{15}\text{N}$

值，不僅可以得知個別生物其在食物網內營養位階，而且可以估算該生物在生態系內的營養階層(trophic level, TL)，Hobson等人在海洋食物網的研究中就發現，氮同位素可以清楚的區分各營養階層的生物(Hobson et al. 2002)，Vander Zanden等人在1997年的研究中也利用了氮同位素來推算湖泊中魚類的營養階層。

分析生物體穩定性碳同位素比值($\delta^{13}\text{C}$)則可以用來區別不同的食物來源、土壤營養關係過程及光合作用的途徑。例如，在河口生態系的研究中就發現，沿岸草澤而來的碳源(C_3 與 C_4 植物)以附生藻類為主，不同的附生藻類皆有不同的 $\delta^{13}\text{C}$ 訊號，因此可以藉此區分不同食物來源(Honea and Gara 2009)；林等(2001)於七股大鵬灣及台北關渡區域的河口，利用碳同位素分析探討食碎屑魚類的食性研究推測，食碎屑魚類所吃的有機碎屑來源較接近底棲矽藻。

本研究目的主要以穩定同位素建立食物網結構，監測沿海濕地生態系食物網主要生物組成之變化，並瞭解各生物群落的互動。由於台灣目前利用穩定同位素在生態方面的研究較少，僅有少數於河口(Lin et al. 2007a)、潮間帶(Lin et al. 2007b)或是瀉湖(Hsieh et al. 2000)等臨海的生態棲地的研究，內容主要是探討生物族群的食性或食物來源(Hsieh et al. 2000; Lin et al. 2007a)。因此本研究結果除可運用於台江國家公園進行棲地保育和管理決策外，更可提供於台灣地區進行以穩定同位素探討生態研究，建立沿海濕地食物網方法學上的參考。

二、材料與方法

(一) 樣區環境

本次採樣樣區分別位於七股潟湖及黑面琵鷺野生動物保護區內。黑面琵鷺野生動物保護區(以下簡稱保護區)位於曾文溪口北岸，保護區由行政院農業委員會於民國91年11月1日公告設立，並由當時的台南縣政府為管理單位，保育對象為曾文溪口野生鳥類資源及其棲息覓食環境。

保護區面積計有300公頃，範圍包含七股新舊海堤內之縣(現為市)有地，北以舊堤堤頂線上為界定，南至河川水道治理計畫用地範圍線以內(含水防道路)，西為海堤區域線以內(含水防道路)，東為東邊魚塭堤之天然界線往南至河川水道治理計畫用地範圍線，其中並包括含四號水門(原一號)、一號水門(原二號)。保護區屬於河口沼澤濕地，其中又可細分成沙洲、泥質灘地、水域與周遭的魚塭、養殖池等不同類型。保護區內所記錄到的生物種類繁多，脊椎動物至少有83種，其中鳥類46種、魚類28種、哺乳類5種、爬蟲類及兩棲類各2種。另有無脊椎動物56種，其中甲殼類22種、貝類10種、陸域無脊椎動物24種。保護區設立之保育對象為曾文溪口野生鳥類資源及其棲息覓食環境，除了以鵝科、鷗科與鷺科鳥類為主之外，如濱鵝、東方環頸等，在候鳥過境期間，數量均相當豐富。留鳥則有常見的斑鳩、白頭翁等。保護區出現的各種鳥類中，以黑面琵鷺為當地內特別珍貴之稀有鳥種。每年10月至隔年4月的度冬期均會有大批黑面琵鷺停留於此，此景象吸引大批觀光客到訪，使該地已成為國際級的賞鳥景點。

七股潟湖位於台南市七股區，北起青鯤鯓，南至七股北堤，東起七股鹽場，東至網子寮沙洲，為台灣面積最大的潟湖。七股潟湖南北平均長約6.6 km，北側平均寬約1.6 km，而南側平均寬約3 km，潟湖總面積約有8 km²。潟湖於漲退潮間潮差可達0.75 m，但平均水深約有1 m。七股潟湖在清朝時期原本的台南都還是一片汪洋，稱為台江內海，後來淤沙堆積作用形成台南以及沙洲，唯一

留下的水域就是現在的七股潟湖。七股潟湖範圍北起陸連沙洲青山港汕、南至頂頭額汕，西至沙洲網仔寮汕，共計三個沙洲。

潟湖本身能吸收和儲存洪水、調節水位，阻緩洪水速度，減少災害，又如同濕地一般擁有過濾污染物的功能，而且可以保存水中的養分，使水質得以淨化。由於七股潟湖擁有二個出海口，漲潮及退潮效應又更明顯，水循環較佳，因此可在七股潟湖內看到定置漁網、蚵架等漁業活動頻繁(Lin et al. 2006)。又因半封閉地形使得七股潟湖的波浪與海流較外海穩定，平靜的湖面使得遊湖等觀光活動發達，近年來亦發展生態旅遊，讓潟湖成為自然教室，讓潟湖兼具多方面的功能與價值。除了社會與經濟價值外，七股潟湖內的生物資源相當豐富，鳥類共有34 科121 種，包括東方白鸛；且有黑面琵鷺、黑嘴鷗度冬，符合重要野鳥棲地(IBA, Important Bird Area)之準則；還有大白鷺、小白鷺、中白鷺、東方環頸鴉、小環頸鴉、黑腹濱鴉、紅胸濱鴉、長趾濱鴉、高蹺鴉、小燕鷗等鳥種也符合IBA 之準則，是台灣重要野鳥棲地。潟湖南區的海茄苳紅樹林保護區，是中白鷺等鳥類的繁殖區，台灣招潮蟹及索氏耳螺等底棲動物物種同樣豐富。七股潟湖為台灣少數未被大型建設改變之天然潟湖，為曾文溪口以北最大的沙洲潟湖，已記錄魚類80 科258 種，估算漁獲量為珊瑚礁之45 倍，主要的優勢魚種為鯔科、鑽嘴魚科和鰻科。蝦類共有3 科9 種，分別為長臂蝦科(Palaemonidae)的東方白蝦、等齒沼蝦、太平洋長臂蝦及鋸齒長臂蝦；對蝦科(Penaeidae)的劍角新對蝦、長毛對蝦、草對蝦及墨吉對蝦；槍蝦科(Alpheidae)的無刺槍蝦。潟湖其潟湖邊緣有面積約5 公頃的海茄苳林，已形成「鷺鷥林」。由於潟湖平均水深1 公尺，吸引大量鷗鷺及鷗科鳥類，黑腹燕鷗(*Chlidonias hybrida*)數量更可達三萬隻以上，另全球只剩四千隻黑嘴鷗(*Larus saundersi*)每年冬天均可見來此渡冬。潟湖紅樹林為海茄苳純林，周圍堤岸半有欖李、土沉香(*Excoecaria agallocha*)和海茄苳混生林，潟湖區的卵葉鹽草(*Halophila ovalis*)提供近海魚蝦棲息絕佳境，當地人稱為「蝦草」(薛 and 黃 2010)。

(二) 樣品採集

於共同測站及共同採樣時間，即三月(冬)、四月(春)、七月(夏)、十月(秋)與颱風後等五個時段，預計採集5次，並視情況增加採樣次數，採集包括生產者(藻類、維管束植物、浮游植物)、有機顆粒(粗有機顆粒與細有機顆粒)及消費者(仔稚魚、浮游動物、牡蠣、螺貝類、底棲動物、魚類及鳥類等)等類群，並分析這些類群的穩定性碳氮同位素。

1. 生產者

藻類的收集將用牙刷清刷石頭表面的附生藻或以浮游生物網收集；沿岸維管束植物則配合子計畫二、以修枝剪剪取或徒手採集，置於夾鏈袋中冷凍保存；浮游生物則以浮游生物網收集。

2. 有機顆粒

粗有機顆粒(Coarse Particulate Organic Matter, CPOM)屬於粒徑大於1mm的物質，我們將以徒手採集水中的枯落物，以及固定在網目1 mm 篩網中所濾得的物質；細有機顆粒(Fine Particulate Organic Matter, FPOM)屬於粒徑大於60 μ m，但小於1 mm 的物質。我們將以雙層篩網固定在水中，網目分別為1 mm 及60 μ m，使其完全被水淹沒，24 小時後取出。每層篩網分別密封，冷凍保存帶回實驗室後，以二次去離子水沖洗，水樣再以石英濾紙過濾。

3. 消費者

仔稚魚配合子計畫七一起採樣；底棲動物以50 cm \times 50 cm 的定面積水網收集，先於現場分至目階層，置於過濾的海水中24 小時，使其清空腸道後，冷凍保存。另配合子計畫四一起採集所需要的牡蠣、螺貝類及底棲無脊椎動物的樣本；我們以電魚法採集魚類個體，配合子計畫二一起採樣，採集需要的魚隻個體；鳥類配合子計畫五一起採樣，採集鳥類個體羽毛。樣品先以去離子水洗淨，未烘乾前皆先放入-20 $^{\circ}$ C的冰箱中保存，接著再放入60 $^{\circ}$ C的烘箱烘乾並磨成粉狀，之後放入乾燥箱保存待穩定性同位素分析。

(三) 穩定同位素分析

穩定性碳氮同位素分析將以EA-GC-IRMS (Elemental Analyzer (Costech ECS 4010, Valencia CA)、Gas Chromatograph (Conflo III, Finnigan, Bremen, Germany)及Isotope Ratio Mass Spectrometer (Delta V, Finnigan, Bremen, Germany)測量。碳同位素以箭石化石(Pee Dee Belemnite , PDB)之值作校正(Craig 1957)，氮同位素則以氮氣作校正(Mariotti 1983)。單位以delta(δ)值(permil, ‰)表示(Lajtha and Michener 1994)，其中

$$\delta = [(R_{\text{sample}} - R_{\text{standard}})/R_{\text{standard}}] \times 1000 \quad (\text{Peterson and Fry 1987})。$$

三、結果

(一) 底泥碳同位素

底泥部分分為潮間帶及亞潮區分析，潮間帶共 32 個樣本，亞潮帶共 24 個樣本，其中，潮間帶樣本，瀉湖北區、中區及瀉湖南區僅 4 月分有樣本，北瀉湖樣點潮間帶的底泥 $\delta^{13}\text{C}$ 的值分部約在 $-12\sim-15\text{‰}$ ，瀉湖中區約 -8‰ ，七股溪口約 $-12\sim-14\text{‰}$ ，瀉湖南區約 $-7\sim-12\text{‰}$ ，保護區北區約為 $-10\sim-14\text{‰}$ ，保護區南區約 $-7\sim-12\text{‰}$ ，曾文溪口約 $-8\sim-9\text{‰}$ 。亞潮帶部分僅於瀉湖北區、中區、西區及瀉湖南區 4 個樣點有樣本，瀉湖北區樣點亞潮帶的底泥 $\delta^{13}\text{C}$ 的值分部約在 $-13\sim-16\text{‰}$ ，中瀉湖約 $-15\sim-17\text{‰}$ ，瀉湖南區約 $-15\sim-16\text{‰}$ ，瀉湖西區約 $-10\sim-14\text{‰}$ ，利用無母數比較三、四月分各樣點的潮間帶及亞潮帶 $\delta^{13}\text{C}$ 的值，會發現各樣點的底泥不同月分並沒有明顯的差異(圖 6-1)。

(二) 濱岸植物碳同位素

濱岸植物部分 3、4 月分已分析完畢了 6 種，包括大花咸豐草、濱刀豆、海雀稗、海馬齒莧、馬鞍藤及大黍共 22 個樣本，部分樣區並無濱岸植物，有摘取到植物的樣區分別為瀉湖北區、中區、南區、瀉湖南區、保護區北區及曾文溪口。其中，各種植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 的值如下，大花咸豐草約在 $-26\sim-29\text{‰}$ ，濱刀豆約在 $-27\sim-28\text{‰}$ ，海雀稗約在 $-13\sim-15\text{‰}$ ，海馬齒莧約在 $-26\sim-27\text{‰}$ ，馬鞍藤約在 $-26\sim-29\text{‰}$ ，大黍約 $-13\sim-15\text{‰}$ ，而利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，各樣區的植物並沒有明顯差異 (Kruskal-wallis test , $p<0.059$) (圖 6-1)。

濱岸植物部分目前共已分析了 6 種主要優勢種，包括大花咸豐草、濱刀豆、仙人掌、銀合歡、馬鞍藤及大黍共 41 個樣本，其中，除了保護區南區並無濱岸植物之外，其他六個樣區瀉湖北區、中區、南區、瀉湖南區、保護區北區及曾文溪口區都採集到樣本，以北瀉湖物種最豐富。其中，各種植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 的值如下，大花咸豐草約在 $-21\sim-25\text{‰}$ ，濱刀豆約在 $-15\sim-16\text{‰}$ ，大黍約 $-15\sim-16\text{‰}$ ，銀合歡約 $-17\sim-21\text{‰}$ ，馬鞍藤約 $-16\sim-20\text{‰}$ ，仙人掌約 -5‰ 左右，而利用

Kruskal-wallis test 檢測之後發現，各樣區的植物並沒有明顯差異(Kruskal-wallis test , $p < 0.660$) (圖 6-1)。

(三) 螺貝類碳同位素

螺貝類部分目前共已分析了 10 種，共 25 個樣本，由於部分螺貝類的重量較輕，因此會將較多的個體一起分析，以避免重量不足，此外，目前仍有部分無法辨種。目前已分析的物種分別為：黑障泥蛤、漁舟蜆螺、蚵岩螺、高腰蜆螺、居間玉黍螺、中華玉黍螺、鐵尖海卷、白肋蜆螺、草蓆鍾螺、平頂蜆螺。各種螺貝的 $\delta^{13}\text{C}$ 的值如下：黑障泥蛤約-17~-19‰、漁舟蜆螺約-5~-14‰、蚵岩螺約-15~-16‰、高腰蜆螺約-10~-11‰、居間玉黍螺約-9‰、中華玉黍螺約-10‰、鐵尖海卷約-13~-14‰、白肋蜆螺約-13~-14‰、草蓆鍾螺約-15‰、平頂蜆螺約-15~-16‰，利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，各樣區的植物並沒有明顯差異 (Kruskal-wallis test , $p < 0.576$) (圖 6-1)。

(四) 魚類碳同位素

魚類目前已分析了曾文溪口樣區的部分，分析了 6 種，共 18 個樣本。已分析的魚類分別為：大鱗梭、印度牛尾魚、鰻、日本海鯨、黃姑魚、漢氏綾鯢，其 $\delta^{13}\text{C}$ 的值如下：大鱗梭約-14~-26‰、印度牛尾魚約-13~-14‰、鰻約-15~-21‰、日本海鯨約-14~-15‰、黃姑魚約-13~-15‰、漢氏綾鯢約-15~-16‰，由於魚類目前僅曾文溪口有樣本，因此沒有做統計分析(圖 6-1)。

(五) 甲殼類碳同位素

甲殼類目前已分析了 3 種 15 個樣本。已分析的甲殼類類分別如下：長毛對蝦、東方白蝦、刀額新對蝦。其 $\delta^{13}\text{C}$ 的值如下：長毛對蝦約-23~-24‰、東方白蝦約-17~-21‰、刀額新對蝦約-15~-19‰(圖 6-1)。

(六) 總比較碳同位素

將各樣區的 $\delta^{13}\text{C}$ 值一起做比較之後，發現碳同位素確實有呈現隨著營養階層的提高而上升的趨勢存在，且也可看出，消費者體內所反應出的 $\delta^{13}\text{C}$ 值會與

其基礎碳源較為接近 (圖 6-1) ,

(七) 底泥氮同位素

底泥部分分為潮間帶及亞潮區分析，潮間帶目前共 12 個樣本，亞潮帶目前共 14 個樣本，其中，潮間帶樣本，瀉湖南區樣點潮間帶的底泥 $\delta^{15}\text{N}$ 的值分部約在 10‰ ，保護區北區約為 $7\sim 8\text{‰}$ ，保護區南區約 $7\sim 8\text{‰}$ ，曾文溪口約 $12\sim 13\text{‰}$ 。亞潮帶部分僅於北、中、七股溪口、瀉湖南區 4 個樣點有樣本，瀉湖北區樣點亞潮帶的底泥 $\delta^{15}\text{N}$ 的值分部約在 $4\sim 5\text{‰}$ ，瀉湖中區約 $4\sim 5\text{‰}$ ，七股溪口約 $7\sim 8\text{‰}$ ，瀉湖南區約 $8\sim 9\text{‰}$ ，利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現各樣點的潮間帶 (Kruskal Wallis test, $p < 0.025$) 及亞潮帶 (Kruskal Wallis test, $p < 0.022$) $\delta^{15}\text{N}$ 的值有差異，而利用 Wilcoxon 檢定七股溪口潮間帶及亞潮帶底泥 $\delta^{15}\text{N}$ 的值發現其有差異 (Wilcoxon $p < 0.109$) (圖 6-2)。

(八) 濱岸植物氮同位素

濱岸植物部分目前共已分析了 6 種，包括大花咸豐草、濱刀豆、馬鞍藤、銀合歡、蘆葦、海雀稗及大黍共 14 個樣本，部分樣區並無濱岸植物，有摘取到植物的樣區分別為北瀉湖、七股溪口、瀉湖南區、保護區北區及曾文溪口區。其中，各種植物的 $\delta^{15}\text{N}$ 的值如下，大花咸豐草約在 $2\sim 6\text{‰}$ ，濱刀豆約在 5‰ ，海雀稗約在 2.2‰ ，蘆葦約在 2‰ ，馬鞍藤約在 4‰ ，大黍約 $0.4\sim 1\text{‰}$ ，而利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，各樣區的植物並沒有明顯差異 (Kruskal Wallis test, $p < 0.660$) (圖 6-2)。

(九) 螺貝類氮同位素

螺貝類部分目前共已分析了 8 種，共 21 個樣本，與碳同位素相同，由於部分螺貝類的重量較輕，因此會將較多的個體一起分析，以避免重量不足。目前已分析的物種分別為：黑障泥蛤、漁舟蜆螺、蚵岩螺、白肋蜆螺、草蓆鍾螺、平頂蜆螺、鐵尖海卷、高腰蜆螺。各種螺貝的 $\delta^{15}\text{N}$ 的值如下：黑障泥蛤約 $9.3\sim 11.3\text{‰}$ 、漁舟蜆螺約 $11\sim 12\text{‰}$ 、蚵岩螺約 $11\sim 12\text{‰}$ 、白肋蜆螺約 $10\sim 11\text{‰}$ 、草

蓆鍾螺約 8~9 ‰、平頂蜆螺約 11~12 ‰、鐵尖海卷約 17 ‰、高腰蜆螺約 17 ‰，利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，各樣區的螺貝類的氮同位素有明顯差異 (Kruskal-wallis test , $p < 0.026$) (圖 6-2)。

(十) 魚類氮同位素

魚類目前已分析了曾文溪口樣區的部分，分析了 6 種，共 18 個樣本。已分析的魚類分別為：大鱗梭、印度牛尾魚、鰻、日本海鰲、黃姑魚、漢氏綾鯢，其 $\delta^{15}\text{N}$ 的值如下：大鱗梭約 6~13 ‰、印度牛尾魚約 -2~13 ‰、鰻約 1~13 ‰、日本海鰲約 13 ‰、黃姑魚約 14~25 ‰、漢氏綾鯢約 11~12 ‰，利 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，曾文溪口樣區魚類的氮同位素沒有明顯差異 (Kruskal-wallis test , $p < 0.118$) (圖 6-2)。

(十一) 甲殼類氮同位素

甲殼類目前已分析了 3 種 14 個樣本，僅瀉湖中區及七股溪口有樣本。已分析的甲殼類類分別如下：長毛對蝦、東方白蝦、刀額新對蝦。其 $\delta^{15}\text{N}$ 的值如下：長毛對蝦約 16~17 ‰、東方白蝦約 11~16 ‰、刀額新對蝦約 8~23 ‰，利用 Kruskal-wallis test 檢測之後發現，兩個樣區的甲殼的氮同位素有明顯差異 (Kruskal-wallis test , $p < 0.028$) (圖 6-2)。

(十二) 氮同位素總比較

將各樣區的 $\delta^{15}\text{N}$ 值一起做比較之後，發現氮同位素較碳同位素更能成呈現隨著營養階層的提高而上升的趨勢，且也可看出，消費者體的營養階層(圖 6-2)。

(十三) 各樣區同位素比較

由圖 6-3、圖 6-4 可發現，氮同位素可區分出不同營養階層的生物，且無論是七股瀉湖或是保護區內的消費者，其基礎碳源應該相類似，都較接近 C4 植物的碳同位素值。

四、討論

(一) 底泥碳同位素

由碳同位素的含量可以看出土壤碳的循環和土壤營養關係過程，前人的研究中發現，若土壤屬於 C₃ 循環的話 $\delta^{13}\text{C}$ 值約為 -23‰，若為 C₄，則約為 -10‰，(Staddon 2004) 而從結果中可看出各樣點的底泥 $\delta^{13}\text{C}$ 值較偏向 C₄ 循環，且各樣點間可能是因為有機質來源不同，因此造成 $\delta^{13}\text{C}$ 值有所差異，且可能因為三、四月份較偏向同樣一個季節，才會造成各樣點的潮間帶及亞潮帶的 $\delta^{13}\text{C}$ 值在這兩個月份沒有太大的變化。

(二) 濱岸植物碳同位素

碳同位素因 C₃ 植物、C₄ 植物與 CAM 植物之間因光合作用的碳同位素被同化的機制不同，會具有不同的碳同位素含量，在前人的研究中就發現，C₃ 植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值約為 -26‰，C₄ 植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值約為 -13‰，CAM 植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值約為 -13~-38‰ (李，2003)，從本次分析的結果也可看出這樣的差異，禾本科的大黍以及海雀稗的碳同位素皆較其他的植物來的高，約在 -13~-15‰，因此可推論海雀稗與大黍應該是 C₄ 植物，其餘植物由於其 $\delta^{13}\text{C}$ 值都在 -26‰ 上下，可推論應為 C₃ 植物。

(三) 螺貝類碳同位素

碳同位素主要是用來探討生物的主要碳源，在我們這次的分析結果中，各種螺貝類的 $\delta^{13}\text{C}$ 值除居間玉黍螺及漁舟蜃螺有較高的 $\delta^{13}\text{C}$ 值外，其他螺貝類所檢測出來的 $\delta^{13}\text{C}$ 值較接近植物種大黍及海雀稗的數值，這可能是因為這些螺貝類碳源以 C₄ 植物為主，而在以往的研究中發現，生物的體組織同位素值將隨營養階層而上升， $\delta^{13}\text{C}$ 值約會增加 1~2‰ (Peterson and Fry 1987)，但本次分析結果發現，有些同種類的螺貝類 $\delta^{13}\text{C}$ 值差異卻比 1~2‰ 要來的大，推測可能是因為這些螺貝類以沉積物中的有機質為食，而這些有機質中可能含有其他生物的碎屑所造成。

(四) 魚類碳同位素

本次檢測結果發現，曾文溪口樣區的魚類 $\delta^{13}\text{C}$ 值都很類似，約在 $-13\sim-16\text{‰}$ 上下，若與植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值比較，可推論出，所捕捉到的魚類可能是以 C_4 植物為食。例外的是，同屬鯔科的大鱗梭以及鯔擇有較大的 $\delta^{13}\text{C}$ 值差異，大鱗梭約 $-14\sim-26\text{‰}$ 、鯔約 $-15\sim-21\text{‰}$ ，而吳玲毅（1996）對於高雄港附近水域的大鱗梭進行食性研究結果也發現，大鱗梭會隨著環境中食餌組成之季節變化而改變其主要食物來源以適應棲地，因此我們推論造成 $\delta^{13}\text{C}$ 值變化這麼大的原因可能是鯔科魚類的碳源較為廣泛所造成。

(五) 甲殼類碳同位素

本次分析的3種甲殼類，除長毛對蝦間的 $\delta^{13}\text{C}$ 值較為接近外，東方白蝦及刀額新對蝦的 $\delta^{13}\text{C}$ 值差異較大，兩者本身的 $\delta^{13}\text{C}$ 值最高與最低都相差了約 4‰ ，這可能是因為東方白蝦及刀額新對蝦的食性較雜所引起，相對而言，長毛對蝦的食性則可能較為單一，因此才會造成 $\delta^{13}\text{C}$ 值有這樣的差異。

(六) 碳同位素總比較

由圖6-1可看出，消費的體內的 $\delta^{13}\text{C}$ 值可以反應出與生產者較為相近值，且 $\delta^{13}\text{C}$ 值也有隨著營養階層的提高的情形存在，這些趨勢與前人研究的結果相符合(Peterson and Fry 1987)。因此，藉由與動物體內組織的碳同位素分析，確實可推估出當地的營養源及其營養階層。

(七) 底泥氮同位素

硝酸鹽在大部份土壤中為移動性的，硝酸鹽的輸入包括大氣沉降中的 NO_3 及含氮的有機或無機化合物經微生物反應產生；而輸出的部分則有微生物脫氮作用、同化作用，植物吸收及淋洗等（彭等，2006）。過去的研究中發現，不同來源的 NO_3 會表現出不同的 $\delta^{15}\text{N}$ 的值，其中，若為大氣沉降的 $\delta^{15}\text{N}$ 值約為 $-4\sim-5\text{‰}$ ；化學肥料氮的 $\delta^{15}\text{N}$ 值範圍為 $-5\sim 5\text{‰}$ ，土壤有機氮的 $\delta^{15}\text{N}$ 值範圍為 $3\sim 8\text{‰}$ ，人類和動物排泄物的 $\delta^{15}\text{N}$ 值範圍為 $10\sim 25\text{‰}$ (Kreitler & Jones 1975；Kreitler 1979；Girard & Hillaire-Marcel 1997)，從本研究目前的結果發現，瀉湖中底泥

的 $\delta^{15}\text{N}$ 較接近土壤中有機氮的值，而曾文溪出海口的底泥較接近人類及動物排泄物的 $\delta^{15}\text{N}$ 的值，推論可能與底泥沉積物來源組成的差異有關。

(八) 濱岸植物氮同位素

河口生態系，異域型輸入 (Allochthonous) 濱岸植物有機質和自域型輸入 (Autochthonous) 的藻類有機質是很重要的基礎營養來源，而本研究目前的結果顯示，濱岸植物的氮同位素 $\delta^{15}\text{N}$ 大約在 0~6‰ 之間，與一般研究中土壤中有機氮的同位素值為 3~8‰ 接近，因此可推論濱岸植物大多是利用土壤中的氮源所造成。

(九) 螺貝類氮同位素

氮同位素主要是用來探討生物的營養階層，在本次的研究中發現，螺貝類氮同位素值大約在 8~ 17‰ 之間，但本次分析結果發現，有些同種類的螺貝類 $\delta^{15}\text{N}$ 值差異卻比 3.4‰ 要來的大，推測可能是因為這些螺貝類以沉積物中的有機質為食，而這些有機質中可能含有其他生物的碎屑所造成。

(十) 魚類氮同位素

本次檢測結果發現，曾文溪口樣區的魚類 $\delta^{15}\text{N}$ 並無明顯差異，因此可推論目前所分析的魚類所處的營養階層因此可推論目前所分析的魚類所處的營養階層類似，但除漢氏凌鯉及日本海鯨的 $\delta^{15}\text{N}$ 較接近外，其餘同種類的魚 $\delta^{15}\text{N}$ 差異也高於 3.4‰ 推論可能是因為食性較廣或是因食性隨季節變化而改變其主要食物來源所造成。

(十一) 甲殼類氮同位素

本次分析的 3 種甲殼類，除長毛對蝦間的 $\delta^{15}\text{N}$ 值較為接近外，東方白蝦及刀額新對蝦的 $\delta^{15}\text{N}$ 值差異較大，兩者本身的 $\delta^{15}\text{N}$ 值最高與最低都相差了超過一般所認定的每提升一個營養階層， $\delta^{15}\text{N}$ 值會提高 3.4‰ 的趨勢，這可能是因為東方白蝦及刀額新對蝦的食性較雜所引起，相對而言，長毛對蝦的食性則可能較為單一，因此才會造成 $\delta^{15}\text{N}$ 值有這樣的差異。

(十二) 氮同位素總比較

由圖可看出，消費的體內的 $\delta^{15}\text{N}$ 值可以反應出與消費者的營養階層，且 $\delta^{15}\text{N}$ 值也有隨著營養階層的提高的情形存在，這些趨勢與前人研究的結果相符合(Peterson and Fry 1987)。因此，藉由與動物體內組織的氮同位素分析，確實可推估出生物本身的營養階層。

(十三) 各樣區同位素比較

由圖可看出，無論瀉湖區或曾文溪口的消費的體內的 $\delta^{15}\text{N}$ 值皆可以反應出與消費者的營養階層，且 $\delta^{15}\text{N}$ 值也有隨著營養階層的提高的情形存在，這些趨勢與前人研究的結果相符合(Peterson and Fry 1987)，但因為不同來源的 NO_3 會表現出不同的 $\delta^{15}\text{N}$ 的值，可能也會間接影響到生物本身的 $\delta^{15}\text{N}$ 值，而碳同位素較皆近C4植物的值，但在楊等人於1996所進行的研究中發現底棲微藻的碳同位素值約為-19.4‰，此數值與C4植物相近，因此推測無論七股瀉湖或曾文溪口區域的食物網應該都是以藻類為基礎碳源。

五、結論與建議

(一) 結論

本次研究結果可證明，由生物體中碳同位素確實可以看出其食物來源，而氮同位素確實可看出生物本身的營養階層，但由於生物本身營養來源可能不會很單一，且潟湖中沉積物的組成也可能會影響生物的碳氮同位素比值，因此未來若可進行後續研究可能要注意相關的影響。

(二) 建議

1. 立即可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

在過去的研究中發現七股潟湖中有有相大豐富的生物資源，但在相關的研究中較少對於生物之間的關係進行研究，因此，建議可以對於較常見的物種進行其相互關係的研究。

2. 長期性建議

主辦機關：台江國家公園管理處

目前進行的生物關係研究主要是針對較大型的物種進行，但在過去的研究發現，七股潟湖中的生物，多毛類及端腳類的數量是最多的部分，這部分目前仍需要投入較多的時間進行分析、比較，因此建議未來可以針對多毛類極端腳類進行研究，探討其在生態系中扮演的角色及與其他生物間的關係。

六、參考文獻

- 李振州。(2003)。關刀溪森林生態系土壤二氧化碳釋放源之探討。國立中興大學土壤環境科學系博士論文。
- 吳玲毅。(1996)。高雄港附近水域大鱗鰻 (*Chelon macrolepis*) 之食性研究。中山大學海洋資源研究所碩士論文。
- 彭宗仁、劉滄琴、林幸助。(2006)。穩定同位素在農業及生態環境上之應用。台灣農業研究。55(2):79~90。
- 楊小慧(1998)。淡水竹圍紅樹林濕地有機物質在底棲碎屑食者中的傳遞：穩定同位素分析之應用。台灣大學漁業科學所碩士論文，台灣，台北，69 頁。
- 謝蕙蓮。(1997)。七股潟湖及潟湖外海海域生態調查。國立海洋生物博物館籌備處，期末報告。237-255 頁。
- 薛美莉、黃生。(2010)。台灣嘉南沿海重要濕地之經營管理。In: 2010 臺南溼地生物資源與經營管理研討會。
- Balasse, M. 2002. Reconstructing dietary and environmental history from enamel isotopic analysis: Time resolution of intra-tooth sequential sampling. International Journal of Osteoarchaeology 12:155-165.
- Dobson A, Lodge D, Alder J, Cumming GS (2006) Habitat loss, trophic collapse, and the decline of ecosystem services. Ecology 87:1915-1924
- Goñi MA, Teixeira MJ, Perkey DW (2003) Sources and distribution of organic matter in a river-dominated estuary (Winyah Bay, SC, USA). Estuarine, Coastal and Shelf Science 57:1023-1048
- Hsieh HL, Kao WY, Chen CP, Liu PJ (2000) Detrital flows through the feeding pathway of the oyster (*Crassostrea gigas*) in a tropical shallow lagoon:

$\delta^{13}\text{C}$ signals. *Marine Biology* 136:677-684

Herrera, L. G., E. Gutierrez, K. A. Hobson, B. Altube, W. G. Diaz, and V.

Sanchez-Cordero. 2002. Sources of assimilated protein in five species of
New

World frugivorous bats. *Oecologia* **133**:280-287.

Herrera, L. G., K. A. Hobson, M. Rodriguez, and P. Hernandez. 2003. Trophic
partitioning in tropical rain forest birds: insights from stable isotope
analysis.

Oecologia **136**:439-444.

Herrera, L. G., K. A. Hobson, J. C. Martinez, and G. Mendez. 2006. Tracing the
origin of dietary protein in tropical dry forest birds. *Biotropica* **38**:735-742.

Honea, J. M. and R. I. Gara. 2009. Macroinvertebrate community dynamics:
strong negative response to salmon redd construction and weak
response to salmon-derived nutrient uptake. *Journal of the North
American Benthological Society* **28**:207-219.

Kuo SR, Lin HJ, Shao KT (2001) Seasonal changes in abundance
and composition of the fish assemblage in Chiku Lagoon
Southwestern Taiwan. *Bulletin of Marine Science* 68:85-99

Lin HJ, Kao WY, Wang YT (2007a) Analyses of stomach contents and stable
isotopes reveal food sources of estuarine detritivorous fish in
tropical/subtropical Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*
73:527-537

Lin HJ et al. (1999) A Trophic Model of a Sandy Barrier Lagoon at Chiku in
Southwestern Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*
48:575~588

Lin HJ, Wu C, Kao SJ, Kao WY, Meng PJ (2007b) Mapping anthropogenic

nitrogen through point sources in coral reefs using $\delta^{15}\text{N}$ in macroalgae.

Marine Ecology

Progress Series 335: 95-109

McClatchey JJ, Lewis WJ, Kendall C, McGrath CC (2003) Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *OIKOS*:378-390

Peterson BJ, Fry B (1987) Stable Isotopes in Ecosystem Studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:293-320

Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:293-320

Sponheimer, M., and J. A. Lee-Thorp. 2003. Differential resource utilization by extant

great apes and australopithecines: towards solving the C-4 conundrum. *Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular & Integrative Physiology* **136**:27-34.

Staddon PL (2004) Carbon isotopes in functional soil ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 19:148-154

Vander Zanden MJ, Cabana G, Rasmussen JB (1997) Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}\text{N}$) and literature dietary data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:1142-1158

Vander Zanden MJ, Rasmussen JB (1999) Primary consumer $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ and the trophic position of aquatic consumer. *Ecology* 80:1395-1404

Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 37:130~137

Wang, J. H., G. H. Lin, J. H. Huang, and X. G. Han. 2004. Applications of stable

isotopes to study plant-animal relationships in terrestrial ecosystems.

Chinese

Science Bulletin **49**:2339-2347.

West JB, Bowen GJ, Cerling TE, Ehleringer JR (2006) Stable isotopes as one of nature's ecological recorders. Trends in Ecology and Evolution 21:408-414

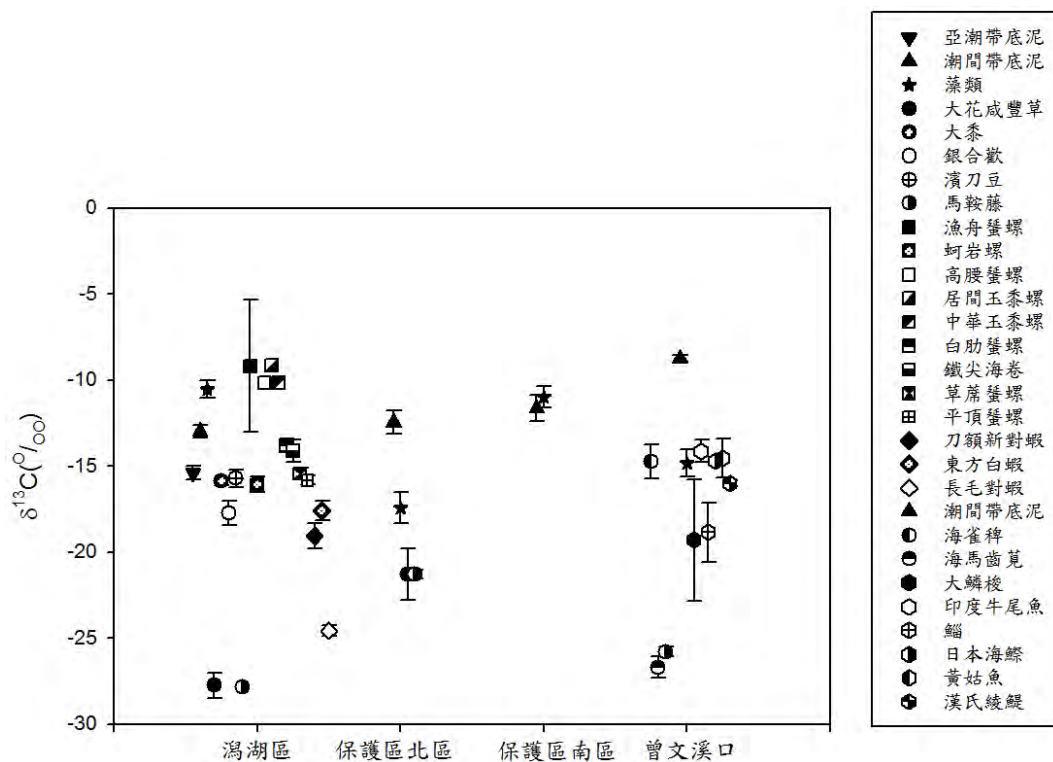


圖 6-1 各樣區底泥及生物 $\delta^{13}C$ 值比較，生物部分包括：植物、螺貝類、魚類及甲殼類(資料來源：本研究結果)

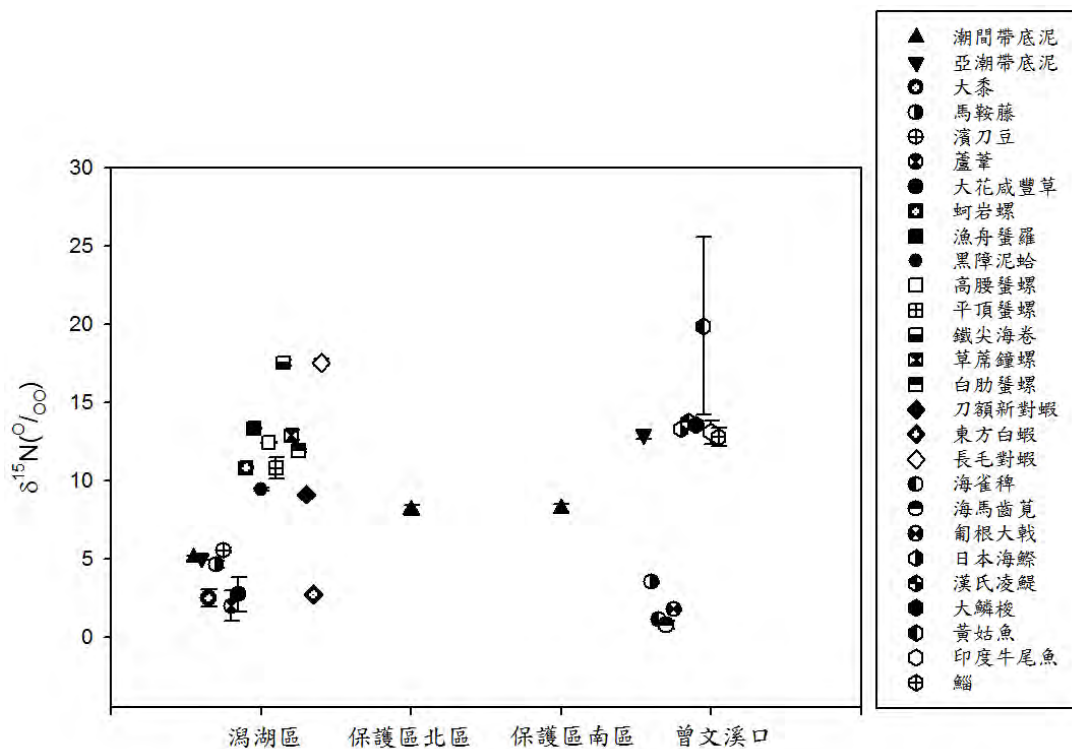


圖 6-2 各樣區底泥及生物 $\delta^{15}N$ 值比較，生物部分包括：植物、螺貝類、魚類及甲殼類(資料來源：本研究結果)

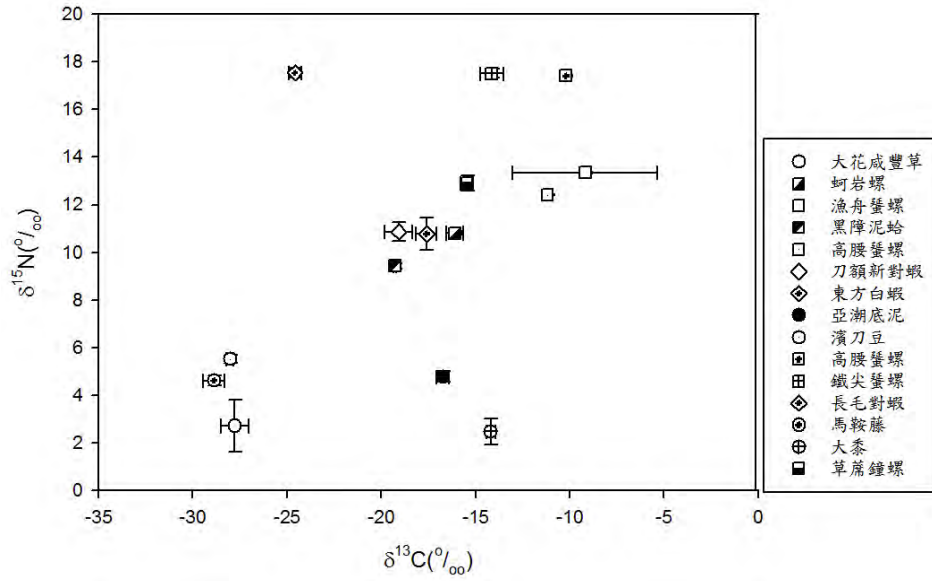


圖 6-3 瀉湖區各物種 $\delta^{13}C$ 與 $\delta^{15}N$ 的值(資料來源：本研究結果)

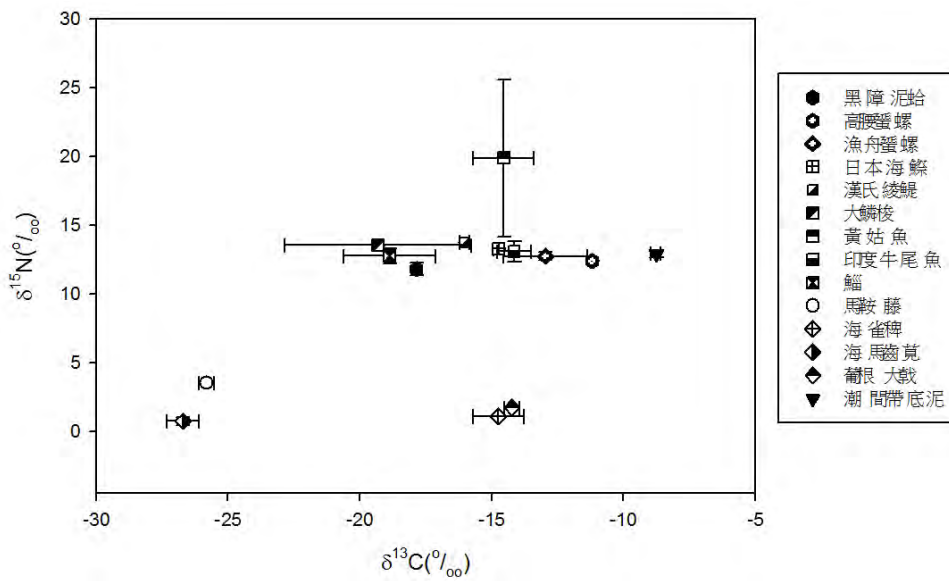


圖 6-4 曾文溪口各物種 $\delta^{13}C$ 與 $\delta^{15}N$ 的值(資料來源：本研究結果)

第七章 仔稚魚調查

摘要

關鍵詞：七股潟湖、黑面琵鷺保護區、魚卵、仔稚魚、生態資料庫

一、研究緣起

本研究為調查七股潟湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口魚卵、仔稚魚之豐度與群聚組成，以瞭解魚類早期生活史，包括生殖季及產卵量，仔魚的沈降時期及補充量等。提供並建立魚卵、仔稚魚的種類組成標本典藏、資料庫及相關解說資料。

二、研究方法及過程

於 2011 年 3 月開始，每季一次及夏季颱風過後期間共五季之定期採樣。在七股潟湖區及曾文溪口之測站以租漁船方式，利用浮游動物網進行採集，黑面琵鷺保護區以沈水幫浦抽水過濾方法進行採集。

三、重要發現

本計畫為七股潟湖首次進行魚卵及仔稚魚之調查工作，今年五次調查共採得魚卵 423 顆(20 科 35 個分類單元)；仔稚魚 352 尾(16 科 18 個分類單元)。魚卵與仔稚魚種類與豐度皆以 4 月份大於其他月份。由魚卵可知魚類不同之生殖季分別為：3 月份灰鰭鯛(*Acanthopagrus berda*)，4 月份鱸科(Terapontidae)，白鯪(*Liza subviridis*)、鰻科(Leiognathidae)及小鞍斑鰻(*Nuchequula manusella*)，7 月份斑海鯰(*Arius maculatus*)，9 月份漢氏綾鯢(*Thryssa hamiltonii*)、雙邊魚屬(*Ambassis* sp.)及 10 月份雙線舌鰻(*Cynoglossus bilineatus*)；仔稚魚則以同年均採獲之鰕虎科(Gobiidae)及斑頭肩鰓鰻(*Omobranchus fasciolatoceps*)最多，這兩種在魚卵組成中未出現，應係為產沈性卵，而若干鰕虎及仔稚魚才有兩向洄游行為之故。此外，沙鯪仔稚魚在 4-10 月出現，灰鰭鯛在 3 月出現，漢氏綾鯢及斑海鯰、虱目魚在 7 月等等，與魚卵之組成及季節性大致相似。由各測站採獲之種類顯示七股潟湖南區有較高的魚種多樣性，推測海水之交流較好為可能原因。總之，本研究利用 DNA 生命條碼之分子鑑種技術，已初步獲知七股潟湖及曾文

溪口的確為許多魚類生活史中重要之產卵及孵育場所，且大多集中在 4-7 月。

四、主要建議事項

1. 立即可行建議:

建議維持潟湖、黑面琵鷺保護區與外界海水之流通性，使外界之營養鹽與生物(如魚類)有機會補充進入潟湖與保護區，以維持棲地之生物與生態多樣性。

2. 中長期建議:

未來更需推動一個長期監測計畫，並擬定管理策略。

Abstract

The purpose of this study is to investigate the abundance and species composition of fish egg and larval fish at Chi-Ku lagoon and black-faced spoonbill protected area and Tsengwen Estuary for understanding early life history of fishes, including spawning area, fecundity, settle-down time and recruitment etc. Also, we will collect specimens and establish database and related information starting from March 2011. We will sample four times seasonally plus one time after typhoon passing by in summer season. In Chi-Ku lagoon and Tsengwen Esatuary, we will rent fishery boat and use zooplankton net to collect samples; and at black-faced spoonbill protected area, we used the submerged water pump to filter the samples. So far, totally 1423 fish eggs (20 families and 35 taxa) and 352 larval fishes (16 families and 18 taxa) have been collected. The species number and abundance of fish egg and larval fish were higher in April than other seasons. Among them, The results reveal different reproductive seasons in fish eggs: *Acanthopagrus berda* in March, Terapontidae, *Liza subviridis*, Leiognathidae, *Nuchequula mannusella* in April, *Arius maculates* in July, *Thryssa hamiltonii*, *Ambassis* sp. in September, and *Cynoglossus bilineatus* in October. The most dominant families of larval fishes are Gobiidae and *Omobranchus fasciolatoceps*. The result shown that the south exit of lagoon has higher species diversity which should be due to better water exchange which let nutrient and marine organisms has the opportunity to enter the lagoon and protected area. So, we suggest that we should maintain the water exchange to let nutrient and organisms (such as fish)has the opportunity to enter the lagoon and protected area to maintain the species and habitat biodiversity. In future, we need to propose a long-term monitoring project and make a management strategy.

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

Keywords: Chiku Lagoon, reserve of black-faced spoonbill, Fish eggs, Larvae
fish, ecological database

一、前言

由於海洋魚類多半有所謂的兩地生活史(bipartite life)類型，即卵與幼生會歷經沿岸及外海兩區域不同方向之漂流、孵化、變態及沈降的生活史時期(Sale, 1980; Booth and Brosnan, 1995)。因此同一地區的魚卵、仔稚魚及成魚的組成常有很大的差異。要能完整地了解當地魚類群聚結構及其功能，及研擬適當的保育和復育的策略，如只僅掌握成魚相之資料顯然會有不足，惟有進行當地魚卵及仔稚魚之調查，才能完全掌握魚類群聚在生態系中所扮演的角色，可推估有哪些魚類會利用潟湖來產卵及孵育，哪些魚類資源的補充狀況及復原的潛力仍佳等等。

在海洋生態或漁業生物的領域中，魚類生活史中魚卵及仔稚魚這個重要的漂浮及洄游時期的確切資料可有助於魚類資源的動態之解析，漁場的時空分佈變遷、產卵場之判定，或劃設海域生態保護區時對魚類繁殖場的認定。生殖(reproduction)與入添(recruitment)是魚類生活史中最重要兩個時期，許多魚類擁有特定的產卵場(spawning ground)或飼育場(nursing ground)(King, 1995)，而入添指的即是由仔稚魚階段，加入成魚系群(adult stock)中，成為可利用資源的一部分，因此魚卵、仔稚魚可視為是潛在的漁業資源(Houde, 1997)。若能針對魚類特定生活史時期棲地(如產卵場或飼育場)設立禁漁區，則能確保禁漁區內魚卵、仔稚魚的產量能夠增加，進而增加漁業資源(Bohnsack, 1998; Gell and Roberts, 2003)，因此魚卵、仔稚魚的種類鑑定對評估魚種的生殖期及產卵場的推斷相當重要，也因此正確的魚卵和仔稚魚之鑑定亦相當重要。譬如，利用魚卵之DNA序列去探討日本鰻之產卵場(Aoyama et al. 2001)。

在2000年以前，魚卵及仔稚魚的分類研究均是以傳統形態之方法來進行。日人冲山宗雄(1988)、水戶敏(1966)，美國的Ahlstrom et al. (1984)是少數幾本有針對魚卵之形態整理的圖鑑或專書，但書中所涵蓋種類均有限。利用電顯之微細構造來從事魚卵的分類則以德國之Riehl (Riehl and Kock, 1989) 為先驅，他

從1990年代起即與其追隨者有甚多報告發表。邵等(2001)更利用光學及電顯之微細構造出版了全球第一本《台灣海域魚卵圖鑑》沿近海近200張魚卵之圖文資料，但其中仍有許多種只能鑑定到科或屬，如隆頭魚科就有13種類型之卵，卻連屬別均不知，仍有待以DNA序列來作確認。Shao et al. (2002)則指出電子顯微鏡雖能辨別出較多特徵，然而即使利用電顯觀察，部分物種仍擁有相同鑑別特徵，因此惟有利用分子鑑定方法才能確認魚卵的種別。

利用生命條碼資料庫比對做各種應用的研究在國外已是不計其數，如入侵物種的鑑定(Armstrong and Ball, 2005)及生物多樣性的經營管理(Soberon and Peterson, 2004; Mace, 2004)等等。應用在系統分類及族群判別之報告亦甚多，如隆頭魚科離鰭鯛屬*Xyrichtys*仔魚之鑑別(Hare et al., 1998)，大西洋及地中海比目魚*Solea*屬之分類整理(Tinti and Piccinetti, 2000)，烏魚在全球分佈族群之遺傳多樣性及生命表(Rocha-Olivares et al., 2000)。台灣目前在農委會及國科會之支助下，已在野生動物冷凍遺傳物質保存計畫下，建立了約一千種魚類條碼之資料庫，應可用來比對出不少台灣海域魚卵及仔稚魚的種類組成。已進行過之研究，包括吳瑞賢(2000)之狗母及施宏澤(2002)之鸚哥魚魚卵分類的碩士論文，張榮樺(2007)則就北部海域的魚卵種類組成作過調查研究；仔稚魚及成魚分類則有鰻形目之幼生(蔡素甄, 2010)及施佳宏(2005)之鰕虎魚等碩士論文研究。此外，中研院魚類生態進化研究室在墾丁、大鵬灣、台灣北部、南部及馬祖海域之仔稚魚相亦已有過形態及分子鑑種的研究調查資料之累積，目前則仍正在進行東海地區魚卵及仔稚魚生命條碼之鑑定工作。據中研院魚類生態進化研究室進行之研究成果指出：以形態鑑定的方法所得到的結果，傾向將孵化期短的不同種魚卵，辨識成同一類群；又易將不同發育階段，但同屬於一種的仔稚魚，區分成不同的類群(邵，未發表)。如此一來，由形態辨識所得到之仔稚魚群聚組成結果，可能無法確實反應魚類群聚動態變化，更難以評估環境因子變動對群聚的組成和結構之影響；另一項研究成果也顯示：利用DNA生命條碼配合仔稚魚細部形態，可將墾丁仔稚魚群聚由原先形態粗分的36個生物類群(taxa)，細分成78個類群；仔

稚魚群聚組成在不同季節間的差異，也由原先的不顯著改變成統計上的顯著差異(邵，未發表)。

魚卵及仔稚魚之補充量大小，將影響未來成魚族群的大小、群聚結構、地理分佈(Fontes et al., 2009; Leis, 1991)、族群相倚關係(Doherty and Fowler, 1994)或其基因結構(Christie et al., 2010)。這些魚類的基礎早期生活史及其最大生殖量，生殖期及產卵場的資料，對資源保育的工作十分重要，特別是海洋保護區及其網路之規劃，必須要先了解該地區間魚類之關聯族群。而利用生命條碼來快速且正確地鑑定魚卵和仔稚魚的種別及其分佈類型要比過去必須解剖觀察魚類生殖腺成熟度的變化更為簡單有效。

本計畫之目的為調查魚卵、仔稚魚之豐度與群聚組成，瞭解七股潟湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口魚類早期生活史，包括生殖季及產卵量，仔魚的沈降時期及補充量等。提供並建立魚卵、仔稚魚的種類組成標本典藏、資料庫及相關解說資料。

二、材料與方法

(一) 魚卵及仔稚魚調查方法

從 2011 年 3 月開始(3、4、7、10 月)及夏季颱風過後期間共五季之定期採樣。在七股潟湖區(st.1~4)及曾文溪口(st.7)之測站以租漁船方式，利用浮游動物網進行採集，網口直徑 45 cm，網目 330 μ m，在各測站水平拖網一次，拖網時間 10 分鐘。浮游動物網則在網口裝置流速計(廠牌: HydroBios)以估算流經網口之實際水量；在黑面琵鷺棲息之魚塭淺水區(st.5~6)，第一季以以長寬為 20x40cm，網目 330 μ m 的浮游動物網，於網口加掛流速流量計，以人工拖曳 10 分鐘。第二季以後則改為以抽水效能 85L/min 之沈水幫浦抽水過濾方法，每測站抽水 10 分鐘。所有採集到的樣本皆以 95%的酒精固定保存攜回實驗室中，利用形態及生命條碼方法鑑定種類與計算豐度。(採樣情形如附錄 7-1)

(二) 標本之處理、計量與資料分析

在顯微鏡下初步先將魚卵及仔稚魚樣本與其他浮游生物分離，隨後利用光學顯微鏡觀察形質特徵與拍照。

1. 魚卵形態鑑定：如卵的大小和形狀、油球數量、位置和色素、孵出孔形狀、卵表修飾物有無、圍卵腔寬窄、卵黃囊的顏色和泡狀龜裂之有無；參照前人文獻(趙和張，1985, 邵等 2001)，盡可能將樣本鑑定至最低分類層級，並進一步細分為類型(types)，待後續利用生命條碼鑑定至屬或種之層級。
2. 仔稚魚形態鑑定：樣本則依照下列幾種外部形態特徵，將標本鑑定區分至最低的分類層級：(王 1987；沖山 1998；Neira et al. 1998；丘 1999)
 - (1) 體形：呈細長形、側扁、縱扁、柳葉形或球形等。
 - (2) 體形比例：體高/體長的比例。
 - (3) 頭部比例：頭部/體長的比例。
 - (4) 肛門位置：肛門位於魚體中央偏前或偏後，或位於第幾肌節處。

- (5) 鰭部特徵：各鰭部形狀、鰭條數、背鰭數目、是否有脂鰭、胸鰭大型或突出、背鰭或腹鰭是否具大型硬棘等。
- (6) 眼部形狀：圓形或橢圓形或略突出等。
- (7) 鰓蓋棘與眼眶上棘：是否有鰓蓋棘、眼眶上棘及其數目、形狀等。
- (8) 體表突起物：頭部有無棘狀突起物、有無鬚及前、後隅角下突起。
- (9) 腸道形式：腸道平直或曲折，以及曲折形式等。
- (10) 色素胞形態特徵：體表及肌肉是否有色素胞分布，分布位置、形態、數目及色澤。
- (11) 肌節數：計算各階段仔魚肌節數目。
- (12) 其他特殊構造：如發光器及體長具硬質骨板狀構造等。

再依仔稚魚不同成長階段將所得之標本分成五期：卵黃囊期仔魚(Yolk-sac larvae)－孵化後至卵黃囊消失為止之階段；前期仔魚(Preflexion larvae)－卵黃囊消失至脊索末端上屈前之階段；脊索末端上屈中之仔魚(Flexion larvae)－脊索末端上屈之階段；後期仔魚(Postflexion larvae)－自脊索末端上屈完成至尾鰭發育完全之階段；稚魚(Juvenile)－各鰭部之鰭條到達定數，鱗片開始生長，且成魚特徵開始出現之階段。

魚卵與仔稚魚單位數量計算方式：

單位數量 $\text{ind./m}^3 = \text{魚卵或仔稚魚個體數} / \text{濾水量}$

$$\text{濾水量 } V (\text{m}^3) = \pi r^2 \times 0.3 \times (b-a)$$

π = 圓周率； r = 網口半徑

0.3 = 流速流量計轉一圈所推進的距離 (m)

b = 採樣完成之流速流量計讀數； a = 採樣前之流速流量計讀數

群聚資料分析

利用 PRIMER(5.2 或更新版本)多變值統計軟體系統(Clarke and Gorley, 2001)進行 DIVERSE、ANOSIM、聚類分析 CLUSTER、空間排序 MDS 及 SIMPER 分析。

(三) 粒線體 DNA 之定序

在魚卵與仔稚魚根據外部形態分為不同類型後，隨機抽取適當數量之具代表性數目個體，取其每個個體之組織，利用套裝之 Genomic DNA Mini Kit 萃取 DNA。定序流程如下：

1. 去氧核糖核酸的抽取 (DNA extraction)
2. 粒線體去氧核糖核酸 (mitochondrial DNA ; mtDNA) 片段之大量增幅

本研究將建立粒線體DNA之COI基因片段為魚類之生命條碼，使用之通用引子為：

FishF1-5'TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC3'

FishF2-5'TCGACTAATCATAAAGATATCGGCAC3'

FishR1-5'TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA3'

FishR2-5'ACTTCAGGGTGACCGAAGAATCAGAA3' (Ward et al., 2005)

3. 聚合酵素連鎖反應 (Polymerase Chain Reaction ; PCR)
4. PCR 產物之純化 (purification)
5. DNA 定序(Sequencing)

(四) DNA序列分析

1. 生命條碼資料庫的比對：

定序完成之生命條碼序列，經排列確認無誤後，可利用國際生命條碼委員會 (CBOL) 所支持建置的生命條碼資料庫 (BOLD) 或 Gene Bank 進行比對。依據 BOLD 所提供的比對方法，所得分類層級判定標準如下：若是序列歧異度小於 1 % (即相似度 ≥ 99 %)，則可比對到種的層級；若是無法比對到種的層級，但歧異

度小於3% (即相似度97%-99%，不包含99%)，雖無法比對到種，但仍可比對到屬之層級(Ratnasingham and Hebert, 2007)。目前在BOLD中，除已經包含的58,375個魚類標本資料與42,077條魚類生命條碼，我們已將台灣周遭海域約1,000種、2,000多條魚類生命條碼序列陸續上傳，在BOLD系統之中另外開闢一個台灣魚類生命條碼計畫專案(目前需帳號密碼登入)，未來由個別魚卵或仔稚魚所得到生命條碼序列，將可一次與全球目前可收集到所有的魚類生命條碼序列進行比對。

2. 以建構類緣關係樹狀圖比對方式：

定序完成之基因序列，以BioEdit version 6.0.5 (Hall 2004)軟體進行DNA序列的比較排列並進一步檢查、校正。確認序列正確無誤後，以Clustal X 1.81 (Thompson et al. 1997)程式進行序列排序 (alignment)並去除序列前後兩端不等量的部分。以Kimura's two-parameter method (K2P)計算基因序列間的遺傳距離，再根據相鄰連接法 (NJ: Neighbor-Joining method)，建構類緣關係樹狀圖 (genealogic tree)並利用1000次bootstrapping重複取樣方法來檢視類緣關係樹狀圖之信度。上述分析利用MEGA 4 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis, Version 4) (Tamura et al., 2007)套裝軟體完成。將定序完成之仔魚COI序列與成魚COI序列比對確認至種或屬。

三、 結果

(一) 魚卵豐度、種類組成之測站及季節變化

2011 年 5 次採樣共 35 個網次的採集中，共採獲 423 顆魚卵，經初步的形態鑑定至科並細分至不同類型(type)後，進一步使用生命條碼技術鑑種，共挑選 81 顆魚卵進行 DNA 親緣關係比對，可鑑定 20 科 35 個分類單元(taxa)，利用形態及生命條碼鑑定結果，有 7 類可鑑別至科層級，4 類可鑑別至屬、24 類至種的層級(經由生命條碼所鑑定的魚卵標本照如圖 7-1 所示)。魚卵豐度以 4 月最高(平均豐度 114.3 顆/100 m³)，9 月颱風後次之(平均豐度 48.8 顆/100 m³)，7 月(平均豐度 9.9 尾/100 m³)最低(圖 7-2)。種類數部分亦是以 4 月最高(21 種)，3 月份最低(僅 2 種)(表 7-1)。

在各季節採獲種類方面，3 月採獲 77 顆魚卵，僅採獲 2 種魚卵，分別為灰鰭鯛(*Acanthopagrus berda*)及瓦氏銜(*Callionymus valenciennei*)，其中灰鰭鯛採獲到很大量，而瓦氏銜僅有曾文溪口(st.7)測站有被採獲，且此 2 種魚卵僅在 3 月採樣有發現(表 7-2)；4 月採獲 59 顆魚卵，魚卵豐度以 st.6 最高，而種類數則是以 st.4 最高(13 種)。本季之優勢類別依豐度分別為鰱科(Terapontidae)、白鰲(*Liza subviridis*)、鰻科(Leiognathidae)及小鞍斑鰻(*Nuchequula mannusella*)。鰱科(Terapontidae)、白鰲(*Liza subviridis*)、鰻科(Leiognathidae)、小鞍斑鰻(*Nuchequula mannusella*)、星雞魚(*Pomadourys kaakan*)、黑邊鰻(*Leiognathus splendens*)、斑點簾鯛(*Drepane punctata*)、長鰭凡鰻(*Valamugil cunnesius*)、條紋鰻魚(*Antennarius striatus*)、環球海鰻(*Nematalosa come*)、鰾科(Bothidae)、舌鰻科(Cynoglossidae)、花鰭副海豬魚(*Parajulis poecilepterus*)、曳絲鰻(*Equulites leuciscus*)、大鱗鰲(*Liza macrolepis*)、鰻科(Mugilidae) 僅在 4 月採樣有發現(表 7-3)；7 月採獲 54 顆魚卵，魚卵豐度以曾文溪口(st.7)為最高，主要以斑海鯰(*Arius maculatus*)為主，且此物種僅在 7 月採樣有發現(表 7-4)；9 月(颱風後)採獲 197 顆魚卵，為 5 次採樣數量最多的一季，以漢氏綾鯢(*Thryssa*

hamiltonii) 為最多，其次為雙邊魚屬 (*Ambassis* sp.)。漢氏綾鯢、關島小鮚 (*Scorpaenodes guamensis*)、日本鯢 (*Engraulis japonicus*) 及鱸屬 (*Platycephalus* sp.) 僅在 9 月採樣有發現(表 7-5)；10 月採獲 36 顆魚卵，優勢種類以雙線舌鰷 (*Cynoglossus bilineatus*)，其餘種類雖有採獲但豐度較小。雙線舌鰷、副葉鰩屬 (*Alepes* sp.) 及鰩科 (*Carangidae*) 僅在 10 月採樣有發現(表 7-6)。綜合 5 次採樣的結果顯示，魚卵之優勢科別種類，各季節皆不同，分別為 3 月份灰鰭鰷，4 月份鰩科、白鰩、鰩科及小鞍斑鰩，7 月份斑海鯰，9 月份漢氏綾鯢、雙邊魚屬及 10 月份雙線舌鰷。

(二) 仔稚魚豐度、種類組成之測站及季節變化

2011 年 5 次採樣共 35 個網次的採集中，共採獲 352 尾仔稚魚，經初步的形態鑑定至科並細分至不同類型(type)後，進一步使用生命條碼技術鑑種，共挑選 23 尾仔稚魚進行 DNA 親緣關係比對，可鑑定 16 科 18 個分類單元(taxa)，利用形態及生命條碼鑑定結果，有 2 類可鑑別至科層級，3 類可鑑別至屬、13 類至種的層級(經由生命條碼所鑑定的魚卵標本照如圖 7-3 所示)。仔稚魚豐度及種類數以 4 月最高 (平均豐度 34.2 尾/100 m³)，7 月次之(平均豐度 27.6 尾/100 m³)，9 月颱風後(平均豐度 1.1 尾/100 m³)最低(圖 7-4)。種類數部分亦是以 4 月最高(9 種)，7 月(7 種)次之，9 月份最低(3 種) (表 7-7)。

在各季節採獲種類方面，3 月採獲 14 尾，經標準化後所得豐度顯示(圖 7-4)測站間無太大變化，仔稚魚以鰩虎科(*Gobiidae*)最多，斑頭肩鰩鰯(*Omobranchus fasciolatoceps*)次之(表 7-8)，灰鰭鰷及日本海鰩(*Nematalosa japonica*)僅在 3 月採樣有發現；4 月採獲 73 尾，經標準化後所得豐度顯示(圖 7-4)測站 5 的豐度最高，測站 3 次之，仔稚魚以鰩虎科最多，斑頭肩鰩鰯次之。雙邊魚屬、黑尾小沙丁(*Sardinella melanura*)、凡氏下銀漢魚(*Hypoatherina valenciennei*)、鰩屬 (*Liza* sp.) 及牙鰩科(*Paralichthyidae*)之仔稚魚僅在 4 月採樣有發現(表 7-9)；7 月採獲 238 尾，為 5 次採樣仔稚魚數量最高的一季，經標準化後所得豐度顯示(圖 7-4)測站 3 的豐度最高，仔稚魚以鰩虎科最多，斑頭肩鰩鰯次之。斑海鯰(*Arius*

maculates)、虱目魚(*Chanos chanos*)及曳絲鑽嘴魚(*Gerres filamentosus*)之仔稚魚僅在 7 月採樣有發現(表 7-10)；9 月(颱風後)僅採獲 9 尾，為 5 次採樣仔稚魚數量最低的一季，僅在潟湖測站 1 及 2 有採獲到仔稚魚。奧奈鑽嘴魚(*Gerres oyena*)僅在 9 月採樣有發現(表 7-11)；10 月採獲 20 尾，僅在潟湖測站 1、3 及 4 有採獲到仔稚魚，仔稚魚以鰕虎科最多，斑頭肩鰓次之。仰口鰻(*Secutor ruconius*)及黃姑魚(*Nibea albiflora*)之仔稚魚僅在 10 月採樣有發現(表 7-12)。綜合 5 次採樣的結果顯示，仔稚魚主要出現優勢科為鰕虎科，其次是斑頭肩鰓。

另外，本計畫用生命條碼技術除了可以鑑定魚卵及仔稚魚種類外，亦可以彌補傳統形態鑑定會將不同發育階段誤判為二種以上，圖 7-5(左)經生命條碼確認為四線牙鰓的三個不同發育階段形態，圖 7-5(右)為虱目魚二個不同發育階段形態，當 12.0 mm (SL)時背上有一排色素斑，但成長至 13.1 mm 時，整排色素斑消失，僅剩頭頂及背部各一個色素斑。

(三) 魚卵及仔稚魚之多樣性指數 Shannon-Wiener index (H')

多樣性指數是綜合反映種類數和豐度的變化，因此種類數和豐度較高的樣本就有較高的歧異度，但是只有 1 種或沒有魚時則為 0。魚卵季節之多樣性指數之平均以 4 月份為最高(平均 0.92)，10 月份次之(平均 0.55)，3 月份(平均 0.03)為最低(表 7-13)。仔稚魚季節之多樣性指數之平均以 4 月份為最高(平均 0.55)，10 月份次之(平均 0.55)，9 月份(平均 0.10)為最低(表 7-14)。顯示七股最多魚種入添季節在 4 月份，七股潟湖(st.1~4)魚卵及仔稚魚多樣性指數高於曾文溪口(st.7)，黑面琵鷺保護區(st.5~6)最低。在測站方面，4 月份魚卵及仔稚魚湖南區測站(st.4)最高；10 月份北區測站(st.1)最高，不同季節測站間的多樣性指數都有不同的變動。

(四) 魚卵及仔稚魚組成變化之空間排序(MDS)

針對七股潟湖、黑面琵鷺及曾文溪口之魚卵組成，利用 MDS 及 ANOSIM 分析結果顯示，魚卵的組成在季節上有差異，但在不同棲地上並無顯著差異 Global R 值分別為 0.509 及 0.312(圖 7-6)。在季節種類組成的差異上，以第一

季(3月份)與其他季節魚卵之組成有所不同，主要原因為3月份僅採獲灰鰭鯛與瓦氏銜，且其餘季節皆無採獲；在仔稚魚方面，利用MDS及ANOSIM分析結果顯示，仔稚魚的組成在季節及不同棲地上並無顯著差異 Global R 值分別為0.221及0.01(圖7-7)，無顯著差異的原因為仔稚魚在各季出現優勢種類皆為鰕虎科，其次是斑頭肩鰓鰻。

四、討論

魚卵和仔稚魚的豐度及種類數

魚卵和仔稚魚的豐度及種類數皆以四月(第二季)大於其他月份，而最低月份則稍有不同，魚卵以 9 月份最低，仔稚魚則是以颱風過後 7 月份為最低。魚卵在不同季節呈現不同之優勢組成，其中 3 月份灰鰭鯛，4 月份鰱科，白鯪、鰻科及小鞍斑鰻，7 月份斑海鯰，9 月份漢氏綾鯢、雙邊魚屬及 10 月份雙線舌鰻，顯示此些魚種的生殖季節有所不同。而仔稚魚 5 次採樣皆以鰕虎科及斑頭肩鰓鰻為優勢，此結果與鰕虎魚科產沈底黏著性卵，而斑頭肩鰓鰻將卵產於牡蠣殼中有關，因此利用浮動網於水表層拖曳是無法採獲的。仔稚魚以斑頭肩鰓鰻為優勢之結果，與七股潟湖內的棲地環境一致，此一物種喜好棲息於河口區半鹹淡水域或沿近海域中，生活在蚵架吊棚的內灣裡，並躲藏在蚵架的空殼中，顯示七股潟湖內為其良好的棲地。仔稚魚除此兩優勢種類外，其餘種類如鯢科(Engraulidae)、鯆科(Clupeidae)鰯科(Sparidae)、鰻科(Mugilidae)、鰱科(Terapontidae)、海鯰科(Ariidae)、鰻科(Leiognathidae)亦有採獲，採獲種類和季節與魚卵及成魚之調查結果相吻合(表 7-15~表 7-21)，數量豐度高的鰕虎科仔稚魚，其成魚每季皆有採集到(表 7-22)；但斑頭肩鰓鰻，成魚沒有發現，可能因其喜好躲藏在蚵架的空殼中，利用一般網具較不易採獲。

在多樣性指數方面，顯示七股最多魚種入添季節在 4 月份。在棲地方面以七股潟湖(st.1~4)魚卵及仔稚魚多樣性指數高於曾文溪口(st.7)，黑面琵鷺保護區(st.5~6)最低，而結果亦顯示七股潟湖南區測站(st.4)有較高的魚種多樣性，推測海水之交流較好為可能原因。

另外，7 月份在曾文溪口所採獲的斑海鯰為使用仔稚魚拖網罕為採到的魚卵或仔稚魚種類，魚卵卵徑為 11.2 mm，為一般魚類魚卵卵徑的十倍以上，其所剛孵化的仔稚魚為 27.0 mm (發育階段為卵黃囊期)，顯示此魚種在生存能力有先天上的優勢，故斑海鯰一直為底拖漁業的優勢物種。

生命條碼鑑種技術

DNA 之分子鑑定可將魚卵及仔稚魚正確地鑑定至種，並可幫助了解魚類之早期生活史的生態與其種別組成，更可以精確的評估魚類組成之變化，亦可以彌補傳統形態鑑定會將不同發育階段誤判為二種以上。

本研究以分子鑑種方法鑑定魚卵及仔稚魚，再進行群聚資料分析比較，已初步量化這兩處重要濕地的魚卵、仔稚魚及魚類生物量與種類組成，可作為七股潟湖生態資料之基礎，其組成資料亦已上傳資料庫，未來更有助於了解七股潟湖、黑面琵鷺保護區及曾文溪口在魚卵、仔稚魚及成魚種類組成上的長期變動，以瞭解當地魚類生活史，並擬定管理策略。

五、 結論與建議

根據研究發現，本研究針對七股潟湖、黑面琵鷺保護區生態的調查、管理、生態監測與資料庫建構，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及中長期性建議加以列舉。

1. 立即可行之建議

應定期疏浚七股潟湖之南潮口，及開啟黑面琵鷺保護區之水門，以增加潟湖、黑面琵鷺保護區與外界海水之流通性，及維持保護區的含水量，使外界海水之營養鹽，以及生物(如魚類)，有機會補充進入潟湖與保護區，以維持棲地之生物與生態多樣性。

2. 中長期性建議

進行生態之長期監測和資料庫之建置，建構生態系模式，以了解資源變動情況。並結合各單位的力量全面監測此水域之水文與水質、水理資料 (不只是養殖水域)，包括水溫、營養鹽、有毒物質、濁度、沈積物、海平面、海洋變化、紫外線、氣象及指標生物之資料，以確實掌握水域生態品質長短期變遷之趨勢。未來需推動一個長期監測計畫，以收集此資料，來檢視管理策略實施後，資源量之變動，以及施行之成效。若成效不彰，亦可針對現有資源變動情況，擬定更有效之管理策略。

六、參考文獻

- 水戶敏，1966。日本海洋圖鑑第七卷魚卵、稚魚。蒼洋社，1-74頁。
- 王友慈，1987。台灣北部淡水河暨雙溪河口域魚苗相之研究。私立中國文化大學海洋生物研究所資源組碩士論文，306頁。
- 丘臺生，1999。台灣的仔稚魚。國立海洋生物博物館籌備處，296頁。
- 吳瑞賢(2000) 利用mtDNA序列及掃描式電子顯微鏡作為狗母魚科魚卵鑑定。碩士論文，海洋生物研究所，國立台灣海洋大學，1-101頁。
- 沖山宗雄，1998。日本產稚魚圖鑑。東海大學出版會，1154頁。
- 邵廣昭、楊瑞森、陳康青、李源鑫，2001。台灣海域魚卵圖鑑。中央研究院動物所，1-178頁。
- 施宏澤，2002。鸚哥魚科魚類之分子演化及其應用在墾丁海域魚卵分類及其組成之研究。碩士論文，海洋生物研究所，國立台灣海洋大學，1-88頁。
- 施佳宏，2005。蘭陽溪河口仔稚魚類群聚結構之研究。碩士論文，海洋生物研究所，國立台灣海洋大學，1-172頁。
- 張榮樺，2007。利用生命條碼方法從事台灣海域魚類早期生活史之分類研究。碩士論文，動物學研究所，國立台灣大學，1-115頁。
- 趙傳綢、張仁儒，1985。中國近海魚卵與仔魚。上海科學技術出版社。
- 蔡素甄，2010。利用生命條碼進行台灣周邊海域柳葉鰻之分類研究。碩士論文，海洋研究所，國立台灣大學，1-84頁。
- Ahlstrom, E. H., Amaoka, K., Hensley, D. A., Moser, H. G. & Sumida, B. Y. 1984. Pleuronectiformes: development. In Ontogeny and Systematics of Fishes(Moser, H. G., Richards, W. J., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, A. W.Jr. & Richardson, S. L., eds), pp. 640–687. Lawrence, KA: The American Society of Ichthyologists and Herpetologists.
- Aoyama, J., Ishikawa, S., Otake, T., Mochioka, N., Suzuki, Y., Watanabe, S.,

- Shinoda A., Inoue, J., Lokman, P. M., Inagaki, T., Oya, M., Hasumoto, H., Kubokawa, K., Lee, T. W., Fricke, H. & Tsukamoto, K. 2001. Molecular approach to species identification of eggs with respect to determination of the spawning site of the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Science*, 67(4):761-763.
- Armstrong, K. F., and Ball, S. L. 2005. DNA barcodes for biosecurity: invasive species identification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 360:1913-1823.
- Bohnsack, J. A. 1998. Application of marine reserves to reef fisheries management. *Australian Journal of Ecology*, 23: 298-304.
- Booth, D. J., and Brosna, D. M. 1995. The role of recruitment dynamics in rocky shore and coral reef fish communities. *Advances in Ecological Research*, 26:309–385.
- Christie, M. R., Johnson, D. W., Stallings, C. D., and Hixon M. A. 2010. Self-recruitment and sweepstakes reproduction amid extensive gene flow in a coral-reef fish. *Molecular Ecology*, 19(5):1042-1057.
- Clarke, K. R. and Gorley, R. H. 2001. *Primer version 5: User Manual/Tutorial*. Primer-e, Plymouth.
- Doherty, P., and Fowler, A. 1994. Demographic consequences of variable recruitment to Coral Reef fish populations: a congeneric Comparison of two damselfishes. *Bulletin of Marine Science*, 54(1):297-313.
- Fontes, J., Caselle, J. E., Afonso¹, P., and Santos¹, R. S. 2009. Multi-scale recruitment patterns and effects on local population size of a temperate reef fish. *Journal of Fish Biology*, 75(6):1271-1286.
- Gell, F. R., and Roberts, C. M. 2003. Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *TRENDS in Ecology and Evolution*,

18(9):448-455.

Hall, T. 2004. BioEdit version 6.0.5. Distributed by the author. Department of Microbiology, University of North Carolina State, Raleigh, USA.

Hare, J. A., Cowen, R. K., Zehr, J. P., Juanes, F., and Day, K. H. 1998. A correction to: biological and oceanographical insights from larval labrid (Pisces: Labridae) identification using mtDNA sequences. *Marine Biology*, 130:589-592.

Houde, E. D. 1997. Patterns and consequences of selective processes in teleost early life histories. In: Chambers RC, Trippel EA (eds) *Early life history and recruitment in fish populations*. Chapman & Hall, London, pp. 172-196

King, M. 1995. *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Books. Oxford.

Leis, J. M. 1991. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. In: Sale, P. F. (ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego, pp. 183-230.

Mace, G. M. 2004. *The role of taxonomy in species conservation*.

Neira, F. J., A. G. Miskiewicz, and T. Trnski. 1998. *Larvae of Temperate Australian Fishes*. University of Western Australia Press 474pp.
Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 359:711-719.

Ratnasingham, S., and Hebert, P. D. N. 2007. BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes*, 7:355-364.

Riehl, R., and Kock, K. H. 1989. The surface structure of antarctic fish eggs and its use in identifying fish eggs from the southern ocean. *Polar Biology*, 9(3):197-203.

- Rocha-Olivares, A., Garber, N. M., and Stuck, K. C. 2000. High genetic diversity, large inter-oceanic divergence and historical demography of the striped mullet. *Journal of Fish Biology*, 57(5):1134-1149.
- Sale, P. F. 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 118:367–421.
- Shao, K. T., Chen, K. C. and Wu, J. H. 2002. Identification of marine fish eggs in Taiwan using light microscopy, scanning electric microscopy and mtDNA sequencing. *Marine and Freshwater Research*, 53(2):355-365.
- Soberon, J., and Peterson, A. T. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 359:689-698.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*, 24:1596-1599.
- Thompson, J. D., Gibson, T. J., Plewniak, F., Jeanmougin, F. and Higgins, D. G. 1997. The CLUSTAL_X Windows Interface: Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality Analysis Tools. *Nucleic Acids Research*, 25(24):4876-4882.
- Tinti, F., and Piccinetti, C. 2000. Molecular systematics of the Atlanto-Mediterranean *Solea* species. *Journal of Fish Biology*, 56(3):604-614.

表 7-1、2011 年各季節七股潟湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

科名	種名	3月	4月	7月	9月	10月	總計
Terapontidae	Terapontidae gen. sp. 鰱科		352.9				352.9
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i> 灰鰭鯛	248					248
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus bilineatus</i> 雙線舌鰷					128.4	128.4
Mugilidae	<i>Liza subviridis</i> 白鯪		126.2				126.2
Leiognathidae	Leiognathidae gen. sp. 鰻科		120				120
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i> 漢氏綾鯷				118.6		118.6
Leiognathidae	<i>Nuclequula mannusella</i> 小鞍斑鰻		117.6				117.6
Ambassidae	<i>Ambassis</i> sp. 雙邊魚屬		1.2		104.3		105.5
Scorpaenidae	Scorpaenidae gen. sp. 鮋科		11.1	1	65.9	7.7	85.7
Ariidae	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯰			48.5			48.5
Labridae	<i>Halichoeres nigrescens</i> 黑帶海豬魚			10.7	25.6	3.3	39.6
Sillaginidae	<i>Sillago</i> sp. 沙鯪屬				21.1	11.4	32.5
Leiognathidae	<i>Secutor ruconius</i> 仰口鰻		12.6	3.1			15.7
Triacanthidae	<i>Triacanthus biaculeatus</i> 三棘純		10.8		0.9		11.7
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i> 星雞魚		11.2				11.2
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i> 沙鯪		7.5	2			9.5
Leiognathidae	<i>Leiognathus splendens</i> 黑邊鰻		7.5				7.5
Carangidae	<i>Alepes</i> sp. 副葉鰹屬					5.6	5.6
Drepaneidae	<i>Drepane punctata</i> 斑點簾鯛		4.9				4.9
Mugilidae	<i>Valamugil cunnesius</i> 長鰭凡鰻		4.1				4.1
Callionymidae	<i>Callionymus valenciennesi</i> 瓦氏銜	3.8					3.8
Antennariidae	<i>Antennarius striatus</i> 條紋躑魚		2.5				2.5
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i> 環球海鯷		2.5				2.5
Carangidae	Carangidae gen. sp. 鰹科					1.9	1.9
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes guamensis</i> 關島小鮋				1.8		1.8
Ariidae	<i>Netuma thalassina</i> 大頭多齒海鯰			1.4			1.4
Bothidae	Bothidae gen. sp. 鯡科		1.2				1.2
Cynoglossidae	Cynoglossidae gen. sp. 舌鰷科		1.2				1.2
Labridae	<i>Parajulis poecilepterus</i> 花鰭副海豬魚		1.2				1.2
Leiognathidae	<i>Equulites leuciscus</i> 曳絲鰻		1.2				1.2
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i> 大鱗鯪		1.2				1.2
Mugilidae	Mugilidae gen. sp. 鰻科		1.2				1.2
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i> 日本鯷				1		1
Platycephalidae	<i>Platycephalus</i> sp. 鰻屬				1		1
Scorpaenidae	<i>Sebastapistes strongia</i> 眉鬚鱗頭鮋				0.9		0.9
Unkown	Unkown 未知科別			2.7			2.7
總計		251.8	799.8	69.4	341.1	158.3	1620.4
種類數		2	21	6	10	6	35

(資料來源:本研究資料)

表 7-2、2011 年 3 月七股瀉湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	總計
Callionymidae <i>Callionymus valenciennesi</i>	瓦氏銜							3.8	3.8
Sparidae <i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	30.4	8	63.9	57.1	7.8		80.8	248
總計		30.4	8	63.9	57.1	7.8	0	84.6	251.8

(資料來源:本研究資料)

表 7-3、2011 年 4 月七股瀉湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	總計
Ambassidae <i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬				1.2				1.2
Antennariidae <i>Antennarius striatus</i>	條紋躑魚							2.5	2.5
Bothidae Gen. sp.	鮐科				1.2				1.2
Clupeidae <i>Nematalosa come</i>	環球海鯨							2.5	2.5
Cynoglossidae Gen. sp.	舌鰷科				1.2				1.2
Drepaneidae <i>Drepane punctata</i>	斑點簾鯛				4.9				4.9
Haemulidae <i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚				1.2			10	11.2
Labridae <i>Parajulis poecilepterus</i>	花鰭副海豬魚				1.2				1.2
Leiognathidae <i>Equulites leuciscus</i>	曳絲鰻				1.2				1.2
Leiognathidae Gen. sp.	鰻科				2.4	118			120
Leiognathidae <i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻							7.5	7.5
Leiognathidae <i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻						117.6		117.6
Leiognathidae <i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻							12.6	12.6
Mugilidae Gen. sp.	鰻科				1.2				1.2
Mugilidae <i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰻				1.2				1.2
Mugilidae <i>Liza subviridis</i>	白鰻				6.1		117.6	2.5	126.2
Mugilidae <i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰻			1.7	2.4				4.1
Scorpaenidae Gen. sp.	鮋科	5.4	3.3		2.4				11.1
Sillaginidae <i>Sillago sihama</i>	沙鰻							7.5	7.5
Terapontidae Gen. sp.	鰻科						352.9		352.9
Triacanthidae <i>Triacanthus biaculeatus</i>	三棘魮	9.1		1.7					10.8
總計		14.5	3.3	3.4	27.8	118	588.1	45.1	799.8

(資料來源:本研究資料)

表 7-4、2011 年 7 月七股瀉湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	總計
Ariidae <i>Arius maculatus</i>	斑海鯰							48.5	48.5
Ariidae <i>Netuma thalassina</i>	大頭多齒海鯰							1.4	1.4
Labridae <i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚	5.2	1.7		3.8				10.7
Leiognathidae <i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻	3.1							3.1
Scorpaenidae Gen. sp.	鮎科					1			1
Sillaginidae <i>Sillago sihama</i>	沙鯰					2			2
Unkown	未知種別		1.7		1				2.7
總計		8.3	3.4	0	7.8	0	0	49.9	69.4

(資料來源:本研究資料)

表 7-5、2011 年 9 月七股瀉湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	總計
Ambassidae <i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬	1.8			102.5				104.3
Engraulidae <i>Engraulis japonicus</i>	日本鯷				1				1
Engraulidae <i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷				1	118			118.6
Labridae <i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚		25.6						25.6
Platycephalidae <i>Platycephalus</i> sp.	鱸屬				1				1
Scorpaenidae Gen. sp.	鮎科	19.8	40.9	2.2	3				65.9
Scorpaenidae <i>Scorpaenodes guamensis</i>	關島小鮎	1.8							1.8
Scorpaenidae <i>Sebastapistes strongia</i>	眉鬚鱗頭鮎	0.9							0.9
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鯰屬	4.5	3.4		13.2				21.1
Triacanthidae <i>Triacanthus biaculeatus</i>	三棘鮎	0.9							0.9
總計		29.7	69.9	2.2	121.7	118	0	0	341.1

(資料來源:本研究資料)

表 7-6、2011 年 10 月七股瀉湖魚卵種類組成及豐度 (顆/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7	總計
Carangidae <i>Alepes</i> sp.	副葉鰹屬	5.6							5.6
Carangidae Gen. sp.	鰹科	0.9			1				1.9
Cynoglossidae <i>Cynoglossus bilineatus</i>	雙線舌鰻	7.4	2.4		1		117.6		128.4
Labridae <i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚		1.2		2.1				3.3
Scorpaenidae Gen. sp.	鮎科	5.5	1.2		1				7.7
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鯰屬	2.8					8.6		11.4
總計		22.2	4.8	0	5.1	0	117.6	8.6	158.3

(資料來源:本研究資料)

表 7-7、2011 年各季節七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (顆/100 m³)

科名	種名	3月	4月	7月	9月	10月	總計
Gobiidae	Gobiidae gen. sp. 鰕虎科	34.9	139.7	104.4		7.3	286.3
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i> 斑頭肩鰓鰻	11.8	76.2	77.1	4.5	6.7	176.3
Sillaginidae	<i>Sillago</i> sp. 沙鯪屬		8	1.7		0.9	10.6
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i> 灰鰭鯛	7.8					7.8
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i> 漢式綾鯷			4.3	1.7		6.0
Ambassidae	<i>Ambassis</i> sp. 雙邊魚屬		5.5				5.5
Clupeidae	<i>Nematalosa japonica</i> 日本海鯨	4.6					4.6
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i> 四線列牙鱗		1.6			1.8	3.4
Clupeidae	<i>Sardinella melanura</i> 黑尾小沙丁		3.4				3.4
Chanidae	<i>Chanos chanos</i> 虱目魚			2.9			2.9
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i> 曳絲鑽嘴魚			2.8			2.8
Atherinidae	<i>Hypoatherina valenciennei</i> 凡氏下銀漢魚		1.8				1.8
Gerreidae	<i>Gerres oyena</i> 奧奈鑽嘴魚				1.7		1.7
Mugilidae	<i>Liza</i> sp. 鯪屬		1.7				1.7
Paralichthyidae	Paralichthyidae gen. sp. 牙鯧科		1.2				1.2
Leiognathidae	<i>Secutor ruconius</i> 仰口鰻					1.0	1.0
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i> 黃姑魚					0.9	0.9
Ariidae	<i>Arius maculatus</i> 斑海鯰			0.3			0.3
總計		59.1	239.2	193.4	7.9	18.7	518.2
種類數		4	9	7	3	6	18

(資料來源:本研究資料)

表 7-8、2011 年 3 月七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (尾/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
Gobiidae gen. sp.	鰕虎科	11.1	8	4.6	9.4			1.9
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰻		4			7.8		
Sparidae <i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛					7.8		
Clupeidae <i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨			4.6				
總計		11.1	12	9.1	9.4	15.6	0	1.9

(資料來源:本研究資料)

表 7-9、2011 年 4 月七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (尾/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
Gobiidae gen. sp.	鰕虎科	16.4		5.1	1.2	117		
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰻	12.7		59.8	3.7			
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鯪屬		1.6	5.1	1.2			
Ambassidae <i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬	5.5						
Clupeidae <i>Sardinella melanura</i>	黑尾小沙丁			3.4				
Atherinidae <i>Hypoatherina valenciennei</i>	凡氏下銀漢魚	1.8						
Mugilidae <i>Liza</i> sp.	鯪屬			1.7				
Terapontidae <i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鰓		1.6					
Paralichthyidae gen. sp.	牙鰾科					1.2		
總計		36.4	3.3	75.2	7.3	117	0	0

(資料來源:本研究資料)

表 7-10、2011 年 7 月七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (尾/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰈	4.2	15.1	28.9	23.0			5.9
Gobiidae gen. sp.	鰕虎科		1.7	74.0	3.8			24.9
Ariidae <i>Arius maculatus</i>	斑海鯰							0.3
Chanidae <i>Chanos chanos</i>	虱目魚					2.9		
Engraulidae <i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷			4.3				
Gerreidae <i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚		1.7	1.1				
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鯷屬		1.7					
總計		4.2	20.2	108.3	29.7	0	0	31.1

(資料來源:本研究資料)

表 7-11、2011 年 9 月七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (尾/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰈	4.5						
Engraulidae <i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷		1.7					
Gerreidae <i>Gerres oyena</i>	奧奈鑽嘴魚		1.7					
總計		4.5	3.4	0	0	0	0	0

(資料來源:本研究資料)

表 7-12、2011 年 10 月七股瀉湖仔稚魚種類組成及豐度 (尾/100 m³)

物種科名及學名	中文名	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰈	3.7		0.9	2.1			
Gobiidae gen. sp.	鰕虎科	0.9		5.4	1.0			
Leiognathidae <i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻					1.0		
Sciaenidae <i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚	0.9						
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鯷屬	0.9						
Terapontidae <i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鱒			1.8				
總計		6.5	0	8.1	4.1	0	0	0

(資料來源:本研究資料)

表 7-13、2011 年七股瀉湖魚卵種數、個體數及多樣性指數

測站	數值	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
3 月	種數(S)	1	1	1	1	1	0	2
	個體數(N)	11	2	14	4	1	0	45
	多樣性指數(H')	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
4 月	種數(S)	2	1	2	13	1	3	7
	個體數(N)	8	2	2	23	1	5	18
	多樣性指數(H')	0.66	0.00	0.69	2.36	0.00	0.95	1.77
7 月	種數(S)	2	2	0	4	0	0	2
	個體數(N)	8	2	0	8	0	0	36
	多樣性指數(H')	0.66	0.69	0.00	1.21	0.00	0.00	0.13
9 月	種數(S)	6	3	1	6	1	0	0
	個體數(N)	33	41	2	120	1	0	0
	多樣性指數(H')	1.11	0.83	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
10 月	種數(S)	5	3	0	4	0	1	1
	個體數(N)	24	4	0	5	0	1	2
	多樣性指數(H')	1.45	1.04	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00

(資料來源:本研究資料)

表 7-14、2011 年七股瀉湖仔稚魚種數、個體數及多樣性指數

測站	數值	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
3 月	種數(S)	1	2	2	1	2	0	1
	個體數(N)	4	3	2	2	2	0	1
	多樣性指數(H')	0	0.64	0.69	0	0.69	0	0
4 月	種數(S)	4	2	5	4	1	0	0
	個體數(N)	20	2	44	6	1	0	0
	多樣性指數(H')	1.16	0.69	0.77	1.24	0	0	0
7 月	種數(S)	1	4	4	3	0	0	3
	個體數(N)	4	12	101	31	0	0	90
	多樣性指數(H')	0	0.84	0.79	0.69	0	0	0.54
9 月	種數(S)	1	2	0	0	0	0	0
	個體數(N)	5	2	0	0	0	0	0
	多樣性指數(H')	0	0.69	0	0	0	0	0
10 月	種數(S)	4	0	3	3	0	0	0
	個體數(N)	7	0	9	4	0	0	0
	多樣性指數(H')	1.15	0	0.85	1.04	0	0	0

(資料來源:本研究資料)

表 7-15、2011 年各季節於七股瀉湖北區(st.1)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚			8.33								2.56			1.39	
	<i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬					5.46					1.80					
Anguillidae	<i>Anguilla japonica</i>	日本鰻									5.56						
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛														2.78	
Atherinidae	<i>Hypoatherina valenciennei</i>	凡氏下銀漢魚					1.82										
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鱒					12.74			4.18			4.55			3.78	
Carangidae	<i>Alepes</i> sp.	副葉鰹屬														5.60	
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鰹														3.85	
	gen. sp.	鰹科														0.90	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚			2.78									1.28		1.39	
Cichlidae	<i>Oreochromis</i> sp.	吳郭魚			11.11			8.33						1.28		1.39	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鱈			1.39												
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鱈			6.94						16.67		2.56			1.39	
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	雙線舌鰷														7.40	
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷														1.28	
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚						1.39									
	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚											5.56				
	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚											16.67				
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎						1.39									
	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯧														1.28	

(資料來源:本研究資料)

表 7-15(續)、2011 年各季節於七股潟湖北區(st.1)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎			2.78												
	gen. sp.	鰕虎科		11.60			16.37										0.93
Labridae	<i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚								5.20							
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻						1.39						1.26			4.17
	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻															2.78
	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻			4.17									16.67			18.56
	<i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻								3.10							
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰱			4.17												
	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱			25.00			13.89									4.17
	<i>Liza subviridis</i>	白鰱			1.39			11.11									
	<i>Mugil cephalus</i>	鰱						1.39									1.39
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯨			4.17												1.39
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚															0.93
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes guamensis</i>	關島小鮚										1.80					
	<i>Sebastapistes strongia</i>	眉鬚鱗頭鮚										0.90					
	gen. sp.	鮚科					5.40					19.80			5.50		
Sillaginidae	<i>Sillago</i> sp.	沙鰱屬										4.50			2.80	0.93	
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	3.40														
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鱯						9.28									
Triacanthidae	<i>Triacanthus biaculeatus</i>	三棘魮					9.10					0.90					
總計			3.40	11.60	72.22	14.50	36.39	129.17	8.30	4.18	44.44	29.70	4.55	41.26	22.20	6.49	4.28

(資料來源:本研究資料)

表 7-16、2011 年各季節於七股潟湖中區(st.2)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚															0.13
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛															0.66
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰒		3.99					15.11								
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鰹											0.13				0.13
	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鰹															0.13
	gen. sp.	鰹科												0.66			
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚											0.66				
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨			0.13								0.66				0.26
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨					0.26		0.53								0.13
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	雙線舌鰷													2.40		
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷							0.13			1.77	0.13				0.26
Gerreidae	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚						1.55									
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚							1.68								
	<i>Gerres oyena</i>	奧奈鑽嘴魚										1.77					
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎			0.40		0.13										
	gen. sp.	鰕虎科		7.98					1.68								
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚											0.26				
Labridae	<i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚						1.70			25.60			1.20			
Leiognathidae	<i>Leiognathus berbis</i>	細紋鰻															0.53
	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻					0.26		0.26								
	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻							0.26		0.66						0.40

(資料來源:本研究資料)

表 7-16(續)、2011 年各季節於七股瀉湖中區(st.2)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰱			0.13			0.40			0.26			0.66			1.19
Lutjanidae	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛															0.13
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鯪			0.53												0.40
	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪			1.98			0.40			0.92			0.66			
	<i>Liza subviridis</i>	白鯪			0.26			0.40			0.13						
	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鯷			0.13												
	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鯷															0.79
Muraenidae	<i>Gymnothorax chilospilus</i>	雲紋裸胸鯙															0.13
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsius</i>	大齒斑魷								0.13			0.33				0.13
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚						0.13									
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯧						0.26									
Sciaenidae	<i>Johnius grypotus</i>	叫姑魚															0.13
	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙魚或								0.13							
Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes parvipinnis</i>	短翅小鮚											0.66				
	gen. sp.	鮚科					3.30					4.90			1.20		
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸						0.13									
Sillaginidae	<i>Sillago</i> sp.	沙鯪屬					1.64			1.68		3.40					
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	8.00		0.26						0.13						
	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛						0.26									
	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛									0.13						
Sphyraenidae	<i>Sphyraena jello</i>	竹針魚									0.26						

(資料來源:本研究資料)

表 7-16(續)、2011 年各季節於七股瀉湖中區(st.2)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Syngnathidae	<i>Hippocampus spinosissimus</i>	棘海馬															0.13
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鱒			0.13			1.64									0.40
	<i>Terapon jarbua</i>	花身鱒															0.26
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魷															0.66
Unkown	Unkown	未知科別									1.70						
總計			8.00	11.98	3.96	3.30	3.28	3.69	3.40	2.15	4.90	69.90	3.41	1.39	4.80	0	5.55

(資料來源:本研究資料)

表 7-17、2011 年各季節於七股溪口(st.3)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Ambassidae	<i>Ambassis buruensis</i>	彎線雙邊魚						1.67					3.53			0.83	
	<i>Ambassis miops</i>	少棘雙邊魚			0.83												
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛														5.00	
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰈					59.78			28.95						0.90	
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鯆										0.83		4.76			
	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鯆										0.83		1.76		0.83	
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚			0.83							1.67		1.18		5.83	
Cichlidae	<i>Oreochromis sp.</i>	吳郭魚			4.17			1.67				3.33				3.33	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯧												2.94		1.67	
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯧			4.57							4.17		0.59		1.67	
	<i>Sardinella melanura</i>	黑尾小沙丁						3.42									
Eleotridae	<i>Eleotris melanosoma</i>	黑塘鱧						0.83									
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯧						0.83				0.83					
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鰾			4.17									0.59		2.50	
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鰾								4.29							
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚														1.67	
	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚										1.67		1.76		0.83	
	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚										0.83		0.59		16.67	
	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚			2.50			0.83				35.83		18.24		19.17	
	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚								1.73							
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎						0.83				0.83					

(資料來源:本研究資料)

表 7-17(續)、2011 年各季節於七股溪口(st.3)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Gobiidae	<i>Glossogobius olivaceus</i>	點帶叉舌鰕虎			3.33			6.67					0.59			0.83	
	<i>Mugilogobius abei</i>	阿部氏緋鰕虎			0.83												
	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	雷氏鰕鰕虎			0.83												
	<i>Oxyurichthys ophthalmonema</i>	眼瓣溝鰕虎											1.18			0.83	
	<i>Psammogobius biocellatus</i>	眼斑沙鰕虎														1.67	
	gen. sp	鰕虎科		4.57			5.12			73.97						5.39	
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚											0.59			0.83	
	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚							0.83				1.18			0.83	
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰳								2.50			2.35			3.33	
	<i>Nuclequula mannusella</i>	小鞍斑鰳								1.00			8.82			5.00	
Lethrinidae	<i>Lethrinus haematopterus</i>	正龍占											1.76				
	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占														0.83	
Lutjanidae	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	銀紋笛鯛						2.50								6.67	
	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛											1.18				
	<i>Lutjanus russellii</i>	黑星笛鯛						0.83									
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰳														7.50	
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰲			0.83			0.83					1.76				
	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰲			1.67			8.33		2.50			5.29			6.67	
	<i>Liza subviridis</i>	白鰲			4.17			9.17		4.17			1.76			2.50	
	<i>Liza</i> sp.	鰲屬						1.78									
	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鰲											0.59				

(資料來源:本研究資料)

表 7-17(續)、2011 年各季節於七股溪口(st.3)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
	<i>Mugil cephalus</i>	鰱						25.00								9.17	
	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱				1.70					1.67					3.33	
Muraenidae	<i>Strophidon sathete</i>	長鯨			0.83			0.83									
Ophichthidae	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>	食蟹荳齒蛇鰻														0.83	
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsuis</i>	大齒斑鯽			2.50			0.83			4.17		1.18			0.83	
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚			5.83			9.17			1.67		1.18			3.33	
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	六線豆娘魚											0.59				
Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	金錢魚								0.83			1.76			2.00	
Scorpaenidae	gen. sp	鮎科										2.20					
Serranidae	<i>Grammistes sexlineatus</i>	六線黑鱸											0.59				
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鯪			1.67			2.50		0.83			1.18			0.83	
	<i>Sillago sp.</i>	沙鯪屬					5.12										
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	63.90													0.83	
	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛						2.50									
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚											0.59				
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鱒			0.83			4.17		2.00			8.82	1.80		0.83	
	<i>Terapon jarbua</i>	花身鱒								5.00			0.59			2.00	
Tetraodontidae	<i>Arothron hispidus</i>	紋腹叉鼻魨								0.83			1.18				
	<i>Chelonodon patoca</i>	凹鼻魨								2.50			0.59			1.67	
	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魨											2.35			0.83	
Triacanthidae	<i>Triacanthus biaculeatus</i>	三棘魨					1.70										
總計			63.90	9.13	35.83	3.40	75.16	8.00	0	18.28	18.33	2.20	0	83.53	0	8.89	16.00

(資料來源:本研究資料)

表 7-18、2011 年各季節於瀉湖南區(st.4)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Ambassidae	<i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬				1.20						12.50					
Apogonidae	<i>Apogon kiensis</i>	中線天竺鯛															0.11
Balistidae	<i>Balistoides viridescens</i>	褐擬鱗魨											0.70				
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鯽					3.67		22.97								2.59
Bothidae	gen. sp	鯡科				1.20											
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鰹								0.28							0.28
	<i>Scomberoides lysan</i>	逆鈎鰹								0.14							
	gen. sp	鰹科															1.00
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚							2.87								
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨						0.56		0.70			0.25				0.11
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨						0.28		0.28							0.14
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	雙線舌鰷															1.00
	gen. sp	舌鰷科					1.20										
Drepaneidae	<i>Drepane punctata</i>	斑點簾鯛					4.90										
Engraulidae	<i>Engraulis japonicus</i>	日本鯷										1.00					
	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷										1.00	0.70				0.56
Ephippidae	<i>Platax orbicularis</i>	圓眼燕魚											0.70				
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚								0.28			0.70				
	<i>Gerres japonicus</i>	日本鑽嘴魚								0.14							0.28
	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚								0.70			0.70				
	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚				0.28		0.14					0.28				0.42

(資料來源:本研究資料)

表 7-18(續)、2011 年各季節於瀉湖南區(st.4)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎								0.14							
	<i>Butis koilomatodon</i>	花錐瘠塘鱧								0.14							
	gen. sp	鰕虎科	9.45			1.22			3.83							1.29	
Haemulidae	<i>Pomadasys argenteus</i>	銀雞魚												0.70			
	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚				1.20											
Labridae	<i>Halichoeres nigrescens</i>	黑帶海豬魚							3.80							2.10	
	<i>Parajulis poecilepterus</i>	花鰭副海豬魚				1.20											
Leiognathidae	<i>Equulites leuciscus</i>	曳絲鰻				1.20											
	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻						0.14		0.56		0.56		0.70			
	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻								0.34		0.14		0.98			
	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻			0.14			0.42		0.17		0.14		0.14			
	gen. sp	鰻科				2.40											
Leiognathidae	<i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻														1.29	
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	單斑龍占														0.14	
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	火斑笛鯛								0.14							
Monodactylidae	<i>Monodactylus argenteus</i>	銀鱗鰻			0.14												
Mugilidae	<i>Liza affinis</i>	前鱗鯪						0.14									
	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪			0.18	1.20		0.70		0.14		0.70		0.14			
	<i>Liza subviridis</i>	白鯪				6.10										0.14	
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰻										0.70		0.14			
	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰻				2.40										0.94	

(資料來源:本研究資料)

表 7-18(續)、2011 年各季節於瀉湖南區(st.4)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Mugilidae	gen. sp.	鰱科				1.20											
Paralichthyidae	<i>Pseudorhombus arsius</i>	大齒斑魷						0.28		0.14							0.84
	gen. sp	牙魷科					1.22										
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚															0.14
	<i>Platycephalus sp.</i>	鰱屬										1.00					
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus</i>	鰻鯨						0.14		0.38			0.49				0.83
Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	藍點鸚哥魚								0.56							
Scorpaenidae	gen. sp	鮎科				2.40			1.00			3.00				1.00	
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鯪								2.00						0.70	
	<i>Sillago sp.</i>	沙鯪屬						1.22					13.20				
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	57.10		0.14			0.42		0.28			0.70				0.14
	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛						0.14					0.70				
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚								0.14							
	<i>Sphyraena jello</i>	竹針魚											0.28				
Terapontidae	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鯪						0.14		0.56							0.11
Tetraodontidae	<i>Arothron immaculatus</i>	鰻斑叉鼻魨															0.14
Unkown	Unkown	未知科別								1.00							
總計			57.10	9.45	0.25	27.80	7.34	0.35	7.80	29.67	1.66	121.70	0	0.64	5.10	4.12	3.70

(資料來源:本研究資料)

表 7-19、2011 年各季節於保護區北區(st.5)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鯧	7.83														
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚						0.23		0.33			0.33			0.76	
Clupeidae	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨											0.76				
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨						0.53		0.38							
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯧						0.76							0.15		
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷								0.76	117.60		0.45				
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚								0.76							
	<i>Gerres macracanthus</i>	大棘鑽嘴魚											0.33				
	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚											0.33				
Gobiidae	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>	青斑細棘鰕虎			0.76												
	<i>Cryptocentrus yatsui</i>	谷津氏猴鯊								0.76			0.15				
	<i>Favonigobius reichei</i>	雷氏鯊														0.76	
	<i>Periophthalmus modestus</i>	彈塗魚								0.15			0.76				
	<i>Scartelaos histophorus</i>	青彈塗魚									0.76						
	gen. sp	鰕虎科									117.00						
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鱗			0.76					0.53			0.76				
Leiognathidae	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻									0.23						
	<i>Nuclequula mannusella</i>	小鞍斑鰻			0.76												
	gen. sp	鰻科									117.60						
Mugilidae	<i>Fish larva</i>	仔稚魚														0.68	
	<i>Liza affinis</i>	前鱗鰻			0.15								0.76				

(資料來源:本研究資料)

表 7-19(續)、2011 年各季節於保護區北區(st.5)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪			0.67			0.53			1.14			1.97			6.29
	<i>Liza subviridis</i>	白鯪															0.15
	<i>Liza</i> sp.	鯪屬			0.76			0.76									
	<i>Moolgarda perusii</i>	帕氏凡鯪						0.33									
	<i>Mugil cephalus</i>	鯪						0.76			0.15						
	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鯪						0.76									
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚						0.76						0.76			
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鯪			0.15			0.76						0.33			0.23
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	7.80	7.83													
	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭鯛						0.76									
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	巴拉金梭魚									0.15			0.15			
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鱯			0.15						0.38			0.38			2.50
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魷												0.76			
總計			7.80	15.65	1.36	117.60	117.00	2.42	0	0	3.50	117.60	0	5.67	0	0	1.00

(資料來源:本研究資料)

表 7-20、2011 年各季節於保護區南區(st.6)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚												0.23			
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	雙線舌鰷													117.60		
Gerreidae	<i>Gerres filamentosus</i>	曳絲鑽嘴魚												0.23			
	<i>Gerres shima</i>	縱紋鑽嘴魚												0.45		0.23	
Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus limbatus</i>	緣下鱗									2.50						
Leiognathidae	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰷				117.60											
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鯪									2.45		8.64			0.68	
	<i>Liza subviridis</i>	白鯪				117.60											
	<i>Mugil cephalus</i>	鰱											0.23				
Terapontidae	<i>Terapon jarbua</i>	花身鰱			0.23						1.36		2.95			3.64	
	gen. sp	鰱科				352.90											
Tetraodontidae	<i>Takifugu niphobles</i>	黑點多紀魷											0.45				
總計			0	0	0.23	588.10	0	0	0	0	6.00	0	0	13.18	117.60	0	4.55

(資料來源:本研究資料)

表 7-21、2011 年各季節於曾文溪口(st.7)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Antennariidae	<i>Antennarius striatus</i>	條紋鰨魚				2.50											
Ariidae	<i>Arius maculatus</i>	斑海鯰			1.42			1.42	49.90	0.35	5.00			54.17		5.28	
Blenniidae	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰨								5.88							
Callionymidae	<i>Callionymus valenciennei</i>	瓦氏魚銜	3.80														
Carangidae	<i>Alepes djedaba</i>	吉打鱆														1.42	
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鱆														2.83	
	<i>Megalaspis cordyla</i>	大甲鱆														1.42	
Clupeidae	<i>Amblygaster sirm</i>	西姆圓腹沙丁									1.42						
	<i>Nematalosa come</i>	環球海鯨				2.50					1.42			2.83			
	<i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨			3.13						9.38			21.88		34.38	
	<i>Sardinella hualiensis</i>	花蓮小沙丁												2.83			
	<i>Sardinella lemuru</i>	黃小沙丁														551.42	
	<i>Spratelloides delicatulus</i>	鏞眼銀帶鯆													3.13		
	gen. sp.	鯆科			1.42												
Cynoglossidae	<i>Paraplagusia blochii</i>	布氏鬚鰨												3.13		5.28	
Dasyatidae	<i>Dasyatis akajei</i>	赤土魷												1.42		3.13	
Drepaneidae	<i>Drepane longimana</i>	條紋簾魷												1.42		1.42	
Elopidae	<i>Elops machnata</i>	海鯰									1.42						
Engraulidae	<i>Thryssa chefuensis</i>	芝蕪綾鯉												1.42			
	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯉			9.38						1.42			12.50		4.17	
Gobiidae	gen. sp	鰕虎科			1.88						24.92						

(資料來源:本研究資料)

表 7-21(續)、2011 年各季節於曾文溪口(st.7)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Haemulidae	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚									1.42						
	<i>Pomadasys kaakan</i>	星雞魚				1.00											
Leiognathidae	<i>Gazza minuta</i>	小牙鰻														1.42	
	<i>Leiognathus equulus</i>	短棘鰻						16.67								2.83	
	<i>Leiognathus splendens</i>	黑邊鰻				7.50										3.13	
	<i>Nuchequula mannusella</i>	小鞍斑鰻									1.42		1.42				
	<i>Secutor insidiator</i>	長吻仰口鰻														1.42	
	<i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻					12.60										
Mugilidae	<i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱									3.13						
	<i>Liza subviridis</i>	白鰱								2.50							
	<i>Mugil cephalus</i>	鰱									12.50						
	<i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱														11.46	
Platycephalidae	<i>Platycephalus indicus</i>	印度牛尾魚									2.83				1.42		
Polynemidae	<i>Eleutheronema rhadinum</i>	四指馬鰱									1.42						
Sciaenidae	<i>Johnius amblycephalus</i>	鈍頭叫姑魚										2.83					
	<i>Nibea albiflora</i>	黃姑魚									2.83				4.17		
	<i>Nibea semifasciata</i>	半斑黃姑魚									2.83						
Sciaenidae	<i>Otolithes ruber</i>	紅牙魚或												4.17			
Siganidae	<i>Siganus fuscescens</i>	褐籃子魚														1.42	
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>	沙鰱					7.50										
	<i>Sillago</i> sp.	沙鰱屬														8.60	

(資料來源:本研究資料)

表 7-21(續)、2011 年各季節於曾文溪口(st.7)採獲之魚卵、仔稚魚密度(ind./10² m³)與成魚密度(ind./10² m²/d)

科名	學名	中文名	冬			春			夏			颱風後			秋		
			魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Sparidae	<i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	8.80														
	<i>Rhabdosargus sarba</i>	黃錫鯛									1.42						
總計			84.60	1.88	35.42	45.10	0	17.78	49.90	31.15	71.88	0	0	133.33	8.60	0	625.00

(資料來源:本研究資料)

表 7-22、魚卵、仔稚魚及成魚出現之季節

Taxa	中文名	3月			4月			7月			9月			10月		
		魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚	魚卵	仔稚魚	成魚
Ambassidae <i>Ambassis</i> sp.	雙邊魚屬			0	0	0	0				0		0			0
Ariidae <i>Arius maculatus</i>	斑海鯰			0		0	0	0	0			0				0
Blenniidae <i>Omobranchus fasciolatoceps</i>	斑頭肩鰓鰒	0				0			0			0			0	
Clupeidae <i>Nematalosa come</i>	環球海鯨			0	0		0				0		0			0
Clupeidae <i>Nematalosa japonica</i>	日本海鯨	0	0			0				0		0				0
Engraulidae <i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏綾鯷			0				0	0	0	0	0				0
Gobiidae gen. sp.	鰕虎科	0	0			0	0		0	0		0			0	0
Leiognathidae <i>Secutor ruconius</i>	仰口鰻				0			0							0	0
Mugilidae gen. sp.	鰱科			0	0		0			0		0				0
Mugilidae <i>Liza macrolepis</i>	大鱗鰱			0	0		0			0		0				0
Mugilidae <i>Liza</i> sp.	鰱屬			0		0	0									
Mugilidae <i>Liza subviridis</i>	白鰱				0											
Mugilidae <i>Valamugil cunnesius</i>	長鰭凡鰱				0		0			0			0			
Sillaginidae <i>Sillago</i> sp.	沙鰱屬			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sparidae <i>Acanthopagrus berda</i>	灰鰭鯛	0	0	0			0			0		0				0
Terapontidae gen. sp.	鰱科				0											
Terapontidae <i>Pelates quadrilineatus</i>	四線列牙鰱			0		0	0			0		0			0	0

(資料來源:本研究資料)

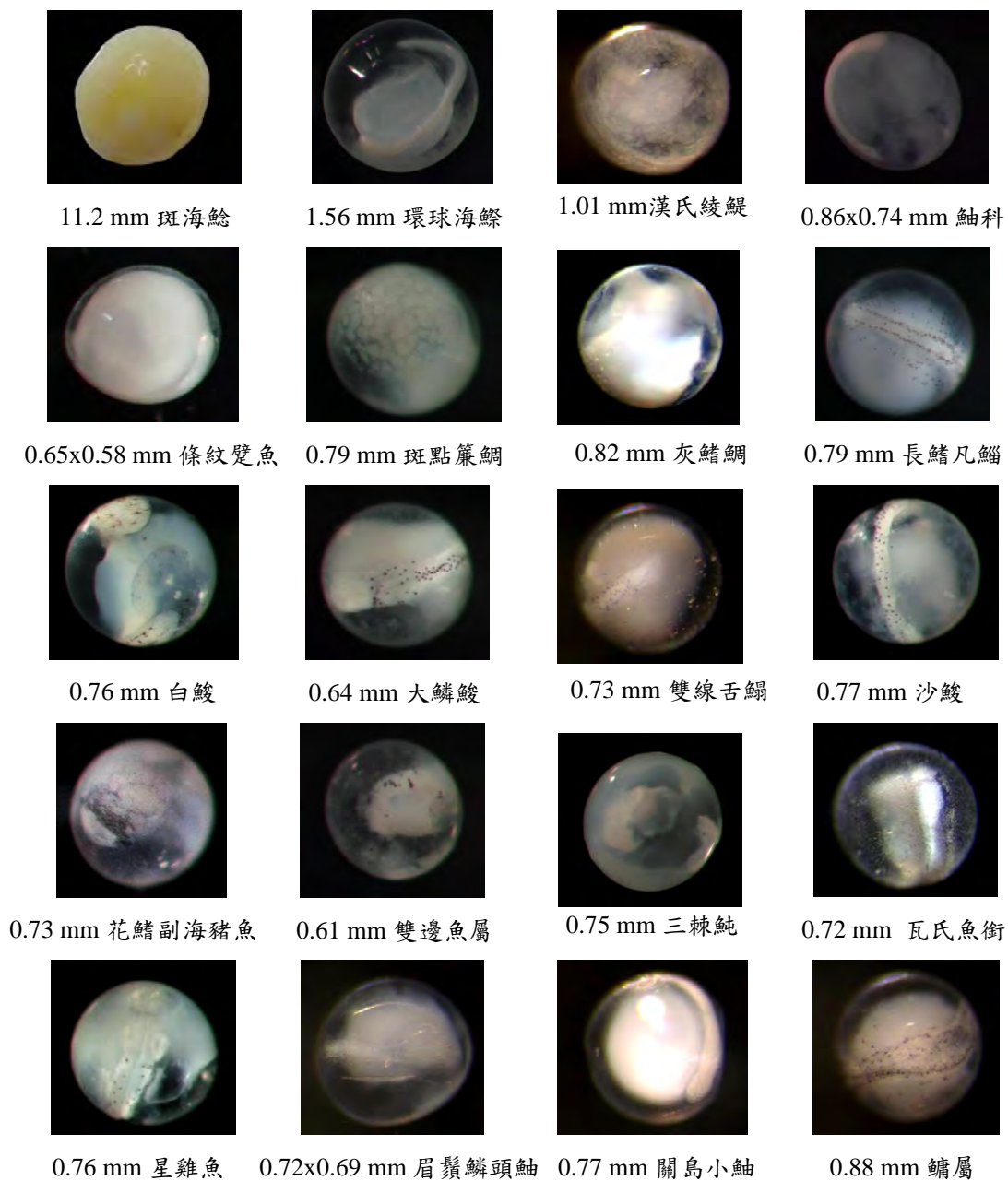
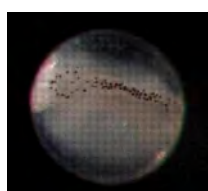


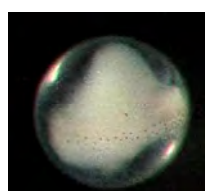
圖 7-1、經由生命條碼鑑定所鑑定魚卵種類之標本照(資料來源:本研究資料)



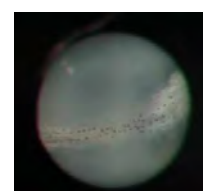
0.70 mm 黑邊鰻



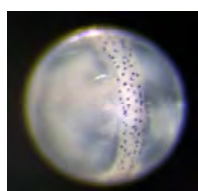
0.68 mm 仰口鰻



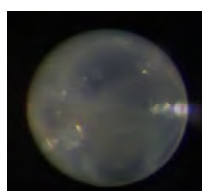
0.61 mm 小鞍斑鰻



0.61 mm 曳絲鰻



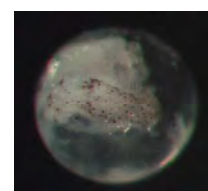
0.64 mm 副葉鰻屬



0.6 mm 黑帶海豬魚



0.64 mm 沙鰻屬



0.71 mm 鰻科



1x0.68 mm 日本鰻

圖 7-1(續)、經由生命條碼鑑定所鑑定魚卵種類之標本照(資料來源:本研究資料)

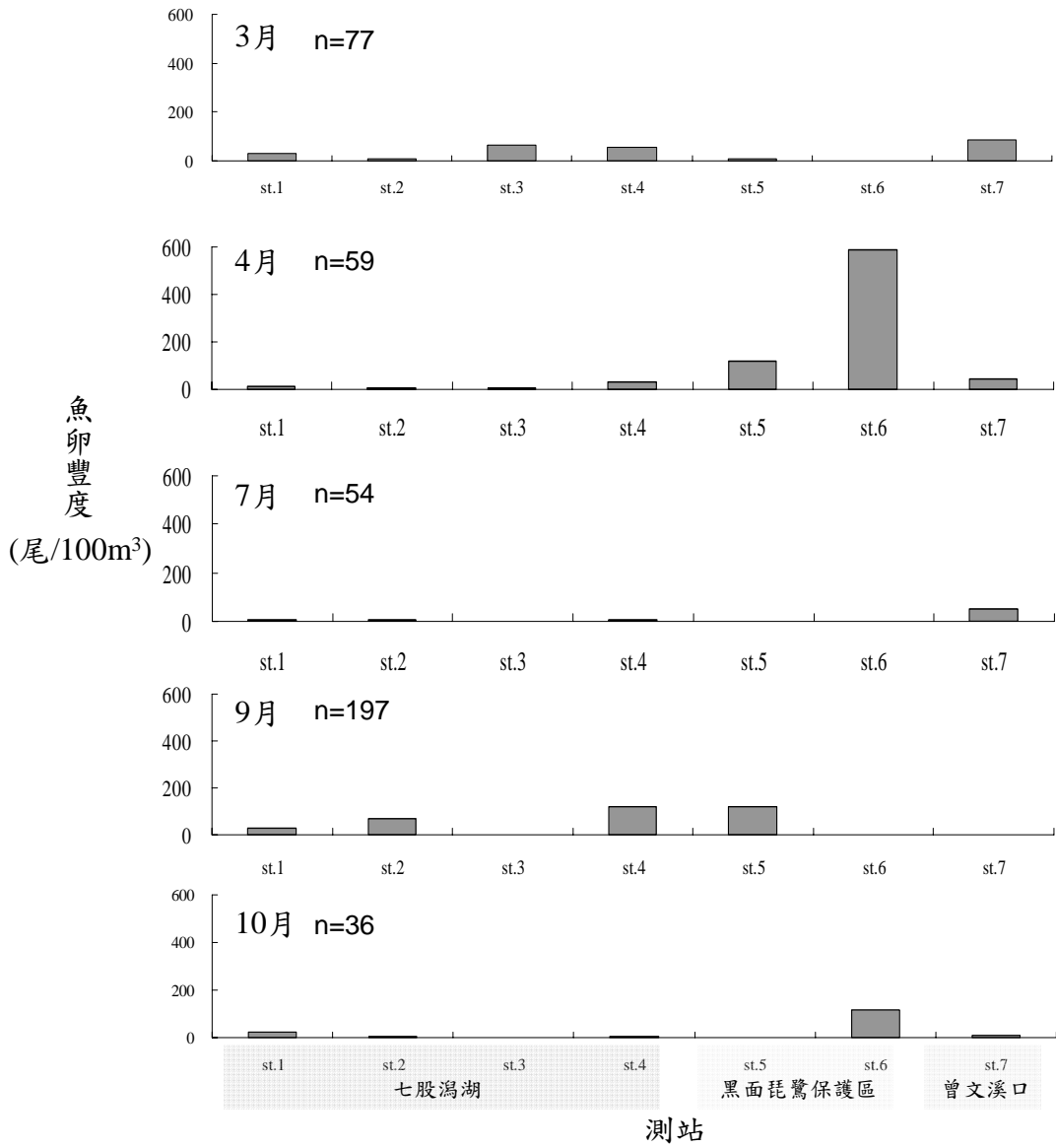


圖 7-2、2011 年七股潟湖魚卵豐度之測站變化(資料來源:本研究資料)

Sardinella melanura 黑尾小沙丁



Gerres filamentosus 曳絲鑽嘴魚



Nematalosa japonica 日本海鱗



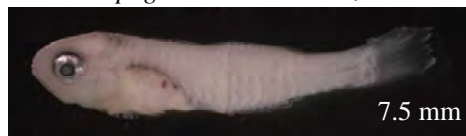
Gerres oyena 奧奈鑽嘴魚



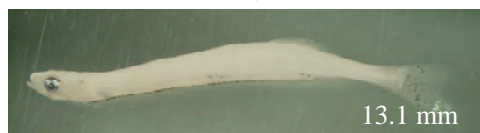
Thryssa hamiltonii 漢氏綾鯷



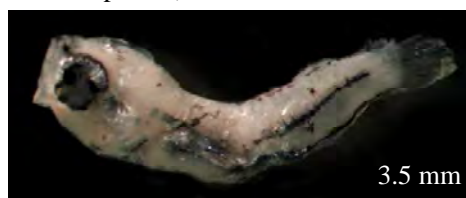
Acanthopagrus berda 灰鰭鯛



Chanos chanos 虱目魚



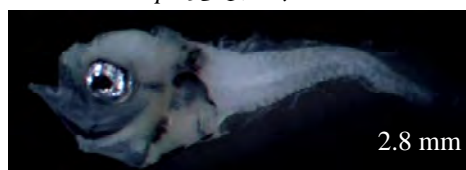
Liza sp. 鰺屬



Hypoatherina valenciennei 凡氏下銀漢魚



Ambassis sp. 雙邊魚屬



Omobranchus fasciolatoceps 斑頭肩鰓鰻



Sillago sp. 沙鰺屬



Gobiidae 鰕虎科



Pelates quadrilineatus 四線列牙鰺



Arius maculatus 斑海鯰



圖 7-3、經由生命條碼鑑定所鑑定仔稚魚種類之標本照(資料來源:本研究資料)

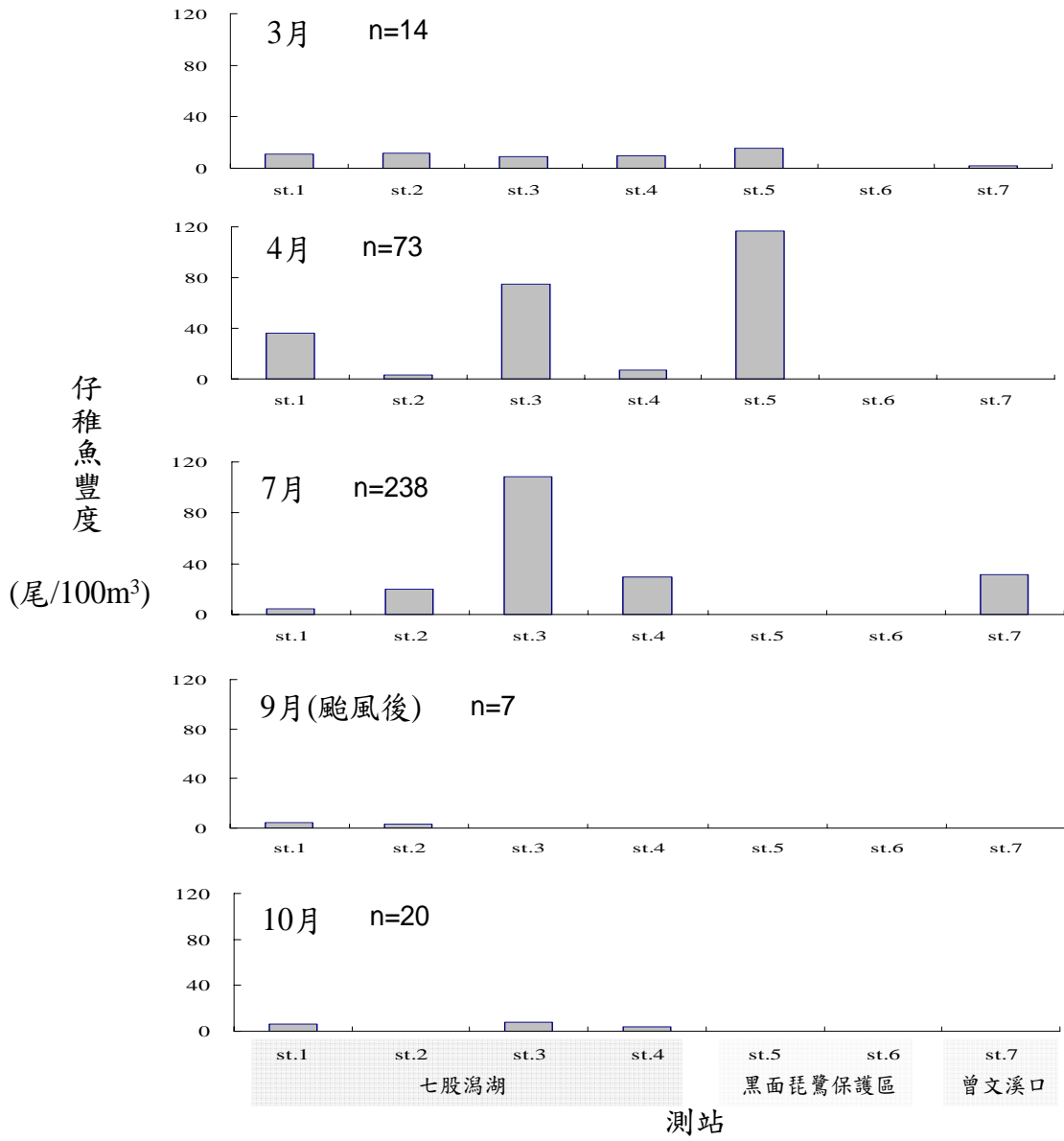


圖 7-4、2011 年七股潟湖仔稚魚豐度之測站變化(資料來源:本研究資料)

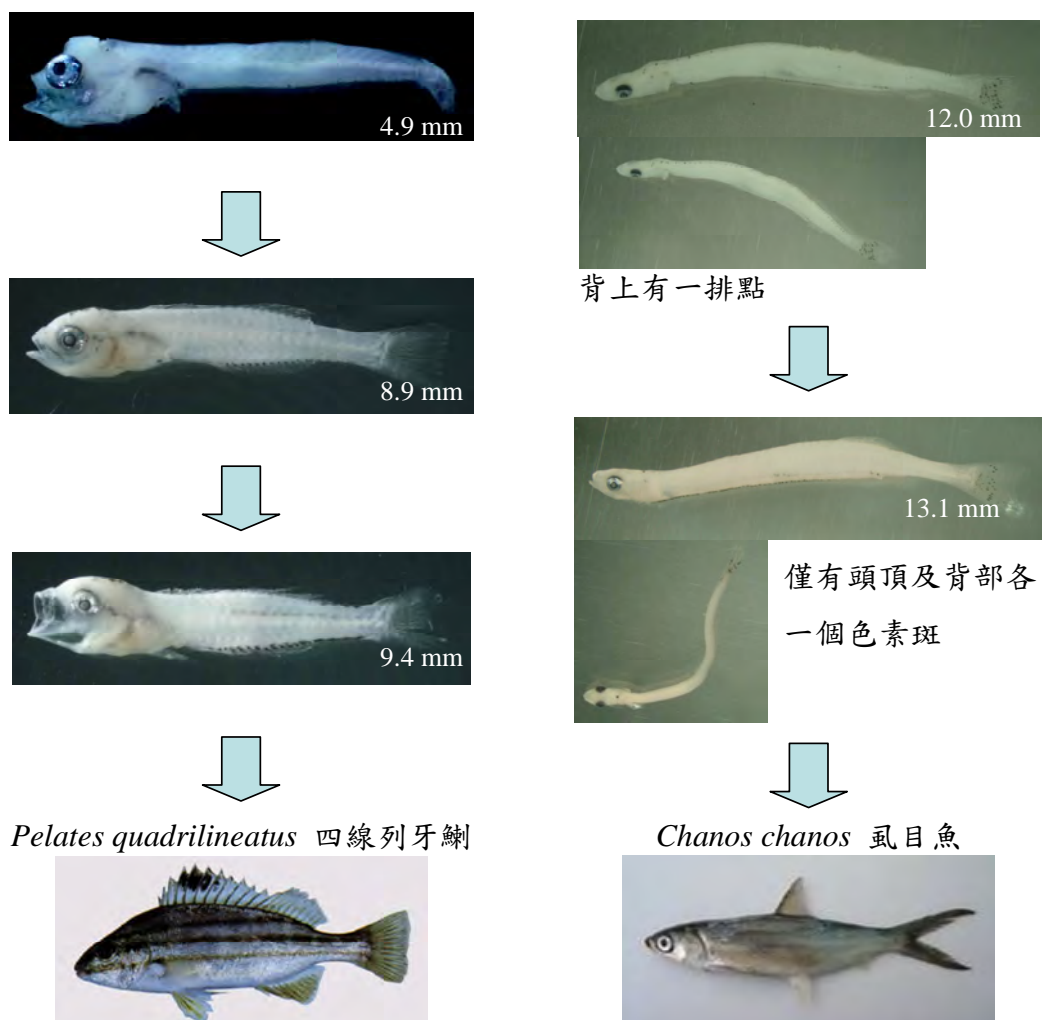


圖 7-5、經由生命條碼鑑定所鑑定不同發育階段之仔稚魚標本照

(資料來源:本研究資料)

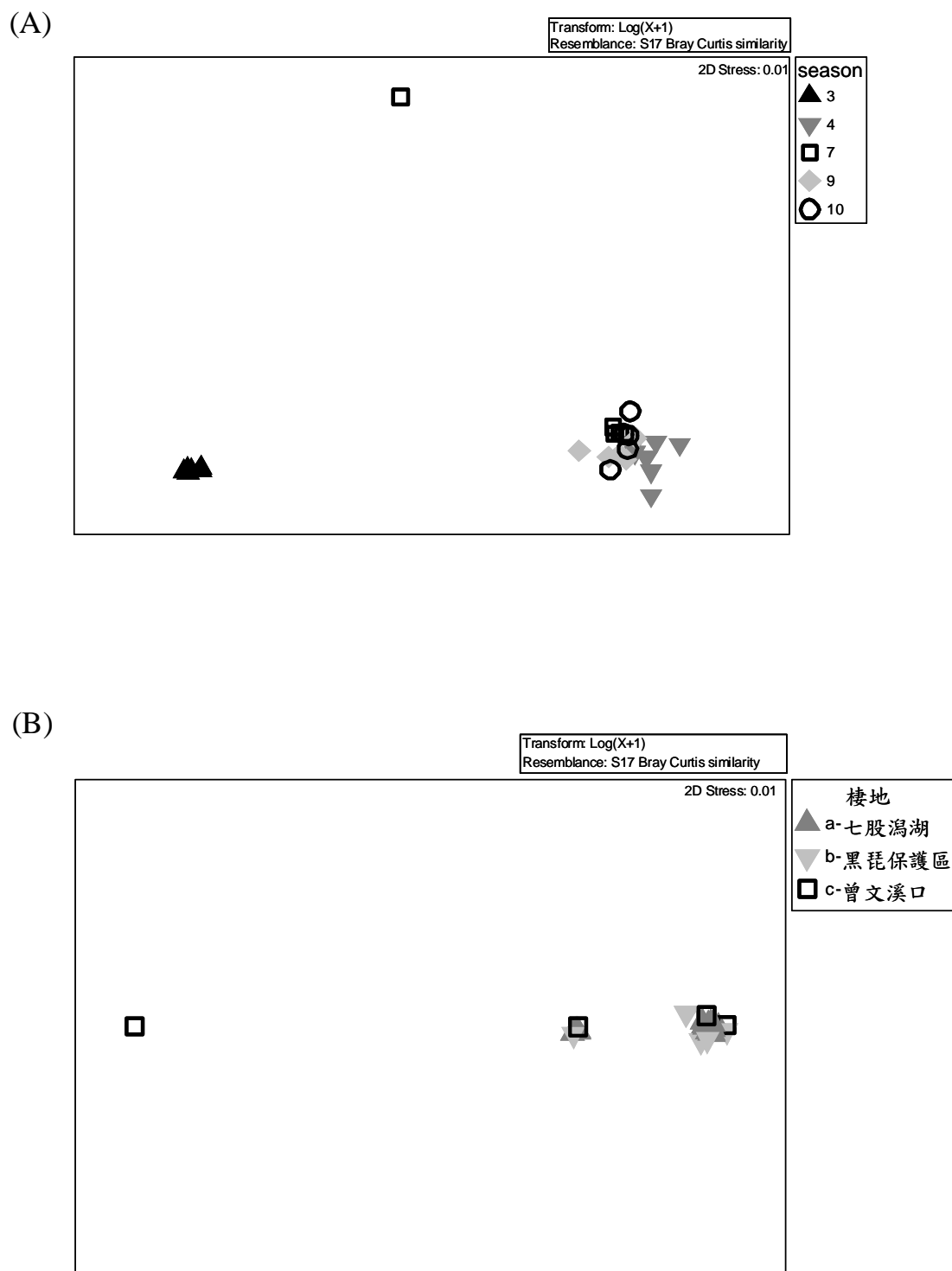
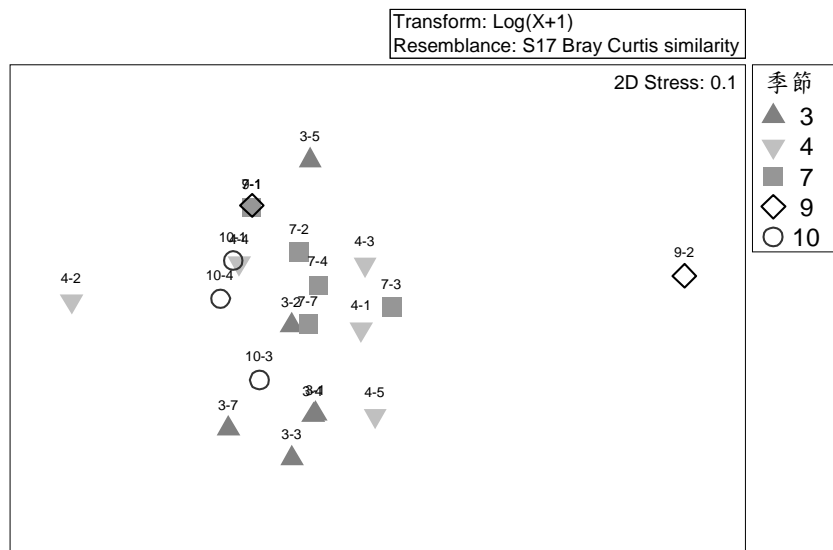


圖 7-6、2011 年七股魚卵組成(A)季節間及(B)棲地間之 MDS 圖

(資料來源:本研究資料)

(A)



(B)

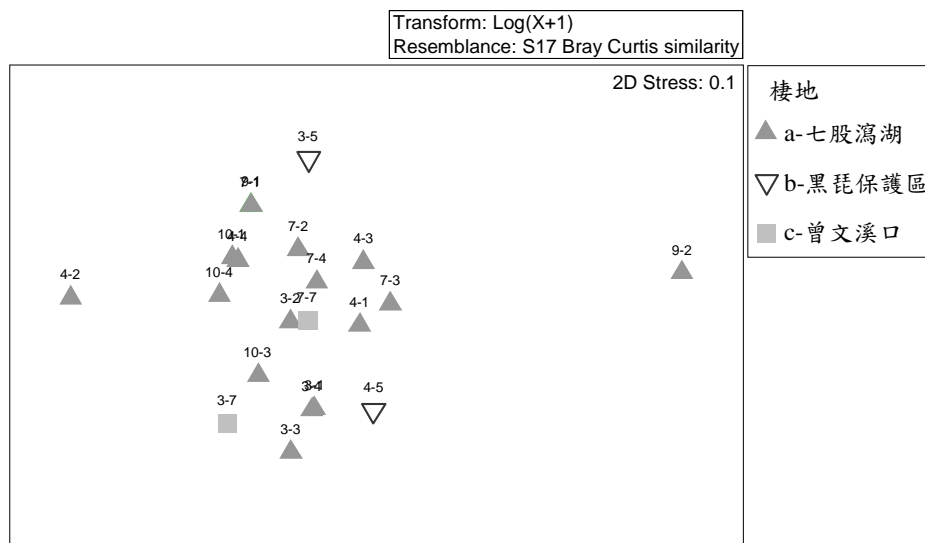


圖 7-7、2011 年七股仔稚魚組成(A)季節間及(B)棲地間之 MDS 圖

(資料來源:本研究資料)



七股瀉湖蚵架(一)



七股瀉湖蚵架(二)



45cm 動浮網 (網口掛流速計)



動浮網採集之作業情形



採集瓶



沈水幫浦

附錄 7-1、魚卵及仔稚魚的採樣工作照(資料來源:本研究資料)

第八章 生態資料庫建構

摘要

關鍵詞：達爾文核心欄位, Darwin Core, 生態調查資料

一、研究緣起

七股瀉湖與黑面琵鷺保護區過去雖然有一些零星的生態調查，很可惜的是，大部分的生態調查資料，都沒有數位化建檔保存或上網供查詢，有鑑於此，本計畫將配合目前國科會、農委會漁業署、農委會林務局及農委會特生中心正在推動或執行的『台灣生物多樣性資料庫及資訊網』(TaiBNET 與 TaiBIF)、『漁業署海域生態資料庫』、『東沙生態資源基礎調查研究計畫』及『武陵地區長期生態研究』等計畫所蒐集之資料，加以整合、數位化建檔及上網。

二、研究方法及過程

本計畫所收集之原始生態調查資料，採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的『簡便通用生態調查資料格式』，作為本計畫原始生態調查資料的格式。

『生態調查資料格式』，主要以國際通用的達爾文核心欄位（Simple Darwin Core）為基礎，並配合中文資料的需求，作適度的修改。

三、重要發現

本計畫已收集維管束植物資料 319 筆、浮游生物資料 756 筆、蝦蟹資料 480 筆、螺貝資料 672 筆、魚類資料 432 筆、仔稚魚及魚卵資料 133 筆、鳥類資料 2008 筆、紅樹林初級生產力資料 173 筆、藻類生產力資料 111 筆、水質資料 288 筆及底質資料 173 筆，涵蓋 13 門 26 綱 75 目 177 科 459 種生物物種，以上資料均已整理上網，並使用 Integrated Publishing Toolkit 將所有生物資料包裝成 Darwin Core Archive 格式供永久保存，未來也可供國際資料交換使用。

四、主要建議事項

1. 立即可行建議

為因應資料長期保存及國際資料交換的需求，調查資料應以國際通用的

Simple Darwin Core XML 格式及 Darwin Core Archive 格式保存。

2. 中長期建議

目前國際上正在推行生物多樣性資訊全球唯一識別碼(LSID)，目前雖尚未被普遍接受，未來仍應注意其發展，必要時得適時跟上國際腳步。

本計畫收集的每筆資料均已依照 LSID 格式賦予全球唯一識別碼，

Abstract

The data formats for collecting primary data of this project adopts “the Common Ecological Investigation Data Format” designed by the Research Center for Biodiversity Academia Sinica on the basis of Simple Darwin Core Schema, the common formats in the worldwide, with some modifications for the requirement of chinese language we use.

For the need and the convenience to exchange data internationally, the data in the project are recorded in XML format which is also internationally adopted. In addition, to compensate the need for information searching and presentation, the relevant databases were established at the same time. Currently, partial raw investigation data has been preserved digitized and is available online (<http://wlterm.biodiv.sinica.edu.tw>). The project sponsors and data providers as well as the general public are welcomed to inquire and download the data as they need.

Immediately feasible suggestion:

To meet the need of data long period preserving and international data exchange, investigating data should use Simple Darwin Core XML format.

Medium long-term suggestion:

Currently, LSID is promoting by many international biodiversity institute, although it haven't been widely accepted, we should still notice its development in the future, and keep up with the international step. All collection data of this project has already been endowed with a Global Unique Identifier according to the LSID format.

Keywords: Darwin Core, raw data, Ecological Investigation Data, LSID

一、前言

「生物多樣性資訊學」中包括生態分佈資訊之資料，此等資料之搜集、建置與整合之理論，技術與實作又被歸為「生態資訊學」之範疇。生態分佈資料又包括標本採集或觀測（僅做紀錄並未採集標本）兩類不同的時間與空間的分佈資料，也是生物學領域中探討生物地理分佈、擴散、群聚或生態系變遷之機制、陸域與海域環境影響評估、資源或生態之保育、利用、經營管理等等非常重要之基本資料。台灣之生態調查研究計畫甚多，每年政府所投入之調查經費龐大，但因過去缺乏各機關、各領域或各資料庫間之橫向聯絡與整合，故各資料庫建置之方式、設定之欄位格式、所使用之 GIS 或資料庫管理系統及資料公開之程度等亦多不一致，以致於目前國內之生態分佈資料庫仍多屬各自為政之狀態，所造成資源之重疊浪費、資料之散失及未來整合之困難度將日益嚴重。

七股瀉湖與黑面琵鷺保護區過去雖然有一些零星的生態調查，很可惜的是，大部分的生態調查資料，都沒有數位化建檔保存或上網供查詢，有鑑於此，本計畫將配合目前國科會、農委會漁業署、農委會林務局及農委會特生中心正在推動或執行的『台灣生物多樣性資料庫及資訊網』(TaiBNET 與 TaiBIF)、『漁業署海域生態資料庫』、『東沙生態資源基礎調查研究計畫』及『武陵地區長期生態研究』等計畫所蒐集之資料，加以整合、數位化建檔及上網，此亦為行政院『生物多樣性推動方案』中所要求達成的，整合全國生物多樣性資訊的首要任務。

二、材料及方法

本計畫所收集之原始生態調查資料，包括地景變遷、藻類、水質、維管束植物、魚類、魚類胃含物、浮游動物、浮游植物、牡蠣、螺貝、底棲無脊椎動物、鳥類、鳥類食性、穩定同位素、仔稚魚及魚卵等資料，涵蓋多種生物類別及多種資料型態，經過各類別的研究人員討論後，決定仿效『武陵地區長期生態研究計畫』，採用『簡便生態調查資料格式』，作為本計畫原始生態調查資料的格式，農委會漁業署及經濟部環保署已於 2005 年起推行於漁業署及環保署所委辦的各個生態研究計畫，作為共通的生態調查資料格式，也被雪霸國家公園多個調查計畫採用。

『簡便生態調查資料格式』為中央研究院生物多樣性研究中心所設計，主要以國際通用的達爾文核心欄位（Simple Darwin Core）為基礎，並配合中文資料的需求，作適度的修改，該資料格式提供多種資料提供方法及介面，包括 Excel, Access, XML, 及網路線上輸入等方法，供生態調查者選擇使用，目前絕大多數的生態調查者都採用 Excel 格式提供資料，再由資訊人員負責後端資訊格式的轉換工作。

為因應國際資料交換的需求，本計畫收集的資料，主要以國際通用的 XML 格式為主，此外為配合網站資料查詢及資料呈現的需求，也同步建立關聯式資料庫，供一般使用者使用。

三、結果

(一) 本計畫已收集維管束植物資料 319 筆、浮游生物資料 756 筆、蝦蟹資料 480 筆、螺貝資料 672 筆、魚類資料 432 筆、仔稚魚及魚卵資料 133 筆、鳥類資料 2008 筆、紅樹林初級生產力資料 173 筆、藻類生產力資料 111 筆、水質資料 288 筆及底質資料 173 筆，涵蓋 13 門 26 綱 75 目 177 科 459 種生物物種，並使用 Integrated Publishing Toolkit 將所有生物資料包裝成 Darwin Core Archive 格式供永久保存，未來也可供國際資料交換使用。所有調查資料，均上網供使用者查詢，網址：<http://tj.biodiv.tw>，使用者可使用以下任一種方法查詢。

(1) 由地圖查資料：

提供七股地區手繪地圖，使用者可直接點選地圖上的調查點，查得該點的調查資料。反之亦可由調查資料，查得該調查點的地圖。

(2) 由生物分類階層查得資料

將此次計畫調查到的所有物種，依照生物分類階層，排序，供使用者點選查詢詳細資料，亦可反查調查點的地圖。

(3) 由調查記錄清單查得資料

將此次計畫收集到所有資料，逐筆列出，並提供多種排序選擇，供使用者點選查詢單筆詳細資料，亦可反查調查點的地圖。

(4) 由子計畫生物類別查詢資料

可單獨列出個別子計畫生物類別的資料及調查點，供使用者點選查詢詳細資料，亦可反查調查點的地圖。

(二) 每筆資料均賦予全球唯一識別碼

使用 TDWG (Biodiversity Information Standards) 推行的 LSID (Life Science Identifiers)，作為全球唯一識別碼 (Globally Unique Identifier)，以利資訊交流，LSID 格式如圖 12-4。

(三) 依照 LSID 格式，本計畫建立的資料使用

「urn:lsid:wlterm.biodiv.sinica.edu.tw:observation:」加資料流水號，作為全球唯一識別碼。

(四) 使用 PHP+MySQL 開發網站介面，並以 UTF-8 作為資料編碼。

本年度將網站及資料庫由 ASP+MSSQL+Unicode 改為 PHP+MySQL+UTF-8，以方便後續維護。

四、 討論與結論

1. 網站及資料庫已全部採用 PHP+MySQL+UTF-8。
2. 使用 LSID 作為全球唯一識別碼，已確定可行，唯當初規劃以 LSID 為工具整合資料的願景，尚未實現。

五、研究成果與建議

1. 本計畫收集的原始生態調查資料，將以 XML 及資料庫與 Darwin Core Archive 三種格式燒錄至光碟，提供委辦單位台江國家管理處永久保存，或整合入管理處的網頁上，此外，亦可與國家生物多樣性入口網 TaiBIF 整合，使用者也可以使用 TaiBIF 網站提供的 GIS 系統，依地點查詢到本計畫各測站的物種，也可以由物種學名，依物種查詢該物種的分佈地點(保留敏感性保育類物種之分佈資料)。
2. 後續的調查計畫，將持續增補資料，以發揮建置此網站及資料的目的，亦可提供解說教育及分區規劃、經營管理之用。



圖 8-1 計畫簡介(資料來源：本研究資料)

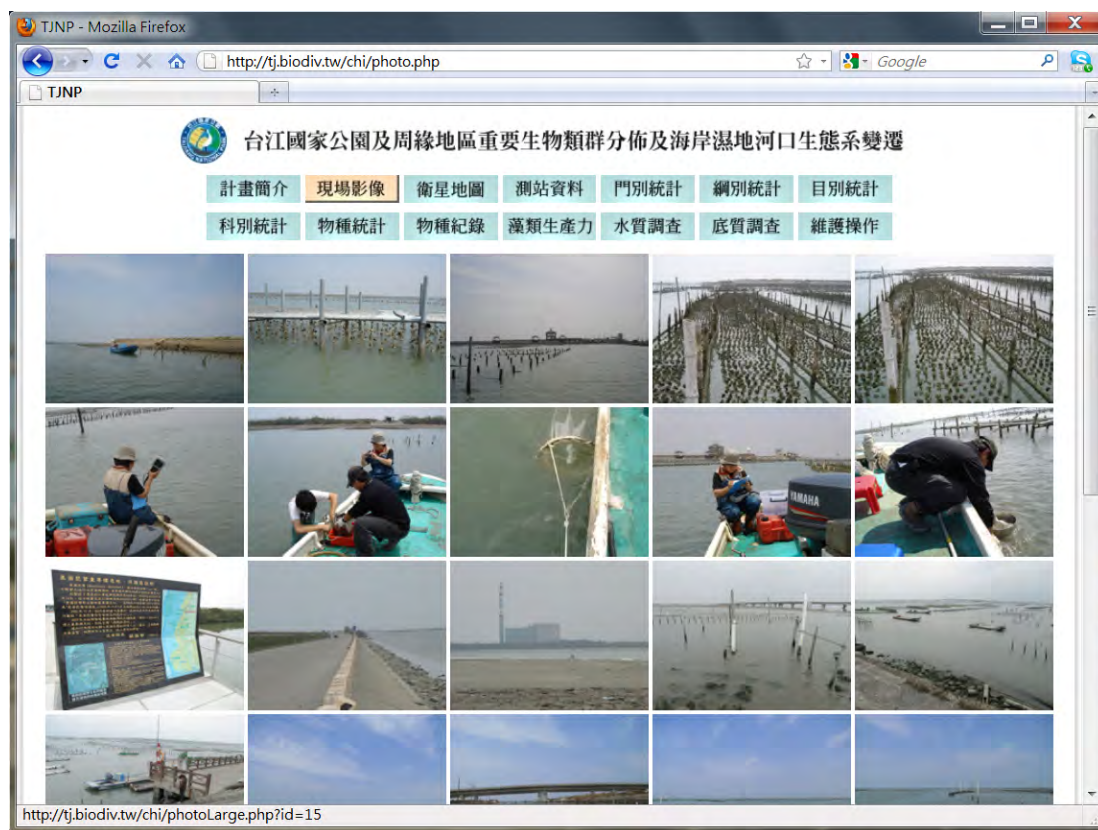


圖 8-2 現場影像(資料來源：本研究資料)

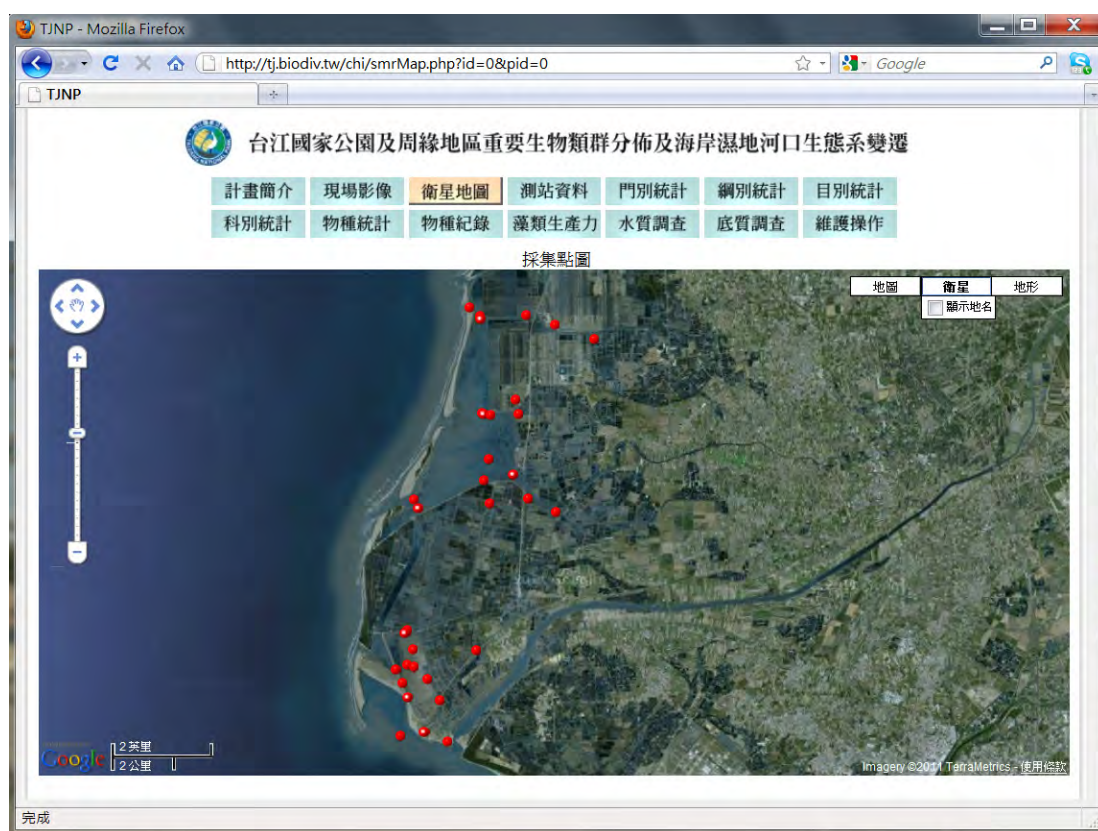


圖 8-3 測站衛星影像(地圖來源：Google 地圖)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

測站資料 共 38 筆

測站	緯度	經度	不確定值	英文地名	中文地名	深度	原代碼	附註
1	23.17161	120.0737	50	Qigu Lagoon North	七股潟湖北區			固定測站
2	23.14352	120.07439	50	Qigu Lagoon Middle	七股潟湖中區			固定測站
3	23.12552	120.084	50	Qigu Lagoon Estuary	七股溪口			固定測站
4	23.11573	120.05344	50	Qigu Lagoon South	七股潟湖南區			固定測站
5	23.07884	120.04923	50	Qigu Black-faced Spoonbill Reserve North	黑面琵鷺保護區北區			固定測站
6	23.05987	120.05002	50	Qigu Black-faced Spoonbill Reserve South	黑面琵鷺保護區南區			固定測站
7	23.04954	120.05553	50	Estuary of Zengwun River	曾文溪口			固定測站
411	23.1725	120.07347	10	Qigu Lagoon North-subtidal	北潟湖(青鯤鯨)-亞潮帶	100	1s	
412	23.1439	120.07417	10	Qigu Lagoon Middle-subtidal	中潟湖(觀海樓)-亞潮帶	100	2s	
413	23.13032	120.07607	10	Qigu Lagoon South-subtidal	東潟湖(七股溪口)-亞潮帶	60	3s	
414	23.11814	120.05198	10	Qigu Lagoon West-subtidal	西潟湖(北堤安檢所)-亞潮帶	90	4s	
415	23.06386	120.04815	10	Qigu Black-faced Spoonbill Reserve East-North	西樓地		6a	
416	23.06521	120.05602	10	Qigu Black-faced Spoonbill Reserve Centre	中樓地		6b	
417	23.06919	120.04968	10	Qigu Black-faced Spoonbill Reserve East-South	東樓地		6c	
2101	23.17494	120.06976	50	Cingshan Harbor sandbank	青山港汕			植物臨時測站
2211	23.1725	120.07347	10	Qigu Lagoon North-subtidal	七股潟湖北區-亞潮帶	100	1s	
2212	23.1657	120.11018	10	Qigu Lagoon North-fish	七股潟湖北區-魚蝦蟹		1f	採樣面積: 144m2
2221	23.1439	120.07417	10	Qigu Lagoon Middle-subtidal	七股潟湖南區-亞潮帶	100	2s	
2222	23.14343	120.08575	10	Qigu Lagoon Middle-fish-a	七股潟湖南區-魚蝦蟹a		2fa	採樣面積: 250m2
2223	23.14331	120.07672	10	Qigu Lagoon Middle-fish-b	七股潟湖南區-魚蝦蟹b		2fb	採樣面積: 758m2
2231	23.13032	120.07607	10	Qigu Rriver Estuary-subtidal	七股溪口-亞潮帶	80	3s	
2232	23.11866	120.08874	10	Qigu River Estuary-fish	七股溪口-魚蝦蟹		3f	採樣面積: 240m2

圖 8-4 測站資料(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

全部測站共調查 158 科生物 請輸入關鍵字 搜尋

共8頁 每頁 20 筆

門名	門	綱名	綱	目名	目	科名	科	筆數
Cnidaria	刺胞動物門	Hydrozoa	水螅蟲綱	Siphonophora	管水母目	Order Siphonophora		5
Radiolaria	放射蟲門	Radiolaria	放射蟲綱			Class Radiolaria		1
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Lamiales	唇形目	Verbenaceae	馬鞭草科	15
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Euphorbiales	大戟目	Euphorbiaceae	大戟科	6
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Myrtales	桃金娘目	Combretaceae	使君子科	5
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Laurales	樟目	Lauraceae	樟科	10
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Caryophyllales	石竹目	Cactaceae	仙人掌科	10
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Caryophyllales	石竹目	Aizoaceae	番杏科	7
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Caryophyllales	石竹目	Amaranthaceae	莧科	5
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Caryophyllales	石竹目	Chenopodiaceae	藜科	9
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Solanales	茄目	Convolvulaceae	旋花科	31
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Asterales	菊目	Compositae	菊科	38
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Violales	堇菜目	Passifloraceae	西番蓮科	4
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Fabales	蠶豆目	Fabaceae	豆科	69
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Malvales	錦葵目	Malvaceae	錦葵科	5
Magnoliophyta	木蘭植物門	Violales	木蘭綱	Solanales	茄目	Convolvulaceae	旋花科	31
Magnoliophyta	木蘭植物門	Violales	木蘭綱	Fabales	蠶豆目	Fabaceae	豆科	69
Magnoliophyta	木蘭植物門	Liliopsida	百合綱	Liliales	百合目	Agavaceae	龍舌蘭科	5

圖 8-5 科別統計(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

全部測站共調查 368 種生物 請輸入關鍵字 搜尋

目名	目	科名	科	學名	中文	筆數
Siphonophora	管水母目	Order Siphonophora		Order Siphonophora	管水母	5
		Class Radiolaria		Class Radiolaria	放射蟲	1
Lamiales	唇形目	Verbenaceae	馬鞭草科	Clerodendrum inerme	苦林盤	13
Lamiales	唇形目	Verbenaceae	馬鞭草科	Vitex rotundifolia	海埔姜	2
Euphorbiales	大戟目	Euphorbiaceae	大戟科	Chamaesyce hirta	飛揚草	4
Euphorbiales	大戟目	Euphorbiaceae	大戟科	Phyllanthus urinaria	葉下珠	2
Myrtales	桃金娘目	Combretaceae	使君子科	Conocarpus erectus	銀葉鈕子樹	5
	樟目	Lauraceae	樟科	Cassytha filiformis	無根草	10
Caryophyllales	石竹目	Cactaceae	仙人掌科	Opuntia dillemii	仙人掌	10
Caryophyllales	石竹目	Aizoaceae	番杏科	Sesuvium portulacastrum	海馬齒	6
Caryophyllales	石竹目	Aizoaceae	番杏科	Tetragonia tetragonoides	番杏	1
Caryophyllales	石竹目	Amaranthaceae	莧科	Achyranthes aspera indica	印度牛膝	5
Caryophyllales	石竹目	Chenopodiaceae	藜科	Atriplex maximowicziana	馬氏濱藜	7
Caryophyllales	石竹目	Chenopodiaceae	藜科	Suaeda maritima	裸花鹹蓬	2
Solanales	茄目	Convolvulaceae	旋花科	Ipomoea pes-caprae brasiliensis	馬鞍藤	29
Solanales	茄目	Convolvulaceae	旋花科	Operculina turpethum	盒果藤	1
Asterales	菊目	Compositae	菊科	Bidens pilosa radiata	大花咸豐草	27
Asterales	菊目	Compositae	菊科	Conyza bonariensis	美洲假蓬;野桐蒿	1

圖 8-6 種別統計(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

生物物種調查紀錄 測站 關頭 搜尋 共 3685 筆

測站	科名	學名	調查日	地點	緯度	經度	調查者	調查方法	鑑定者	內容
1	Class Radiolaria	Class Radiolaria	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Foraminiferi	Order Foraminiferida	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Noctilucaeae	Noctiluca sp.	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Noctilucaeae	Noctiluca scintillans	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Siphonophora	Order Siphonophora	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Class Bivalvia	Class Bivalvia	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Pteropoda	Order Pteropoda	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Heteropoda	Order Heteropoda	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Class Polychaeta	Class Polychaeta	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Balanidae	Barnacle nauplius	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Calanoida	Order Calanoida	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Cyclopidae	Family Cyclopidae	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Harpacticoidi	Order Harpacticoida	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Subclass Copepoda	Subclass Copepoda	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Amphipoda	Order Amphipoda	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Crab zoea	Crab zoea	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Shrimp larva	Shrimp larva	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Order Mysidacea	Order Mysidacea	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Class Ostracoda	Class Ostracoda	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Sagittidae	Family Sagittidae	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Echinodermata la	Echinodermata larvae	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	
1	Class Appendicul	Class Appendicularia	2011-03-28	七股潟湖北區	23.17161	120.0737	辛文甫	浮游動物網	辛文甫	

圖 8-7 生物物種調查紀錄(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

計畫簡介 現場影像 衛星地圖 測站資料 門別統計 綱別統計 目別統計
 科別統計 物種統計 物種紀錄 藻類生產力 水質調查 底質調查 維護操作

藻類生產力調查紀錄 測站 大於 搜尋 共 111 筆 單位

測站	日期	PH	溶氧	鹽度	水溫	水深	水表光度	水下十公分光度	透光率	濁度	浮游藻 GCP_1	浮游藻 GCP_2	浮游藻 NCP_1	浮游藻 NCP_2	浮游藻生物量 µg/L	浮游菌
5	2011-07-28 06:20	8.118	5.418	32.812	28.904	65.74	551.14	469.18	85.14	8		-3.94		-2.36	3.69	
5	2011-07-28 06:20	8.118	5.418	32.812	28.904	65.74	551.14	469.18	85.14	8		-8.23		-1.61	4.38	
5	2011-07-28 06:20	8.118	5.418	32.812	28.904	65.74	551.14	469.18	85.14	8		2.9		-2.93	4.3	
5	2011-09-09 05:55	8.026	3.154	31.398	27.93	61.6	1538.8	1264	82.17	24		2.82		3.26	0.35	
5	2011-09-09 05:55	8.026	3.154	31.398	27.93	61.6	1538.8	1264	82.17	24		6.18		5.59	1.07	
5	2011-09-09 05:55	8.026	3.154	31.398	27.93	61.6	1538.8	1264	82.17	24		5.32		4.73	0.59	
6	2011-07-28 06:58	8.158	4.506	30.008	29.962	56.98	1117.6	957.88	86.09	3.8		-0.3		-0.14	1.52	
6	2011-07-28 06:58	8.158	4.506	30.008	29.962	56.98	1117.6	957.88	86.09	3.8		-1.18		0.09	1.85	
6	2011-07-28 06:58	8.158	4.506	30.008	29.962	56.98	1117.6	957.88	86.09	3.8		0		1.27	1.52	
6	2011-09-09 06:32	8.02	2.714	31.54	27.784	53	1572.8	1421.4	90.41	10.2		4.16		4.61	2.16	
6	2011-09-09 06:32	8.02	2.714	31.54	27.784	53	1572.8	1421.4	90.41	10.2		-3.97		1.64	1.03	
6	2011-09-09 06:32	8.02	2.714	31.54	27.784	53	1572.8	1421.4	90.41	10.2		2.99		2.99	1.27	
6	2011-10-07 06:14	8.218	7.666	27.348	25.77	46.8	1051.5	938.54	89.28	7.6		-5.53		-3.81	1.21	
5	2011-10-07 06:14	8.218	7.666	27.348	25.77	46.8	1051.5	938.54	89.28	7.6		-4.27		-2.42	1.26	
5	2011-10-07 06:14	8.218	7.666	27.348	25.77	46.8	1051.5	938.54	89.28	7.6		-3.82		-6.71	1.08	
7	2011-09-09 07:12	8.26	3.41	31.19	28.21	44.2	1619.6	1326.2	82	9.2		22.42		19.57	10.74	
7	2011-09-09 07:12	8.26	3.41	31.19	28.21	44.2	1619.6	1326.2	82	9.2		27.91		25.49	11.99	
7	2011-09-09 07:12	8.26	3.41	31.19	28.21	44.2	1619.6	1326.2	82	9.2		14.44		11.62	10.45	
7	2011-10-07 07:35	8.314	7.112	32.748	27.002	41.6	943.5	456.64	49.62	85.8		-9.85		-6.65	0.85	
7	2011-10-07 07:35	8.314	7.112	32.748	27.002	41.6	943.5	456.64	49.62	85.8		-8.5		-7.11	0.93	

圖 8-8 藻類初級生產力調查紀錄(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

計畫簡介 現場影像 衛星地圖 測站資料 門別統計 綱別統計 目別統計
 科別統計 物種統計 物種紀錄 藻類生產力 水質調查 底質調查 維護操作

水質調查紀錄 測站 大於 搜尋 共 72 筆 單位

測站	日期	水溫	鹽度	溶氧	PH	濁度	水深	浮游藻-葉綠素A	氨氮 NH3-N	亞硝酸鹽氮 NO2-N	硝酸鹽氮 NO3-N	磷酸鹽磷 PO4-P	矽酸鹽 SiO2
1	2011-03-28 16:25:00	18.41	34.25	8.58	8.06		100	0.56	10.65	10.7	201.62	27.25	
2	2011-03-28 16:52:00	18.19	34.08	8.3	8.12		100	1.36	12.18	14.07	200.45	30.36	
2	2011-03-28 16:54:00	18.35	34.08	8.99	8.14		100	1.834	13.7	11.62	275.03	30.36	
2	2011-03-28 16:56:00	18.22	34.06	8.59	8.11		100	1.296	10.65	14.98	238.44	30.36	
3	2011-03-28 17:29:00	18.1	34.46	8.44	8.11		60	5.844	19.8	14.37	159.52	35.02	
3	2011-03-28 17:30:00	18.09	34.46	8.5	8.12		60	6.731	12.94	13.76	169.95	83.21	
3	2011-03-28 17:31:00	17.98	34.46	8.61	8.12		60	8.088	12.18	7.95	178.05	72.33	
4	2011-03-28 18:17:00	17.85	33.9	8.29	8.1		100	2.718	12.94	9.18	170.69	67.66	
4	2011-03-28 18:18:00	17.89	33.9	8.19	8.1		100	2.305	19.8	9.48	249.47	24.14	
4	2011-03-28 18:19:00	17.9	33.9	8.11	8.11		100	2.305	19.03	13.76	262.55	27.25	
5	2011-03-28 13:24:00	18.81	37.32	8.88	7.98		5	4.961	12.18	11.62	195.08	30.36	
5	2011-03-28 13:26:00	19.08	36.87	8.78	8		5	5.844	14.46	20.48	294.05	42.79	
5	2011-03-28 13:27:00	19.13	36.81	8.4	8		5	5.435	32.75	17.12	315.46	41.24	
6	2011-03-28 14:42:00	22.48	34.95	9.5	8.34		3	2.244	29.7	14.98	311.31	38.13	
6	2011-03-28 14:44:00	22.56	35.1	8.71	8.3		3	1.36	32.75	4.29	252.46	24.14	
6	2011-03-28 14:46:00	22.65	35.45	8.08	8.24		3	2.244	25.89	4.29	216.89	19.48	
7	2011-03-28 14:12:00	20.26	33.77	8.04	8.08		60	20.497	26.65	5.81	239.91	19.48	
7	2011-03-28 14:13:00	20.25	33.81	8.02	8.09		60	17.78	20.56	5.2	16.21	21.03	
7	2011-03-28 14:14:00	20.21	33.9	8.09	8.1		60	2.244	13.7	6.73	146.56	22.59	
2211	2011-03-28 08:33:00	17.16	33.89	5.5	8.09		90	1.831	11.41	7.95	196.76	21.03	
2211	2011-03-28 08:40:00	17.24	33.91	4.63	8.11		90	1.36	15.99	12.84	206.92	25.7	

圖 8-9 水質調查紀錄(資料來源：本研究資料)

SYUE - Mozilla Firefox
http://tj.biodiv.tw/chi/substrate.php

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

計畫簡介 現場影像 衛星地圖 測站資料 門別統計 綱別統計 目別統計
科別統計 物種統計 物種紀錄 藻類生產力 水質調查 底質調查 維護操作

底質調查紀錄 測站 大於 搜尋 共 98 筆 單位

測站	日期	粒徑中間值	粉泥黏土含量	篩選係數	總氮	總磷	總有機碳	備註
1	2011-04-26	0.08	43.3	1.5	0.1	0.62	0.39	潮間帶, 重覆組1
1	2011-04-26	0.08	37	1.76	0.09	0.62	0.39	潮間帶, 重覆組2
1	2011-04-26	0.09	38	1.6	0.09	0.84	0.5	潮間帶, 重覆組3
1	2011-07-27	0.05	61.5	1.48				潮間帶, 重覆組1
1	2011-07-27	0.06	56.7	1.48				潮間帶, 重覆組2
1	2011-07-27	0.08	40.6	1.42				潮間帶, 重覆組3
2	2011-04-26	0.07	65	2.32	0.23	1.21	0.56	潮間帶, 重覆組1
2	2011-04-26	0.08	53.5	2.21	0.13	3.57	0.68	潮間帶, 重覆組2
2	2011-07-27	0.06	57.8	1.9				潮間帶, 重覆組1
2	2011-07-27	0.05	75.2	1.38				潮間帶, 重覆組2
2	2011-07-27	0.05	64.9	1.48				潮間帶, 重覆組3
3	2011-03-28	0.1	26.3	1.25	0.05	0.37	0.19	潮間帶, 重覆組1
3	2011-03-28	0.12	17.3	1.12	0.06	0.47	0.41	潮間帶, 重覆組2
3	2011-03-28	0.16	14.5	0.76	0.06	0.47	0.21	潮間帶, 重覆組3
3	2011-04-26	0.18	6.4	0.59	0.07	0.35	0.3	潮間帶, 重覆組1
3	2011-04-26	0.21	3.8	0.41	0.08	0.43	0.22	潮間帶, 重覆組2
3	2011-04-26	0.2	1.8	0.35	0.07	0.42	0.18	潮間帶, 重覆組3
3	2011-07-27	0.09	33.8	1.55				潮間帶, 重覆組1
3	2011-07-27	0.06	55.9	1.58				潮間帶, 重覆組2
3	2011-07-27	0.04	75.6	1.7				潮間帶, 重覆組3
4	2011-04-26	0.13	20.5	1.38	0.13	0.63	0.38	潮間帶, 重覆組1
4	2011-04-26	0.12	23.5	1.44	0.1	0.91	0.45	潮間帶, 重覆組2

完成

圖 8-10 棲地底質調查紀錄(資料來源：本研究資料)

台江國家公園及周緣地區重要生物類群分佈及海岸濕地河口生態系變遷

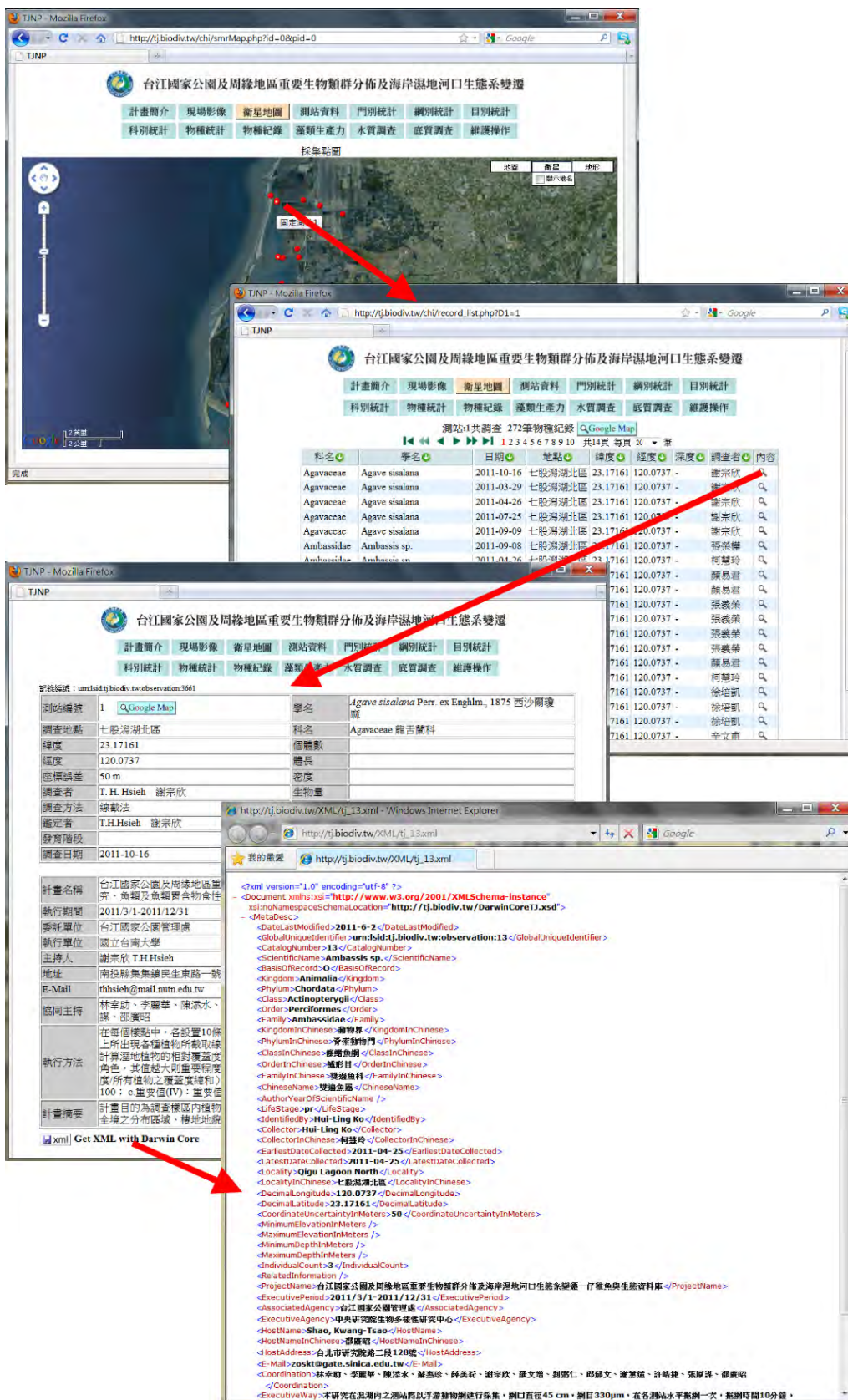


圖 8-11 由衛星影像查詢調查資料操作範例

圖片來源：http://tj.biodiv.tw

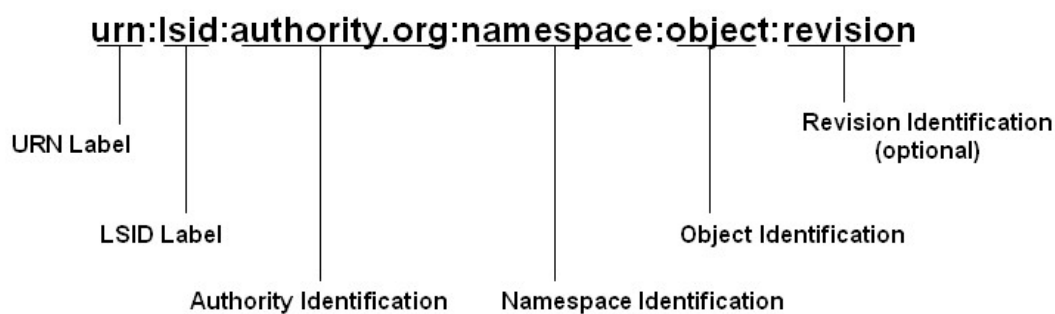


圖 8-12 LSID 格式

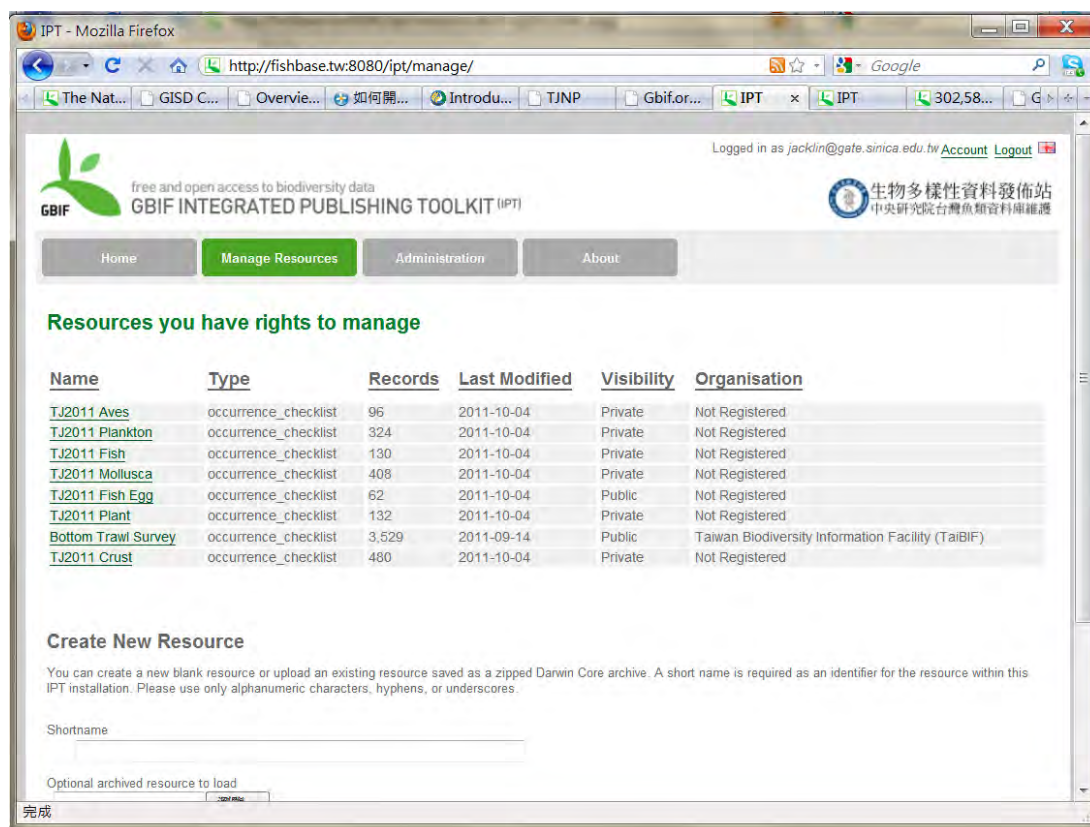
圖片來源：<http://www.tdwg.org/>

圖 8-13 台江資料使用 IPT 發佈(資料尚未公開)

圖片來源：<http://ipt.fishbase.tw>

期中審查會議委員意見回覆

一、丁委員宗蘇 意見	意見回覆
<p>1. 春季進行10次調查，僅記錄到24種587隻次。此結果就無論種數或隻次都非常低，非常特別。</p>	<p>期中報告僅呈現共同樣站的鳥類調查結果。共同樣站包括七股瀉湖、黑面琵鷺保護區、曾文溪口，這些地方並非七股地區水鳥主要分布區域，因此調查到的種類及數量較少。期末報告已將週邊樣區納入，呈現七股地區在調查期間較完整的鳥類相。</p>
<p>2. 調查區域並不明確，就種類組成來看，似乎僅於七股瀉湖及黑面琵鷺保護區，但是總摘要中(p.XVII)又說鳥類調查亦包含周圍地區，顯有抵觸之處。</p>	<p>這是我們的疏忽。鳥類調查包含周圍地區，並在總摘要中提及。但期中報告時，鳥類子計畫因故僅呈現共同樣區資料。期末報告已將週邊樣區調查得到的結果納入。</p>
<p>3. 進行長期鳥類監測是必要的，但是在臺灣並不容易且不多，就目前調查結果，實難對未來監測成果有所樂觀。</p>	<p>影響鳥類調查結果有許多可能因素。期中報告呈現的鳥種及個體數較少，棲地類型、樣區面積、努力量、以及季節都是可能的原因之一。期末報告已經將鳥種數及個體密度較高的週邊樣區之調查結果納入。</p>
<p>4. 進行長期監測前，更應該爬梳過去的調查成果，本計劃顯然沒有納入Steve Mulkeen所寫的The Birds of Chigu一書。</p>	<p>瞭解現有分布鳥種，並與過往紀錄比對，當然是長期監測的可能目的之一。但是瞭解當前鳥類群聚結構、鳥類群聚的季節動態、以及鳥類與棲地的關係，以做為未來監測比對的基準，也是非常重要的工作。本計畫主要探討鳥類群聚與季節及棲地的關係。整理過往紀錄，建立七股地區完整鳥類名錄，並非本計畫之目的。</p>
<p>5. 目前結果缺乏鳥類與棲地因子之關連，可是這是總計劃的重要整合目標之一。</p>	<p>期中報告僅分析共同樣站的結果。共同樣站出現鳥類較少，討論鳥類與棲地的關係較為困難。事實上鳥類覓食多在共同樣站以外地區。期末報告已納入週邊魚塭及鹽田的鳥類調查結果，並分析鳥類分布與棲地的關係。</p>
<p>6. 目前資料成果似乎也無法符合探討食物網模式的整合目的。</p>	<p>群聚尺度的水鳥食性，很難在短時間內累積足夠鳥種數及樣本數。本計畫除食性觀察外，也藉由文獻及羽毛的穩定同位素分析，以瞭解本地水鳥食性及建構食物網模式。</p>

<p>7. 鳥類的食性並無探討，僅進行意義不大的生態同功群分析。</p>	<p>鳥類食性並非全無探討，但直接地食性觀察或採集並不容易，因此亦藉由文獻及穩定同位素分析之間接方式瞭解食性。另外，覓食同功群分析，對於瞭解鳥類群聚結構的時空變化有一定幫助，在環境監測上，亦有極高應用價值，並非意義不大。</p>
<p>8. 中長期建議為探討全球暖化對水鳥之影響，本研究的時空範圍實難探討此問題。</p>	<p>七股溼地為國際級之國家重要溼地，在遷移水禽保育上，扮演重要角色。就長期而言，如果能固定每年調查日期、縮短調查時間間隔，則在七股溼地空間範圍內，至少仍可以探討鳥類遷移物候(phenology)受暖化的影響。這對瞭解七股溼地在遷移水禽保育的相關經營管理策略上，是否恰當或必須因應調整，提供重要參考資訊。不過我們尊重審查委員意見，期末報告已將此項建議刪除。</p>
<p>9. 建議結合在地鳥會，進行長期監測，並持續關注黑面琵鷺之棲地利用及族群狀態。</p>	<p>我們同意未來長期鳥類監測應鼓勵在地民間團體參與，但應該先建立標準作業程序並進行講習。</p>
<p>10. 需與其它子計劃加強連結。</p>	<p>鳥類部份已盡量與其它子計畫連結。但本研究設立之共同樣站，鳥類之分布的確較貧乏。雖其中黑面琵鷺保護區北區的鳥類較多，但觀察到覓食的比例並不高，例如黑面琵鷺即是。對於這些溼地鳥類而言，周遭魚塭及鹽田在能量提供上，可能扮演更重要角色。</p>

<p>二、林委員曜松 意見</p>	<p>意見回覆</p>
<p>1. 調查結果可能與採樣地點、採樣路線，採樣時間或水深而有差異，因此在材料與方法應有詳細的說明。</p>	<p>由於缺乏適合涉禽覓食的寬闊泥質潮間帶，潮汐對七股地區水鳥空間分布的影響確實輕微。鳥類調查無須考慮潮汐影響，是實務經驗之結論。本計畫的鳥類調查於日間進行；樣區分布位置及棲地類型(水深)，於報告中均有詳細敘述。</p>
<p>2. 在結果上有a+b的敘述，應先說明b為何，是standard deviation?standard error</p>	<p>本研究結果均是以standard error表示，期中報告表3-10與前人結果（為standard deviation）比較部分，將依建議統一修改為standard error。</p>
<p>3. 顯著性測驗應表明用何種統計值，自由度等參數註明。</p>	<p>期中報告中使用的是複迴歸分析，顯著水準已在文表說明。</p>

4. 相關分析與迴歸分析應有所區別，需針對資料特性選擇恰當之分析方法。	感謝指正
-------------------------------------	------

三、蔣委員鎮宇	意見回覆
1. 藻類相及相關食性分析建議可採用 metagenomics 或 bar coding 方式，利用分子工具高度的敏感性，有助於了解動態及組成。	礙於經費本計畫並未採用委員建議之分析方法，建議未來可專案加強此部份之研究。
2. 有關本計畫之成果是否可以考慮期末出版動植物之摺頁，提供國家公園解說教育利用。	建請臺江國家公園管理處管理處解說課參考辦理

四、黃委員家勤	意見回覆
1. 3、4兩月採樣分別代表冬夏兩季，時間間距太短，未來10至3月間有5個月沒有間距。	本計畫是以氣溫來區分季節，今年3月仍極寒冷(只有10°C出頭)，4月時才轉為春天，雖然只差一個月，但是氣溫相差10°C，因此3月足以反映冬天之狀態。10月為秋天採樣，因為11月中須繳交期中報告，因此10月為最後一次採樣，從3月至10月剛好滿足冬春夏秋之四季採樣規劃。
2. 本計劃調查各水體都為感潮，水質及藻類調查都須考慮潮汐的動態變化，以及空間的代表性(例如曾文溪口測站要代表曾文溪感潮段或近海?)	本計畫樣站之設定，期望能採集瀉湖不同地理位置之樣本進而加以分析，故空間上來說應有包含瀉湖之各種樣貌；而潮汐之影響已用「漲潮→浮游藻」、「退潮→底棲/附生藻」的方式個別分析。至於曾文溪口之採樣點仍屬於感潮的海岸潮間帶。
3. 水溫之時間變異極大，且其顯著影響生地化反應速率，須考慮監測時間與頻率，尤其淺水區域的溫度變化非常大。	實驗設計之初皆設想到潮汐時間與作業時間之關係，故都會在距離最高與最低潮位差不多的時間之內完成採集作業，預期可減少同一潮次內水溫差異之影響。
4. 考慮到潮汐時間之浮游植物之數量除受營養鹽影響之外，亦受光照影響，水之透明度明顯影響此一區域藻類的數量，同時監測水之透明度(沙奇盤深度)，以瞭解浮游植物之真正限制因子。	感謝委員指教，已經於後續作業補上透明度之調查。
5. 溶氧受到藻類光合作用的影響極大，監測時須考慮到其日夜變化情形。	各項調查作業皆以白天為主，預期將會減少日夜所帶來之差異。
6. 水質檢驗宜使用共同認可的標準方法，並於報告中列出方法編號。	感謝委員指正，將於期末報告中補正。

7. 氮磷濃度建議統一以mg/L表示，p2-9比電導度單位應為 $\mu\text{s}/\text{cm}$	感謝委員指正，將於期末報告中修正。
8. 各圖示建議直接標出站名或可辨識之代號，而非以數字表示。	感謝委員指正，會儘量以站名標示。
9. 採樣位置圖應提前列於摘要，且應更清楚。	感謝委員建議。
10. 水質數據除直接呈現之外，亦應討論其生態意義。	感謝委員指正，將於期末報告中補充。
11. 浮游植物之數量除受營養鹽影響之外，亦受光照影響，水之透明度明顯影響此一區域藻類的數量，同時監測水之透明度(沙奇盤深度)，以了解浮游植物之真正限制因子。	承如委員敘述，影響浮游植物數量的因子很多，光照也是影響的重要原因之一，臺江國家公園的瀉湖區以及保護區內的水深都很淺，往往不到1公尺水深，光照的差別在此水域可能影響較小，根據我們的研究結果，浮游動物對其攝食率可能是影響浮游植物數量的主要原因。

五、陳委員義雄	意見回覆
1. 未來應瞭解並分析外來種(慈鯛科魚種)入侵現況及威脅。	目前礙於經費限制，且與本計畫整合目標有出入，建議未來臺江國家公園管理處納入專案研究。
2. 魚類補充採集法的施行方式。	感謝指正，將補充於期末報告中。
3. 本計畫水質對於環境污染的測項，未來是否再進行追蹤重要項目或是污染源的追蹤。	感謝委員支持生態系的長期監測工作，建議未來列入管理處長期監測研究計畫以持續追蹤。
4. 底棲中小型蝦虎魚類物種較少，是否與季節及採樣方法有關，可考慮其他採樣方式。	中小型蝦虎為底棲性魚類且主要在植被和隱蔽處活動，因此待袋網等本研究使用漁法較難捕捉得到。未來監測時應用更多種漁法來加強魚類群聚調查的完整性。
5. 整合計劃中，未見到大型甲殼類的物種調查資訊。	感謝指正，將補充於期末報告中。
6. 園區內各渠道內水域生態系調查資訊較少。	目前礙於經費限制，且與本計畫整合目標有出入，建議未來臺江國家公園管理處納入專案研究。

六、何委員傳愷	意見回覆
---------	------

<p>1. 台江國家公園本委託研究計劃，幫助瞭解此國家公園的獨特性與生態價值，因此本人對此高度肯定，且因各樣點有明顯差異性，此多樣性可能對維護公園內之生物多樣性有關鍵性的影響，因此建議持續監測這些地區的變化。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>
<p>2. 在穩定同位素部份，可能需要考慮lipid extraction以增加分析的準確性，此點對於分析含lipid高的物種或組織頗重要。</p>	<p>感謝委員意見，納入本計畫處理樣本之參考。</p>
<p>3. 建議可持續保留並發展以下優點，可與15年前的資料進行比較，幫助瞭解變化情形;各計劃可善用彼此的DATA，建立各生態系統的相關性;用科學量化的方式來建立公園內之生態模式。</p>	<p>感謝委員肯定，這正是本計畫整合目標，將於期末報告中呈現。</p>

七、荊委員樹人	意見回覆
<p>1. 報告書前應列出本計劃施作項目(至細項)，以及進度比例，一方面確定目前完成部份符合期中報告的要求，另一方面也可以瞭解計劃尚未執行的狀況及想法。</p>	<p>本計畫均按計畫書所預定之採樣時間與項目進行採樣，符合甘梯圖預定進度。</p>
<p>2. 在文字使用請注意，例如極高值，目前只有兩個月的資料，如何確定極大值。</p>	<p>感謝委員指正。</p>
<p>3. 水質分析的方法，應列標準法的標號，如不是，請詳述分析方法。</p>	<p>感謝委員指教，將進行補正。</p>
<p>4. 水質分析項目結果，請以環保署(配合資料庫的建立)或水質分析標準法之單位，並將整個報告內容統一修正。例如:鹽度以psu，不是以水質污染角度常用的，μM亦同，矽酸鹽以SiO_2不是很明確。水質差異性較大的測站，應提出分析說明。</p>	<p>感謝委員指教，將進行補正。</p>
<p>5. 文中提及有關「季節間的變化」部份，以目前只有兩個月調查數據，不太能達到此類的結論。</p>	<p>感謝委員指正。</p>
<p>6. 採樣站的位置圖，應再提出更詳細的區域分佈，以及周邊環境特性的說明。</p>	<p>感謝委員指正，將於期末報告補充之。</p>
<p>7. 本計劃的主要目標之一是生態系變遷，目前不易比較，建議除了比對變遷的狀況之外，並將造成變遷的因素同步提出說明。</p>	<p>感謝委員指正，將於期末報告補充之。</p>

8. 對於比較專業的參數，請將定義及其代表的意義作以完整的說明。如： $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 。	感謝委員指正，將於期末報告補充之。
9. 分析方法調整後，前後數據量是否可以比對，請說明。	量化數據無法直接比較，但可做定性比較。
10. 部分線性迴歸的分析(圖3-10及3-13)顯示兩個月的趨勢不一致，且趨勢難以合理說明，例如：21°C以上就沒有浮游生物了。請思考此類資訊的展示方式。	此類圖型已做修改，謝謝委員的意見。

八、劉委員莉蓮	意見回覆
1. 計劃目標4:瞭解自然及人為因素對沿海濕地之影響程度，如何達成，請加以說明。	感謝委員指正，將於期末報告整合分析時呈現。
2. 前言建議加以說明早期LOICZ測站及重要結果;各分項工作在整體角色或貢獻。	感謝委員指正，將於期末報告補充之。
3. 研究報告用詞請統一，如測站代號、參考文獻、資料表示方式等。	感謝委員指正，將於期末報告修正。
4. 研究報告用詞請統一，如測站代號、參考文獻、資料表示方式等。	感謝委員指正，將於期末報告修正。
5. 第一章底棲微藻生產力和附生藻生產力是否為不同之測定項目(p1-8~9)。	兩者是不同項目，底棲微藻是生長於沙灘上，但是附生藻類是生長於石頭上，將於期末報告再補充說明。
6. 第二章請加以說明長期與即時監測之差異及目的(p2-9)，相同樣點?'監測頻率?	即時監測為了解「現況」之調查，如有偶發之污染事件發生時將可快速應對；長期監測為了解生態系長期之穩定狀況或是變動的情形與走向，除了是基礎之生態資料外，將能有助於了解氣候變遷之情形，以提早應對可能發生之生態災害。 相同樣點是為了讓資料有基準點，不會因每次採樣之地點不同造成因地理位置的差異而導致資料的變動。 監測頻率建議至少每季一次(每年四次)，若能增加頻率將能獲得更詳細的資料。

7. 第四章:1.牡蠣、螺貝類、底棲動物(無脊椎?)各分項之差異及目的請加以說明。2.牡蠣及附生生物之結果為何未見敘述。3.材料方法和結果之呈現不太符合，請加以修正。4.牡蠣養殖有亞潮帶(垂下式及浮筏式)及潮間帶(吊掛式)，且其附生生物不盡相同，本計劃研究若僅考慮亞潮帶是否足夠?5.瀉湖季節性出現物種，如海兔，有機會建議加以記錄。6.沉積物之時空分布是否為時空變化?7.結果部份螺貝類列物種，另也有列大類方式陳述，兩者差異頗大，是否合宜，建議加以說明。

1. 期末報告已修正為底棲無脊椎動物。
2. 牡蠣資料在期末報告提出，附生生物尚未分析完，將於期末報告定稿時補充之。
3. 已於期末報告中已修正。
4. 養殖架都在亞潮帶，所以只考慮亞潮帶的牡蠣與附生生物。
5. 應該是，但期中報告只有二次結果，所以未以時空變化描述。
6. 螺貝類與其它底棲無脊椎動物是分開進行的，採樣方式也不一樣，且螺貝類的分類較為完善，其它底棲無脊椎動物種類繁多，包含11大類，目前尚無法將所有物種鑑定到種，所以以大類區分。
7. 是，但期中報告只有二次結果，所以未以時空變化描述。
8. 螺貝類與其它底棲無脊椎動物是分開進行的，採樣方式也不一樣，且螺貝類的分類較為完善，其它底棲無脊椎動物種類繁多，包含11大類，目前尚無法將所有物種鑑定到種，所以以大類區分。

期末審查會議委員意見回覆

一、金委員恆鏞	意見回覆
1. 文獻回顧方面，可較詳細或蒐集其他在此試驗地(或臺灣)的研究文獻。	已於報告書第一章的前言中，補充增加過去於台江地區濕地生態系相關研究之文獻回顧與成果結論。
2. 水質監測方面：樣本採樣頻度略低，化學性質上可增加金屬離子(如K ⁺ 、Ca ²⁺ 、Mg ²⁺)，甚至重金屬。可滴定酸亦可包括在內。關於化學性質在時間、空間上變化極大，如DO等，故在詮釋生態變動上增加不確定性。	在水質調查陽離子部分因本計畫的採樣點均受海水之影響，因此陽離子之濃度極高較不適合監測，而重金屬之檢測則建議未來應於固定期間進行專案檢測。水中的溶氧已進行24小時連續監測，資料已附於文中，應可涵蓋時間之變動。空間測站間差異已於文中描述。
3. 取樣位置大都接近岸邊，請考慮「邊際效應」。	陸域維管束植物因為只有在岸邊才有，而鳥類為配合整合計畫共同樣站，所以調查與取樣位置確實多靠近岸邊。然而水域無脊椎、底棲生物除潮間帶調查外、亦有進入水域之亞潮帶調查。其它水域生物類群與水質調查點也有租用漁船出航取樣調查，並非只調查岸邊資料。
4. 1997年發表的資料與這次2011年的資料做比較時，兩者之觀測方法要極為相近。	本計畫主持人多曾與1997年的調查，2011年的調查方法與測站幾乎與1997年相同。
二、陳委員義雄	意見回覆
1. 整體計劃執行成果相當豐沛，具有許多可供管理處參考之價值。團隊整體工作頗為用心，特別是生態模式之建構，值得肯定。	感謝委員肯定。
2. 整體報告未能完成四季之調查，甚為可惜，未來管理處應能多可規劃出全年度之研究。	同意委員意見，亦期盼未來在行政程序上研究團隊與行政管理單位的合作規畫能更完善。
3. 第二章p.2-2並未介紹魚相的研究背景；p.2-7應以斜體字標註種名；p.2-12魚類的採樣方法並未詳述，如網罟的放置時程，蝦網的網目及拖行時間，垂釣的配套，八卦網的網目及投網次數均未述明。胃內含物未見任何數據，是否應放入第一季的分析結果。	請參照第二章魚類部分之前言與方法，已經全部更正並補充魚類相研究背景與各採樣方法之詳述。胃內含物分析也已補充於文中。
4. 應將Kou et al.(2001)所列出之46科111種名錄列入，並討論與本調查報告44種調查之相對關係，並應列出已發表之魚類名錄。	魚類名錄部分已經補充，請見表2-32，2-33。
5. 請將第二章與第八章仔稚魚名錄作整合。	已整合至第七章仔稚魚子計畫內，請見表7-15。
6. 原名錄中彈塗魚皆未見於名錄中，請說明。	於後續調查中有記錄數種彈塗魚與蝦虎魚，已列入名錄中。

7. 魚類採樣之潮汐狀況，請予以說明。	已於調查方法中說明，調查於退潮時放置待袋網或流刺網，經過一次潮水交換時間，隔天早上退潮時收網。
8. p.2-25魚種種名未斜體。	已更正。
9. p.4-36表4-3所呈現的蟹類，在沿岸蟹類生物多樣性有低估的可能。	調查主要是以亞潮帶蝦蟹定量的調查為主，透過漁民網具的漁獲調查主要的漁獲物種與數量，做為建構模式的參數收集，目前本計畫並不是以多樣性普查為目的。
10. 請建議出水域動物之重要類群分布情況。	已分別於第二章魚類、第三章浮游生物與第四章蝦蟹貝類部分結果詳述各樣站與樣區之優勢水域動物種類。

三、荊委員樹人	意見回覆
1. p1-29，營養鹽對浮游藻類缺乏正磷酸鹽，就沒有污染源的濕地而言，原本N及P就會達平衡循環狀態，從另一角度而言，是否表示N的負荷過高，請分析說明。	根據Redfield ratio，藻類元素組成為碳:氮:磷之比例為106:16:1，因此浮游藻類吸收營養比例基本上以此比例為參考，所以若環境中磷酸鹽缺乏的話，氮就相對過多。七股瀉湖受到七股溪口、大寮排水溝以及龍山排水溝家庭及農業污水的影響，有可能造成N負荷過高之情形。
2. p.1-30歷史記錄的比對也沒有”時空演變過程”的描述，除了面積的變化之外，應提出人文社會行為變化的差異分析範圍可能需擴大，例如蚵架的密度是否有變化，否則蚵架的增設造成藻類生產量下降的推論有何依據。	不到一年的調查結果只能初步比較2011年與1997年間的差異情形，數據只能呈現這二年間的差異，無法說明中間15年間的時間演變過程，這也凸顯長期生態監測的必要性。
3. 第一章中各環境因子相關性統計分析的各表格內，請增列樣本數(n值)。	已於內文與表格中增列統計分析之樣本數。
4. p.2-6，約有70%的碳儲存於.....紅樹林區，是指全球地表總碳量?碳的固定淨值是否有增加的趨勢(依光合作用及落葉分解等碳循環來評估)。	70%的碳是儲存於濕地中，而非單指紅樹林。若以紅樹林本身來估算，植物固定淨值應有增加的趨勢。
5. 水質監測是否有夜間測值，因為光合作用夜間不進行,在p.2-14的敘述中，對於溶氧,pH,ORP等均有影響，目前所提的測值是否涵蓋夜間的數據?第二章各水質數據表格，請列入監測時間。	24小時之水質監測資料已補充於文中。

<p>6. 第二章中水質分析顯示N、P都高於自然水體表示有額外的負荷，對生態的狀況有何影響，請說明。是因營養鹽的增加造成物種的增加，還是造成優勢種的形成，請說明。</p>	<p>N或P過高會造成基礎生產力增加，導致水域高度優養化。當藻類大量死亡，細菌分解殘骸，消耗水體中溶氧，使得水中生物無法生存而死亡。藻類殘骸堆積在底土表層也會破壞底土動物之棲所，影響其生存。營養鹽的增加是否會造成物種的增加或形成優勢種，依賴於外源輸入量，生態系統能吸收、傳輸、抗性與恢復力而定。</p>
<p>7. p.5-16鳥類分布有明顯的差異，除了水位高度之外，棲息空間上是否有不同延伸的影響因子。</p>	<p>對共同測站而言，水深的確是影響水鳥棲地選擇的主要因子。潟湖及河口水深均過深，不利涉禽利用，只有保護區的水位較合宜，因此分布鳥種及數量也相對較多。</p>
<p>8. 生態資料庫是否已建置完成?後續增補資料的參數項目有那些?如何輸入?頻率為何?開放使用程度為何?請提出明確的分析說明,以為資料庫維護管理的依據。</p>	<p>生態資料庫已建置完成。因本調查計畫已結束，後續此計畫不會再增補資料，但是整體架構已建立，若有要增補資料，可依照「簡便生態資料格式」之建議增補。生態資料庫開放使用程度由台江國家公園管理處決定。</p>
<p>9. 圖1-13，有機物質含量超過100%是何意義?請說明。</p>	<p>為筆誤，已修正數據。</p>
<p>10. 水體的動能(流動性大小)是否會造成物種豐度及數量的變化。</p>	<p>水體流速過快及帶來的懸浮物質皆會對浮游生物數量與多樣性帶來負面的影響。</p>
<p>11. 本計劃有明顯的數據證實七股濕地有人為污染的影響，對於相關水系水質改善的需求應列入結論之中。(如NP比、底棲TOC等)。</p>	<p>七股濕地之水質污染屬於非點源污染，鄰近魚塭養殖水排放、遊憩污染、上游污染以及水交換不良都是可能發生的原因，相關水質改善措施建議會列入修正報告第二章中。另於第四章中所呈現底質環境較過去受到較多的人為影響，也可能是從河川中上游、鄰近鄉鎮及漁塭等污染源排水流入所導致，改善方法應該是將鄰近區域的廢汙水源都經處理過後始能排放，處理分式可透過汙水處理廠或人工溼地方式來進行，但在管理、執行與經費上可能很需要更多的規劃與協調。</p>

<p>四、劉委員莉蓮</p>	<p>意見回覆</p>
<p>1. 本計劃之建議事項甚多，是否能在其中加註優先順序。所有數據之正確性請務必確認。</p>	<p>已加強數據之確認。已於報告書各章節結論與建議中列出應監測之事項與頻度，並加列前後優先順序。</p>

<p>2. 第一章食物網分析:七股瀉湖部分未見螺貝類部分原因為何，請加以說明，除牡蠣外之漁業輸出是否有資料?黑面琵鷺主棲地部分浮游植物所占比例甚低，請加以說明。海蟾亦為該區優勢物種，但未在食物網出現，請加以說明。</p>	<p>報告書第四章已呈現優勢種螺貝類(如：鐵尖海蟾)之調查豐度、濕重、殼乾重及組織乾重等資料，已納入第一章的黑面琵鷺保護區食物網模式中。除牡蠣外之漁業輸出資料只能依賴訪查當地漁民，政府機關並未有此項資料。</p>
<p>3. 第二章:魚類胃內含物分析未見敘述，是否仍未完成?維管束植物部分"生育地"為何，請加以說明。(2-22)；圖表之單位請加以說明，ex.表2-6植物"重要值"為何(2-36)?魚類研究為何只有2次採樣之結果?</p>	<p>魚類及胃內容物完整資料已完成補充於報告中。此處的生育地棲地類型，包括沙地、防風林、紅樹林、堤岸等類型，已將標題更改為植物社會組成。重要值全稱為重要值指數，用來評估各物種的重要性，因為是一種評估的指數，並無單位。</p>
<p>4. 第四章:牡蠣倒棚式養殖所指為何，請加以說明(ex.4-2)。未見數據統計分析結果，圖表請加入。討論內屬於結果之部分請移至結果部分。</p>	<p>第四章中所提之倒棚式蚵架就是原先的平掛式蚵架養殖。原先分成(a)浮筏式、(b)平掛式與(c)垂下式三種，但根據台江國家公園的解說牌是區分成(a)浮棚式、(b)倒棚式與(c)吊棚式三種。已於期末報告修正。</p>
<p>5. 第六章$\delta^{13}\text{C}$在濱刀豆差異甚大-27~-28‰,-15~-16‰(6-11)，請加以說明。</p>	<p>一般而言，C_3植物的$\delta^{13}\text{C}$約會在-16~-29‰之間，而濱刀豆屬C_3植物，因此數據才会有此變化。</p>
<p>6. 本計劃之明年規劃工作內容不知為何?建議水質變化狀態應加以確認。經濟性貝類文蛤，環文蛤及竹蟪生殖生物學應加以探討並訂定適當採捕體型及季節。驗證各類生物在食物網之貢獻度，是否考慮加入?</p>	<p>本計畫只執行到11月，並未有第二年(明年)規劃。第二章中水質變化會以全天候連續監測結果呈現。第四章螺貝類計畫目前並無進行環文蛤及竹蟪生殖生物學相關資料，但子計畫團隊將就本身獨立研究之環文蛤資料，在此計畫報告中補充建議。國內針對環文蛤之研究亦可參考彰化沿海地區環文蛤之生殖生物學研究(莊智麟 2006)。</p>
<p>7. 觀光旅遊壓力造成之污水排放對本區之影響為何?是否應加以略述並建議管理辦法?</p>	<p>本案並未對於觀光旅遊壓力造成之污水排放進行監測，建議未來應針對此一問題進行專案研究。</p>

五、程委員建中	意見回覆
<p>1. 肯定本研究之成果及目標達成，但以3、4、7、9、10月代表四季是否恰當?溫度、日照度、光週期、水文記錄、候鳥等是否有受季風影響?</p>	<p>依據四草2003-2010年長期鳥類資料，臺南沿海候鳥春過境期約4-5月，夏季6-8月，秋過境期9-10月，度冬期11-3月。本研究除冬季資料較無代表性(僅3月底1次調查，努力量不足，且過於接近春過境期)，其餘月份大致上，尚能與實際地鳥類群聚季節動態相吻合。當然，若能針對鳥類特性進行季節區劃，再分析或比較不同季節的鳥類相，會更為恰當。另外，依據過去在台灣西南沿海河口溼地的研究經驗，候鳥分布的時間動態與季風的關係並不大。</p>

<p>2. DIN,DIP,N:P ratio的變動，除對生產力影響外，是否有可能對micro-flora+fauna產生影響力？肉毒桿菌的資料是否也可補充？</p>	<p>營養鹽與有機物含量變動，確實可能影響水體與底質中之微生物相。本研究限於經費與時程，並未能納入此項調查，但建議未來監測事項中應該納入，並針對可能與黑面琵鷺健康相關之微生物，如肉毒桿菌，進行專案研究。</p>
<p>3. 圖5-5,本研究秋過境期群聚結構變化只憑5至9月分析,可能有未足之處。圖5-6,分析鳥類在各型棲地，季節之空間分布，是指棲息棲地或覓食棲地？</p>	<p>為與其他子計畫統一，季節劃分無法完全依照鳥類群聚生態特性。本計畫結束之後將持續鳥類調查至明年三月，屆時再以整年資料進行群聚結構的季節動態分析。圖5-6是以各類型棲地出現鳥類進行分析，未再區分是否覓食。</p>
<p>4. NPP等數值能否以衛星遙測(福衛二號)得到歷史及即時資料？</p>	<p>因研究區域各濕地水域水深較淺，主要的基礎生產者是底棲藻類，並不適合用水色衛星遙測資料來估算NPP數值。</p>
<p>5. 由圖5-7覓食行為及形態之群集分析28種與觀察所得附錄5-8水鳥食性記錄16種，此二結果有無矛盾或配合之討論。</p>	<p>圖5-7是以共同樣站及東魚塭與七股鹽田常見的28種水鳥進行覓食同功群分類。分類依據是覓食方法及喙長與跗蹠長。附錄5-8(最後修訂版為附錄5-9)則是研究期間在所有樣區記錄到的食性資料，兩者並無矛盾。食性資料收集非常困難，因此本研究的覓食同功群分類捨棄食性，而依據覓食方法及喙長與跗蹠長，亦即著重在「覓食棲地」之利用。這樣的同功群劃分，對於棲地經營管理比較有參考價值。</p>

六、黃委員家勤	意見回覆
<p>1. 本計畫成果豐碩，委辦單位可以給更多時間做數據分析，相信會有許多重要發現。</p>	<p>感謝委員的建議與肯定。</p>
<p>2. 考慮漲退潮水質變化 夏、秋及颱風後各次監測已包括漲、退潮，但未說明是否為高、低平潮。本計畫主要目的之一為「獲得生態環境之季節與長期變遷資料」，因此各季監測數據必須在同一基礎上(例如高、低平潮)做比較，才容易得到結論。</p>	<p>在文中已加入採樣時間，可依此推算各採樣樣本的漲、退潮水為何。水質24小時連續監測實已涵蓋了漲潮與退潮的影響。建議在未來後續的監測計畫中，仍應考慮潮汐的作用。</p>

<p>3. 浮游藻生產力與生物量考慮光線限制的可能性</p> <p>各樣站大致上都有浮游藻GCP、NCP與氮、磷成反比的關係(表1.10至1.12)，可能為水體混濁所導致。混濁的水氮、磷含量高(尤其是有機性混濁)，但浮游藻的光線可獲得性(light availability)低，光限制的可能性值得加以瞭解。</p> <p>p. 1-29根據浮游藻與營養鹽相關性推斷瀉湖為磷限制，而p.2-1根據氮磷比却判斷為磷過剩，兩者互相矛盾。建議如前述，瞭解是否為光線限制。</p> <p>建議未來監測增加水體透明度(secchi depth)測定。</p>	<p>在沿岸河口地區，水體極易受到陸源物質影響而混濁，因此浮游藻類受到光限制的可能性確實無法排除，但是七股瀉湖與保護區的水深都不超過1公尺，且水體充分混合，因此浮游藻受到光限制的可能性並不高。</p> <p>在夏、秋及颱風後已加入濁度之資料。然而水體透明度之測定，在瀉湖內及曾文溪口是可行的，但在主棲地由於水很淺可能在量測上會有困難。氮磷比例較低有可能是磷相對太多或氮相對太少，仍須看兩者實際野外濃度而定。</p>
<p>4. 數據單位統一以利比較</p> <p>各營養鹽以及葉綠素濃度建議採用mg/L、$\mu\text{g/L}$、mg/m³代替較不精確的ppm與ppb。鹽度數據有salinity (‰)與PSU，建議統一以利比較。部分鹽度數據未說明為以上何者。</p>	<p>已於第二章中修正。</p>
<p>5. 圖表與文字修正</p> <p>p1-61 各季PAR應為特定日期之測定值，宜標註日期。</p> <p>p2-52各圖座標軸已是log scale，座標軸名稱使用ppb (建議用$\mu\text{g/L}$)即可，不須log。</p> <p>圖2-4各月份降雨都為當月累積值，建議使用長條圖取代折線圖。</p> <p>水質各圖橫軸建議使用站名而非代號以方便閱讀。</p> <p>p. XX “材料與方法”敘述延用期中報告寫法，請改為期末報告寫法。</p> <p>p. XXI “搖桿”應為“遙感”。</p> <p>p 1-16 初級生產力計算公式各參數宜標示單位。</p>	<p>感謝委員指正，皆已於文中修正。</p>

第一次工作會議紀錄

日期：2011年08月10日

時間：10:00-12:00

地點：台江國家公園管理處

第一場專題演講 【以生態系為基準之自然資源保育與經營管理】

主講人：陳宣汶 博士

Q&A

黃課長：研究是經營管理最重要的一部份，對於七股潟湖初步看起來像是 bottom-up 的模式有何看法？

講者：生態系經營管理最初步的就是必須要設定一個目標，設定目標之後才會有指標的產生。目標可以是單一也可以是多元的，就國家公園的觀點來看，應是最想要了解在七股潟湖內的關鍵物種有哪些？但這些可能要等模式建構出來之後才能夠清楚知道。對於大家所關注的旗艦物種-黑面琵鷺，是否可以透過經營管理我們的旗艦物種-黑面琵鷺，當成指標，來找出影響黑面琵鷺的關鍵物種是什麼？主要的食物來源為何？而現在全部團隊的研究主要都是為了解決這些問題。

黃課長：我們的目標就如同講者所講的結論。不只是指針對生物的部分，也必須將人文及經濟活動考慮進去。而人類本身就是生態系的一部份，而七股潟湖是沿海漁業的重鎮。希望可以透過此次整合行的大計畫清楚了解七股潟湖各物種現在的情形為何。

林教授：這些就是我們的目標，期許我們可在期末報告中找到答案或者是線索。

社區大學人員：在台江國家公園內，魚塭是一個很重要的地景地貌，是否有納入考量之中呢？因其是最貼近居民生活的微型生態系。並且除了了解關鍵物

種為何之外，關鍵的環境因子也是很重要的一部分。

林教授：這些到最後我們會進行整體考量，尤其是周邊魚塭與七股潟湖和主棲地中生物及環境的交互影響，這些都是我們為什麼要從生態系的角度來探討的原因！

黃課長：其實這些魚塭和七股潟湖、曾文溪最重要的聯結是潮溝。

紅樹林保護協會總幹事 李先生：其實所有的生物都是關鍵物種，物種是越多越好。但因現在有某些物種已經消失，而這些使生物消失的原因是什麼？為什麼環境會劣化？而人為活動已經是無法排除的因素。

林教授：這些變化的前因後果是我們想要知道的事情，我們會朝這個方向來努力的。

第二場專題演講 【七股地區之長期生態監測】

主講人：薛美莉 主任

Q&A

台江國家公園管理處志工：研究團隊對於所調查到的的資料是否可以有初步的生態系食物網的建構呢？這些可使我們更了解台江各物種之間的關聯性，對於我們在解說的過程中也會更有幫助。

林教授：實際上在 15 年前已經將七股潟湖的食物網建構出來了，也將七股潟湖中的魚獲量量化之後，在世界上也是名列前茅。但那已經是 15 年前的資料了，所以目前正在進行整合型的大計畫主要目標就是對七股潟湖做總體性的調查，並且找出造成變化的原因，進而可與 15 年前的資料進行比對。若是您有需要之前研究的相關資料，都可以提供給您做為參考。

社區大學人員：在經驗及知識的移轉上，希望與社區人員的對話必須要有所突破與設計，進而可激起社區居民保護環境的意識。希望調查團隊也可以真的找出海岸退縮的重要原因，是否有需要進行海岸護沙的行動？並希望能將研究結果有效轉換成適當的語言或影片，教導地方子弟環境的觀念，因本土教育已是刻不容緩。

處長：國家公園的保育課與解說課將會共同努力將專業的研究成果轉換環境教育。適當的與漁民的溝通是良好的，希望研究與地方可以產生良好的聯結。而基礎教育工作已經開始在進行建構，預計於今年底將會有針對小學生的教育課程，推行溼地學校的方針。關於沙洲流失的原因，已有許多研究團隊在進行研究，期望可以找到解決辦法。

12:00 散會

附錄四

第二次工作會議紀錄

日期：2011年10月19日

時間：9:00-12:00

地點：台江國家公園管理處

主席：台江國家公園管理處呂登元處長

主席報告：歡迎研究團隊、北門社大、紅樹林保護協會、本處志工與同仁、各位先生女士參加今天的工作會議。按照議程，先由研究團隊報告目前進度。

一、主持人報告目前團隊研究進度 (陳宣汶博士 代理報告)

O&A

李先生(紅樹林保護協會)發言：報告太學術了，研究已經進行了一段時間，應該有些實驗操作方式與實際的成果可講。今天講的內容可用書面，不需要親自來聽。

薛美莉主任(研究團隊)回答：實地的操作與成果，接下來的兩個報告中會詳細解說。

陳宣汶博士(研究團隊)回答：進度報告部分時間有限，很抱歉只能大致就計畫目標與進度簡介，之後的報告會有實際的例子。

二、全民水質監測 (謝莉顯小姐 主講)

O&A

民間人士提問：泥灘地的招潮蟹似因觀光船的汙染或干擾而有減少？

薛美莉主任(研究團隊)回答：非點源污染的防治與管理比較困難，至於生物族群的改變是否因為汙染、或干擾的而減少，應作進一步的調查研究。

民間人士提問：紅樹林下的環境因子狀況與有機營養鹽的影響？

薛美莉主任(研究團隊)回答：紅樹林下土壤與水質的監測與生態調查，這部分的研究都有在持續進行中。另外有關紅樹林成長擴張是否影響航路情形，也需實際的調查來驗證。

謝莉顯小姐(研究團隊)回答：在台江計畫營養鹽的分析中有發現紅樹林區域高於潟湖內，紅樹林對上游的家庭或養殖廢水會有過濾的作用，也許是潟湖水質維持良好狀態的原因之一。

民間人士提問：台江國家公園水域內聽聞有汙染與毒魚的狀況？

呂處長(台管處)回答：關於人為汙染或是毒魚的舉報，本處相當的重視，也指示警察隊特別詳細實地調查，不過目前並無查緝到有毒魚的實際案例。

黃課長(台管處)發言提問：潟湖北邊和南邊的土壤結構不知道是如何？

謝莉顯小姐(研究團隊)：土壤結構的分析是由底棲動物團隊進行，由於步驟繁複，要等期末報告的時候結果才會出來。

三、漁業資源問題與復育 (陳宣汶博士 報告)

Q&A

李先生(紅樹林保護協會)發言提問：漁業資源不好，除了捕捉，可能跟汙染還是有關。有時候地方人士舉報汙染，主管機關不一定重視。另外漁業補貼政策補貼用油，也變相鼓勵漁船出海捕魚。過度消費魷魚資源也不好，要改變民眾心態。至於放回體型過小的漁獲，隔日還是會再捉到。政府執行力不佳的話，研究計畫作很多，對環境是否真有幫助？對於綠色海鮮消費，應提倡平衡、輪流吃，只吃草食物種也不一定好。

民間人士發言提問：研究只關注在潟湖內的資源，可否也對潟湖外資源進行調查？現今有較多年輕人回鄉從事漁業活動，底拖漁船漁獲狀況很不好，已經改變用不同的漁法。地方漁港為建立特色生存，只能拍賣養殖魚類。

黃課長(台管處保育課)發言提問：研究成果可否針對台江當地特色漁業資源(牡蠣、環文蛤)的經營管理作建議？另外台江當地的淺坪式虱目魚養殖，不但

符合綠色消費原則、對黑面琵鷺的族群也有幫助，團隊可否針對台江當地建議海鮮指南？

徐課長(台管處解說課) 發言提問：研究團隊可否提供照片、圖像資料授權，以供管理處製作解說教育資料？

薛美莉主任(研究團隊)回答：對於汙染物舉報的方式，最好還是能通知主關機關、環保局來進行採樣與調查，以免危及一般民眾人身安全或不小心汙染到樣本，不利後續清除與責任的釐清。

陳宣汶博士(研究團隊)回答：漁業資源問題的解決與復育需要當地住民、管理權責單位與學術研究團隊共同努力。今天大家的發言都很好，是台江地區生態系經營管理成功的開始。就學術研究而言，短期的觀測結果，很難有所結論，所以團隊的目標之一在建立一套可長久的生態監測架構，並藉由資料庫的建置，將研究方法、成果與大家共享。台江生態模式會針對漁獲與黑面琵鷺承載量進行研究，希望期末能提供台江特色漁業資源的管理建議。至於照片的授權與後續資料庫的轉移、管理，團隊也會與管理處再進行商討。

呂處長(台管處)回答：關於台江沿、近海漁業資源、住民漁業活動、文化特色的永續，我們十分的重視，之後會再進行深入的研究、了解。感謝今天研究團隊的報告與各位與會貴賓的意見與參與。

12:00AM 散會。