

台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗及保育研究計畫

台江國家公園管理處 委託研究

中華民國 110 年 12 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）

台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗及保育研究計畫

受委託單位：國立嘉義大學

研究主持人：邱郁文

協同主持人：黃大駿

研究期程：中華民國110年1月至110年12月

研究經費：新臺幣346.5萬元

台江國家公園管理處 委託研究

中華民國 110 年 12 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 錄

目 錄	I
表目錄	III
圖目錄	V
摘要	VII
Abstract.....	X
第一章、計畫緣由.....	1
第二章、計畫目標、計畫範圍及工作項目	3
一、 計畫目標	3
二、 工作地點及範圍	3
三、 工作項目	5
第三章、文獻回顧.....	7
第四章、研究方法.....	15
一、 曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測	20
(一) 水質、底質環境因子定期監測	20
(二) 浮游生物(浮游植物及浮游動物)種類組成及豐度調查.....	22
(三) 龍鬚菜組成、生長週期變化及試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗 ...	23
(四) 水域魚類、水域及底棲無脊椎動物(蝦蟹類、螺貝類等)之種類組成及生物量 調查	24
(五) 外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量調查	25
(六) 鳥類利用狀況調查	26
(七) 110 年度黑面琵鷺生態保護區經濟貝類開放採捕監測	26
(八) 注意事項	28
二、 曾文溪口濕地核心區濕地棲地生物多樣性提升試驗施行及成效監測	28
三、 透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略.....	28
第五章、調查及執行成果.....	29
一、 曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測	29
(一) 水質、底質環境因子定期監測	29
(二) 浮游生物(浮游植物及浮游動物).....	53
(三) 水域魚類、水域及底棲無脊椎動物(蝦蟹類、螺貝類等)之種類組成及生物量 調查	65
(四) 外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量調查	71
(五) 龍鬚菜組成、生長週期變化及試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗 ...	74
(六) 鳥類利用狀況調查	77
(七) 110 年度黑面琵鷺生態保護區經濟貝類開放採捕監測	101
二、 曾文溪口濕地核心區濕地棲地生物多樣性提升試驗施行及成效監測：	115
(一) 人工潮溝與潮池之成果現況	115
(二) 紅樹林移除成果	118

(三) 微棲地調整試驗成效評估	120
三、 透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略	122
(一) 現況監測及執行結果之討論分析	122
(二) 後續常態性經營管理策略研析	125
第六章、結論與建議	129
一、 結論	129
二、 建議	131
第八章、參考文獻	133
附表一、110 年 1 月至 12 月鳥類調查總名錄	137
附表二、110 年 1 月至 12 月內圍樣區鳥類名錄	141
附表三、110 年 1 月至 12 月外圍樣區鳥類名錄	145
附表四、110 年 1 月至 12 月最外圍樣區鳥類名錄	149
附件 1 曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃(草案)-邀標書內容	153
附件 2 曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃-期中會議後現勘調整	155
附件 3 因應 COVID 19 疫情警戒調整「曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃之紅 樹林(海茄冬)植群管理(含環境教育一場)」活動方式變更申請	161
附件 4 「曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃之紅樹林(海茄冬)植群管理」之環境教 育活動照片	165
附件 5 「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊活動規劃	169
附件 6 「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」說明座談會之活動摘要及成效說明	173
附件 7 評選會議意見回覆表	175
附件 8 期初審查意見回覆表	179
附件 9 期中審查意見回覆表	187
附件 10 期末審查意見回覆表	197

表目錄

表 1、彙整之台江國家公園(含黑面琵鷺保護區)及周緣地區文獻名錄及摘要.....	7
表 2、110 年各測站樣點描述及照片	16
表 3、110 年各測站水質調查結果	32
表 4、水質各參數之變異數分析(ANOVA)結果列表.....	37
表 5、108 年至 110 年第 2 季水質因子之主成分分析(PCA)前五軸特徵值(Eigenvalues)和特徵 向量(Eigenvectors)摘要表.....	44
表 6、110 年各測站底質調查結果	47
表 7、108-110 年，底質平均粒徑之 ANOVA 及事後檢定結果	48
表 8、108-110 年，底質篩選度 (σ_i) 之事後檢定結果.....	49
表 9、108 年至 110 年底質因子之主成分分析(PCA)前四軸特徵值(Eigenvalues)和特徵向量 (Eigenvectors)摘要表.....	49
表 10、110 年浮游植物名錄	54
表 11、110 年浮游動物名錄	61
表 12、110 年水域魚類調查名錄	67
表 13、水域底棲動物調查名錄	68
表 14、110 年外圍樣區潮間帶之水域生物資源調查之拖網起訖經緯度、拖網距離及面積 ..	71
表 15、110 年外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量	72
表 16、110 年各測站龍鬚菜之覆蓋比例變化	74
表 17、110 年各測站龍鬚菜之生物量變化	74
表 18、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Group E、Group I、Group J 及 Group M 之物種貢獻 度（累積至 90%）	92
表 19、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Group E、Group I、Group J 及 Group M 群間差異之 主要前五貢獻物種	93
表 20、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Two-Way Crossed 相似度分析（ANOSIM）(a)分區及 (b)月別兩兩檢定表.....	94
表 21、109 年至 110 年，歷次鳥類調查之水位記錄及 0-20 公分水深面積對應表	96
表 22、110 年漁民採捕現況	102
表 23、歷年漁民採捕情況統計	102
表 24、110 年海蟪定量調查豐度及重量結果	112
表 25、105 年至 110 年歷年海蟪定量調查資料	112
表 26、110 年度其它共棲物種定量調查豐度	114
表 27、人工潮溝底質特性分析及淤積變化表	121

圖目錄

圖 1、黑面琵鷺生態保護區位於台江國家公園園區位置圖(上圖)，黑面琵鷺生態保護區範圍圖及調查範圍示意圖 (下圖).....	4
圖 2、曾文溪口濕地核心區(黑面琵鷺生態保護區)以及保護區周緣地區各測站分布示意圖。	15
圖 3、環文蛤範圍定量調查示意圖	27
圖 4、環文蛤形質測量	28
圖 5、108 年至 110 年各測站水質—溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值變化圖	34
圖 6、108 年至 110 年各測站水質—濁度、懸浮物(SS)、化學需氧量(COD)及生化需氧量 (BOD)變化圖	35
圖 7、108 年至 110 年各測站水質營養鹽—葉綠素 A (Chl-a)、氨氮(NH ₃ -H)、硝酸鹽(NO ₃ - N)及總磷(TP)變化圖	36
圖 8、本研究水質溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值之測量數值，與 108 至 109 年之同月 盒鬚圖比較	38
圖 9、本研究水質濁度、懸浮物(SS)、化學需氧量(COD)及生化需氧量(BOD)之測量數值， 與 108 至 109 年之同月盒鬚圖比較	39
圖 10、本研究水質營養鹽—葉綠素 A (Chl-a)、氨氮(NH ₃ -H)、硝酸鹽(NO ₃ -N)及總磷(TP) 測量數值，與 108 至 109 年之同月盒鬚圖比較	40
圖 11、108 年至 110 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC2	42
圖 12、108 年至 110 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC3	43
圖 13、108 年至 110 年各測站底質—pH、氧化還原電位 (ORP)、平均粒徑及篩選度 (σ_i) 變化圖	50
圖 14、108 年至 110 年各測站底質—pH、氧化還原電位 (ORP)、平均粒徑及篩選度 (σ_i) 測值及各季次盒鬚圖	51
圖 15、108 年至 110 年各測站底質因子之主成份分析圖，以(a) PC1 對 PC2 (b) PC1 對 PC3 作圖	52
圖 16、109 年至 110 年浮游植物種類組成變化圖	58
圖 17、109 年至 110 年浮游植物群集分析圖	59
圖 18、109 年至 110 年浮游植物多元尺度分析	59
圖 19、109 年至 110 年浮游動物種類組成變化圖	63
圖 20、109 年至 110 年浮游動物群集分析圖	64
圖 21、109 年至 110 年浮游動物多元尺度分析圖	64
圖 22、109 年至 110 年水域底棲動物群集分析圖	69
圖 23、109 年至 110 年水域底棲動物多元尺度分析	70
圖 24、本計畫龍鬚菜主要分布樣站 (ST3) 及 109 年航拍所記錄之龍鬚菜可能覆蓋範圍...	76
圖 25、110 年鳥類物種組成 (前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類) 及數量觀測 結果 (不分樣區)	82
圖 26、110 年內圍樣區鳥類物種組成 (前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類) 及	

數量觀測結果	83
圖 27、110 年外圍樣區鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類）及 數量觀測結果	84
圖 28、110 年最外圍樣區鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類） 及數量觀測結果	85
圖 29、110 年內圍、外圍及最外圍鳥類(a)數量、種類數及(b)數量百分比之比較圖	86
圖 30、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類群集分析（Cluster）結果	89
圖 31、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類多元尺度分析（MDS）圖	90
圖 32、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類以月別（Month）及分區（Zone）分組的 Two-Way	91
圖 33、2021 年 1 月至 12 月鳥類調查，目測鳥類停棲位置對應裸露灘地(黃色區塊)及 0-20 公分水深(藍色區塊)位置圖	97
圖 34、鳥類數量與全域可利用食源水域（0-20 公分水深）面積之關係	100
圖 35、黑面琵鷺數量與外圍可利用食源水域（0-20 公分水深）面積之關係	101
圖 36、101 年至 109 年歷年漁民每日採捕總重和採捕總重趨勢圖	103
圖 37、109-110 定量調查豐度與採捕環文蛤平均重量之變化	104
圖 38、109-110 環文蛤殼齡及捕獲數之變化	105
圖 39、110 年環文蛤分區殼齡組成	105
圖 40、台江國家公園 109-110 年環文蛤肥滿度指數	106
圖 41、台江國家公園歷次環文蛤體重及豐度之變化	107
圖 42、台江國家公園歷年環文蛤體重及豐度之變化。	107
圖 43、台江國家公園歷年內圍、外圍及最外圍環文蛤體重及豐度之變化。	108
圖 44、台江國家公園歷年殼齡百分比變化	109
圖 45、台江國家公園歷年內圍、外圍及最外圍環文蛤殼齡百分比變化。	109
圖 46、台江國家公園環文蛤 100 年至 110 年肥滿度指數之變化	111
圖 47、105 年至 110 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化	113
圖 48、人工潮溝、潮池施作位置圖	115
圖 49、由舢舨側抽水至上方黑色水管中（左）再導入後方之高壓水管中並以人力用力下壓 高壓水管（右）（2021.08.13）	116
圖 50、左一抽水幫浦與舢舨；右一沖刷後在引出的泥水混濁情況	116
圖 51、賞鳥亭前方潮池及潮溝(2021.10.21)	117
圖 52、外圍樣區之潮溝照片(2021.09.03)	117
圖 53、僱工移除範圍示意圖（左圖）及移除範圍面積估算（右圖）	118
圖 54、紅樹林移除前（往賞鳥亭方向拍攝）	119
圖 55、紅樹林移除中（往賞鳥亭方向拍攝）	119
圖 56、紅樹林移除後（由賞鳥亭往灘地方向拍攝）	120
圖 57、鳥類利用潮溝、潮池照片	122

摘要

關鍵詞：台江國家公園、濕地、生物群聚、環境監測、黑面琵鷺、棲地經營管理、紅樹林

一、研究緣起

為建立全面性基礎資源調查及持續監測曾文溪口濕地核心區黑面琵鷺保護區棲地狀況及對應生物群聚組成變化狀況，爰規劃本計畫，依據「108 年度台江黑面琵鷺保護區底棲指標生物族群及棲地調查監測計畫」和「109 年度台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫」成果及相關研究文獻資料，定期執行底棲無脊椎動物（螺貝類、蝦蟹類）、魚類、鳥類、浮游生物等生物群聚組成及生物量分析，並調查環境水質及底質狀況，進行龍鬚菜評估與移除試驗等。依據前述調查成果、棲地評估現況及權益相關單位參與獲致之解決對策可行性，提出曾文溪口濕地核心區棲地試驗規劃與經營管理策略。

二、研究方法及過程

本計畫定期執行浮游生物、底棲無脊椎動物（螺貝類、蝦蟹類）、魚類、鳥類等生物群聚組成分析，並調查環境水質與底質狀況，以及及龍鬚菜組成及生長變化。藉由科學證據了解物種分布及環境現況，取得生物豐度分布與環境變化的關聯性。此外，並持續收集及分析漁民採捕現況並予評估，藉由追蹤環文蛤族群變化，提供管理單位科學數據以作為動態管理(Dynamic Management)之依據，並根據前期 109 年之經營管理策略，進行紅樹林移除及人工潮溝池施作等微棲地調整工作，再根據上述調查及執行成果，提出後續曾文溪口濕地核心區棲地試驗規劃及經營管理策略。

三、重要發現

1. 目前核心保護區從 108 年至今，已在環境資料部分，累積已有三年資料；生物部分則累積達 2 年，已有相當之背景資料。其中，需要持續追蹤調查的為環境因子的水質及底質變化。
2. 在環境因子中，比較 108-110 年之水質資料顯示本保護區之水質有逐年改善，但其中化學需氧量（COD）有經常性、氨氮有偶發性超過當前建議標準之現象，後續須持續追蹤；懸浮固體雖然亦經常性超過建議標準，但屬於沿海軟體質灘地之特性之一。而在底質部分，本年度的氧化還原電位（ORP）整體測值在 -185.1 ± 84.6 mV，但若低於 -150 mV 時會產生硫化氫，對環境生物造成負面影響，須持續追蹤。
3. 保護區周圍水域及底棲生物，浮游生物調查部分，110 年共計 4 門 44 種的浮游植物，總平均密度為 $22,911 \pm 13,583$ cells/L，以矽藻門的 *Skeletonema costatum* 為最多；浮游動物則計 6 門 16 大類，總平均豐度為 $2,196 \pm 181$ ind/m³，數量上則以哲水蚤最多；魚類調查總計 9 科 10 種 19 隻次，整體資源並不豐富；底棲無脊椎部分則共捕獲 2 門 15 科 24 種 254 ind，包括節肢動物門 9 科 14 種、軟體動物門 4 科 10 種。

4. 110 年外圍樣區鳥類食源調查，以人力進行蝦拖網魚蝦蟹生物調查，共捕獲 3 門（脊索動物門、節肢動物門和軟體動物門）9 科 11 種 1,221 ind.。其中，數量最多的為非目標漁獲的混獲—軟體動物門腹足綱（螺類），為燒酒海蜷和栓海蜷，為各季拖網之主要捕獲對象。。此外，所捕獲的魚隻多為小體型的幼魚，整體捕獲之魚類種類及數量並不多。
5. 110 年度龍鬚菜資源以 ST3 測站最多而為穩定，與 109 年調查結果相同；110 年生長週期變化部分，110 年度於 3 月開始觀察到龍鬚菜之附著樣本，之後則快速增長，至 6 月時覆蓋面積達最高，但其後受強降雨候影響致使龍鬚菜流失，而覆蓋面積下降。
6. 本年度鳥類調查共記錄 19 科 60 種，包括保育類鳥種 7 科 12 種；目擊鳥數合計 21,725 隻次，以黑腹濱鵲、裏海燕鷗及東方環頸鴿為優勢；出現頻率則以大白鷺、青足鵲、東方環頸鴿、小白鷺和白頭翁為高。在保育類部分，黑面琵鷺和大杓鵲為本保護區最為常見及數量最多的前二優勢保育鳥種。
7. 黑面琵鷺主要分布在外圍樣區（98%），而初步分析顯示，外圍樣區的可利用之食源水深（0-20 公分）覆蓋面積大小與黑面琵鷺出沒數量目前並無明顯關係。
8. 今年度因受 COVID-19 疫情影響，在採捕壓力下降的狀況下環文蛤資源已有回升；但值得注意的是，雖然內圍環文蛤豐度未持續下降，最外圍的環文蛤豐度則有逐漸增加現象，但是外圍地區的環文蛤豐度與 109 年相比則有明顯下降的趨勢，是否為該區域環文蛤受到今年微棲地試驗調整的影響，則需進一步討論。
9. 微棲地調整之成果包括 (1)內圍紅樹林僱工伐除之範圍面積約為 0.4 公頃，(2)於內圍樣區設置一潮池及 2 條約 50 公尺長之人工潮溝，(3)外圍樣區設置 2 條 100 公尺長之人工潮溝。(4) 後續的現地觀察及自動照相機監測，皆有記錄到鳥類的利用。

四、主要建議事項

依據 110 年之研究調查過程及結果，本計畫對台江國家公園之曾文溪口濕地核心區提出下列棲地經營管理建議，分「立即可行的建議」及「長期性建議」列舉。。

☐立即可行之建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：台南市政府

1. 持續常態性之棲地環境品質監測，包含棲地水質及底質等
2. 濕地明智利用行為長期監測與評估試驗：針對既有開放主要採捕物種（環文蛤）族群之持續監測，並針對潛力物種(龍鬚菜)持續進行調查監測與相關開放採捕試驗工作。

☐立即可行之建議、☐長期性建議

主辦機關：台江國家公園管理處

協辦機關：台南市政府

1. 評估微棲地調整成效並分區進行棲地調整試驗，改善水流交換以減緩乃至改善灘地淤積及劣化狀況，持續紅樹林的控制與管理避免其過度擴張。並希望藉由棲地改善，使其效益擴及至鳥類利用。為達整體環境棲地劣化至改善，設立短、中、長程策略分別為：

(1) 短期策略：【立即可行性建議】

- a、持續評估微棲地調整成效，並監測了解人工潮溝池對棲地及鳥類的生態功能
- b、針對內圍灘地，加強人工潮溝、潮池之效果
- c、維持 110 年內圍紅樹林移除成效，並以維護灘地品質為標的，針對外圍紅樹林定點伐除抑制，以及全區幼苗抑制。

(2) 中程策略【中長期建議】：

- a、灘地之水流交換改善所需之微棲地調整尺度擴及至外圍或最外圍灘地
- b、外圍、最外圍紅樹林植群伐除及抑制，以加強棲地改善強度。

(3) 遠程策略【中長期建議】：

- a、改善整體保護區內對外海之水流交換，暢通新浮崙沙洲出海口至十孔水門，以及內部灘地的水流交換
- b、紅樹林擴張獲得明確抑制，如完全移除或僅限縮於小面積之指定保留區域。

Abstract

The Zengwenxi estuary wetland is an internationally important wetland. Its core area is located in the north of the Zengwenxi estuary, and it is also a black-faced spoonbill ecological protection area in Taijiang National Park. It is an important habitat for wintering migratory birds but also an important traditional fishing catch for local people. To understand the ecological functions of the habitat, a survey of preliminary environmental and biological surveys was carried out in 2020, and several suggestions were proposed. Based on the recommendations made in 2020, the implementation of the habitat management strategy will be carried out this year, as well as the environmental and water ecological surveys.

Implementation of habitat management strategies include removing part of the mangroves on the mudflat, and constructing a tide pool and several artificial tide ditches which is total of 300 meter long.. The mudflat ditch and tidal ponds were completed and 0.4 hectares of mangroves were removal in September 2021.

The results shown the suspension matter, COD and NH_3N were exceeded the standard recommended standard value, continually monitoring were recommended. Oxidation-reduction potential (ORP) of the substrate interstitial water was 185.1 ± 84.6 mV, reflecting that the quality of mudflat bottom may be degraded.

The results of biological survey included a total of 4 phylum, 44 species of phytoplankton; 6 phylum, 16 categories of zooplankton; 9 families, 10 species of fish; 2 phylum, 15 families, 24 species of benthic invertebrates (shrimp, crab, snail, and bivalve; 19 families, 60 species of bird; total of 979 inds., 11.78 Kg, average abundance 32.81 ind./10 m², average biomass 39.6 g/10 m² of Chinese Venus (*Cyclina sinensis*), its abundance is less than 2020 years, but the weight has increased significantly; the red algae of *Gracilaria* spp. (Rhodophyta) appears and grows from March to July.

This study has updated the habitat biological and environmental resources in the core area of Zengwenxi Estuary Wetland, and compare the temporal and spatial changes. Based on the survey results and the shell-fishery harvest, we assess and understand the current status of habitats in the core area of Zengwenxikou wetland, and provide planning and management strategies for habitat improvement or rehabilitation in the core area of Zengwenxikou wetland.

第一章、計畫緣由

黑面琵鷺生態保護區位於台江地區；台江一名，源自歷史上的台江內海，早期為人民渡台發展的重要港口和岸址，歷經了荷蘭、清朝、日本和漢人移民不同時期的殖民和經營發展，可謂見證了臺灣早期開發和移民發展的歷史紀念地，這些重要的歷史、文化背景，建構在區內重要的河口水路系統如七股潟湖、七股溪、大潮溝、曾文溪、鹿耳門溪、南、北竹筏港溪、北汕尾水道、運鹽古運河、鹽水溪排水線及鹽水溪等水路系統。其中最大的曾文溪海岸附近河川輸沙量大，並且在波浪與潮汐的交互作用下，於附近沿海形成一系列濱外沙洲；而河道隨著乾濕季雨量變化沖刷擺盪，潟湖、淤泥、海岸沙洲及海岸風積沙所構成海積現象發達的堆積性海岸，在陸地海洋交界處圍成一連串大大小小的潟湖。部分潟湖因沙積而逐漸淤淺，多數河段為明顯的感潮河段。河水帶著由上游輸送下來和海水洋流潮汐運送夾帶的各種無機鹽和有機質，在河口區域形成紅樹林。紅樹林植物轉換營養鹽成為生物質能，再以枯枝落葉的形式在底質上經微生物分解，形成小型底棲動物可以利用的有機碎屑，使得環境內累積了豐富的有機養分。並藉由潮水漲退過程輸送給浮游生物及底棲動物利用，或釋放大量的營養鹽，由植物吸收或成為基礎消費者的食物，進而構成完整的碎屑的食物網，此一類型的生態系稱為「河口濕地生態系」(Shaw & Fredine, 1956)。台江地區除擁有廣大的河口濕地外，還有著河口沖積扇、沙洲、泥質灘地及魚塭等多元的天然或人為棲地類型(內政部，2010)。

台江地區多樣的棲地和豐富的食物不僅提供魚、蝦、貝類等生物食物來源及棲息場所，也構成一具有高度生產力的生態系(林敬晟，2009)，使得此區擁有著許多珍貴生物資源，如度冬候鳥、蝦蟹類、魚類、水鳥和底棲生物等(林幸助，2011)。每年冬季均有保育類的黑面琵鷺(*Platalea minor*)前來度冬，為全球黑面琵鷺重要的度冬區，因此，政府有鑑於此地區之歷史意義和濕地生態保育之功能，且為保護全球瀕危珍禽、國家特有自然風景、野生動物、植物及史蹟，故將曾文溪口新生浮覆地中303公頃範圍劃為黑面琵鷺生態保護區和劃設為國家公園保護區(內政部，2009)。

惟台江國家公園地區經長久的漁業經驗而因地制宜發展出不同的傳統漁業及漁撈方法(傅，2010)，前臺南縣政府將此區劃設為野生動物保護區時便將此納入保育規範中，管理處原則同意讓當地漁民進行以人力掘土採捕貝類等傳統採捕行為。採捕物種包括挖掘環文蛤(*Cyclina sinensis*)、文蛤(*Meretrix lusoria*)及竹蛏(*Solen strictus*)等，且該傳統貝類採捕行為，業經前臺南縣政府91年11月1日府農林字第0910179659號函規定中第三項第2條「本區域內於黑面琵鷺離開或北返之季節(每年5月至9月)，允許設籍於本地或實際從事生產作業之漁民，以不違背本計畫書所載規劃內容管制使用規範下，進行既有漁業行為」。台江國家公園管理處亦自101年起進行相關的委託調查，進行黑面琵鷺生態保護區漁撈行為及採捕經濟貝類監測計畫，以及曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口重要濕地基礎調查計畫，除了在公布採捕的漁業管理辦法外，更進一步了解並掌握目前台江地區生物資源豐度及分布狀況，作為後續規劃管理之基礎。

有鑒於台江地區人口聚落發展、產業轉型及工業化，人類的活動仍直接或間接地影響到這些生物的生存空間，如：排放廢水至海洋時會造成水體或底質的污染，進一步影響到棲息於其中的生物，綠牡蠣事件、藻類滋生造成水華和油污外溢便是常見的例子，另外人類過度捕撈可能造成生物族群生存的壓力，族群數量迅速減少；人為開發使貝類生物棲地受到破壞，棲地改變造成當地生物滅亡等。因此，除了重視人為活動對生態平衡的破壞外，進行調查並了解此地生物資源以及棲地環境的變化，而後制定並採取適當的資源利用管理是急迫且必須的。

為建立全面性基礎資源調查及持續監測曾文溪口濕地核心區黑面琵鷺保護區棲地狀況及對應生物群聚組成變化狀況，爰規劃本計畫，依據「108年度台江黑面琵鷺保護區底棲指標生物族群及棲地調查監測計畫」和「109年度台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫」成果及相關研究文獻資料，定期執行底棲無脊椎動物（螺貝類、蝦蟹類）、魚類、鳥類、浮游生物等生物群聚組成及生物量分析，並調查環境水質及底質狀況，進行龍鬚菜評估與移除試驗等。依據前述調查成果、棲地評估現況及權益相關單位參與獲致之解決對策可行性，提出曾文溪口濕地核心區棲地試驗規劃與經營管理策略。

第二章、計畫目標、計畫範圍及工作項目

一、計畫目標

台江國家公園管理處於 100 年度辦理「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」，其中針對黑面琵鷺保護區以生態模式整合分析生態環境資料，期間雖持續辦理傳統漁獲開放採捕監測，惟已近 10 年未執行全面性基礎資源調查更新，近年業面臨包含紅樹林植群擴張、底質淤泥沉降等議題。109 年度已先行辦理「台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫」，進行曾文溪口濕地核心區濕地棲地現況評估，並與權益相關單位進行意見溝通交流，綜整提出曾文溪口濕地核心區棲地試驗規劃草案。爰規劃於 110 年度，依據前期棲地改善試驗規劃進行試驗，並依據歷史調查資料，監測比對試驗前中後變化差異，評估試驗成效。透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略。

二、工作地點及範圍

以曾文溪口濕地核心區(黑面琵鷺生態保護區)為主，以及保護區周緣地區及養殖池主要渠道口等區域為工作地點，其範圍如下圖及圖 1 所示。



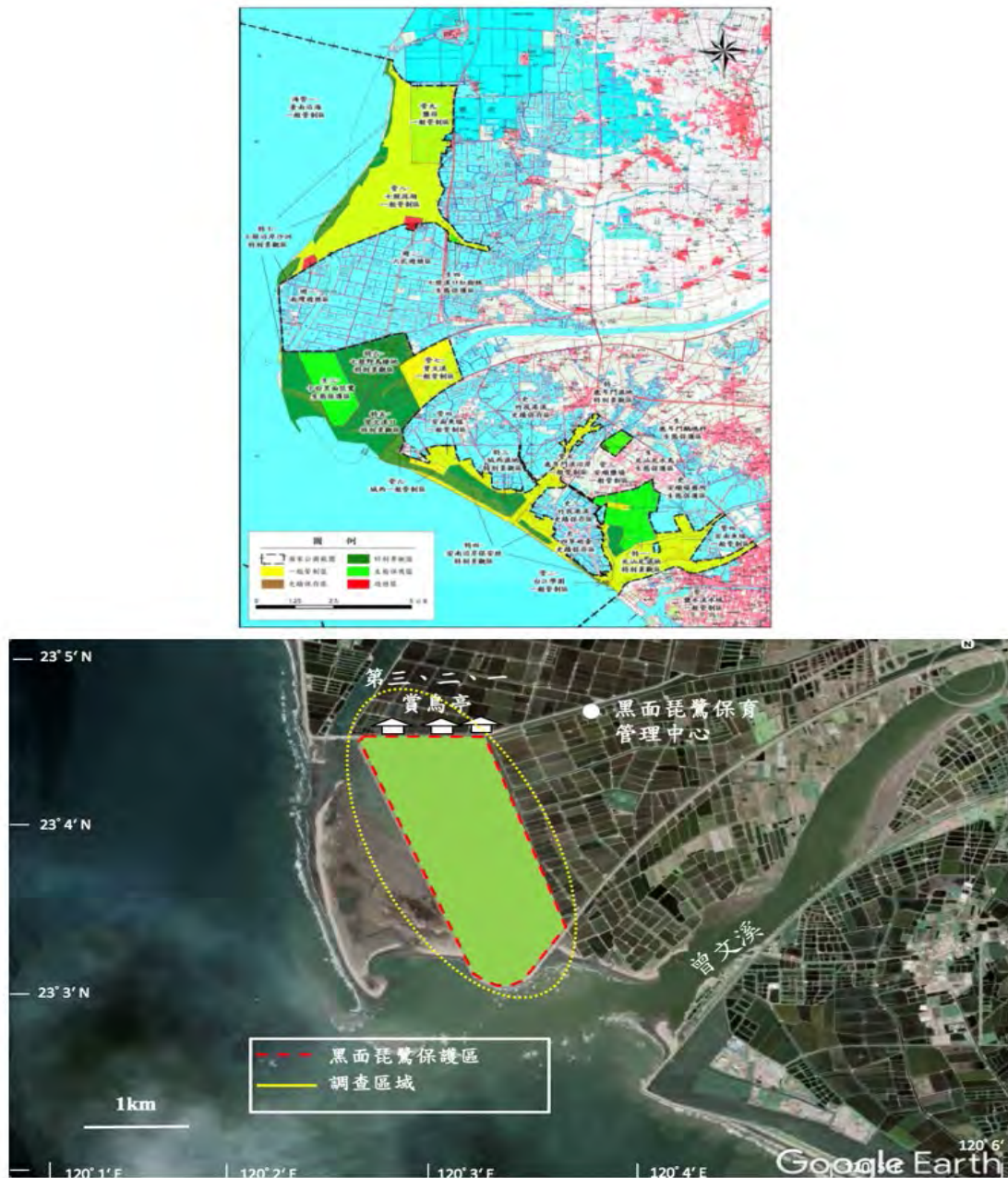


圖 1、黑面琵鷺生態保護區位於台江國家公園園區位置圖(上圖)，黑面琵鷺生態保護區範圍圖及調查範圍示意圖 (下圖)

三、工作項目

(一) 曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測，包含以下項目：

1. 於曾文溪口濕地核心區及周緣潮溝水門匯流口，依下列水域魚類、水域及底棲無脊椎動物(蝦蟹類、螺貝類等)物種特性，劃設代表性樣站(至少 3 處)，執行種類組成調查(年度原則 4 次)。
2. 針對外圍樣區，每季於潮間帶執行拖網調查水域魚蝦蟹生物資源，分析物種組成及生物量，原則每季 1 網次。
3. 鳥類利用狀況調查：原則依內圍、外圍、最外圍等 3 樣區劃分方式，度冬季每月 2 次，非度冬季每月 1 次，每次調查各執行鳥種、數量調查，並記錄調查當下指標水位。
4. 浮游動物、浮游植物，劃設代表性樣站(至少 4 處)，執行組成及豐度調查原則每季 1 次。
5. 龍鬚菜組成、生長週期變化，並試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗(至少 1 次)。
6. 水質、底質環境因子監測定期監測。
 - (1)水質因子監測：於潮溝、水門匯入保護區入流口特性劃設樣站至少 7 處，原則每季 1 次。項目至少包含水溫、溶氧、鹽度、導電度、酸鹼值(pH 值)、懸浮固體、濁度、化學需氧量、生化需氧量、總磷、氨氮、硝酸鹽氮、葉綠素 a。
 - (2)底質因子監測：於潮溝、水門匯入保護區入流口，以及感潮內圍、外圍、最外圍灘地特性，劃設樣站至少 8 處，原則每季 1 次。
7. 110 年度黑面琵鷺生態保護區經濟貝類開放採捕監測：
 - (1)漁民漁撈情形調查統計，並比對歷年採捕狀況。
 - (2)依內圍、外圍、最外圍樣區劃分方式，執行環文蛤族群定量調查。
8. 前述各項調查及試驗作業須視黑面琵鷺度冬棲息行為及時段，配合調整調查時段及方式。

(二) 曾文溪口濕地核心區濕地棲地生物多樣性提升試驗施行及成效監測

1. 綜整前期規劃之棲地改善試驗草案(附件 1)及現況實務可行性，於期初工作計畫書階段提出正式試驗規劃內容，經本處審查同意並協助各項申請許可後，配合於非候鳥度冬期間進行試驗。
2. 並依據前述調查資料，監測比對試驗前後變化差異，評估試驗成效。

(三) 透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略。

第三章、文獻回顧

一、前人研究

台江國家公園因其地理位置特殊、多元棲地孕育豐富生物資源和人為發展相關產業文化，為一人文歷史、生態保育與經濟產業兼併之國家公園。故自 2009 年成立以來，除台江國家公園管理處對此區的管理和委託調查不遺餘力外，更有許多不同領域的國內學者針對此區進行相關研究。如：台江國家公園及周緣地區人文歷史調查及保存規劃研究（劉益昌，2011）、台江國家公園園區水路資源利用型態調查及評估（郭育任，2012）、台江國家公園遊客生態旅遊認知之探討（吳秉誠，2013）、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（林幸助，2011）等。與黑面琵鷺保護區水生生物相關之研究最主要則為歷年保護區內經濟貝類的監測計畫（黃大駿&邱郁文，2016、2017；邱郁文&黃大駿，2014、2015、2019；謝寶森&邱郁文，2012、2013）以及曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口重要濕地（國際級、國家級）基礎調查（邱郁文&黃大駿，2019）、七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查（曾惠珠，2006）等。初步蒐集並整理之相關計畫如表 1。

表 1、彙整之台江國家公園(含黑面琵鷺保護區)及周緣地區文獻名錄及摘要

	相關計畫/文獻	研究期間/計畫年份	研究/目標區域	主要研究目標及相關性分析	可利用類型分類
主要相關之調查計畫及	邱郁文、黃大駿、孫建平(2020) 台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫(109)	2020.01~2020.12	黑面琵鷺保護區(曾文溪口濕地)	1. 黑面琵鷺保護區內、保護區周緣地區及養殖池主要渠道口之浮游生物、底棲無脊椎動物（螺貝類、蝦蟹類）、魚類、鳥類等生物群聚組成及生物量分析。 2. 分析相關樣區的水質及底質狀況，獲取關鍵性的環境資訊，期取得生物豐度分布與環境變化的關聯性。 3. 調查環境地形水文、水質及底質狀況，分析紅樹林歷年植群分布變化及龍鬚菜組成及生長變化 4. 蒐集分析漁民螺貝類之採捕現況，提供未來在經營管理方向之參考資料。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及環境回顧

	相關計畫/文獻	研究期間/計畫年份	研究/目標區域	主要研究目標及相關性分析	可利用類型分類
文獻	邱郁文、黃大駿 (2019) 台江黑面琵鷺保護區底棲指標生物族群及棲地調查監測計畫(108)	2019.01~2019.12	黑面琵鷺保護區(曾文溪口濕地)	1.針對黑面琵鷺生態保護區進行指標生物資源及分布進行調查，預期針對最主要的經濟物種環文蛤，以及在地最具代表性的優勢物種燒酒海蜷、栓海蜷、鐵尖海蜷作為調查目標。 2.分析相關樣區的水質及底質狀況，獲取關鍵性的環境資訊，期取得生物豐度分布與環境變化的關聯性。 3.蒐集分析漁民螺貝類之採捕現況，提供未來在經營管理方向之參考資料。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及環境回顧
	邱郁文、黃大駿 (2018) 106-107 年度曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口重要濕地(國際級、國家級)基礎調查	2017.08~2018.11	曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口濕地	1.針對台江國家公園重要濕地進行水生底棲生物之定性定量調查、以穿越線法進行環文蛤及海蜷科物種資源以及生理形質調查，另配合底質環境因子分析了解生物物種豐度分布及環境特性。 2.本案所新提的計畫主要即延續此計畫案，針對部分底棲指標性物種以及底棲環境進行調查，可進行時間及空間上的比較分析，了解近年的生物及環境變動情形。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及環境回顧
	黃大駿、邱郁文 (2017) 台江國家公園黑面琵鷺生態保護區經濟貝類監測計畫(106)	2017.1~2017.11	黑面琵鷺保護區(曾文溪口濕地)	1.持續針對漁民主要採捕物種環文蛤 (<i>C. sinensis</i>)、海蜷科(Potamididae)的海蜷及底泥為監測對象，進行長期的採捕調查及族群數量分析研究。 2.估算當地環文蛤族群數量、採捕規範限制、保育區規劃和開放採捕時間及海蜷族群量，作為建立台江國家公園黑面琵鷺保護區資源保育及永續利用的基礎資料，以提供未來在開放傳統採捕行為標準與規範之建議，以達到該區自然資源永續利用之原則。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及環境回顧
	黃大駿、邱郁文 (2016) 台江國家公園黑面琵鷺生態保護區經濟貝類監測計畫(105)	2016.1~2016.11		1.以黑面琵鷺保護區之經濟貝類資源動態管理為目標，以達保育和傳統漁業共存之明智利用，藉由長期管理並監控開放採捕季節前後貝類資源變化、漁民採捕情形及目標貝類環文蛤之生殖動態等資訊，由科學數據回饋提供下一年度開放採捕季節調整之依據參考。	
	邱郁文、黃大駿(2015) 非候鳥度冬季節開放漁民進入黑面琵鷺生態保護區採捕經濟貝類監測計畫(104)	2015.1~2015.11		2.貝類監測計畫以從 2011 年持續至今。本計畫之黑面琵鷺保護區之貝類資源監測將與 2011 年至今的貝類採捕狀況、貝類族群變化動態	
	邱郁文、黃大駿 (2014) 非候鳥度冬季節開放漁民進入 黑面琵鷺生態	2014.5~2014.8			

	相關計畫/文獻	研究期間/計畫年份	研究/目標區域	主要研究目標及相關性分析	可利用類型分類
	保護區採捕經濟貝類監測計畫			等。	
	謝寶森、邱郁文(2013) 曾文溪口黑面琵鷺生態保護區原有漁撈行為監測計畫	2013.5 ~2013.8			
	謝寶森、邱郁文(2012) 曾文溪口黑面琵鷺生態保護區原有漁撈行為監測計畫	2012.1~2012.12			
其他相關區域之調查計畫及文獻	七股鹽田濕地(國家級)- 保育利用計畫(草案)	2016 公告	七股鹽田濕地	1.依據濕地保育法辦理七股鹽田重要濕地之保育利用計畫擬定。彙整相關計畫、法規、生態及水資源、人文歷史等各方面之資料，並規畫後續濕地之保育利用目標及管理、科研等策略。 2.保育利用計畫依規定彙整相關濕地之動植物資源文獻回顧。可做本計畫七股鹽田濕地之歷史資料參考線索和依據。	台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧
	鹽水溪口重要濕地（國家級）保育利用計畫	2016 公告	鹽水溪口重要濕地	1.依據濕地保育法辦理鹽水溪口重要濕地之保育利用計畫擬定。彙整相關計畫、法規、生態及水資源、人文歷史等各方面之資料，並規畫後續濕地之保育利用目標及管理、科研等策略。 2.保育利用計畫依規定彙整相關濕地之動植物資源文獻回顧。可做本計畫鹽水溪口濕地歷史資料參考線索和依據。	台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧
	四草重要濕地（國際級）保育利用計畫	2016 公告	四草重要濕地	1. 依據濕地保育法辦理四草重要濕地之保育利用計畫擬定。彙整相關計畫、法規、生態及水資源、人文歷史等各方面之資料，並規畫後續濕地之保育利用目標及管理、科研等策略。 2.保育利用計畫依規定彙整相關濕地之動植物資源文獻回顧。可做本計畫四草濕地歷史資料參考線索和依據。	台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧
	曾文溪口重要濕地（國際級）保育利用計畫	2016 公告	曾文溪口重要濕地	1.依據濕地保育法辦理曾文溪口重要濕地之保育利用計畫擬定。彙整相關計畫、法規、生態及水資源、人文歷史等各方面之資料，並規畫後續濕地之保育利用目標及	台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧

	相關計畫/文獻	研究期間/計畫年份	研究/目標區域	主要研究目標及相關性分析	可利用類型分類
				管理、科研等策略。 2.保育利用計畫依規定彙整相關濕地之動植物資源文獻回顧。可做本計畫曾文溪口重要濕地歷史資料參考線索和依據。	
	台江國家公園管理處 (2013)蝦蟹寶貝-台江蝦蟹螺貝類圖鑑	2013 發行	台江國家公園範圍內	1.概述台江國家公園濕地環境，並羅列常見的蝦蟹螺貝種類，為一本具科普及解說教育功能之實用手冊。 2.可作為普查物種名錄比對之基礎依據。惟其囊括的螺蝦貝類為常見或具特殊代表性之生物。若需釐清各重要濕地之水生生物資源和名錄，仍有必要針對各濕地進行普查，以完善濕地種類名錄。	台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧
	王一匡 (2012) 推動確保黑面琵鷺食源之生態養殖實驗計畫	2011	台南大學七股校區魚池	1.此計畫主要以保育為目標之為魚類實驗性養殖，執行項目包括魚池改良營造、魚類養殖試驗及基礎環境資料蒐集，以及螺貝類之調查等。 2.實驗位置鄰近曾文溪口濕地，其底棲生物螺貝類物種清單可作為參考。	鄰近地區潮間帶及水生生態資源回顧

二、台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧

為了解黑面琵鷺保護區及鄰近區域生物生態資源，彙整台江國家公園近年相關調查文獻，顯示過去已有關於節肢動物、軟體動物、寡毛動物和多毛動物之研究，如林幸助等於 2011 年時針對台江國家公園及周緣地區進行調查。其研究結果顯示於台江地區共記錄得 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，其中七股潟湖北區記錄得 3 綱 19 科 36 種、中區 2 綱 14 科 30 種；七股溪口 2 綱 13 科 29 種、南區 3 綱 13 科 30 種；黑面琵鷺保護區北區記 2 綱 6 科 10 種、黑面琵鷺保護區南區 2 綱 2 科 8 種；曾文溪口 2 綱 5 科 5 種。蝦蟹部分則共記錄得 15 種、螃蟹 12 種。其中七股潟湖內記錄得蝦 13 種，以刀額新對蝦最多，次為長毛明對蝦，螃蟹記錄得 7 種，以鋸緣青蟳最多，字紋弓蟹次之；黑面琵鷺保護區記錄得蝦 7 種，以刀額新對蝦最多，螃蟹記錄得 5 種，以遠海梭子蟹最多，次為萬歲大眼蟹；曾文溪口記錄得蝦 2 種，分別是短溝對蝦和南美白蝦，螃蟹記錄得 5 種，以紅星梭子蟹最多，次為鈍齒短槳蟹。另郭育任於 2012 年針對台江國家公園園區水路資源利用進行資料的彙整，其中鹽水溪、嘉南大圳、四草內海水道彙整的蝦蟹貝類物種如下，共記錄得有 7 科 33 種，其中有短指和尚蟹、凶狠圓軸蟹、鉅緣青蟳、角眼沙蟹、臺灣招潮蟹、萬歲大眼蟹、白紋方蟹、字紋弓蟹、網目海蟪等多種蝦蟹貝類物種；於鹿耳門溪、竹筏港溪及曾文溪水鹿彙整的蝦蟹貝類物種

記錄得 8 科 13 種，其中有鈍齒短槳蟹、晶瑩蟬、紅星梭子蟹、弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、賈瑟琳招潮蟹、短溝對蝦、半紋斧蛤、黑齒牡蠣、山椒螺、細小彈頭螺等多種蝦蟹貝類物種；在七股潟湖、七股溪與大潮溝水路彙整的生物如下，蝦蟹部分共記有 4 科 11 種，如鈍齒短槳蟹、鋸緣青蟬、弧邊招潮蟹、清白招潮蟹、臺灣招潮蟹、臺灣厚蟹、字紋弓蟹等，貝類部分則記錄得多種螺貝類，如黑齒牡蠣、山椒螺、布氏魁蛤、土豆魁蛤、紅鬚魁蛤、光亮賊蛤、黑障泥蛤、馬鞍障泥蛤、太平洋牡蠣、黃玉櫻蛤、厚殼縱簾蛤、環文蛤、顆粒玉黍螺、黑尖玉黍螺、輻射玉黍螺、臺灣玉黍螺、翻唇玉黍螺等。

其他相關研究如 2012 年委託國立臺南大學王一匡執行確保黑面琵鷺食源之生態養殖計畫，為了補充黑面琵鷺的食源和棲地為維持穩定度冬族群之思考方向，以國立臺南大學的七股西校區為生態保育用地，施作適合做為提供候鳥食源和棲地的場所。底泥樣本共採集到 3 門 13 科，優勢種螺貝類數量最多，多毛類其次，節肢動物最少。粗米螺科、海蜷螺科和錐頭蟲科、纓鰓蟲和沙蠶科、殼菜蛤科、鈎蝦等。拖網樣本共採集到 11 種優勢種為螺貝類，包括流紋蜷、栓海蜷、土嘴瓜殼菜蛤和東方白蝦及頭紋細棘蝦虎、爪哇擬蝦虎、小擬蝦虎。另有魚類資源之調查如 2006 年曾惠珠之碩士論文：「七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查」，記錄到魚種組成 16 科 21 種，其中以大鱗鰻為主棲地最優勢之魚種、捕獲數量達 1,583 隻、花身雞魚與短吻鰻則次之。

根據陳孟仙等人(2019)於台江國家公園亞潮帶海域之生物資源調查與多樣性保育研究的調查結果顯示：2016–2019 台江國家公園海域之表層水體的亞硝酸鹽、氨氮、溶氧和 pH 值皆符合臺灣甲類海域水質標準。園區海域內主要常見的藻種為矽藻，優勢藻種的組成具有區域及季節上的差異；七股沿海常見的浮游動物大類有：哲水蚤 (50%)、夜光蟲 (10%)、蝦幼生 (10%)和介形類 (8%)。2006 年–2018 年底棲蝦類 6 科 13 屬 19 種(3,550 尾)，前 5 優勢底棲蝦種依序為中華仿對蝦、長角仿對蝦、彎角鷹爪對蝦、婆羅門赤蝦及角突仿對蝦。七股沿海的蝦類群聚組成隨季節而異，前期物種數呈現春季低，夏、秋季高。但在 2016 年後，物種數則以夏季最低，秋季最高現象。七股潟湖內棲息著大量劍角新對蝦、長毛對蝦、草對蝦、短溝對蝦及近緣新對蝦的幼蝦，而潟湖外的海域則以角突仿對蝦、長角仿對蝦、中華仿對蝦、鬚赤蝦等的成蝦為主。2006–2019 年七股沿海共累計記錄 33 種蟹。蟹種數和豐度有季節性的差異，呈現 5 至 9 月(雨季)較高。後期紅星梭子蟹取代銀光梭子蟹成為本海域的最優勢蟹種，矛形梭子蟹則位居第 3 優勢蟹種。2013–2018 年青山漁港捕撈螺貝類。鳳螺佔漁獲重量百分比為最高 (38%)，其次為其他螺貝類佔 31%，香螺佔 16%，以及文蛤佔 14%。查報漁獲螺貝類重量(包括鳳螺和香螺)呈現逐年減少的趨勢。以漁獲季節來看，鳳螺全年皆產，但以春、夏兩季查報漁獲重量較多；香螺主要產季在春季；文蛤全年皆產，季節差異較不明顯。2006 至 2019 年七股沿海底拖累積記錄魚種數 30 科 79 種類，前 5 優勢的底棲魚種為高體大鱗魮、準大頭狗母、黑斑圓鱗魮、黑似天竺鯛和寬條鸚天竺鯛。七股沿海的底棲魚種組成具有季節變化。

本研究團隊邱郁文及黃大駿等人於 2017–2018 年時針對曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口重要濕地(國際級、國家級)進行普查，研究結果顯示台江國家公園園區內周緣地區重要濕地，共記錄軟體動物有 37 科 100 種，節肢動物有 22 科 64 種，環節動物有 7

科 9 類。

另外，本研究團隊邱郁文及黃大駿，亦於 2020 年於黑面琵鷺保護區內、保護區周緣地區及養殖池主要渠道口、曾文溪河口濕地等區域進行定量調查，共記錄浮游植物 3 門 25 屬 53 種、浮游動物 5 門 17 大類；水域及底棲性無脊椎動物 2 門 10 科 25 種、拖網捕獲底棲動物 2 門 6 科 9 種；鳥類於保護區內圍、外圍及最外圍則分別記錄 44 種、35 種及 47 種。

三、黑面琵鷺保護區之貝類資源管理以及附近海域生態環境資訊回顧

台江國家公園管理處，對於黑面琵鷺保護區貝類資源永續利用投注相當心力，過去自 101-109 年開始委託本團隊持續保護區內貝類資源收集、分析、資源及漁民採捕現況，藉由歷年的研究成果制定適時、適地符合在地傳統漁業方式的管理方法，並對進行有效及即時的監測及控管。匯整 100 年 5 月開始至 109 年 10 月進行台江國家公園黑面琵鷺保護區內環文蛤族群歷次豐度及個體平均重量調查結果顯示，在 100 年前並沒有相關管理制度下環文蛤被大量捕捉，101 年時環文蛤的族群豐度已降低至 $63.41 \pm 30.0 \text{ ind./10 m}^2$ ，平均重量亦減至 $8.6 \pm 3.1 \text{ g}$ 。在 101 年開始進行採捕管理後，102 及 103 年時環文蛤的豐度有上升至 144.67 ± 27.60 及 $96.33 \pm 42.34 \text{ ind./10 m}^2$ 。然而，環文蛤豐度和個體重量在 104 年持續降低至 107 年為最低，豐度分別為 54.69 ± 26.91 及 $5.76 \pm 5.95 \text{ ind./10 m}^2$ ，個體重量分別為 $12.72 \pm 5.84 \text{ g}$ 及 $3.41 \pm 3.63 \text{ g}$ ，豐度下降且重量也下降，反應環文蛤族群數量減少。自 107 年開始縮短採捕季至 2 個月後，108 年之環文蛤族群豐度($36.25 \pm 21.25 \text{ ind./10 m}^2$)及重量($4.24 \pm 3.34 \text{ g}$)已有些許回升，但與歷年相比仍屬偏低，而 109 年度豐度雖然沒有明顯上升的趨勢，但是在平均重量上與 108 年相比有上升兩倍之多。100 年至 108 年的歷年豐度及個體重量變化之統計結果顯示，歷年族群豐度以 100 年及 103 年顯著較高，而 106 年及 107 年顯著較低；個體平均重量以 103 年及 104 年顯著較高，而 107 及 108 年顯著較低。

100 年至 109 年歷年環文蛤殼齡組成百分比顯示，國家公園內採捕到的環文蛤主要以 II 齡(2.4-3.6 mm)居多，V 齡(4.5 mm 以上)捕捉到的數量最少。101 年至 102 年 I 齡與 II 齡有大量出現的情況，此時的族群豐度亦是歷年來最高，但是 I 齡貝至 103 年減少至不到 10% 後開始逐年增加，至 107 年 I 齡貝佔總族群殼齡約 80%，而族群豐度從 102 年後開始呈現急遽下降的趨勢，至 108 年 I 齡貝佔總族群殼齡達到 60% 左右，族群豐度則因為大量的 I 齡貝呈現些微上升的趨勢，至 109 年則以 II 齡貝該族群中的主要組成齡期，代表台江國家公園環文蛤的族群數量有逐漸呈現穩定成長的趨勢，但是 IV 齡貝及 V 齡貝在整體比例上還是偏低的狀態，故仍然持續受到人為採捕壓力或棲地環境變化等因數影響，須持續進行追蹤探討。

綜合歷年調查資料顯示，台江國家公園黑面琵鷺保護區中的環文蛤，目前已顯示近年族群緊迫的現象，使其環文蛤族群為增加補充群產生大量釋幼的情況。因此，為減低環文蛤生殖緊迫，已於 109 年度進行分區開放採捕管理，使部份區域的環文蛤得已恢復其原本族群，使其環文蛤採捕的傳統漁撈行為得以永續經營。

除環文蛤調查外，歷年指標性物種海蜷之採捕記錄顯示，105 年至 109 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化，109 年燒酒海蜷及鐵尖海蜷之平均豐度僅較 108 年高，但是較 105-107 年低，而 109 年栓海蜷之平均豐度除 106 年外，與歷年相比皆屬於豐度較高的狀態。顯示其結果與環文蛤相似變化，在指標物種海蜷在 108 年豐度陡降，但於 109 年回升，顯示分區開放採捕管理制度得以使部分區域之資源回復。

四、黑面琵鷺生態保護區之地形環境及水深現況

為了瞭解樣區內地形高程狀況，於 109 年度進行空拍及地形高程量測，並取得地形高程數值圖，並收集歷史空照影像，運算紅樹林擴散程度。空拍時間於 109 年 7 月 14 日接近乾潮之時段進行拍攝，拍攝時水門為關閉之狀態，以維持濕地內水位處在極低的狀況之下。為使數值表面模型擁有較高的精度(水平、垂直皆小於 10 公分)，於濕地周遭共設置 38 個航標點(如圖 5.1.9-1 所示)。水域部分於同年 9 月 1 日進行高程量測，利用 GNSS 即時動態定位技術，在穿越線上每間隔 20 公尺量測一點，而穿越線的間隔為 100 公尺。取得地形高程數值圖，其中保護區內最高絕對高程約為 1.4 公尺，最低絕對高程約為-3.0 公尺，高程差約 2 公尺。整體地形為東南高、西北低，較低處位於十孔水門附近和魚塢周遭的水路。另外，位於西側(十孔水門附近)及東側潮溝有淤積情形。計畫區內的流向大多往西及北流，而鄰近十孔水門處及東側水道由於有淤積情形，因此流向較為紊亂。

第四章、研究方法

本計畫定期執行浮游生物、底棲無脊椎動物(螺貝類、蝦蟹類)、魚類、鳥類等生物群聚組成分析，並調查環境水質與底質狀況，以及及龍鬚菜組成及生長變化。藉由科學證據了解物種分布及環境現況，取得生物豐度分布與環境變化的關聯性。此外，並持續收集及分析漁民採捕現況並予評估，藉由追蹤環文蛤資族群變化，提供管理單位科學數據以作為動態管理(Dynamic Management)之依據，並根據前期 109 年之經營管理策略，進行紅樹林移除及人工潮溝池施作等微棲地調整工作，再根據上述調查及執行成果，提出後續曾文溪口濕地核心區棲地試驗規劃及經營管理策略。

依據各個不同微棲地及背景環境之特性進行樣站選定，曾文溪口濕地核心區(黑面琵鷺生態保護區)以及保護區周緣地區各測站分布示意圖如圖 2 所示。保護區內部由北至南可區分為內圍、外圍及最外圍等三區，保護區周圍由北至東共分為 ST1-ST6 等 6 站，西岸外圍之沙洲為 ST7 站，共計 10 個測站。

各測站之樣點描述見表 2。

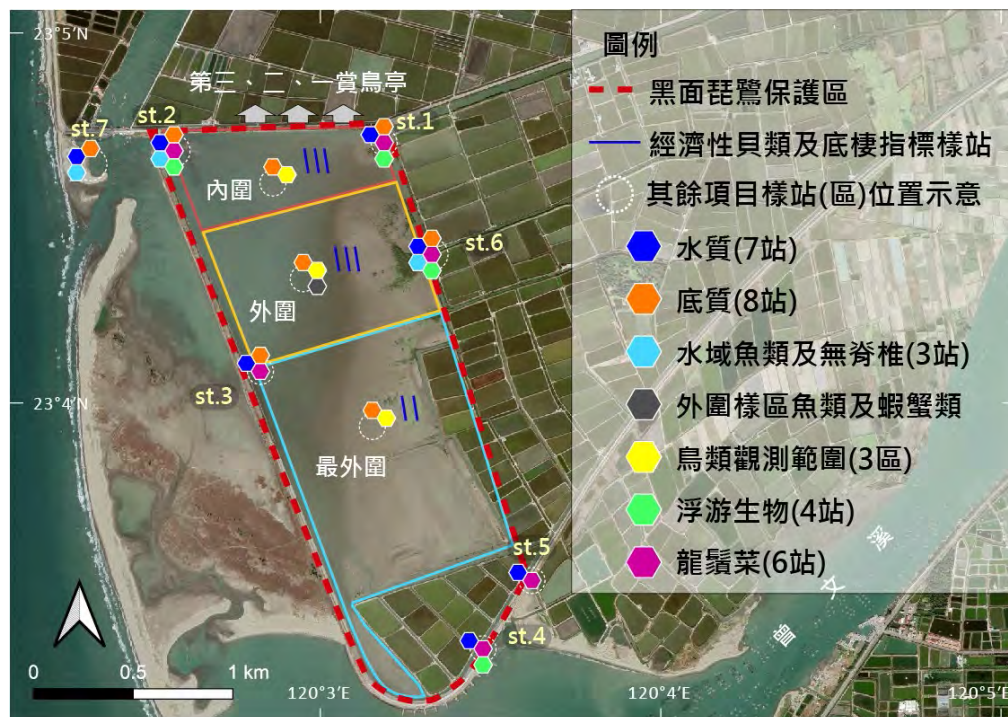


圖 2、曾文溪口濕地核心區(黑面琵鷺生態保護區)以及保護區周緣地區各測站分布示意圖。

表 2、110 年各測站樣點描述及照片

測站	點位	樣站微棲地類型
ST.內圍	23° 4'39.65" N 120° 3'6.46" E	泥灘、紅樹林、潮溝
ST.外圍	23° 4'30.91" N 120° 3'7.47" E	
ST.最外圍	23° 4'40.93" N 120° 3'9.15" E	
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區內部由北至南可區分為內圍、外圍及最外圍等三區。各樣點之樣站位置為採樣當月大退潮時此三區顯露的泥灘地，底質主要為泥沙灘並間生紅樹林。		
 		
測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 1	23° 4'44.46"N 120° 3'11.54"E	礫灘、泥灘
樣站描述：黑面琵鷺保護區賞東北隅，臨近第一、二賞鳥亭。位於為最北的養殖排水渠道排水口，亦為主要水流交換的水道之一，沿岸底質近護堤為小礫石，水道處則為泥質灘地。		
 		

表 2（續）、110 年各測站樣點描述及照片

測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 2	223° 4'43.39"N 120°2'34.64"E	泥沙灘、紅樹林
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區西北隅，臨近主要的排水閘門，為黑面琵鷺保護區內最主要與外界流通的水流通道，具水體交換環境區域的代表性，此樣站岸邊為植生護堤，間有紅樹林分布，退潮後沿岸底質呈現為較為密實的泥沙灘地，往水道中央較偏為軟泥。		
		
測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 3	23°3'52.60"N 120° 2'52.60"E	礫灘、泥灘
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區之西側，為於外圍樣區及最外圍樣區的交界處附近。周圍無水閘門或排水道，漲退潮之水流較為和緩，此樣站岸邊為植生護堤，底質臨岸堆有較大礫石，往水道中央則為泥沙灘地。		
		

表 2（續 1）、110 年各測站樣點描述及照片

測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 4	23°3'23.62"N120° 3'33.05"E	沙灘及人工海岸 (消波塊)
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區東南隅，於七股堤防外，為南側的水閘門通道附近，南側水閘門亦為本保護區對外主要交換水流之通道之一。由於本年度調查時南測水閘門有工程施作，因此僅於旁未施工處進行調查。本處主要為消波塊、人工堤坊與砂質灘地所組成的海岸，在颱風及強降雨過後，常有養殖海漂垃圾一如竹筏及保麗龍塊等，堆積於此。		
		
測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 5	23° 3'38.68"N 120° 3'41.27"E	泥灘、紅樹林
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區東南隅，於最南的養殖排水渠道內，受養殖排水影響較大，此樣站並接近南側的排水渠道，為主要水流交換的水道之一，岸邊主要為水泥護堤並間生紅樹林，沿岸底質主要為泥沙灘，往水道中央而偏泥。		
		

表 2（續 2）、110 年各測站樣點描述及照片

測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 6	23° 4'24.73"N 120° 3'20.29"E	泥灘、紅樹林
樣站描述：此樣站位於黑面琵鷺保護區內圍與外圍交界處之東岸潮溝口，為養殖排水渠道排水口，受養殖排水影響較大，為主要水流交換的水道之一，岸邊為植生護堤，主要為紅樹林，沿岸底質往水道中央而為泥灘地，潮間帶較短，有架設待袋網等人為漁撈活動		
		
測站	點位	樣站微棲地類型
ST. 7	23°4'42.58" N 120°2'27.67"E	沙洲、礫灘、人工養殖蚵架
樣站描述：樣站位於黑面琵鷺保護區西側十孔水門外，為保護區至出海口必經之主要水域，此處水流混亂，底質深淺不一，亦形成深溝、沙洲等各種樣貌。沿岸之潮間帶底質主要為礫灘混砂泥底質灘地，測站前方水域密布人工養殖蚵架，周邊亦有舢舨及垂釣遊客，漁業休閒利用較多。		
		

整體工作項目性質可分為三大項，第一項為研究調查性質－曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測，研究方法如後。第二為配合辦理前期棲地改善試驗草案。第三則根據上述兩項成果進行綜合提出常態性經營管理策略。相關調查方法及內容如下。

一、曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測

(一) 水質、底質環境因子定期監測

1.1 水質環境因子監測

1.1.1 調查頻度：

每季 1 次，共計 4 次。

1.1.2 調查樣站：

如圖 2 所示，樣點位於 ST1、ST2、ST3、ST4、ST5、ST6 及 ST7 共計 7 站。

1.1.3 調查方法：

分析項目包括水溫(T, temperature)、溶氧量(DO, dissolved oxygen)、鹽度、導電度(Cond., conductivity)、酸鹼值(pH)、總懸浮固體(TSS)、濁度、化學需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、總磷(TP)、氨氮(NH₃-N)、硝酸鹽氮(NO₃⁻-N)及葉綠素(Chl. a)等 13 項。

水質因子測定分為現場水質測定及實驗室水質分析兩大類。現場水質測定主要以 Hydrolab (mini sonde 4A, USA)測定現場水體溫度(後簡稱：溫度)(環檢所，1999)溶氧量(環檢所，2012)、鹽度(環檢所，2003)、導電度(環檢所，2001)、與 pH(環檢所，2019a)等水質資料。實驗室水質分析之項目水樣，將樣點水樣以低溫冰藏遮光之方式攜回實驗室後做進一步的水質檢測分析，其檢測項目包含總懸浮固體(環檢所，2013)、濁度、化學需氧量(環檢所，2007)、生化需氧量(環檢所，2011b)、與葉綠素 a(環檢所，2010)等水質重要指標。此外，為有效了解水質與底棲動物的關係，亦針對水中氨氮(環檢所，2005c)、硝酸鹽氮(環檢所，2006)及總磷(環檢所，2005d)進行分析，檢驗方法將參考環境保護署環境檢驗所提供之標準方法。

1.1.4 資料分析：

110 年間之水質數據以單因子變異數分析(one-way ANOVA)分別進行季節間與測站間分析，若有顯著差異則以(Duncan)進行事後檢定，了解各項水質因子有無季節或測站間的差異。此外，再以 108-109 年之資料做為背景值進行比較(t.test)，看各月測值是否有高於歷史背景值之情況。

由於水質所測項目多，又可能有測站、季節或年度之影響，因此為釐清上述因素，在歷年各月測站水質資料分析中，以主成分分析(Principal Components Analysis, PCA)，對其變數降微處理、參數簡化。本計畫主成分分析採用 R gui (4.1.2 version) 的 vegan 套件進行資料處理、運算及視覺化工作。先將各種不同水質因子之測量數

以 decostand 設定"standardize"指令進行正規化 (Normalization, 相當 Primer 6.0 套裝軟體中的 normalise 環境變數前處理), 再以 rda 指令進行主成份分析, 並以 scroce 配合 scaling 取得變數特徵向量值。

水質分析項目 (縮寫, 單位)	參考方法
現場檢測	
水溫(T, °C)	電極法 (NIEA W217.51A) (環檢所, 1999)
溶氧(DO, mg/L)	電極法 (NIEA W455.52C) (環檢所, 2012)
鹽度(Sal, psu)	導電度法 (NIEA W447.20C) (環檢所, 2003)
導電度(Cond, ms/cm)	導電度計法(NIEA W203.51B) (環檢所, 2001)
酸鹼值(pH)	電極法 (NIEA W424.53A) (環檢所, 2019a)
實驗室分析	
總懸浮固體(TSS, mg/L)	103-105°C乾燥 (NIEA W210.58A) (環檢所, 2013)
濁度(Turb, NTU)	濁度計法 (NIEA W219.52C) (環檢所, 2005a)
化學需氧量(COD, mg/L)	重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W515.55A) (環檢所, 2018)
生化需氧量(BOD, mg/L)	(NIEA W510.55B) (環檢所, 2011)
總磷(TP, mg/L)	比色法 (NIEA W444.51C) (環檢所, 2005b)
氨氮(NH ₃ -N mg/L)	靛酚比色法 (NIEA W448.51B) (環檢所, 2005c)
硝酸鹽氮(NO ₃ -N mg/L)	分光光度計法 (NIEA W419.51A) (環檢所, 2006)
葉綠素 a (ChlA-A, µg/L)	乙醇萃取法 (NIEA E508.00B) (環檢所, 2002)

1.2 底質環境因子監測

1.2.1 調查頻度：

每季 1 次，共計 4 次。

1.2.2 調查樣站：

如圖 2 所示，樣點位於 ST1、ST2、ST3、ST6、ST7、內圍、外圍及最外圍，共計 8 站。

1.2.3 調查方法：

於各樣點現場測定及記錄底質間隙水之酸鹼度(pH)、氧化還原電位(ORP)及底質粒徑組成等資訊。

底質間隙水之酸鹼度(pH)和氧化還原電位(ORP)以 Hach 多功能水質儀器進行測量；底質粒徑組成之取樣及分析方式如後。採取底質表層 3 cm 以內之沉積物，置入

封口袋後攜回實驗室內進行粒徑分析。粒徑分徑參考 Carver (1971)之方法，從攜回之沈積物樣本取出約 30 g 之沙泥進行分層過篩。分篩後之各樣本置入 100°C烘箱 24 小時，烘乾後秤其重以獲取數據進行後續分析。為求得相關底質參數值，先將網目大小進行數值轉換，轉換公式如為

$$\Phi = -\log_2 \text{網目大小(mm)}$$

篩選獲得之沙泥秤重後，計算沈積物各粒徑累進百分比曲線及各累計頻度 (5%、16%、50%、84%及 95%) 之相對值，由 Folk (1974) 之公式求得相關參數並分析粒徑組成之平均粒徑大小及篩選度，其公式如下：

(A)顆粒大小平均值 (MZ)：

$$MZ = (\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84})/3$$

換算出之數值(MZ)再對照 Wentworth grain size scale(Wentworth 1922)取得粒徑大小類別。

(B)篩選度 (σ_I)：

$$\sigma_I = (\Phi_{84} - \Phi_{16})/4 + (\Phi_{95} - \Phi_5)/6.6$$

依以上換算式取得篩選度參數值，推估底質水流環境紊亂程度。

1.2.4 資料分析：

110 年間之底質數據以單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 分別進行季節間與測站間分析，若有顯著差異則以 Duncan 進行事後檢定，了解各項水質因子有無季節或測站間的差異。並以雙因子變異數分析 (two-way ANOVA) 分別針對季節與測站、年間與測站的檢定，看有無因子間的交互作用，若無交互作用再比較各因子有無顯著影響，若有則以 Duncan 進行事後檢定。

由於 108 年至 110 年之底質可能有測站、季節或年度之影響與變化，因此為釐清上述因素，在歷年各月測站底質資料分析中，以主成分分析 (Principal Components Analysis, PCA)，對其變數降微處理、參數簡化。本計畫主成分分析採用 R gui (4.1.2 version) 的 vegan 套件進行資料處理、運算及視覺化工作。先將各種不同水質因子之測量數以 decostand 設定 "standardize" 指令進行正規化 (Normalization，相當 Primer 6.0 套裝軟體中的 normalise 環境變數前處理)，再以 rda 指令進行主成份分析，並以 scroce 配合 scaling 取得變數特徵向量值。

(二) 浮游生物(浮游植物及浮游動物)種類組成及豐度調查

2.1 調查頻度：

每季 1 次，共計 4 次。

2.2 調查樣站：

如圖 2 所示，樣點位於 ST1、ST2、ST4 及 ST6，共計 4 站。

2.3 調查方法：

浮游植物之採樣方式係參考環境檢驗所公告之「水中浮游植物採樣方法—採水法」(NIEA E505.50C)進行。以採水器採取表層水樣後，並以 Lugol's Solution 予以固定、染色。所得之樣本以冰桶低溫保存攜回實驗室後，視樣品數量分樣進行種類鑑定及豐度計算。

浮游動物之採樣方式係參考環境檢驗所最新公告之方法「海洋浮游動物檢測方法」(NIEA E701.20C)進行。由於保護區內之水深不足，無法採用北太平洋標準網進行拖曳採樣，故以可定量之水桶或採水器採取固定水量並以動浮網網布過濾水樣，蒐集網布上之浮游動物，並以 70%酒精或 5%中性福馬林固定樣本。樣本攜回實驗室後視樣品數量分樣，並進行大類鑑定及豐度計算。

2.4 資料分析：

先將浮游動物及浮游植物分別進行分析，以及數量之單位標準化工作。浮游動物之單位為每 100 立方公尺之個體數 (ind./100 m³)，浮游植物則為每公升之細胞數 (cells/L)，並計算各樣品之物種數、均勻度指數、豐富度指數及歧異度指數。

結合 109 年度調查資料，並進行群集分析 (Cluster) 及多元尺度分析 (MDS) 等，以釐清有無測站、年間或季節間的組成分群現象。群集分析以 Primer 6.0 套裝軟體進行，並以 simprof 進行各支序間的差異檢定。在多元尺度分析部分，則以 R gui 4.1.2 version 之 vegan 套件進行分析、運算及視覺化工作。以 metaMDS 指令進行 999 次的重複取樣及運算，並配合 envfit 指令，將各年度、季次、測站的水質參數對 MDS 之結果進行 999 次重複取樣之運算，以釐清各水質因子對樣本分布狀態的影響程度。

(三) 龍鬚菜組成、生長週期變化及試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗

本項目可分為「龍鬚菜組成及生長週期變化調查」，及「試辦模擬龍鬚菜開放採捕之可行性評估試驗」。原則延續前一年度 109 年「台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫」工作規劃及結果進行。各子項目說明如下

3.1 龍鬚菜組成、生長週期變化調查

3.1.1 調查頻度：

每月 1 次。

3.1.2 調查樣站：

如圖 2 所示。

3.1.3 調查方法：

於保護區範圍內隨機選取樣點普查龍鬚菜組成，並做於各樣點做定量面積觀察。隨機設置固定數量之採樣方框，記錄採樣方框內龍鬚菜所佔之比例面積，記錄龍鬚菜年度的生長週期之覆蓋面積變化。此外，為推估龍鬚菜之生物量變化，以協助後續試辦模擬開放採捕所需之客觀成效定量。每次調查時，取固定底部面積(如 10 平方公分)之龍鬚菜秤重(濕重)。

3.1.4 資料分析：

整合 109 年度每月調查資料，進行各測站龍鬚覆蓋率變化分析。另針對本年度龍鬚菜重量進行每月每平方公分龍鬚菜重量消長之比較。

3.2 試辦模擬龍鬚菜開放採捕之可行性評估試驗

說明：執行頻度，至少一次。

原規劃舉辦「模擬龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊，由參與活動人員進行模擬移除試驗。移除當日於固定區間內，由參與活動人員進行龍鬚菜移除，並計記錄有效活動人員數，每人所採之龍鬚菜重量、採集時間長度等資訊。再配合龍鬚菜組成、生長週期變化調查，比較試辦前後龍鬚菜的每月覆蓋面積及生物量變化等資訊。

但由於受到 COVID-19 疫情的影響，為配合中央主管機關的三級警戒之緊急應變措施，因此在合適辦理龍鬚菜開放採捕月份（6-7 月）不宜辦理暫緩辦理現地活動。經過期中會議及管理處同意後遂改以說明會之方式，推廣本龍鬚菜開放採捕的宗旨、目的及永續經營理念，並藉由問卷訪談了解在地龍鬚菜的利用方式、在地居民過去曾採捕的努力量，並收集有意願參與後續開放採捕龍鬚菜試驗的人員由計畫研究人員，以利後續試辦之推動與進行。（詳見附件 5-6）。

（四） 水域魚類、水域及底棲無脊椎動物(蝦蟹類、螺貝類等)之種類組成及生物量調查

4.1 調查頻度：

種類組成調查(每季 1 次，共計 4 次)。

4.2 調查樣站：

如圖 2 所示，種類組成調查樣點位於 ST2、ST6 及 ST7，共計 3 站。

4.3 調查方法：

主要—長沉籠調查—（魚蝦蟹螺貝）：本項目為延續 109 年之調查方法進行。

以兩至三人一組，在水岸環境，於乾潮前後 2-3 小時內，於樣站設置長沉籠並輔以蝦籠內置餌料誘捕，並以鉛塊或石頭等重物固定籠具。於 24 小時後之乾潮前後 2-3 小時內收回長沉籠及蝦籠，並將所採集到的生物置於冰箱攜回實驗室，記錄及拍照捕獲的生物種類及數量(單位為 ind./次)。

輔助一岸測定量樣框－(螺貝類調查)：本項目為新增調查。以兩至三人一組，在水岸環境，於乾潮前後 2-3 小時內，於樣站內至少設置 2 個 1 平方公尺之採樣方框，記錄棲息於底質上之表棲性螺貝類後，挖掘底土，記錄其中之內棲性螺貝類。

4.4 資料分析：

以長沉籠輔以蝦籠之調查方式為延續性調查，水岸設置採樣方框則為本年度新增之調查方法，故本項資料分析以呈現延續性調查為主，並分成兩大類(魚類及底棲無脊椎動物)分別製作名錄，記錄捕獲數量(ind./net)，再結合 109 年度調查資料，比較兩年度魚類及底棲無脊椎動物數量、物種數、均勻度指數、豐富度指數及歧異度指數變化，並進行群集分析(Cluster)及多元尺度分析(MDS)等。

(五) 外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量調查

5.1 調查頻度：

種類組成調查(每季 1 次，共計 4 次)。

5.2 調查樣區：

位於保護區內之外圍樣區內。

5.3 調查方法：

參考戴及吳(2006)方法，以 3 至 5 人一組，以蝦拖網(有效篩濾長度 8.8 公尺，高 1 公尺，網目 0.8×0.8 公分)垂直水體進行淺灘魚種調查，採全球定位系統 GPS (Global Position System) 定位測線位置，以確定採樣的起點及終點，並計算拖網距離。拖網時於水深約 20 公分之淺水域張網，網具兩邊由人工拖曳由西向東拖行，朝向灘地篩濾，拖至裸露之淺灘即停止。拖網完畢後當場記錄及拍照捕獲的生物種類及數量(單位為 ind./m²) 以及其體長及體重，並記錄樣點位置基本資料。記錄及量測完成後立即將生物樣本釋放回原採捕淺灘，若有當場未能鑑定則攜回再行鑑定。

5.4 資料分析：

製作物種名錄及捕獲數量(ind./m²)及生物量(g/m²)，再結合 109 年度調查資料，分析漁獲之物種數、均勻度指數、豐富度指數及歧異度指數變化，並進行群集分析(Cluster)及多元尺度分析(MDS)等。

(六) 鳥類利用狀況調查

6.1 調查頻度：

預定度冬季(1-5月；10-12月)每月2次；非度冬季(6-9月)每月1次，共計20次。本計畫實每月進行2次調查，實際執行24次。

6.2 調查樣區：

如圖2所示，以保護區範圍之內圍、外圍及最外圍等3個樣區。

6.3 調查方法：

調查方法採取完全計數調查(Total Count)。調查路線由第一賞鳥亭沿保護區北堤往西至十孔水門，再由十孔水門往南沿七股海堤至2公里處。沿調查路線以單筒及雙筒望遠鏡搜尋出現於調查範圍內之所有鳥類，記錄鳥種、數量、分區及調查起迄時間(可推估保護內之潮汐狀況)。除了鳥類記錄外，為探討鳥類分佈與可利用棲地的關係，每次觀測鳥類時同時至十孔水門工作站進行水位的記錄，並以水門水位計記錄水位加上絕對高程(-0.94公尺)，換算相對水位後，再並利用QGIS(ver 3.10.11 long-term)之raster surface volume功能，針對109年度地形高程模型數值資料進行各相對水位之0-20公分水域(黑面琵鷺可利用食源水深)覆蓋面積計算。

6.4 資料分析：

分區(內圍、外圍、最外圍)製作鳥類名錄及數量。並結合109年調查資料進行物種數、均勻度指數、豐富度指數及歧異度指數計算，並以Primer 6.0套裝軟體進行群集分析(Cluster)、多元尺度分析(MDS)及相似度分析(ANOSIM)等資料運算分析。並比較鳥類數量與水深之資料關係。

(七) 110年度黑面琵鷺生態保護區經濟貝類開放採捕監測

7.1 調查頻度：

環文蛤族群定量調查頻率為每季1次，並於環文蛤開放採捕日之增加1次採樣調查(六月初至六月中)，共計五次；漁民漁撈情形調查頻率為開放採捕季期間每天記錄採捕情況。

7.2 調查樣站：

如圖2所示，環文蛤族群定量調查樣點位於內圍、外圍及最外圍三區，共計3站；漁民漁撈情形調查則依民國110年度開放採捕區域進行調查。

7.3 調查方法：

7.3.1 漁民漁撈情形調查統計分析

在110年公告之開放採捕時間內，記錄漁民每天進入台江國家公園黑面琵鷺保

護區之人次，並秤重漁民以掘土方式捕拾的經濟貝類-環文蛤(*C. sinensis*)的重量。將所有資料以 Microsoft Office Excel 2013 進行整理，並輔以 Jmp6.0 中文版統計軟體進行從 101 年起之歷年資料，以及 110 年度之數據分析。計算每日採捕總人數、每日採捕總重、每日每人平均採捕總重、每日環文蛤採捕總重和每日文蛤採捕總重。其中每日每人平均採捕總重因登記採捕之漁民不一定進行採捕或二人以上共享一筆漁獲，故不計算標準偏差；將所有資料以 Microsoft Office Excel 2013 進行整理，計算每日採捕總人數與每日採捕總重之關係。

7.3.2 環文蛤族群定量調查及分析

環文蛤族群數量以穿越線定量調查法進行調查(Nielsen et al., 1992)，於每月大潮退潮前後 2 小時進行穿越線進行調查。每條穿越線選在保護區內的開放採捕區域中，退潮時露出之泥岸，於各採樣區隨機設置各 3 條長 10 公尺，左右各 25 公分（寬共 50 公分）的穿越線（圖 3）。於範圍內使用鏟子採取深度約 10 公分之底泥並將範圍內之環文蛤採回並計算族群數量，採集過程中亦將底泥回填。另將穿越線採集之樣本攜回實驗室，以游標尺測量環文蛤的殼長、殼高及殼幅（圖 4），全重則以電子秤測量至 0.1 公克。測量後之環文蛤依分齡依據分類，各齡並保留 5 隻做為標本保存，其餘環文蛤將帶回原地釋放。

當調查時間為黑面琵鷺度冬期間，則選擇半夜時段黑面琵鷺離開保護區覓食之最大潮差進行採集。本研究的環文蛤豐度估算，以每段穿越線所採集之環文蛤個體數除以每段穿越線所涵蓋面積 5 平方公尺來求得，單位為 ind./10 m²。

彙整 100 年五月至今之累積資料，分析(1)歷月環文蛤豐度及平均重量(g)變化、(2)歷年環文蛤平均豐度及平均重量變化、(3)歷年各區（內圍、外圍及最外圍）平均豐度及平均重量變化、(4)歷年殼齡百分比、(5)歷年各區（內圍、外圍及最外圍）殼齡組成百分比變化等。



圖 3、環文蛤範圍定量調查示意圖

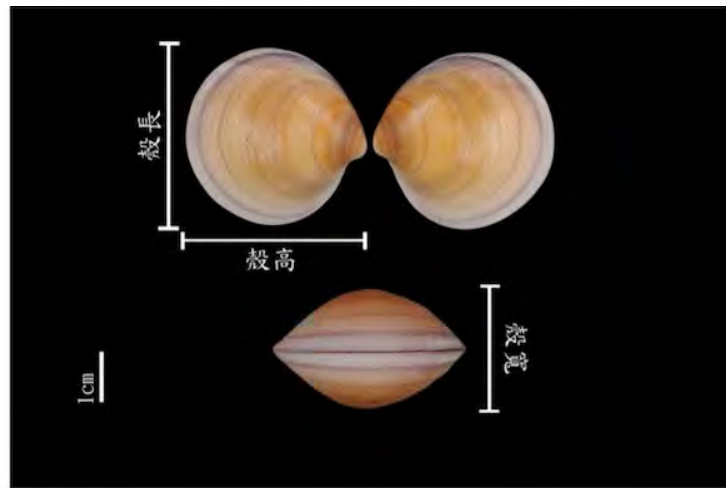


圖 4、環文蛤形質測量

(八) 注意事項

前述主題一之各項調查及試驗作業須視黑面琵鷺度冬棲息行為及時段，配合調整調查時段及方式。

二、曾文溪口濕地核心區濕地棲地生物多樣性提升試驗施行及成效監測

- (一) 綜整前期規劃之棲地改善試驗草案(附件 1)及現況實務可行性，於期初工作計畫書階段提出正式試驗規劃內容(附件 2)，經台江國家公園管理處審查同意並協助各項申請許可後，配合於非候鳥度冬期間進行試驗。

執行說明：(1) 依附件 2 所指定執行區間(非度冬季)、執行工作天數(20 天)、試驗樣區(附件 2 之圖一，第一、二賞鳥亭前方之內圍及外圍樣區)及方式進行微棲地調整及試驗，包括改善水流、局部淺渚之人工潮溝及潮池，以及控制紅樹林(海茄冬)植群範圍。

- (2) 辦理定期抑制紅樹林(海茄冬)幼苗之環教活動 1 場。

- (二) 並依據前述調查資料，監測比對試驗前後變化差異，評估試驗成效。

三、透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略

第五章、調查及執行成果

一、曾文溪口濕地核心區濕地棲地功能現況監測

(一) 水質、底質環境因子定期監測

1.1 水質環境因子監測

1.1.1 本年度調查結果

本計畫延續 108、109 年計畫，持續針對十分黑面琵鷺保護區內的 ST1、ST2、ST3、ST5 以及保護區外的 ST4、ST6、ST7 等進行水質四季次的環境採樣調查(2 月、4 月、7 月及 10 月)監測，詳細各項水質監測結果數值如表 3，108 年至今年監測各測站水質水文及營養鹽變化如圖 5~圖 7 所示。

110 年四季調查結果顯示各水質因子之單一因子變異數分析(One-Way ANOVA)，結果如表 4 所示。各項水質因子，除 COD 和葉綠素 a 檢定結果無季節間或測站間之顯著差異外，在溫度、鹽度、電導度、溶氧、濁度、懸浮物、氨氮(NH₃-N)、硝酸(NO₃-N)及總磷等在季節間有顯著差異；pH 和 BOD 則有測站間之顯著差異，分述如下。

各季之平均水溫，以 2 月為低(在 $22.9 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$)、7 月最高($32.6 \pm 1.2^{\circ}\text{C}$)。在季節間有顯著差異($P < 0.001$)，由最高至最低分別為，7 月、4 月和 10 月，以及 2 月等 3 組(Duncan test)；測站間則無差異($P = 0.97$)。符合冬季低溫、夏季高溫的特性。

電子式鹽度計在 110 年 2 月份調查時故障，故改以屈光氏鹽度計進行測量，因此僅能精準至個位數。110 年各季之平均鹽度以 10 月最低(24.9 ± 0.4 psu)、2 月最高(35 ± 0 psu)。在季節間的顯著差異($P < 0.001$)，由最高至最低分別為 2 月、4 月，以及 7 月和 10 月等 3 組(Duncan test)；測站間則無差異($P = 0.999$)。7 月及 10 月之鹽度較低，符合今年強降雨現況。根據中樣氣象局 110 年台南累積降雨量資料，今年 1 月至 4 月降雨量少，各月不足 20 毫米，至 5 月底開始正式進入雨季，累積雨量為 79.5 毫米，6 月至 8 月累積降雨量更達 458.0 毫米至 793.0 毫米，因此 7 月調查之鹽度最低。之後的 9 月降雨量緩，但仍有 115 毫米的累積雨量，至 10 月降雨量陡降至 24 毫米。雖然 10 月降雨量少，但調查當日亦有降雨，且 9 月雨量仍豐富，曾文溪水系之排水可能仍影響到調查區域之鹽度，故而 10 月的鹽度亦較低。

各季平均電導度以 7 月最低(25.0 ± 0.6 ms/cm)、2 月最高(64.0 ± 5.0 ms/cm)。電導度通常與鹽度相關，故其趨勢大致與鹽度相似。在測站間則無差異($P = 0.999$)，但在季節間有顯著差異($P < 0.001$)，由高至低分別為 2 月、4 月、10 月，以及 7 月，每月間皆有顯著差異。

各季平均溶氧，以 10 月最低(6.9 ± 1.5 mg/L)、2 月最高(9.1 ± 0.4 mg/L)。季節間有顯著差異($P < 0.01$)，由高至低可分為兩組，2 月、4 月和 7 月為一組(平均溶氧在 $8.2 \sim 9.1$ mg/L)，10 月為一組；無測站間的顯著差異($p = 0.708$)。顯示除了 10 月溶

氧較略低外，其餘季節水中溶氧較高。

各季平均 pH，由低至高分別為 10 月 8.09 ± 0.15 ，2 月及 4 月（分別為 8.21 ± 0.11 和 8.21 ± 0.04 ），最高為 7 月（ 8.27 ± 0.13 ）。pH 值不論在季節或測站間皆無顯著差異（季節 $p=0.055$ ；測站 $p=0.192$ ），整體 pH 與正常海水相近。

各季平均水中懸浮物濃度，以 2 月最低（ $51.4 \pm 10.5 \text{ mg/L}$ ）、10 月最高（ $85.5 \pm 26.2 \text{ mg/L}$ ）。在季節間有顯著差異（ $p<0.05$ ），由高至低依序可分為 2 組，分別為 10 月和 7 月，以及 7 月、4 月和 2 月等兩組（7 月其他月份節無顯著差異）；無測站間之差異（ $P>0.05$ ）。此外，參考重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準，本項目之建議值為低於 15 mg/L (內政部，104 年)，各站次皆高於建議標準。

各季平均濁度，以 2 月最低（ $6.3 \pm 3.2 \text{ NTU}$ ）、10 月最高（ $29.6 \pm 11.7 \text{ NTU}$ ）。在季節間有顯著差異（ $p<0.001$ ），由高至低可分為兩組，10 月和 7 月（ $23.9 \pm 11.7 \text{ NTU}$ ），以及 4 月（ $9.20 \pm 4.72 \text{ NTU}$ ）及 2 月兩組；無測站間差異（ $p=0.955$ ）。濁度有雨季高於乾季的現象。

各季平均水中懸浮物濃度，以 2 月最低（ $51.4 \pm 10.5 \text{ mg/L}$ ）、10 月最高（ $85.5 \pm 26.2 \text{ mg/L}$ ）。水中懸浮物濃度變化與濁度相似。在季節間有顯著差異（ $p<0.05$ ），由高至低依序可分為 2 組，分別為 10 月和 7 月（ $70.0 \pm 13.8 \text{ mg/L}$ ）一組，以及 7 月、4 月（ $60.2 \pm 17.6 \text{ mg/L}$ ）和 2 月等兩組（7 月其他月份無顯著差異）；無測站間之差異（ $P>0.05$ ）。此外，參考重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準，本項目之建議值為低於 15 mg/L (內政部，104 年)，各季站次皆高於建議標準。

各季之葉綠素 a 濃度，以 2 月最低（ $2.345 \pm 1.255 \text{ mg/L}$ ）、7 月最高（ $8.463 \pm 9.417 \text{ mg/L}$ ）。在季節和測站間皆無顯著差異（季節 $p=0.438$ ；測站 $p=0.139$ ）。

各季之平均化學需氧量（COD），以 4 月最低（ $62.43 \pm 11.23 \text{ mg/L}$ ）、10 月最高（ $92.43 \pm 37.78 \text{ mg/L}$ ）。在季節間和測站間皆無顯著差異（季節 $p=0.081$ ；測站 $p=0.655$ ）。但整體而言，幾乎所有測值皆高於重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準 50 mg/L ，有偏高的情況。

各季之平均生化需氧量（BOD），以 10 月最低（ $1.4 \pm 0.8 \text{ mg/L}$ ）、2 月及 4 月最高（分別為 $2.0 \pm 0.2 \text{ mg/L}$ 、 $2.0 \pm 1.1 \text{ mg/L}$ ）。季節間無顯著差異（ $p=0.564$ ），但有測站間的差異（ $p<0.01$ ）。各測站以東魚塢交會口的 ST3 最高（ $3.00 \pm 0.94 \text{ mg/L}$ ），由高至低排序為 ST6、ST5、ST7、ST1、ST2、ST4 和 ST3 測站，其中 ST5 和 ST7 與其他測站無顯著差異，但位於東魚塢交會口 ST6 測站和 ST1、2、4、5 測站間有顯著差異。顯示東魚塢交會口的生化需氧量濃度較高。

各季之平均氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ），以 7 月最低（ $0.18 \pm 0.10 \text{ mg/L}$ ）、2 月最高（ $3.18 \pm 0.96 \text{ mg/L}$ ）。有季節間的顯著差異（ $p<0.001$ ），由高至低之排序為 2 月、4 月、10 月及 7 月，其中 2 月有與他月份有差異，其餘月份間則無顯著差異；無測站間之差異（ $P=0.897$ ）。顯示 2 月的氨氮濃度高於其他月份。其中，氨氮在 2 月的測站 5（保護區

北面渠道，6.45 mg/L）及測站 6（東魚塭交會口，5.55 mg/L），有測到高於重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準值（5 mg/L）之數值。

各季之硝酸鹽氮（ NO_3^- -N）測值皆低，在測無數值（0.00 mg/L）至 0.06 mg/L 之間，平均以 7 月最低（ 0.00 ± 0.00 mg/L）、2 月最高（ 0.04 ± 0.02 mg/L）。在各季間有顯著差異（ $p < 0.001$ ），2 月明顯與其他月份（4 月、7 月及 10 月）不同，其他月份間則無顯著差異；無測站間的顯著差異（ $p = 0.885$ ）。

各季之平均總磷，以 4 月最低（ 0.19 ± 0.06 mg/L）、10 月最高（ 0.40 ± 0.12 mg/L）。在季節間有顯著差異（ $p < 0.01$ ），由高至低依序為 10 月、7 月、2 月及 4 月，並可分為 10 月與 7 月、7 月與 2 月，以及 2 月與 4 月等三組；無測站間之差異（ $p = 0.298$ ）。

1.1.2 歷年調查結果比較

以 108-109 年之資料作為背景值，審視 110 年水質現況，並以 T.test 進行比較（P 值請見表 4）。結果顯示，鹽度部分，除 2 月外，110 年之 4 月、7 月及 10 月之同月鹽度皆低於 108-109 年（圖 8）；電導度部分亦有類似情況；而在 pH 值部分，今年 110 年之測值多維持正常海水的範圍，其中 7 月及 10 月於 108-109 年略低（圖 8）。濁度在 2 月及 4 月有略低於 108-109 年之同月測值，然而整體趨勢與往年一致，2 月最低，之後逐季升高，且測站間的差異變大（圖 9）；水中懸浮固體在 2 月有低於 108-109 年同月之情況，10 月則較高，然而不論 108-109 年或 110 年，各月次測站之水中懸浮固體之濃度皆大於重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準為 15 (mg/L)。在化學需氧量（COD）部分，除了 10 月無顯著差異外，在 2 月、4 月及 7 月有略低於 108-109 年同季的現象，然而除 110 年之 ST7 外，其餘各年月測站之 COD 皆超過重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準為 50 (mg/L)（圖 9）；BOD 則無，皆低於重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準為 15 (mg/L)。在營養鹽部分（圖 10），可看到在 2 月分有氨氮和亞硝酸氮往年為較高的形況。其中氨氮更於測站 5（保護區北面魚塭渠道）和測站 6（東魚塭匯入處）；但皆無超過建議限值。在總磷部分，雖然在 7 月及 10 月有較 108-109 年同月略高的情況，但整體而言所有測值皆遠低於重要濕地(國際級)內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準。

表 3、110 年各測站水質調查結果

季 別	水文資料 / 站次	本計畫成果(110 年)								108-109 年 季平均值	110 vs 108-109 t. test P 值	濕地水質 建議限值
		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	季平均值			
第 1 季 (2 月)	溫度(°C)	25.1	21	27.9	22.9	23.2	19.3	20.7	22.9 ± 2.9	24.3 ± 1.47	0.277	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2°C
	鹽度(‰)	35	35	35	35	35	35	35	35.0 ± 0.0	35.2 ± 3.4	0.805	
	電導度(ms/cm)	65.6	59.2	74.1	62.8	63.7	62.9	59.4	64.0 ± 5.0	52.7 ± 4.6	<0.001	***
	溶氧 (mg/L)	9.29	9.34	9.21	8.71	9.23	8.45	9.45	9.10 ± 0.37	9.83 ± 1.24	0.066	
	pH	8.23	8.28	8.16	8.36	8.12	8.04	8.29	8.21 ± 0.11	8.05 ± 0.16	0.018	*
	濁度(NTU)	5.8	6	2.6	4.5	13.0	6.4	5.7	6.3 ± 3.2	15.6 ± 5.1	0.001	***
	懸浮物 (mg/L)	60.0	55.5	34.0	46.5	66.5	48.0	49.0	51.4 ± 10.5	102.2 ± 32.3	<0.001	****
	葉綠素 a (ug/L)	1.185	2.962	0.846	1.269	3.808	3.808	2.539	2.350 ± 1.255	0.331 ± 0.373	0.005	***
	COD (mg/L)	90	72	60	64	45	94	98	75 ± 20	105 ± 33	0.020	*
	BOD (mg/L)	1.9	1.9	2	1.9	2.4	1.8	1.8	2.0 ± 0.2	3.3 ± 1.4	0.005	***
	NH ₃ -N (mg/L)	2.05	1.55	2.50	2.05	6.45	5.55	2.10	3.18 ± 1.96	1.86 ± 1.38	0.147	
	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.02	0.04	0.02	0.06	0.04	0.06	0.04 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.033	*
	總磷(mg/L)	0.37	0.01	0.16	0.38	0.21	0.27	0.17	0.22 ± 0.13	0.45 ± 0.35	0.054	
第 2 季 (4 月)	溫度(°C)	30.2	28.7	30.3	28	29.2	29.9	29.6	29.4 ± 0.84	28.8 ± 1.62	0.245	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2°C
	鹽度(‰)	29.7	26.7	28.7	26.6	30.9	28.1	26.1	28.1 ± 1.8	35.2 ± 3.9	<0.001	***
	電導度(ms/cm)	50.8	44.7	49.4	44.1	51.7	47.1	44.3	47.4 ± 3.2	57.0 ± 6.0	<0.001	***
	溶氧 (mg/L)	9.14	8.19	9.71	7.74	8.9	8.38	7.77	8.55 ± 0.73	7.43 ± 1.38	0.030	*
	pH	8.22	8.22	8.29	8.18	8.22	8.16	8.21	8.21 ± 0.04	7.94 ± 0.31	0.007	**
	濁度(NTU)	9.5	4.8	8.1	19.0	6.7	10.2	6.1	9.2 ± 4.7	21.9 ± 8.7	0.001	**
	懸浮物 (mg/L)	56.5	50.0	59.5	93.5	72.5	46.5	43.0	60.2 ± 17.6	53.1 ± 47.2	0.633	
	葉綠素 a (ug/L)	7.109	1.481	2.073	3.554	4.739	8.294	11.848	5.590 ± 3.717	7.434 ± 8.637	0.514	
	COD (mg/L)	58	55	59.5	71.5	48	82	63	62 ± 11	81 ± 20	0.014	*
	BOD (mg/L)	2.0	1.0	1.1	1.0	2.3	3.1	3.6	2.0 ± 1.1	7.3 ± 6.6	0.014	*
	NH ₃ -N (mg/L)	0.29	0.21	0.56	0.54	0.41	0.45	0.36	0.40 ± 0.13	1.47 ± 0.58	<0.001	****
	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.234	
	總磷(mg/L)	0.21	0.20	0.17	0.30	0.10	0.15	0.17	0.19 ± 0.06	0.14 ± 0.15	0.356	

備註：粗體表示超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」之建議限值；***、***及****分別表顯著水準達 0.05、0.01 及 0.001。

表 3(續)、110 年各測站水質調查結果

季 別	水文資料 / 站次	本計畫成果(110 年)								108-109 年	110 vs 108-109	濕地水質	
第 3 季 (7 月)	溫度(°C)	32.9	33.1	33.3	29.9	32.6	33.1	33.1	32.6	± 1.20	33.8 ± 1.42	0.062	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2°C
	鹽度(‰)	25.7	24.8	25.8	24.9	24.3	24.6	25.2	25.0	± 0.6	31.1 ± 3.0	<0.001	***
	電導度(ms/cm)	25.7	24.8	25.8	24.9	24.3	24.6	25.2	25.0	± 0.6	54.3 ± 5.0	<0.001	***
	溶氧 (mg/L)	7.95	7.66	9.39	8	7.41	9.06	7.67	8.16	± 0.76	8.70 ± 1.61	0.328	
	pH	8.22	8.11	8.53	8.31	8.26	8.2	8.23	8.27	± 0.13	7.83 ± 0.31	<0.001	*** 不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	27.2	29.6	14.4	19.9	27.9	34.4	14	23.9	± 7.9	28.5 ± 28.6	0.600	
	懸浮物 (mg/L)	85.5	87.5	57.0	78.0	58.0	69.0	55.0	70.0	± 13.8	66.9 ± 21.1	0.697	<15 mg/L
	葉綠素 a (ug/L)	5.77	5.385	1.601	5.001	28.819	10.386	2.278	8.460	± 9.417	5.590 ± 4.983	0.474	
	COD (mg/L)	81	70	54	64	55	60	71	65	± 10	92 ± 33	0.015	* <50 mg/L
	BOD (mg/L)	1.0	1.2	0.8	1.3	1.9	4.1	1.7	1.7	± 1.1	2.8 ± 1.2	0.074	<15 mg/L
	NH ₃ -N (mg/L)	0.08	0.09	0.17	0.24	0.33	0.11	0.26	0.18	± 0.10	1.34 ± 0.77	<0.001	*** <5 mg/L
	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	± 0.00	0.02 ± 0.01	<0.001	*** <25 mg/L
總磷(mg/L)	0.28	0.38	0.32	0.38	0.26	0.35	0.22	0.31	± 0.06	0.20 ± 0.12	0.016	* <2 mg/L	
第 4 季 (10 月)	溫度(°C)	29.9	29.1	29.3	28.7	28.8	29.4	29.9	29.3	± 0.48	30.4 ± 1.15	0.010	* 不超過當季平均溫度的攝氏正負 2°C
	鹽度(‰)	25.6	24.6	24.7	24.3	24.8	25.3	24.8	24.9	± 0.4	36.0 ± 1.3	<0.001	***
	電導度(ms/cm)	44.1	42.1	42.2	41.4	41.7	43.2	42.4	42.4	± 0.9	60.2 ± 2.5	<0.001	***
	溶氧 (mg/L)	4.54	7.53	8.6	7.74	6.9	5	7.67	6.85	± 1.51	8.47 ± 1.18	0.034	* 不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	pH	7.87	8.21	8.19	8.2	8.06	7.89	8.2	8.09	± 0.15	7.80 ± 0.32	0.014	* <15 mg/L
	濁度(NTU)	17.2	35.5	18.2	38.3	22.3	27.2	48.7	29.6	± 11.7	46.5 ± 34.0	0.124	
	懸浮物 (mg/L)	55.5	86.5	62.0	101.5	96.5	67.0	129.5	85.5	± 26.2	67.0 ± 22.4	0.142	<15 mg/L
	葉綠素 a (ug/L)	2.37	1.777	1.185	2.666	7.405	28.435	3.554	6.770	± 9.768	14.210 ± 15.333	0.204	
	COD (mg/L)	53.5	123	69	105.5	120.5	135.5	40	92	± 38	106 ± 92	0.647	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	1.5	1.0	0.9	0.7	1.7	3.0	1.1	1.4	± 0.8	2.1 ± 1.0	0.120	<15 mg/L
	NH ₃ -N (mg/L)	0.33	0.24	0.23	0.3	0.18	0.41	0.2	0.27	± 0.08	0.55 ± 0.70	0.174	<5 mg/L
	NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	± 0.00	0.02 ± 0.01	0.143	<25 mg/L
總磷(mg/L)	0.36	0.44	0.27	0.59	0.28	0.50	0.39	0.40	± 0.12	0.17 ± 0.12	0.001	** <2 mg/L	

備註：粗體表示超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」之建議限值；***、**及*分別表顯著水準達 0.05、0.01 及 0.001。

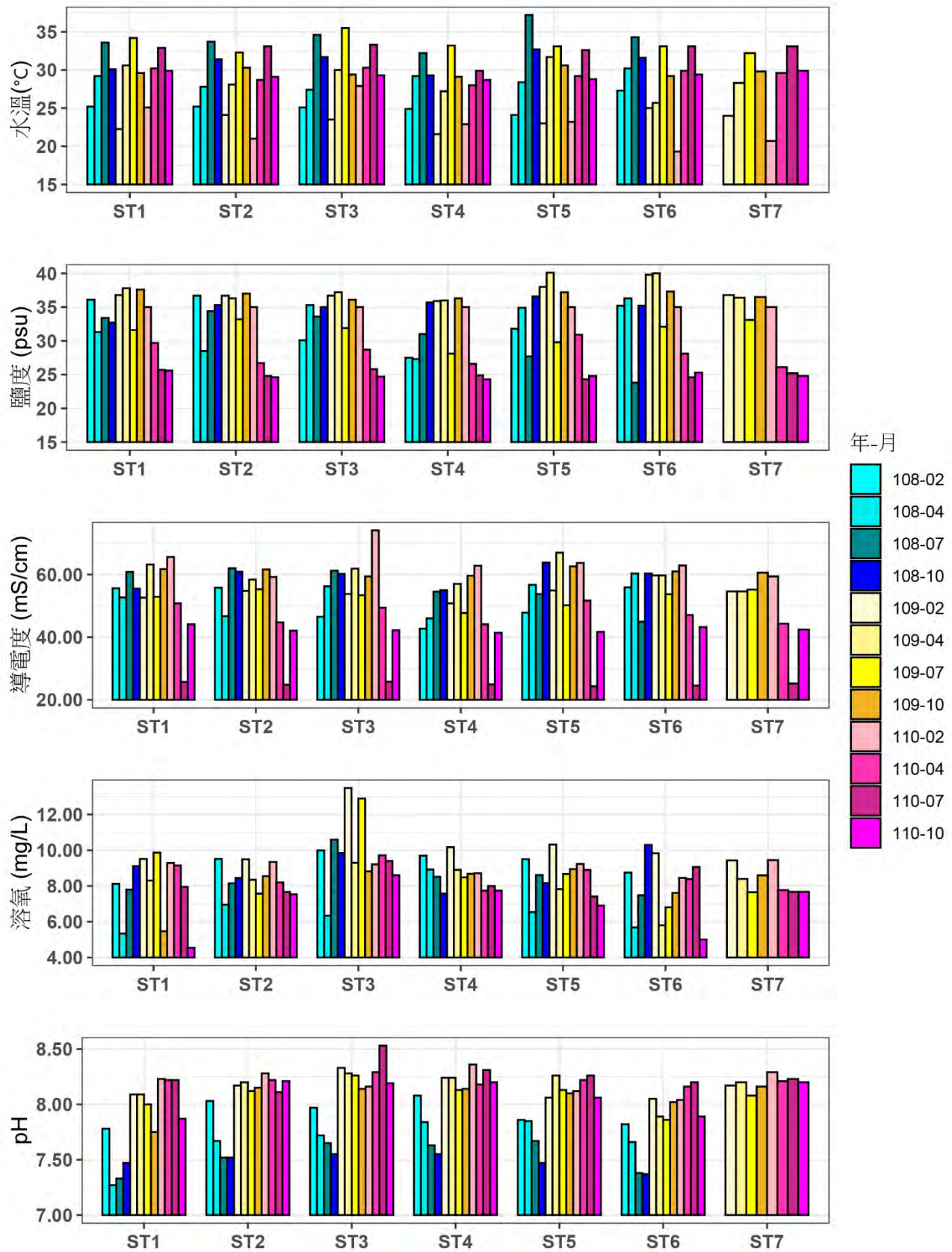


圖 5、108 年至 110 年各測站水質—溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值變化圖

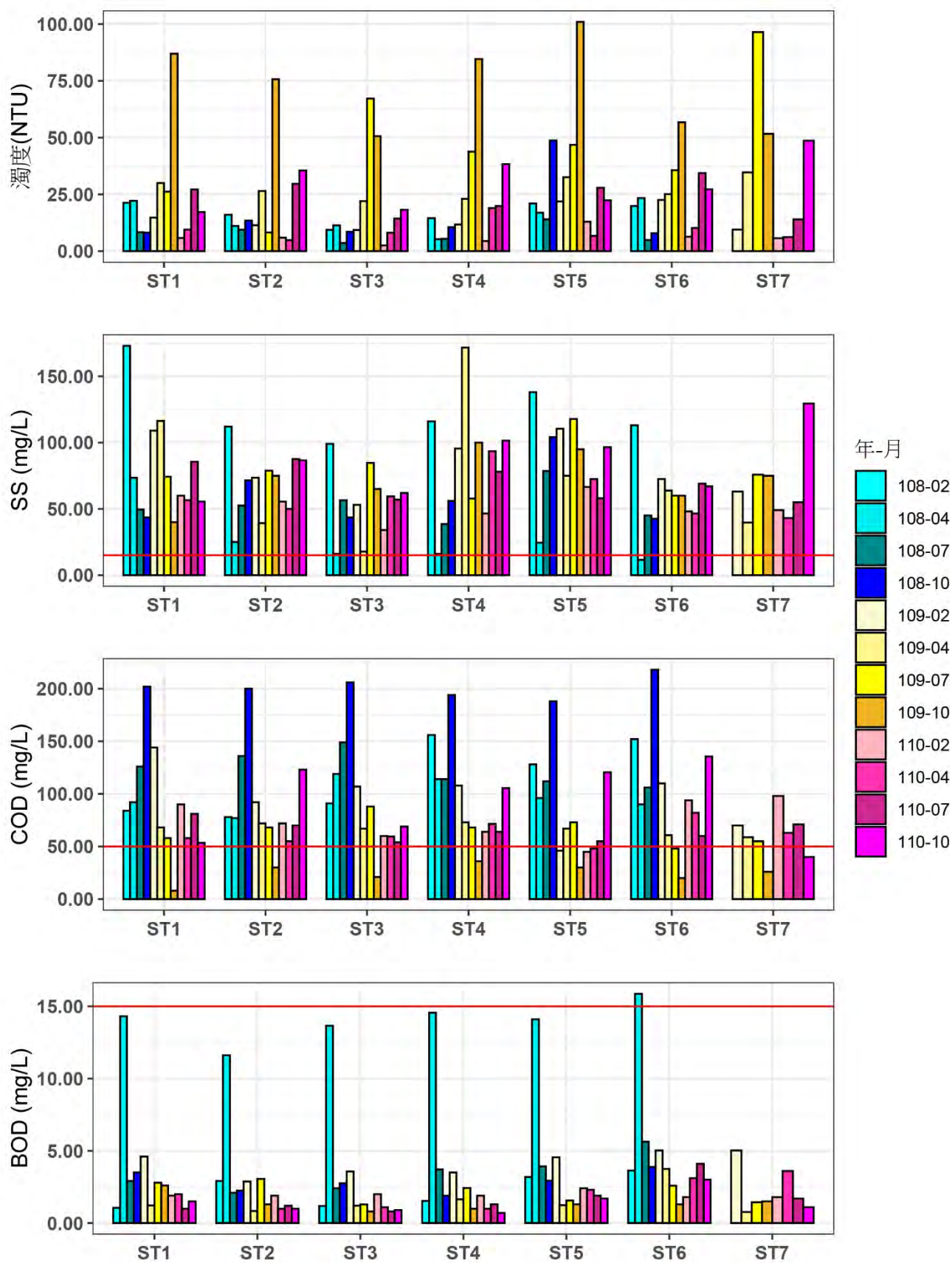


圖 6、108 年至 110 年各測站水質—濁度、懸浮物(SS)、化學需氧量(COD)及生化需氧量(BOD)變化圖

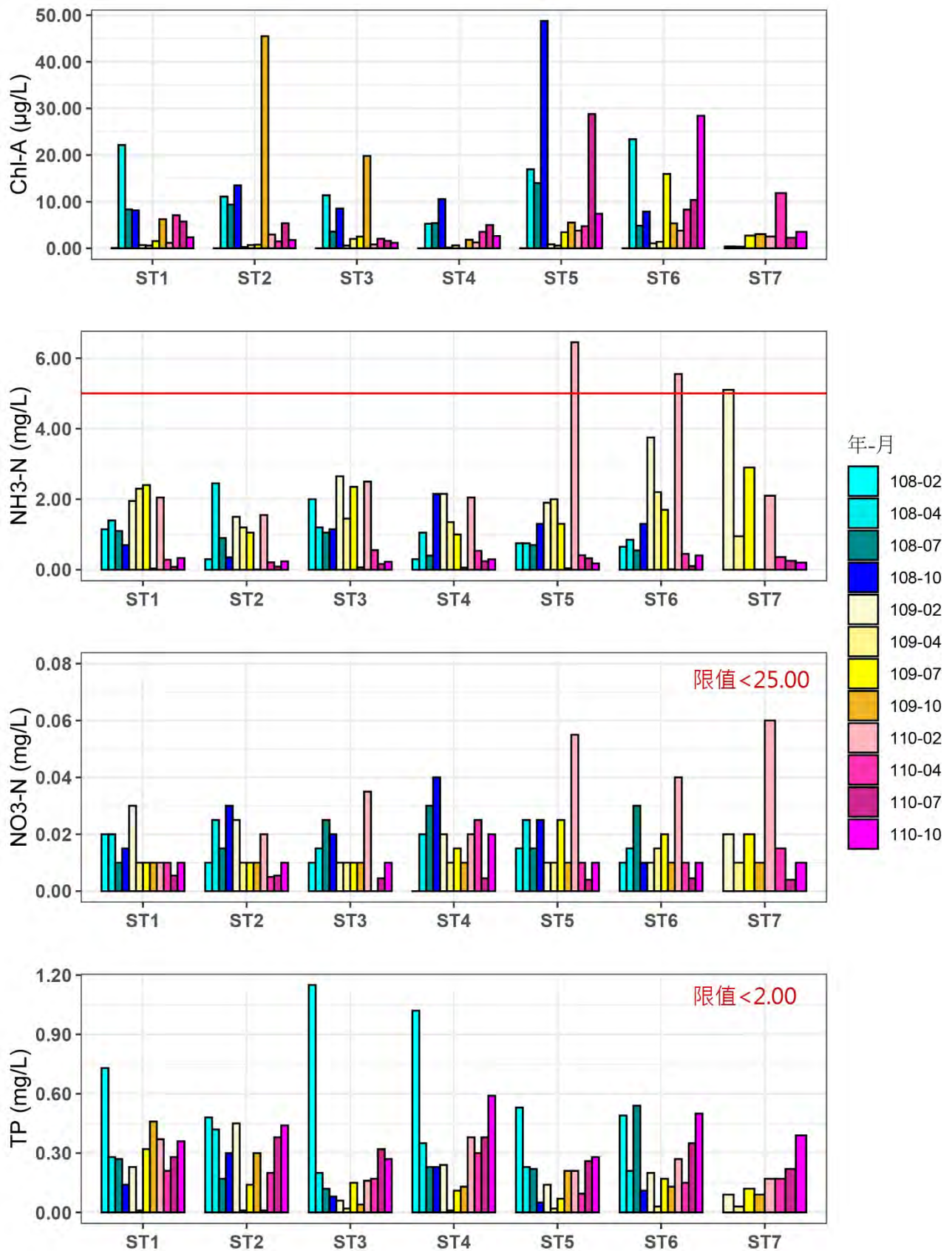


圖 7、108 年至 110 年各測站水質營養鹽—葉綠素 A (Chl-a)、氨氮(NH₃-H)、硝酸鹽(NO₃-N)及總磷(TP)變化圖

表 4、水質各參數之變異數分析(ANOVA)結果列表

項目	因子	df	SS	MS	F-value	P-value	
溫度(°C)	季節	3	348.10	116.03	42.48	<0.001	***
	測站	6	23.30	3.89	0.209	0.9700	
鹽度(‰)	季節	3	471.00	156.99	171.4	<0.001	***
	測站	6	6.60	1.10	0.048	0.9990	
電導度(ms/cm)	季節	3	5389.00	1796.30	195.6	<0.001	***
	測站	6	94.00	15.64	0.06	0.9990	
溶氧 (mg/L)	季節	3	19.13	6.38	7.201	0.0013	**
	測站	6	6.13	1.02	0.626	0.7080	
pH	季節	3	0.12	0.04	2.921	0.0546	
	測站	6	0.14	0.02	1.616	0.1920	
濁度 (NTU)	季節	3	2682.00	894.10	15.48	<0.001	***
	測站	6	269.00	44.76	0.247	0.9550	
懸浮物 (mg/L)	季節	3	4492.00	1497.50	4.618	0.0109	*
	測站	6	2024.00	337.40	0.691	0.6590	
COD (mg/L)	季節	3	3882.00	1293.90	2.534	0.0808	
	測站	6	2680.00	446.70	0.697	0.6550	
BOD (mg/L)	季節	3	1.57	0.52	0.694	0.5640	
	測站	6	10.32	1.72	3.87	0.0093	**
葉綠素 a (ug/L)	季節	3	140.10	46.70	0.936	0.4380	
	測站	6	460.90	76.82	1.841	0.1390	
NH ₃ -N (mg/L)	季節	3	44.20	14.73	15.15	<0.001	***
	測站	6	6.28	1.05	0.359	0.8970	
NO ₃ ⁻ -N (mg/L)	季節	3	0.00	0.00	11.07	<0.001	***
	測站	6	0.00	0.00	0.377	0.885	
總磷(mg/L)	季節	3	0.20	0.07	7.031	0.0015	**
	測站	6	0.12	0.02	1.305	0.298	

(SS: sum-of-squares; df: Degrees of freedom; MS: Mean squares)

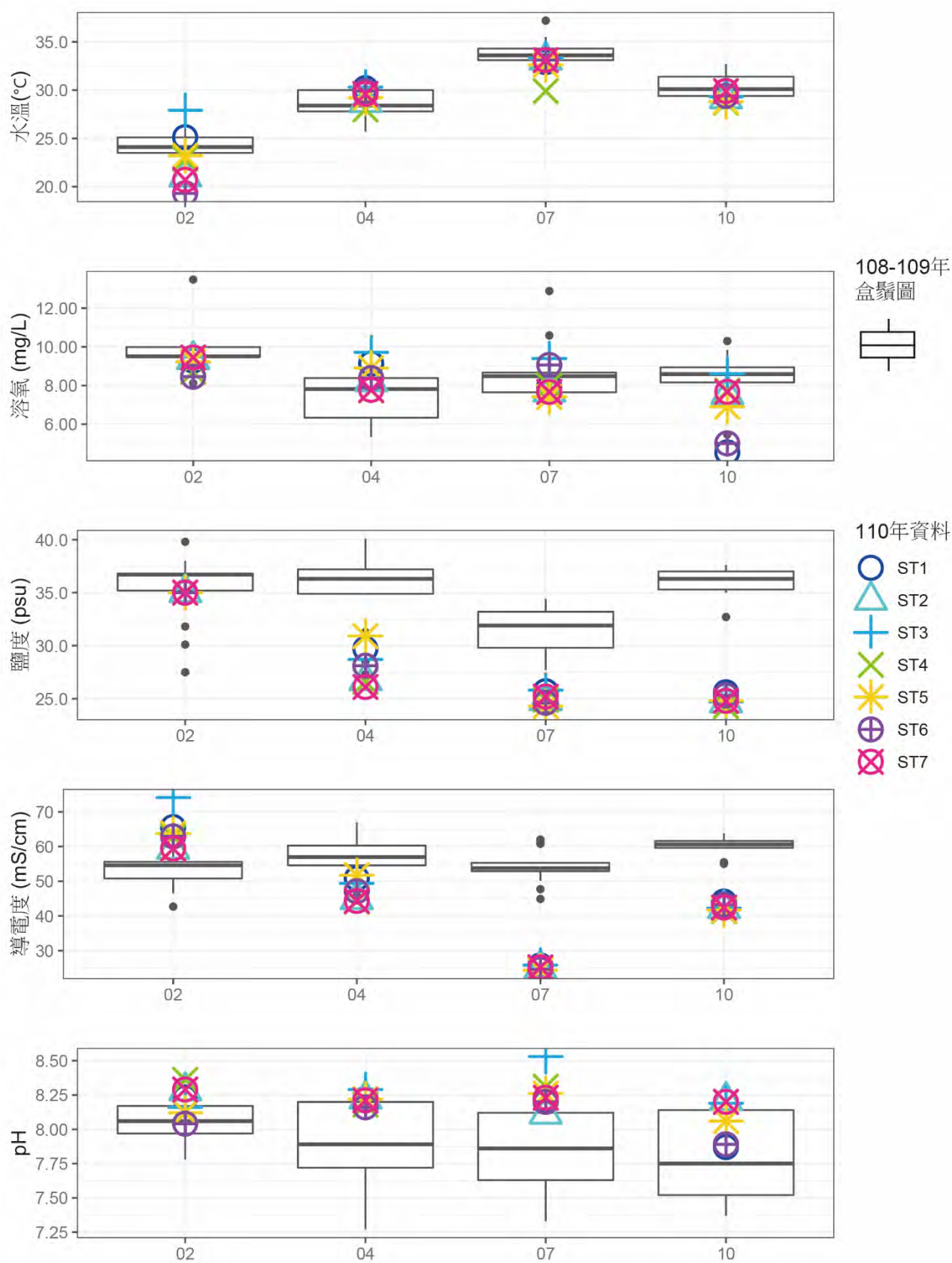


圖 8、本研究水質溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值之測量數值，與 108 至 109 年之同月盒鬚圖比較

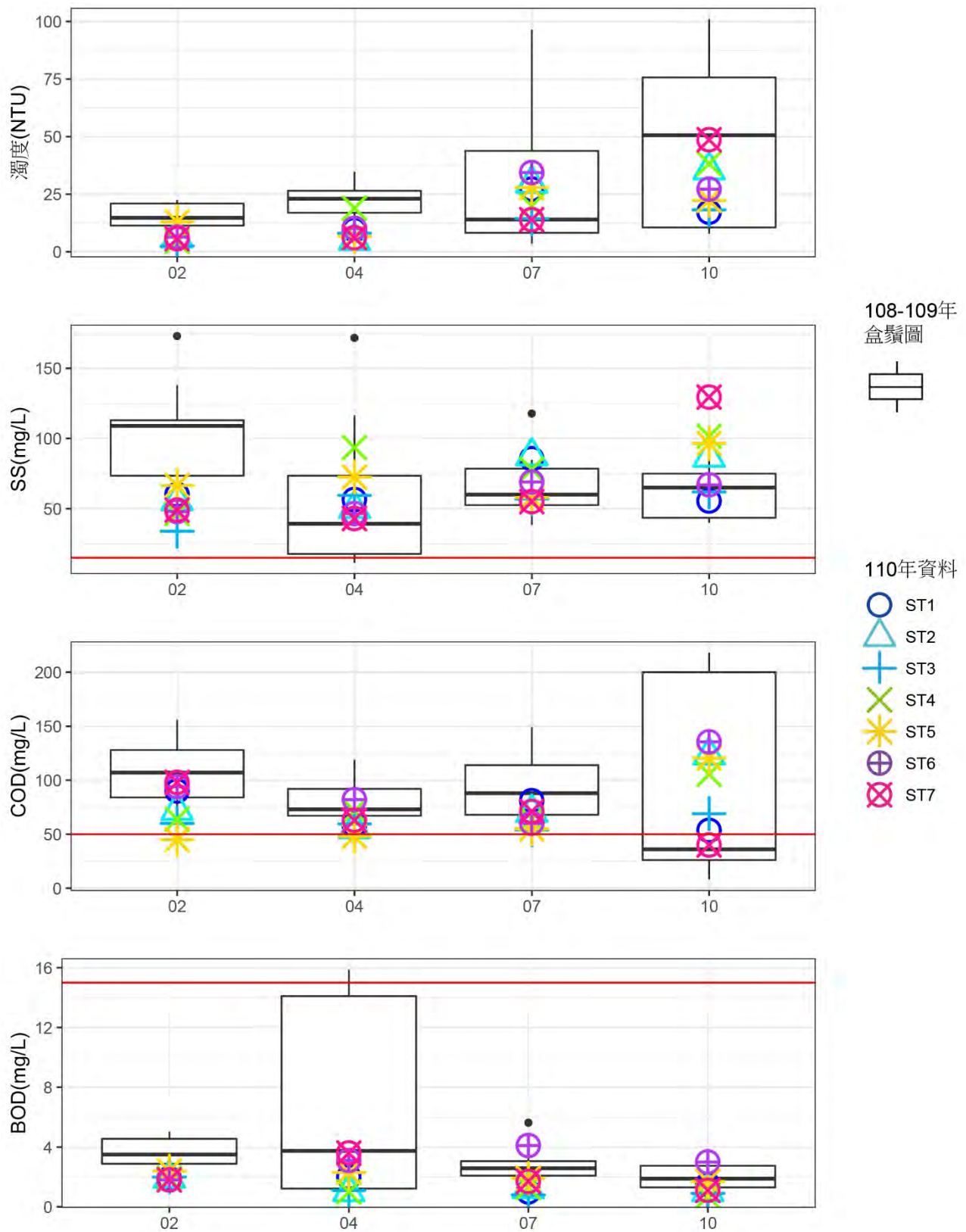


圖 9、本研究水質濁度、懸浮物(SS)、化學需氧量(COD)及生化需氧量(BOD)之測量數值，與 108 至 109 年之同月盒鬚圖比較

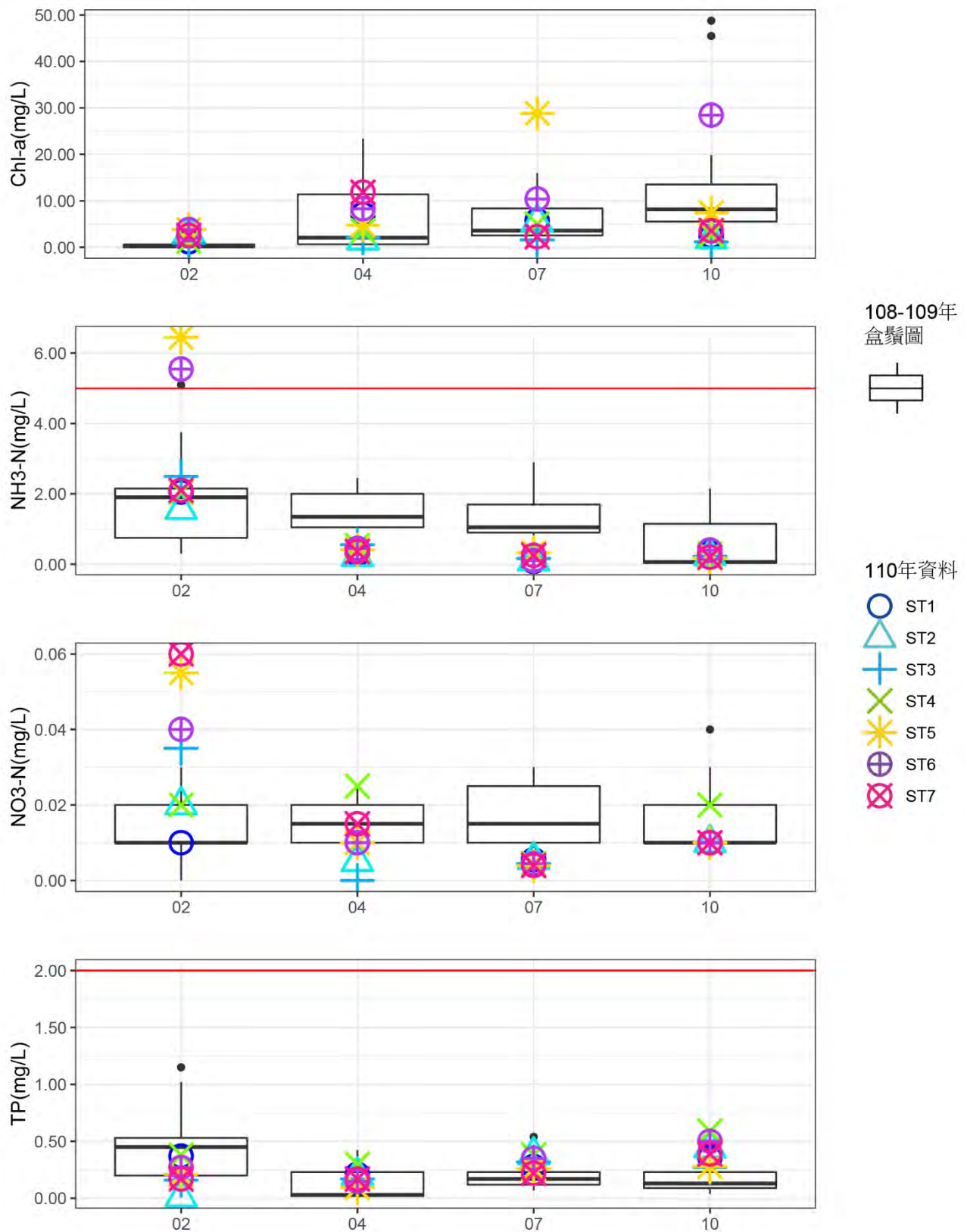


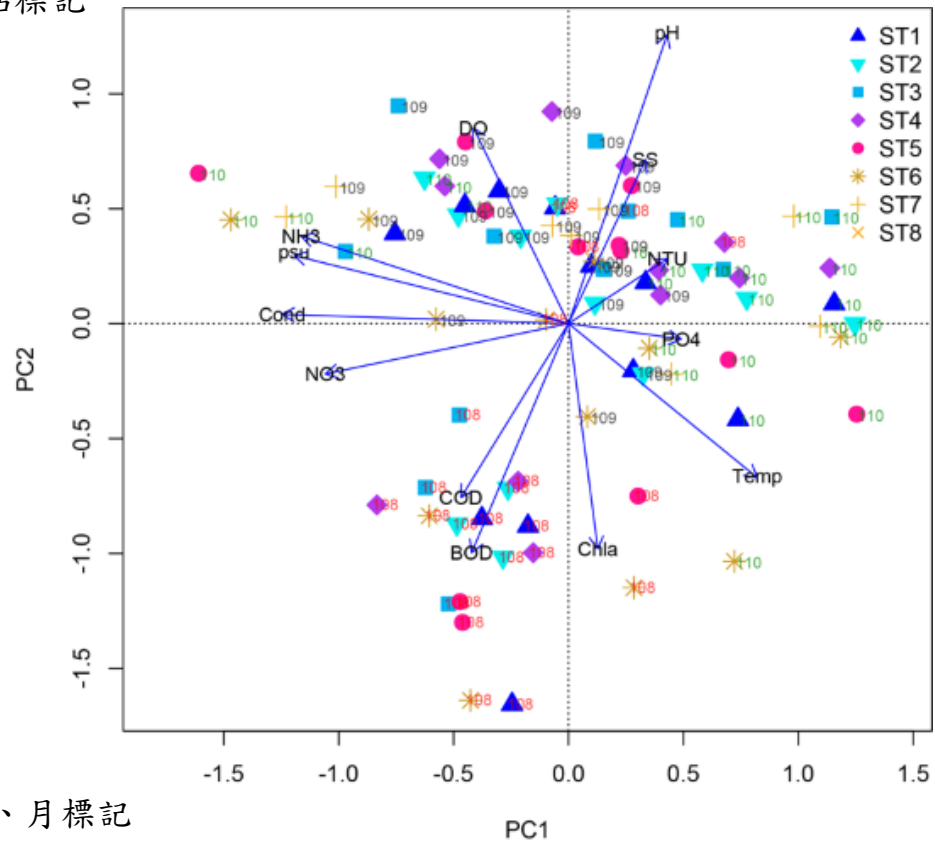
圖 10、本研究水質營養鹽－葉綠素 A (Chl-a)、氨氮(NH3-H)、硝酸鹽(NO3-N)及總磷(TP) 測量數值，與 108 至 109 年之同月盒鬚圖比較

1.1.3 水質因子多變量分析

由於水文因子分析的因子眾多，彼此之間也有許多相互的影響，因此利用主成分分析抽取主要的因子，將複雜的參數簡化。其結果如圖 11、表 5 所示。

分析結果，PCA 的第 1 軸（PC1）可解釋解釋 23%，至第 2 軸（PC2）累積可解釋 42.2%、第 3 軸（PC3）累積解釋 56.6%的變異量。第一軸主要解釋因子為負向的鹽度、電導度、氨氮和硝酸氮，以及正向的溫度；第二軸主要解釋因子則有正向的 pH、溶氧以及負向的 COD、BOD 和葉綠素 a；第三軸主要解釋因子則為正向的鹽度和濁度以及負向的 COD 和總磷等。前兩軸軸從測站方面無法區分測站間的水質特徵差異，但能看出在年間和月別間的特徵差異。從第一軸及第二軸分出 2 月為一群，具低溫高鹽、高氨氮和硝酸氮但低生化需氧量(BOD)的特徵。其餘月份在不同年間，有不同的水質特徵。以 108 年 4、7、10 月樣本為例，則從第二軸可看出具有低 pH、高 BOD 的特徵；同樣月份，109 年則具有高 pH、低 BOD 的特徵；而至 110 年 4、7、10 月則口從第一軸看出為低鹽、低營養鹽（氨氮及硝酸鹽氮）、低 BOD 之特徵。反應 110 年之雨季後的強降雨使鹽度降低，以及十份黑面琵鷺保護區之水質有逐年改善的現象。

(a) 以測站標記



(b) 以年、月標記

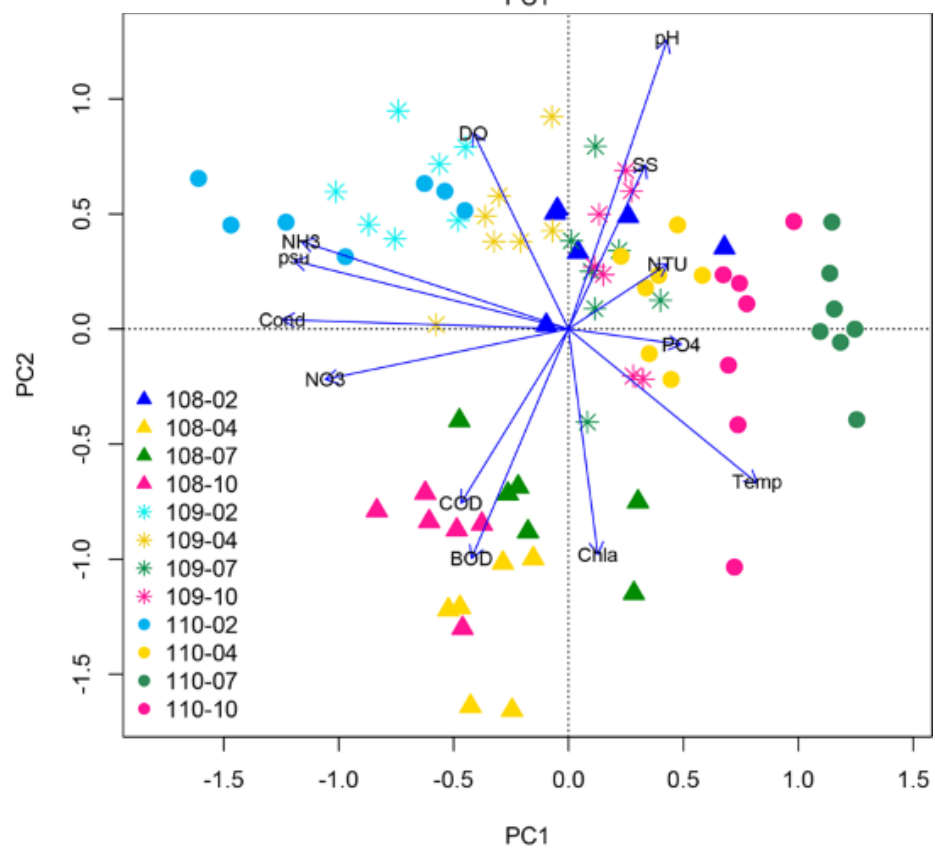
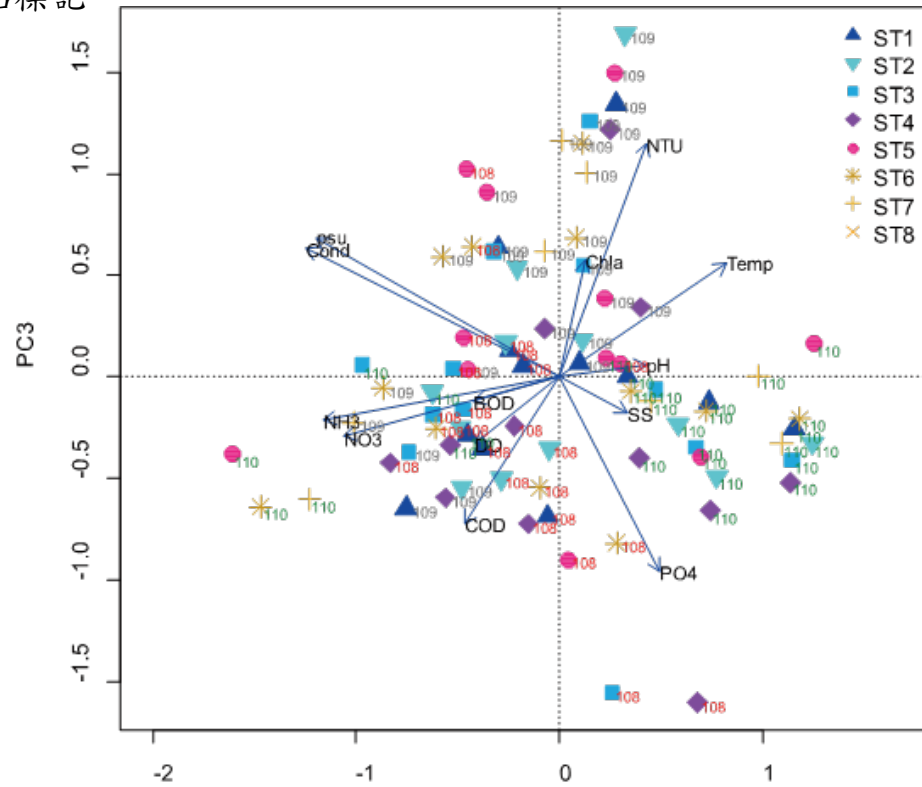


圖 11、108 年至 110 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC2

(a) 以測站標記



(b) 以年、月標記

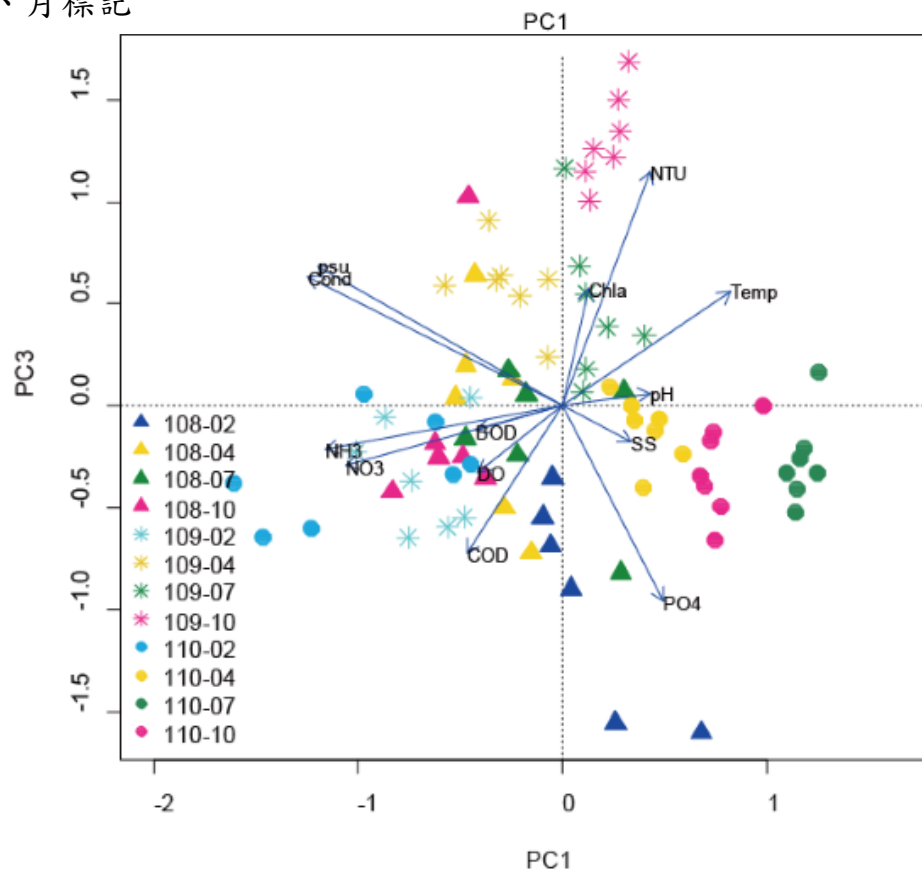


圖 12、108 年至 110 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC3

表 5、108 年至 110 年水質因子之主成分分析(PCA)前五軸特徵值(Eigenvalues)和特徵向量(Eigenvectors) 摘要表

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Eigenvalues	3.0151	2.499	1.843	1.3022	3.0151
%Variation	23.2	19.2	14.2	10.0	8.8
Cum.%Variation	23.2	42.4	56.6	66.6	75.4
Eigenvectors					
(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)					
Variable					
溫度(Temp)	0.3011	-0.2700	0.2617	-0.0859	0.4256
鹽度(psu)	-0.4378	0.1194	0.3188	-0.1926	-0.0384
溶氧(DO)	-0.1517	0.3432	-0.1526	-0.1746	0.5127
電導度(Cond)	-0.4571	0.0163	0.2977	-0.1919	-0.0024
pH	0.1576	0.5067	0.0296	0.3403	-0.0161
COD	-0.1717	-0.3051	-0.3379	-0.4096	0.3395
BOD	-0.1546	-0.4017	-0.0550	0.2643	-0.2292
懸浮物(SS)	0.1229	0.2876	-0.0825	-0.5959	-0.2469
葉綠素 a (Chla)	0.0469	-0.3949	0.2702	-0.1169	-0.1288
濁度 (NTU)	0.1583	0.1139	0.5387	-0.2539	-0.2570
氨氮 (NH3)	-0.4266	0.1534	-0.0993	0.1529	-0.1015
硝酸鹽氮 (NO3)	-0.3882	-0.0881	-0.1369	0.0575	-0.1835
總磷 (PO4)	0.1801	-0.0271	-0.4486	-0.2735	-0.4461

1.2 底質環境因子環境特性分析

1.2.1 調查結果與歷年比較

110 年各測站底質環境調查分別進行 pH、ORP（氧化還原電位）、平均粒徑及篩選度（ σ i）等測定，資料如表 6 及圖 13 所示。

在底質間隙水之 pH 第 1 季（2 月）各測站底質 pH 在 7.3 ~ 8.0，第 2 季（4 月）在 7.2 ~ 7.8，第 3 季（7 月）在 6.8 ~ 7.8，第 4 季（10 月）6.7 ~ 8.2，4 季間之 pH 值和測站間皆沒有顯著差異（one-way Anova, 季節 $p=0.36$, 測站 $p=0.85$ ），故 110 年整體 pH 值為 7.4 ± 0.4 。與 108-109 年資料相比，季節和測站間對沒有交互作用，對於 pH 亦皆無顯著差異（two-way Anova, 季節 $p=0.56$, 測站 $p=0.42$ ）。故整體而言，本區域底質間隙水之 pH 值為 7.4 ± 0.4 。

在底質間隙水之 ORP（氧化還原電位）110 年第 1 季（2 月）各測站為 -232.5 ~ -

110.1 mV，第 2 季（4 月）在 -253.6 ~ -61.4 mV，第 3 季（7 月）在 -408.9 ~ 68.9 mV，第 4 季（10 月）-348.0 ~ -153.1 mV。110 年 4 季和測站間之 ORP 值皆沒有顯著差異（one-way Anova, 季節 $p=0.168$, 測站 $p=0.119$ ），故 110 年整體 ORP 值為 -185.1 ± 84.6 mV，從所測得數值皆為負值顯示各站次底質多處於還原態。與 108-109 年資料相比，在年間則有顯著差異（one-way Anova, $p<0.001$ ），以 Duncan 進行事後檢定，108 年 ORP 最高（ 36.5 ± 166.1 mV）與其他年間有顯著差異，109 年（ -111 ± 172.9 mV）和 110 年（ -185.1 ± 84.6 mV）則無顯著差異。

在沉積物特性分析部分，底質平均粒徑 110 年第 1 季（2 月）在 0.030 ~ 0.137 mm 之間，屬於中泥至細砂等級，多數測站屬於非常細砂等級；第 2 季（4 月）在 0.038 ~ 0.158 mm 之間，屬於粗泥到細砂等級，多數測站為粗泥；第 3 季（7 月）在 0.039 ~ 0.150 mm 間，屬於粗泥到細砂等級；第 4 季（10 月）在 0.041 ~ 0.126 mm 間，屬於粗泥到細砂等級。110 年 4 季間之底質平均粒徑沒有顯著差異（Anova, $p=0.834$ ），但在測站間有顯著差異（Anova, $p<0.05$ ）（表 7a）；以 Duncan 進行事後檢定，ST6、ST7 和外圍測站與其他測站間無顯著差異，ST3、ST2 和內圍測站，與最外圍和 ST1 測站間有顯著差異（表 7b）。前者（ST3、ST2 和內圍測站）粒徑較大以非常細砂等級為主（平均值 0.099 ± 0.04 mm ~ 0.113 ± 0.030 mm）；後者（最外圍和 ST1 測站）粒徑較小以於粗泥等級為主（平均值 0.039 ± 0.006 mm ~ 0.046 ± 0.010 mm）。而與 108-109 年資料比，以測站作為區集設計進行底質粒徑的年間比較（表 7c），則年間並無顯著差異（ $p=0.529$ ），以測站作為區集之效果顯著，其事後檢定（Duncan）結果與 110 年單年測站間的檢定結果相近，有 ST3 和 ST2 測站粒徑較大、最外圍及 ST1 測站粒徑較小的趨勢（表 7c）。顯示底質粒徑確實有測站間的差異，以最靠近十孔水門內的 st 2 和 st3 測站粒徑較大，而離水門較遠的靠近南側魚塢的最外圍測站，以及賞鳥亭下方的灘地粒徑最細。

篩選度方面，第 1 季（2 月）在 1.44 ~ 1.89 間，篩選程度皆屬於差的等級；第 2 季（4 月）在 0.82 ~ 2.02 之間，篩選程度在中度至非常差之間；第 3 季（7 月）在 1.25 ~ 1.79 之間，篩選程度皆為差的等級；第 4 季（10 月）在 0.14 ~ 1.97 之間，篩選程度亦皆為差的等級。110 年篩選度無季節間的差異（Anova, $p=0.379$ ），亦無測站間的差異（Anova, $p=0.147$ ）。與 108-109 年資料結合，以 Two-way Anova 進行年間、季節及測站間的兩兩因子的檢定，年間、季節間或測站間皆無交互作用（ $p>0.05$ ），年間及季節間無顯著差異（ $p>0.05$ ），但在測站間有顯著差異（ $p<0.001$ ）。以 Duncan 對測站單因子進行事後檢定，以測站 ST3、ST2 的篩選度較高，底質粒徑的異質性高，最外圍及 ST1 的篩選度較低，底質粒徑的異質性低較偏向沉積環境（表 8）。

1.2.2 底質因子多變量分析

彙整 108 年至 110 年的底質資料進行分析利用主成份分析（Principal Components Analysis, PCA）分析，在第一軸（PC1）、第二軸（PC2）累計解釋變量達 66.3%，至第三軸（PC3）累積解釋變量達 89.3%（表 9、圖 15）。第一軸（PC1）的主要因子為正向因子粒徑和負向因子篩選係數(phi)，第二軸（PC2）則為氧化還原電位(ORP)，第三軸（PC3）為正向之 pH 值。

可將較大粒徑、較小篩選係數的 ST3 和外圍樣站，以及較小粒徑、較大篩選度的 ST1 及 ST7 測站成兩群，在第二軸則可用氧化還原電位的 108-109 年的外圍和最外圍的樣站大致與其他年間及其他樣站的站次分開。進一步，由底質氧化還原電位(ORP)的時序圖可以發現內圍、外圍和最外圍測站的底質 ORP 從 108 年開始至今逐年下降。在 109 年 4 月以前皆為正值，底質處於氧化態，但在 109 年 7 月以後開始，內圍、外圍和最外圍測站的 ORP 進入負值逐漸轉往還原態方向發展。

表 6、110 年各測站底質調查結果

季 別	底質資料 / 站次		本計畫成果(110 年)							
			ST1	ST2	ST3	ST6	ST7	內圍	外圍	最外圍
第 1 季 (2 月)	底質間隙水	pH	7.5	7.8	7.7	8.0	7.3	7.5	7.4	7.3
		ORP (mV)	-112.7	-110.1	-122.8	-232.5	-144.1	-177.2	-125.3	-147.9
	沈積物特性	平均粒徑(mm)	0.030	0.089	0.137	0.078	0.056	0.073	0.071	0.046
		粒徑類型	中泥	非常細砂	細砂	非常細砂	粗泥	非常細砂	非常細砂	粗泥
			Medium silt	Very find sand	Fine sand	Very find sand	Coarse slit	Very find sand	Very find sand	Coarse slit
		篩選度(σi)	1.66	1.83	1.44	1.55	1.89	1.61	1.54	1.68
		篩選程度	差	差	差	差	差	差	差	差
	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted		
第 2 季 (4 月)	底質間隙水	pH	7.2	7.2	7.8	7.7	7.2	7.3	7.4	7.2
		ORP (mV)	-219.1	-152.8	-157.3	-253.6	-208.8	-127.3	-61.4	-111.1
	沈積物特性	平均粒徑(mm)	0.042	0.084	0.085	0.059	0.055	0.158	0.071	0.038
		粒徑類型	粗泥	非常細砂	非常細砂	粗泥	粗泥	細砂	非常細砂	粗泥
			Coarse slit	Very find sand	Very find sand	Coarse slit	Coarse slit	Fine sand	Very find sand	Coarse slit
		篩選度(σi)	1.79	1.72	1.93	1.73	2.02	0.82	1.46	1.6
		篩選程度	差	差	差	差	非常差	中度	差	差
	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	very poorly sorted	moderately sorted	poorly sorted	poorly sorted		
第 3 季 (7 月)	底質間隙水	pH	7.4	7.8	7.3	7.2	6.8	7.2	7.1	7.2
		ORP (mV)	-212.9	-197	-408.9	-206.1	-198.6	-214.4	68.9	-228.7
	沈積物特性	平均粒徑(mm)	0.042	0.150	0.139	0.039	0.136	0.094	0.065	0.039
		粒徑類型	粗泥	細砂	細砂	粗泥	細砂	非常細砂	非常細砂	粗泥
			Coarse slit	Fine sand	Fine sand	Coarse slit	Fine sand	Very find sand	Very find sand	Coarse slit
		篩選度(σi)	1.79	1.25	1.41	1.76	1.52	1.54	1.51	1.68
		篩選程度	差	差	差	差	差	差	差	差
	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted		
第 4 季 (10 月)	底質間隙水	pH	6.8	7.2	6.7	7.5	7.6	8.2	7.9	8.0
		ORP (mV)	-236.8	-160.4	-235.7	-348	-289.8	-205.5	-231	-153.1
	沈積物特性	平均粒徑(mm)	0.041	0.094	0.089	0.126	0.055	0.071	0.068	0.060
		粒徑類型	粗泥	非常細砂	非常細砂	細砂	粗泥	非常細砂	非常細砂	粗泥
			Coarse slit	Very find sand	Very find sand	Fine sand	Coarse slit	Very find sand	Very find sand	Coarse slit
		篩選度(σi)	1.97	1.74	1.86	1.85	1.91	1.66	1.47	1.66
		篩選程度	差	差	差	差	差	差	差	差
	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted	poorly sorted		

表 7、108-110 年，底質平均粒徑之 ANOVA 及事後檢定結果

(a) 110 年季節間之 ANOVA 檢定

	Df	SS	MS	F value	P
Season	3	0.00119	0.0003969	0.288	0.834
Residuals	28	0.03859	0.0013784		

(b) 110 年測站間之 ANOVA 檢定

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Station	7	0.01992	0.0028453	3.437	0.0109*
Residuals	24	0.01987	0.0008279		

備註："*"表達 0.05 顯著水準

Duncan 事後檢定

Station	Means	Group
ST3	0.112501	a
ST2	0.104467	a
內圍	0.098858	a
ST6	0.075664	ab
ST7	0.075452	ab
外圍	0.06852	ab
最外圍	0.046179	b
ST1	0.038749	b

(c) 以測站為 Block 進行 108-110 年之 ANOVA 檢定

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Year	2	0.00080	0.00040	0.642	0.529
Station	7	0.04976	0.00711	11.461	<0.001*
Residuals	82	0.05086	0.00062		

備註："*"表達 0.05 顯著水準

Duncan 事後檢定

Station	Means	Group
ST3	0.114741	a
ST2	0.096338	ab
ST6	0.090865	bc
內圍	0.088679	bc
ST7	0.08387	bc
外圍	0.068542	cd
最外圍	0.05152	de
ST1	0.040784	e

表 8、108-110 年，底質篩選度 (σ_i) 之事後檢定結果

Duncan		
Station	Means	Group
ST3	0.114741	a
ST2	0.096338	ab
ST6	0.090865	bc
內圍	0.088679	bc
ST7	0.08387	bc
外圍	0.068542	cd
最外圍	0.05152	de
ST1	0.040784	e

表 9、108 年至 110 年底質因子之主成分分析(PCA)前四軸特徵值(Eigenvalues)和特徵向量(Eigenvectors) 摘要表

	PC1	PC2	PC3	PC4
Eigenvalues	1.5699	1.0814	0.9201	0.4285
%Variation	39.3	27.0	23.0	10.7
Cum.%Variation	39.3	66.3	89.3	100.0
Eigenvectors				
(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)				
Variable				
partical size	0.690	-0.021	-0.237	0.684
phi	-0.650	-0.366	0.053	0.664
pH	0.290	-0.395	0.872	-0.003
ORP	-0.129	0.842	0.426	0.304

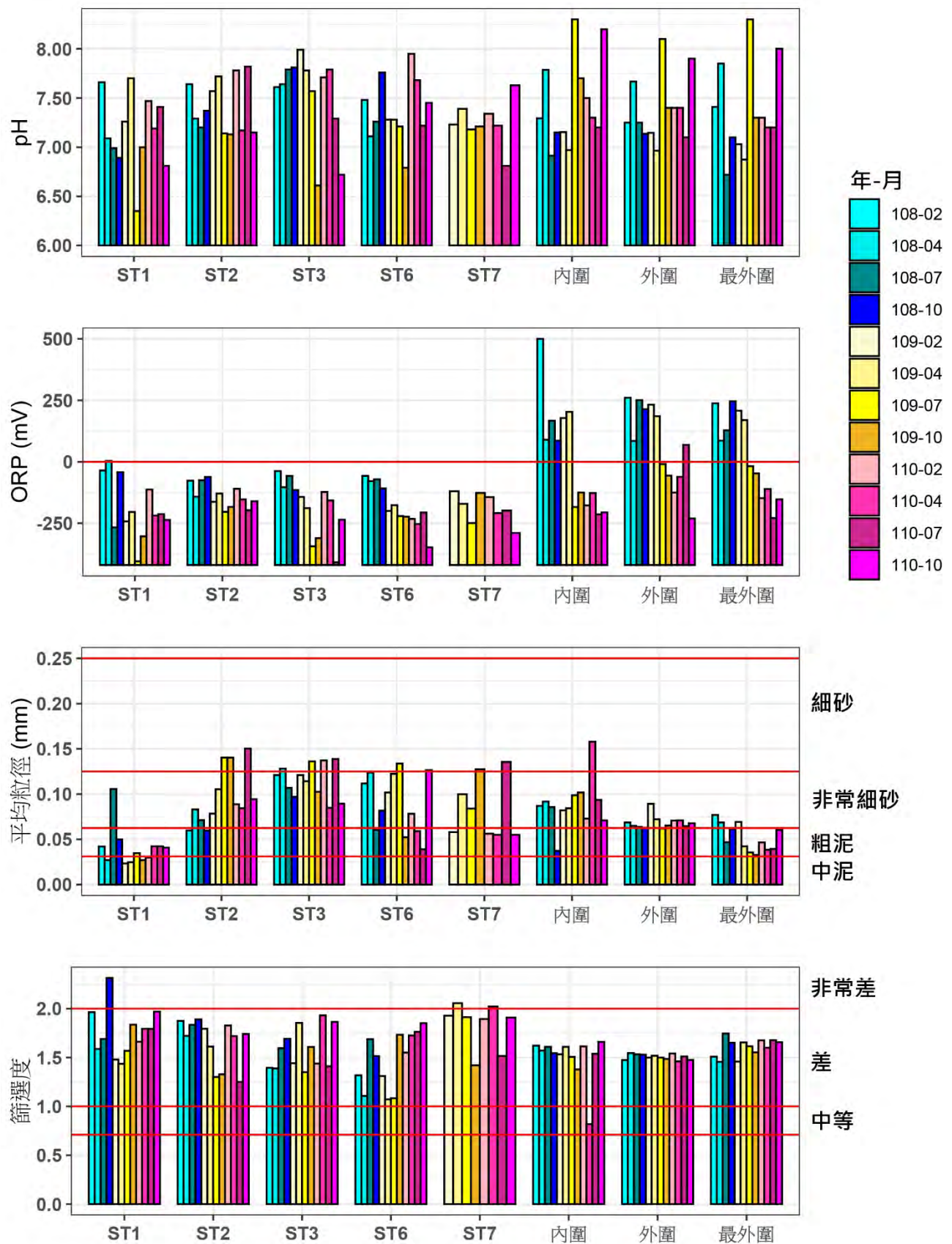


圖 13、108 年至 110 年各測站底質—pH、氧化還原電位 (ORP)、平均粒徑及篩選度 (σi) 變化圖

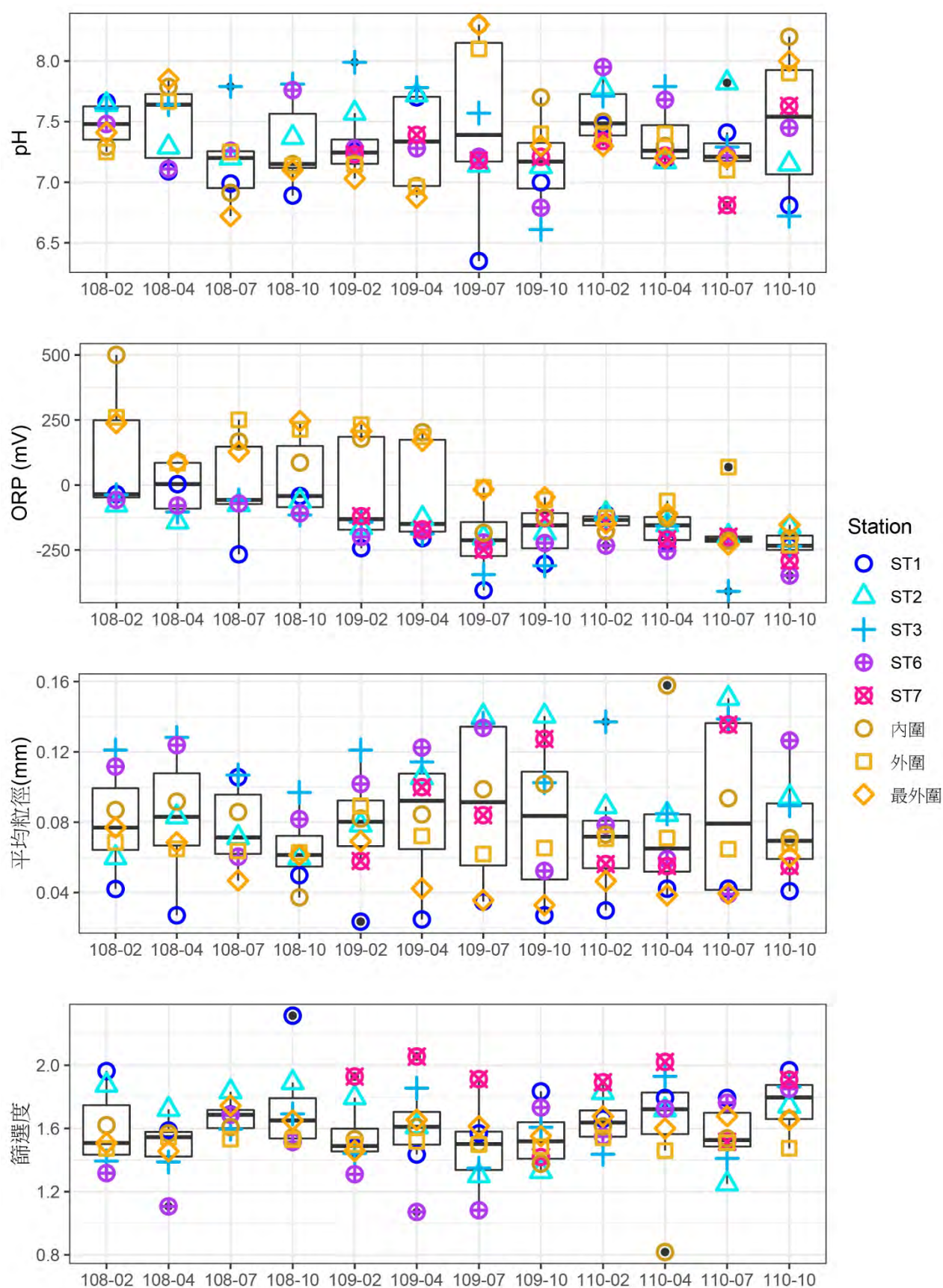


圖 14、108 年至 110 年各測站底質—pH、氧化還原電位（ORP）、平均粒徑及篩選度（ σ_i ）測值及各季次盒鬚圖

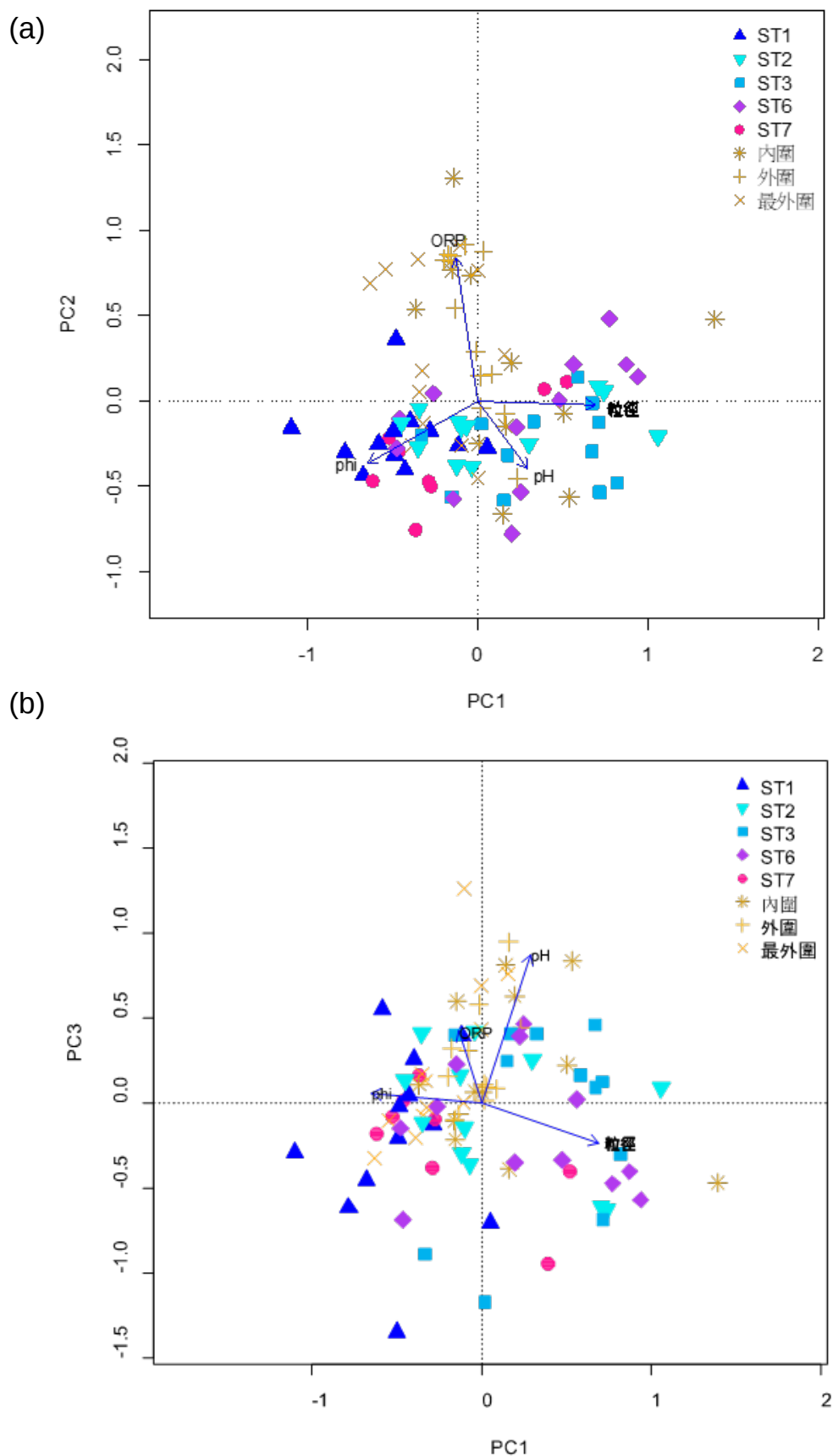


圖 15、108 年至 110 年各測站底質因子之主成份分析圖，以(a) PC1 對 PC2 (b) PC1 對 PC3 作圖

(二) 浮游生物(浮游植物及浮游動物)

2.1 浮游植物

本計畫延續 109 年計畫，持續針對十分黑面琵鷺保護區內的 ST1、ST2 以及保護區外的 ST4、ST6 等進行浮游植物之四季調查，詳細名錄如表 10 所示。

110 年共計 4 門 44 種的浮游植物，總平均密度為 $22,911 \pm 13,583$ cells/L。在浮游植物種類組成，以矽藻門 (Bacillariophyta) 所佔的種類最多，35 種，其次為渦鞭毛藻門 (Dinophyta) 6 種、藍藻門 (Cyanophyta) 2 種和綠藻門 (Chlorophyta) 1 種；種類上以矽藻門的 *Skeletonema costatum* 為最多 ($9,390 \pm 14,295$ cell/L)，單一藻種佔 40.84% (圖 16)，其餘 43 種藻種所佔比例僅在 0.13~7.70%之間，顯示 *S. costatum* 的相對優勢程度。

結合 109-110 年各測站之浮游植物以及水質資料，進行多變量分析。在群集分析部分，不論浮游植物資料以原始數據或是 $\log x+1$ 等處理後以 Bray-Curtis similarity 或 Euclidean distance 對進行，在 Simprof 檢定上皆無顯著分群，在此僅呈現 Bray-Curtis similarity 之結果如圖 17。以 R gui 之 vegan 套件進行 MDS 及水質環境因子分析如圖 18 所示，MDS 之壓力值為 0.284 (stress)，解釋能力稍不足。以 envfit 計算各水質因子及年間、測站及月別之分析，在 13 項水質變數中，溫度(Temp, $r^2=0.2048$)、溶氧(DO, $r^2=0.2254$)、pH ($r^2=0.2171$)、濁度 (NTU, $r^2=0.2104$) 和氨氮 (NH₃, $r^2=0.1768$) 相關性顯著 ($p<0.05$)，其次為葉綠素 a (Chla) ($p<0.1$)；另外在年間、測站及月別之因子部分，在年間因子有好適合度 ($p<0.05$)，在月別間次之 ($p<0.1$)。

表 10、110 年浮游植物名錄

門	學名	110-02							110-02							總計	S.D.	%
		ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%	ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%			
Bacillariophyta (矽藻門)	<i>Achnanthes brevipes</i>			480		120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Achnanthes linearis</i>	720		960		420	495	1.35								210	394	0.91
	<i>Amphora costata</i>			240		60	120	0.19								30	85	0.13
	<i>Amphora decussata</i>				480	120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Asterionella heptactis</i>																	
	<i>Asterionella japonica</i>			720		180	360	0.58	480			2,160	660	1,025	4.45	420	756	1.83
	<i>Biddulphia granulata</i>										720		180	360	1.21	90	255	0.39
	<i>Biddulphia mobiliensis</i>			11,040	3,120	3,540	5,212	11.36								1,770	3,902	7.70
	<i>Biddulphia rhombus</i>			480		120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Biddulphia</i> sp.		480			120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Biddulphia</i> spp.											240	60	120	0.40	30	85	0.13
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	2,160			720	720	1,018	2.31			960	2,400	840	1,134	5.67	780	1,000	3.39
	<i>Chaetoceros lorenzianum</i>				480	120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Chaetoceros sanastomosans</i>																	
	<i>Chaetoceros</i> sp.		240			60	120	0.19		480	240	480	300	230	2.02	180	213	0.78
	<i>Chaetoceros tortissimus</i>																	
	<i>Coscinodiscus</i> spp.																	
	<i>Coscinodiscus angstii</i>								720				180	360	1.21	90	255	0.39
	<i>Coscinodiscus granii</i>		1,440		4,320	1,440	2,036	4.62								720	1,539	3.13
	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>																	
	<i>Coscinodiscus lineatus</i>			480		120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	240	240			120	139	0.39								60	111	0.26
	<i>Coscinodiscus</i> spp.								1,440				360	720	2.43	180	509	0.78
	<i>Cylindrotheca</i> sp.																	
	<i>Entomoneis</i> spp.																	
	<i>Leptocylindrus minimus</i>																	
	<i>Leptocylindrus</i> spp.																	
	<i>Melosira</i> sp.										480		120	240	0.81	60	170	0.26
	<i>Navicula cancellata</i>	480				120	240	0.39								60	170	0.26
	<i>Navicula closterium</i>								240		240		120	139	0.81	60	111	0.26
	<i>Navicula complanata</i>		480	480		240	277	0.77		960		480	360	460	2.43	300	357	1.30
	<i>Navicula directa</i>																	
	<i>Navicula</i> spp.										720		180	360	1.21	90	255	0.39
	<i>Nitzschia delicatissima</i>																	
	<i>Nitzschia longissima</i>	1,920	960	1,920		1,200	919	3.85	480				120	240	0.81	660	849	2.87
	<i>Nitzschia palea</i>																	
	<i>Nitzschia paradoxa</i>																	
	<i>Nitzschia sigma</i>		240		240	120	139	0.39			240	4,320	1,140	2,123	7.69	630	1,496	2.74
	<i>Nitzschia</i> spp.									240		480	180	230	1.21	90	179	0.39
	<i>Nitzschia alpina</i>																	
	<i>Pleurosigma angulatum</i>																	
	<i>Pleurosigma intermedium</i>																	

門	學名	110-02							110-02							總計	S.D.	%
		ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%	ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%			
	<i>Pleurosigma</i> spp.		480		240	180	230	0.58	480	480	240	240	360	139	2.43	270	200	1.17
	<i>Pseudo-nitzschia multiseriata</i>																	
	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	1,440		720	240	600	635	1.93			480		120	240	0.81	360	513	1.57
	<i>Rhizosolenia alata</i>	240			240	120	139	0.39			480	480	240	277	1.62	180	213	0.78
	<i>Rhizosolenia delicatula</i>																	
	<i>Rhizosolenia</i> sp.																	
	<i>Rhizosolenia</i> spp.		240			60	120	0.19								30	85	0.13
	<i>Skeletonema costatum</i>	14,400	42,960	7,440	1,440	16,560	18,379	53.14	4,080	1,440	2,400	960	2,220	1,377	14.98	9,390	14,295	40.84
	<i>Streptothecca indica</i>			960		240	480	0.77								120	339	0.52
	<i>Synedra</i> spp.																	
	<i>Thalassiosira hyalina</i>									480		2,400	720	1,143	4.86	360	841	1.57
	<i>Thalassiosira rotula</i>										480		120	240	0.81	60	170	0.26
	<i>Thalassiosira</i> spp.																	
Bacillariophyta (矽藻門)	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	5,040	1,920	2,880	2,400	3,060	1,377	9.82		240			60	120	0.40	1,560	1,841	6.79
Chlorophyta (綠藻門)	<i>Chlamydomonas</i> spp.		34			8	17	0.03		3,600		1,440	1,260	1,701	8.50	634	1,299	2.76
	<i>Chlorella</i> spp.																	
Cyanophyta (藍藻門)	<i>Microcystis</i> spp.									480		2,880	840	1,379	5.67	420	1,008	1.83
	<i>Oscillatoria</i> spp.									1,440		4,320	1,440	2,036	9.72	720	1,539	3.13
Dinophyta (渦鞭毛藻門)	<i>Alexandrium tamarense</i>																	
	<i>Ceratium</i> sp.		43	240	1,440	431	681	1.38								215	502	0.94
	<i>Ceratium</i> spp.									1,440		3,840	1,320	1,812	8.91	660	1,380	2.87
	<i>Gymnodinium</i> spp.										960		240	480	1.62	120	339	0.52
	<i>Gyrodinium</i> spp.																	
	<i>Peridinium</i> spp.								480				120	240	0.81	60	170	0.26
	<i>Prorocentrum</i> sp.	480	12	960	2,400	963	1,033	3.09								482	850	2.09
	<i>Prorocentrum</i> spp.								720	720	2,160	240	960	831	6.48	480	748	2.09
	<i>Pyrophacus</i> spp.																	
	門數	2	3	2	2	3			2	4	2	4	4			4		
	種數	10	14	15	13	28			9	12	14	16	28			44		
	數量	27,120	49,769	30,000	17,760	31,162	13,460		9,120	12,000	10,800	27,360	14,820	8,443		22,991	13,583	
	種豐富度(R)	0.88	1.20	1.36	1.23	2.61			0.88	1.17	1.40	1.47	2.81			4.28		
	香農韋納指數(H')	1.52	0.68	1.97	2.16	1.85			1.77	2.17	2.34	2.40	2.90	#REF!		2.58		
	均勻度(J')	0.66	0.26	0.73	0.84	0.56			0.80	0.87	0.89	0.87	0.87			0.68		

表 10 (續)、110 年浮游植物名錄

門	學名	ST1	ST2	ST4	110-07				%	ST1	ST2	ST4	110-10			
					ST6	平均	S.D.						ST6	平均	S.D.	%
Bacillariophyta (矽藻門)	<i>Achnanthes brevipes</i>															
	<i>Achnanthes linearis</i>										240	240	240	180	120	1.42
	<i>Amphora costata</i>															
	<i>Amphora decussata</i>															
	<i>Asterionella hepatactis</i>															
	<i>Asterionella japonica</i>	12	480	1,200	480	543	490	2.90	240	720	240	240	240	360	240	2.84
	<i>Biddulphia granulata</i>			240	480	180	230	0.96	480				240	180	230	1.42
	<i>Biddulphia mobiliensis</i>		480	720	720	480	339	2.57								
	<i>Biddulphia rhombus</i>			2,880	1,200	1,020	1,363	5.45								
	<i>Biddulphia</i> sp.			240		60	120	0.32								
	<i>Biddulphia</i> spp.								480		240	960	420	410	3.32	
	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	14	720	1,680	1,200	904	711	4.83	720	480	480	4,560	1,560	2,003	12.32	
	<i>Chaetoceros lorenzianum</i>		240			60	120	0.32	240				60	120	0.47	
	<i>Chaetoceros sanastomosans</i>															
	<i>Chaetoceros</i> sp.															
	<i>Chaetoceros tortissimus</i>															
	<i>Coscinodiscus</i> spp.															
	<i>Coscinodiscus angstii</i>	12	720	1,440	960	783	595	4.19								
	<i>Coscinodiscus granii</i>		240			60	120	0.32								
	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>								3,600	2,880		720	1,800	1,714	14.22	
	<i>Coscinodiscus lineatus</i>	2		480	960	361	459	1.93								
	<i>Coscinodiscus radiatus</i>															
	<i>Coscinodiscus</i> spp.								240	480				180	230	1.42
	<i>Cylindrotheca</i> sp.			240		60	120	0.32				240		60	120	0.47
	<i>Entomoneis</i> spp.															
	<i>Leptocylindrus minimus</i>															
	<i>Leptocylindrus</i> spp.			480	2,160	660	1,025	3.53								
	<i>Melosira</i> sp.									240				60	120	0.47
	<i>Navicula cancellata</i>															
	<i>Navicula closterium</i>	5	240			61	119	0.33								
	<i>Navicula complanata</i>	38	720	480	480	430	284	2.30								
	<i>Navicula directa</i>															
	<i>Navicula</i> spp.		720	240		240	339	1.28	240	240				120	139	0.95
	<i>Nitzschia delicatissima</i>															
	<i>Nitzschia longissima</i>			1,200	480	420	567	2.25	3,360	960				1,080	1,586	8.53
	<i>Nitzschia palea</i>															
	<i>Nitzschia paradoxa</i>															
	<i>Nitzschia sigma</i>								240		480			180	230	1.42
	<i>Nitzschia</i> spp.															
	<i>Nitzschia alpina</i>											2,160	540	1,080	4.27	
	<i>Pleurosigma angulatum</i>								1,200		960		540	631	4.27	
	<i>Pleurosigma intermedium</i>															

門	學名	110-07							110-10						
		ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%	ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%
Chlorophyta(綠藻門)	<i>Pleurosigma</i> spp.		1,920	1,440	240	900	927	4.81	240	240			120	139	0.95
	<i>Pseudo-nitzschia multiseriata</i>														
	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>		3,120	1,680	1,440	1,560	1,277	8.34	4,800	480		960	1,560	2,195	12.32
	<i>Rhizosolenia alata</i>				240	60	120	0.32							
	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	2	1,200	480	1,680	841	745	4.50							
	<i>Rhizosolenia</i> sp.											240	60	120	0.47
	<i>Rhizosolenia</i> spp.														
	<i>Skeletonema costatum</i>	5	3,840	2,160	1,440	1,861	1,595	9.95		3,360	480		960	1,616	7.58
	<i>Streptothecca indica</i>	5	1,680	1,440		781	905	4.18	480	240	3,360		1,020	1,572	8.06
	<i>Synedra</i> spp.														
	<i>Thalassiosira hyalina</i>		4,560	480	1,440	1,620	2,049	8.66							
	<i>Thalassiosira rotula</i>	17	1,440			364	717	1.95							
	<i>Thalassiosira</i> spp.										240	480	180	230	1.42
	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	7	480	1,440		482	677	2.58	1,680	480	240	480	720	650	5.69
Cyanophyta(藍藻門)	<i>Chlamydomonas</i> spp.	7	960	240		302	453	1.61			1,920		480	960	3.79
	<i>Chlorella</i> spp.		1,920	3,120		1,260	1,535	6.74		240			60	120	0.47
Dinophyta(渦鞭毛藻門)	<i>Microcystis</i> spp.														
	<i>Oscillatoria</i> spp.		1,920	720		660	906	3.53							
	<i>Alexandrium tamarense</i>														
	<i>Ceratium</i> sp.														
	<i>Ceratium</i> spp.			480		120	240	0.64							
	<i>Gymnodinium</i> spp.	2	480	480		241	276	1.29	480			240	180	230	1.42
	<i>Gyrodinium</i> spp.	12	480	1,920	720	783	813	4.19							
	<i>Peridinium</i> spp.	14		1,680		424	838	2.27							
	<i>Prorocentrum</i> sp.														
	<i>Prorocentrum</i> spp.														
	<i>Pyrophacus</i> spp.			240	240	120	139	0.64							
	門數	3	4	4	2	4			2	2	2	2	3		
	種數	15	22	28	18	33			16	14	12	12	25		
	數量	156	28,560	29,520	16,560	18,699	13,696		18,720	11,280	9,120	11,520	12,660	4,182	
	種豐富度(R)	2.77	2.05	2.62	1.75	3.25			1.52	1.39	1.21	1.18	2.54		
	香農韋納指數(H')	2.41	2.75	3.06	2.71	3.16			2.20	2.12	1.97	1.94	2.75		!
	均勻度(J')	0.89	0.89	0.92	0.94	0.90			0.79	0.80	0.79	0.78	0.85		

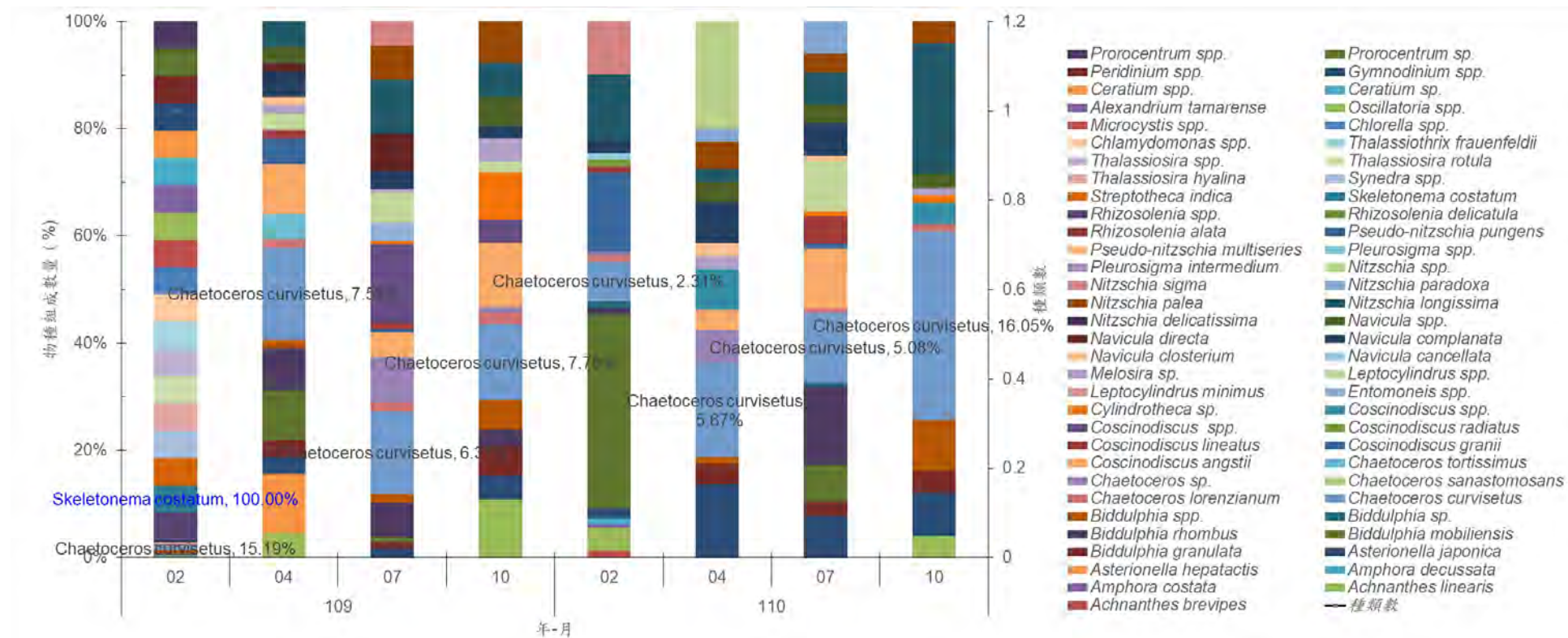


圖 16、109 年至 110 年浮游植物種類組成變化圖

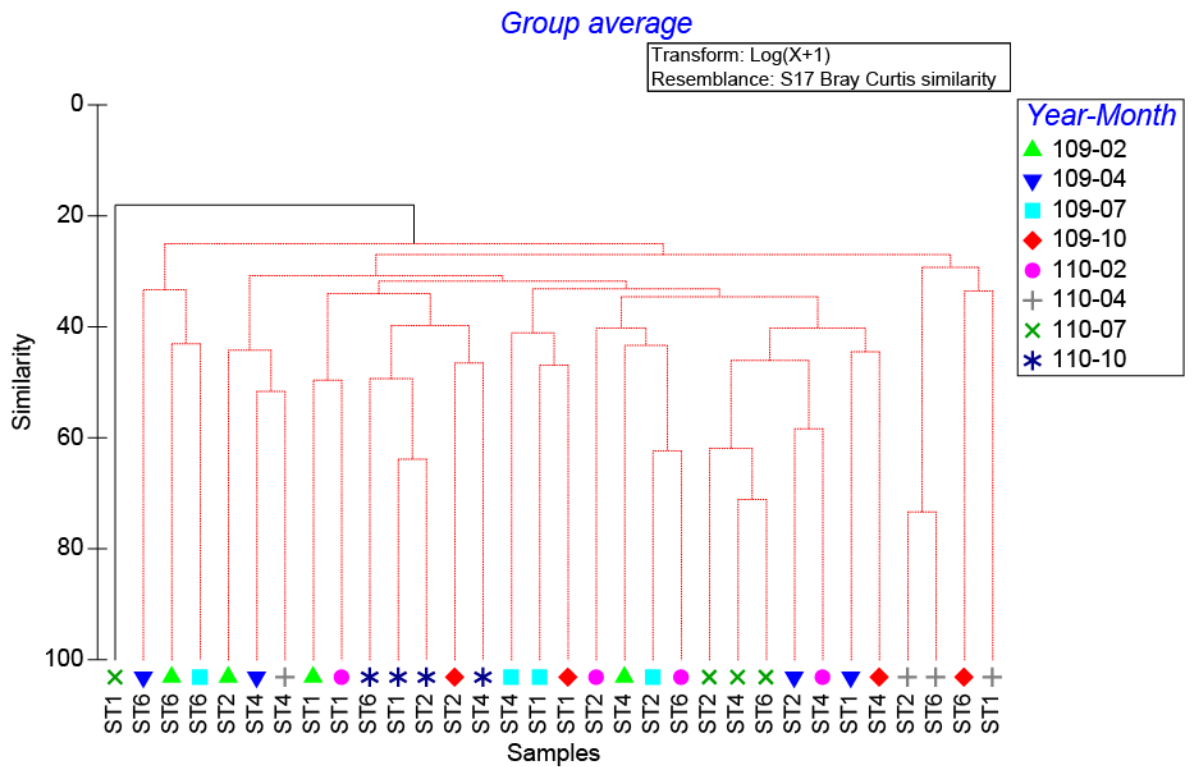


圖 17、109 年至 110 年浮游植物群集分析圖
(紅色表 simprof 檢定無差異)

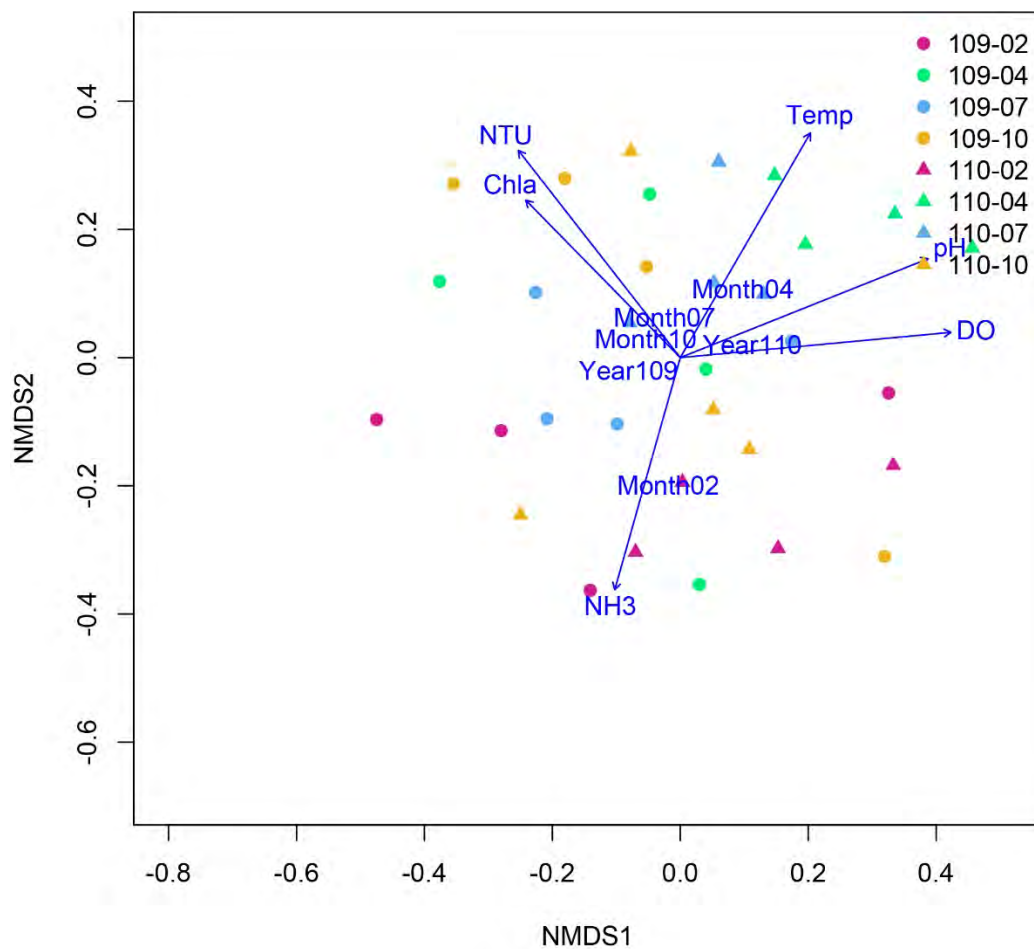


圖 18、109 年至 110 年浮游植物多元尺度分析

2.2 浮游動物

本計畫延續 109 年計畫，持續針對十分黑面琵鷺保護區內的 ST1、ST2 以及保護區外的 ST4、ST6 等進行浮游動物四季調查，詳細名錄如表 11 所示。

110 年累計記錄 6 門 16 類的浮游動物，總平均豐度為 $2,196 \pm 181 \text{ ind/m}^3$ 。浮游動物大類組成以節肢動物門較多（8 類）（圖 19）。優勢類群部分，亦以節肢動物的哲水蚤（Calanoid） $533 \pm 62 \text{ ind/m}^3$ ，佔 18% 最多，其次為橈足類幼生（Copepoda nauplius， $466 \pm 56 \text{ ind/m}^3$ ，16%）。

結合 109-110 年各測站之浮游動物以及水質資料，進行多變量分析。在群集分析部分，結果圖 20 所示，經由 Simprof 檢定可分為六群，但看不出有年間、月別、或測站間的分群現象。以 R gui 之 vegan 套件進行 MDS 及水質環境因子分析如圖 21 所示，MDS 之壓力值為 stress) 為 0.184 小於 0.2g，解釋能力尚可接受。以 envfit 計算各水質因子及年間、測站及月別之分析，在 13 項水質變數中，僅濁度（NTU, $r^2=0.2793$ ）及氨氮（ NH_3 , $r^2=0.2313$ ）之關係顯著成立（ $p<0.05$ ），次之為葉綠素 a（Chla, $p<0.1$ ）；另外在年間、測站及月別之因子部分，在年間因子（ $p<0.05$ ）和月別間次之（ $p<0.001$ ）有好的適合度。

表 11、110 年浮游動物名錄

門	學名	110-02							110-04							總計	S.D.	%
		ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%	ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%			
Protozoa (原生動物)	Ciliophora 纖毛蟲								113	200	175	438	231	142	22.49	116	155	6.39
	Noctiluca 夜光蟲	200	57	743	229	307	300	11.85		63	213		69	100	6.69	188	243	10.38
	Vorticella 鐘蟲											50	13	25	1.22	6	18	0.35
Cnidaria (刺細胞動物)	Scyphomedusae 鉢水母		14			4	7	0.14								2	5	0.10
	Hydromedusa 水螅水母	114				29	57	1.10			13		3	6	0.30	16	40	0.88
	Gastropoda 腹足類	629			43	168	308	6.47	400				100	200	9.73	134	243	7.40
Trochelminthes (輪形動物)	Polychaeta 多毛類	86	29	286		100	129	3.86	25	138	225	125	128	82	12.46	114	101	6.30
	Brachionus 臂尾輪蟲										50		13	25	1.22	6	18	0.35
Arthropoda (節肢動物)	Amphipoda 端腳類	971	57	400	14	361	442	13.91			125		31	63	3.04	196	341	10.82
	Cladocera 枝角類	100	1,371		157	407	646	15.70		88	238	13	84	109	8.21	246	462	13.57
	Isopoda 等足類			29		7	14	0.28			13		3	6	0.30	5	10	0.28
	Calanoid 哲水蚤	500	743	1,029	71	586	405	22.59		188	25		53	90	5.17	319	394	17.64
	Cyclopoid 劍水蚤	343	114	971		357	434	13.77			38	263	75	126	7.29	216	332	11.93
	Harpacticoid 猛水蚤	14				4	7	0.14								2	5	0.10
	Copepoda nauplius 橈足類幼生	329	171	229	271	250	66	9.64		688		213	225	324	21.88	238	217	13.12
	Shrimp larva 蝦類幼生	57				14	29	0.55								7	20	0.39
	門數	5	4	3	3	5			3	3	5	3	6			6		
	種數	11	8	7	6	13			3	6	10	6	13			16		
	數量	3,343	2,557	3,686	786	2,593	1,294		538	1,363	1,113	1,100	1,028	349		1,810	1,212	
	種豐富度(R)	1.23	0.89	0.73	0.75	1.53			0.32	0.69	1.28	0.71	1.73			2.00		
	香農韋納指數(H')	1.99	1.26	1.68	1.50	2.07			0.69	1.45	1.95	1.46	2.13			2.25		
	均勻度(J')	0.83	0.61	0.86	0.84	0.81			0.63	0.81	0.84	0.82	0.83			0.81		

表 11（續）、110 年浮游動物名錄

門	學名	110-07								總計	110-10								總計
		ST1	ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%	ST1		ST2	ST4	ST6	平均	S.D.	%			
Protozoa（原生動物）	Ciliophora 纖毛蟲	225		1,313	275	453	585	9.97	116		513	438	63	253	259	40.91	386		
	Noctiluca 夜光蟲		150	600	313	266	257	5.85	188			25		6	13	1.01	209		
	Vorticella 鐘蟲								6								8		
Cnidaria（刺細胞動物）	Scyphomedusae 鉢水母								2										
	Hydromedusa 水螅水母		38	413	150	150	186	3.30	16								96		
	Gastropoda 腹足類								134								13		
Trochelminthes（輪形動物）	Polychaeta 多毛類		25	138	13	44	63	0.96	114	25		175	25	56	80	9.09	104		
	Brachionus 臂尾輪蟲			75	425	125	203	2.75	6								86		
	Arthropoda（節肢動物）	Amphipoda 端腳類	238	63	2,025	388	678	908	14.92	196			138	50	47	65	7.58	414	
Cladocera 枝角類		50	88	675	688	375	354	8.25	246		538	113		163	256	26.26	281		
Isopoda 等足類									5								2		
Calanoid 哲水蚤		325	250	2,650	600	956	1,139	21.05	319				13	3	6	0.51	590		
Cyclopoid 劍水蚤		88		1,375	650	528	634	11.62	216	38				9	19	1.52	366		
Harpacticoid 猛水蚤				400	63	116	192	2.54	2								72		
Copepoda nauplius 橈足類幼生		25	25	2,475	888	853	1,155	18.78	238	100	175			69	85	11.11	671		
Shrimp larva 蝦類幼生									7		13	38		13	18	2.02			
門數		2	4	5	5	5			6	2	2	3	3	3			6		
種數	6	7	11	11	11			16	3	4	6	4	9			14			
數量	950	638	12,138	4,450	4,544	5,349		1,810	163	1,238	925	150	619	549		3,296			
種豐富度(R)	0.73	0.93	1.06	1.19	1.19			2.00	0.39	0.42	0.73	0.60	1.24			1.60			
香農韋納指數(H')	1.53	1.63	2.06	2.15	2.13			2.25	0.93	1.05	1.44	1.24	1.59			2.20			
均勻度(J')	0.85	0.84	0.86	0.90	0.89			0.81	0.84	0.76	0.80	0.89	0.72			0.83			

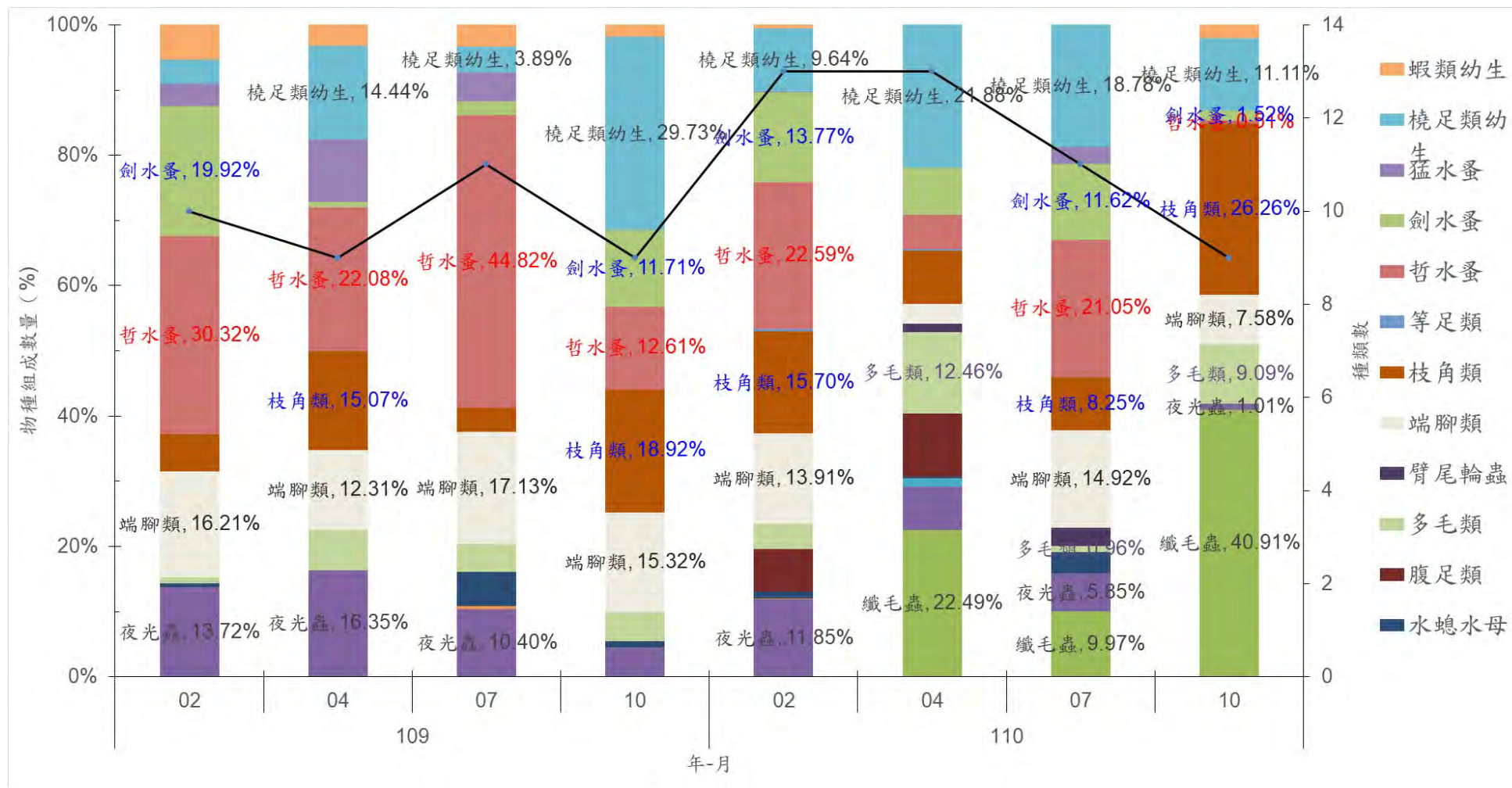


圖 19、109 年至 110 年浮游動物種類組成變化圖

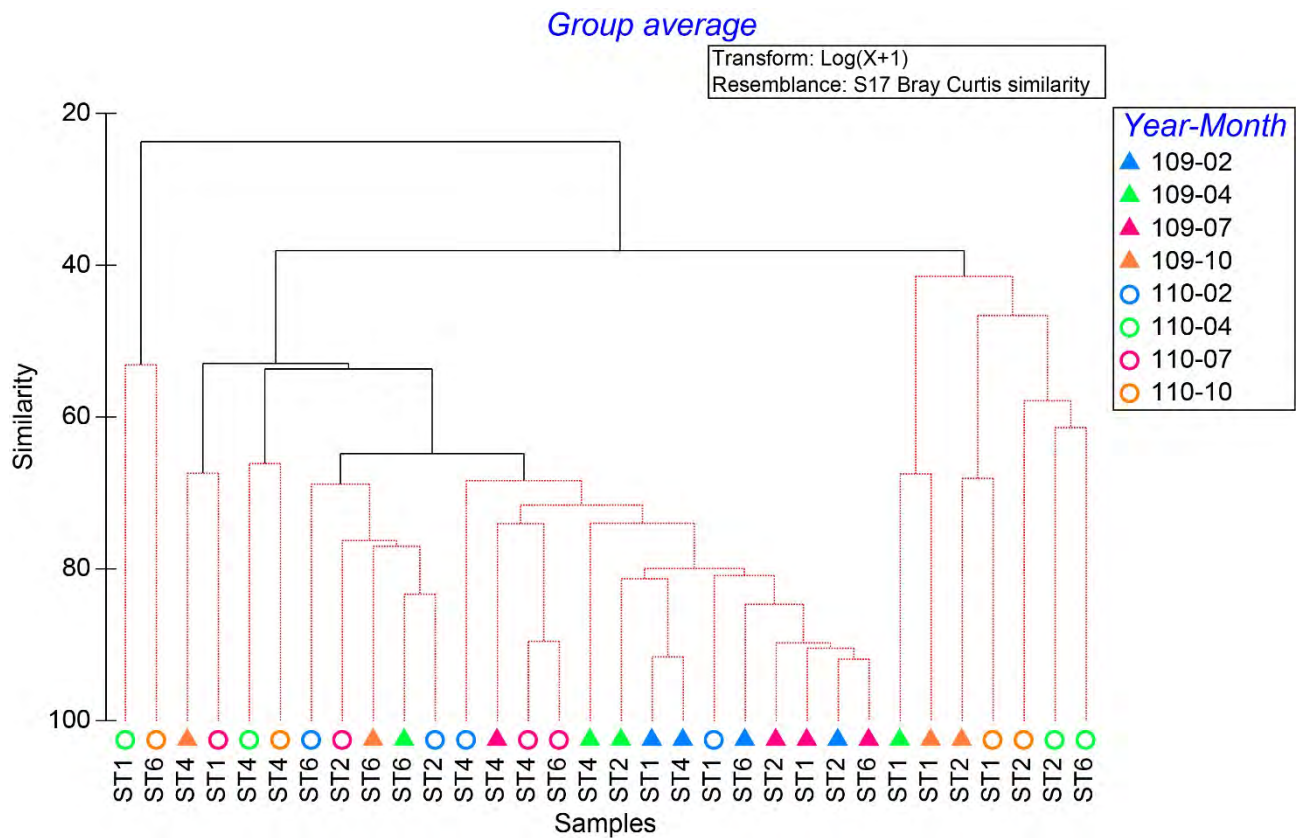


圖 20、109 年至 110 年浮游動物群集分析圖

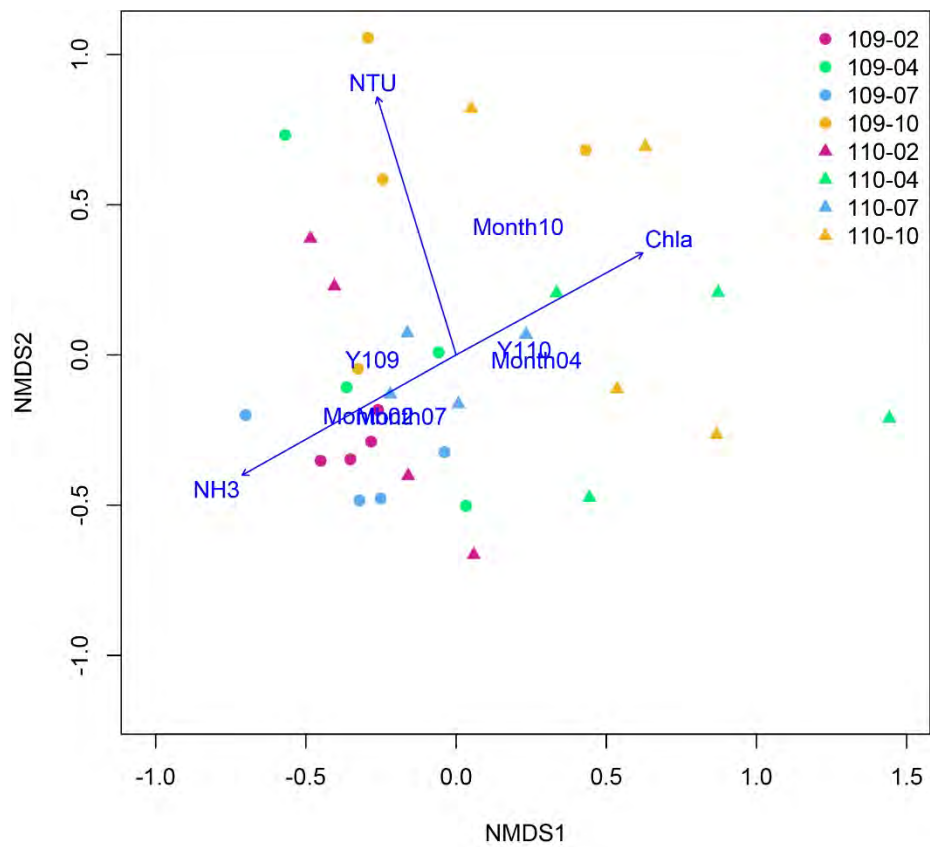


圖 21、109 年至 110 年浮游動物多元尺度分析圖

(三) 水域魚類、水域及底棲無脊椎動物(蝦蟹類、螺貝類等)之種類組成及生物量調查

110 年各測站魚類之物種類組成及豐度調查結果如表 12，總計 9 科 10 種 19 隻次。其中，2 月完全無記錄魚類，4 月僅在 ST7 站有捕捉到魚類，記錄有 4 科 5 種 7 隻次；包括隆頭魚科的珠光海珠魚 (*Halichoeres argus*)、鯛科的黃鰭棘鯛 (*Acanthopagrus latus*) 和臺灣棘鯛 (*Acanthopagrus taiwanensis*)、龍占魚科 (*Lethrinidae*) 的一種 (幼魚) 及鰺科的四帶牙鰺 (*Pelates quadrilineatus*)。110 年 2 月雖然無捕獲到任何魚類，但有另外目擊群游到鰻科 (*Mugilidae*) 的幼魚。而在過去 109 年之調查，2 月和第 4 月的 ST2 和 ST6 站亦無捕獲到任何魚類，兩季亦僅在 ST7 有魚類記錄。7 月則每站皆有捕獲魚類，包括鰕虎科 (*Gobiidae*) 的頭紋細棘鰕虎 (*Acentrogobius viganensis*)、鰻科 (*Leiognathidae*) 黑邊布氏鰻 (*Eubleekeria splendens*)、臺灣棘鯛和四齒純科 (*Tetraodontidae*) 之凹鼻純 (*Chelonodon patoca*)；10 月則在 ST2 有捕獲 1 隻次的魚類，為石斑魚科 (*Serranidae*) 的點帶石斑魚 (*Epinephelus coioides*)，以及 ST7 測站捕獲鑽嘴魚科 (*Gerreidae*) 的緣邊鑽嘴魚 (*Gerres limbatus*)。

由於整體數量少，且多組測站缺值，無捕獲任何魚類，例如 109 年 2 月的 ST2、ST6，4 月的 ST2、ST6，以及 110 年 2 月的全站、110 年 4 月的 ST2、ST6，以及 10 月的 ST6，共計 10 站次無魚類資料 (佔 42%)，因此不進行後續多變量分析。從目前之資料，即可看出在測站間的明顯不同。每年的 2 月及 4 月，在保護區內的測站 (ST2 及 ST6) 皆無魚類，而幾乎全年皆有魚類的測站—十孔水門外 (ST7)，則於 110 年 2 月亦無捕獲，顯示全年以冬季 2 月的魚類漁獲量最低。

在水域及底棲無脊椎部分，110 年四季合計共捕獲 2 門 15 科 24 種 254 ind，包括節肢動物門 9 科 14 種、軟體動物門 4 科 10 種，其中有 5 種屬於經濟性物種，包括東方白蝦 (俗名五鬚蝦)、刀額新對蝦 (俗名沙蝦)、草蝦、墨吉對蝦 (俗名白蝦或明蝦)、鋸緣青蟳 (俗名紅蟳或沙公) 等。整體而言，2 月調查之各站次以軟體動物門腹足綱織紋螺科的粗紋織紋螺 (*Reticunassa festiva*) 數量最多，主要集中出現於 ST2 站。110 年第 2 月亦是底棲無脊椎數量最多的站次，計有 5 科 6 種 137 ind，以粗紋織紋螺 (66 ind，佔 48%) 和居住海蜷及織紋螺殼內的長螯活額寄居蟹 (*Diogenes avarus*) (38 ind，佔 28%) 為優勢；其次，數量次多的站次為同季的 ST6 測站，計有 3 科 4 種 47 ind，以鐵尖海蜷最多 (28 ind，佔 60%)。螺類及寄居蟹類，如上述的優勢物種—粗紋織紋螺、長螯活額寄居蟹及鐵尖海蜷，其個體較小且並非均勻分布，時常有因覓食或其他因素而聚集在一起，其覓食移動等可能直接影響到各站次的數量變化。另外，聚焦於泳動能力較佳的水域無脊椎，即節肢動物門的蝦、蟹類，則數量較多的物種為東方白蝦 (*Exopalaemon orientis*)。而在四月之後的調查，於水邊設同樣的方框及蝦籠、長沉籠等，但並無像 2 月時，有採集到大量出現的軟體動物及寄居蟹。不過，在調查時於較遠的乾潮岸上，在 ST2 常可見短指和尚蟹及招潮蟹等蟹類。

以 Primer 6.0 進行群集分析及多元尺度分析如圖 22 和圖 23 所示。由於 109 年的 ST2、ST7 測站之種類組成與其他站次間差異大，而獨立被分出，各自成為一群，與其他之樣本之相似度幾乎為 0，使得在多元尺度分析上，其他樣本之相對位置呈現

被壓縮而無法看出其他趨勢。但從群集分析中可看到以 Simprof 檢定的分群結果中，其中，ST6 站大致都若在同一群。ST6 測站為東魚塭排水匯入口，此處之東方白蝦及蟹類較多，亦捕獲多次鋸緣青蟬，是相對大型底棲無脊椎動物的熱點測站之一。

表 12、110 年水域魚類調查名錄

科	學名	中文名	110-02				110-04				110-07				110-10				總計
			ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計	
Gerreidae 鑽嘴魚科	<i>Gerres limbatus</i>	緣邊鑽嘴魚					1			1							1	1	2
Gobiidae 鰕虎科	<i>Acentrogobius viganensis</i>	頭紋細棘鰕虎										5		5					5
Labridae 隆頭魚科	<i>Halichoeres argus</i>	珠光海豬魚						1	1										1
Leiognathidae 鰻科	<i>Eubleekeria splendens</i>	黑邊布氏鰻									1			1					1
Lethrinidae 龍占魚科	<i>Lethrinidae sp.</i>	龍占魚 sp.						1	1										1
Serranidae 石斑魚科	<i>Epinephelus coioides</i>	點帶石斑魚													1			1	1
Sparidae 鯛科	<i>Acanthopagrus latus</i>	黃鰭棘鯛						1	1										1
Sparidae 鯛科	<i>Acanthopagrus taiwanensis</i>	臺灣棘鯛						1	1				2	2					3
Terapontidae 鰱科	<i>Pelates quadrilineatus</i>	四帶牙鰱						3	3										3
Tetraodontidae 四齒魨科	<i>Chelonodon patoca</i>	凹鼻魨									1			1					1
科數			0	0	0	0	1	0	4	5	2	1	1	4	1	0	1	2	9
種數			0	0	0	0	1	0	5	6	2	1	1	4	1	0	1	2	10
數量			0	0	0	0	1	0	7	8	2	5	2	9	1	0	1	2	19
種豐富度(R)			-	-	-	-	-	-	2.06	2.40	1.44	0.00	0.00	1.37	-	-	-	1.44	3.06
香農韋納指數(H')			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	1.67	0.69	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00	0.69	2.10
均勻度(J')			-	-	-	-	-	-	0.92	0.93	1.00	-	-	0.83	-	-	-	1.00	0.91

表 13、水域底棲動物調查名錄

門	科	學名	中文名	110-02				110-04				110-07				110-10				總計	
				ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計	ST2	ST6	ST7	合計		
Arthropoda (節肢動物門)																					
	Alpheidae	槍蝦科	<i>Alpheus brevicristatus</i>				2				2									2	
	Diogenidae	活額寄居蟹科	<i>Diogenes avarus</i>	38							38									38	
			<i>Diogenes</i> sp.							1	1									1	
	Gerreidae	鑽嘴魚科	<i>Gerres limbatus</i>						1			1					1	1		2	
	Grapsidae	方蟹科	<i>Metopograpsus thukuhar</i>									1	1							1	
	Paguridae	寄居蟹科	<i>Clibanarius longitarsus</i>	8							8		1	1						9	
	Palaemonidae	長臂蝦科	<i>Exopalaemon orientis</i>			7		7		5	1	6		3	1	4		1		18	
	Penaeidae	對蝦科	<i>Metapenaeus ensis</i>						3			3		1		1		5		9	
			<i>Penaeus merguiensis</i>						5			5					2	2		9	
			<i>Penaeus monodon</i>							3		3								3	
	Portunidae	梭子蟹科	<i>Charybdis japonica</i>									1	1							1	
			<i>Scylla serrata</i>							1		1	1			1	1			3	
			<i>Thalamita crenata</i>						1			1	1		1	2		1	1	4	
	Sesarmidae	相手蟹科	<i>Nanosesarma minutum</i>																	2	
Mollusca (軟體動物門)																					
	Batillariidae	小海蜷科	<i>Batillaria zonalis</i>	17				17												17	
	Littorinidae	玉黍螺科	<i>Echinolittorina radiata</i>									1	1					1	1	2	
			<i>Littoraria undulata</i>															5	5	10	
			<i>Nodilittorina pyramidalis</i>									1	1							1	
	Nassariidae	織紋螺科	<i>Nassarius pullus</i>	6				6												6	
			<i>Reticunassa festiva</i>	66			1	67												67	
	Ostreidae	牡蠣科	<i>Crassostrea</i> spp.				5	5										1	1	6	
	Potamididae	海蜷科	<i>Cerithidea cingulata cingulata</i>			10		10												10	
			<i>Cerithidea djadjariensis</i>			28		28		3		3								31	
	Veneridae	簾蛤科	<i>Anomalocardia squamosal</i>	2				2												2	
		科數		5	3	5	11		3	4	5	8	1	2	2	3	2	2	4	6	15
		種數		6	4	5	14		4	4	7	14	2	2	2	4	2	3	5	9	24
		數量		137	47	13	197		10	12	7	29	2	4	2	8	3	8	9	20	254
		種豐富度(R)		1.02	0.78	1.56	2.46		1.30	1.21	3.08	3.86	1.44	0.72	1.44	1.44	0.91	0.96	1.82	2.67	
		香農韋納指數(H')		1.33	1.06	1.41	2.02		1.17	1.27	1.95	2.38	0.69	0.56	0.69	1.21	0.64	0.90	1.30	1.91	
		均勻度(J')		0.74	0.76	0.88	0.76		0.84	0.91	1.00	0.90	1.00	0.81	1.00	0.88	0.92	0.82	0.81	0.87	

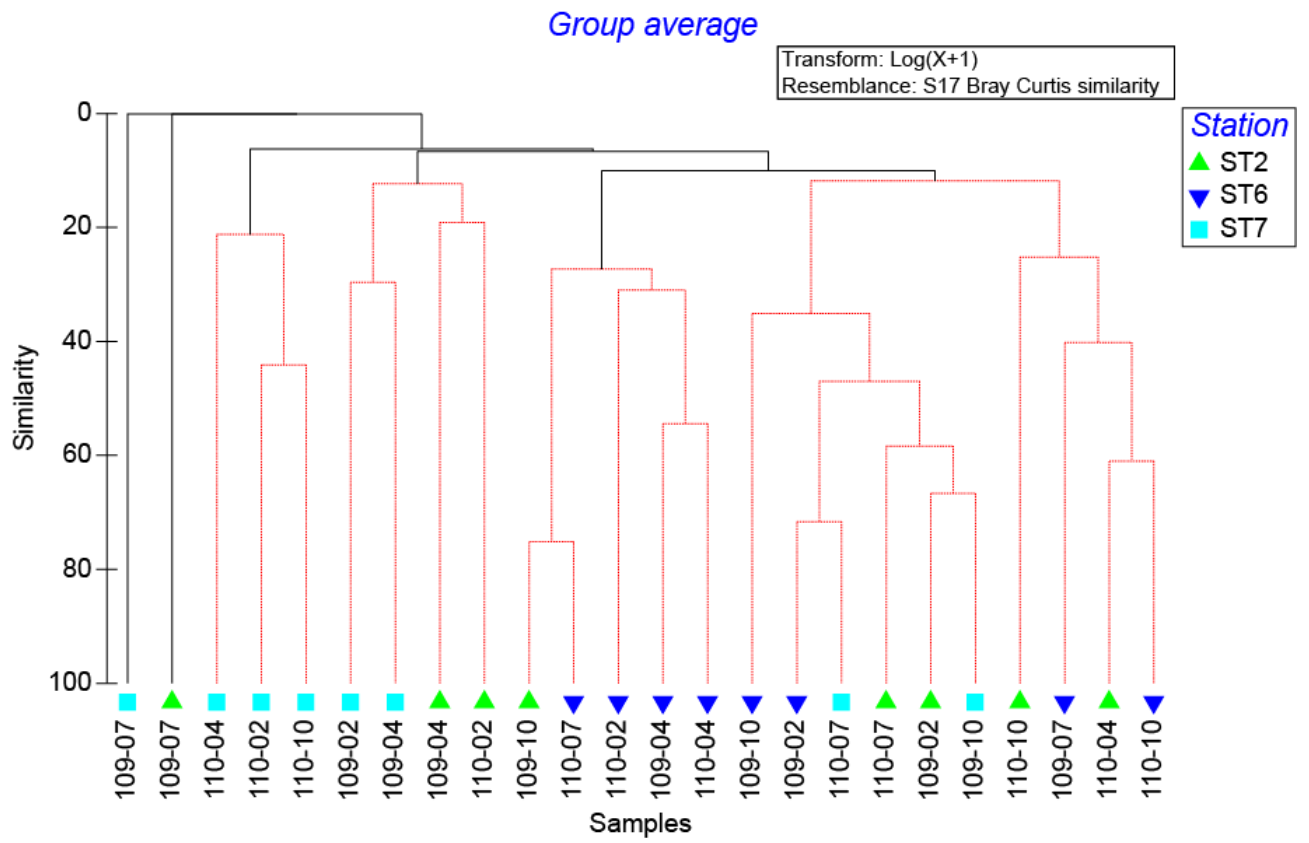


圖 22、109 年至 110 年水域底棲動物群集分析圖

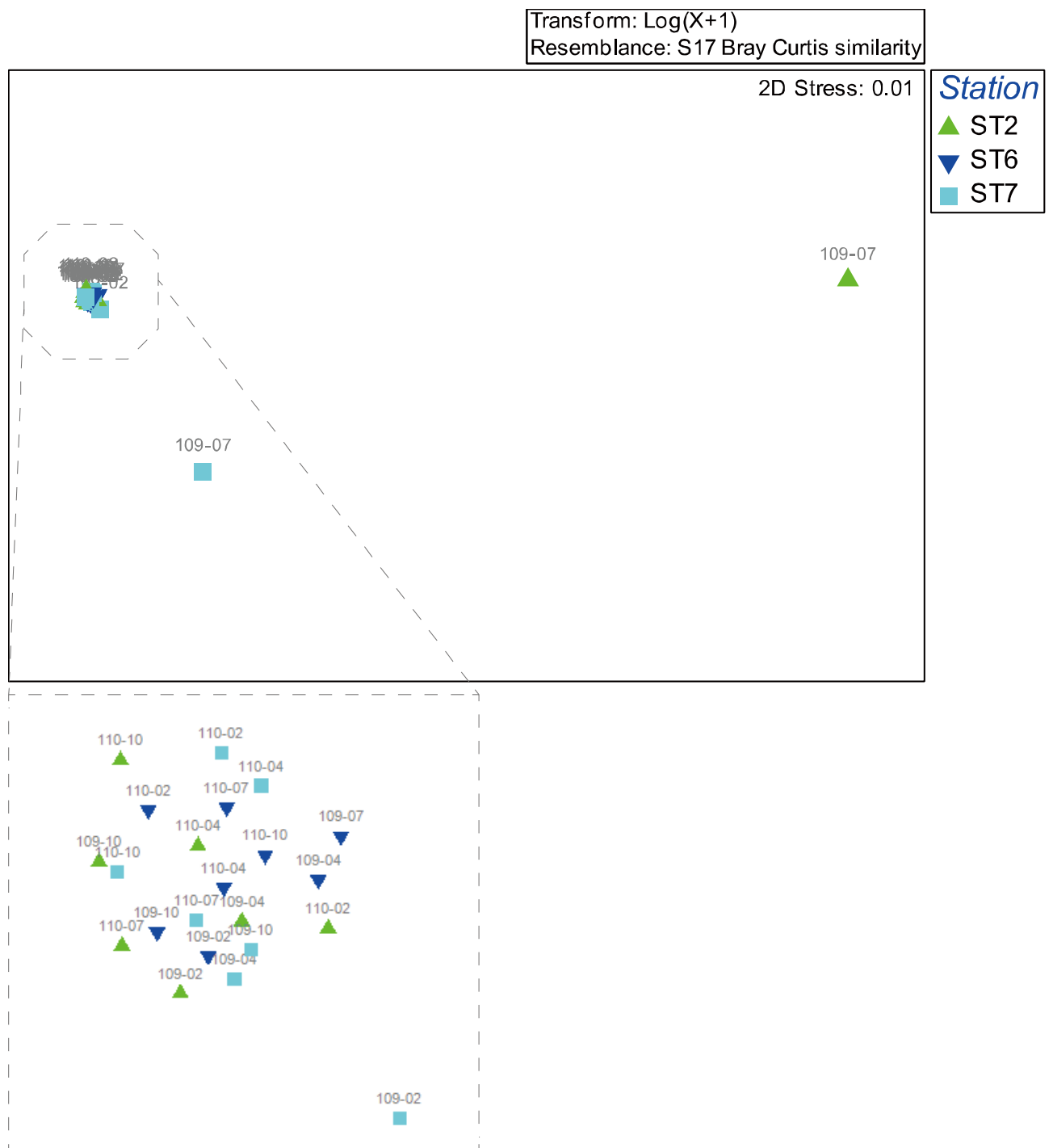


圖 23、109 年至 110 年水域底棲動物多元尺度分析
(實線框內為實際 MDS 結果，虛線標記處則將壓縮處為放大檢視之局部結果)

(四) 外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量調查

110 年於外圍樣區以人力進行蝦拖網魚蝦蟹生物調查，拖網資訊如表 14 所示，名錄則詳見表 15。共捕獲 3 門（脊索動物門、節肢動物門和軟體動物門）9 科 11 種 1,221 ind.。第 1 季捕獲 3 門 6 科 358 ind.，總重 270.6 g，豐度 47.93 ind./100 m²，生物量 36.22 g/100 m²；第 2 季亦捕獲 3 門 6 科 7 種，個體數為 863 ind.，總重 907.1 g，豐度 76.36 ind./100 m²，生物量為 80.25 g/100 m²；第 3 季 8 月捕獲 7 科 7 種 230 ind.，總重 294.2 g，豐度 23.194 ind./100 m²，生物量 17.677 g/100 m²；第 4 季 10 月捕獲 3 科 5 種 279 ind.，總重 214.603 g，豐度 26.99 ind./100 m²，生物量 20.57 g/100 m²；（名錄詳見表 15）。其中，數量最多的為非目標漁獲的混獲—軟體動物門腹足綱（螺類），為燒酒海蜷（*Batillaria zonalis*）和栓海蜷（*Cerithidea cingulata cingulata*），為各季拖網之主要捕獲對象。此外，所捕獲的魚隻多為小體型的幼魚，僅一尾重達 300g 台灣棘鯛為成魚，整體捕獲之魚類種類及數量並不多。

表 14、110 年外圍樣區潮間帶之水域生物資源調查之拖網起訖經緯度、拖網距離及面積

年 月	起始經緯度 (WGS 84)	結束經緯度 (WGS 84)	拖網距離(m)	面積 (m ²)
110 02	(23.072309 N, 120.051099 E)	(23.072935 N, 120.051577 E)	84.8831	746.9713
110 04	(23.074308 N, 120.050346 E)	(23.073791 N, 120.051468 E)	128.4355	1130.232
110 08	(23.073935 N, 120.052725 E)	(23.074145 N, 120.051425 E)	135.2214	1189.948
110 10	(23.0731288 N, 120.0508023 E)	(23.072892 N, 120.051907 E)	116.2037	1022.593

備註：以 QGIS 地理資訊系統套疊並計算拖網距離 (m)

表 15、110 年外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量

學名	中文名	110-02							110-04						
		No	TW	Av. BW± S.D			Abund.	Biomass	No	TW	Av. BW± S.D			Abund.	Biomass
Chordata (脊索動物門)															
Mugilidae 鰱科															
Chelon macrolepis	大鱗龜鰻								6	35.659	5.94	± 1.28	0.53	3.16	
Mugilidae sp. (Juv.)	鰱科幼魚	11	2.495	0.23	± 0.13	1.47	0.33								
Sparidae 鯛科															
Acanthopagrus taiwanensis	臺灣棘鯛								1	300	300.00		0.09	26.54	
Terapontidae 鰺科															
Terapon jarbua	花身鰺	1	5.14	5.14		0.13	0.69								
Mollusca (軟體動物門)															
Batillariidae 小海螵科															
Batillaria zonalis	燒酒海螵	181	147.313	0.81	± 7.03	24.23	19.72	156	122.113	0.78	± 5.73	13.80	10.80		
Potamididae 海螵科															
Cerithidea cingulata cingulata	栓海螵	92	64.634	0.70	± 1.95	12.32	8.65	672	421.755	0.63	± 14.47	59.46	37.32		
Cerithidea djadjariensis	鐵尖海螵	69	50.076	0.73	± 0.67	9.24	6.70	24	20.873	0.87	± 0.22	2.12	1.85		
Arthropoda (節肢動物門)															
Alpheidae 槍蝦科															
Alpheus edwardsii	艾德華鼓蝦	2	0.564	0.28		0.27	0.08								
Macrophthalmidae 大眼蟹科															
Macrophthalmus banzai	萬歲大眼蟹	2	0.347	0.17		0.27	0.05								
Penaeidae 對蝦科															
Metapenaeus ensis	刀額新對蝦							3	3.528	1.18		0.27	0.31		
Portunidae 梭子蟹科															
Portunus pelagicus	遠海梭子蟹							1	3.131	3.13		0.09	0.28		
	總計	358	270.6			47.93	36.22	863	907.1			76.36	80.25		
	科數	6						6							
	種類數	7						7							

備註：NO 表數量 (ind.)，TW 為總重 (g)，BW 為個體重 (g)，Av. BW 為平均各體重 (g)，SD 為樣本的標準偏差，Abund. 為豐度 (ind./100 m²)，Biomass 為生物量 (g/100 m²)

表 15（續）、110 年外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量

學名	中文名	110-08							110-010					
		No	TW	Av. BW± S.D		Abund.	Biomass	No	TW	Av. BW± S.D		Abund.	Biomass	
Chordata (脊索動物門)														
Mugilidae 鰱科														
Chelon macrolepis	大鱗龜鰲	10	14.034	1.40	± 0.58	0.84	1.18							
Terapontidae 鰱科														
Terapon jarbua	花身鰱	4	67.282	16.82	± 30.40	0.34	5.65	1	3.978	3.98		0.10	0.39	
Sphyraenidae 金梭魚科														
Sphyraenidae sp..	金梭魚 sp	1	6.231	6.23		0.08	0.52							
Sphyraenidae 金梭魚科														
Gerres sp..	鑽嘴魚屬 sp.	3	20.815	6.94		0.25	1.75							
Unidentified														
---	稚魚							2	0.278	0.14		0.20	0.03	
Mollusca (軟體動物門)														
Batillariidae 小海蜷科														
Batillaria zonalis	燒酒海蜷	35	26.542	0.758	± 6.02	2.941	2.231	170	139.411	1.219	± 4.26	16.624	13.633	
Potamididae 海蜷科														
Cerithidea cingulata cingulata	栓海蜷	177	159.256	0.898	± 8.21	14.875	13.383	53	33.814	1.567	± 3.28	5.183	3.307	
Cerithidea djadjariensis	鐵尖海蜷							53	37.122	1.428	± 0.81	5.183	3.630	
Arthropoda (節肢動物門)														
Sesarmidae 相手蟹科														
Parasesarma bidens	雙齒近相手蟹	1	7.531	7.53		0.08	0.63							
Portunidae 梭子蟹科														
Portunus pelagicus	遠海梭子蟹													
	總計	230	294.2			23.194	17.677	279	214.603			26.990	20.570	
	科數	7						3						
	種類數	7						5						

備註：NO 表數量 (ind.)，TW 為總重 (g)，BW 為個體重 (g)，Av. BW 為平均各體重 (g)，SD 為樣本的標準偏差，Abund. 為豐度 (ind./100 m²)，Biomass 為生物量 (g/100 m²)

(五) 龍鬚菜組成、生長週期變化及試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗

5.1 龍鬚菜組成之生長週期變化

今年已執行 1 月至 12 月的龍鬚菜覆蓋面積調查，調查結果如表 16。

今年龍鬚菜之各測站覆蓋比例最多、增長最快的測站為 ST3，與去年相同。惟去年（109 年）ST3 測站在 2 月時即開始增長，覆蓋面積達 10%，但今年直至 3 月才開始增長，且僅初步附著於海蜷螺殼上，故其覆蓋面積及低，約 0.12%。今年 4 月 ST3 測站的覆蓋面積為 11%，較去年同期的 50% 為少；但至 5 月時，覆蓋面積比例已與相近，今年為 88%，去年同月為 80%，而後 7 月一直有強降雨，水域能見度不好，亦受強風影響，底質揚沙而導致水色混濁，不易觀察，在 7 月-8 月間前往數次，最終確定原本覆蓋面積密的 ST3 龍鬚菜受大雨沖刷而影響其分布。而 8 月後，則未再於測站上記錄到龍鬚菜。

表 16、110 年各測站龍鬚菜之覆蓋比例變化

月份	覆蓋面積 (%)						平均 %	增長比率
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6		
1 月	0	0	0	0	0	0	0.00	—
2 月	0	0	0	0	0	0	0.00	—
3 月	0	0	0.12	0	0	0	0.02	—
4 月	0	0	11	0	0	0	1.85	91.71
5 月	7	0	88	0	0	0	15.87	7.56
6 月	10	0	100	5	0	0	18.00	1.13
7 月	0	0	30	0	0	0	5.00	0.2
8 月	0	0	0*	0	0	0	0	—
9 月	0	0	0	0	0	0	0	—
10 月	0	0	0	0	0	0	0	—
11 月	0	0	0	0	0	0	0	—
12 月	0	0	0	0	0	0	0	—

*因大雨沖刷，龍鬚菜已不在原來的 st3 測站，有往旁邊沖移的狀況

表 17、110 年各測站龍鬚菜之生物量變化

月份	生物量 (g/m ²)						平均生物量 (g/m ²)
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	
1 月	0	0	0	0	0	0	—
2 月	0	0	0	0	0	0	—
3 月	0	0	1.5	0	0	0	0.2
4 月	0	0	68.1	0	0	0	11.4
5 月	105.0	0	2750.0	0	0	0	475.8
6 月	100.0	0	4150.0	10.7	0	0	710.1
7 月	0	0	301.2	0	0	0	50.2
8 月	0	0	0	0	0	0	—
9 月	0	0	0	0	0	0	—
10 月	0	0	0	0	0	0	—
11 月	0	0	0	0	0	0	—
12 月	0	0	0	0	0	0	—

備註—本項目為了以利後續龍鬚菜開放採捕試驗之回推覆蓋面積用，本項目所秤之龍鬚菜狀態為，儘簡易過水清水後、未挑選處理（如完全洗淨或完全移除附著物）且未完全瀝乾之龍鬚菜。

5.2 龍鬚菜試辦採捕評估

今年受 COVID-19 疫情影響最終無法以工作坊之方式舉行，而改以工作人員進行採捕試驗。然而除受疫情影響外，7 月至 8 月的大雨及風面影響相關調查作業；一開始除了能見度低，無法進行目測採集記錄，僅能以撈網或觸覺進行盲撈盲採外，龍鬚菜亦嚴重流失。原本於最外圍區域（保護區南端）靠近西測堤防處有相當量的龍鬚菜，但受惡劣天氣影響而流失，最後發現有少部分龍鬚菜往北漂移，卡在外圍區域（保護區中斷）之西側護岸之拋石間。

最終決定於 8/3 日以研究人員進行固定時間的採捕，並秤其重量，模擬單位時間之可能採捕量，採捕區域及方式則沿著外圍堤防進行採集。採集當日下雨、水濁能見度低，亦無法輔以視覺進行採捕，僅能徒手盲撈。在兩人 20 分鐘的採集，共採得 4.360 公斤（濕重）的龍鬚菜，約莫龍鬚菜最茂盛其覆蓋面積 1 平方公尺的採集量。然而，也因已有許多龍鬚菜流走，而 ST3 亦無龍鬚菜，內、外圍零散的龍鬚菜也在 9 月過後消退。因此，後續並而無法比較有無採集之差異

此外，以 109 年計畫所拍攝之正射影像圖（拍攝日期 109 年 7 月 14 日），配合現地調查經驗，進行影像判讀，繪製出 109 年龍鬚菜之主要潛在分布區域（如圖 24 所示），提供後續龍鬚菜試辦開放採捕區域之選擇參考。

根據本項目今年執行經驗，提出後續龍鬚菜試辦採捕之建議事項一

(1) 試辦月份雖然可選取龍鬚菜覆蓋面積較高的 6-8 月執行，但為避免受天候影響，建議仍應及早於 6 月份或 7 月初辦理完成。

(2) 試辦區域，可選於 ST3 測站以南靠西岸之區塊做為試辦採捕區域，並於 ST3 測站設立一小塊禁採區以作為對照組。如此則可持需追蹤採捕前後以及有無採捕之龍鬚菜之消長週期變化。

(3) 由於無法實際測量每人所採集之龍鬚菜覆蓋面積，因此需以單位重量回推龍鬚菜之可能覆蓋面積大小。因此在執行試辦採捕前，因先秤重。此外，在野外進行採捕，依每人習慣不同，可能有人會在採集時，邊採邊挑揀所需之龍鬚菜，以減輕採回後家後的工作量，但亦有可能有人選擇採集時不挑揀、回家再做後續處理。因此，在做事前工作一採取固定面積之龍鬚菜秤重（以取得最接近採捕試驗當日之龍鬚菜單位面積生物量）一時，需考量上述狀況，應秤量簡易過水及瀝水後之龍鬚在濕重。

(4) 其餘試辦開放採捕操作模式可參考本成果報告之附件 5。



圖 24、本計畫龍鬚菜主要分布樣站（ST3）及 109 年航拍所記錄之龍鬚菜可能覆蓋範圍（底圖為 109 年計畫之空拍正射影像圖，每個網格為 50 平方公尺，紅線標示區域為 109 年龍鬚菜之潛在分布範圍）

（六）鳥類利用狀況調查

6.1 鳥類組成月次變化

依往年調查規劃，將十份黑面琵鷺生態保護區區分為內圍、外圍及最外圍等三區域進行記錄。目前已完成 1 至 12 月調查，每月調查日期及結果分別如附表一 附表四所示。本年度鳥類物種組成及數量變化分別如圖 25~圖 28 所示。

結果顯示，本年度調查三區共記錄 19 科 60 種，目擊鳥數合計 21,725 隻次，以黑腹濱鵲（5,300 隻次，佔 24.40%）、裏海燕鷗（4,420 隻次，20.35%）及東方環頸鴿（4,399 隻次，20.25%）為前三優勢種，其次為紅胸濱鵲（2,061 隻次，9.49%）、黑腹燕鷗（978 隻次，4.50%）以及黑面琵鷺（733 隻次，3.37%），其餘物種各自所佔比例皆不達 3%。以出現頻率（調查目擊次數/總調查次數）來看，以大白鷺最高達 91.67%，青足鵲（87.50%）次之，東方環頸鴿、小白鷺和白頭翁（皆為 83.33%）並列第三，其次為赤足鵲（70.83%，Rank=6）、大杓鵲（62.50%，Rank=7），以及裏海燕鷗、蒼鷺、褐頭鷗鷺和斯氏繡眼（四者皆為 58.33，Rank=8），以上為出現頻率前 10 名之鳥種。

保育類鳥種計有 7 科 12 種，包括 I 級保育類 1 種—黑面琵鷺 733 隻次，佔 3.37%，II 級保育類 5 種—小燕鷗 44 隻次（0.20%）、黑嘴鷗 8 隻次（0.04%）、黑翅鳶 3 隻次（0.01%）、唐白鷺和白琵鷺各 1 隻次（不足 0.01%），以及 III 級保育類 6 種—大杓鵲 333 隻次（1.53%）、黑尾鵲 44 隻次（0.20%）、大濱鵲 20 隻次（0.09%）、紅腹濱鵲和燕鷗各 2 隻次（各 0.01%），以及鵲鵲 1 隻次（不足 0.01%）。以上保育鳥種中，以 I 級保育類的黑面琵鷺為數量最多、出現頻度次高（50.00%），而大杓鵲則為數量次高但出現頻率最高（62.50%）的保育類鳥種（圖 25、附表一）。黑面琵鷺於 1/9 調查時即記錄 2 隻，1/23 日即達 63 隻次，之後直至 3 月 5 日仍有記錄有 62 隻次，3/28 日記錄到 47 隻次，其後 4 至 5 月則無目擊紀錄，直至 10 月開始又再度記錄，於 10/11 和 10/21 皆記錄 43 隻次，11/14 達 214 隻次，其後數量下降，但仍持續有記錄（11/27 記錄 80 隻次、12/04 記錄 13 隻次、12/10 記錄 47 隻次）。大杓鵲從首次調查之 1/9 日至 5/8 間的連續 9 次調查皆有記錄，以 1/23 日數量最多（81 隻次），之後數量略為下降，2/21、3/5 日分別仍記錄有 43 隻次和 54 隻次，而至 3/28 日後開始明顯下降；3/28 至 5/8 日間的四次調查數量在 1~12 隻次，至 5/16 時已無記錄，而後 8/29 日曾記錄 2 隻次，之後則至 10 月中以後才有穩定的數量記錄，10/21~12/10（本年度最後一次調查）間之連續五次調查，皆有記錄到大杓鵲，數量在 2~35 隻次。

此外，本年度所記錄之鳥類數量變化，在 1~3 月為高、3 月中後下降，直至 10 月中後整體鳥類數量才再度恢復（圖 25、附表一）。這亦呼應了所記錄優勢鳥種的遷移習性，如前五優勢鳥種—黑腹濱鵲、裏海燕鷗、東方環頸鴿、紅胸濱鵲和黑腹燕鷗，其遷徙屬性於臺灣地區皆屬冬候鳥（部分同時為過境鳥或不普遍留鳥）。而這些優勢鳥種之數量出現高峰亦多發生在 1~3 月及 10~12 月間。顯示本保護區以冬季的鳥類數量較為豐富。

以下分區（內圍、外圍及最外圍）敘述本年度之鳥類調查結果。

6.1.1 內圍區域之月次變化

內圍區域（附表二、圖 26）共記錄 17 科 45 種鳥類，總數合計 4,606 隻次。1 月 9 日總數量有 990 隻次，是內圍區域記錄數量最多的月次，而其主要鳥種為裏海燕鷗計有 836 隻次（84%），紅嘴鷗記錄有 127 隻次，為次優勢（13%），無記錄到任何保育鳥種。裏海燕鷗雖然在臺灣地區不常見的冬候鳥，但在台江地區的曾文溪北岸，是屬於優勢的冬候鳥之一（郭東輝, 2017）。1 月 23 日鳥類數量下降至 327 隻次，但仍以裏海燕鷗為優勢（117 隻次，34%），其次為東方環頸鵒（86 隻，30%）和紅嘴鷗（38 隻，12%）；此外，保育類大杓鷗記錄有 11 隻，為內圍區域至 5 月止，大杓鷗記錄最多的一次調查。2 月 6 日調查，鳥種數量明顯下降，記錄 8 科 12 種 32 隻次，以臺灣常見的冬候鳥青足鷗（14 隻次，44%）數量較多，保育類大杓鷗記錄有 1 隻次；至 2 月 21 日鳥類數量又再度上升至 5 科 15 種 536 隻次，以黑腹濱鷗 234 隻次（44%）和裏海燕鷗 208 隻次（39%）為優勢，東方環頸鵒 33 隻次（6%）為次優勢。黑腹濱鷗臺灣常見的冬候鳥，亦是台江地區曾文溪北岸優勢的冬候鳥種（郭東輝, 2017）。此外，2 月 21 日尚記錄有保育類大杓鷗 1 隻次、黑嘴鷗 3 隻次及小燕鷗 6 隻次。至 3 月時，3 月兩次內圍區域的鳥類調查記錄數量皆較少，3 月 5 日及 3 月 28 日分別記錄 6 科 8 種 27 隻次及 7 科 11 種 17 隻次，各鳥種皆為零星出現，亦無記錄到保育鳥種。4 月 10 日調查時，鳥類數量上升至 5 科 11 種 204 隻次，以在臺灣屬於稀有冬候鳥的斑尾鷗 120 隻數量最多（59%），其次為蒙古鵒 34 隻次（17%）；此外，亦記錄有保育類大杓鷗 1 隻及小燕鷗 3 隻次。而內圍區域之鳥類數量在 4 月 10 日的高峰過去之後，即驟降且逐次減少，在 4 月 23 日、5 月 8 日和 5 月 16 日分別記錄 6 科 6 種 30 隻次、5 科 5 種 21 隻次和 4 科 4 種 6 隻次。而其後的 6 月至 10 月底，除了 8 月 29 日和 9 月 9 日有記錄到 39 隻次和 73 隻次的鳥類，數量稍多外，其餘的皆在 4~6 科、4~8 種、8~32 隻次間，數量並不多。而 8 月 29 日和 9 月 9 日有相對比鄰近月分數量略多的鳥類，主要為記錄到數量較多的斯氏繡眼（分別為 33 隻次和 56 隻次）；此外，雖然 6 月至 10 月間內圍區域的鳥種及鳥類數類數皆不多，但仍於 6 月 26 日和 7 月 29 日有分別記錄到保育鳥種黑翅鳶（1 隻次）和小燕鷗（6 隻次）。11 月過後，內圍樣區鳥種數量明顯恢復。11 月 14 日記錄 9 科 18 種 269 隻次，以黑腹濱鷗為優勢，記錄 166 隻次（62%），並記錄有保育類大杓鷗及黑面琵鷺各 1 隻次，這也是本年度內圍樣區唯一一筆記錄到黑面琵鷺的資料；11 月 27 日鳥類數量達高峰，記錄到 5 科 10 種 722 隻次，主要記錄到數量可觀的裏海燕鷗（492 隻次，68%）以及黑腹燕鷗（158 隻次，22%）所致，然而保育類僅記錄大杓鷗 1 隻次；12 月 4 日數量略微下降，但仍記錄有 10 科 19 種 551 隻次，以黑腹燕鷗（274 隻次，50%）、黑腹濱鷗（107 隻次，20%）和東方環頸鵒（102 隻次，19%）為主，無記錄到保育鳥種；12 月 10 日記錄到保育類黑尾鷗 15 隻次，以黑腹燕鷗為主，記錄到 350 隻次（60%）。

內圍區域 1 月至 12 月之逐月次的鳥類數量變化主要受冬候鳥（如裏海燕鷗和黑腹濱鷗）的出沒影響（附表二、圖 26）；鳥類數量在 3 月有一波低谷，在 4 月上半旬數量短暫恢復後，在 4 月下旬數量又下降，至 5 月仍處於數量低谷，直至 11 月後才數量恢復。此現象與往年內圍區域鳥類調查狀況相似，去年 109 年在 3 月上旬出現一

次低谷後，在 3 月下旬上升，之後便逐月下降，直至 11 月底才數量驟升。但在優勢鳥種部分有所不同，去年屬於 1 月至 4 月內圍樣區優勢鳥種之一的冬候鳥赤頸鴨，在今年度相同月份並無記錄。

6.1.2 外圍區域之月次變化

外圍區域（附表三、圖 27）共記錄 16 科 44 種鳥類，總數合計 7,635 隻。1 月 9 日記錄有 7 科 14 種 584 隻次，主要的鳥種為黑腹濱鷸 178 隻次（30%）和裏海燕鷗 168 隻次（29%），保育類記錄到大杓鷸 9 隻次、黑嘴鷗 1 隻次及黑面琵鷺 2 隻次。1 月 23 日記錄有 6 科 15 種 934 隻次，以黑腹濱鷸 345 隻最多（37%），其次為東方環頸鴿 185 隻（20%），保育類記錄到大杓鷸 52 隻次、黑嘴鷗 3 隻次和黑面琵鷺 63 隻次。2 月 6 日，記有鳥類 6 科 14 種 773 隻次，黑腹濱鷸 317 隻次（41%）、裏海燕鷗 146 隻次（19%）及東方環頸鴿 110 隻次（14%）最多，太平洋金斑鴿（70 隻次，9%）及屬於保育類黑面琵鷺（69 隻，9%）和大杓鷸（42 隻，5%）數量亦不少，為次優勢類；其他保育鳥種尚記錄有黑嘴鷗和白琵鷺各 1 隻次。至 2 月 21 日之調查時，鳥類數量下降至 5 科 11 種 222 隻次，以紅胸濱鷸和保育類黑面琵鷺各 50 隻次（各佔 23%）數量較多，其餘保育類尚記錄有大杓鷸 22 隻次，數量較前次調查為少。至 3 月 5 日調查時，外圍區域鳥類數量達到高峰，共計 5 科 9 種 1,300 隻次，主要是出現了數量龐大的裏海燕鷗所致，計有 1,130 隻次，單一鳥種佔 87%；另外保育類黑面琵鷺的數量亦仍維持在高峰 62 隻次、大杓鷸數量則持續下降（12 隻）。3 月 28 日鳥類數量下降至 422 隻次，但種類記錄有為 7 科 20 種，為今年度外圍區域記錄中鳥種最多的一次；數量上仍以裏海燕鷗為優勢（236 隻，56%），保育類則記錄有大杓鷸 3 隻次、黑尾鷗 1 隻次及黑面琵鷺 47 隻次。4 月 10 日，鳥類數量下降至 4 科 12 種 296 隻次，以黑腹濱鷸（122 隻，41%）為優勢，保育類則記錄有大濱鷸（4 隻次）和小燕鷗（2 隻次）2 種，已無黑面琵鷺。之後外圍區域的鳥類數量逐月次持續下降，4 月 23 日記錄 4 科 9 種 76 隻次，保育類則有大杓鷸（12 隻次）和黑尾鷗（3 隻次）；至 5 月 8 日數量下降至 21 隻次（5 科 9 種），但保育類仍記錄有 2 種，為大杓鷸（5 隻次）和小燕鷗（2 隻次）；至 5 月 16 日鳥種和數量皆下降，只記錄小白鷺 1 科 1 種 3 隻次。其後的 6 月至 9 月為止，外圍鳥類數量維持在 2～3 科、3～6 種、6～39 隻次間的低谷值，至 10 月 11 日開始有冬候鳥（包括黑面琵鷺）大量的到訪，鳥況才有恢復。在 6 月至 9 月間，僅 6 月 26 日和 8 月 29 日各有記錄到 1 種保育鳥種，分別為黑翅鳶（1 隻次）和大杓鷸（2 隻次）。10 月時，外圍鳥類數量開始恢復，10 月 11 日記錄有 2 科 4 種 75 隻次，保育類黑面琵鷺開始出現並記錄有 43 隻次（57%），為最優勢種，其次則為同科的外來種埃及聖鵝（24 隻次，32%）；10 月 21 日記錄有 5 科 11 種 219 隻次，以冬候鳥紅胸濱鷸 70 隻次為優勢（32%），次優勢種則為保育類黑面琵鷺（43 隻次，20%），另外尚記錄有保育鳥種黑尾鷗（14 隻次）；11 月 14 日調查時，外圍鳥類數量再度達高峰，記錄有 5 科 16 種 995 隻次，主要為出現大量的冬候鳥所致，前三優勢種為黑腹濱鷸 299 隻次（30%）、裏海燕鷗 292 隻次（29%）和保育類黑面琵鷺 213 隻次（21%），而本次之黑面琵鷺數量亦為今年度記錄之最高值；此外，尚記錄有保育類大杓鷸（7 隻次）。11 月 27 日數量略為下降，記錄有 6 科 12 種 532 隻次，最

優勢種為黑腹濱鷸(300 隻次, 56%), 次優勢種則為保育類黑面琵鷺(80 隻次, 15%) 和裏海燕鷗(70 隻次, 13%), 另外尚記錄有保育類大杓鷸(11 隻次); 12 月 4 日則記錄有 7 科 17 種 638 隻次, 以裏海燕鷗 383 隻次(60%) 為最優勢, 其次為黑腹濱鷸 85 隻次(13%), 此外, 保育類黑面琵鷺數量下降至 13 隻次, 另外尚記錄有保育鳥種大杓鷸 1 隻次; 12 月 10 日記錄有 7 科 13 種 417 隻次, 以東方環頸鴿 112 隻次為最優勢(27%), 其次為黑腹濱鷸 76 隻次(18%) 和裏海燕鷗 75 隻次(18%), 此外, 保育類黑面琵鷺數量恢復至 46 隻次, 其餘保育鳥種尚記錄有大杓鷸 19 隻次和黑尾鷗 9 隻次。

整體而言, 外圍樣區月次變化趨勢與內圍樣區類似(附表三、圖 27), 但鳥種數量及隻數較多。外圍鳥類數量在 2 月下旬(2 月 21 日) 有一波低谷, 3 月上半旬數量短暫恢復後, 迅速驟降之後便逐月減少, 至 5 月仍處於數量低谷, 直至 10 月下旬才開始有所恢復。此外, 外圍樣區為本保護區主要黑面琵鷺休憩利用之地點, 全年數量達 731 隻次, 與三個樣區之數量總和 733 隻次, 僅差 2 隻次。

6.1.3 最外圍區域之月次變化

最外圍區域(附表四、圖 28) 共記錄 15 科 41 種鳥類, 總數合計 9,484 隻次。1 月 9 日調查時, 最外圍鳥類有一定數量, 共計有 4 科 9 種 529 隻次, 以黑腹濱鷸 452 隻最優勢, 單一物種佔 86%, 另外保育類計有大杓鷸 20 隻次。1 月 23 日調查時鳥類數量上升至 925 隻(4 科 9 種), 以普遍冬候鳥東方環頸鴿 530 隻(57%) 和黑腹濱鷸 216 隻(23%) 為優勢, 另外保育類計有大杓鷸 18 隻。2 月 6 日調查時, 最外圍樣區鳥類達到數量高峰, 計有 4 科 7 種 1,335 隻次, 仍以東方環頸鴿為最優勢, 數量更達到 1,100 隻次, 單一鳥種佔 82%, 黑腹濱鷸為次優勢(189 隻次, 佔 14%), 但無記錄到任何保育類鳥種。而 2 月 21 日調查時, 鳥類數量驟降, 計有 5 科 10 種 140 隻次, 數量僅約為前次(2 月 6 日) 調查十分之一; 優勢鳥種為灰斑鴿(57 隻次, 41%) 和黑腹濱鷸(54 隻次, 39%), 並計有保育類大杓鷸 4 隻。至 3 月 5 日調查時, 數量突增達 1,137 隻(3 科 9 種), 為第二次高峰值, 以黑腹濱鷸 500 隻次(44%)、東方環頸鴿 460 隻次(40%) 為優勢; 另外, 保育類大杓鷸數量亦來到 42 隻, 為最外圍區域數量最多的一次, 其他保育類尚計有大濱鷸 12 隻。3 月 28 日最外圍鳥類數量下降至 4 科 13 種 326 隻, 以東方環頸鴿 221 隻為最優勢, 佔 68%, 其次為黑腹濱鷸(51 隻, 16%); 保育類記錄有大杓鷸 1 隻次和紅腹濱鷸 2 隻次。4 月 10 日鳥類下降至不足百隻, 為 6 科 11 種 80 隻次, 以蒙古橫(40 隻, 50%) 為優勢, 先前調查常見的優勢物種黑腹濱鷸數量則下降至 15 隻次, 但仍為次優勢種(佔 19%); 此外, 無記錄到保育鳥種。4 月 23 日的最外圍區域鳥類數量略為恢復, 計有 4 科 12 種 258 隻次, 以東方環頸鴿和大白鷺各 76 隻最多(各佔 29%); 保育類計有黑尾鷗 1 隻次和小燕鷗 21 隻次。5 月開始數量陡降, 5 月 8 日為 7 科 9 種 30 隻, 但至 5 月 16 日時僅剩 2 科 3 種 3 隻, 不過 5 月 8 日仍有記錄到保育類鳥種, 為燕鴿(2 隻次) 和唐白鷺(1 隻次), 5 月 16 日則無保育鳥種。至 6 月 10 日調查, 種類數量降至 1 科 1 種 3 隻次(白頭翁)。7 月的兩次調查數量亦低, 7 月 3 日記錄 4 科 9 種 26 隻次, 保育類計有黑尾

鷗和小燕鷗各 1 隻次；7 月 29 日則記錄 2 科 3 種 17 隻次，保育類計有小燕鷗 3 隻次。8 月 14 日鳥類數量恢復至 6 科 12 種 149 隻次，主要為記錄到 115 隻次的東方環頸鴿，另外亦記錄到二級保育類黑翅鳶 1 隻次。之後 8 月 29 日至 10 月 11 日的鳥類數量又略有下降，在 14 隻次到 60 隻次間浮動，直至 10 月中後鳥類的數量才恢復百隻次以上。8 月 29 日記錄有 7 科 10 種 32 隻次，無記錄到保育物種；9 月 9 日記錄有 3 科 5 種 60 隻次，以東方環頸鴿 32 隻次（53%）為優勢，亦無記錄到保育物種；9 月 25 日記錄有 4 科 7 種 49 隻次，亦以東方環頸鴿 26 隻次（53%）為優勢且無記錄到保育物種；10 月 11 日鳥種及數量下降至 2 科 3 種 14 隻次，且無保育類物種。10 月中後鳥種及數量恢復。10 月 21 日記錄有 3 科 9 種 1,285 隻次，數量再度達到高峰，主要記錄到大量的冬候鳥紅胸濱鴿（1,100 隻次，86%）和東方環頸鴿（130 隻次，10%），並為連續 4 次無保育類鳥種記錄（8/29~10/11）後，再次記錄到保育鳥種，計有稀有冬候鳥鵲鴿 1 隻次和大杓鴿 2 隻次。11 月 14 日記錄有 3 科 12 種 365 隻次，以黑腹濱鴿 161 隻次（44%）和東方環頸鴿 128 隻次（35%）為優勢；保育類則記錄 1 種，為大杓鴿（8 隻次）。11 月 27 日記錄有 5 科 9 種 547 隻次，以黑腹濱鴿 480 隻次（88%）為優勢，保育類亦記錄大杓鴿 1 種（4 隻次）。12 月 4 日鳥類調查數量再度達到高峰，記錄有 4 科 15 種 1,153 隻次，以黑腹濱鴿 765 隻次（66%）和東方環頸鴿 242 隻次（21%）；保育類則記錄有大杓鴿 5 隻次和大濱鴿 4 隻次。12 月 10 日記錄有 4 科 40 種 956 隻次，以紅胸濱鴿 590 隻次（62%）和東方環頸鴿 280 隻次（29%）為最優勢，另外保育類則記錄有大杓鴿 16 隻次及黑面琵鷺 1 隻次；其中本筆資料亦為本年度唯一一次有記錄到黑面琵鷺出沒於最外圍樣區。

整體而言，最外圍整體月次變化與內圍和外圍樣區類似，最外圍鳥類數量在 2 月下旬（2 月 21 日）有一波低谷，3 月上半旬數量短暫恢復後，迅速驟降之後減少，至 5 月下旬時，鳥類數量已僅剩個位數，直至 10 月下旬才開始又有上千隻次的鳥類數量（附表四、圖 28）。而其數量變化主要因素，在 1 至 5 月乃受東方環頸鴿及黑腹濱鴿的鳥群出沒數量之多寡有關；10 月之後至 12 月的高峰，則主要受紅胸濱鴿和黑腹濱鴿的鳥群出沒數量多寡有關。

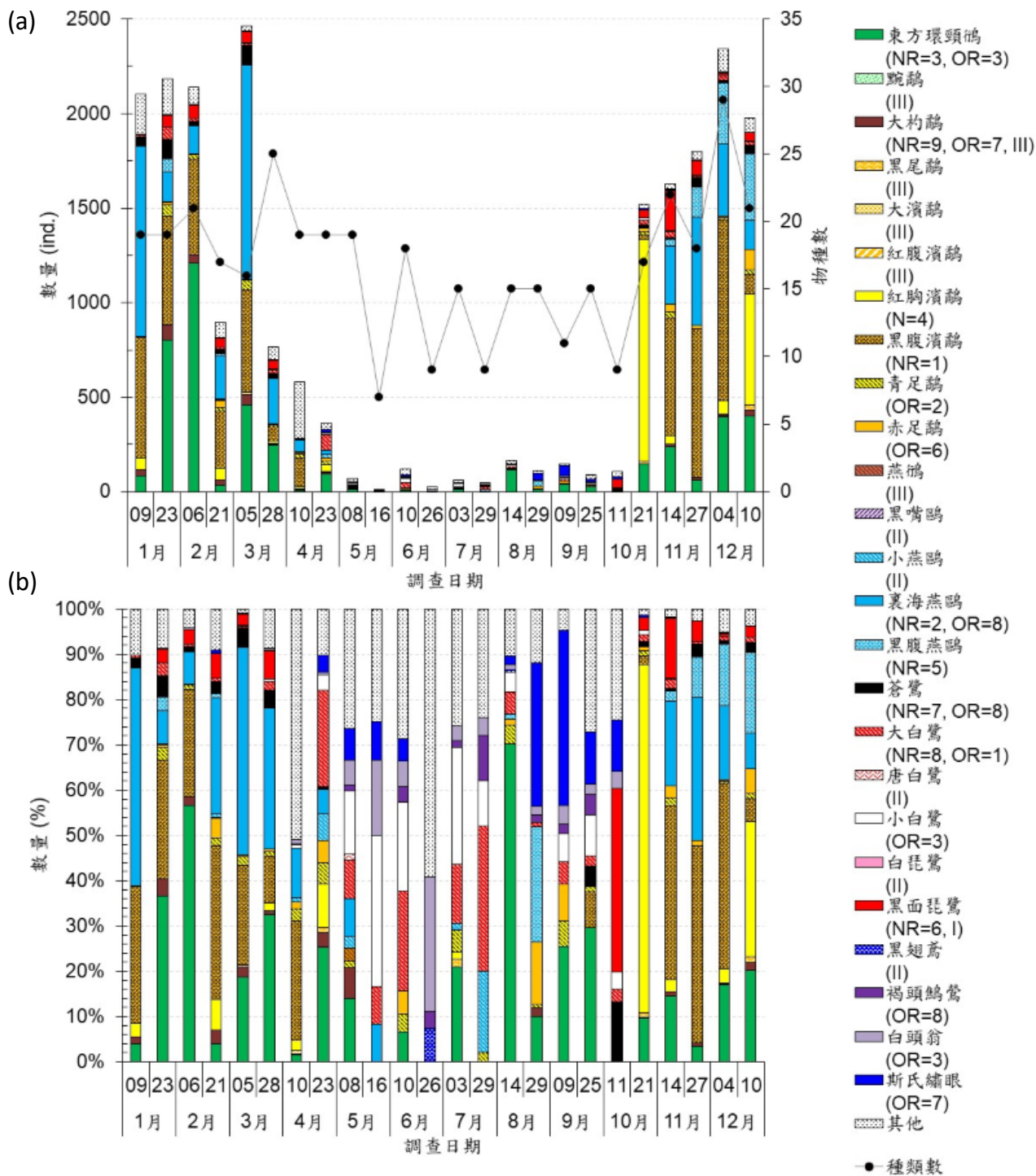


圖 25、110 年鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類）及數量觀測結果（不分樣區）

（備註：I, II, III-表保育類等級；NR 表數量優勢排名；OR 表出現頻率排名）

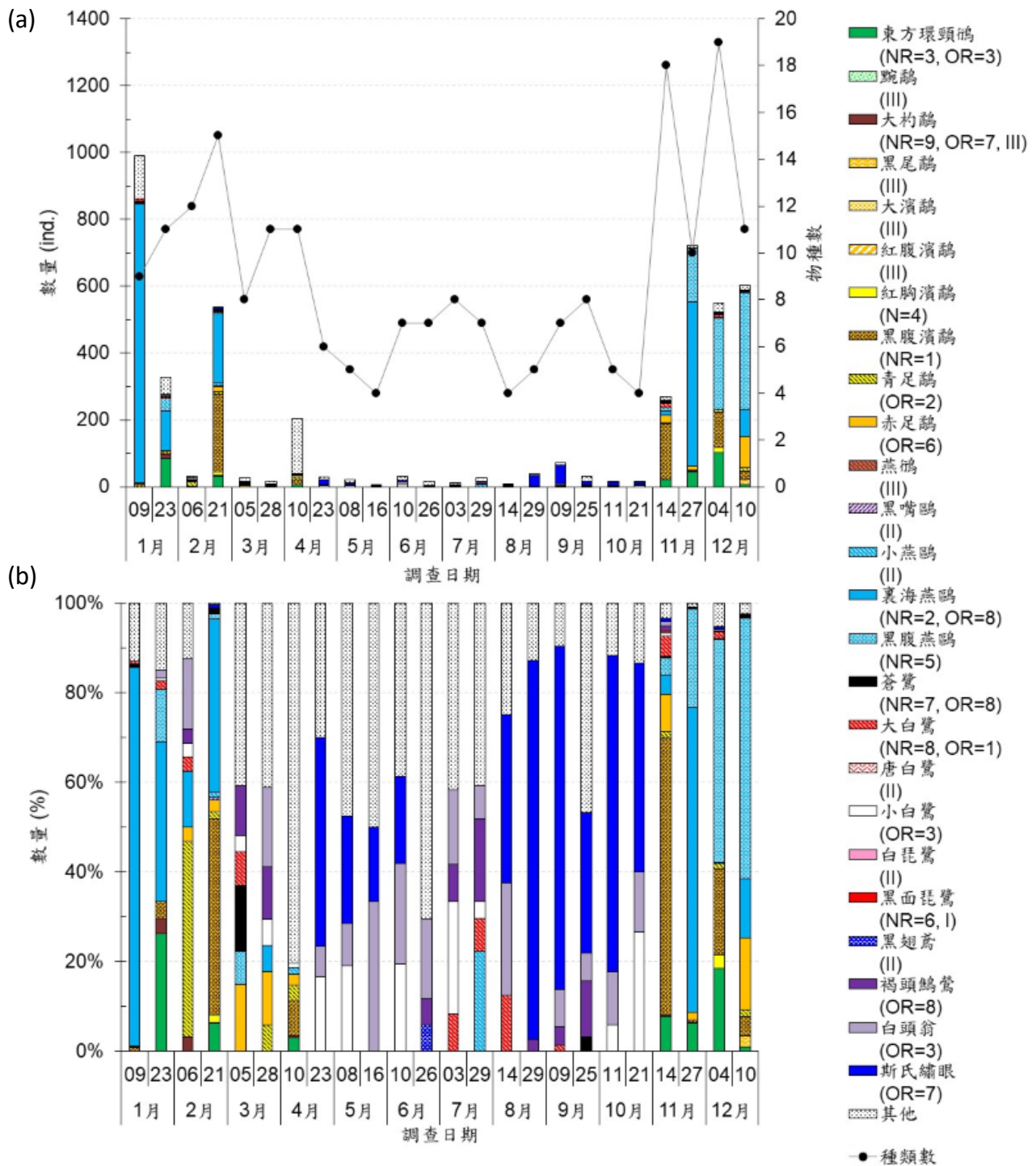


圖 26、110 年內圍樣區鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類）及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；NR 表數量優勢排名；OR 表出現頻率排名）

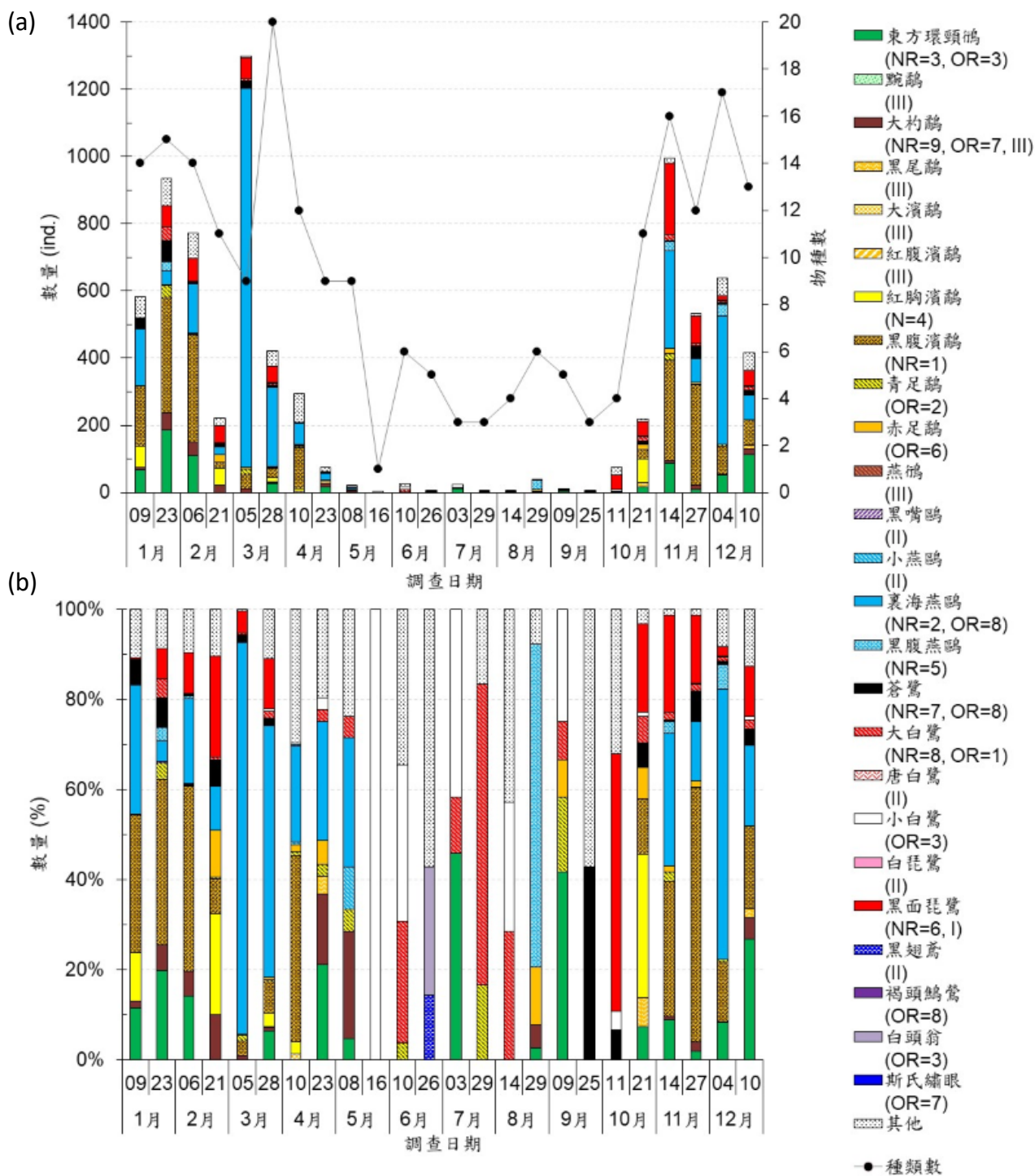


圖 27、110 年外圍樣區鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類）及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；NR 表數量優勢排名；OR 表出現頻率排名）

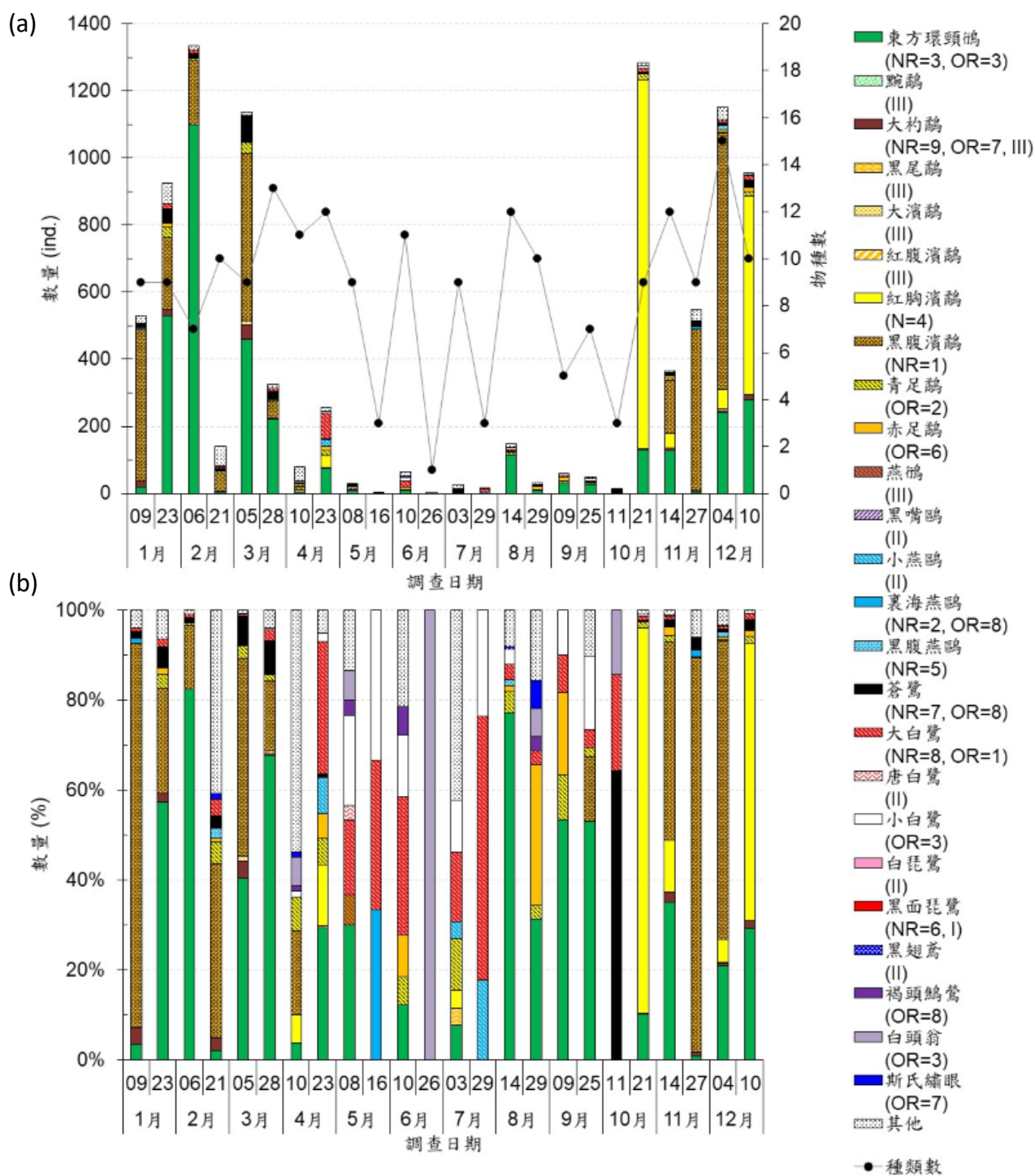


圖 28、110 年最外圍樣區鳥類物種組成（前 10 數量優勢、前 10 出現頻率優勢及保育類）及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；NR 表數量優勢排名；OR 表出現頻率排名）

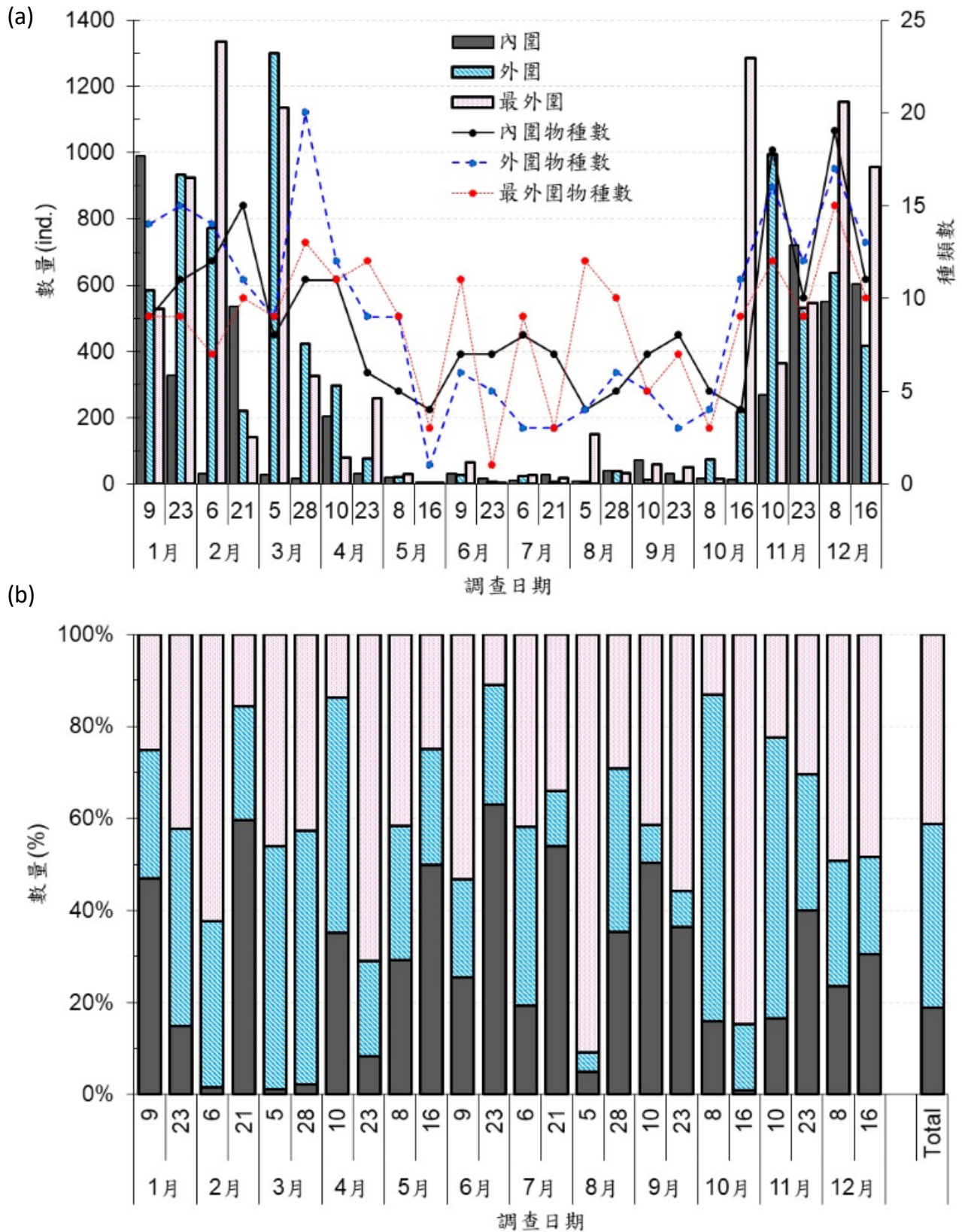


圖 29、110 年內圍、外圍及最外圍鳥類(a)數量、種類數及(b)數量百分比之比較圖

6.2 歷月鳥類組成變動分析（109 年 1 月至 110 年 12 月）

從 110 年 1 月至 12 月的內圍、外圍及最外圍的鳥種組成變化及消長，可以初步看到各樣區和季節間（度冬與非度冬季）所出現鳥種有所變化，例如本保護區最主要的保育鳥種—黑面琵鷺幾乎皆僅記錄於外圍樣區。

為了釐清確切的分群現象及各群主要的貢獻鳥種，以群集分析（Cluster）109 年 1 月至 110 年 12 月內圍、外圍和最外圍鳥類種類組成共計 132 筆樣本進行分析，結果如圖 30 所示。群集分析配合 SIMPROF test（顯著水準 0.05），可分出 13 群（圖 30）。其中，樣本數較多且最主要的分群為 Group E、Group I、Group J 及 Group M。相似度在 10.7% 的時候，Group M 可被獨立出來成為一群（ $pi = 2.38$, $sig=0.1\%$ ），其主要組成樣本為 6-8 月、內圍的樣本；相似度在 27.22% 時 Group E 可被獨立分出來成為一群（ $pi = 3.13$, $sig=0.1\%$ ），其主要組成為 9 月外圍及最外圍樣本；相似度在 47.53 時，Group J 可被獨立分出（ $pi = 1.19$, $sig=0.2\%$ ），其主要組成為 11 月~3 月外圍之樣本；相似次在 50.26 時，Group I 可被獨立分出（ $pi = 1.12$, $sig=2.3\%$ ），其主要組成為 11 月~3 月最外圍之樣本。

再進一步以相似度貢獻分析法（Similarity percentages-species contribution, SIMPER）分析各群組成及差異的主要貢獻物種（表 18），顯示 Group M（6-8 月、內圍的樣本）之主要貢獻物種為白頭翁、小白鷺、斯氏繡眼、大白鷺、褐頭鷓鴣、洋燕、灰頭鷓鴣和麻雀等（累積貢獻度為 92.78%），其主要貢獻物種除了小白鷺和大白鷺外，則多非為涉禽且多屬留鳥；Group E（9 月外圍及最外圍樣本）則為大白鷺、小白鷺、東方環頸鴿、青足鵒、赤足鵒、太平洋金斑鴿（累積貢獻度為 91.99%）；Group J（11 月~3 月外圍樣本）則為黑腹濱鵒、裏海燕鷗、東方環頸鴿、黑面琵鷺、赤頸鴨、蒼鷺、大杓鵒、大白鷺、青足鵒、赤足鵒和太平洋金斑鴿等冬候鳥為主（累積貢獻度為 90.24%）；Group I（11 月~3 月最外圍樣本）則黑腹濱鵒、東方環頸鴿、蒼鷺、青足鵒、大杓鵒、大白鷺、灰斑鴿及赤足鵒等冬候鳥為主（累積貢獻度為 91.43%）。可以發現，主要組成為 11 月~3 月、外圍及最外圍樣本的 Group J 和 Group I 主要貢獻物種主要皆為冬候鳥。

比較各群間的差異（表 19），Group M（6-8 月、內圍的樣本）與其他三群間之主要差異貢獻物種以為東方環頸鴿、黑腹濱鵒和裏海燕鷗，此三種鳥類為度冬季的優勢鳥種，在比較其豐度，顯示 Group M 較無這些度冬優勢鳥種。Group E（9 月外圍及最外圍樣本）與 Group J 和 Group I（11 月~3 月外圍及最外圍樣本）之主要差異貢獻物種以黑腹濱鵒、裏海燕鷗為主，Group E 黑腹濱鵒、裏海燕鷗豐度較低，而 Group E 與 Group M 的差異主要貢獻物種為東方環頸鴿和大白鷺，東方環頸鴿雖然為度冬季的優勢鳥種數，屬於普遍冬候鳥，但有部分成為不普遍留鳥，故在 109 年和 110 年的外圍及最外圍全年皆能記錄到東方環頸鴿的出沒，然而 11~3 月以外之月份，以 8 月底至 9 月之外圍及最外圍樣區為多，內圍則較罕見。而 Group J（11 月~3 月外圍樣本）和 Group I（11 月~3 月最外圍樣本）之主要差異貢獻物種為裏海燕鷗和黑面琵鷺，數量優勢的裏海燕鷗主要以外圍多於最外圍，而黑面琵鷺幾乎僅出現在外圍樣區，反應了 11 月

~3 月之外圍及最外圍樣區的差異。

從上述結果可發現，季節及分區為影響十份黑面琵鷺保護區的主要影響因素。因此，我們用多元尺度分析（MDS）分別以月別及分區呈現（圖 31），並以相似度分析（ANOSIM，Analysis of Similarities）進行月份（1 至 12 月）及分區（內圍、外圍、最外圍）雙因子測試（Two-Way Crossed Analysis），結果不論是月別或分區均有顯著差異。Global R 值均遠落以月別和分區分組的 R 值頻度分布範圍外（圖 32），從兩兩檢定也可以看到分區－內圍、外圍、最外圍的組間顯著，而也可看到 11 月至 2 月與其他月份間的差異（表 20）。

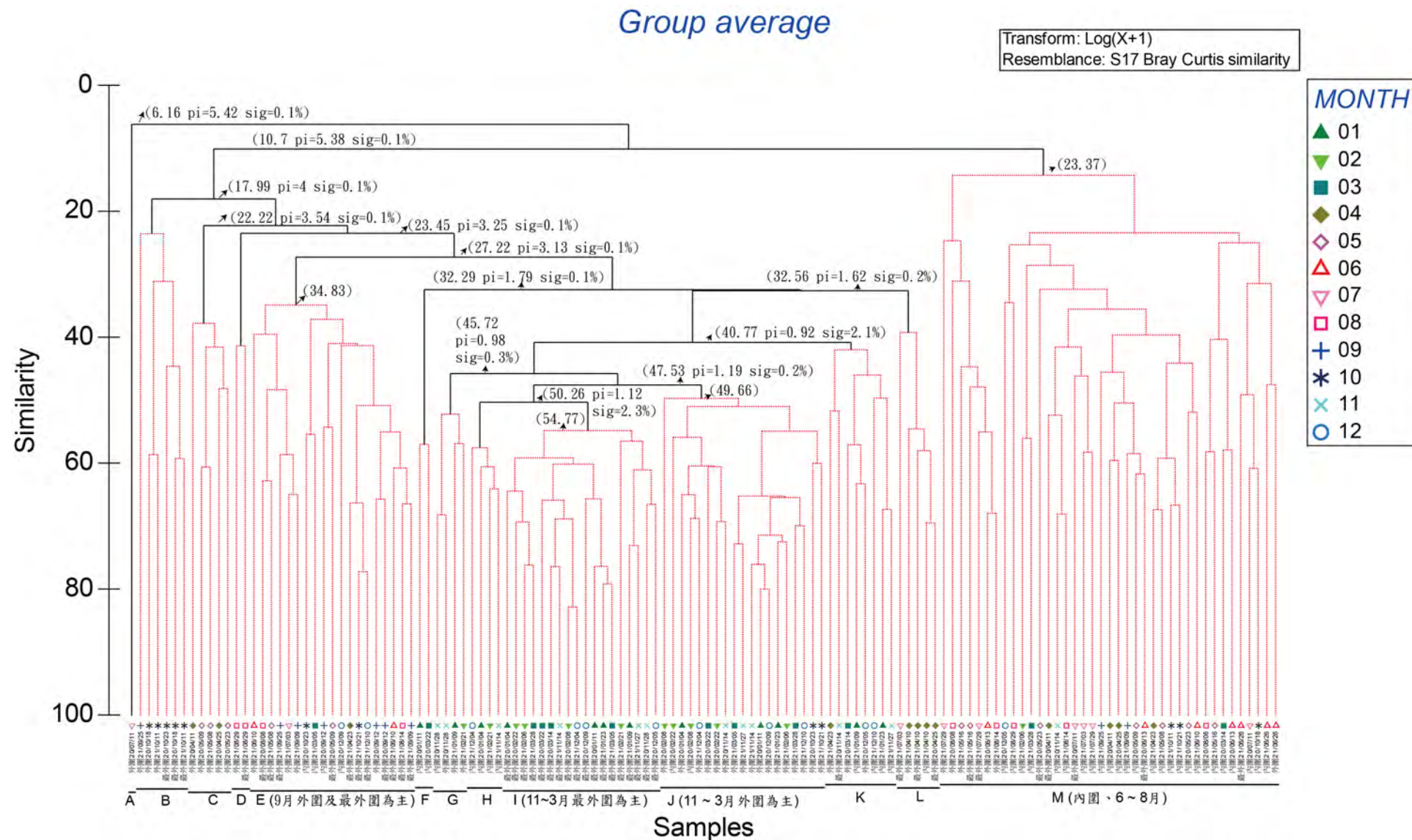


圖 30、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類群集分析 (Cluster) 結果。
(紅色虛線為 Simprof test 無顯著之支序, significance level= 5%)

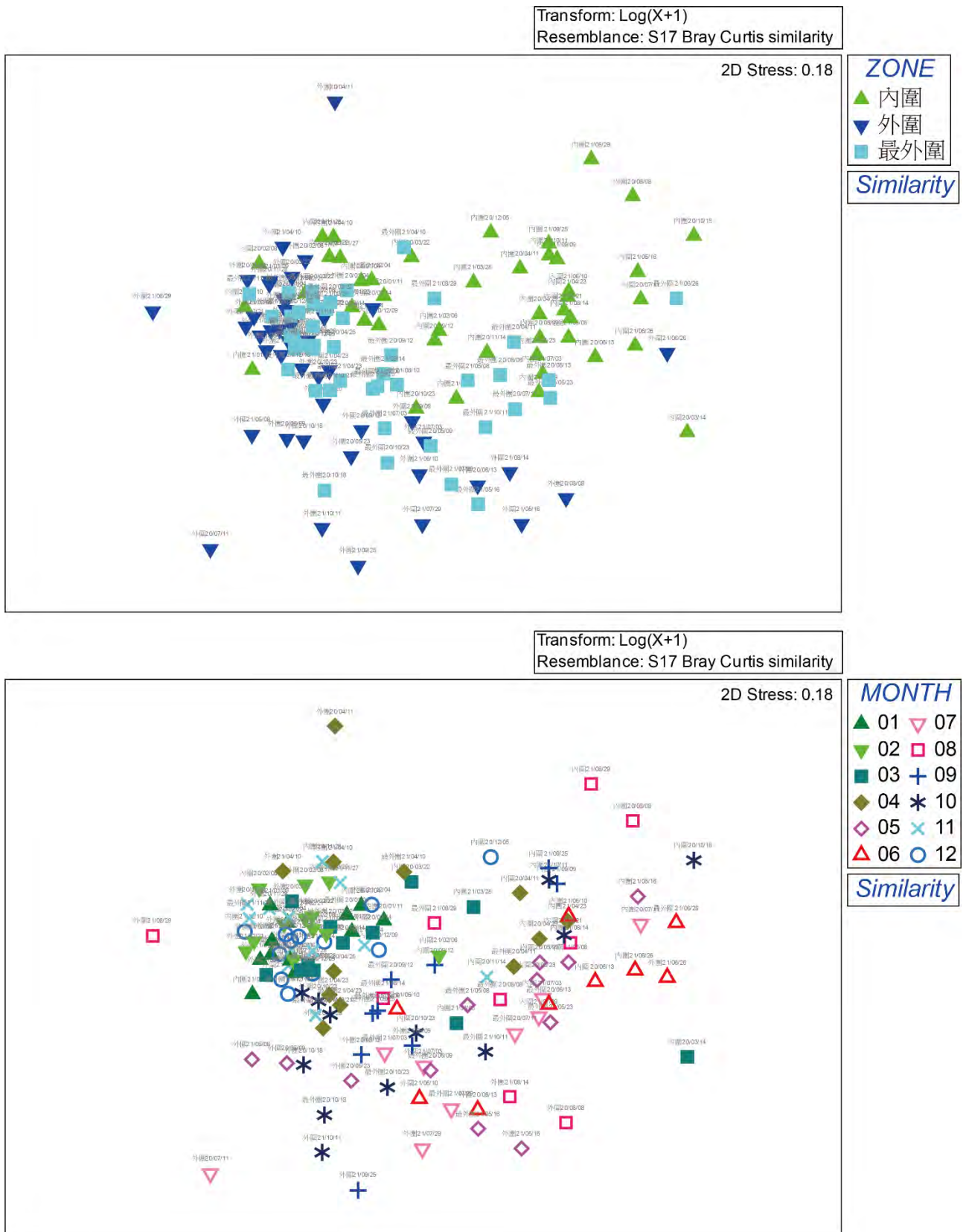


圖 31、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類多元尺度分析 (MDS) 圖

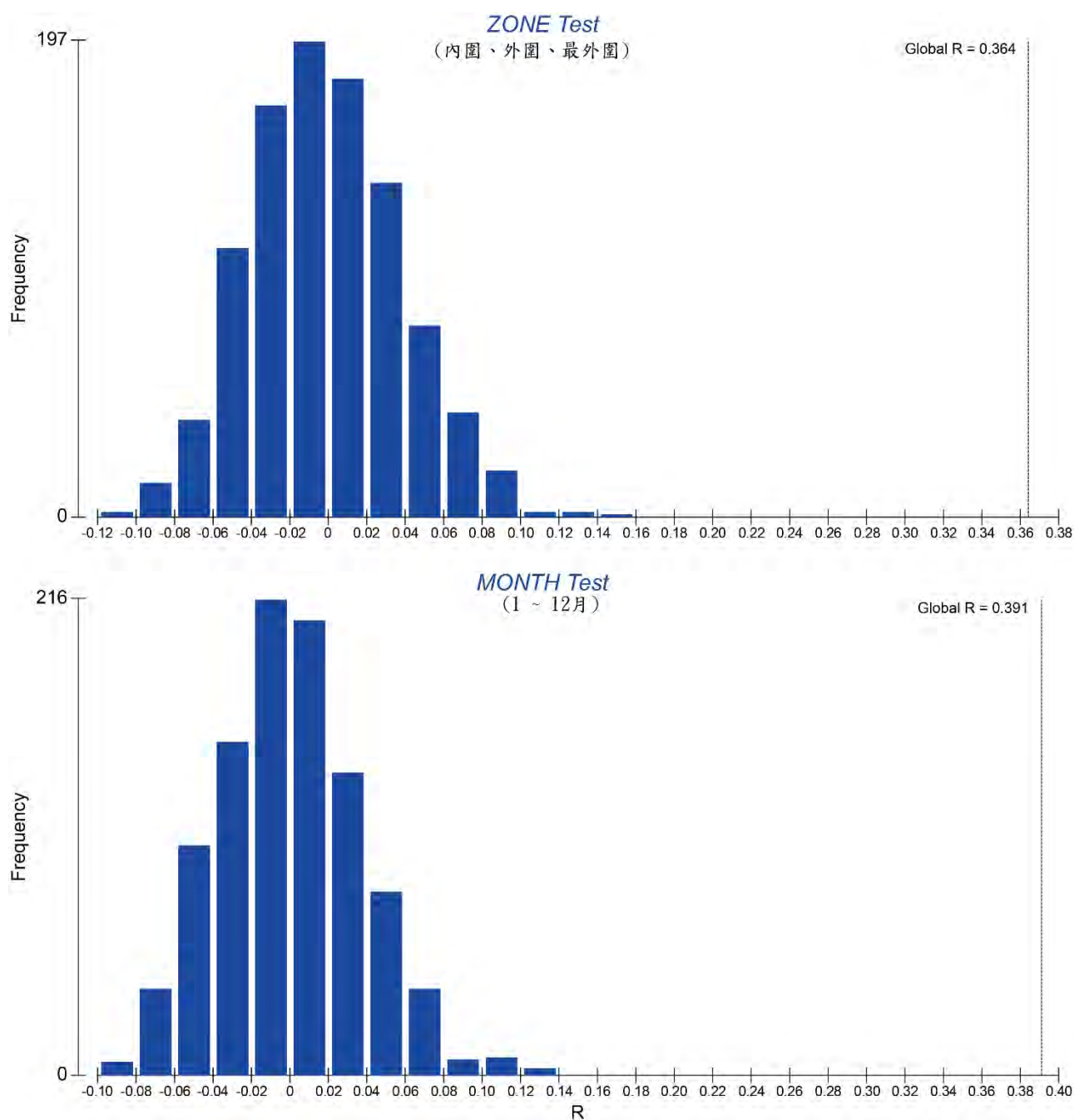


圖 32、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類以月別 (Month) 及分區 (Zone) 分組的 Two-Way Crossed 相似度分析 (ANOSIM) 之 R 值頻度分布圖
(Number of permutations: 999)

表 18、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Group E、Group I、Group J 及 Group M 之物種貢獻度
(累積至 90%)

*Abund 為經過 $\log(x+1)$ 前處理之數量資料

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Group E Average similarity: 40.91					
大白鷺	2.08	9.35	2.80	22.84	22.84
小白鷺	1.67	9.20	1.63	22.48	45.33
東方環頸鵒	2.49	8.57	1.06	20.96	66.28
青足鵒	1.64	5.08	1.09	12.43	78.71
赤足鵒	1.57	3.69	0.70	9.02	87.73
太平洋金斑鵒	0.89	1.74	0.49	4.26	91.99
Group I Average similarity: 59.03					
黑腹濱鵒	5.46	15.86	4.71	26.87	26.87
東方環頸鵒	4.98	13.08	2.64	22.16	49.03
蒼鷺	2.58	6.95	2.87	11.78	60.81
青足鵒	2.15	5.03	1.65	8.52	69.33
大杓鵒	1.74	3.94	1.54	6.67	76.00
大白鷺	1.61	3.83	1.78	6.49	82.49
灰斑鵒	1.74	3.53	1.00	5.98	88.47
赤足鵒	1.09	1.74	0.83	2.95	91.43
Group J Average similarity: 55.97					
黑腹濱鵒	4.62	10.02	2.51	17.91	17.91
裏海燕鷗	4.54	9.39	1.83	16.78	34.69
東方環頸鵒	3.84	7.59	2.33	13.57	48.26
黑面琵鷺	2.89	5.18	1.17	9.25	57.51
赤頸鴨	2.74	3.47	0.80	6.20	63.71
蒼鷺	1.97	3.43	1.23	6.13	69.84
大杓鵒	1.97	3.02	1.04	5.39	75.23
大白鷺	1.54	2.30	0.91	4.11	79.34
青足鵒	1.65	2.25	0.99	4.02	83.36
赤足鵒	1.47	2.00	0.82	3.57	86.92
太平洋金斑鵒	1.55	1.86	0.76	3.32	90.24
Group M Average similarity: 25.69					
白頭翁	0.99	8.13	0.90	31.66	31.66
小白鷺	0.69	4.61	0.58	17.96	49.62
斯氏繡眼	0.91	3.41	0.47	13.26	62.88
大白鷺	0.54	3.02	0.48	11.77	74.65
褐頭鷓鴣	0.42	1.44	0.42	5.59	80.24
洋燕	0.39	1.36	0.31	5.31	85.55
灰頭鷓鴣	0.26	0.97	0.28	3.79	89.35
麻雀	0.33	0.88	0.22	3.43	92.78

表 19、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Group E、Group I、Group J 及 Group M 群間差異之主要前五貢獻物種

*Abund 為經過 $\log(x+1)$ 前處理之數量資料

Species	Av. Abund	Av. Abund	Av. Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
Groups E & I Average dissimilarity = 69.09						
	Group E	Group I				
黑腹濱鵒	0.11	5.46	11.93	3.34	17.27	17.27
東方環頸鵒	2.49	4.98	6.72	1.45	9.73	27.00
蒼鷺	0.62	2.58	4.76	1.73	6.89	33.90
灰斑鵒	0.00	1.74	4.05	1.25	5.87	39.76
大杓鵒	0.28	1.74	3.68	1.54	5.33	45.09
Groups E & J Average dissimilarity = 74.72						
	Group E	Group J				
裏海燕鷗	0.00	4.54	8.49	2.20	11.36	11.36
黑腹濱鵒	0.11	4.62	8.37	2.80	11.21	22.57
黑面琵鷺	0.04	2.89	5.44	1.62	7.28	29.85
赤頸鴨	0.16	2.74	5.05	1.13	6.75	36.61
東方環頸鵒	2.49	3.84	4.10	1.40	5.49	42.10
Groups E & M Average dissimilarity = 83.11						
	Group E	Group M				
東方環頸鵒	2.49	0.02	10.68	1.46	12.85	12.85
大白鷺	2.08	0.54	7.03	1.71	8.45	21.31
青足鵒	1.64	0.14	6.42	1.47	7.72	29.03
赤足鵒	1.57	0.05	6.23	1.05	7.49	36.53
小白鷺	1.67	0.69	5.85	1.20	7.04	43.56
Groups I & J Average dissimilarity = 52.14						
	Group I	Group J				
裏海燕鷗	0.64	4.54	5.95	2.25	11.41	11.41
黑面琵鷺	0.00	2.89	4.30	1.69	8.25	19.66
赤頸鴨	0.49	2.74	3.81	1.19	7.31	26.97
東方環頸鵒	4.98	3.84	3.13	1.32	6.01	32.98
黑腹濱鵒	5.46	4.62	2.37	1.07	4.55	37.53
Groups I & M Average dissimilarity = 92.88						
	Group I	Group M				
黑腹濱鵒	5.46	0.00	15.09	3.96	16.25	16.25
東方環頸鵒	4.98	0.02	13.38	2.92	14.41	30.66
蒼鷺	2.58	0.08	6.95	2.57	7.48	38.13
青足鵒	2.15	0.14	5.54	2.04	5.97	44.10
灰斑鵒	1.74	0.04	5.01	1.25	5.39	49.49
Groups J & M Average dissimilarity = 94.56						
	Group J	Group M				
黑腹濱鵒	4.62	0.00	10.21	3.07	10.80	10.80
裏海燕鷗	4.54	0.13	9.93	2.21	10.51	21.30
東方環頸鵒	3.84	0.02	8.25	2.97	8.73	30.03
黑面琵鷺	2.89	0.00	6.55	1.66	6.93	36.96
赤頸鴨	2.74	0.00	6.07	1.15	6.42	43.38

表 20、109 年 1 月至 110 年 12 月鳥類 Two-Way Crossed 相似度分析 (ANOSIM) (a)分區及(b)月別兩兩檢定表

(a) 分區

R Statistic P value(%)			
	內圍	外圍	最外圍
內圍		0.396	0.399
外圍	0.1		0.329
最外圍	0.1	0.1	

(b) 月別

R Statistic P value (%)												
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
1 月		-0.007	0.267	0.458	0.747	0.769	0.910	0.796	0.815	0.580	0.003	0.000
2 月	50.5		0.170	0.368	0.743	0.728	0.864	0.753	0.815	0.635	-0.045	0.160
3 月	0.6	7.7		0.302	0.590	0.531	0.648	0.586	0.574	0.392	0.125	0.031
4 月	0.1	0.6	0.3		0.111	0.235	0.355	0.222	0.086	0.231	0.319	0.358
5 月	0.1	0.1	0.1	11.8		0.031	0.182	0.123	0.265	0.276	0.670	0.708
6 月	0.1	0.2	0.2	5.3	39.1		0.123	-0.006	0.105	0.466	0.694	0.698
7 月	0.1	0.1	0.1	0.8	8.7	20.0		0.358	0.358	0.318	0.784	0.818
8 月	0.1	0.1	0.1	6.4	16.7	49.0	2.4		0.105	0.398	0.660	0.642
9 月	0.1	0.1	0.1	23.9	1.8	27.1	2.0	24.3		0.302	0.614	0.605
10 月	0.1	0.1	0.3	3.4	0.5	0.1	1.4	0.2	2.6		0.503	0.438
11 月	42.6	73.0	8.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		-0.007
12 月	49.3	4.7	35.6	0.7	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	50.8	

6.3 歷月鳥類分布與水深

歷月鳥類觀測之十孔水門內側電子水位紀錄、相對水位及 0-20 公分水深面積之對應表如表 21 所示。利用所記錄之水位資料，繪製各次調查之灘地裸露及 0-20 公分水深範圍分布狀況，並將各次調查所目視觀測的鳥類停棲區域進行套疊，結果如圖 33 所示。

分析鳥類數量與可利用食源之水域（0-20 公分水深）面積，可發在 109 年或 110 年，在 0-20 公分水深範圍之面積大約在 40 公頃以上，較常記錄到較多的鳥類數量，此趨勢以 109 年更為明顯（圖 34）。在有記錄水位計水深的 42 趟次調查中，0-20 公分水深水域面積在 40 公頃以上有 26 次，其中有 20 次的鳥類數量達 500 隻次以上，即食源面積在 40 公頃以上時有 77% 的（20/26）機會可記錄到超過 500 隻次的鳥類；0-20 公分水深水域面積在不足 40 公頃之調查有 16 次，其中僅有 4 次調查數量達 500 隻次以上（25%）。

此外，由於黑面琵鷺幾乎僅於外圍樣區有記錄，因此聚焦於外圍樣區的可利用之食源水深（0-20 公分）進行面積計算，並與黑面琵鷺的數量進行比較。結果如圖 35 所示，目前初步分析，黑面琵鷺於外圍的出沒數量，與外圍樣區 0-20 公分水之面積並無明顯的關係。

承 6.2 節可知，歷月的十份黑面琵鷺保護區鳥類變動，季節亦有關係，依 ClusteASNOIM 之結果及鳥類遷移習性判斷，初步可分為 11-3 月及其他群。以雙因子變異數分析（Two-way ANOVA, Type II SS），分析兩因子—季節（11-3 月或其他月份）及 0-20 公分水深面積是否在 40 公頃以上（是或否）對鳥類數量多寡有無影響。所得之結果顯示兩因子間並無交互作用（ $p=0.188$ ），進一步看兩因子間之影響，其結果為不同季節之鳥類數量有顯著差異（ $p<0.001$ ），但在 0-20 公分水深面積是否在 40 公頃以上的鳥類數量則無顯著差異（ $p=0.613$ ）。

檢視資料發現，由於選擇固定時段進行鳥類調查，在鳥類數量較為豐富的度冬期之 11-3 月時，有 16 次調查時 0-20 公分水深面積達 40 公頃以上，不足 40 公頃僅有 3 次；在 5-8 月非度冬季鳥況較少時，則有達 40 公頃以上的次數為 5 次，不足 40 公頃的則有 7 次；在其他月分，則次數相近（達 40 公頃為 5 次，不足 40 公頃為 4 次）。在季節因子中之 11-3 月組別在不同的水深面積的調查次數，明顯不均，這也是在雙因子的交互作用檢定中雖然未達顯著水準（ $\alpha=0.1$ ），但卻非常接近（ $p=0.188$ ）的可能原因。

表 21、109 年至 110 年，歷次鳥類調查之水位記錄及 0-20 公分水深面積對應表

日期	時間	十孔水門內側水位			0-20 公分水深 面積(公頃)
		水位記錄器 (m)	水尺 (109 年設置)	相對水位* (m)	
2020/01/04	未記錄	未記錄		-	-
2020/01/11	16:00	1.32		0.38	55
2020/02/08	15:36	1.26		0.32	48
2020/02/22	16:00	1.27		0.33	50
2020/03/14	16:00	1.46		0.52	60
2020/03/22	16:00	1.24		0.3	46
2020/04/11	16:00	1.49		0.55	54
2020/04/25	16:00	1.36	(尚無水尺資料)	0.42	59
2020/05/09	16:00	1.36		0.42	59
2020/05/23	16:00	1.33		0.39	56
2020/06/13	16:00	1.91		0.97	8
2020/07/11	16:00	故障		-	-
2020/08/08	16:00	1.83		0.89	9
2020/09/12	16:00	1.32		0.38	55
2020/10/18	16:00	1.63		0.69	24
2020/10/23	16:00	1.62		0.68	26
2020/11/14	16:00	1.48		0.54	55
2020/11/28	16:00	1.31		0.37	54
2020/12/05	16:00	1.67		0.73	18
2020/12/09	16:00	1.5		0.56	53
2021/01/09	16:00	1.55	-	0.61	41
2021/01/23	16:00	1.44	5.5	0.5	59
2021/02/06	16:00	1.42	5.4	0.48	61
2021/02/21	16:00	1.51	6.2	0.57	51
2021/03/05	16:00	1.63	7.2	0.69	24
2021/03/28	16:00	1.26	5.2	0.32	48
2021/04/10	16:00	1.22	5.4	0.28	44
2021/04/23	16:00	1.6	7	0.66	29
2021/05/08	16:00	1.33	4.3	0.39	34
2021/05/16	16:00	1.5	8	0.56	53
2021/06/10	16:00	1.13	6.2	0.19	42
2021/06/26	16:00	1.72	超過刻度	0.78	13
2021/07/03	16:00	1.56	6.7	0.62	39
2021/07/29	16:00	1.87	超過刻度	0.93	8
2021/08/14	16:00	1.85	8.5	0.91	9
2021/08/29	16:00	1.63	7	0.69	24
2021/09/09	16:00	1.28	8	0.34	26
2021/09/25	16:00	1.71	8	0.77	12
2021/10/11	16:00	1.97	超過刻度	1.03	7
2021/10/21	16:00	1.28	6.5	0.34	51
2021/11/14	16:00	1.22	2.5	0.28	44
2021/11/27	16:00	1.7	6	0.76	14
2021/12/04	16:00	1.09	4	0.15	42
2021/12/10	16:00	1.8	7	0.86	9

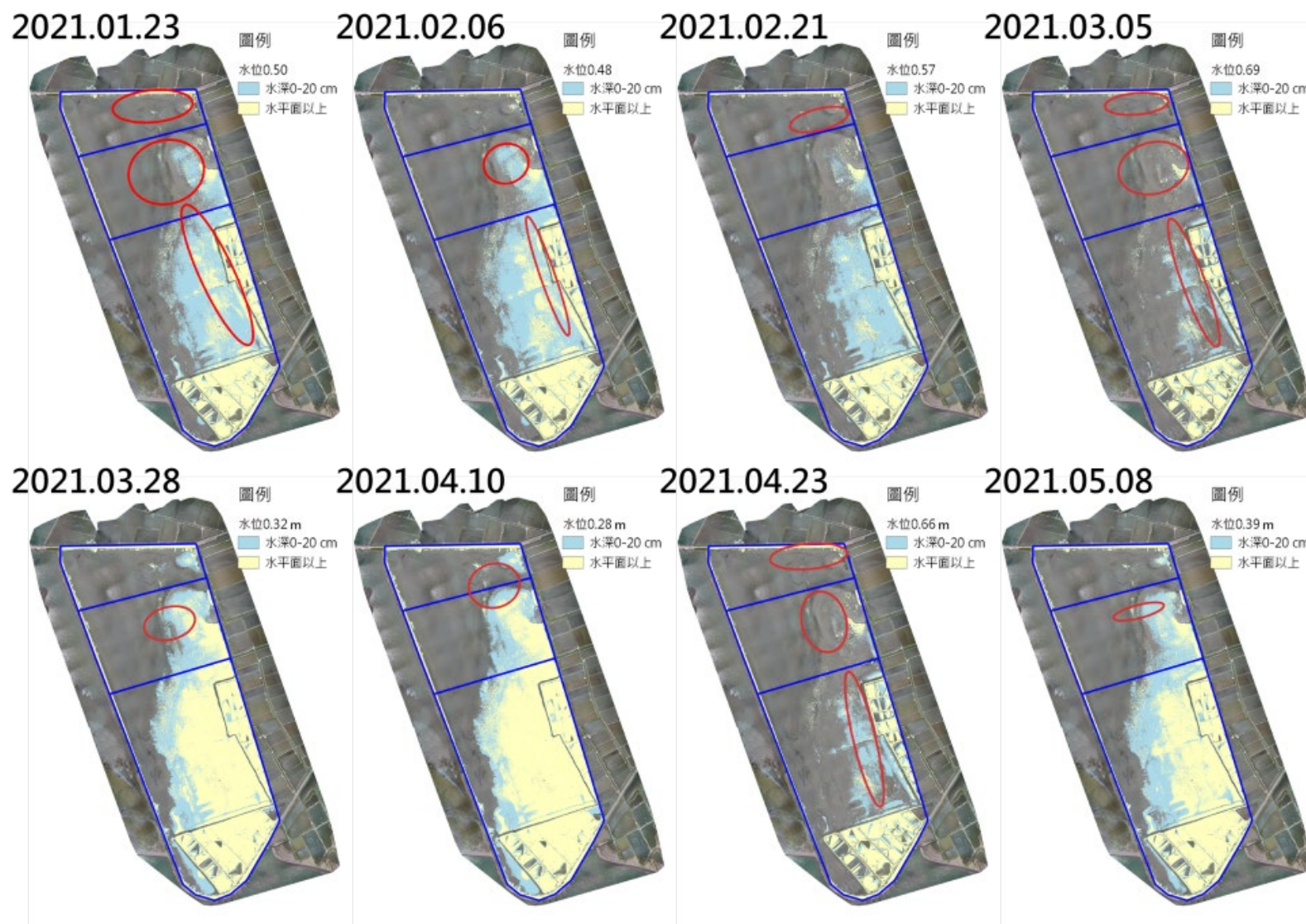


圖 33、2021 年 1 月至 12 月鳥類調查，目測鳥類停棲位置對應裸露灘地(黃色區塊)及 0-20 公分水深(藍色區塊)位置圖

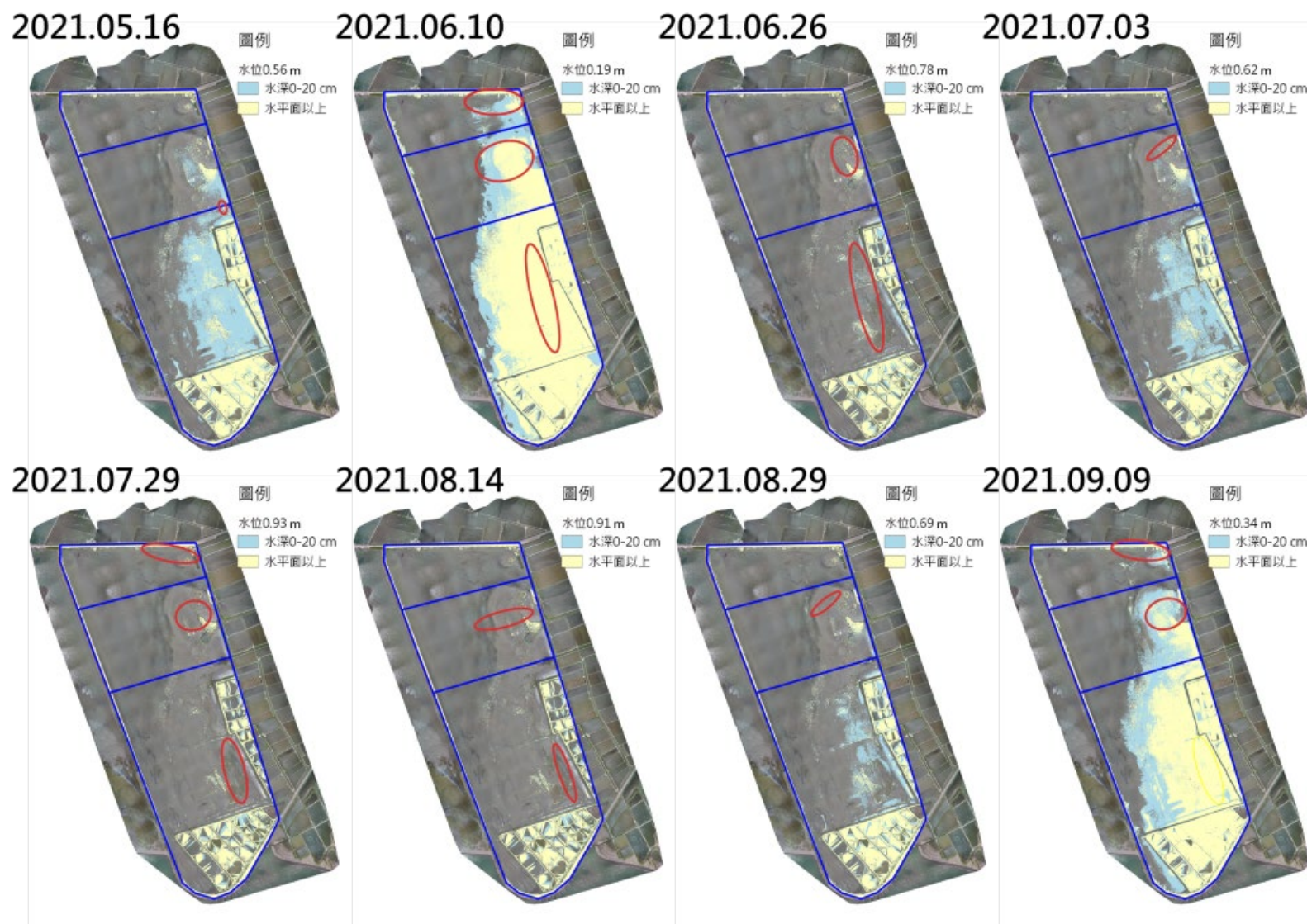


圖 33(續 1)、2021 年 1 月至 12 月鳥類調查，目測鳥類停棲位置對應裸露灘地(黃色區塊)及 0-20 公分水深(藍色區塊)位置圖

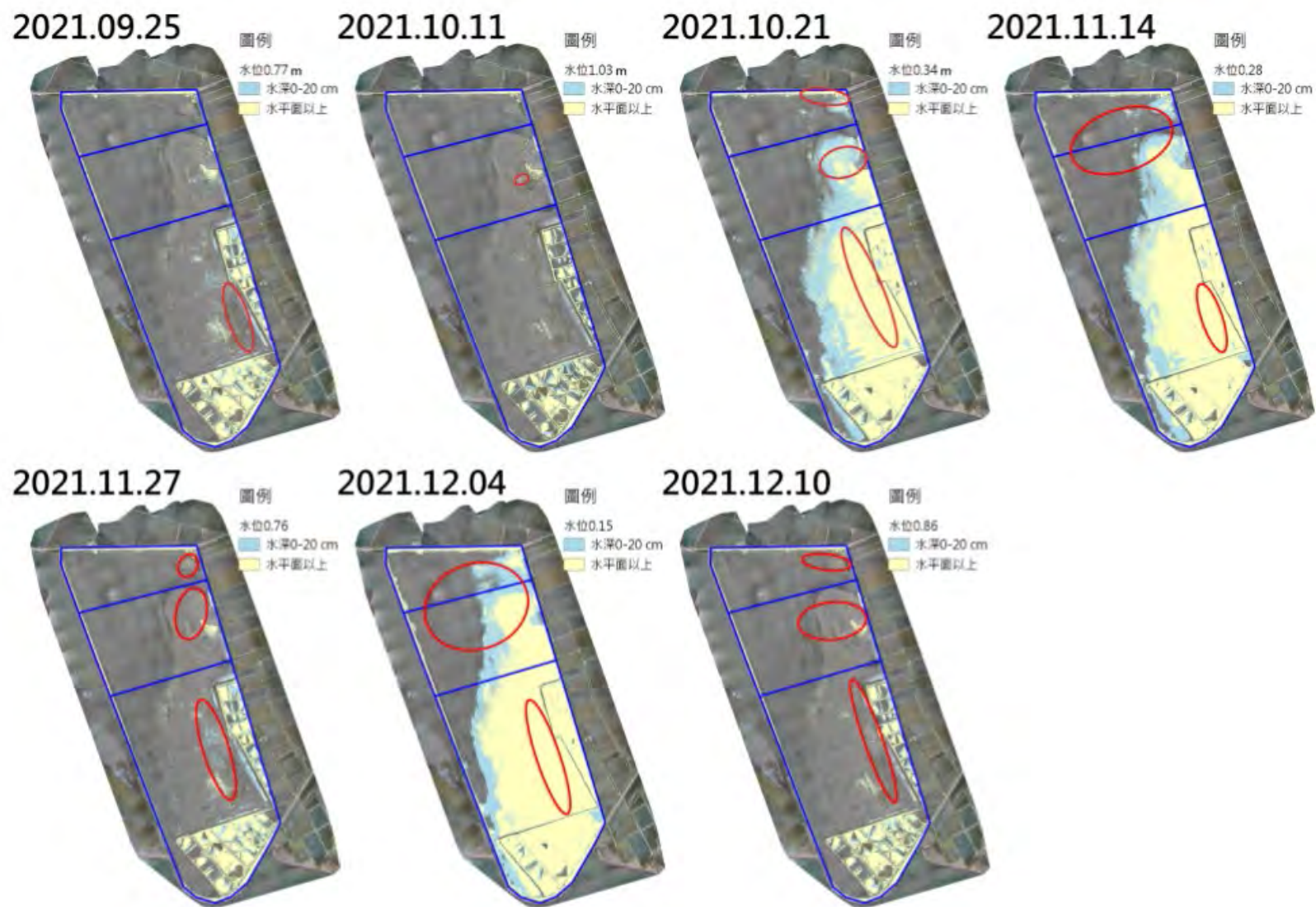
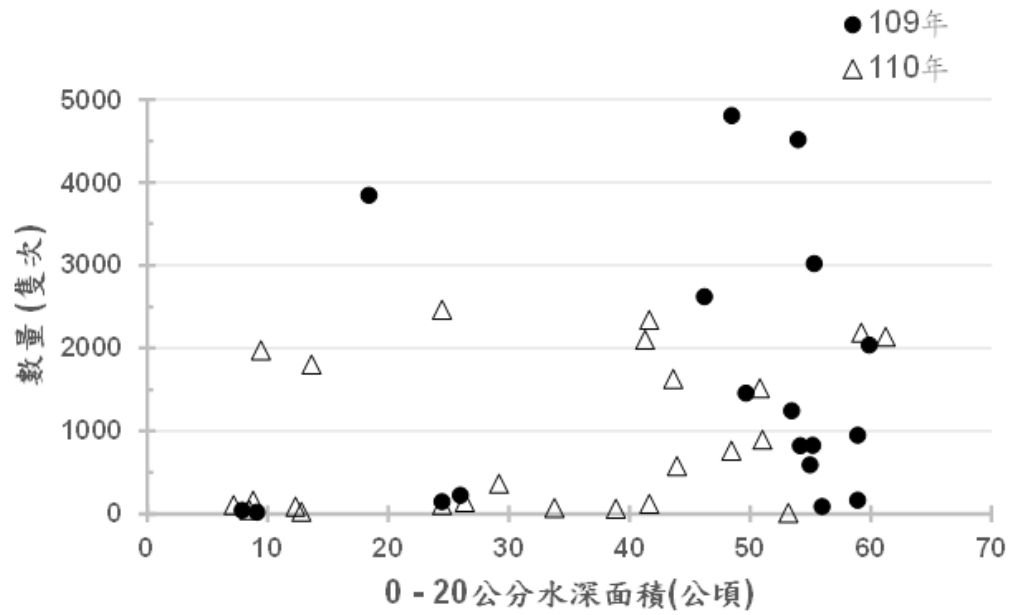


圖 33(續 2)、2021 年 1 月至 12 月鳥類調查，目測鳥類停棲位置對應裸露灘地(黃色區塊)及 0-20 公分水深(藍色區塊)位置圖

(a) 每次調查之全區數量



(b) 每次調查之分區數量

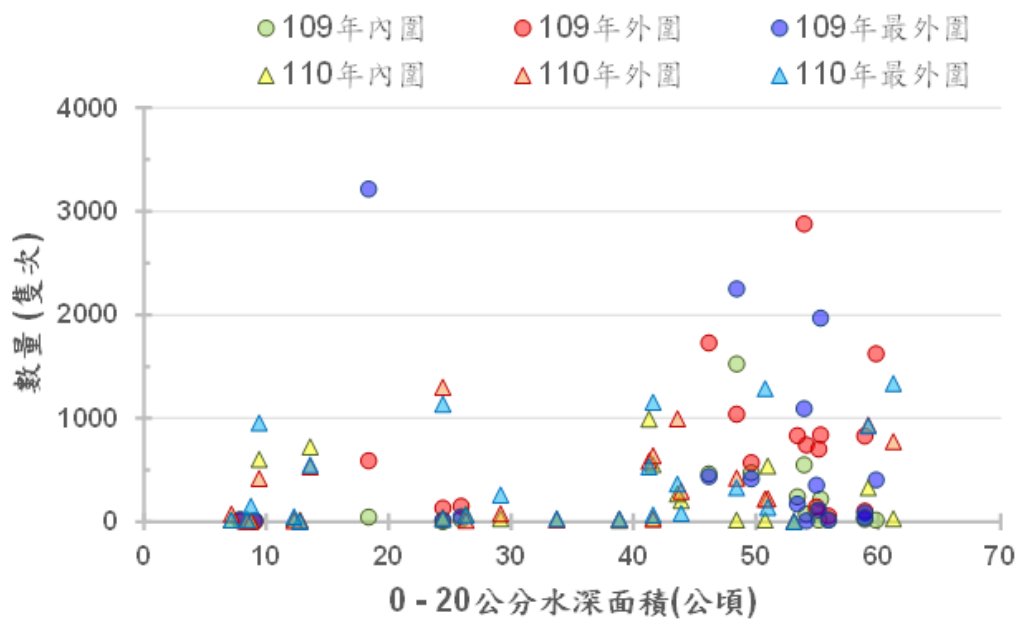


圖 34、鳥類數量與全域可利用食源水域（0-20 公分水深）面積之關係

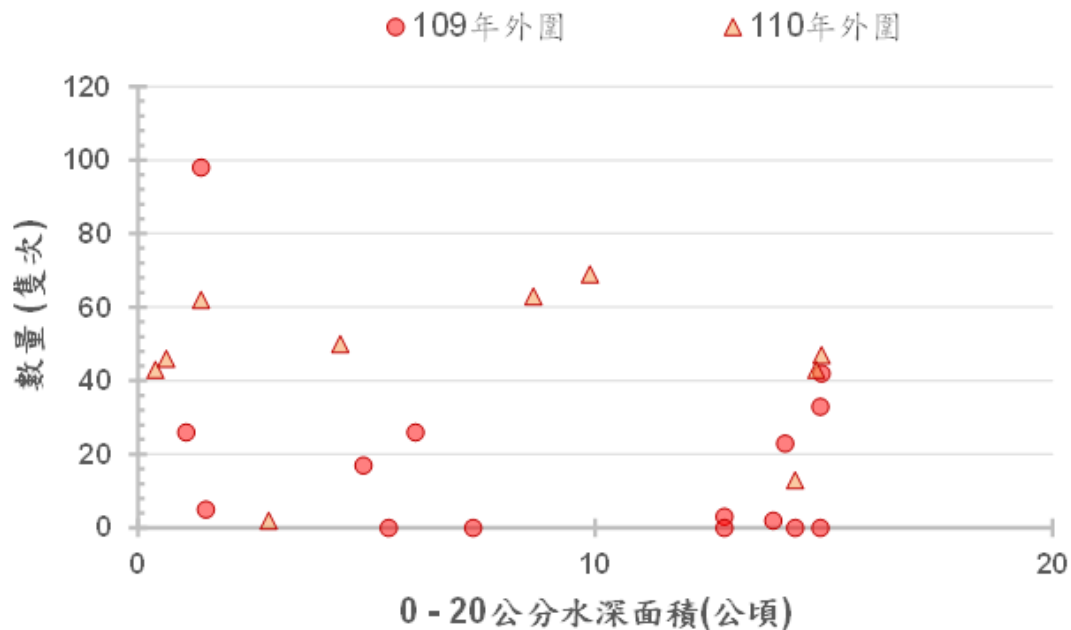


圖 35、黑面琵鷺數量與外圍可利用食源水域（0-20 公分水深）面積之關係

（七） 110 年度黑面琵鷺生態保護區經濟貝類開放採捕監測

7.1 漁民漁撈情形調查統計分析

(1) 110 年度採捕現況

本年度受 COVID-19 疫情影響，配合中央政府及各地政府機關單位之緊急應變措施之故，進入採捕期後僅開放 5 天（5/15~5/18），隨即暫停開放採捕，以避免 COVID-19 疫情擴散。

今年（110 年）經濟性貝類總開放採捕日期為 5 天，總採捕人數為 50 人次，平均採捕人數為 10.0 ± 3.5 人次/日，登記採捕總重為 571.8 公斤（平均每日每人採捕總重為 11.4 ± 1.7 公斤）；其中，環文蛤採總重為 562.8 公斤，佔全部採獲量的 98%，而文蛤總重 9 公斤，竹蛭則為 0。詳見表 22。

(2) 歷年漁民採捕情況

由於今年採捕期僅開放五天後，隨即停止，因此在採捕的總人次、採捕總重皆遠低於其他年份。但若以平均採捕人數來看，今年為 10.0 ± 3.5 （人次/日），與 101 年的 10.7 ± 12.8 （人次/日）、102 年的 9.9 ± 11.1 （人次/日）、103 年 9.3 ± 9.3 （人次/日）、104 年 9.6 ± 8.1 （人次/日）以及 105 年 7.4 ± 8.4 （人次/日）相近；每日每人平均採捕總重 11.4 ± 31.7 （Kg/人/日），則為歷年最高，且與 104 年 11.0 ± 5.9 （Kg/人/日）及 109 年 10.7 ± 4.9 （Kg/人/日）的每人採捕努力漁獲量相近。

雖然今年度之採捕努力漁獲量（每日每人平均採捕總重）為歷年最高，但由於

採捕努力漁獲量會受到漁民採捕意願（如每年剛開放時採捕意願較高）或環文蛤資源量的多寡等因素綜合影響，故今年度僅開放 5 天，並無法反應真實情況，不適合進一步探討分析，數據僅作歷史資料參考。此外，101 年至 110 年歷年漁民漁民每日採捕總重和採捕總重趨勢圖詳見圖 36。

表 22、110 年漁民採捕現況

日期	登記採捕人數 (人次)	當日採捕總重 (kg)	每人平均採捕總重 (kg)	採捕環文蛤總重 (kg)	採捕文蛤總重 (kg)
110/5/15	10	83.4	8.3	83.4	0.0
110/5/16	16	198.0	12.4	198.0	0.0
110/5/17	8	95.4	11.9	94.2	1.2
110/5/18	7	82.2	11.7	77.4	4.8
110/5/19	9	112.8	12.5	109.8	3.0
合計	50	571.8	11.4 ± 1.7	562.8	9.0

備註：總開放天數 5 天

表 23、歷年漁民採捕情況統計

年分(民國)	採捕總人數 (人次)	平均採捕人數 (人次/日)	採捕總重 (Kg)	每日每人平均 採捕總重(Kg/人/日)
101	1202	10.7 ± 12.8 ^a	6820.0	3.9 ± 3.0 ^d
102	920	9.9 ± 11.1 ^{abc}	5495.6	4.3 ± 3.3 ^d
103	861	9.3 ± 9.3 ^{abc}	8709.5	7.6 ± 4.5 ^b
104	876	9.6 ± 8.1 ^{abc}	10967.1	11.0 ± 5.9 ^a
105	687	7.4 ± 8.4 ^{bcd}	6213.6	6.8 ± 4.6 ^{bc}
106	502	6.4 ± 5.9 ^{def}	5496.9	8.4 ± 6.1 ^b
107	253	4.4 ± 4.0 ^{ef}	2144.5	5.9 ± 4.7 ^c
108	327	4.2 ± 3.6 ^f	3334.5	7.5 ± 5.5 ^{bc}
109	552	7.1 ± 7.3 ^{cde}	6409.2	10.7 ± 4.9 ^a
110	50	10.0 ± 3.5 ^{ab}	571.8	11.4 ± 1.7 ^a

備註：a~f 為經 one-way anova 檢定顯示具顯著差異後，以 Duncan 進行事後比較之結果標記

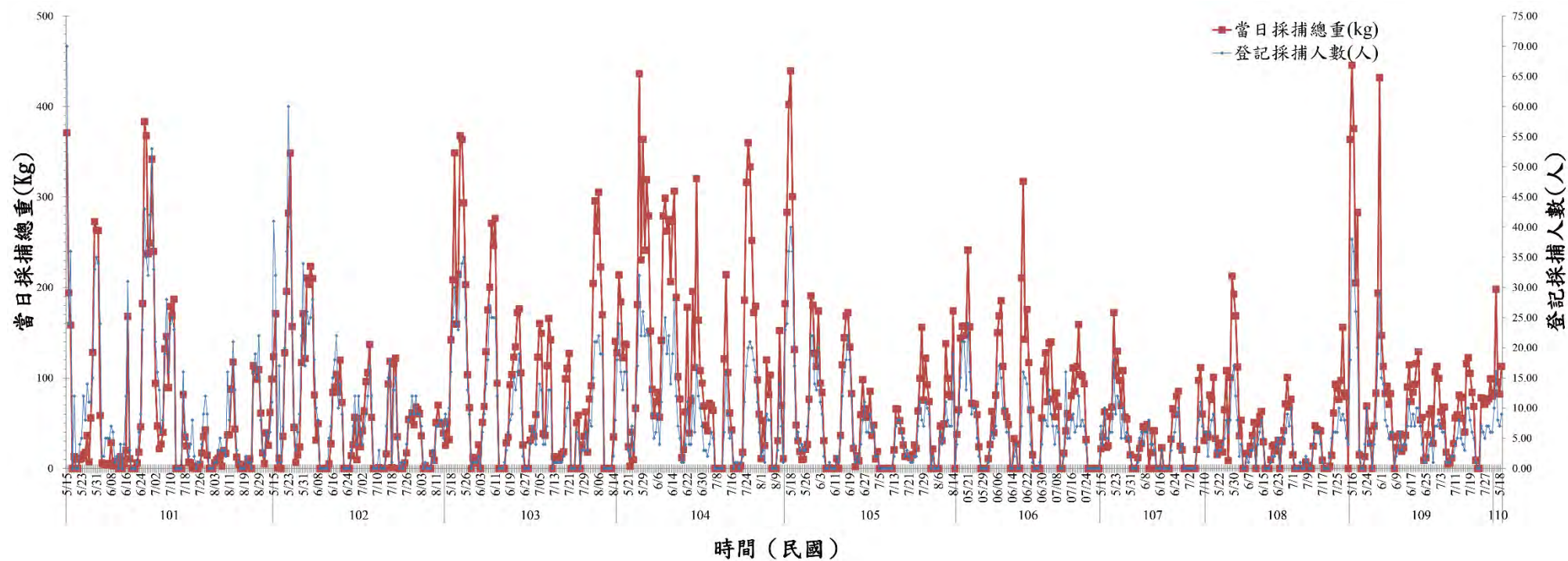


圖 36、101 年至 109 年歷年漁民每日採捕總重和採捕總重趨勢圖

7.2 環文蛤定量調查

本研究於 110 年 2 月至 110 年 10 月期間共進行七次環文蛤定量調查，共記錄環文蛤 979 隻，11.78 Kg，平均豐度為 32.81 ind./10 m²，平均生物量為 39.6 g/10 m²。豐度以 6 月的 58.0 ind./10 m² 最高，10 月 14.80 ind./10 m² 最低；環文蛤平均重量以 7 月的 16.62 g 最重，4 月的 8.03 g 最輕（圖 37）。由本年度七次調查結果顯示，6 月為環文蛤族群數量為最高，10 月族群數量最少，且各次調查環文蛤殼齡組成大致相同的情況。

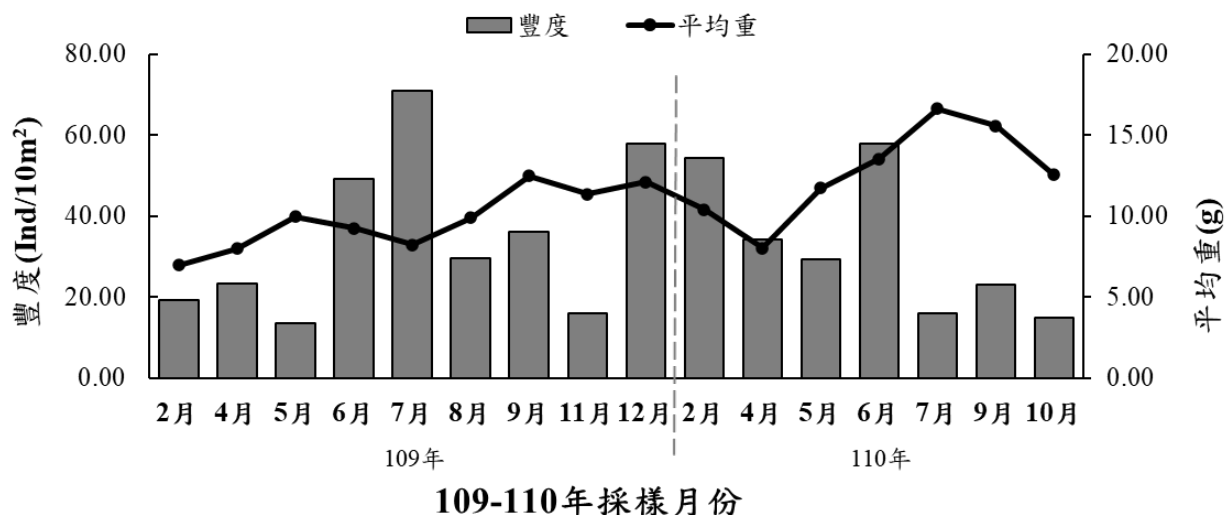


圖 37、109-110 定量調查豐度與採捕環文蛤平均重量之變化

依據 110 年採集的環文蛤殼齡結果顯示（圖 38），依據殼齡組成之月變化的結果顯示，除了 7 月及 9 月為 III 齡貝較 II 齡貝比例高(38%及 35%)之外，其他月份皆以 II 齡貝為最大宗，佔總體比例分別 53%、58%、40%、48%、29%、32%及 59%，並有少量的 IV 齡及 V 齡貝之紀錄，隨著時間的變化，性成熟的 II 齡貝的數量逐漸增加，至 6 月份達最高峰後，於 7 月份則有明顯下降的情形，但是另一分面亦可以發現，整體環文蛤族群量中，III 齡貝有明顯增加的趨勢。

依據台江黑面琵鷺保護區分區進行管理的概念下主要分為內圍、外圍及最外圍三區（圖 39），內圍由 I 齡貝所組成，僅 24 顆；外圍及最外圍則由 II 齡貝為主要組成，分別為 44%及 53%，其次為 III 齡貝及 I 齡貝，IV 齡及 V 齡貝數量則較為稀少(僅於外圍記錄到 17 顆 IV 齡貝，最外圍僅記錄到 44 顆 IV 齡貝及 10 顆 V 齡貝)。但是整體而言，本年度環文蛤殼齡情形內圍有逐漸發現除了 I 齡貝以外的齡期，外圍及最外圍則分布較為均勻。

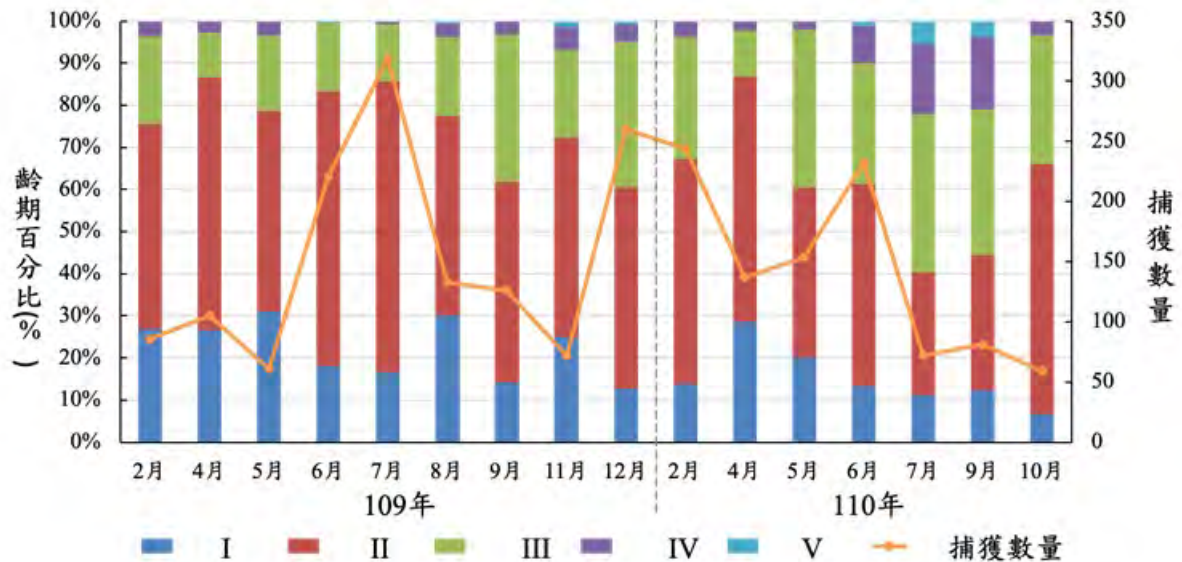


圖 38、109-110 環文蛤殼齡及捕獲數之變化

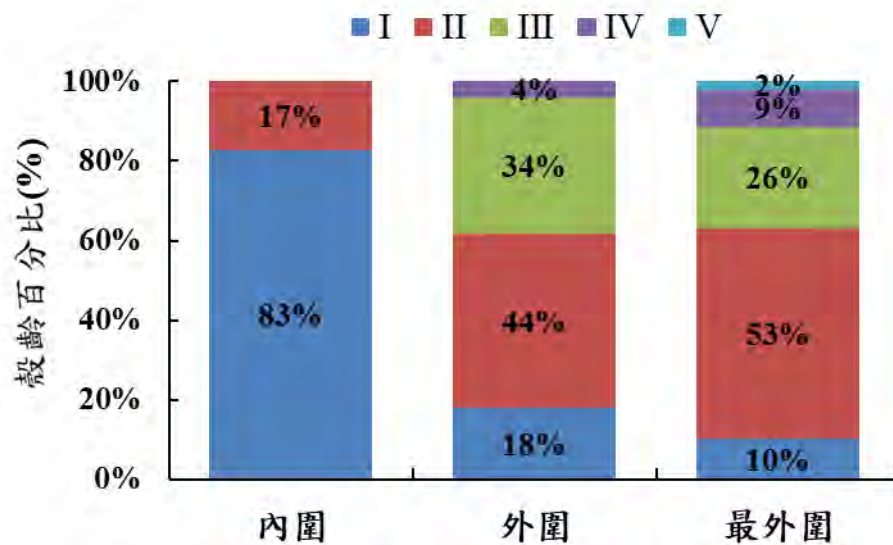


圖 39、110 年環文蛤分區殼齡組成

7.3 環文蛤肥滿度指數測定結果

滿度指數測定：110 年 2 月至 110 年 10 月期間共分析 242 隻環文蛤肥滿度指數 (CF)。肥滿度指數(CF)結果顯示，CF 值平均介於 7.10 至 9.16 之間 (圖 40)。經 one-way ANOVA 分析 109 年 2 月至 110 年 10 月環文蛤肥滿度指數(CF)，110 年 2 月及 4 月之數值明顯低於其它月份，但是與 109 年度同月份相比則有明顯較高的情形，並以 7 月最高($p < 0.05$)，此一資料顯示 110 年環文蛤產卵期有可能落於 8 月至 10 月間，與 109 年相似。

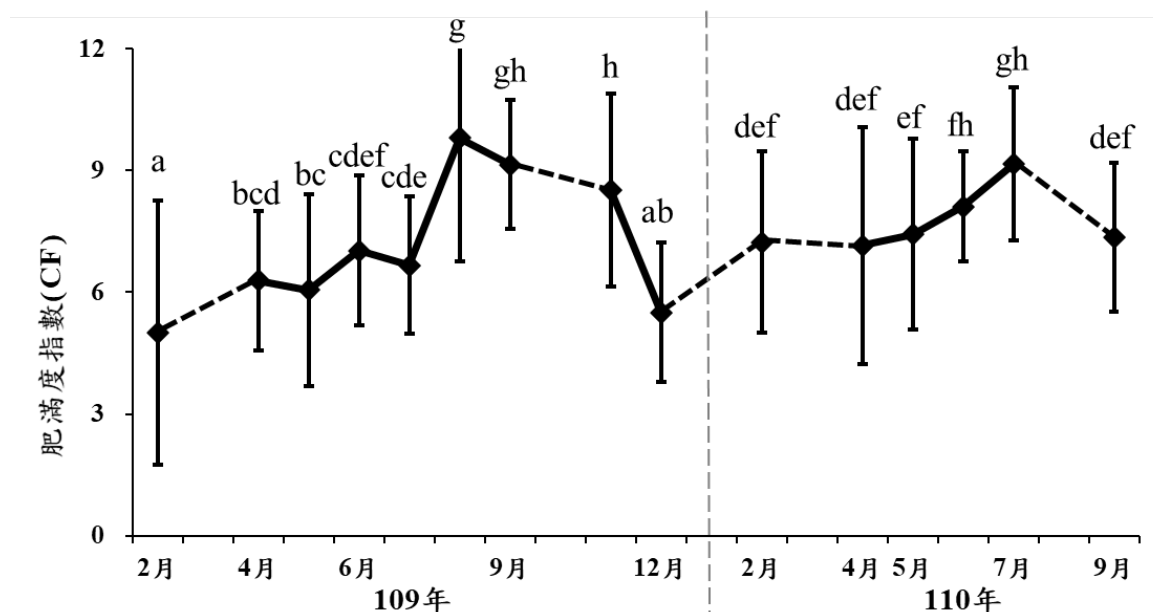


圖 40、台江國家公園 109-110 年環文蛤肥滿度指數

110 年資料僅包括 2 月及 4 月數據。ab 為環文蛤肥滿度之 LSD 分組情形($p < 0.05$)

7.4 歷年環文蛤調查結果比較

7.4.1 豐度及重量變化

匯整民國 100 年 5 月開始至 110 年 10 月進行台江國家公園黑面琵鷺保護區內環文蛤定量調查結果顯示，在民國 100 年前並沒有相關管理制度下環文蛤被大量捕捉，101 年時環文蛤的族群豐度從 $103.73 \pm 46.20 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ 降低至 $63.41 \pm 30.0 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ ，平均重量亦從 $9.64 \pm 0.68 \text{ g}$ 減至 $8.64 \pm 3.06 \text{ g}$ ，在 101 年開始進行採捕管理後 102 及 103 年時環文蛤的豐度有上升至 $144.67 \pm 27.60 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ 及 $96.33 \pm 42.34 \text{ ind./}10 \text{ m}$ 。然而，104 年至 107 年調查結果顯示環文蛤豐度及重量皆有逐漸下降的狀況，豐度在 104 年及 107 年分別下降至 $54.69 \pm 26.91 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ 及 $5.76 \pm 5.95 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ ；重量亦減輕到 $12.72 \pm 5.84 \text{ g}$ 至 $3.41 \pm 3.63 \text{ g}$ 的情形（圖 41、圖 42），至 108、109 年及本年度(110 年)調查時，環文蛤族群豐度有逐年明顯升高(35.89 ± 21.30 ； 35.06 ± 20.12 ； $32.81 \pm 17.37 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$)，而重量(4.24 ± 3.34 ； 10.16 ± 6.45 ； $12.03 \pm 6.73 \text{ g}$)亦呈現逐年增加的趨勢。

分析 100 年至今年度(110 年)的變化結果顯示，101 年管理採捕後 102 年至 103 年數量均有回升，此分析結果與歷年豐度的變化相同（圖 42）。然而，104 年至 107 年均有下降的情況，107 年族群豐度以降低至 $5.76 \pm 5.95 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ ，平均重量亦減至 $3.14 \pm 3.63 \text{ g}$ ，豐度下降，重量下降也反應環文蛤族群數量減少。因此，於 107 年開始縮短採捕季至 2 個月後，108、109 年及本年度調查結果顯示，環文蛤族群豐度及重量已逐漸回升到今年度的 $32.81 \pm 17.37 \text{ ind./}10 \text{ m}^2$ 及 $12.03 \pm 6.73 \text{ g}$ ，其中以重量

上有顯著性差異，達到與 103 年及 104 年的水平。分析台江國家公園 107 至今年度 (110 年) 內圍、外圍及最外圍環文蛤體重及豐度之變化顯示 (圖 43)，最外圍在 107 及 108 年為三樣區豐度為最高的區域，至 109 年因開放採捕所以有明顯下降的趨勢，而今年度因疫情期間影響，開放採捕僅維持 5 天後即停止 (共 50 人次)，在採捕壓力下降的狀況下資源已有回升的狀況；內圍豐度雖於 108 年有些許回升的現象，但是整體而言，亦呈現偏低的情形。值得注意的是，雖然內圍環文蛤豐度未持續下降，最外圍的環文蛤豐度則有逐漸增加現象，但是外圍地區的環文蛤豐度與 109 年相比則有明顯下降的趨勢，是否為該區域環文蛤受到今年微棲地試驗調整的影響，則需進一步討論。

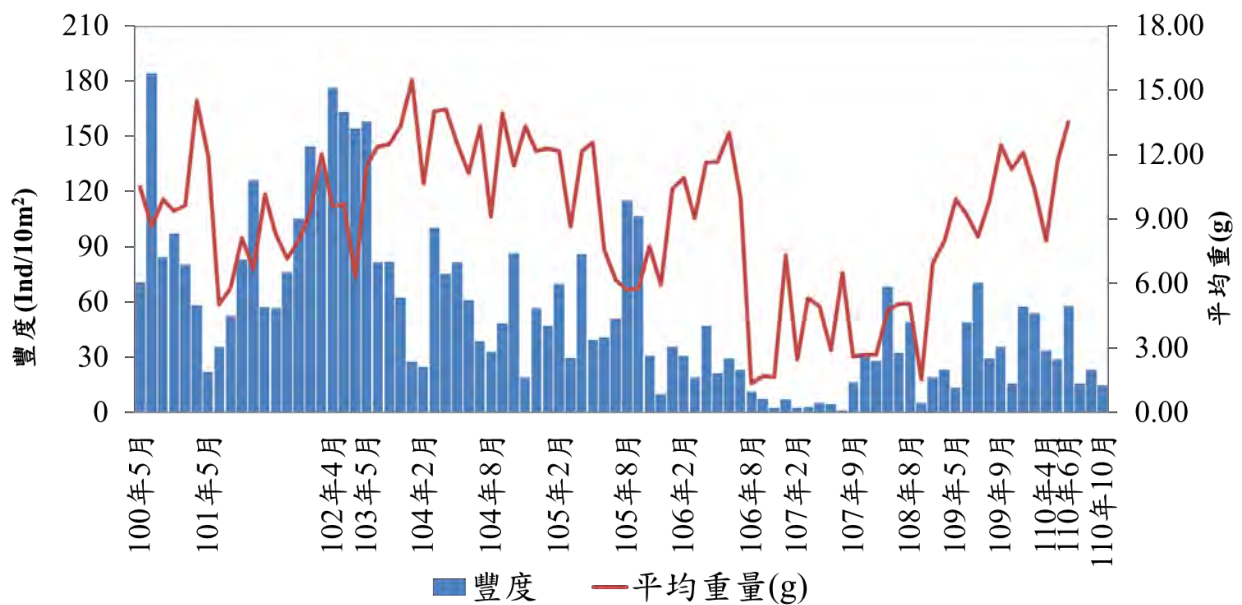


圖 41、台江國家公園歷次環文蛤體重及豐度之變化

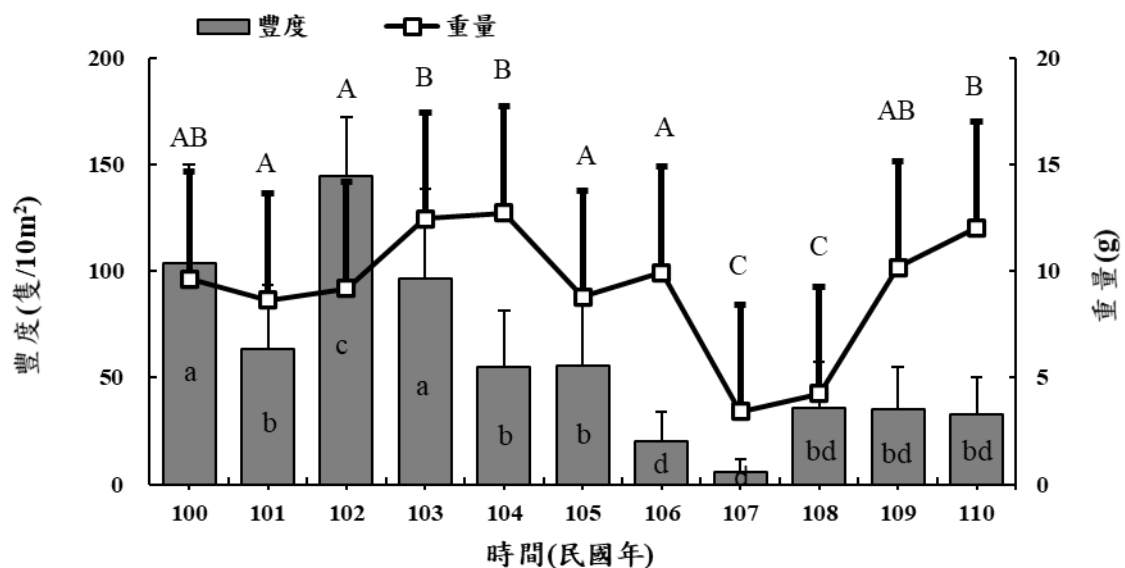


圖 42、台江國家公園歷年環文蛤體重及豐度之變化。

abcd 及 ABC 分別為豐度及重量之 Duncan 分組情形($p<0.05$)

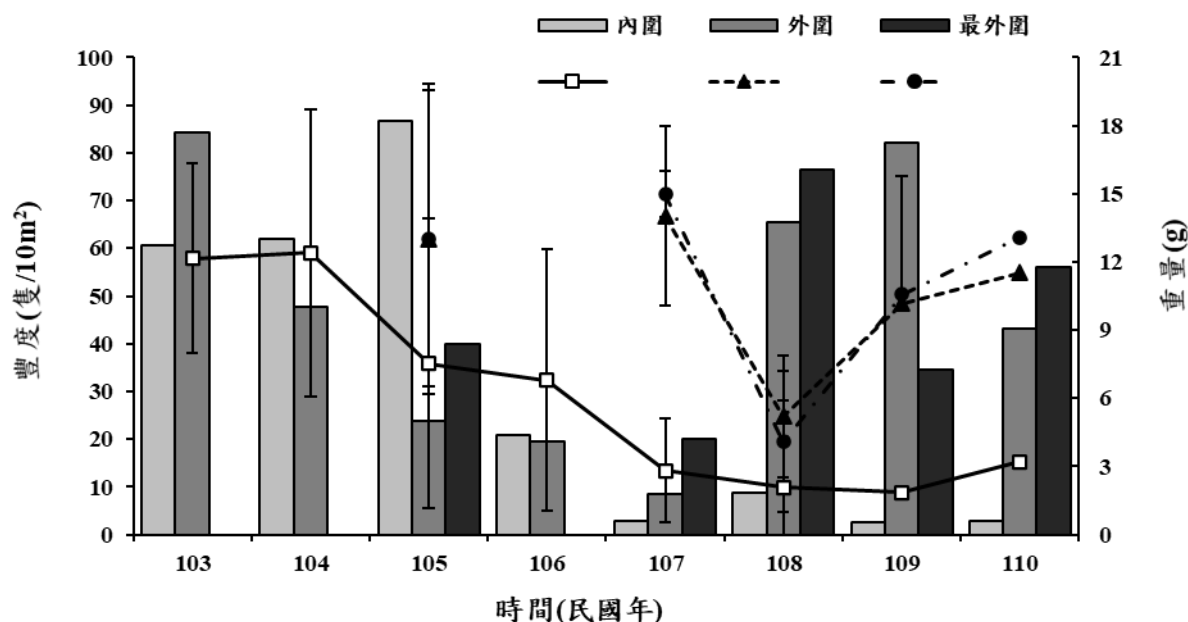


圖 43、台江國家公園歷年內圍、外圍及最外圍環文蛤體重及豐度之變化。

7.4.2 殼齡變化之比較

匯整 100 年 5 月開始至 110 年進行台江國家公園黑面琵鷺保護區內環文蛤殼齡的結果顯示，國家公園內採捕到的環文蛤主要 II 齡(2.4-3.6 mm)居多，IV 及 V 齡貝(4.0 mm 以上)捕捉到的數量最少，101 年至 102 年 I 齡 II 齡有大量出現的情況，此時的族群豐度亦是歷年來最高的時候，但是 I 齡貝至 103 年減少至不到 10% 後開始逐年增加，至 107 年 I 齡貝佔總族群殼齡約 80% 上下，而族群豐度從 102 年後開始呈現急遽下降的趨勢，至 108 年 I 齡貝佔總族群殼齡達到 60% 左右，族群豐度則因為大量的 I 齡貝呈現些微上升的趨勢，大量的 I 齡貝出現代表黑面琵鷺保護區內的環文蛤族群受到人為或環境等壓力造成緊迫，因此台江國家公園於 109 年開始進行分區採捕，而環文蛤殼齡比例有逐漸恢復至 104 年的調查狀況（圖 44）。依據 103 至 110 年採樣區域結果顯示，內圍的 I 齡貝有逐年增加的趨勢，II 齡貝以上皆逐年減少，但是至本年度(110 年)II 齡貝則有些微增加的情形；外圍各齡期的環文蛤雖於 103 至 106 年並未有太大的變動，但至 107 及 108 年後可明顯發現 I 齡貝有大量增加的現象，至 109 年及本年度(110 年)有逐漸恢復至 106 年以前的狀況；最外圍則於 108 年開始有大量現 I 齡貝出現，至 109 年及本年度(110 年)有逐漸恢復的狀況，IV 及 V 齡貝也有些微增加的情形（圖 45）。

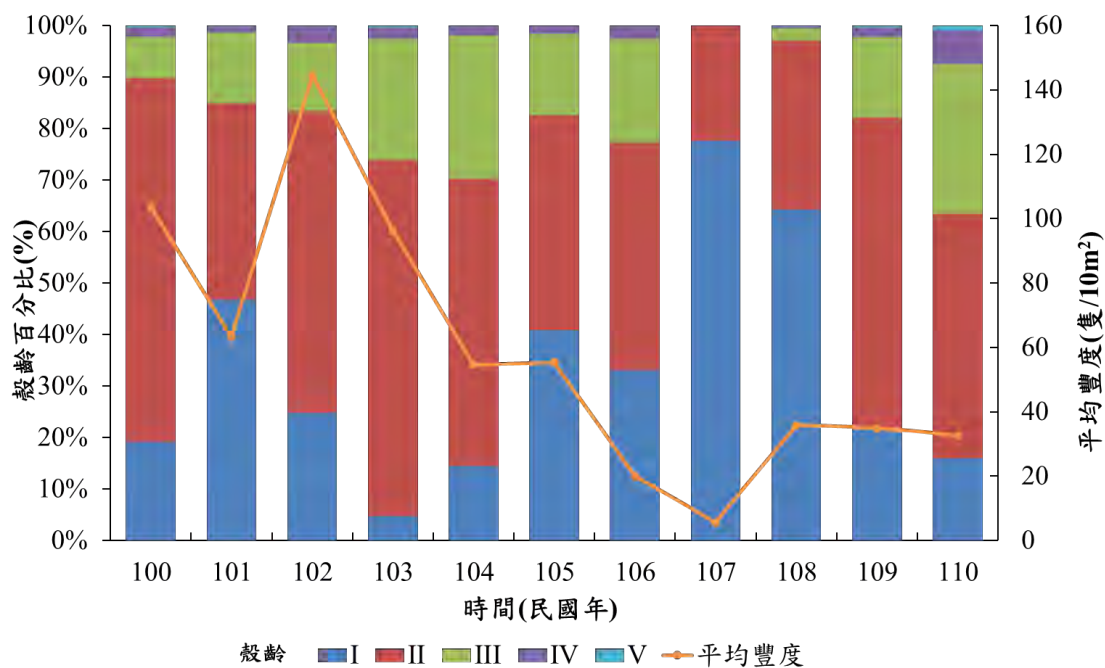


圖 44、台江國家公園歷年殼齡百分比變化

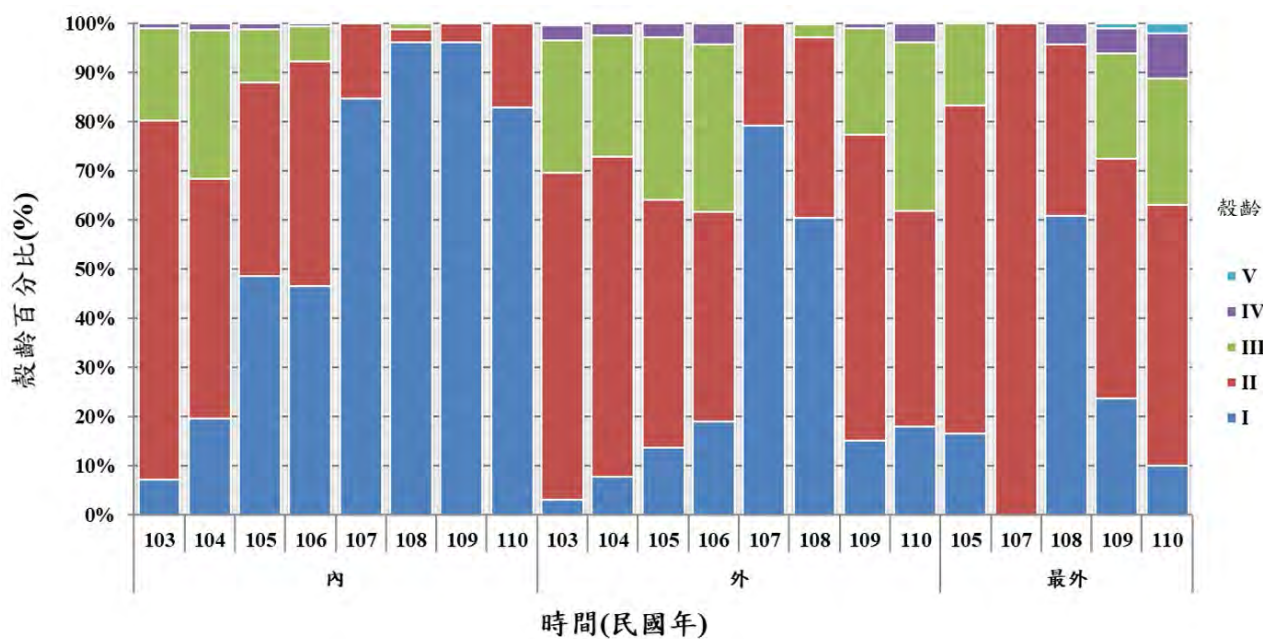


圖 45、台江國家公園歷年內圍、外圍及最外圍環文蛤殼齡百分比變化。

7.4.3 肥滿度指數比較

根據吳宗澤(2013)先前針對台江國家公園黑面琵鷺保護濕地內的環文蛤所測量肥滿度指數分析結果顯示，環文蛤肥滿度指數大多為 8-10 之間，生殖季為每年的 9 月至 10 月，II 齡後具有生殖能力。103 年開始，環文蛤的肥滿度指數有明顯下降至 2-6.5 間的狀況，至 109 年及今年度皆有明顯上升至 5-8 之間，但仍未回到 101 年調

查時的 8-10 之間（圖 46）。肥滿度指數，可用於比較水生生物的生長情況，亦可作為族群受到不良影響的指標。通常肥滿度高表示族群週遭環境狀況好，而肥滿度低則表示族群受到不良影響。肥滿度指數除生殖的周期變化外，水質劣化、棲地底質擾動過大、浮游藻類等食物來源減少、底質嚴重變化造成的緊迫，以及為加速補充族群的早熟均等因素均有可能造成二枚貝類肥滿度指數下降。無論如何，103 年後環文蛤肥滿度指數有明顯下降，雖於 109 年及 110 年度時皆有明顯上升的趨勢，但仍需注意肥滿度指數除了反映營養狀況外，也可以反映棲地的改變，其中又以內圍樣區的變化最為明顯。環文蛤肥滿度指數有明顯下降的因素是國家公園在永續經營環文蛤資源的重要議題。

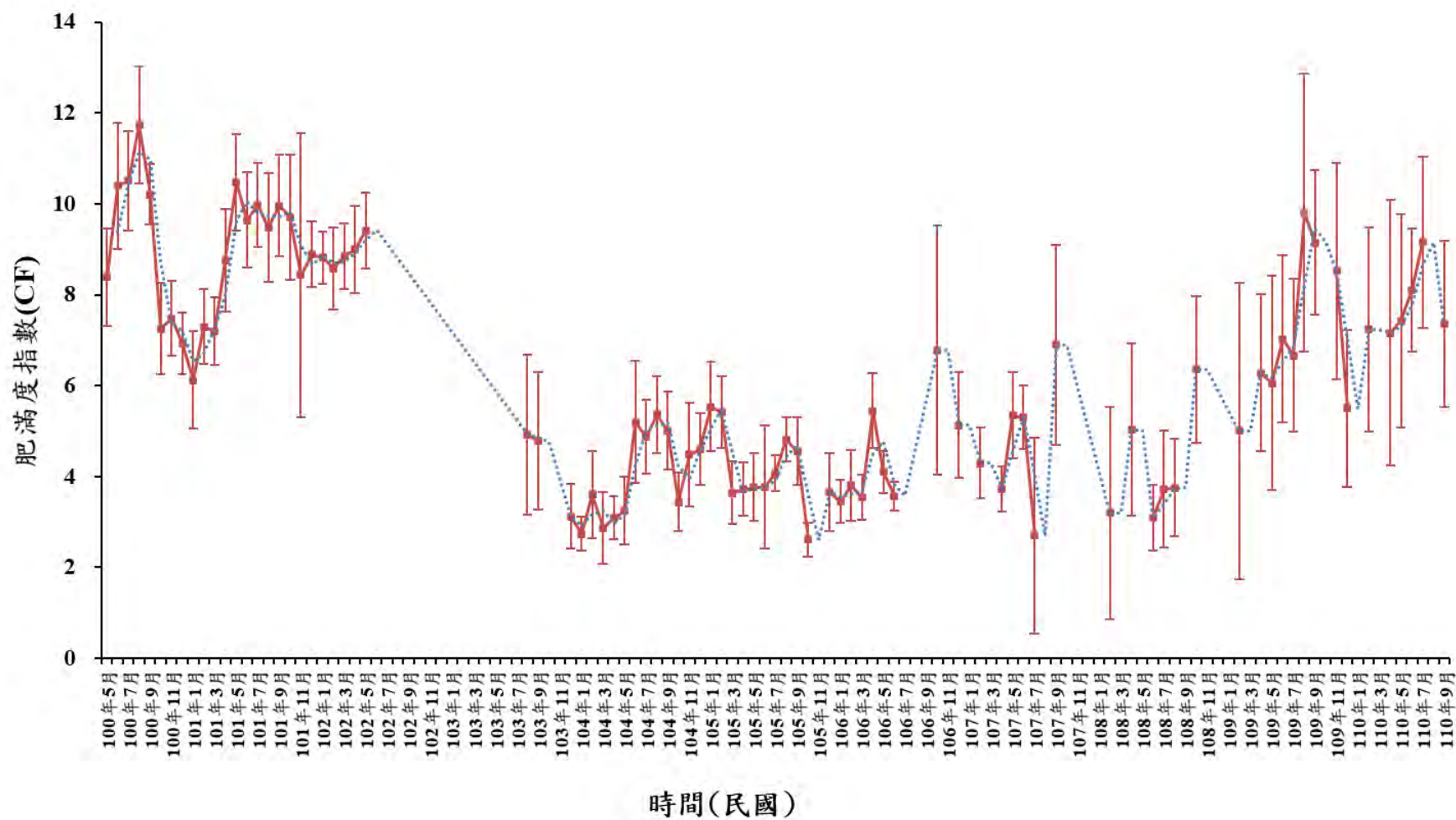


圖 46、台江國家公園環文蛤 100 年至 110 年肥滿度指數之變化

7.4 海蜷定量調查

台江國家公園內常見海蜷包括燒酒海蜷(*Batillaria zonalis* (Bruguier, 1792))、鐵尖海蜷(*C. djadjariensis* (Martin, 1899))及栓海蜷(*C. cingulata cingulata* (Gmelin, 1791))三種。本年度於 110 年 2 至 110 年 10 分別進行三種海蜷定量調查(表 24)，七次調查中分別捕獲燒酒海蜷、鐵尖海蜷及栓海蜷共 929 隻、321 隻及 1571 隻。燒酒海蜷平均豐度為 $65.1 \pm 16.7 \text{ ind./m}^2$ ，以 9 月較高、7 月較低；鐵尖海蜷平均豐度為 $21.4 \pm 12.5 \text{ ind./m}^2$ ，以 7 月較高、4 月、9 月及 10 月較低；栓海蜷平均豐度為 $108.3 \pm 34.4 \text{ ind./m}^2$ ，以 9 月較高，10 月較低。105 年至 110 年歷年海蜷定量調查資料如表 25，105 年至 110 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化如圖 47，其中，平均重量方面燒酒海蜷及栓海蜷歷年來並無明顯差異，而鐵尖海蜷有逐年遞減的狀況；豐度方面，三種海蜷皆於 108 年時有明顯下降的趨勢，並 109 年回升，而 110 年除鐵尖海蜷外均有些許下降的情形。

表 24、110 年海蜷定量調查豐度及重量結果

110 年 度	燒酒海蜷		鐵尖海蜷		栓海蜷	
	豐度 (ind./m ²)	個體平均 重量(g)	豐度 (ind./m ²)	個體平均 重量(g)	豐度 (ind./m ²)	個體平均 重量(g)
2 月	63.1	1.08	29.3	0.72	124.9	0.74
4 月	60.5	1.09	7.0	0.71	68.0	0.72
5 月	65.3	0.95	24.9	0.67	109.3	0.66
6 月	71.0	1.08	23.0	0.68	129.0	0.76
7 月	35.6	1.08	42.7	0.49	130.2	0.79
9 月	92.0	1.22	11.4	0.47	143.4	0.75
10 月	68.0	1.23	11.5	0.64	53.0	0.73
平均值	65.1±16.7	1.10±0.38	21.4±12.5	0.62±0.24	108.3±34.4	0.74±0.21

表 25、105 年至 110 年歷年海蜷定量調查資料

年 度	燒酒海蜷		鐵尖海蜷		栓海蜷	
	豐度 (ind./m ²)	個體平均重量 (g)	豐度 (ind./m ²)	個體平均重 量(g)	豐度 (ind./m ²)	個體平均重量 (g)
105 年	67.9±52.1	1.29±0.11	27.5±20.2	0.64±0.15	97.7±29.5	0.88±0.09
106 年	95.9±24.8	1.29±0.09	31.0±14.2	0.95±0.08	135.1±45.2	0.80±0.04
107 年	89.1±38.8	1.42±0.11	30.3±12.4	0.95±0.16	38.0±12.9	0.83±0.15
108 年	27.6±13.9	1.39±0.1	10.1±4.6	1.2±0.17	60.0±25.3	0.72±0.1
109 年	54.15±29.30	1.11±0.48	10.73±10.15	0.83±0.58	101.72±49.28	0.76±0.28
110 年	65.1±16.7	1.10±0.38	21.4±12.5	0.62±0.24	108.3±34.4	0.74±0.21

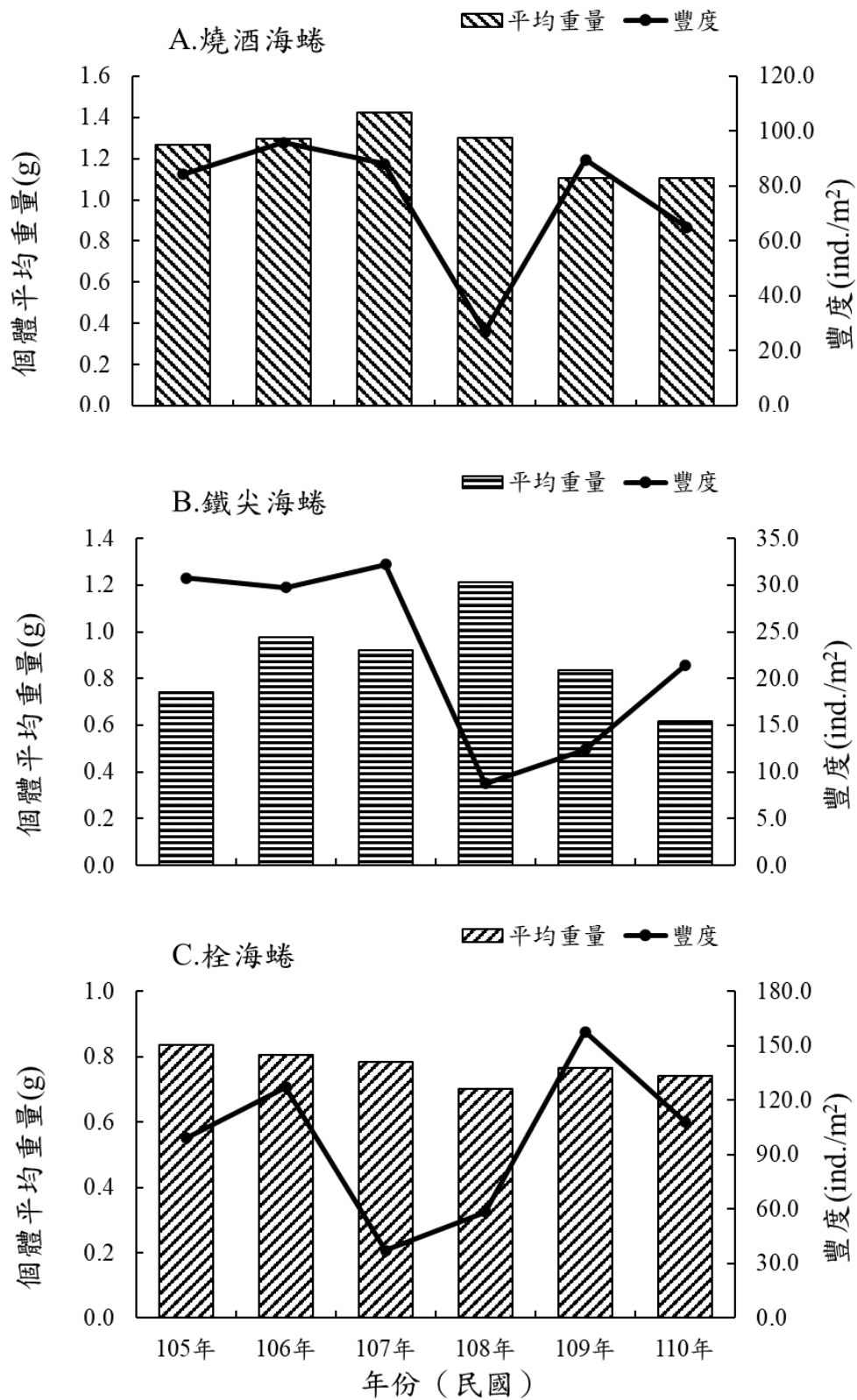


圖 47、105 年至 110 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化

7.5 其它共棲物種調查結果

110 年度其它共棲物種定量調查資料如表 26。共棲物種共記錄到軟體動物門之截尾薄殼蛤、歪簾蛤、櫻蛤、文蛤、光芒抱蛤、竹蛭等 6 種貝類及黑線織紋螺、小石蜆螺等 2 種螺類。其中以歪簾蛤數量最多，總豐度為 3.2 ind./10m²；光芒抱蛤數量最少，豐度總計為 0.3 ind./10m²。

表 26、110 年度其它共棲物種定量調查豐度(ind./10 m²)

物種名稱	學名	2 月	4 月	5 月	6 月	7 月	9 月	10 月	總計
截尾薄殼蛤	<i>Laternula anatina</i>	1.3	0.5	-	-	0.7	-	-	2.5
歪簾蛤	<i>Anomalocardia squamosal</i>	1.8	0.8	0.2	-	-	-	0.5	3.2
櫻蛤	<i>Tellinidae sp.</i>	0.4	1.3	0.2	-	-	0.3	0.8	2.9
竹蛭	<i>Solen strictus</i>	0.2	0.3	0.4	-	-	-	-	0.9
文蛤	<i>Meretrix lusoria</i>	0.7	0.3	-	0.3	-	-	0.5	1.7
光芒抱蛤	<i>Potamocorbula fasciata</i>	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3
黑線織紋螺	<i>Reticunassa fratercula</i>	-	-	-	-	0.4	-	0.5	0.9
小石蜆螺	<i>Clithon oualaniensis</i>	-	-	-	-	0.4	-	-	0.4
月總計		4.4	3.2	0.8	0.3	1.5	0.3	2.6	12.8

二、曾文溪口濕地核心區濕地棲地生物多樣性提升試驗施行及成效監測：

（一）人工潮溝與潮池之成果現況

本計畫於非度冬季開始同步執行紅樹林雇工移除及人工潮溝及潮池作業。但由於作業需要使用舢舨載運機具，以及用電及引水等，故須配合潮汐及天候作業，由非度冬季之5月中後開始著手進行，然而六至八月之雨季影響，施作一度中止暫停，直至9月方完工。

人工潮池及潮溝施作位置最終如下圖所示。

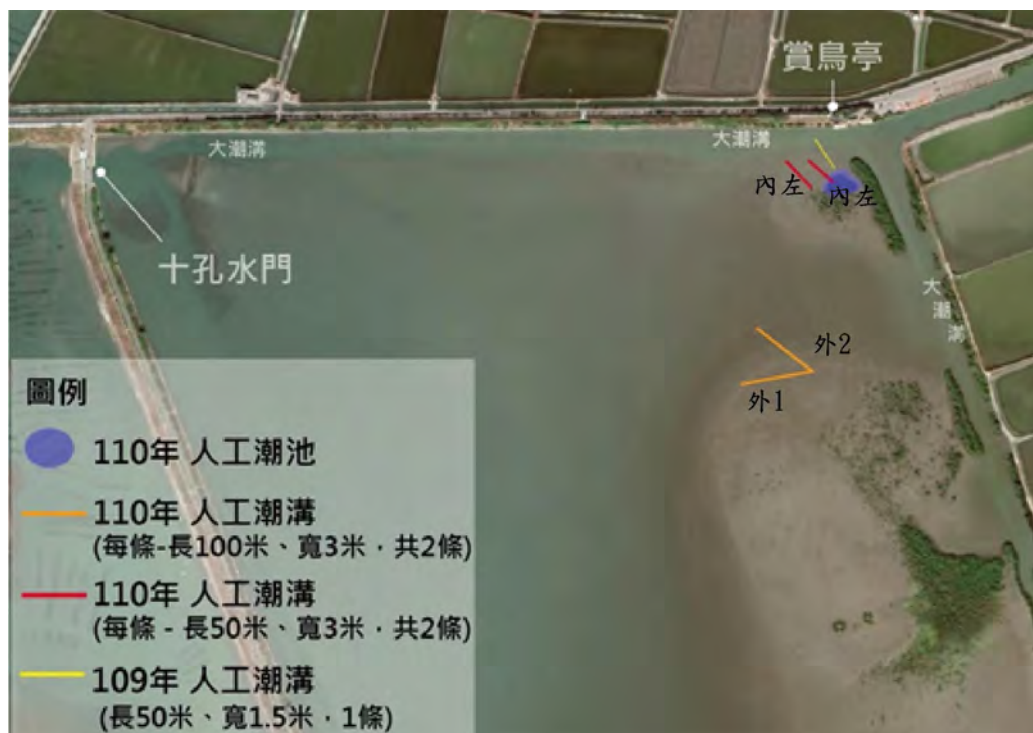


圖 48、人工潮溝、潮池施作位置圖

（以竹竿標記位置並以 GPS 定位繪製而成；外 1、外 2、內左、內右，為 110 年人工潮溝測站之代號）

人工潮溝由於今年設定之寬度較寬，施作方式與前一年不同，改採使用兩組舢舨載運高壓沖水機（當地漁民文蛤採收用之機具）並增加兩倍人力進行（圖 49）。一台機具約為 1.2-1.5 米寬，故為兩組人力，同時進行，以達成 3 米寬之設定。由於需引水詩作，故需於非最乾潮時進行，並由深往淺、由水路往灘地方向操作。在沖刷潮溝時，以超過 0.5 米深進行施作。其效果極佳，然而也因寬度寬、深度深，每次作業完成後，受潮汐海水影響，兩側灘地的底質亦會崩進潮溝中，而呈現目視有淤積的現象，然而人實際走過時，部分區段在過渡期形成一泥濘的泥澤，踩入極可能下陷至過膝。



圖 49、由舢舨側抽水至上方黑色水管中（左）再導入後方之高壓水管中並以人力用力下壓高壓水管（右）（2021.08.13）

潮池的施作則以不同方式進行。由於潮池處原為長了許多海茄冬的灘地，雖然上方部已完全移除，下方根部已盡量利用機具耙除。然而仍多少留有殘根，故較難用上述沖潮溝之方法施作。而是改以使用兩台沖水幫浦同時進行。一台之抽水幫浦目的在於引潮溝的水來沖刷淤積之灘地底泥，以形成一個池塘形狀，另一台則需將沖散的底泥形成之泥水向外抽出至潮溝，藉由潮溝之水路將泥砂排出（圖 49）。此方法之好處在於較不易受潮汐影響，但仍受天候降雨之干擾，另外需鋪設極長的帶狀水管，需於全部完工後才能回收。若未來目標施作處，在較遠的外圍或最外圍灘地，則臨時管路的鋪設長度、方式和如何維持，都需考量在內。



圖 50、左一抽水幫浦與舢舨；右一沖刷後在引出的泥水混濁情況

下方為完成施作後的潮溝及潮池樣態。內圍灘地可見有三條水路向內延伸，以及一個潮池（圖 51）。最左側有一條較細潮溝為 109 年度施作之 1.5 米寬、常 50 米之人工潮溝。外圍樣區人工潮溝則如（圖 52）所示。



圖 51、賞鳥亭前方潮池及潮溝(2021.10.21)



圖 52、外圍樣區之潮溝照片(2021.09.03)

(二) 紅樹林移除成果

由前期研究發現，以衛星照片進行紅樹林植群拓殖變遷的比對，發現導致紅樹林面積較 10 年前擴張了 30 倍，過度生長的紅樹林其落葉枯枝、氣根和支持根會攔阻水流、造成棲地劣化（如左圖所示，根系在阻攔水流後、有機營養鹽堆積、絲狀藻類滋生，加重水體之交換不良，於退潮時之低水位時，於水面可見一層油膜），以及在侵蝕作用較低的濕地會加速淤積使濕地陸化，因此必須移除。



因此由團隊進行雇工，以氣動鋸連接高壓管至岸上柴油高壓幫浦，先鋸斷紅樹林的地上部，並且以碎木機將枝、幹、葉現地碎化，碎木均勻散佈於灘地上。再以氣動斬刀，截斷支持根地上及地下部分，最後以割草機割斷氣生根，完成內圍紅樹林地面植栽部分移除。同步於紅樹林密生區中心，向外取一直徑 50 公尺範圍，以柴油幫浦進行抽泥掏空，於紅樹林間抽出一個潮池，最後把根系全部移除。

以 QGIS 進行內圍灘地移除範圍面積之估算，以原紅樹林植群外圍進行圍繞估算面積，約為 4000 平方公尺之紅樹林，相當於 0.4 公頃。

紅樹林僱工移除範圍、移除範圍面積估算、及移除前、中、後之記錄照片如下圖 54~ 圖 56 所示。

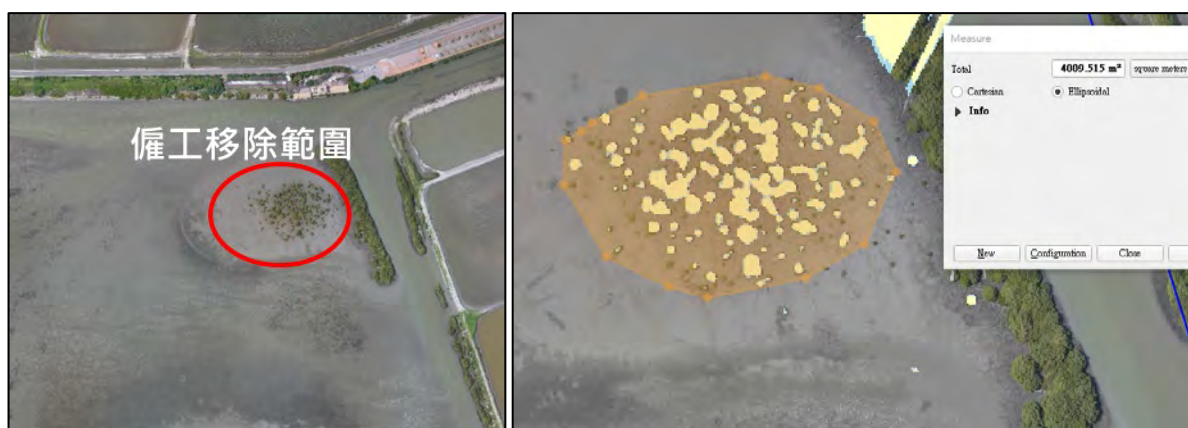


圖 53、僱工移除範圍示意圖（左圖）及移除範圍面積估算（右圖）



圖 54、紅樹林移除前（往賞鳥亭方向拍攝）



圖 55、紅樹林移除中（往賞鳥亭方向拍攝）



圖 56、紅樹林移除後（由賞鳥亭往灘地方向拍攝）

（三）微棲地調整試驗成效評估

本項目分為兩個部分進行評估，一為底質環境變化狀態，從潮溝淤積情況測量、底質粒徑及篩選度等，了解棲地淤積狀態，並配合 pH 及氧化還原電位了解底質環境現況。二為鳥類利用狀態。此部分以分析設立於潮池旁之自動照相系統進行影像分析，另外並至現地進行 1 小時左右之觀測記錄。

3.1 底質環境變化狀態

本年度所施作之潮溝底質監測結果如表 27 所示。以外圍潮溝為例，外側潮溝施作前，平均粒徑為 0.047~0.105 mm 屬於細砂等級，篩選度為 0.99~1.54，篩選等為中等；施作後 9 月、10 及 11 月，平均粒徑變為 0.45~0.106 mm 屬於細砂等級，篩選度為 0.96~1.75 為差到中等。顯示外側潮溝施作後，潮溝內之底質呈現淤積狀態。然而比較外圍樣區之底質資料比對，顯示不論是施作前的 4 月或後的 10 月，外圍樣區灘地之底質粒徑屬於非常細砂等級，篩選等級亦屬於差的等級（表 6），在沉積物特性上並無明顯不同。有可能為潮溝之作用為先帶走鄰近底泥，使得潮溝內偏向淤積樣態，但潮溝外附近之灘地上無影響。而測量兩條外側潮溝之淤積變化，由於潮溝呈現一重量不同而下陷深度不同的情況，因此使用固定繩子搭配重垂測量其深度變化，一條的變化為 7 月至 9 月為淤積 6.6 cm、9 至 10 月為下降 14.6 公分；另

一條則為每月持續下降 1.4 cm 至 3 cm。顯示，雖然外圍潮溝的沉積物特性為淤積，篩選度差，但潮水仍有持續將這些從旁邊流入的淤泥排出。

表 27、人工潮溝底質特性分析及淤積變化表

潮溝代號	期程	調查月份	粒徑 (mm)	粒徑類型 (mm)	篩選度 σ_i	篩選程度	淤積相對高度(cm)	淤積高度變化 (cm, +為上升, -為下降)
外 1	施作前	2021.07	0.105	Very fine sand	0.99	moderately sorted	(設立標竿)	(設立標竿)
	施做完工當月	2021.09	0.058	Coarse slit	1.49	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	2021.10	0.058	Coarse slit	1.43	poorly sorted	6.6	6.6
	後 2 個月	2021.11	0.045	Coarse slit	1.55	poorly sorted	-8	-14.6
外 2	施作前	2021.07	0.047	Coarse slit	1.54	poorly sorted	(設立標竿)	(設立標竿)
	施做完工當月	2021.09	0.106	Very fine sand	0.96	moderately sorted	基準質	-
	後 1 個月	2021.10	0.073	Very fine sand	1.2	poorly sorted	-1.4	-1.4
	後 2 個月	2021.11	0.049	Coarse slit	1.75	poorly sorted	-4.4	-3
內左	施作前	2021.07	0.071	Very fine sand	1.51	poorly sorted	(設立標竿)	(設立標竿)
	施做完工當月	2021.09	0.046	Coarse slit	1.57	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	2021.10	0.041	Coarse slit	1.86	poorly sorted	-14.6	-14.6
	後 2 個月	2021.11	0.05	Coarse slit	1.53	poorly sorted	-13.2	1.4
內右	施作前	2021.07	0.056	Coarse slit	1.54	poorly sorted	(設立標竿)	(設立標竿)
	施做完工當月	2021.09	0.135	Fine sand	1.23	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	2021.10	0.046	Coarse slit	1.59	poorly sorted	24	24
	後 2 個月	2021.11	0.069	Very fine sand	1.37	poorly sorted	8	-16

3.2 鳥類利用狀態

藉由設置在潮池附近的自動照相設備，設定 15 分鐘記錄一次（拍照及攝影 10 秒），初步分析 9/7-9/27 日共 20 天之照片及影像一共 1884 組。並依照照片狀態，登載以下資料並建檔，包括檔案名稱、天色—白天、黃昏、夜及黎明，是否為大雨—是、否、無法判斷，溫度—記錄之設備登載之溫度，有無鳥類—有、無或無法判斷，是否露出灘地—是、否、略為或無法判斷，漲/退/乾/滿潮（或無法判斷），是否有鳥類利用潮池—是、否或無法判斷，備註—補充所需資料。

1884 組照片及影片中，天色清晰能判端的有 1020 組，其中有鳥的照片及影片為 329 組，這當中又有 63 組有鳥類使用潮池，使用潮池的頻度（目擊比例）約佔 19%。此外，鳥類多集中出現在乾潮—186 組，其次為退潮（73 組）及漲潮（70 組）中，而乾潮中有鳥類利用潮池者為 36 組，佔乾潮有鳥類影像組數的 19.4%，退潮中有鳥類使用潮池者為 18 組佔 24.7%，漲潮使用者 8 組，佔 11.4%；而滿潮時，皆無記錄到鳥類。

由於照片之解析力不高，因此在鳥種的判斷上較有困難。但鷺科體型較大較

易辨識，其次為鸕鶿類的鳥類，其餘小體型之鳥則能夠辨識有鳥類出沒但種類難以辨識。另外配合已進行兩次的現地調查，判斷鳥種主要為鷺科（大白鷺、小白鷺等）、鸕鶿類、裏海燕鷗等，以鷺科最為常見。



圖 57、鳥類利用潮溝、潮池照片

三、透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略

根據前兩項工作之調查與執行成果，再經研析討論後，以提出項對應的的經營管理策略。因此，本工作項目之成果呈現編排為先進行連兩項工作項目之綜合討論後，再提出對應之常態性經營管理策略。

（一）現況監測及執行結果之討論分析

1. 水質及底質環境現況

經由歷年水質資料之分析，可以發現多數因子與季節變化有關，較無測站間的差異，顯示整體水質水體較為一致。

本年度累計的水質監測結果顯示，有 3 項水質超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」國際級重要濕地之建議限值，包括化學需氧量（COD）、懸浮物、及氨氮（頁 35 圖 6、頁 36 圖 7）。懸浮物部分於歷年皆時常處於超過建議標準的 15 mg/L，可能受限於濕地環境特質所致（如周邊多魚塢、位於臨海受潮汐影響、底質偏極細砂至泥）而使得懸浮物時常較高。COD 部分在 108 年較高，109 年至今年（110 年）已有下降現象，但仍處於部分測站超過建議標準 50 mg/L，未來須持續注意追蹤。氨氮歷年僅在 109 年 2 月的 ST7（十孔水門外測站），及今年 110 年 2 月 ST5（保護區北側溝渠）、ST6（保護區西側近魚塢測站）有超過建議標準 5 mg/L 外，其餘各月站次皆無超標狀況，可能為偶發現象，但後續仍需注意。

底質環境特徵，整體底質間隙水的 pH 並無年間、測站間或月別間之差異，但在氧化還原電位（ORP）中有年間的差異。有 108 年較高，109 年-110 年較低的情況。年間氧化還原電位（ORP）變化最大，108 年至 109 年的內圍、外圍及最外圍樣區多為正值，底質環境較偏向氧化態，至今年 110 年已下降至負值為還原態（頁 51 圖 14），僅 7 月之外圍樣站上升至 68.9 mV，後續須持續注意。雖然內圍、外圍及最外圍樣區之 ORP 轉為還原態，但數值多仍在 -150 mV 以上，適合底質進行脫硝作用和厭氧氨化作用。110 年 2 月的內圍一度低至 -177.2 mV，低於 -150 mV 可能會使底質環境偏向進行硫酸還原作用而產生對生物有毒物質之硫化氫；110 年 4 月時，內圍底質 ORP 短暫上升至 -127.3 mV，但後續又降至 -150 mV 以下（頁 47 表 6）。在底質沉積物特性部分，整體底質粒徑及篩選度之分析結果相似，有測站間的差異，且以離水門較遠的靠近南側魚塢的最外圍測站，以及賞鳥亭下方的灘地粒徑最細，並且異質性低，偏向沉積環境。

保護區的水域及灘地環境，呈現水質有月別間變化，底質則有測站間的變化，此結果顯示，整體水域水流交換良好，但是隨著水路及離十孔水門遠近之變化之影響，使得各測站篩選度不一，外側樣區淤積情況仍較其他地方為盛。

2. 浮游動植物至底棲生物與龍鬚菜之變動

整體而言，魚類於 2 月冬季的時候較少，於保護區內並無採獲，有較明顯的季節差異外。其餘生物組成方面，雖然個別水質因子可能會對生物內的種類組成有影響，但在測站間、年間或季節，並無明顯的依上述條件而有分群狀態。但在東魚塢排水匯入處之底棲生物相對較為豐富，水深較深，亦較常捕獲到體型較大的蝦蟹類。

龍鬚菜的消長，在 109 年度持續至 8 月後才開始消退，但在今年 110 年卻於 7 月後，即在最豐富的 ST3 測站消失，但卻可在旁邊的護岸採到，內、外圍灘地亦有。推測，為 7、8 月之強降雨及惡劣天氣，此測站的龍鬚菜打散沖走而流失掉。故在旁邊護岸上有許多不完整的相對不完整龍鬚菜。因受 COVID-19 影響，無法邀請在地民居民一起進行龍鬚菜採捕試驗，因此，於 8/3 日以研究人員進行固定時間的採捕，並秤其重量，兩

人 20 分鐘的採集，共採得 4.360 公斤（濕重）的龍鬚菜，約莫龍鬚菜最茂盛其覆蓋面積 1 平方公尺的採集量。由於受到天候影響，已有許多龍鬚菜流失，而後 ST3 亦無龍鬚菜，內、外圍零散的龍鬚菜也在九月過後消退。所以，可以確定的時，龍鬚菜在本保護區有季節消長的情況，但其原因有待釐清。

此外，根據龍鬚菜開放採捕之可行性評估工作訪所得之資訊，位於保護區西側護岸內之最外圍灘地，主要為過往居民主要採集龍鬚菜之地方，而本計畫所設立的 ST3 站即位於其南段，而各測站龍鬚菜之調查結果亦顯示以 ST3 最為穩定。

3. 環文蛤及海蜷的資源變動

台江國家公園內常見海蜷包括燒酒海蜷(*Batillaria zonalis* (Bruguere, 1792))、鐵尖海蜷(*C. djadjariensis* (Martin, 1899))及栓海蜷(*C. cingulata cingulata* (Gmelin, 1791))三種。110 年黑面琵鷺保護區內燒酒海蜷、鐵尖海蜷及栓海蜷豐度分別為 65.1 ± 16.7 隻/m²、 21.4 ± 12.5 隻/m² 及 108.3 ± 34.4 隻/m² (頁 112 表 24)，三種海蜷近年豐度也互有消長的趨勢，亦為後續觀查的重點。

在環文蛤部分，整理民國 100 年至 110 年環文蛤定量調查資料，101 年開始進行採捕管理後環文蛤的族群豐度及平均重量均有增加的情況，雖然自 104 年開始環文蛤豐度開始些許的減少，但是環文蛤平均重量仍呈現上升的狀況，至 106 年時，環文蛤的豐度及平均重量呈現急速下降的趨勢，於 108 年時豐度及平均重量有慢慢開始回升的情況，至 109 年調查時，豐度及重量皆有明顯增加的趨勢，而今年度調查中雖然豐度與 109 年相似，但整體而言，環文蛤族群平均重量有明顯上升的趨勢(頁 107 圖 42)。依據殼齡的結果顯示出，101 年進行採捕管理後到 104 年的環文蛤主要 II 齡貝(2.4-3.6 mm)居多，以 IV 齡貝(4.0 mm 以上)捕捉到的數量最稀少，值得一提的是 104 年的 I 齡貝較 103 年有些許增加的趨勢，其中，105 年至 108 年後捕捉到的環文蛤皆以 I 齡貝為主，但至 109 年及本年度時，殼齡百分比有明顯恢復至 106 年度調查的狀況，其中本年度(110 年)IV 齡貝數量由 109 年的 2% 上升至 7% (頁 109 圖 44)。跟據 Brazeiro (1999) 研究指出，二枚貝族群受到長期漁業捕撈活動，經由管理降低採捕壓力後，族群恢復期數量上升。101 年及 102 年個體較小的環文蛤大量出現，可能是有大量補充群經長期採捕壓力下族群恢復的狀態。然而，在 104 年 5-7 月間 I 齡貝(1.4-2.4 mm)調查到的數量有增加的情況，105 年 9 月後其情況又更為明顯，至 107-108 年間，I 齡貝數量佔調查到的總環文蛤的 70~80%，顯示環文蛤受到嚴重的採捕壓力或是棲地改變，迫使大量的幼貝被釋放出來，至 109 年及 110 年度調查後，環文蛤主要的殼齡從 I 齡貝轉變為 II 齡貝，其中 IV 齡及 V 齡則有增加的趨勢，推測環文蛤的族群受到分區管理的影響，從採捕或棲地改變的壓力下有慢慢恢復的狀況(頁 109 圖 44)。

台江國家公園黑面琵鷺保育區中的環文蛤，107 年至 108 年以前由於受到不明原因的族群緊迫，使其環文蛤族群為增加補充群產生大量釋幼的情況。因此，台江國家公園管理處為了永續經營環文蛤之保育，讓部份區域的環文蛤得已恢復其原本族群，於 109 年開始實施分區採捕，環文蛤族群亦有明顯恢復的狀況，110 年開始進行的棲地管理後

部份後國家公園環文蛤族群是否有逐漸轉好，則為後續觀察的重點。

4 微棲地調整及鳥類利用情況

雖然目前在 0-20 公分水深之面積與鳥類數量間的關係，並不明確仍有待釐清。但從自動攝影系統所記錄之影像照片，確實可證明，潮池可提供鳥類覓食利用，另外從影片中亦可發現，鳥類除了利用灘地外，也有部分鳥類會沿著水線逐漸移動。十份黑面琵鷺生態保護區附近亦有許多友善魚池，亦可見鳥類聚集在魚池中覓食。藉由微棲地調整，希望改善灘地淤積情況的主軸下，所沿伸的附加效益是確實存在，只是與數量並無絕對關係。

後續之微棲地調整，需考量潮池、潮溝的連通性，目前在最乾潮時，部分潮溝呈現斷流狀態，應持續延伸以減緩其淤積狀態，使其效應各為長久。

(二) 後續常態性經營管理策略研析

目前核心保護區從 108 年至今，已陸續執行環境（水質、底質）、生物（浮游動植物、水域底棲動物、魚類乃至鳥類）等項目，在環境資料部分，累積已有三年資料；生物部分則累積達 2 年，已有相當之背景資料。在資源利用及管理上，環文蛤則從 100 年之資料分析至今，擬開放採捕的可利用資源—龍鬚菜則從 109 年調查其生長週期亦已 2 年。因此，在有相當的研究調查背景資料的前提下，後續因應本濕地核心保護區經營管理所需的相關基礎調查研究，則應先著重有持續追蹤之必要項目進行重點監測，其餘項目則可視屆時管理目標採不定期、定期（隔年或隔數年）或其他情況再進行盤點，以使管理單位之資源能達到最佳效益之運用。而牽涉到人為利用的資源，則受採捕壓力的動態影響，需持續追蹤監測，以適時檢討相關採捕策略、滾動式調整管策略，以達到資源永續之目標。

是以，根據上述目標、本計畫研究及執行成果，以及前項之「現況監測及執行結果之討論分析」探討。提出下列後續經營管理策略：

1. 建議針對本區域長期水質監測標準建立時，就懸浮固體之管理目標，可考量本濕地特性並參考本計畫及歷史測值進行評估，並洽請相關水質及生態專家學者共同評估擬定。

說明：由於本核心區位於沿海，底質粒徑特性為以粗泥到非常細砂等級為主，且濕地水深淺，退潮時灘地多裸露，為本環境之特色，也因此有孕育了合適此處生長的螺貝類、甲殼類及小體型之魚類等，並吸引鳥類前往覓食或休憩。此外，曾文溪輸砂量大，雨季豐水期時挾帶大量泥沙往下游及河口沖刷，因此也會經由水圳進入濕地。因此，本濕地懸浮固體濃度偏高之可能原因除了來自上游河及附近魚塭水圳的排水匯入外，亦受每日受潮汐漲退、波浪影響，在風勢較大或外海波浪營力較大時，常使得底質揚沙而混濁。因此建議關於本濕地核心區之水質懸浮固體之管理目標可根據本濕地核心區之特性及背景值進行適當規劃。

2. 持續常態性之棲地環境品質監測，包含棲地水質及底質等。

說明：於 108—110 年已陸續執行水域生物（包含浮游生物及底棲動物等）、鳥類及環境水質與底質監測調查，各項項目皆累積達兩年以上。在已有相當生物及環境資料背景值下，可適度調整本濕地核心區之調查項目，重點執行須持續追蹤或關注之項目。而根據本計畫及前期計畫之調查結果顯示，水質及底質皆有持續調查之必要性。在濕地水質方面，除了懸浮固體外，化學需氧量（COD）雖然有逐年下降的趨勢，但仍經常性超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標」之國際級建議標準（50 mg/L），而氨氮在本年度計畫中亦有 1 季調查超過建議標準濃度（5.0 mg/L）；在底質部分，濕地底質間隙水的氧化還原電位（ORP）逐年下降，雖有趨緩，但與往年比仍為趨於劣化之情勢，在低於 -150 mV 時會產生硫化氫有毒物質，不利多數生物生存。有鑑於上述因素。建議後續應持續進行水質及底質監測調查，以掌控環境現況及了解棲地品質狀態。

3. 111 年之經濟性貝類開放採捕方式原則建議依循本年度所採行之分開採捕策略。開放區域：南區（最外圍區）；開放期間：111 年 5 月 15 日至 7 月 31 日止；開放採捕貝類：環文蛤、文蛤及竹蛸。

說明：今年度（110 年）開放區域為南區（最外圍區），開放期間為 5 月 15 日至 7 月 31 日止。然而受 COVID-19 疫情影響，配合中央之防疫緊急應變措施，最終僅開放 5 日（即 5 月 15 日至 5 月 19 日止），此外，根據今年調查結果亦顯示最外圍區之環文蛤豐度較前一年度有回升之情勢；而內、外圍樣區則有微棲地調整、紅樹林移除等棲地試驗而有所擾動。因此，建議 111 年仍是建議開放資源有恢復且未受擾動的南區（最外圍區），開放期間建議可延續前期策略方式。

4. 濕地明智利用行為長期監測與評估試驗：針對既有開放主要採捕物種（環文蛤）族群之持續監測，並針對潛力物種(龍鬚菜)持續進行調查監測與相關開放採捕試驗工作。

說明一：環文蛤於 104 年採捕量超過前幾年的採捕量後，於 105、107 及 108 年均出現平均體重過輕及大量幼貝出現的狀態，在 109 年及 110 年雖有數量上及年級群比例上的略為恢復，平均重量亦有恢復，但整體而言，豐度仍低於 103 年以前之水準；另外以分區管理角度進行審視，截至今年度，內圍區之環文蛤數量尚未恢復。考量上述因素，因此仍有持續進行環文蛤資源監測、採捕量記錄及採捕控管之必要，以即時了解環文蛤資源現況並據此滾動式調整採捕管理策略，以利資源恢復，達到永續利用之目的。

說明二：，龍鬚菜有年度消長，於 6、7 月達到頂峰後開始消退，最終消失，直至隔年 2、3 月才開始可目擊到其附著於螺殼等底質上。而當龍鬚菜生長週期達頂峰時，其底部底質變黑可能有劣化狀態。雖然底質劣化狀態在龍鬚菜消退之後會恢復，但顯示龍鬚菜生長茂密之時可能會對底質及底棲生物造成影響。考量龍鬚菜大量生長時可能造成之底

質劣化，以及龍鬚菜為居民傳統採捕之可利用水產資源，因此可考慮將龍鬚菜納入後續開放採捕之對象，然而應先進行開放採捕模擬試驗，以了解開放採捕所可能帶來之正面或負面效益，進一步評估是否適合納入開放採捕，並提出合適開放採捕策略。在 110 年時受 COVID-19 疫情及大雨影響，無法有效對照比較。建議可持續進行龍鬚菜開放採捕試驗及評估。

5. 評估微棲地調整成效並分區進行棲地調整試驗，改善水流交換以減緩乃至改善灘地淤積及劣化狀況，持續紅樹林的控制與管理避免其過度擴張。並希望藉由棲地改善，使其效益擴及至鳥類利用。為達整體環境棲地劣化至改善，設立短、中、長程策略分別為：

- (1) **短期策略：**a.持續評估微棲地調整成效，並監測了解人工潮溝池對棲地及鳥類的生態功能、b.針對內圍灘地，加強人工潮溝、潮池之效果；c.維持 110 年內圍紅樹林移除成效，並以維護灘地品質為標的，針對外圍紅樹林定點伐除抑制，以及全區幼苗抑制。
- (2) **中程策略：**a.灘地之水流交換改善所需之微棲地調整尺度擴及至外圍或最外圍灘地；b.外圍、最外圍紅樹林植群伐除及抑制，以加強棲地改善強度。
- (3) **遠程策略：**a.改善整體保護區內對外海之水流交換，暢通新浮崙沙洲出海口至十孔水門，以及內部灘地的水流交換；b.紅樹林擴張獲得明確抑制，如完全移除或僅限縮於小面積之指定保留區域。

說明：由 109 年預試驗及今年度 110 年之微棲地調整（包含內圍區域部分紅樹林移除及內、外圍區域之人工潮池及潮溝施作），已知(1)109 年以水柱沖刷之人工潮溝至 110 年底，雖然逐漸淤積但流路仍清晰可見，未完全淤積屯平，故具一定時間之效益；(2)內圍灘地紅樹林移除後以及所施作的人工潮溝及潮池，確實有記錄到鳥類利用，故有其生態效益。然而從 110 年之內、外圍微棲地調整，外圍灘地因距離十孔水門較遠、淤積情況較嚴重地勢較高，使得大潮乾潮時，在有限經費及資源下所施作之人工潮溝未能與水域相連接，使得在乾潮時呈現斷流情況；而內圍灘地北側有自然大潮溝，若乾潮時，人溝潮及潮池有與之相連，則水流交換情況較佳，減緩潮溝淤積。因此，在考量有限的管理經費及資源下，因分區施行，應採取由易至難、由距十孔水門近至遠之策略，選擇由內圍至最外圍之方式，分區進行微棲地調整，以符合效益。紅樹林的移除亦是應逐步逐區施行，並定期執行紅樹林幼苗抑制工作，以考量效益之方式控制其擴散範圍。此外，由於十孔水門外的連接出海口處的沙嘴逐漸淤積而使得開口變小，因此整體海水交換程度除了受水門之大小所影響外，亦受新浮崙沙洲沙嘴的淤積影響。故整體而言，預改善濕地水流交換減緩及改善淤積情勢，除紅樹林抑制、改善保護區之水流交換外，最終仍須考量改善保護區外之沙嘴淤積情況，以暢通出海口至保護區內的水流交換。

第六章、結論與建議

一、結論

1. 環境水質部分：

- (1) 110 年四季調查結果顯示各水質因子，除 COD 和葉綠素 a 無季節間或測站間之顯著差異外，在溫度、鹽度、電導度、溶氧、濁度、懸浮物、氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)、硝酸 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 及總磷等在季節間有顯著差異；僅 pH 和 BOD 則有測站間之顯著差異。反應保護區水質有明顯的季節差異（尤以二月為甚），若在同個時空則下整體水質相近。
- (2) 結合 108 年至 110 年四季調查各測站之水質因子中，懸浮固體和 COD 經常性超過、氨氮偶發性超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標」之國際級建議標準。然而懸浮固體可能受限於本濕地特性而較高外，其餘兩項水質因子 COD 和氨氮須持續追蹤。
- (3) 與 108 至 110 年各季水質調查結果，不論從以 110 年與歷年同季資料比較，或以多變量之主成分分析進行整體分析，皆可看出十份黑面琵鷺保護區之水質有逐年改善的現象。

2. 環境底質部分：

110 年各測站底質環境調查結果顯示，ORP(氧化還原電位)整體測值在 -185.1 ± 84.6 mV，但若低於 -150 mV 時會產生硫化氫，對環境生物造成負面影響，須持續追蹤。

3. 保護區周圍水域及底棲生物部分：

- (1) 在浮游生物調查部分，110 年共計 4 門 44 種的浮游植物，總平均密度為 $22,911 \pm 13,583$ cells/L，以矽藻門的 *Skeletonema costatum* 為最多；浮游動物則計 6 門 16 大類，總平均豐度為 $2,196 \pm 181$ ind/ m^3 ，數量上則以哲水蚤最多。
- (2) 底棲動物部分—110 年魚類調查總計 9 科 10 種 19 隻次，整體資源並不豐富；水域底棲無脊椎部分則共捕獲 2 門 15 科 24 種 254 ind，包括節肢動物門 9 科 14 種、軟體動物門 4 科 10 種，其中有 5 種屬於經濟性物種，包括東方白蝦（俗名五鬚蝦）、刀額新對蝦（俗名沙蝦）、草蝦、墨吉對蝦（俗名白蝦或明蝦）、鋸緣青蟬（俗名紅蟬或沙公）等。

4. 外圍樣區鳥類食源調查部分：

110 年於外圍樣區以人力進行蝦拖網魚蝦蟹生物調查，共捕獲 3 門（脊索動物門、節肢動物門和軟體動物門）9 科 11 種 1,221 ind.。其中，數量最多的為非目標漁獲的混獲—軟體動物門腹足綱（螺類），為燒酒海蜷和栓海蜷，為各季拖網之主要捕獲對象。此外，所捕獲的魚隻多為小體型的幼魚，整體捕獲之魚類種類及數量並不多。

5. 龍鬚菜消長變化：

110 年度龍鬚菜資源以 ST3 測站最多而為穩定，與 109 年調查結果相同；110 年生長期變化部分，110 年度於 3 月開始觀察到龍鬚菜之附著樣本，之後則快速增長，至 6 月時覆蓋面積達最高，但其後受強降雨候影響致使龍鬚菜流失，而覆蓋面積下降。

6. 鳥類調查：

- (1) 本年度鳥類調查共記錄 19 科 60 種，目擊鳥數合計 21,725 隻次，以黑腹濱鷸（佔 24.40%）、裏海燕鷗（佔 20.35%）及東方環頸鴿（佔 20.25%）為數量上的前三優勢種，並以大白鷺（出現頻率 91.67%）、青足鷸（出現頻率 87.50%），以及東方環頸鴿、小白鷺和白頭翁（出現頻率皆為 83.33%）最為常見。
- (2) 本年度保育鳥種記錄有 7 科 12 種，包括 I 級保育類 1 種—黑面琵鷺（733 隻次），II 級保育類 5 種—小燕鷗（44 隻次）、黑嘴鷗（8 隻次）、黑翅鳶（3 隻次）、唐白鷺和白琵鷺各 1 隻次），以及 III 級保育類 6 種—大杓鷗（333 隻次）、黑尾鷗（44 隻次）、大濱鷗（20 隻次）、紅腹濱鷗和燕鴿（各 2 隻次），以及黠鷗（1 隻次）。上述保育鳥種，以黑面琵鷺為數量最多、出現頻度次高（50.00%），而大杓鷗則為出現頻率最高（62.50%）、數量次高的保育鳥種。
- (3) 分析鳥類數量與可利用食源之水域（0-20 公分水深）面積，可發在 109 年或 110 年，在 0-20 公分水深範圍之面積大約在 40 公頃以上，較常記錄到較多的鳥類數量；但這可能受不同季節調查時潮位退潮的狀況而造成誤差（鳥數量較為豐富的度冬期之 11-3 月時，有 16 次調查時 0-20 公分水深面積達 40 公頃以上，不足 40 公頃僅有 3 次），後續仍有待釐清。
- (4) 黑面琵鷺主要分布在外圍樣區（98%），而初步分析外圍樣區的可利用之食源水深（0-20 公分）覆蓋面積大小與黑面琵鷺出沒數量之並無明顯關係。

7. 經濟性貝類開放採間測及資源調查：

- (1) 本年度七次環文蛤定量調查，共記錄環文蛤 979 隻，11.78 Kg，平均豐度為 32.81 ind./10 m²，平均生物量為 39.6 g/10 m²；環文蛤肥滿度指數(CF)分析則顯示，110 年環文蛤產卵期有可能落於 8 月至 10 月間，與 109 年相似。
- (2) 今年度因受 COVID-19 疫情影響，經濟性貝類開放採捕僅維持 5 天後即停止（共 50 人次），在採捕壓力下降的狀況下環文蛤資源已有回升；但值得注意的是，雖然內圍環文蛤豐度未持續下降，最外圍的環文蛤豐度則有逐漸增加現象，但是外圍地區的環文蛤豐度與 109 年相比則有明顯下降的趨勢，是否為該區域環文蛤受到今年微棲地試驗調整的影響，則需進一步討論。

8. 微棲地調整之成果包括 (1)內圍紅樹林僱工伐除之範圍面積約為 0.4 公頃，(2)於內圍樣區設置一潮池及 2 條約 50 公尺長之人工潮溝，(3)外圍樣區設置 2 條 100 公尺長之人工潮溝。(4) 後續的現地觀察及自動照相機監測，皆有記錄到鳥類的利用。

9. 目前核心保護區從 108 年至今，已陸續執行基礎環境及水域生態調查累積達 2 以上，已有相當之背景資料；後續相關之基礎調查間測可進行重點監測一包和環境水質及底質，其餘項目則可視屆時管理目標採不定期、定期（隔年或隔數年）或其他情況再進行盤點。

二、建議

1. 建議針對本區域長期水質監測標準建立時，就懸浮固體之管理目標，可考量本濕地特性並參考本計畫及歷史測值進行評估，並洽請相關水質及生態專家學者共同評估擬定。
2. 持續常態性之棲地環境品質監測，包含棲地水質及底質等。
3. 111 年之經濟性貝類開放採捕方式原則建議依循本年度所採行之分開採捕策略。開放區域：南區（最外圍區）；開放期間：111 年 5 月 15 日至 7 月 31 日止；開放採捕貝類：環文蛤、文蛤及竹蛸。
4. 濕地明智利用行為長期監測與評估試驗：針對既有開放主要採捕物種（環文蛤）族群之持續監測，並針對潛力物種（龍鬚菜）持續進行調查監測與相關開放採捕試驗工作。
5. 評估微棲地調整成效並分區進行棲地調整試驗，改善水流交換以減緩乃至改善灘地淤積及劣化狀況，持續紅樹林的控制與管理避免其過度擴張。並希望藉由棲地改善，使其效益擴及至鳥類利用。為達整體環境棲地劣化至改善，設立短、中、長程策略分別為：

(1) 短期策略：

- a. 持續評估微棲地調整成效，並監測了解人工潮溝池對棲地及鳥類的生態功能
- b. 針對內圍灘地，加強人工潮溝、潮池之效果
- c. 維持 110 年內圍紅樹林移除成效，並以維護灘地品質為標的，針對外圍紅樹林定點伐除抑制，以及全區幼苗抑制。

(2) 中程策略：

- a. 灘地之水流交換改善所需之微棲地調整尺度擴及至外圍或最外圍灘地
- b. 外圍、最外圍紅樹林植群伐除及抑制，以加強棲地改善強度。

(3) 遠程策略：

- a. 改善整體保護區內對外海之水流交換，暢通新浮崙沙洲出海口至十孔水門，以及內部灘地的水流交換
- b. 紅樹林擴張獲得明確抑制，如完全移除或僅限縮於小面積之指定保留區域。

第七章、參考文獻

引用文獻

- Carver, R. E. 1971. Procedures in Sedimentary Petrography. Wiley-Interscience. N. Y.
- Folk, R. L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill, Austin.
- Nielsen, L. A., D.L. Johnson, and S. S. Lampton. (1992) Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp 468.
- Shaw, S.P. & Fredine, C.G. (1956) Wetlands of the United States: their extent and their value to waterfowl and other wildlife.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. J. Geol. 30: 377-392.
- 行政院環境保護署環境檢驗所。1999。水溫檢測方法(NIEA W217.51A)。中華民國 88 年 7 月 6 日(88)環署檢字第 44692 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2000。凱氏氮之消化與流動注入分析法—類靛酚法(NIEA W438.50C)。中華民國 89 年 11 月 30 日 (89) 環署檢字第 71165 號公告
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2000。水中導電度測定方法—導電度計法(NIEA W203.51B)。中華民國 89 年 11 月 23 日 (89) 環署檢字第 70017 號公告
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2002。水中亞硝酸鹽氮檢測方法—比色法(NIEA W418.53C)。中華民國 104 年 7 月 29 日環署檢字第 1040061044 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2004。河川、湖泊及水庫水質採樣通則(NIEA W104.51C)。中華民國 93 年 12 月 27 日環署檢字第 0930095744 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2005a。水質檢測方法總則(NIEA W102.51C)。中華民國 94 年 3 月 2 日環署檢字第 094001591 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2005b。水中濁度檢測方法—濁度計法(NIEA W219.52C)。中華民國 94 年 5 月 6 日環署檢字第 0940034336 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2005c。水中氨氮檢測方法—靛酚比色法(NIEA W448.51B)。中華民國 94 年 5 月 12 日環署檢字第 0940035925A 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2005d。水中總磷之手動消化流動注入分析法—比色法(NIEA W444.51C)。中華民國 94 年 5 月 5 日環署檢字第 0940034033B 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2006。水中硝酸鹽氮檢測方法—分光光度計法(NIEA W419.51A)。中華民國 95 年 8 月 8 日環署檢字第 0950062980 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2007。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法(NIEA W515.54A)。中華民國 96 年 8 月 1 日環署檢字第 0960058228 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2008。水之氫離子濃度指數(pH 值)測定方法—電極法(NIEA W424.52A)。中華民國 97 年 9 月 18 日環署檢字第 0970071940 號公告
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2010。水中磷檢測方法—分光光度計／維生素丙法(NIEA W427.53B)。中華民國 99 年 9 月 15 日環署檢字第 0990084224 號公告
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2013。水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取法／分光光度計分析法(NIEA E507.03B)。中華民國 102 年 6 月 18 日環署檢字第 1020051037 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2011b。水中生化需氧量檢測方法(NIEA W510.55B)。中華民國 100 年 1 月 27 日環署檢字第 1000009050 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2012。水中溶氧檢測方法—電極法(NIEA W455.52C)。中華民國 101 年 1 月 2 日環署檢字第 1010000416 號公告。

- 行政院環境保護署環境檢驗所。2013a。水中大腸桿菌群檢測方法－濾膜法(NIEA E202.55B)。中華民國 102 年 4 月 12 日環署檢字第 1020029281 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2013b。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法-103~105°C(NIEA W210.58A)。中華民國 102 年 1 月 15 日環署檢字第 1020004998 號公告。
- 行政院環境保護署環境檢驗所。2013c。水體透明度測定方法(NIEA E220.51C)。中華民國 102 年 8 月 26 日環署檢字第 1020073224 號公告。
- 內政部 (2009) 台江國家公園計畫。
- 內政部 (2010) 國家公園生物多樣性地理資訊系統資料庫建置計畫 (2)。
- 內政部 (2014) 重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準。
- 內政部 (2016a) 七股鹽田濕地(國家級)-保育利用計畫(草案)。
- 內政部 (2016b) 四草濕地(國際級)-保育利用計畫(草案)。
- 內政部 (2016c) 曾文溪口濕地(國際級)-保育利用計畫(草案)。
- 內政部 (2016d) 鹽水溪口濕地(國家級)-保育利用計畫(草案)。
- 王一匡 (2012) 推動確保黑面琵鷺食源之生態養殖實驗計畫。台江國家公園委託研究報告。
- 台江國家公園管理處(2013) 蝦蟹寶貝-台江蝦蟹螺貝類圖鑑。
- 巫文隆(2000)台灣經濟性貝類研究參考圖冊。行政院農委會，台北市。
- 吳宗澤 (2013) 潮間帶貝類資源採捕及環文蛤族群生物學-以台江國家公園的研究為例。高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學研究所，碩士論文(208 頁)。
- 吳秉誠 (2013) 台江國家公園遊客生態旅遊認知之探討。嘉南大學環境工程與科學系碩士論文，台南市。
- 林幸助 (2011) 台江國家公園及周緣地區重要生物類群分布及海岸濕地河口生態系變遷。
- 林敬晟 (2009) 台灣西南部七股溪口沙洲環文蛤族群數量分布與環境因子關係之研究。國立台灣大學，台北市。
- 傅朝卿(2010)從漁業文化景觀的角度來看台江國家公園。NCKU Magazine，pp. 10-15
- 邱郁文、黃大駿 (2014) 非候鳥度冬季節開放漁民進入 黑面琵鷺生態保護區採捕經濟貝類監測計畫。台江國家公園委託辦理報告。
- 邱郁文、黃大駿 (2015) 非候鳥度冬季節開放漁民進入黑面琵鷺生態保護區採捕經濟貝類監測計畫(104)。台江國家公園委託辦理報告。
- 邱郁文、黃大駿 (2018) 106-107 年度曾文溪口、四草、七股鹽田及鹽水溪口重要濕地(國際級、國家級)基礎調查計畫。台江國家公園委託辦理報告。
- 邱郁文、黃大駿、孫建平 (2020) 台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與保育研究計畫。期末報告書。台江國家公園委託辦理計畫。
- 常亞青 (2007) 貝類增養殖學。中國農業出版社，中國北京。
- 郭育任 (2012) 台江國家公園園區水路資源利用型態調查及評估。台江國家公園管理處委託研究報告。
- 郭東輝 (2017) 105 年台江國家公園及其週緣地區黑面琵鷺及伴生鳥種數量調查。社團法人台南市野鳥學會。台江國家公園管理處委託研究報告。
- 黃大駿、邱郁文 (2016) 台江國家公園黑面琵鷺生態保護區經濟貝類監測計畫(105)。台江國

家公園委託辦理報告。

劉益昌 (2011) 台江國家公園及周緣地區人文歷史調查及保存規畫研究成果報告書。台江國家公園管理處委託研究報告，台南市。

戴子堯、吳世鴻 (2006) 黑面琵鷺夜間棲地與行為之調查，台南縣黑面琵鷺保育學會。

謝寶森、邱郁文 (2012) 曾文溪口黑面琵鷺生態保護區原有漁撈行為監測計畫。台江國家公園委託辦理報告。

謝寶森、邱郁文 (2013) 曾文溪口黑面琵鷺生態保護區原有漁撈行為監測計畫。台江國家公園委託辦理報告。

生物名錄及鑑定參考

Abbott, R.T. & S. P. Dance (1986) Compendium of seashells. Odyssey Publ., Hong Kong.

Allen GR., R. Steene (1998) Indo-Pacific coral reef field guide. Tropical Reef Research.pp378.

Gosliner TM., DW. Behrens & GC. Williams. (1996). Coral Reef Animals of the Indo-Pacific: Animal Life from Africa to Hawaii Exclusive of the Vertebrates. .Sea Challengers. pp:314.

Habe, T. (1977) Systematics of Mollusca in Japan: Bivalvia and Scaphopoda. Hokuryukan, Co. Ltd., Tokyo.

Habe, T. (1989) Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 2. Hoikusha, Osaka, Japan.

Habe, T. and K. Ito. (1991) Shells of the world in color, vol. 1: the northern pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.

Habe, T. and S. Kosuge (1991) Shells of the world in color, vol. 2: The tropical Pacific. Hoikusha, Osaka, Japan.

Hadfield, M. G. (1976) Molluscs associated with living tropical corals Micronesica 12:133-148

Kira, T. (1989) Colored illustrations of the shells of Japan, vol. 1. Hoikusha, Osaka, Japan.

Lai, K.Y. (1986) Marine gastropods of Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.

Lai, K.Y. (1987) Marine gastropods of Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.

Lai, K.Y. (1990) Mollusks from Taiwan (I). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.

Lai, K.Y. (1998) Mollusks from Taiwan (II). Taiwan Museum Publ., Taipei, Taiwan.

Nishimura S. (1992) Guide to seashore animal of Japan with color picture and keys Vol(I,II). Hoikusha Publishing Co., Ltd..

Okutani, T. (1996) Illustrations of animals and plants (VIII): Shells. Sekaibunka-sha, Tokyo.

Springsteen, F.J. and P.M. Leobrera. (1986) Shells of the Philippines. Carfel Seashell Museum, Manila, Philippines.

中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫 <http://shell.sinica.edu.tw/> (2016)

邵廣昭 (2020) 台灣魚類資料庫。網路電子版。 <http://fishdb.sinica.edu.tw>, (2020)

台灣生物多樣性入口網 <http://taibif.tw/> (2016)

奧谷喬司 (2017) 日本近海產貝類図鑑(第2版)。東海大学出版会，日本。

賴景陽 (1988) 貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。

水戶敏(1966). 日本海洋プラソクトソ圖鑑第七卷魚卵、稚魚，蒼洋社，1-74 頁。

王嘉祥及劉烘昌。2010。臺灣海岸濕地常見 45 種螃蟹圖鑑。台北市野鳥學會，台北。

丘臺生 1999。台灣的仔稚魚。國立海洋生物博物館籌備處，高雄市，共 296 頁。

行政院農業委員會。2009。保育類野生動物名錄。農林務字第 0981700180 號公告。

- 李榮祥。2001。台灣賞蟹情報。大樹文化事業公司，台北。
- 沖山宗雄 1985。日本產稚魚圖鑑。東海大學出版會。共 1154 頁
- 邵廣昭、陳靜怡 2003。魚類圖鑑。遠流出版公司，台灣、台北，共 431 頁。
- 施習德。1994。招潮蟹。國立海洋生物博物館籌備處，高雄。
- 堵南山。1993。甲殼動物學。科學出版社，北京。
- 黃宗國及林茂。2012。中國海洋生物圖集。海洋出版社，北京。
- 黃榮富、游祥平 (1997) 台灣產梭子蟹類彩色圖鑑。國立海洋生物博物館，台灣，屏東。
- 邱郁文、蘇俊育 (2020) 寶貝東沙-常見軟體動物篇 (增修版)。東沙環礁國家公園解說叢書。海洋國家公園管理處。
- 邱郁文、蘇俊育 (2019) 寶貝墾丁-有殼海生腹足類。墾丁國家公園管理。
- 張素菁 (2010) 台灣藻蝦科及異指蝦科之分類研。國立臺灣海洋大學海洋生物研究所，碩士論文。
- 蘇俊育 (2012) 台灣產結螺與斑結螺（骨螺科：腹足綱）之形態、分子鑑定與微棲地偏。國立東華大學海洋生物多樣性及演化研究所，碩士論文。
- 許智惟(2020) 台灣產弓蟹科蟹類之分類。國立中興大學生命科學系所，碩士論文。
- 柳芝蓮 (2001) 臺灣海藻彩色圖鑑。行政院農業委員會。
- 岡村金太郎(1907) 日本藻類圖譜。風間書房，日本。

附表一、110 年 1 月至 12 月鳥類調查總名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙 屬性	臺灣 保育 等級	
雁鴨科 Anatidae																																
赤頸鴨	Mareca penelope			1	6			5			2													3	13	10	40	0.18	29.17	冬、普		
鳩鴿科 Columbidae																																
紅鳩	Streptopelia tranquebarica						6	1			3			1					4	2					3		20	0.09	29.17	留、普		
珠頸斑鳩	Streptopelia chinensis														1			2									3	0.01	8.33	留、普		
長腳鷗科 Recurvirostridae																																
高蹺鴿	Himantopus himantopus								1									1		1							3	0.01	12.50	留、普/冬、普		
反嘴鴿	Recurvirostra avosetta																					1			3	6	10	0.05	12.50	冬、局普		
鴿科 Charadriidae																																
灰斑鴿	Pluvialis squatarola		16		9	72		4	2						5			4			1		7	6	22	12	160	0.74	50.00	冬、普		
太平洋金斑鴿	Pluvialis fulva			108	71		15	28		10			11				6			7		18	4		8	41	327	1.51	50.00	冬、普		
蒙古鴿	Charadrius mongolus		14					1	155						6									25	1		202	0.93	25.00	冬、不普/過、普		
鐵嘴鴿	Charadrius leschenaultii							2		17													2		24		45	0.21	16.67	冬、不普/過、普		
東方環頸鴿	Charadrius alexandrinus		85	801	1,210	36	460	248	9	92	10		8		13		115	11	37	26		146	237	60	397	398	4,399	20.25	83.33	留、不普/冬、普		
鷗科 Scolopaciidae																																
中杓鷗	Numenius phaeopus					1							2					3										6	0.03	12.50	冬、不普/過、普	
鵞鷗	Numenius madagascariensis																					1					1	0.00	4.17	冬、稀/過、不普	III	
大杓鷗	Numenius arquata		29	81	43	27	54	4	1	12	5							2				2	16	16	6	35	333	1.53	62.50	冬、不普	III	
斑尾鷗	Limosa lapponica		12					15	122		1													2	5	12		169	0.78	29.17	冬、稀/過、不普	
黑尾鷗	Limosa limosa							1		4					1							14				24	44	0.20	20.83	冬、稀/過、不普	III	
大濱鷗	Calidris tenuirostris						12		4																4		20	0.09	12.50	冬、稀/過、不普	III	
紅腹濱鷗	Calidris canutus							2																			2	0.01	4.17	冬、稀/過、不普	III	

台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗及保育研究計畫

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙 屬性	臺灣 保育 等級
紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>		63			60		13	13	35					1							1,170	42		74	590	2,061	9.49	41.67	冬、普	
黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>		638	573	506	305	542	80	153											7		27	626	784	957	102	5,300	24.40	54.17	冬、普	
反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>		1			9			15				3													2	30	0.14	20.83	過、不普	
黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>										1												1				2	0.01	8.33	過、普	
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>		1	62	23	16	49	7	16	17	1		5		3	1	7	1	8	1		17	29	1	11	22	298	1.37	87.50	冬、普	
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>				3			7			2												8		9	2	31	0.14	25.00	冬、不普/過、普	
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>		2	13	3	38	8	5	9	18			6				2	15	12			15	43	20	9	109	327	1.51	70.83	冬、普	
燕鷸科 Glareolidae																															
燕鷸	<i>Glareola maldivarum</i>										2																2	0.01	4.17	夏、普/過、普	III
鷗科 Laridae																															
黑嘴鷗	<i>Saundersilarus saundersi</i>		1	3	1	3																					8	0.04	16.67	冬、不普	II
紅嘴鷗	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>		127	66																				6	8		207	0.95	16.67	冬、普	
黑尾鷗	<i>Larus crassirostris</i>			1																						1	2	0.01	8.33	冬、不普/過、不普	
銀鷗	<i>Larus argentatus</i>																								1	1	0.00	4.17	冬、稀		
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>					6			5	21	2				1	9											44	0.20	25.00	留、不普/夏、不普	II
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>		1,010	161	150	230	1,130	237	63	20	6	1											304	570	383	155	4,420	20.35	58.33	冬、不普	
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>			66	4	9	2		1								2	28					37	158	321	350	978	4.50	45.83	冬、普/過、普	
燕鷗	<i>Sterna hirundo</i>									1																	1	0.00	4.17	過、普	
鷺科 Ardeidae																															
黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>												2		1												3	0.01	8.33	留、不普/夏、不普	
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>		48	105	20	23	102	31		2									4	14	18	10	53	14	45	489	2.25	58.33	冬、普		
大白鷺	<i>Ardea alba</i>		11	60	12	7	10	14		78	6	1	27		8	16	8	1	7	2	3	24	32	8	22	21	378	1.74	91.67	夏、不普/冬、普	
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>												1				1		1								3	0.01	12.50	夏、稀/冬、普	
唐白鷺	<i>Egretta eulophotes</i>										1																1	0.00	4.17	冬、稀/過、不普	II

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙 屬性	臺灣 保育 等級			
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>				1					4				1											16	22	0.10	16.67	引進種、普					
鶇科 Muscicapidae																																		
鵲鵙	<i>Copsychus saularis</i>																		2			2					4	0.02	8.33	引進種、局普				
野鵲	<i>Calliope calliope</i>		1																								1	0.00	4.17	冬、普/過、普				
黃尾鵲	<i>Phoenicurus aureus</i>		2																								2	0.01	4.17	冬、普				
梅花雀科 Estrildidae																																		
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>		40															2									42	0.19	8.33	留、普				
麻雀科 Passeridae																																		
麻雀	<i>Passer montanus</i>									3	8	2	2	3			2										20	0.09	25.00	留、普				
科數			7	8	10	6	8	10	8	9	12	6	8	7	8	6	9	10	8	9	6	8	9	8	13	7	19							
種數			19	19	21	17	16	25	19	19	19	7	18	9	15	9	15	15	11	15	9	17	22	18	29	21	60							
數量			2,103	2,186	2,140	898	2,464	765	580	364	72	12	122	27	62	50	164	110	145	88	106	1,519	1,629	1,801	2,342	1,976	21,725							
種豐富度(R)			2	2	3	2	2	4	3	3	4	2	4	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	4	3	6							
香農韋納指數(H')			2	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2							
均勻度(J')			1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1							

備註：鳥類名錄及遷徙狀況依據中華民國野鳥學會之《2020 臺灣鳥類名錄》製作。

附表二、110 年 1 月至 12 月內圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級	
鳩鴿科 Columbidae																																
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>						6												4	1					3		14	0.30	16.67	留、普		
珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>														1			2									3	0.07	8.33	留、普		
長腳鷸科 Recurvirostridae																																
高蹺鷸	<i>Himantopus himantopus</i>								1																		1	0.02	4.17	留、普/冬、普		
鷸科 Charadriidae																																
灰斑鷸	<i>Pluvialis squatarola</i>		1			1		1													1		2	1	1	12	20	0.43	33.33	冬、普		
太平洋金斑鷸	<i>Pluvialis fulva</i>			9	1																				1		11	0.24	12.50	冬、普		
蒙古鷸	<i>Charadrius mongolus</i>									34																	34	0.74	4.17	冬、不普/過、普		
鐵嘴鷸	<i>Charadrius leschenaultii</i>							1																	2		3	0.07	8.33	冬、不普/過、普		
東方環頸鷸	<i>Charadrius alexandrinus</i>			86		33				6													21	45	102	6	299	6.49	29.17	留、不普/冬、普		
鷸科 Scolopacidae																																
中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>					1																					1	0.02	4.17	冬、不普/過、普		
大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>			11	1	1				1													1	1			16	0.35	25.00	冬、不普	III	
斑尾鷸	<i>Limosa lapponica</i>								1	120																	121	2.63	8.33	冬、稀/過、不普		
黑尾鷸	<i>Limosa limosa</i>																								15	15	0.33	4.17	冬、稀/過、不普	III		
紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>						10																		16		26	0.56	8.33	冬、普		
黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>		8	12		234				16													166	4	107	26	573	12.4 4	33.33	冬、普		
反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>		1							9																2	12	0.26	12.50	過、不普		
黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>																						1				1	0.02	4.17	過、普		
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>		1		14	8			1	7													4		6	9	50	1.09	33.33	冬、普		
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>				1				2															3		3		9	0.20	16.67	冬、不普/過、普	
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>		2		1	14	4	2	5														22	12	1	96	159	3.45	41.67	冬、普		

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級
鷗科 Laridae																															
黑嘴鷗	<i>Saundersilarus saundersi</i>					3																					3	0.07	4.17	冬、不普	II
紅嘴鷗	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	127	38																					6			171	3.71	12.50	冬、普	
黑尾鷗	<i>Larus crassirostris</i>																								1		1	0.02	4.17	冬、不普/過、不普	
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>					6			3						6												15	0.33	12.50	留、不普/夏、不普	II
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>	836	117	4	208			1															12	492		80	1,750	37.9 9	33.33	冬、不普	
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>		38		6	2																	10	158	274	350	838	18.1 9	29.17	冬、普/過、普	
鷺科 Ardeidae																															
黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>												2														2	0.04	4.17	留、不普/夏、不普	
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	8			6	4													1				1		1	6	27	0.59	29.17	冬、普	
大白鷺	<i>Ardea alba</i>	6	6	1	1	2									1	2	1		1				12		8		41	0.89	45.83	夏、不普/冬、普	
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>																			1							1	0.02	4.17	夏、稀/冬、普	
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>		2	1		1	1	2	5	4		6		3	1						1	4	2	1			34	0.74	58.33	留、不普/夏、普/冬、普/過、普	
綠蓑鷺	<i>Butorides striata</i>											3		1				1						1			6	0.13	16.67	留、不普/過、稀	
鸕科 Threskiornithidae																															
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>																						1				1	0.02	4.17	冬、不普/過、稀	I
鷹科 Accipitridae																															
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>												1														1	0.02	4.17	留、普	II
鴉科 Corvidae																															
喜鵲	<i>Pica serica</i>									2																	2	0.04	4.17	引進種、普	
扇尾鷺科 Cisticolidae																															
灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>		2									1	4		1	2		1									11	0.24	25.00	留、普	
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>			1		3	2						1	1	5		1	3	4			3		2			26	0.56	45.83	留、普	
燕科 Hirundinidae																															
家燕	<i>Hirundo rustica</i>																										13	0.28	8.33	夏、普/冬、普/過、普	

附表二、110 年 1 月至 12 月內圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級																															
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>				1		5	2			2			2	2	9	2			1				3		2		31	0.67	45.83	留、普																															
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>												3	6														9	0.20	8.33	留、普																															
鵲科 Pycnonotidae																																																														
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>			6	5			3		2	2	2	7	3	2	2	2		6	2	2	2	3	2	2			55	1.19	75.00	留、普																															
繡眼科 Zosteropidae																																																														
斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>					4				14	5	1	6				3	33	56	10	12	7	2		3			156	3.39	54.17	留、普																															
八哥科 Sturnidae																																																														
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>				1					4				1												16		22	0.48	16.67	引進種、普																															
鵲科 Muscicapidae																																																														
鵲鵲	<i>Copsychus saularis</i>																		2			2						4	0.09	8.33	引進種、局普																															
梅花雀科 Estrildidae																																																														
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>																	2										2	0.04	4.17	留、普																															
麻雀科 Passeridae																																																														
麻雀	<i>Passer montanus</i>									3	8	2		3															16	0.35	16.67	留、普																														
科數			4	6	8	5	6	7	5	6	5	4	5	6	5	5	4	4	6	6	5	4	9	5	10	4		17																																		
種數			9	11	12	15	8	11	11	6	5	4	7	7	8	7	4	5	7	8	5	4	18	10	19	11		45																																		
數量			990	327	32	536	27	17	204	30	21	6	31	17	12	27	8	39	73	32	17	15	269	722	551	603		4,606																																		
種豐富度(R)			1.16	1.73	3.17	2.23	2.12	3.53	1.88	1.47	1.31	1.67	1.75	2.12	2.82	1.82	1.44	1.09	1.40	2.02	1.41	1.11	3.04	1.37	2.85	1.56		5.22																																		
香農韋納指數(H')			0.55	1.76	1.89	1.40	1.96	2.31	1.42	1.51	1.47	1.33	1.86	1.73	1.98	1.71	1.32	0.63	0.92	1.60	1.00	1.25	1.56	0.95	1.52	1.37		2.18																																		
均勻度(J')			0.25	0.74	0.76	0.52	0.94	0.96	0.59	0.85	0.92	0.96	0.96	0.89	0.95	0.88	0.95	0.39	0.47	0.77	0.62	0.90	0.54	0.41	0.52	0.57		0.57																																		

備註：鳥類名錄及遷徙狀況依據中華民國野鳥學會之《2020 臺灣鳥類名錄》製作。

附表三、110 年 1 月至 12 月外圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級	
雁鴨科 Anatidae																																
赤頸鴨	Mareca penelope			1	3			3			2														13	10	32	0.42	25.00	冬、普		
鳩鴿科 Columbidae																																
紅鳩	Streptopelia tranquebarica							1					1						1								3	0.04	12.50	留、普		
長腳鷗科 Recurvirostridae																																
反嘴鷗	Recurvirostra avosetta																					1			3	6	10	0.13	12.50	冬、局普		
鷗科 Charadriidae																																
灰斑鷗	Pluvialis squatarola		8			14			2								2						4		5		35	0.46	25.00	冬、普		
太平洋金斑鷗	Pluvialis fulva			39	70		6	23					6						3		6	3			36		192	2.51	37.50	冬、普		
蒙古鷗	Charadrius mongolus		12					1	81																		94	1.23	12.50	冬、不普/過、普		
鐵嘴鷗	Charadrius leschenaultii							1		15													2		6		24	0.31	16.67	冬、不普/過、普		
東方環頸鷗	Charadrius alexandrinus		67	185	110			27		16	1				11		1	5			16	88	10	53	112	702	9.19	58.33	留、不普/冬、普			
鷗科 Scolopacidae																																
中杓鷗	Numenius phaeopus																1										1	0.01	4.17	冬、不普/過、普		
大杓鷗	Numenius arquata		9	52	42	22	12	3		12	5						2						7	11	1	19	197	2.58	54.17	冬、不普		III
斑尾鷗	Limosa lapponica							14				1											2	5	12		34	0.45	20.83	冬、稀/過、不普		
黑尾鷗	Limosa limosa							1		3											14				9	27	0.35	16.67	冬、稀/過、不普		III	
大濱鷗	Calidris tenuirostris								4																		4	0.05	4.17	冬、稀/過、不普		III
紅胸濱鷗	Calidris ruficollis		63			50		13	8												70					204	2.67	20.83	冬、普			
黑腹濱鷗	Calidris alpina		178	345	317	17	42	29	122												27	299	300	85	76	1837	24.06	50.00	冬、普			
反嘴鷗	Xenus cinereus					9			5																		14	0.18	8.33	過、不普		

台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗及保育研究計畫

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級	
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>			33	2	1	16	2	3	2	1		1			1			2				20	1	3		88	1.15	58.33	冬、普		
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>				2			2			2												3		6		15	0.20	20.83	冬、不普/過、普		
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>				2	23	4	2	4	4								5	1			15	14	7		81	1.06	45.83	冬、普			
鷗科 Laridae																																
黑嘴鷗	<i>Saundersilarus saundersi</i>		1	3	1																						5	0.07	12.50	冬、不普	II	
紅嘴鷗	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>			28																					8		36	0.47	8.33	冬、普		
黑尾鷗	<i>Larus crassirostris</i>			1																							1	0.01	4.17	冬、不普/過、不普		
銀鷗	<i>Larus argentatus</i>																								1		1	0.01	4.17	冬、稀		
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>								2		2																4	0.05	8.33	留、不普/夏、不普	II	
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>		168	42	146	22	1130	236	63	20	6												292	70	383	75	2653	34.75	54.17	冬、不普		
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>			28	4				1									28					27		35		123	1.61	25.00	冬、普/過、普		
鷺科 Ardeidae																																
黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>															1												1	0.01	4.17	留、不普/夏、不普	
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>		32	63	4	13	23	7												3	5	12	3	37	5	15	222	2.91	54.17	冬、普		
大白鷺	<i>Ardea alba</i>		1	39		1	5	6		2	1		7		3	4	2		1			13	17	8	6	9	125	1.64	70.83	夏、不普/冬、普		
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>												1															1	0.01	4.17	夏、稀/冬、普	
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>							3	1	2		3	9		10		2		3		3	2	1	1	1	3	44	0.58	58.33	留、不普/夏、普/冬、普/過、普		
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>												2															2	0.03	4.17	留、普/冬、稀/過、稀	
鷸科 Threskiornithidae																																
埃及聖鷸	<i>Threskiornis aethiopicus</i>			12				1														24						37	0.48	12.50	引進種、普	
白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>				1																							1	0.01	4.17	冬、稀	II
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>		2	63	69	50	62	47														43	43	213	80	13	46	731	9.57	50.00	冬、不普/過、稀	I
鷹科 Accipitridae																																
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>													1														1	0.01	4.17	留、普	II

附表三、110 年 1 月至 12 月外圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級			
鴉科 Corvidae																																		
喜鵲	<i>Pica serica</i>																								2		2	0.03	4.17	引進種、普				
燕科 Hirundinidae																																		
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>													2			1										3	0.04	8.33	留、普				
繡眼科 Zosteropidae																																		
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>													2													2	0.03	4.17	留、普				
八哥科 Sturnidae																																		
家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>													1													1	0.01	4.17	引進種、普				
鵲科 Muscicapidae																																		
野鵲	<i>Calliope calliope</i>		1																								1	0.01	4.17	冬、普/過、普				
黃尾鵲	<i>Phoenicurus aureus</i>		2																								2	0.03	4.17	冬、普				
梅花雀科 Estrildidae																																		
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>		40																								40	0.52	4.17	留、普				
麻雀科 Passeridae																																		
麻雀	<i>Passer montanus</i>																2										2	0.03	4.17	留、普				
科數			7	6	6	5	5	7	4	4	5	1	3	5	2	2	3	3	3	3	2	5	5	6	7	7	16							
種數			14	15	14	11	9	20	12	9	9	1	6	5	3	3	4	6	5	3	4	11	16	12	17	13	44							
數量			584	934	773	222	1,300	422	296	76	21	3	26	7	24	6	7	39	12	7	75	219	995	532	638	417	7,635							
種豐富度(R)			2.04	2.05	1.95	1.85	1.12	3.14	1.93	1.85	2.63	0.00	1.53	2.06	0.63	1.12	1.54	1.36	1.61	1.03	0.69	1.86	2.17	1.75	2.48	1.99	4.81							
香農韋納指數(H')			1.83	2.04	1.69	2.08	0.61	1.69	1.48	1.86	1.95	0.00	1.51	1.55	0.98	0.87	1.35	0.99	1.42	1.00	0.99	1.99	1.71	1.42	1.51	2.05	2.12							
均勻度(J')			0.69	0.75	0.64	0.87	0.28	0.56	0.60	0.85	0.89	NA	0.84	0.96	0.89	0.79	0.98	0.55	0.88	0.91	0.72	0.83	0.62	0.57	0.53	0.80	0.56							
備註：鳥類名錄及遷徙狀況依據中華民國野鳥學會之《2020 臺灣鳥類名錄》製作																																		

附表四、110 年 1 月至 12 月最外圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級
雁鴨科 Anatidae																															
赤頸鴨	<i>Mareca penelope</i>				3			2																3			8	0.08	12.50	冬、普	
鳩鴿科 Columbidae																															
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>										3																3	0.03	4.17	留、普	
長腳鵲科 Recurvirostridae																															
高蹺鵲	<i>Himantopus himantopus</i>																1		1								2	0.02	8.33	留、普/冬、普	
鵲科 Charadriidae																															
灰斑鵲	<i>Pluvialis squatarola</i>		7		9	57		3							5		2						1	5	16		105	1.11	37.50	冬、普	
太平洋金斑鵲	<i>Pluvialis fulva</i>			60			9	5		10			5				6			4		12	1		7	5	124	1.31	45.83	冬、普	
蒙古鵲	<i>Charadrius mongolus</i>		2						40						6									25	1		74	0.78	20.83	冬、不普/過、普	
鐵嘴鵲	<i>Charadrius leschenaultii</i>									2															16		18	0.19	8.33	冬、不普/過、普	
東方環頸鵲	<i>Charadrius alexandrinus</i>		18	530	1,100	3	460	221	3	76	9		8		2		115	10	32	26		130	128	5	242	280	3,398	35.83	83.33	留、不普/冬、普	
鷸科 Scolopacidae																															
中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>												2				2										4	0.04	8.33	冬、不普/過、普	
鵲鷸	<i>Numenius madagascariensis</i>																					1					1	0.01	4.17	冬、稀/過、不普	III
大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>		20	18		4	42	1													2	8	4	5	16		120	1.27	41.67	冬、不普	III
斑尾鷸	<i>Limosa lapponica</i>		12						2																		14	0.15	8.33	冬、稀/過、不普	
黑尾鷸	<i>Limosa limosa</i>									1					1												2	0.02	8.33	冬、稀/過、不普	III
大濱鷸	<i>Calidris tenuirostris</i>						12																		4		16	0.17	8.33	冬、稀/過、不普	III
紅腹濱鷸	<i>Calidris canutus</i>							2																			2	0.02	4.17	冬、稀/過、不普	III

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級
紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>								5	35					1							1,100	42		58	590	1,831	19.31	29.17	冬、普	
黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>		452	216	189	54	500	51	15											7			161	480	765	2,890	30.47	45.83	冬、普		
反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>								1				3														4	0.04	8.33	過、不普	
黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>										1																1	0.01	4.17	過、普	
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>			29	7	7	33	4	6	15			4		3		7	1	6	1		17	5		2	13	160	1.69	70.83	冬、普	
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>							3															2		2	7	0.07	12.50	冬、不普/過、普		
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>			13		1		1		14			6				2	10	11				7	1	8	13	87	0.92	50.00	冬、普	
燕鷗科 Glareolidae																															
燕鵐	<i>Glareola maldivarum</i>										2																2	0.02	4.17	夏、普/過、普	III
鷗科 Laridae																															
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>									21					1	3											25	0.26	12.50	留、不普/夏、不普	II
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>		6	2								1												8			17	0.18	16.67	冬、不普	
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>					3											2								12		17	0.18	12.50	冬、普/過、普	
燕鷗	<i>Sterna hirundo</i>									1																	1	0.01	4.17	過、普	
鷺科 Ardeidae																															
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>		8	42	16	4	75	24		2											9	6	6	16	8	24	240	2.53	54.17	冬、普	
大白鷺	<i>Ardea alba</i>		4	15	11	5	3	8		76	5	1	20		4	10	5	1	5	2	3	11	3		8	12	212	2.24	87.50	夏、不普/冬、普	
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>																1										1	0.01	4.17	夏、稀/冬、普	
唐白鷺	<i>Egretta eulophotes</i>										1																1	0.01	4.17	冬、稀/過、不普	II
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>						3	1	1	5	6	1	9		3	4	5		6	8		6	1		1		60	0.63	62.50	留、不普/夏、普/冬、普/過、普	
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>																1										1	0.01	4.17	留、普/冬、稀/過、稀	
鵞科 Threskiornithidae																															
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>																								1		1	0.01	4.17	冬、不普/過、稀	I
鷹科 Accipitridae																															

附表四、110 年 1 月至 12 月最外圍樣區鳥類名錄

種 類	/	調查日期	01 /09	01 /23	02 /06	02 /21	03 /05	03 /28	04 /10	04 /23	05 /08	05 /16	06 /10	06 /26	07 /03	07 /29	08 /14	08 /29	09 /09	09 /25	10 /11	10 /21	11 /14	11 /27	12 /04	12 /10	合計	%	出現 頻率 (%)	遷徙屬性	臺灣 保育 等級		
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>																1										1	0.01	4.17	留、普	II		
扇尾鶯科 Cisticolidae																																	
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>								1		1		4					1									7	0.07	16.67	留、普			
燕科 Hirundinidae																																	
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>																2										2	0.02	4.17	留、普			
赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>												2				2										4	0.04	8.33	留、普			
鶇科 Pycnonotidae																																	
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>								5		2			3				2			2						14	0.15	20.83	留、普			
繡眼科 Zosteropidae																																	
斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>					2			1									2									5	0.05	12.50	留、普			
麻雀科 Passeridae																																	
麻雀	<i>Passer montanus</i>												2														2	0.02	4.17	留、普			
科數		4	4	4	5	3	4	6	4	7	2	6	1	4	2	6	7	3	4	2	3	3	5	4	4	15							
種數		9	9	7	10	9	13	11	12	9	3	11	1	9	3	12	10	5	7	3	9	12	9	15	10	41							
數量		529	925	1,335	140	1,137	326	80	258	30	3	65	3	26	17	149	32	60	49	14	1,285	365	547	1,153	956	9,484							
種豐富度(R)		1.28	1.17	0.83	1.82	1.14	2.07	2.28	1.98	2.35	1.82	2.40	0.00	2.46	0.71	2.20	2.60	0.98	1.54	0.76	1.12	1.86	1.27	1.99	1.31	4.37							
香農韋納指數(H')		0.69	1.30	0.60	1.47	1.25	1.16	1.64	1.84	1.91	1.10	2.12	0.00	2.01	0.96	1.03	1.85	1.31	1.40	0.89	0.57	1.38	0.58	1.12	1.04	1.70							

備註：鳥類名錄及遷徙狀況依據中華民國野鳥學會之《2020 臺灣鳥類名錄》製作

附件 1 曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃（草案）-邀標書內容

一、 試驗目的：

1. 藉由人為擾動底質沈積物，改善保護區底質沉積環境及加強水流通透，減少泥沙淤積。
2. 藉由人為移除沈積物形成局部淺窪之人工潮溝及潮池，增加黑面琵鷺保護區內多樣化棲地，營造黑面琵鷺食源微棲地。
3. 藉由人為控制紅樹林(海茄冬)植群範圍，以定點疏伐、定期抑制方式，減少紅樹林植群擴張，並恢復候鳥可利用灘地範圍。

二、 試驗時間：

5-8 月(非度冬季)。

三、 試驗頻度：

共計 1 次，總工作天數約 20 天（需視潮汐及天候狀況，工作日為非連續日期）。

四、 試驗樣區：

試驗樣區位於第一、二賞鳥亭前方之內圍及外圍樣區。



圖一、多樣性黑面琵鷺食源微棲地試驗樣區示意圖。

五、 試驗方法：

(一) 微棲地包含人工潮溝 1 條及人工潮池 1 個（如圖一）。人工潮溝面積約為 300m（長）
x 3m（寬）x 約 0.3-0.5m（深）；人工潮池面積約為 25m（半徑）x 0.3-0.5m（深）。

試驗步驟可參考下述。

- (1) 先於試驗前乾潮期間記錄試驗樣區之地形並採集沈積物。
- (2) 於接近乾潮期間，以竹筏載運 1-2 具抽水機浦至試驗樣區圖二。
- (3) 以皮尺拉設人工潮溝預定施做範圍，同時啟動二台抽水機浦，以水流持續沖刷泥灘地，持續擾動底質至潮溝及潮池形成。操作過程示意圖如圖四。
- (4) 於人工潮溝及潮池內部設立固定式刻度標杆，定期觀察及記錄人工潮溝及潮池之形狀及深度。
- (5) 定期觀察及記錄人工潮溝微棲地之底質組成變化（例如底質沉積物粒徑組成及底棲生物組成）。
- (6) 定期觀察及記錄人工潮溝及潮池微棲地是否有鳥類棲息或攝食行為。



圖二、操作過程示意圖

(二) 紅樹林(海茄冬)植群管理，區分為定點疏伐及定期抑制幼苗。

- (1) 以內圍區域灘地表面之海茄冬植群為定點疏伐區域，前述區域需參照黑面琵鷺使用習慣確認範圍。
- (2) 辦理定期抑制紅樹林(海茄冬)幼苗抑制環教活動，至少 1 場。

附件 2 曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃-期中會議後現勘調整

一、試驗背景：

紅樹林為具耐鹽特性，為海岸泥灘地及河口地區的優勢植群，有攔砂效果，降低海岸侵蝕而加快堆積作用，因而具護岸的能力（李建堂, 2009）；而紅樹林的擴張，於河口亦為順著漲潮而向上入侵。然而其攔砂及加快堆積作用，亦會造成已經淤積的濕地加速陸化，使得濕地淤積劣化消失。近年來許多國內許多自然濕地的陸化情況日漸嚴重，進而影響棲地鳥類生存，甚至使棲地單一化，降低底棲生物多樣性。如關渡自然保留區，因水筆仔的範圍擴張致使陸域化問題嚴重，許多水鳥棲息地消失（邱瓊玉, 2016）；以及香山濕地因紅樹林高灘地的持續擴張，使得近岸區域有陸化效應並造成棲地單一化，除了降低生物多樣性、阻攔水流及泥沙滯留陸化加速，然而經過了多年的紅樹林整治伐除，香山濕地的底質棲地樣貌及生物資源如招潮蟹也逐漸回復（新竹市政府, 2000；黃瑞典, 2020）。

而根據前一年度計畫 109 年度「台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地評估與研究計畫」(後簡稱前期計畫)，以航拍影像分析十份黑面琵鷺生態保護區之紅樹林覆蓋面積，從 2009 年的 0.12 公頃，至 2020 年已上升至 4.30 公頃(如下表 1 所示)，顯示保護區的紅樹林快速擴張，亦有陸化之慮；而紅樹林的擴張及底質淤積亦使得保護區內多數灘地的水流交換不良，可能使得底質、水質惡化。

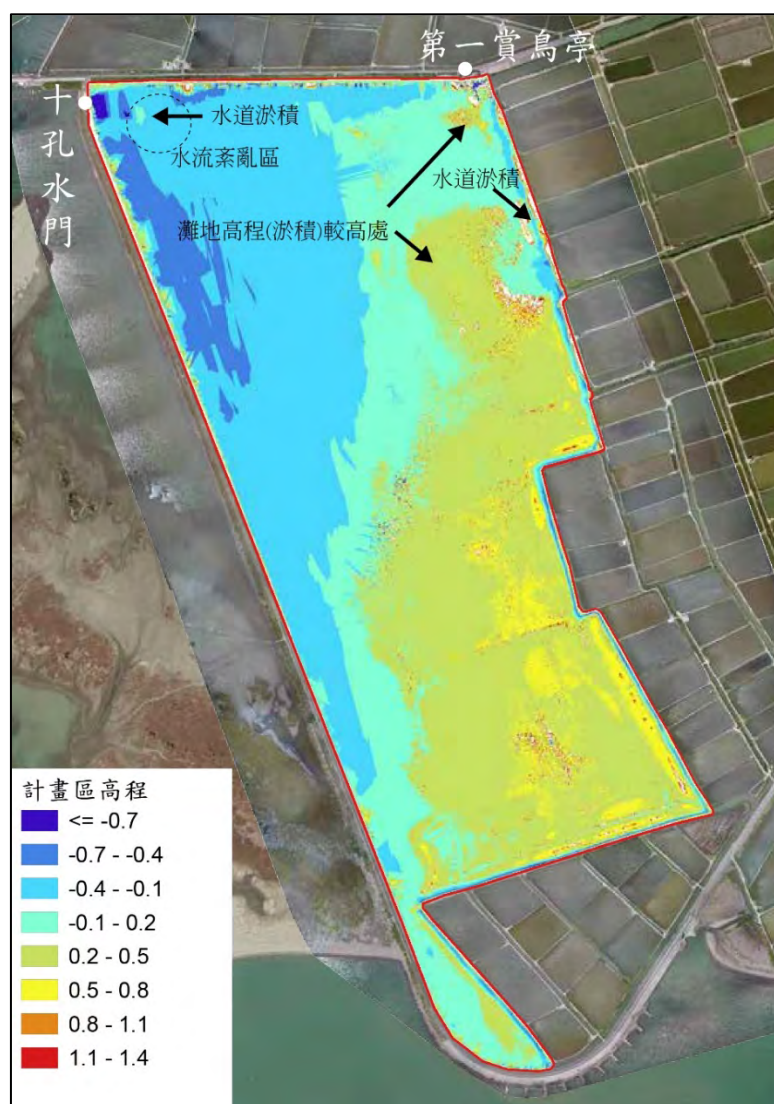
表 1、十份黑面琵鷺生態保護區之紅樹林覆蓋面積變化表 (擷取至邱郁文等人, 2020)

影像年份	紅樹林面積(公頃)	面積變化(公頃) (與前次比較)	面積增加率(%) (與前次比較)
2009	0.12	—	—
2016	2.00	1.88	1566.67
2018	2.28	0.28	14.00
2020	4.30	2.02	88.60

此外，根據前期計畫的灘地高程測繪以及水流分析(如下圖一)，可知保護區內棲地的水流主要仰賴透過位於西北角的十孔水門之潮汐水流交換，故越往東南向灘地高程越

高，水流交換程度差；而在第一賞鳥亭前及東側有較深的大潮溝。故依據此高程資料，應將潮溝引入淤積處，才能借由潮汐水流經由潮溝帶動內部灘地之水流交換，改善日益淤積嚴重的情況。

雖然亦有一派保育理念為採自然演替，應避免人為干擾，包含人為棲地營造、紅樹林伐除等管理措施。但十份黑面琵鷺生態保護區之核心重點為—1.物種保育—黑面琵鷺等候鳥保育，2.物種棲地保育—黑面琵鷺及其他候鳥之棲地保育，若採取自然演替很可能導致水鳥棲地消失，違反本生態保護區設立之核心價值。故應採取合理且適度的管理，包括適度擾動沉積物及改善水流，以降低泥沙淤積，以及控制紅樹林擴張等措施，以維護水鳥棲地。



圖一、曾文溪口濕地核心區的數值地形模型
(水流標記依據前期之核心區退潮流向狀況結果)

二、試驗目的：

1. 藉由人為擾動底質沈積物，改善保護區底質沉積環境及加強水流通透，減少泥沙淤積。
2. 藉由人為移除沈積物形成局部淺渚之人工潮溝及潮池，增加黑面琵鷺保護區內多樣化棲地，營造黑面琵鷺食源微棲地。
3. 藉由人為控制紅樹林(海茄冬)植群範圍，以定點伐除、定期抑制方式，減少紅樹林植群擴張，並恢復候鳥可利用灘地範圍。

三、微棲地調整項目：

- (一) 微棲地包含人工潮溝 3 條及人工潮池 1 個。
- (二) 紅樹林(海茄冬)植群管理 (區分為定點伐除及抑制幼苗環境教育活動；環境教育活動請見附件 4)

四、進行方式

- (一) 微棲地包含人工潮溝總長 300 米及人工潮池 1 個。

1.規格說明：

- a.人工潮溝規格為總長 300m (長) x 3m (寬) x 約 0.3-0.5m (深)。
- b.人工潮池範圍約為 25m (半徑)x 0.3-0.5m (深)

2.施作樣區及及間：

於 5-8 月(非度冬季)，試驗樣區位於第一、二賞鳥亭前方之內圍及外圍樣區。。

3. 試驗頻度及施作時間長度：

共計 1 次，總施作天數約 20 天 (需視潮汐及天候狀況，工作日為非連續日期)。

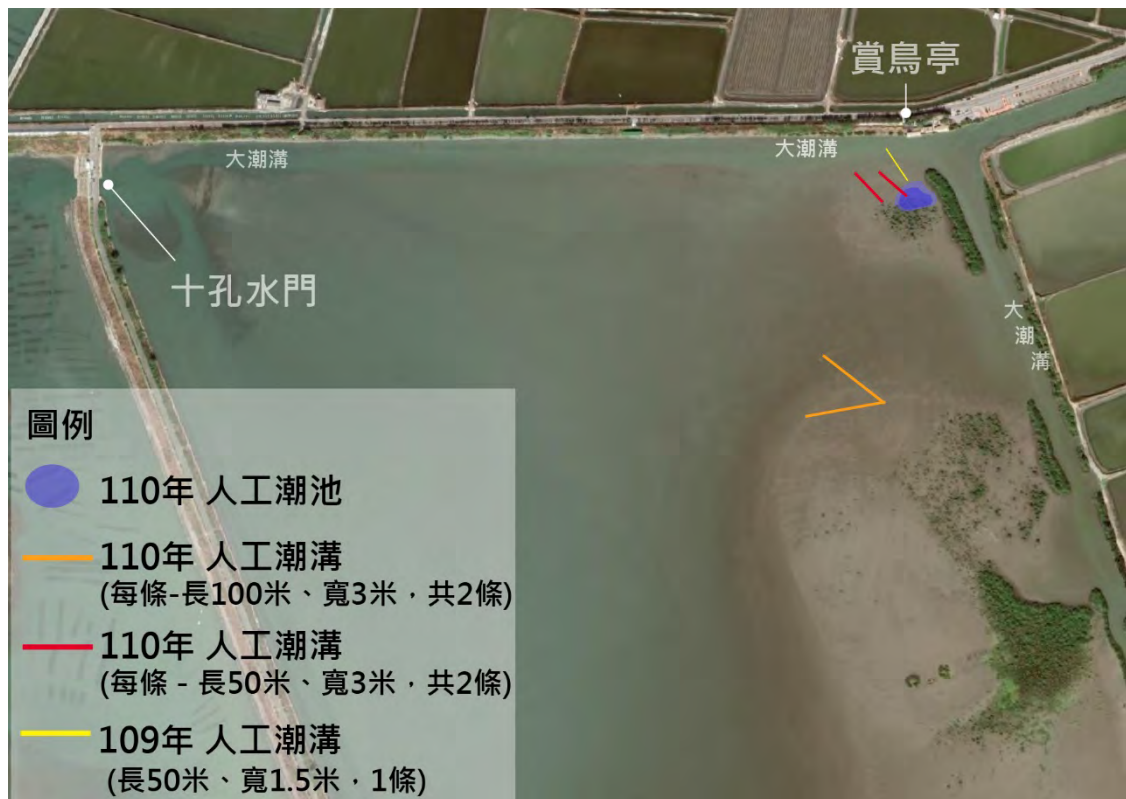
4. 最終施作規劃：

如下圖所示。

在內圍樣區部分，規劃 1 個人工潮池，並設立 2 條 50 公尺之人工潮溝，連接大潮溝及內部灘地，其中 1 條則會連接至人工潮池處。以利灘地水流交換及魚隻等鳥類食

源進出潮池。

在外圍灘地部分，則規劃 2 條長 100 米的人工溝，其方向向十孔水門處延伸，藉由潮水漲退進出水門之引力，改善外圍灘地之水流交換及底質淤積情況。



圖二、110 年人工潮池及池溝施作位置圖

5. 人工潮池、潮溝施作方法：

- (1) 先於施作前乾潮期間，記錄試驗樣區之地形並採集沈積物。
- (2) 以皮尺測量，並以竹竿等標誌位置，拉設人工潮溝預定施做範圍。
- (3) 於接近乾潮期間，以竹筏載運 1-2 具沖/抽水泵浦至試驗樣區，同時啟動，以水流持續沖刷泥灘地，持續擾動底質至潮溝及潮池形成（或其他相同效果之高壓水柱或抽水引水方式）。

6. 成效評估方式：

- (1) 設立固定式標竿，做為參考點。本計畫 110 年部分共設立 4 處。
- (2) 定期觀察固定式刻度標杆，記錄人工潮溝及潮池之形狀及淤積程度變化。(試驗後至少進行三個月，每月一次記錄)

- (3) 定期觀察及記錄人工潮溝微棲地之底質組成變化：試驗前後，採取沉積物(底質)進行粒徑分析，了解平均粒徑的改變狀況。(試驗後至少進行三個月，每月一次的底質粒徑分析)
- (4) 配合本計畫主題(一)(6)水質、底質環境因子定期調查，分析相鄰測站(st 6)的水質及底質於本試驗前後之改變狀況。
- (5) 配合本計畫主題(一)(3)之每月鳥類調查，觀察是否有水鳥利用人工潮溝或潮池，並記錄利用行為及利用鳥種。

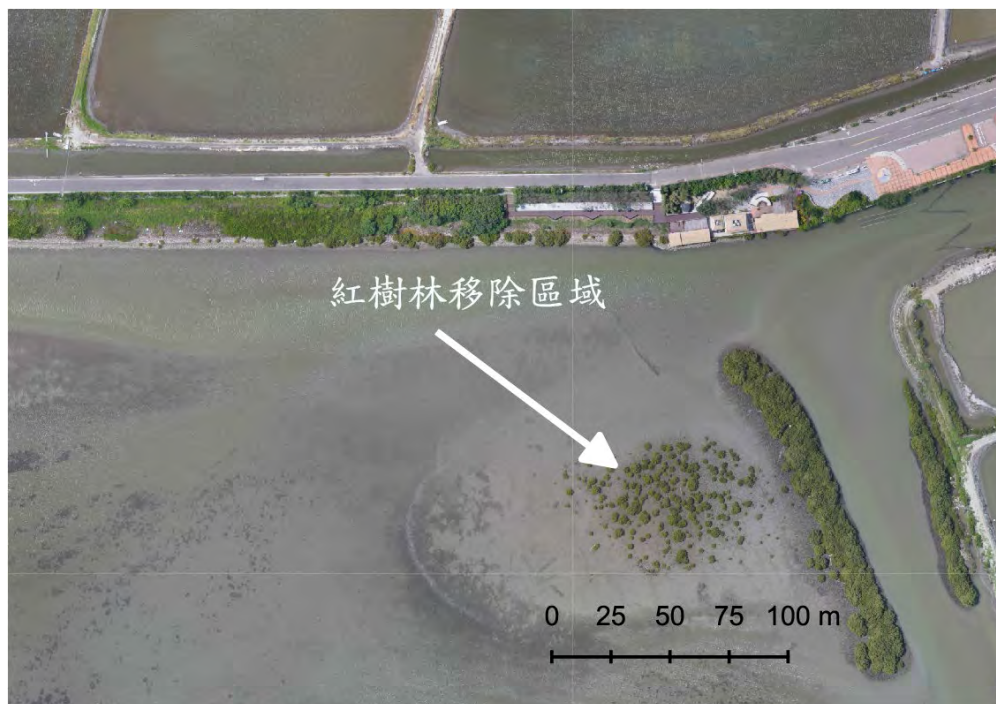
(二) 紅樹林(海茄冬)植群管理

1. 植群管理區域範圍一

- a. 經確認黑面琵鷺使用習慣使用範圍後，確立以內圍區域灘地表面之海茄冬植群為定點定期伐除區域。

2. 定點伐除一

經兩次場勘後，選定定點伐除區域如下圖所示。以第一賞鳥亭前非成林區之紅樹林(海茄冬)為優先處理區域。



參考其他濕地紅樹林移除經驗，以香山濕地為例，有以怪手及人工方式清除紅樹林（包含海茄冬及水筆仔），其效果以人工方式（海茄冬以鋤頭剷除之枝幹後再剷除主幹）清除較緩，但對生態影響較小；施以大、小怪手同時配合清除較快，但較泥濘處及泥濘深度（海水浸泡深度）會影響機具作業效率及可行性，必要時需輔以鋪設鐵板或另外製作浮台/浮筏輔助快手滑行等方式防止機具陷入，而使用浮台/浮筏較佳可降低鐵板下陷造成缺氧等負面影響，怪手操作員的經驗及溝通亦影響清除效率（朱達仁&何平合, 2016；陳賜賢等人, 2016）。

然而經 2021 年 3 月 3 日及 3 月 15 日會同現勘後，暫時排除於本計畫內以重型機具進入移除的可行性，改以人工配合輕機具的方式移除紅樹林。

故本計畫定點伐除（移除）紅樹林選用的主要方式為以人工背負電動機具移除，並配合非度冬季進行施作，另配合潮水以竹筏載運碎木機具運入，將剷除的殘枝絞碎破壞。

六、參考文獻

朱達仁、何平合 (2016) 新竹市香山區大庄里紅樹林清除監督及效益分析工作。新竹市政府。

李建堂 (2009) 紅樹林分布的變遷。科學發展 **440**，p.14-21。

邱瓊玉 (2016/3/19) 關渡紅樹林陸化嚴重 無計可施。聯合報，台北報導。

陳賜賢、陳連杰、張登凱 (2016) 濱海紅樹林整治研析。水利會訊 **18**，p.90-110。

黃瑞典 (2020/5/27) 香山濕地整治完成 生態回來了 招潮蟹已超過 23 萬隻。聯合報，新竹報導。(https://udn.com/news/story/7322/4595107)

新竹市政府 (2000) 99 年度香山濕地紅樹林清除及效益評估計畫期末報告。

附件 3 因應 COVID 19 疫情警戒調整「曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃之紅樹林(海茄冬)植群管理(含環境教育一場)」活動方式變更申請

(於 2021 年 7 月提出)

一、事由：

本年度 110 年計畫之「台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗及保育研究計畫」(計畫編號 110-C05) 中，依邀標書規定之附件 1「曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃(草案)」之第五點第 2(2)項所示，應辦理「定期抑制紅樹林(海茄冬)幼苗抑制環教活動，至少 1 場」。相關活動方式之規劃已於 110 年 2 月 20 日期初工作審查會議提出，並於該審查會後提出活動修正稿並書審通過。

然而今年(110 年)5 月起國內 COVID-19 疫情升溫，中央流行疫情指揮中心因應本土疫情持續嚴峻之情況下，於今年 5 月 19 日宣布全國進入第三級警戒至 5 月 28 日止，以嚴守社區防線並控制疫情。但由於疫情持續嚴峻，中央疫情指揮中心先於 5 月 25 日宣布延長第三級警戒至 6 月 14 日，其後又於 6 月 7 日宣布延長至 6 月 28 日。截至本案期中審查會議(7 月 9 日)為止，疫情雖已有趨緩之態勢，但仍處於應警戒之狀態中，因此中央疫情指揮中心亦於 7 月 8 日再度宣布全國第三級警戒延長至 7 月 26 日。

是以，本案所應舉辦之「定期抑制紅樹林(海茄冬)幼苗抑制環教活動，至少 1 場」之活動內容，亦需做適當調整以符合當前「第三級警戒」之防疫規範，確保參與活動人員之健康、降低人員染疫風險及避免疫情擴散。

二、活動原規劃方式

原活動規劃	內容說明 (受第三級警戒防疫工作影響應調整部分以畫底線標註)	受第三級警戒防疫工作影響應調整部分說明
(1)辦理對象	a. <u>相關科系大專院校之學校團體、本管理處志工、本區里民、在地 NGO 團體為優先，其他個人團體次之。</u> b. 因活動需進入保護區內，故需進行人員管制管控，須採預先報名— <u>第一階段報名規劃除志工及里民外，不開放非團體報名，若人數未滿，再開放第二階段個人報名。</u> c. <u>活動人數 40 人。</u>	1 防疫期間應避免不必要之群聚，故現場活動不對外開放。 2. 活動人數室內人數不應超過 5 人，室外人數不應超過 40 人。
(2)辦理日期及時間	非度冬季 6-8 月，配合潮水時間 <u>擇取半日約 4 小時之活動。</u>	
(3)活動方式	a. <u>靜態宣導—環境教育演講約 1.5 小時，並說明活動目的要旨。</u> b. <u>現地活動一共 2.5 小時。依小隊活動，每隊</u>	3.目前三級警戒

	指派工作人員解說及引導，認識現地棲地環境，並指引隊員至指定區域拔除紅樹林幼苗。 c. 上述各項活動時間長度，經台江國家公園管理處同意後可做適度調整及修正。	仍持續延長，現地紅樹林拔除活動無法按原規劃規模舉行。需調整規模、方式或分次舉行。
--	---	--

二、因應三級警戒活動變更方案

活動規劃	變更說明
(1) 辦理日期及時間	以 7/28 日為重要關鍵日－ a. 若 7/28 日以前，中央流行疫情指揮中心宣布延長全國第三級警戒。則本活動原則全程採三級警戒期間方案。 b. 若 7/28 日以前，中央流行疫情指揮中心宣布解除全國三級警戒，則本活動採 7/28 前先執行部分三級警戒期間方案，部分採取三級警戒解除方案。
(2) 活動方式	a. <u>靜態宣導－環境教育演講約 1.5 小時，並說明活動目的要旨。</u> b. <u>現地活動－共 2.5 小時。依小隊活動，每隊指派工作人員解說及引導，認識現地棲地環境，並指引隊員至指定區域拔除紅樹林幼苗。</u> c. 上述各項活動時間長度，經台江國家公園管理處同意後可做適度調整及修正。
(1) 辦理對象	• 三級警戒期間－ 1. 現場紅樹林苗拔除活動－不對外開放，改以計畫工作人員執行移除活樹林苗作業（每次人數不超過 9 人） 2. 若採遠距線上活動(演講)則可對外開放。以本管理處志工、本區里民、在地 NGO 團體成員、大專院校之教職員學生為優先。活動可開放人數－依屆時遠距線上活動(演講)之方式（預錄或即時視訊）及條件（使用之視訊軟體或網路環境頻寬等），經管理處同意後決定。 • 三級警戒解除－ 1. 現場紅樹林苗拔除活動－對外開放，以本管理處志工、本區里民、在地 NGO 團體成員、大專院校之教職員學生為優先。活動可開放人數－不超過 40 人，最低人數－扣除三級警戒期間已執行紅樹林苗移除人次。 2. 現場活動不對外開放，以本管理處志工、本區里民、在地 NGO 團

	體成員、大專院校之教職員學生為優先。 活動可開放人數 —不超過 40 人， 最低人數 —扣除三級警戒期間已執行紅樹林苗移除人次。

努力量應與原規劃相近—以 40 人次，每人 1 小時之努力量計算。

附件 4 「曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃之紅樹林(海茄冬)植群管理」之環境教育活動照片

活動名稱：「紅樹林植群管理試驗－海茄冬幼苗抑制環境教育課程」

活動日期：110 年 8 月 2 日，下午 13:30-16:30

活動內容：

時間	內容
13:30 ~ 14:00	黑面琵鷺保護區第一賞鳥亭雙筒望遠鏡意象處報到集合
14:00 ~ 14:30	環境教育課程說明及移動至下水地點
14:30 ~ 15:30	黑面琵鷺保護區外圍、最外圍實地移除紅樹林幼苗工作
15:30 ~ 16:30	收工返岸、裝備整理清洗及討論分享
16:30 ~	賦歸

環境教育說明課程大綱：

- 一、為何要管理紅樹林？－棲地劣化問題－紅樹林快速擴張的現況、以及造成後續問題說明
- 二、環文蛤永續利用的科學化滾動管理－藉由環文蛤長期的管理後的成效介紹，了解棲地及生物資源在適當的時機介入、以科學的方法分析並採取強度適宜的管理下，資源之可恢復性。
- 三、說明本季活動海茄冬之移除範圍，以及進入灘地的裝備介紹及進行方式，與分發工具。

總參與人數：58 人

活動照片：





簽到表：

「紅樹林植群管理試驗-海茄冬幼苗抑制環境教育課程」簽到表					
●時間：110年8月2日(一)					
編號	單位	簽到	編號	單位	簽到
1	台江	謝偉松	16	台南區會	林岱謨
2	第大隊	成東治	17	臺南市政府 農業局	黃冠昇
3	台江	王建智	18	台江	徐顯更
4	特生	洪芳洲	19	台江	邱國鴻
5	特生	李昱緯	20	台江	林柏沂
6	特生	李先祐	21	／	郭曉琳
7	特生	謝鈞諭	22	／	高育偉
8	特生	王辰野	23	台江	鄭立斌
9	網路會	郭東輝	24	台江	陳少穎
10	／	郭世利	25	台江	林德衛
11	／	王國興	26	網局	謝錦芳
12		王昭霖	27	台江	高介志
13	南臺	彭雅潔	28	元同向	謝金龍
14		黃南興	29	林嘉	
15		李少英	30	南臺 林嘉	林嘉

「紅樹林植群管理試驗-海茄冬幼苗抑制環境教育課程」簽到表					
●時間：110年8月2日(一)					
編號	單位	簽到	編號	單位	簽到
31	南台	陳一夫	46	台江	邱淑儀
32	嘉大	楊淑雅	47	台江	黃美廷
33	"	林勳東	48	台江	黃明達
34	"	黃怡仁	49	嘉大	卓廷宇
35	台江	林文敏	50	南大	林芷瑜
36	台江	蕭張子	51	嘉大	連翔君
37	"	李金助	52	成大水科	吳欣儒
38		林宇亨	53	成大水科	蘇俊育
39	嘉大	葉大敏	54	嘉大	曾其仁
40	：	鄭曉毓	55	：	陳金明
41	：	陳芝瑜	56	：	東海鴻
42	嘉大	劉奇弘	57	嘉大	洪孝敏
43	嘉大	郭慧蓮	58	嘉大	邱郁文
44	嘉大	邱光璇	59		
45	嘉大	侯福司	60		

附件 5 「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊活動規劃

(本附件為原定提案，已因 COVID19 疫情之警戒措施，進行調整活動性質及內容)

一、活動名稱：「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊

二、活動緣由及目的：

龍鬚菜為重要的沿海經濟藻類，屬於紅藻植物門(Rhodophyta)、真紅藻綱 (Florideophyceae)、龍鬚菜目 (Gracilariales)、龍鬚菜科 (Gracilariaceae)的江蘚屬(*Gracilaria*)與部分的 *Hydropuntia* 屬。國內主要的龍鬚菜包括**粗龍鬚菜** *Gracilaria firma* Chang et Xia, 1976 (俗名龍花菜菊花心種，同種異名 *G. coforvoides*)、**可食水龍鬚菜**或名可食江蘚 (*Hydropuntia edulis* (S.G.Gmelin) Gurgel & Fredericq, 2004，同種異名 *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva, 1952、*Gracilaria coronopifolia*，過去俗稱傘房龍鬚菜、東港紗仔)、**江氏擬龍鬚菜**(*Gracilariopsis chiangii* S.-M.Lin, 2008，同種異名 *G. chorda* 俗稱龍鬚菜野生長種、繩龍鬚菜)等等。過去龍鬚菜因可萃取洋菜及可作為九孔養殖之藻餌，而有漁塭養殖，養殖的種類多為**粗龍鬚菜**。而野生採來食用的龍鬚菜則多為**可食水龍鬚菜**(或名可食江蘚)，生長於潮間帶之中低潮區，曾盛產於東港，亦為小琉球重要的食用藻類，但因採集過度而導致資源下降 (蘇惠美, 2010)。

而在十份黑面琵鷺保護區內，亦有龍鬚菜分布，根據 109 年之調查，以**可食水龍鬚菜**為主。**可食水龍鬚菜**著生於岸邊石礫或螺殼上，在 2 月開始出現，並在 2-3 月增長最快，3-6 月越趨緩，7 月覆蓋面積開始下降，夏季龍鬚菜開始衰退，應該與溫度上升有關，至 9 月份完全消失 (邱郁文等人, 2020)。龍鬚菜周年成長消長過程，雖然增長期可吸收降低水體中的氮氮進而淨化水質 (謝浩鈞, 2006)，但開始衰退後，其組織腐敗降解亦會造成水質劣化。

目前主棲地中的環境因紅樹林的擴張導致部分區域底質逐漸淤積，水體交換效率漸差。故考量本區域核心價值為黑面琵鷺保護保育，故應輔以適度的管理措施以改善棲地環境。目前已規劃有微棲地調整試驗以改善部分區域之水交換與增加乾潮時鳥類利用空間，以及紅樹林管理。若龍鬚菜能配合適度管理，於生長期發揮其吸收營養鹽淨化水質的功能，並於開始衰退前於以移除，則對棲地環境水質有正面助益。

是以，考量(1)適度管理龍鬚菜有益環境水質，(2)龍鬚菜亦有食用價值，以及(3)龍鬚菜生長開始消退時間(7 月)等三項因素，恰可配合環文蛤開放採捕季，於衰退前開始採集移除而不干擾棲地鳥類度冬。為了解此管理方式對棲地之正面或負面影響，以及收集在地居民對開放採捕龍鬚菜一事之建議，遂舉辦「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊。

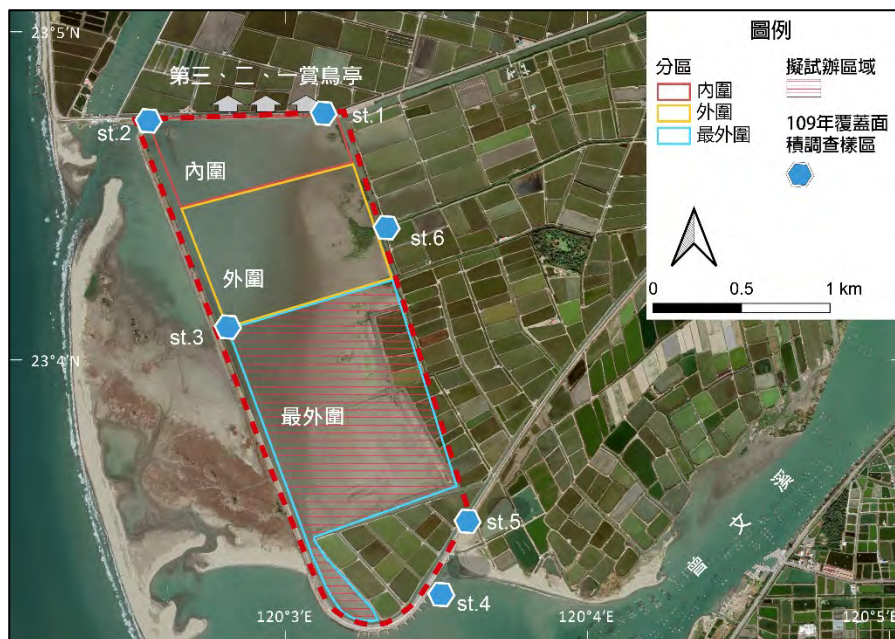
三、擬試驗開放採捕區域：

根據 109 年度保護區周圍各站龍鬚菜生長週期調查結果中，以位於保護區外圍及最外圍邊界之測站 3，覆蓋率面積最大，其餘測站龍鬚菜較少 (如下表一及圖一所示)。而實際在保護區內，於開放環文蛤採捕以及進行環文蛤調查經驗，亦顯示以最外圍樣區的龍鬚菜覆蓋率較高。

因此本計畫擬試驗開放區域選定於保護區之最外圍區域，如下圖一所示。

表一 109 年保護區周圍各站龍鬚菜生長週期調查結果

月份	覆蓋面積 (%)						平均 %	增長比率
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6		
1	0	0	0	0	0	0	0.00	-
2	0	0	10	0	0	0	1.67	-
3	0	0	25	0	0	0	4.17	1.50
4	2	2	50	0	0	0	9.00	1.16
5	2	3	80	0	2	0	14.50	0.61
6	10	0	100	0	4	0	19.00	0.31
7	10	0	100	0	3	0	18.83	-0.01
8	4	0	90	0	0	0	15.67	-0.17
9	0	0	0	0	0	0	0.00	-1.00
10	0	0	0	0	0	0	0.00	-
11	0	0	0	0	0	0	0.00	-
12	0	0	0	0	0	0	0.00	-



圖一、本試驗擬執行區域及 109 年保護區周圍龍鬚菜覆蓋率調查測站位置

四、活動人數及對象*：

40 人。以下列團體為優先。

- (1) 在地在籍里民（原則以拜訪里長方式進行里民邀請，16 歲以下孩童需至少 1 位成年家人陪同）
- (2) 本管理處志工
- (3) 大專院校團體

(*考量本試驗評估成功後，將開放在籍里民採捕，故應優先以在籍居民為先。其次再開放處內志工，以及相關科系之大專院校團體參與，期望藉由實際參與保育試驗建構模擬，增加志工

一線保育、環境推廣及解說等業務，並培養未來潛在環境教育教師、環境教育推廣人員、保育志工等。)

五、活動預定舉辦日期：

非度冬季，配合開放採捕時間舉辦。初步預定 5 至 7 月中擇一日。

六、活動預定時間長度：

配合潮水，預定於乾潮前後舉辦約 4 小時之活動。(依擇定日期實際現況調整)

七、活動流程簡要：

報到(開幕前 10 分鐘開始，至開幕式結束止，總長 40 分鐘)→開幕(30 分鐘，可持續報到)→主要活動(2-3 小時，依擇定日期現況調整)→閉幕(30 分鐘)

八、活動流程內容說明：

(各流程時間長度及內容可依現況經台江國家公園管理處同意後適度調整修正)

(1)報到：

辦理活動人員報到及登記。

(2)開幕：

長官致詞(10 分鐘)、活動目的及活動方式說明(15 分鐘，說明背景現況及本工作坊舉辦目的，以及活動方式)、QA(5 分鐘)。

(3)主要活動—採集龍鬚菜及秤重：

a. 原則統一時間開放活動人員進入十份黑面琵鷺保護區中移除龍鬚菜，若有延遲入場則需追加登記進入時間。

b. 每位人員結束移除龍鬚菜後，須返回指定場所，秤量龍鬚菜重量，並登記採集重量。

報到及採集表格如下：

報到人	背心 編號	身分	進入 時間	離開 時間	採集重量	簽退並歸還背心
		☐ 里民 ☐ 志工				
		☐ 學生 ☐ 管處人員				
		☐ 其他_____				

(4)閉幕：

最後登記，並以座談方式，邀請里民、志工及學生分享採集經驗及對移除龍鬚菜之想法，及利用方式，收集各方意見以作為後續試驗及開放採捕之參考。

九、試驗效果評估：

- (1)預設 1 處禁止採集樣區，標誌圈圍並禁止採集，為自然消長觀測區。
- (2)預設 1 區定量比對樣區，於活動前評估範圍內之龍鬚菜覆蓋面積，再於活動結束後，記覆蓋面積，以輔助了解移除成效。
- (3)藉由當月龍鬚菜調查的單位面積之重量，將每人採捕重量及總重量回推為覆蓋面積，以推估移除成效，並了解每人次採捕努力量之基礎資訊。
- (3)配合每月龍鬚菜組成及生長週期變化調查、水質資料，分析開放採集前後之水質變化，並比較 109、110 年之龍鬚菜消長情況。

十、全國三級警戒防疫期間活動方式：

為配合全國疫情警戒第三級相關防疫措施，活動方式調整為不開放對外報名，原則以本團隊人力以及邀請七股社區資深採捕漁民(約 4-5 名)、管理處(含志工)人力為主，參與人員總人數不超過 10 人，並遵守口罩配戴等規定。

十一、參考文獻：

蘇惠美 (2010) 台灣的藻類養殖。水試專訊 32，第 18-22 頁。

謝浩鈞 (2006) 不同鹽度下龍鬚菜和石花菜吸附水中營養鹽及重金屬之研究。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系，碩士論文。

邱郁文、黃大駿、孫建平 (2020) 台江國家公園曾文溪濕地核心區棲地評估與保育研究計畫。台江國家公園管理處委託研究。

附件 6 「龍鬚菜開放採捕之可行性評估」說明座談會之活動摘要及成效說明

110 年度黑面琵鷺生態保護區試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗－簡易說明，於 2021 年 8 月 3 日下午於假三股社區活動中心進行。先由計畫團隊進行簡報，說明背景現況（包含台江地區之龍鬚菜週期性消長現況、海蜷與龍鬚菜的關係、以及如何友善採集進而能輔助龍鬚菜的資源永續）及本工作坊舉辦目的，以及未來擬進行之方向說明。並藉由問卷及現場互動，了解在地里民，以及其他可能來訪之一般民眾，對於「龍鬚菜」之利用方式、了解程度以及過往之採集模式等，並詢問後續試辦採捕工作坊之參與意願。此外，也委請社區發展協會進行簡易龍鬚菜料理，配合能引起居民回憶的在地龍鬚菜料理，作為能夠促進彼此交流及增進溝通之佐料。

本次活動共回收 10 份，有 8 位在地人，2 為外地人。所回收之問卷皆表明願意參與台江國家管理處類似之採收龍鬚菜的試驗活動。當地居民對龍鬚菜的稱呼包括：鹿角菜、龍舟菜、海菜、（海）龍鬚菜。多數的人（9 人）皆吃過龍鬚菜，主要食用方式為涼拌、熱炒肉絲，主要為口感脆、清爽，並有懷念的味道。有 2 人曾採集過龍鬚菜，其中 1 里民表達一趟/小時可採三斤，另有反應在魚塢也會有，因此並未特地前往他地採收龍鬚菜之需求。



另外，經由與在地里民的討論與分享，亦確定了過往龍鬚菜在本保護區的主要分布且為居民利用的採集區域即為西側的長堤內的灘地，即包含本計畫 ST3 測站之區域，可做為後續試辦採捕的規劃參考。

附件 7 評選會議意見回覆表

審查意見	廠商回覆
梁委員世雄	
1. 頁 6-7 歷年採樣資料多以流水帳式描述，如何使委託單位能較清楚瞭解區域自然資料現況，請說明。	謝謝委員建議。服務建議書的頁 6-7 主要為描述台江國家公園過去的生態資源、生物多樣性調查盤點概要，以流水帳方式闡明過往台江國家公園的研究投入之努力情況及生態資源豐富程度。然而本計畫的重心為十份黑面琵鷺生態保護區的棲地環境、生物資源及棲地管理等面向。在連貫的歷年採樣資料中，例如環文蛤資料等，會延續過往調查資料，彙整併入本計畫調查資料，在期中報告、期末報告及成果報告中之結果處，一併呈現。
2. 團隊歷年執行台江國家公園計畫，如何整合多年與本計畫資料，以達成計畫目的，請說明。	考量過去資料以環文蛤歷年族群動態為主，過往所執行計畫也會以專章描述相關資源變化過程。本計畫重點在於棲地現況釐清及棲地管理建議，後續成果敘述也將以結合環境資料、生物資料，配合試驗成效，以達成目標。
3. 頁 11-12 魚類及蝦蟹類定量調查位置不明確，定量方法未說明，請補充。ST7 及 ST2 位置是否太接近，請說明。	謝謝委員提醒。服務建議書頁 11-12 的頁 11 圖 2 測站分布示意圖之圖示說明有誤(「魚類及蝦蟹類採樣點」、「魚類及蝦蟹類定量調查採樣點」)，而與頁 12 的文字說明不符(「(一)1. 水域魚類、水域及地棲無脊椎之種類組成及生物量調查」、「(一)2. 外圍樣區潮間帶之水域魚蝦蟹生物資源物種及生物量調查」)而導致誤會。本計畫所有魚類及蝦蟹類皆為定量調查，惟定量方式不同。定量方式在第(一)1 項及第(二)2 項之內文已有描述(詳見頁 12)。本工作計畫書中已修正錯誤，將圖 2 的「魚類及蝦蟹類定量調查採樣點」改成「外圍魚類及蝦蟹類採樣點」以符合第(一)2 項之文字要意。(詳見第 11 及第 12 頁)。 樣點說明，魚蝦類調查樣區，ST7

	是曾文溪口濕地核心區海堤外水域、ST2 則是海堤內水域、ST6 則是東漁塭潮溝匯入口，而中間灘地區域採以人力蝦拖網方式調查，均具有對應樣區代表意義，及因應樣區特性差異之不同調查方式。
4. 頁 18，有關核心區棲地生物多樣性提昇試驗之執行內容說明並不清楚，請補充。	近年來多處重要濕地已有相關管理實例，包含因應紅樹林植群擴張導致灘地泥化，同時也壓縮鳥類利用空間等。依 109 年度空拍影像分析，發現核心區內紅樹林植群的明顯快速擴張，若不適當抑制，有可能造成紅樹林的快速擴張；陸化形成的底質淤積亦使得水流交換不良、水質及底質環境劣化。考量核心區經營目標是黑面琵鷺等度冬候鳥保育，因此需適度管理，以維護候鳥棲息地。 相關內容已於補述於附件 1，詳見第 29 頁至第 33 頁。
5. 頁 21 資料蒐集所購置書籍歸屬，應釐清。請說明。	謝謝委員提醒。5. 預算所編列之書籍購置，已修正為文獻資料搜集，以符合實際使用現況。
6. 以往鼓勵紅樹林栽植，現在抑制紅樹林幼苗，如何進行，有何想法？	雖然紅樹林生態系有其重要性及價值，如固碳、海洋性魚蝦蟹之良好育幼場、維持海岸穩定度等，但卻也會導致棲地陸化。目前國內多處濕地，如關渡紅樹林生態保護區，都面臨紅樹林過度擴張導致棲地陸化、水鳥棲息地壓縮、濕地衰退的現況。故應該視海岸或濕地特性以及保育目的而定，來判斷是否應進行紅樹林保育或抑制。
郭委員東輝	
鳥類資料收集，希望能再針對黑面琵鷺對於計畫內紅樹林植群處理之反應，及因應情形描述。	謝謝委員建議。本計畫紅樹林伐除擬訂於非度冬季作業，不會直接對黑面琵鷺造成影響。後續調查時將加強留意及分析黑面琵鷺對於計畫內紅樹林植群處理(移除前後)反應。
鄭委員脩平	

1. 本計畫預計舉辦「模擬龍鬚菜開放採捕之可行性評估」工作坊，由參與活動人員移除龍鬚菜，惟服務建議書中僅表示將比較試辦前後龍鬚菜的每月覆蓋面積及生物量變化，是否可藉由採捕前後之水質調查比對，呈現採捕前後之差異，以利作為未來是否開放龍鬚菜採捕之依據。	謝謝委員建議。主棲地水域水質因水道、水門開關，每日潮汐、海水注入及降雨等交互影響，所以龍鬚菜試驗中之水質測試可能較難以釐清變化，故以底質變化為準。但水質仍可作為一個相對參考，已將水質納入試驗成效檢測項目之一。詳見附件 2。
2. 所編列之差旅費人次與實際監測調查及試驗所需人次似有落差，請說明。	試驗雇工人次僅指另聘請專業機具操作者，按日計酬計算，而非指實際全部參與試驗的人員僅 2 名。差旅費列與 8 次，包含 2 月、3-10 月等 8 月次需較多人力、天數執行各項目內容之現地調查次數。 本計畫所需執行項目多元，多項目需不同人數同時調查，如(一)1 之魚蝦蟹為 2~3 人一組、螺貝類 2~3 人 1 組，約 3~4 工作天，蝦拖網則須 3-5 人一組，環文蛤採捕則約十多人分組進行，每項目質性天數則依參與人數多寡而有所不同。故簡化如經費表之差旅費所示人數、天數計算。
王委員建智	
1. 頁 14 敘明辦理龍鬚菜模擬開放採捕工作坊，頁 18 則是紅樹林幼苗移除環教活動，惟後者未編列相關費用於預算表內，且辦理對象、辦理方式初步構想規劃尚未敘明，是否已有大略構想，請說明。	活動經費一如保險費、環境教育訓練費、場地費等，皆列於雜支中。相關活動辦理及規劃已於增例於本工作計畫書。龍鬚菜開放採捕之可行性評估工作坊詳如附件 2，紅樹林移除環教活動詳見附件 1。
2. 預算表所列項次六「其他費用」-「臨時工資及生態調查費」係以 1 式編列 110 萬，「龍鬚菜模擬採捕評估試驗費用」也是 1 式 8 萬元，請再補充說明用途明細說明，俾利後續單價調整分析。	謝謝委員提醒。臨時工資及生態調查費，已補充用途明細。
張委員登文	
本計畫預期效益與過往調查計畫成果之差異，請說明。	109 年度計畫結果是整合分析並歸納說明棲地現況，因而研擬 4 項策略，並藉由 110 年度棲地試驗執行，監測試驗成效，以瞭解管理方式對現況影響及研擬修正內容。

附件 8 期初審查意見回覆表

審查意見	廠商回覆
梁委員世雄	
1. 頁 3-9 所述之歷史過往生物名錄與對應區域資料，應建圖表以利瞭解及行政管理，也應考慮進行長期變動分析(例如頁 9 之族群緊迫)。	感謝委員寶貴意見，於提案初期服務建議書所揭以台江國家公園過去物種及資源記錄、生物多樣性調查盤點概要資料，因各計畫及委託工作所使用調查方法不一，因此流水帳方式闡明。因此，後續工作重心將以十份黑面琵鷺生態保護區的歷年採樣資料為優先整理資之重點。例如環文蛤資料等，會延續過往調查資料，彙整併入本計畫調查資料，在期中報告、期末報告及成果報告中之結果處，一併呈現。
2. 頁 11 圖 2 所述之內圍、外圍、最外圍之定義如何。	內圍、外圍、最外圍的分區，為自保護區開放環文蛤採捕之後，逐年因應採捕管理策略，在滾動式管理下而逐年增擴給予之區域稱謂。因此，方便與志工巡守人員以及社區居民溝通，故將區內分為內圍、外圍、最外圍等區域。
3. 頁 14 龍鬚菜調查，有關隨機選擇樣點，所設置樣點數量、採樣頻率、採樣面積等，請補充說明。如果為 3D 分布，水深也應測量。	每個測站設置一個一平方米採樣方框，頻率為每月調查一次。由於調查區域主要是泥灘地，棲地類型除了泥灘外，及岸側的護坡石塊，而護坡石塊的堆疊方式較緩而平與立體 3 度結構的岩礁區仍有不同，偏向 2 度平面分布。而龍鬚菜主要長在靠近灘地水面的護岸緩坡石塊或是附著於泥灘地的海蜷殼上，故未測量水深。
4. 頁 14 龍鬚菜調查執行頻度為至少 1 次，但單次執行是否可進行有效評估?採捕方式為何?應配合當地民眾採集方式或未來將開放方式，及參考多次採集之累積效應。	謝謝委員建議。龍鬚菜的消長(樣框覆蓋面積變化)，已有去年的定量調查資料，今年亦會進行每月定量調查，以了解保護區內龍鬚菜的消長情況。但是採捕試驗至少一次的考量為以下兩點：(1)擬開放採捕區位於保護區內，需控管進入人數人次；(2)保護區內的整體面積不大，龍鬚菜資源有

	限；(3)保護區內的整體需在相對單純的條件下進行試驗，較有利於量化資料—在單一日次，固定人數採捕下，採捕量有多少，以做為一年之後的資源恢復情況比較參考。
5. 本調查資料包含棲地之物理及水質資料、環文蛤、魚類、底棲生物、浮游生物等，如果有歷史資料，這些資料將如何整合?請說明。	將延續前一年度的資料，除了基礎的數據資料做統合看兩年資料的時序及空間變化外，生物組成部分將以 Cluster 和 MDS 分析，看有一季節、時序或空間上的分群現象，輔助了解及釐清生物相的變動。
6. 紅樹林應考慮進行疏伐，否則會有如高屏溪口林園附近陸化及紅樹林大型植株成林之棲地劣化情形。	謝謝委員建議。紅樹林的擴散控制已納入今年度計畫中，擬從第一賞鳥亭前非成林區的紅樹林著手清楚，惟紅樹林的擴散控制無法單於本計畫中完全移除或完全控制，後續仍有待相關計畫編列經費支持，逐年逐步管理。
洪夢祺委員	
1. 本計畫團隊過去在台江黑面琵鷺保護區之底棲指標生物監測、族群動態分析已著墨多年，去年度更進一步測繪主棲地地形並以影像分析過去幾年紅樹林擴張情形，對於團隊的辛勞與企圖心給予肯定，以下幾點建議提供本計畫參考。	謝謝委員肯定。
2. 建請將本計畫委託工作項目及範圍納入(第一章)，讓讀者容易瞭解成立本計畫的目的與工作範圍，以及計畫團隊是否已針對委託工作項目提出對應工作計畫、研究分析方法、預期成果。	謝謝委員建議。以將履約工作項目及範圍納入工作計畫書中，但依版面安排目前獨立於第三章中呈現。
3. 本工作計畫書各項目多著重在監測方法與執行之描述，建請增加監測之目的、監測數據之比較分析方法、試驗成效評析等之分析架構及其理論基礎，尤其在微棲地擾動調整試驗、紅樹林族群控制兩部分之成效評析更形重要。	謝謝委員建議。後續資料分析方法已補充入第五章、研究方法中各項目之內容中。微棲地試驗分析及龍鬚菜開放採捕之試驗方法及分析列於附件一及附件二中。另外紅樹林移除成效除現場建議後續可另案於本計畫移除後半年至一年後再以空拍進行移除成效評估。
4. 本工作計畫書紅樹林族群控制部分所提	謝謝委員建議，已補充相關內容。

之策略側重於疏伐，建議在族群擴張之控制策略上也能多所著墨。例如在現有族群外圍挖溝，以限制族群擴散；非度冬季至紅樹林種子小苗擴張期，適當抬高水位，以形成不利生長擴散環境。	詳見附件二。建議於採捕期宣導採捕漁民於開放環文蛤採捕期間，於灘地上若發現胎生苗或萌蘖期幼苗建議徒手撿拾移除。並後續建議每年於採捕期，招募志工於 7-8 月以工作假期方式進入移除。
5. 紅樹林族群抑制環教活動，也可考慮以 CSR：企業社會責任員工、志工工作假期方式。	謝謝委員建議。
賴鵬智委員	
1. 建議在報告書前段明列契約規定工作項目，以利核對報告所寫之工作內容與執行方法是否相應。	謝謝委員建議。已將履約工作項目及範圍納入工作計畫書（第三章）
2. 有關採摘海菜活動建議： (1) 民眾參與活動採摘之海菜應可自行攜回烹煮才有誘因吸引民眾參與。剩下的可由社區組織攜回處理。 (2) 可以將海菜食譜設為二維碼供參加活動之民眾掃描參考。 (3) 「龍鬚菜」名稱易與一般人熟知之佛手瓜嫩芽俗名也叫龍鬚菜混淆，若以採摘龍鬚菜活動名稱，可能誤導民眾期待，建議對外稱「海菜」，民眾比較可以理解是海邊的植物。	謝謝委員建議。將納入委員的建議作為後續活動參考，在對外宣傳或活動介紹中，將會加註海藻或海菜等，避免民眾誤會。
3. 有關抑制紅樹林生長建議： (1) 計畫區域為人工圍堤水域，非自然海岸，非泥灘潮間帶，紅樹林非必然生長之處，也非有任何生態調節功能需求之處，若以大型機具移除，應不會引起民眾質疑。若有質疑聲音，我願意撰文代為溝通與宣導。 (2) 抑制紅樹林擴張若以切枝、撿苗方式，恐緩不濟急，若切根怕有萌蘖效應，適得其反。建議以大型機具挖根移除，才具實效，也才能在一至三年內有明顯的比較效果。 (3) 大型機具施工期很短，依移除數量而定，小面積短則一天，長則二至三日即可具有一定之清空範圍。	感謝委員的建議與協助。目前已與部分機具業者進行現場勘查，惟目前大型機具如怪手依目前初步評估無法執行，但使用電動機具配合人力進行則尚可行。 目前樣區內除了鳥類外，並無其他保育類生物，故執行紅樹林相關移除作業時，亦將於非度冬季執行，以降低對黑面琵鷺等度冬鳥類的干擾。

(4) 建議參酌新竹市濱海野生動物保護區（客雅溪口與香山濕地）紅樹林移除作業經驗（https://reurl.cc/GdADrZ） (5) 無論人工或機具移除作業，建議在作業前針對移除區域（樣區）先進行底棲生物調查記錄，並瞭解有無保育類生物，若無或設有對策，才進行移除作業。作業後也定期監測物種樣態，以瞭解移除前後生物多樣性變化。	
郭東輝委員	
1. 建議紅樹林移除採用直接移除方式，以利抑制紅樹林的擴張。	謝謝委員建議。
2. 本次度冬季已接獲多起黑面琵鷺救傷事件，期待本計畫棲地改善試驗可提早實施。	謝謝委員建議與肯定。相關棲地改善措施皆待至度冬季結束後著手開始執行。
臺南市政府農業局楊錦樹科長	
1. 針對龍鬚菜開放採捕試驗，依去年度調查顯示生長週期為 2-8 月，6 月之覆蓋面積最大，建議可考慮 7-8 月開放既有漁業行為採捕期間，以環境教育方式執行龍鬚菜試驗。	謝謝委員建議。去年資料顯示 7 月龍鬚菜定量樣框覆蓋率開始呈現負成長，顯示 7 月鬚菜族群已開始衰退；另外 5 至 6 月的增長速率已經趨緩，所以在 5-7 月執行較為合適，但亦須配合今年龍鬚菜的生長情況而定。
2. 紅樹林抑制部分，其中海茄冬非屬於稀有植物，建議可採大動作方式排除，避免棲地持續劣化。	謝謝委員建議。
3. 有關保護區外圍潮溝浚深，目前正研擬相關申請內容，規劃可於明年度進行，屆時也可一併處理東側潮溝紅樹林族群。所需處理位置及執行方式，再請受託單位現場會勘並提供建議。	謝謝台南市政府農業局給予本計畫之協助。
經濟部水利署第六河川局謝錦志正工程司	
1. 底質調查項目之 3 區中央等的 3 處點位，建議以貫入方式往下取一定深度之底質地層，俾瞭解上層粗泥變至下層細沙之垂直分布厚度。	謝謝委員建議。保護區內四面以護岸圍繞，非開放性海域，亦無上游河川直接注入，故受擾動程度低；而本計畫的底泥粒徑分析目的旨於濕地底質淤積劣化程度或改善成果，而因此鎖定在底質表層的底泥粒徑分析。
2. 曾文溪右岸 1 號水門目前進行改建工程，預定年底完工，棲地現況監測是否影	謝謝委員提醒與建議，後續將注意是否受到影響。

響，再斟酌納入考量。	
3. 七股海堤水門如有因調查研究配合啟閉操作，在不影響防洪操作及當地魚塭產業原則下，配合辦理。	謝謝經濟部水利署第六河川局給予本計畫之協助。
環境維護課呂宗憲課長	
1. 龍鬚菜開放採捕試驗，目前規劃工作坊進行，考量所捕撈龍鬚菜是可食用種類，建議可再思考移除之龍鬚菜後續處理方式。試驗所規劃範圍，若當日無法全部移除，是否有對應方案。	謝謝委員建議。由於龍鬚菜有季節的消長，而放讓其自然衰退或有可能影響棲地品質，而龍鬚菜又為可食種類。故目前開放龍鬚菜(海藻)採捕試驗目的在於試辦採捕理解漁民、居民採捕的努力量、開放方式是否可行，以及開放採捕的資源狀況等等，而非旨在全部移除。
2. 目前微棲地調整是採高壓水柱沖刷，所沖刷底泥導向或堆積之規劃為何?是否可能透過潮汐帶動至保護區水門外?	根據前一年度的試驗結果，以高功率馬達噴射水柱可有效的在泥灘地上沖出預期的小潮溝外，亦能將附近的沉積物擾動懸浮而流向大潮溝，故可能藉由潮汐漲退時由重力帶動至水門外。
3. 保護區範圍面積廣大，水質交換效率不佳，如何從整體地形評估加強水體交換。	改善棲地水流交換的方式，主要在淤積處營造小潮溝，以連連接既有主要潮溝和水門的方式進行改善。期望藉由如血管網絡般、在漲潮時可深入淤積處，並於退潮時仍有潮溝可藉由潮汐及重力將泥沙帶出，改善整體水流及底質環境，並增加棲地多樣性。而此項改善方式無法於本計畫中一步到位，目前經 3 月 3 日的多方會勘後，初步擬定兩處主要淤積處進行為微棲地調整試驗。詳見附件 2 (p.94)。
4. 紅樹林移除部分，採用重型機具方式效率較佳，但也需考慮重型機具進出對底棲生物之負面影響，是否有對應策略。	謝謝委員建議。目前經現場與重型機具廠商會勘，初步暫時排除重機具進入的可行性。
保育研究課王建智課長	
1. 本計畫前期研究成果顯示有 3 處需優先棲地調整區域，今年度計畫已規劃透過微棲地調整試驗，執行內圍、外圍樣區棲地改善及紅樹林族群抑制，細部試驗位置及操作方	謝謝委員建議。將配合台江國家公園管理處進行本計畫相關工作會議。

式，建議由本處保育課邀請相關單位現地會勘，並討論七股海堤 1 號水門口地形淤積處以及保護區外圍潮溝浚深執行可能性。本計畫執行過程，也將視需要不定期召開工作會議討論計畫內容。	
2. 期初報告試驗方法內容意見： (1)微棲地調整試驗預期所形塑之人工潮溝及潮池，本處近期將採購紅外線自動監測相機，屆時可提供予受託單位設置於微棲地樣區，監測鳥類及濕地生物利用狀況。 (2)紅樹林(海茄冬)植群定點疏伐區域，建議可明確於頁 32 圖上標示位置；單次疏伐預計移除之海茄冬幼苗，請受託單位再補充說明幼苗樣態，例如植株高度，或是近幾年更新之植株等描述。 (3)針對紅樹林幼苗抑制環教活動、龍鬚菜採捕工作坊，本處購置有各類尺寸之防滑套鞋共有 20 雙，屆時再視需要採購，可供參與人員使用。 (4)針對微棲地調整試驗所規劃之人工潮溝、潮池營造，動見觀瞻，宜謹慎為之，操作過程請通知臺南市政府農業局、特有生物研究保育中心、台南市野鳥學會、黑面琵鷺保育學會等單位，至現場適度再予滾動式修正。 (5)各項試驗操作、紅樹林環教活動、龍鬚菜開放採捕工作坊等過程，建議詳細記錄影像，以利後續理念推廣。	謝謝委員提供各項活動辦理所需資訊、提醒及建議。定點疏伐區經過現勘討論後已確定優先定點疏伐地點，並詳列附於附件 2 之圖中五 (p.100)。考量因素為海茄冬物候特性，7-8 月為海茄冬果實成熟期，然而 7-8 月亦為颱風侵台的高峰期間。而現地的單次疏伐（環境教育活動）須配合潮水乾潮時間，而日間之乾潮時間每日不同亦有大小潮的差異，若將時間設於 7-8 月份普辦活動，有可能會受颱風影響而延宕。故擬將活動提前於 6 月開始舉辦，故單次疏伐（環境教育活動），以拔除近 1-2 年更新植株，參與活動民眾可徒手拔起的為主，若活動時間上可配合再輔以撿拾移除甫萌芽果實。
保育研究課林哲宇技士	
1. 鳥類利用針對水位紀錄，除水門工作站顯示數值，也請一併記錄 109 年於水門處架設之水位尺數值。	謝謝委員提醒。從 2 月份之鳥調開始，已納入 109 年所設置之水位尺數值。
2. 考量本計畫研究區域受潮汐漲退影響明顯，且部分調查項目樣區涉及黑面琵鷺等度冬候鳥棲息區域，建議後續各期報告可增加敘述各項調查實際實施時間點，及於內文補充說明如何因應度冬季期間採樣方式。各項調查結果，請綜整過往成果，分析各種生物類群、環境因子時空變化。	謝謝委員建議，謹遵辦理。

洪政乾秘書	
紅樹林移除試驗，建議可加強論述分析既有紅樹林移除案例(例如關渡)，並納入前人研究資料。	謝謝委員建議。已稍增補充相關案例於附件 2 之「一、試驗背景」(p.94)及「(二)2(1)定點疏伐採用方式探討及選用方式說明」等段落中 (p.94)。
張登文副處長	
本計畫今年度重點為微棲地調整試驗(人工潮溝、潮池設置位置)，以及紅樹林植群抑制試驗之位置、數量及方法，再請受託單位補充說明。	謝謝委員建議。經現 3 月 3 日及 15 日與管理處、台南市農業局及相關單位現勘後，決定本計畫人工潮溝、潮池設計布置及紅樹林定點疏伐位置(詳見附件 2 之圖五 p.94)，相關資料亦已補充於附件一——“曾文溪口濕地核心區濕地微棲地調整試驗規劃”中。

附件 9 期中審查意見回覆表

審查意見	廠商回覆
梁委員世雄（書面意見）	
1. 頁 28，龍鬚菜樣站 2、4 及 5 至 2021 年 5 月未見任何龍鬚菜生長，推測可能原因為何？若不易甚至無法生長，則替代方案為何？請說明	龍鬚菜生長變化顯示，當環境資源充足情況下，生物族群可呈現顯著 J 型成長。分布狀況則會受附苗情形影響。而樣站 2 和樣站 5 在 109 年之無龍鬚菜覆蓋比例低，至多僅 3，樣站 4 及樣站 6 則是無龍鬚菜之紀錄，顯示測站對於龍鬚菜的附苗非常不易。 由於龍鬚菜過去為在地居民傳統檢拾漁業利用的物種之一，顯示過去在此區域即有分布；而後因 101 年開始將環文蛤採捕納入管理後，龍鬚菜等則再無開放採集。在此前提下，龍鬚菜卻每年都經歷一次從無至有再至無的消長。而在歷年的環文蛤調查中，亦發現龍鬚菜這樣的增長到夏季達頂峰後，有龍鬚菜著生處的底質亦呈現較黑的狀態，其後龍鬚菜再大量的腐敗、消失，亦可能會對水質造成影響，進而影響該區域移動能力較弱的底棲生物；若能在其龍鬚菜族群量達高峰時即移除，則可能避免後續的腐敗等，亦可提供居民做有效利用。故因而有再開放採捕的建議與規劃。是以，本工作項目之執行目的非以復育為主，故無考慮「若不易甚至無法生長，則替代方案」之想法。
2. 頁 32，環文蛤研究已累積近 10 年資料，可對該生物進行資料整理，提供媒體報導，使民眾瞭解台江國家公園之績效及特色。	謝謝委員建議。將配合台江國家公園管理處辦理。並提供相關即時資料供國家公園宣導推廣用。
3. 資料分析請思考環境變數（如水質）與生物間如何連結之處理，而非單只側重於生物或水質的時空變化及分類。如分別利用環境變數及生物變數進行主成分分析，再利用 PCA 各主成分之分數，執行多變數相關分析或象限圖分析，均可探討環境因子與生物量之連結。	謝謝委員，後續資料收集及實驗設計，將考量環境變數與生物間連結，如加強生物與水質的時空變化，將利用環境變數及生物變數進行主成分分析，了解環境因子與生物量連結。
洪委員夢祺	

1. 本計畫在各項環境因子、指標生物監測已有具體成果，給予肯定。在棲地擾動試驗與紅樹林控制上，在執行期程上如何因應新冠肺炎疫情？	謝謝委員肯定及提醒。活動變更方式緣則需與台江國家公園管理處商討並同意後始得更改。在期中仍期望有機會能有充裕時間舉行現地之活動，但亦有提出因應緊急方式之備案，如附件 3 所示。所幸在紅樹林的幼苗移除活動上能夠實地舉辦，確實達到抑制及推動環境教育。
2. 頁 18 化學需氧量(COD)採 NIEA W515.54A，環檢所似已於 2019 年廢止，改以 NIEA W515.55A 取代。同頁底質間隙水 pH 與 ORP 採 Hack 多功能水質儀測量，是否為 Hach 之誤植？建請再逐一檢視釐清。	謝謝委員指正。已修正相關錯誤。
3. 頁 24 鳥類監測記錄非常詳實，在表達上單月以”隻”表示較無疑義，但多個月份加總建議以”隻次”取代”隻”比較不會有爭議或誤解。另外，這個部分是鳥類”利用”狀況調查，對裏海燕鷗、東方環頸鴿、黑腹燕鷗三個優勢種以及黑面琵鷺、小燕鷗、黑嘴鷗…等保育類而言，主棲地對其意義為何？休息、覓食抑或是？	謝謝委員建議鳥類調查記錄將以”隻次”取代”隻”減少調查結果字義上的爭議及誤解。
4. 頁 26 及頁 73 圖 9 集群分析與多元尺度分析之排序分群結果，在生態上、棲地經營管理上有何意涵(implication)？	了解各不同季節、年間或測站間之生物樣本組程特性，釐清有無受上述因子之影響。若有，例如有測站間，棲地內測生物較少之現象，則可改善之，更進一步亦可了解環境因子如水質的各項因子等，對生物群聚的影響力，以利後續管理與緊急事件之應對。
5. 頁 79 圖 16 中 108 年 02 月 ST3、ST4 總磷及 110 年 2 月 ST5、ST6 氨氮特別高，頁 80 圖 17 今年 4 月鹽度、導電度較往年低了不少，在生態上、棲地經營管理上有何意涵(implication)？是否與年初乾旱或鄰近魚塭操作有關？另外頁 86 圖 23 水質 PCA 分析圖中水質因子向量起點不再 PC 平面原點，其意義為何？	在此亦推測與年初乾旱及鄰近魚塭操作行為有關。期中 PCA 水質因子以 PRIMER 6.0 進行分析，其特徵向量原點在座標原點上，但底質部份則無。主要 PRIMER 之特徵向量原點以特徵向量各因子在 PC1 及 PC2 上的平均值作為原點。但解讀特徵向量著重於投影方向的相對應位置來判斷影響程度大小及正負等相對性，其軸上的位置及分數值則受各軟體計算之有所不同。本計畫後改以 R gui 之 vegan 套件進行運算，特徵向量起點不在 PC 平面原點的情況以不復見。

6. 附件中微棲地調整試驗規劃、紅樹林族群控制之成效評估方式，建請清楚呈現成效評析架構、使用監測數據、比較方法等。	謝謝委員建議。本期計畫內包括有關微棲地營造，紅樹林移除為皆為實驗性質的工作，後續將以此為基礎，進行底質分析
賴鵬智委員	
1. 本案工作項目多，工作量大，執行團隊在冬天很冷、夏天極熱的計畫執行區域工作，備極辛勞，謹向執行團隊表達敬佩之意。	謝謝委員肯定。
2. 頁 23-34 第七章許多段內文過於冗長，建議適當分段（或小有小標），以利閱讀。	謝謝委員建議。原第七章，即本期末報告的第五章，已重新做適當分段，以利閱讀。
3. 頁 24，鳥類利用狀況調查只呈現鳥類數量（隻次），建議增加調查時觀察所見之鳥類對棲地的利用情形與時機等之敘述或分析比較。	謝謝委員建議。
4. 頁 25 第 13 行「赤頭鴨」請改為「赤頸鴨」。	謝謝委員，已修正。
5. 頁 27 第 8 行「再月別上」之「再」請改為「在」。	謝謝委員指正，目前增加資料而編修報告內容，以無此段落。
6. 頁 28 龍鬚菜樣區 ST3 今年 3 月才有增長，4 月覆蓋面積 11% 比去年同期的 50% 少很多，但 5 月卻大量增長到 88%，與去年 80% 相當，是否可以加以說明或推測，1-4 月增長進度慢，5 月卻快速增加的可能原因？	對於龍鬚菜族群動態僅有族群記錄，尚未有相關深入探討，影響族群因子可能包括營養鹽、水流及水質及氣候溫度等等，目前資料尚無法釐清。
7. 頁 94 第 5 行及 P.109 右欄倒數第 10 行「關渡紅樹林生態保護區」請改為「關渡自然保留區」（請詳 https://conservation.forest.gov.tw/0000110 ）。	謝謝委員指正，已修正。
8. 頁 96 倒數第 7 行「b.人工潮池面積約為 25m（半徑）X0.3-0.5m（深）」應該不稱為「面積」，建議改為「範圍」。	謝謝委員指正，已修正。（期末報告第 128 頁）
9. 頁 99 圖四提及以鋸子移除紅樹林植群，恐效率緩慢且無法根除，建議修改使用工具，以能快速有效連根剷起挖除的工具為主。	謝謝委員建議。期中報告後，已與委託專業的人員進行評估，最後改以電鋸及氣動砍刀機將主幹截斷後再以垂直土壤的氣動刨除機器進行作業，並配合水柱沖刷，加強移除作業速率。
10. 頁 100 第 5 行「完全割除或連根刨除」，兩者應該一樣意思，建議就以「連根刨除」為意，也符合抑制紅樹林擴張的有效做法。	謝謝委員建議，已修正。

11. 頁 100 第 6-8 行針對摘除的幼苗「或置入乾潮仍有一定水深之人工潮池、潮溝或周邊水道等，確保幼苗完全浸泡於水中，不會應乾潮而露出，使其無法生長而自然腐爛。」因幼苗會漂浮，很難「確保」都長期浸在水中，甚至可能隨潮水漂流到他處定著生長，建議所有幼苗都要離開水面，連同伐除的枝幹一起打碎後，依垃圾清運處理。	謝謝委員建議。幼苗會因潮水漂流到他處定著生長，將在移除工作時將有幼苗放置於水線以上，若有碎木機的時機在，將枝幹以碎木機打碎，若在灘地上發現胎苗個體，直接拔除後，並以隨身攜帶之工具，剪斷根莖，以破壞其再生能力。
12. 頁 101 伐除紅樹林環教活動規劃演講 1.5 小時，建議改為 40 分鐘說明紅樹林生態及在本區伐除的必要性等即可，建議預留報到、以及從報到處（或演講處）前往及離開作業區的步行，以及換裝工作服與領取工具等各種零瑣時間。	謝謝委員建議。
郭東輝委員	
1. 頁 46 所示上年度調查中，赤頸鴨有較大數量，今年上半年度顯示族群數量急遽減少，有否觀察到影響因素(其他度冬區等)?	感謝委員提問及合作團隊之戴秘書長之協助回覆。今年度確實可發現雁鴨類數量大量減少，鳥類群聚組成已恢復過往黑面琵鷺保護區狀況，以今年度相關調查數據也尚無明顯關聯可說明此現象。
2. 頁 46，鳥類名錄中，綠繡眼及斯氏繡眼請確認。	已修正為斯氏繡眼。
3. 鳥類調查中，除黑面琵鷺的數量外，可否收集其停棲位置，對棲地改善或紅樹林疏伐後，可比較參考。	感謝委員提問及合作團隊之戴秘書長之協助回覆。有關保護區內鳥類利用狀況，因保護區屬感潮濕地，水深會隨潮汐而變動，調查過程並未逐一記錄鳥類停棲水深，但有記錄水門水尺刻度，應可利用去年度所調查地形高程狀況推估，未來也可考慮透過水門管控營造各類鳥種所偏好停棲水深。另外，雁鴨類大幅減少，鵲鴝類鳥種數量在內圍、外圍區域有減少，且有觀察到覓食行為，但在外圍的數量則增加，並以停棲行為為主，可以考慮針對內圍、外圍區域著墨棲地調整試驗；數量最優勢則是裏海燕鷗，並以停棲行為為主。
臺南市政府農業局黃冠鳳技士	
1. 針對紅樹林移除試驗，本局業參與部分協	謝謝台南市政府農業局之協力幫助。

力，期待期末報告可呈現紅樹林移除之後對水質、生態棲地環境改善成效，未來也可考慮應用於其他濕地。相關施作過程照片還請受託單位協助整理呈現於期末報告。	
經濟部水利署第六河川局書面意見	
1. 曾文溪右岸 1 號水門目前進行改建工程，預定年底完工，棲地現況監測是否影響，再斟酌納入考量。	感謝委員提醒。
2. 七股海堤水門如有因調查研究配合啟閉操作，在不影響防洪操作及當地魚塭產業原則下，配合辦理。	感謝貴局之協助。於本計畫調查期間內，尚無調整水門之需求。
社團法人台灣黑面琵鷺生態保育學會戴子堯秘書長	
1. 首先肯定受託團隊及台江處願意在黑面琵鷺保護區投入研究經費及努力，期待這塊棲地能在計畫執行下變得更好。	謝謝委員肯定。
2. 本計畫是第 2 年執行工作，本學會業參與協助鳥類調查相關工作，若比對 2 年資料可發現，今年度確實可發現雁鴨類數量大量減少，鳥類群聚組成已恢復過往黑面琵鷺保護區狀況，以今年度相關調查數據也尚無明顯關聯可說明此現象。	謝謝補充資訊。將納入建議提供後續計畫參考。
3. 針對黑面琵鷺調查結果，期中階段是呈現今年度 1 月開始調查成果，以黑面琵鷺習性是從年度 9 月開始至隔年 4 月會分布棲息於保護區內內圍、外圍，並以外圍樣區東西走向紅樹林植群內為主，並以停棲行為為主。	謝謝補充資訊。將納入建議提供後續計畫參考。
4. 有關保護區內鳥類利用狀況，因保護區屬感潮濕地，水深會隨潮汐而變動，調查過程並未逐一記錄鳥類停棲水深，但有記錄水門水尺刻度，應可利用去年度所調查地形高程狀況推估，未來也可考慮透過水門管控營造各類鳥種所偏好停棲水深。	謝謝補充資訊。將納入建議提供後續計畫參考。
5. 整體鳥類利用狀況，除雁鴨類大幅減少，鵲鴝類鳥種數量在內圍、外圍區域有減少，且有觀察到覓食行為，但在外圍的數量則增加，並以停棲行為為主，可以考慮針對內圍、外圍區域著墨棲地調整試驗；數量最優勢則是里海燕鷗，並以停棲行為為主。	謝謝補充資訊。將納入建議提供後續計畫參考。
6. 報告所述之綠繡眼應是斯氏繡眼，可配合國	謝謝指正。

家公園資料庫更新後修正。	
7. 針對外圍樣區灘地底拖調查，調查所得多樣性雖下降，但鰻科魚種等候鳥食源數量多，未來建議可持續於灘地試驗努力。	謝謝補充資訊。
企劃經理課鄭脩平課長	
1. 有關龍鬚菜開放採捕之可行性評估工作坊活動部分，雖因疫情影響而無法照原定計畫，廣邀七股當地民眾參與而有所調整，建議找適當時機向當地里長或意見代表說明，讓地方民眾了解本處對於該議題之努力與實際作為。	謝謝委員建議。已舉辦一場次的說明會。後續將配合管理處進行相關推廣活動及提供所需資料。
六孔管理站黃光瀛主任	
1. 受託團隊以群集分析法分析鳥類調查結果之空間及時序(月份季節)變化，調查方法是採完全計數法，但缺乏調查時間，考量鳥類棲地利用可分為 resting habitat 及 foraging habitat，且白天分布與夜晚分布棲地也不一樣，建議可考慮於大清早或黃昏傍晚時間點，可觀測到鳥類棲地利用輪替時間點之多樣鳥種，例如秧雞科鳥種。	謝謝委員指導。目前調查時間延續前一年度之方法，固定於下午四時進行調查。
2. 設置人工潮池、潮溝，以提供微棲地供鳥類利用之立意良好，惟考量所設置位置相當接近賞鳥亭，建議可再思考如何因應人群干擾，甚至造成鳥類利用狀況受影響。	不同的微棲地會吸引鳥類來棲息、覓食，而微棲地受到賞鳥亭的人類活動，難免受到影響，建議於賞鳥亭內增加宣導靜音、增加賞鳥圍欄及遮蔽物。設置人工潮池及潮溝之主要目的藉由改善淤積處的水流交換，減緩或改善逐漸淤積陸化的狀態。故內圍灘地之逐漸擴大及紅樹林的擴張，是本計畫主要改善目標棲地之一。而潮池或潮溝的聚魚效果則是附帶的次要目的。但從自動照相系統判斷，在有鳥類出沒的時段(系統有拍攝到鳥類即算，約有 19% 的頻度有鳥類利用潮池)，故仍有其效果存在。
環境維護課呂宗憲課長	
1. 計畫未來成果展現，也請再思考如何以符合科學內涵之前提，轉化為更容易讓民眾瞭解之科普內容。也請思考 2 年期研究計畫完成後，未來保護區應如何落實經營管理策略。	計畫完成後，擷取重要成果精華，淬鍊消化，撰寫成容易理解的科普文章，傳達保育的重要成果。由計畫結果提出可優先處理改善的議題，落實的有效管理，積極執行的管理策略。

解說教育課陳少穎技正	
1. 報告書內容所說明之紅樹林幼苗移除環教活動、龍鬚菜開放採捕試驗工作坊，此兩項活動因應疫情調整辦理方式與簡報所述略有差異，是否因簡報內容為更新版本。	由於隨著 COVID-19 疫情的變化影響，同時又受氣候（強降雨）影響，規劃一直不停在重新調整，以符合現況，故有所出入。
2. 承上，環教活動之現地操作可能受疫情及季節因素無法對外開放，但演講內容比較不受時間壓力，是否可考慮在疫情緩和後，再行辦理，俾讓本處志工了解管理處對紅樹林植群管理投入研究及努力。	謝謝委員建議。
保育研究課王建智課長	
1. 前人文獻彙整除針對研究區域外之資源狀況，本計畫尚包含紅樹林移除等棲地調整試驗，請加入國內相關研究或實務工作資料文獻。	目前有公開資訊包括。2012 年香山溼地海灘，移除強勢紅樹林物種水筆仔和海茄冬。2015 年開始，香山濕地陸續以機械清除紅樹林，直到 2020 年 5 月，才完成 300 多公頃。經費 3000 多萬元。 水利署十河局與台北市野鳥學會、關渡 2021 年自然公園管理處推動「淡水河蘆洲灘地復育計畫」，預計 2021 年 8 月底前移除 2 公頃面積紅樹林。新北市府 3 月起疏伐八里區車容坊加油站至寶茂菜茵社區段非保護區的紅樹林，總面積約 1.05 公頃，於 4 月 19 日前完成。 2020 高雄二仁溪口白砂崙濕地棲地維護-移除紅樹林小苗。
2. 報告章節編排方面，考量本計畫調查項目多樣、樣點繁多，建議可依所設定研究主題、調查項目，分章各別敘述調查方法、成果等，並編列對應頁碼、圖及表名等，以利閱讀。	謝謝委員指導。以重新調整過架構順序。由於各調查項目之資料及比重強度不同，若依各個項目分章撰寫，可能會章節比重落差過大。故重新調整順序，依環境（水質、底直）至浮游動植物、藻類，乃至蝦蟹螺貝及魚類，最後至鳥類，以及與人相關之採捕資源，由環境、食物鏈底層至頂層之方式編排，以利閱讀。
3. 目前尚缺乏樣站環境描述，並請加入 109 年所調查之現地地形及水深敘述。	謝謝委員指正，謹遵辦理。
4. 有關經濟貝類監測，今年度因疫情影響，至今僅開放 5/15-19，仍請併入歷年開放採捕累計資料，並持續分析經濟貝類資源變化。	謝謝委員提醒，今年僅開放採集 5 日及停止採集。從資源量上看仍有持續恢復的情況，但在外圍樣區的環文蛤則有略

	變動，亦有可能有來自微棲地調整試驗擾動影響。
5. 鳥類利用調查，每次調查時間點，建議敘明於調查方法內，尚未說明水位觀測記錄。另分析請加入 109 年調查成果，建議也可嘗試分析各鳥類功能群與水深相關性。	謝謝指正，已補入，調查時間點詳見表 19（第 80 頁），水位觀測記錄及分析水深方式已納入調查方法之敘述中，詳見第四章第 6.3 小節（第 15 頁）
保育研究課林哲宇技士	
1. 各類水域生物調查資料，建議可與 109 年成果比較時空變化分析，或也可嘗試併同進行群集分析或 MDS 分析，觀察其群聚變化狀況。	謝謝委員建議。除因資料不足，缺值（無捕獲）之站次過多的魚類調查無進行群集分析及多元尺度分析外，其餘已增加相關分析。詳見各段調查結果。
2. 龍鬚菜調查尚包含開放採捕可行性評估試驗，報告附件 3 已說明因應防疫措施之對應試驗方式，也請於頁 16 試驗執行方法補充說明。	由於考慮閱讀上的連貫，在報告本文中，著重在調查資料之呈現與分析。而相關活動辦理方法、棲地試驗方法及工作，則以附件呈現。
3. 今年度計畫尚包含各項棲地調整試驗，目前紅樹林抑制試驗已開始，請受託單位補充說明試驗前棲地狀況，並持續記錄試驗中、後之試驗影像與相關數據，俾據以分析試驗成效。	謝謝委員建議。
洪政乾秘書	
1. 受託團隊調查及分析內容資料多樣，各面向也非常詳盡，期中報告也是相對完整。	謝謝委員肯定。
2. 本計畫重要成果是在期末時提出常態經營管理策略，是否可提供監測指標，未來期可透過長期指標監測，評斷保護區環境是否已受改善，或需要據以再調整經營管理方向。	本計畫執行過程，除了依循合約執行目標逐項完完成，並且不定期與委辦單位依據工作進度，討論成效，時時累積議題並討論經營管理策略。目前建議可提供監測指標如燒酒海蜷及環文蛤未來可成為指標監測的生物物種，評斷保護區環境是狀況，據此再調整經營管理方向
謝偉松處長	
1. 計畫工作項目多樣，內容繁雜，相關章節、標題編排方式，請受託團隊再與承辦課討論呈現方式	謝謝處長建議。
2. 針對疫情三級警戒，目前延期至 7/26，原工作計畫規劃進行之環教活動或工作坊，請承辦課協助檢視契約工作內容，以合理調整因應防疫措施下之變更方式。	謝謝處長建議與管理處給予協助。目前已完成環境教育一場次，龍鬚菜試辦移除亦在台江國家公園管理處的協助下邊更為已說明座談會之方式進行。
3. 紅樹林移除試驗前、中、後各階段及各項工	後續將提供相關操作資訊及記錄照片，

作方式、操作過程，請持續記錄並詳實於期末呈現，以回應各界對紅樹林移除成效關注，未來也可做為濕地經營推廣案例。	以作為未來之參考。
---	------------------

附件 10 期末審查意見回覆表

審查意見	廠商回覆
洪夢祺委員(視訊與會)	
1. 本計畫為改善曾文溪口濕地黑面琵鷺野生動物保護區的棲地品質，推動許多現地的實驗工作以及各項環境因子、指標生物監測資料分析已有相當具體成果，對於團隊的辛勞與努力給予肯定。謹就一些分析資料的意涵提出一些想法供後續監測或經營管理參考。	謝謝委員肯定與建議。已在本成果報告補充後續監測或經營管理參考之建議，詳見頁 122~127 及 131。
2. 頁 27-29 圖 8-10 剛剛簡報有提到 7 月、10 月受大雨影響，今(110)年鹽度、導電度等因子較 108-109 年監測資料低。然而圖中 4 月數值亦是如此，經查中央氣象局 CODiS 系統資料，今年 4 月並無強降雨，後續可探討其成因，做為經營管理參考。	4 月時雖然無強降雨，但採樣時恰逢下雨，使得鹽度及導電度直接受影響而較低。
3. 頁 31 圖 11(b)水質因子 PCA 分析圖可看出月份間明顯分群，僅為季節變化之故？抑或與養殖作業有關？	謝謝委員的指導。除了受季節變化影響外，在 109 年 2 月及 110 月的氮氮濃度有較高的情況。但由於周邊養殖漁業大多在 2 月前就已經放水完畢，應處於低水位狀態而無排水需求，因此是否與養殖作業有關，仍需進行後續的持續追蹤。
4. 頁 40 圖 14 底質因子 PCA 分析圖可看出灘地與潮溝在 ORP 方向上明顯分群，但部分灘地有偏還原態，可細究這些還原態資料點是改善前？抑或改善後？可據以探討棲地試驗改善成效。	底質因子 PCA 上方之與 ORP 同方向之內圍、外圍及最外圍樣區之樣本，主要為 108 年至 109 年中樣本，數值多為正值，底質狀態屬於氧化態。
5. 頁 57 圖 22 底棲 MDS 成果圖受離群值影響無法讀出分析資訊，建議增加一張圖放大該分析圖主要資料點範圍，方能提供分析資訊。	謝謝委員建議。已依委員建議進行修正，詳見頁 69 圖 22。
6. 頁 72 圖 29 上圖可看出鳥類組成在內圍、外圍、最外圍有明顯分群，顯示棲地特性不同會有不同功能群鳥類使用。圖 29 下圖月份上看不出明顯分群，建議嘗試以冬、夏、過境標示，或許能看出分群。以上分群資訊亦可提供後續監測及經營管理之重要參考。	所放入 MDS 之資料是以每次調查之「時間地點」做為樣本，每個樣本內之變數則為每次調查之鳥種數量組成。若以冬、夏、過境標示，可能會誤導讀者以為本資料是以「種類」做為樣本，而樣本內之變數則為各次調查所記錄之該鳥種的數量。
7. 頁 84 圖 32 之呈現方式不容易解讀分析資	謝謝委員建譯。本圖呈現方式主要延

訊，建議改變呈現方式。	續 109 年之計畫成果，而目前為止本團隊亦尚未有構思到更亦解讀分析的呈現方式。
8. 頁 106「後續建議」部分建議更具體化。	謝謝委員建議。
賴鵬智委員(視訊與會)	
1. 計畫工作項目繁多且技術難度高，皆已完成，相關統計分析也已周全，執行團隊辛苦了。	謝謝委員肯定。
2. 頁 20 倒數第 3 行「但皆無超做建議縣值」請改為「但皆無超過建議限值」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 31）
3. 頁 30 倒數第 1 行「逐年逐漸改善」建議改為「逐年改善」即可。	謝謝委員指正。已修正（見頁 41）
4. 頁 61 第 9 行「受大雨沖刷的影響而收到影響」建議改為「受大雨沖刷而影響其分布」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 74）
5. 頁 61 最後一行「不再原來的 st3 測站」請改為「不在原來的 st3 測站」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 74）
6. 62 第 10 行「前 10 名隻鳥種」請改為「前 10 名之鳥種」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 77）
7. 頁 62 第 17 行「1 月 9 日調查時即紀錄」請改為「1 月 9 日調查時即記錄」，第 19 行「又再度紀錄」請改為「又再度記錄」。（「記錄」是動詞，「紀錄」是名詞）	謝謝委員指正，已修正（見頁 77）。此外亦將報告中之「紀錄」與「記錄」錯別字進行統一檢視並修正之。
8. 頁 89 第 3 行「再採捕壓力下」請改為「在採捕壓力下」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 107）。
9. 頁 94 第 11 行「除鐵尖海蜷外……」請改為「而 110 年除鐵尖海蜷外……」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 112）。
10. 頁 96 第 2 行「109 年度其它共棲物種」請改為「110 年度其他共棲物種」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 114）。
11. 頁 97 倒數第 2 行「崩入近潮溝中」請改為「崩進潮溝中」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 115）。
12. 頁 98 圖 46 圖說「在導入後方之高壓水管」請改為「再導入後方之高壓水管」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 116）。
13. 頁 98 第 7-8 行「使方法之好處」請改為「此方法之好處」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 116）。
14. 頁 100「(二)紅樹林移除成果」一節過於簡略，建議補充說明執行方式、位置、面積及辦理環教活動之概述。	謝謝委員建議。已補充紅樹林移除成果之執行方式、位置及面積，詳見頁 118。還教活動詳見附件 4。
15. 頁 104 倒數第 8 行「外測樣區淤積情況」	謝謝委員指正。已修正（見 123 頁）。

建議改為「外側樣區淤積情況」。	
16. 頁 105 第 5 行「以有許多龍鬚菜流失」請改為「已有許多龍鬚菜流失」。	謝謝委員指正。已修正（見 124 頁）。
17. 頁 105 第 6 行「其原因能有待釐清」請改為「其原因有待釐清」。	謝謝委員指正。已修正（見頁 124）。
18. 頁 105 倒數第 15 行「整理民國 100 年至 109 年」請改為「整理民國 100 年至 110 年」	謝謝委員指正。已修正（見頁 124）。
19. 初步看來棲地調整試驗及紅樹林移除抑制項目朝正向效益發展，故建議若有可能，後續計畫增加這兩項工作的經費，加大施作規模與力度，以加快與擴大試驗成果驗證。	感謝委員對計畫之肯定。
梁世雄委員	
1. 請確認期末格式合於國家公園要求。	謝謝委員提醒。
2. 請補充中文摘要。	謝謝委員指正。已於本成果報告中，放入中文摘要。
3. 頁 9 水質分析，考量有效樣點(空間)及季節(時間)兩種變數，未來如樣本足夠，應將資料執行二因子變方分析，並評估交叉作用。	謝謝委員建議。承如委員所言，本報告之採樣設計所得之樣本數不足，無法採二因子變方分析進行空間及季節探討。
4. 頁 30~32：PCA 分析結果，依據變異解釋百分比數值，應選取至 PC3，同時在 PC1 解釋因子選擇溫度(0.3011)，則 PC2 之溶氧及葉綠素 a 也應選取，PC3 則選取鹽度、COD、濁度及總磷，請重新思考。(僅有懸浮物未被選取)，同時圖 11 也應以 3 度空間圖形表達。	謝謝委員指導。水質因子主成分分析已依委員建議選至 PC3，此外解釋因子於絕對值 0.3 以上者皆納入選取（詳見第 41 頁）。由於受限軟體無法匯至 3D 圖，故另附上 PC1 對 PC2 之分析圖（圖 12，第 43 頁）。
5. 頁 37 之底質因子 PCA 分析之建議與水質 PCA 分析相同，應取至 PC3 進行討論及繪圖。	謝謝委員指導。底質因子主成分分析已增加 PC3 之繪圖及討論，詳見第 45 頁描述及第 52 頁圖 15。
6. 頁 106 後續建議對委託單位執行內容並不清楚且助益較少，請依據討論內容，提供建議之具體說明，如何控制與管理？在何處及如何進行加長及延伸人工潮溝等。這些建議為較中期或長期內容，請提出短期且具體可行的建議，以有利委託單位之實際操作和績效。	謝謝委員指導。已重新編撰相關段落。於第五章增列一「三、透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略」一節，針對各項建議提出較為具體的建議及說明（詳見頁 122~127）。
7. 頁 88~92 歷年環文蛤調查結果，由比對頁	謝謝委員指正。圖 42 之遺漏之內、外、

89 圖 39 及圖 42 殼齡變化，環文蛤重量決定關鍵似乎在於 2 齡與 3 齡之比例關係，尤其是 3 齡在族群所佔比例，請注意。另圖 42 未列內、外、最外圍之標示。	最外圍標示已補上(頁 109)。殼齡確實是族群平均重量關鍵，後續將持續追蹤。
8. 海蜷之族群變動似乎與環文蛤有相似趨勢，主要減少狀況均發生在 107 至 108 年間，兩種貝類族群間或者兩者與環境間關聯性為何?	環文蛤與及本保護區所調查到之海蜷類(如燒酒海蜷、鐵尖海蜷)等為共棲物種，除了一種為表棲性，一種為內棲性而有所不同外，在環境底質選擇上和食性有部分相關，將持續監測族群消長狀況。
郭東輝委員	
1. 期末報告中，計畫實施地點：黑面琵鷺生態保護區的名稱有不同的稱法，例如頁 70、79：十份黑面琵鷺保護區，頁 105：七股黑面琵鷺保護區，請修正統一名稱。	謝謝委員建議。除了文獻回顧處或引用時，保留其發表論文或報告之原始名稱外，其於內文已統一修正為「十份黑面琵鷺生態保護區」。
2. 黑面琵鷺在保護區內只利用外圍區域，本計畫尚無對於黑面琵鷺在保護區利用之敘述，希望下一年度能有更多篇幅說明，例如行為、利用情形。	謝謝委員建議。目前所觀察到之利用行為是以停棲休息為主。
臺南市政府農業局黃冠鳳技士	
本案計畫紅樹林移除成果照片僅有 3 張，建議可增加施作過程照片以及移除後鳥類棲息照片，並稍加描述施作方式，若成效良好，未來此施作方式可供其他濕地經營管理參考。	謝謝委員建議，已增加文字描述，詳見頁 118。相關之鳥類利用照片在鄰近段落處已有呈現(頁 121、122)。
經濟部水利署第六河川局謝錦志正工程司	
1. 後續如計畫持續辦理，建議進行計畫區之地形水深監測，以了解期淤積趨勢及淤積速率。	謝謝委員建議。目前是以 109 年度地形調查成果套用水門處水尺讀數，來分析保護區內水深變化狀況。
2. 沖洗人工潮溝及潮池所沖起來的泥，是被潮水帶走或沉積於附近，另多久時間回淤對應再次沖洗之適合頻率，建議補充說明。	人工潮溝回淤情形，依今年度執行過程，在沖淤初期會有大量淤泥快速回填，到後期逐漸減少，而維持一定深度。如此也可帶動灘地水流退潮。惟目前潮溝仍有斷點，建議可持續延伸至既有天然深溝內。
3. 計畫緣由之辦理動機的說明，似不清晰，建議調整一下，其中文字誤繕也請修正，如”唯”、“畫”設、計”劃”，臺南縣政府建議加前字，”台江國家公園處”應為台江國家公園管理處。	謝謝委員指正。已修正相關「畫」、「劃」、「惟」、「唯」之誤用，將「臺南縣政府」改為「前臺南縣政府」，以及修正其他漏字如，「台江國家公園管理處」誤植為「台江國家公園處」等之錯誤。

社團法人台南市野鳥學會林岱瑤總幹事	
1. 簡報頁 36~38 所示水深分布與鳥類利用比較圖，所提到「0-20 公分水深水域面積在 40 公頃以上有 22 次」是指有特定時間上關聯或是指調查時之背景資料，另外所提到 500 隻次，建議也可說明其鳥種組成。	「0-20 公分水深水域面積在 40 公頃以上有...」之處所提及的為調查時的背景資料。 謝謝建議。後續本保護區未來若有相關計畫，可建議以功能群或鳥種，進行水深與鳥種數量之相關分析研究；而本處以「500 隻次」和「40 公頃」為界，僅為視覺及文字描述上輔助理解「0-20 公分水深覆蓋面積與鳥類數量比較圖」之用。
社團法人台灣黑面琵鷺生態保育學會戴子堯秘書長	
1. 感謝台江國家公園管理處與受託單位所執行本計畫豐碩成果。補充說明鳥類利用成果，目前成果報告僅截至 10 月底，但依目前 11、12 月調查情形，鳥類利用狀況顯示為更佳。	謝謝戴秘書長及貴會的協助調查與補充說明。
2. 從去年(109)、今年(110)年鳥類利用比較，可發現 109 年度雁鴨科大幅減少，而且內圍、外圍之鵲科鵲科等小型鳥種大幅增加，且多以覓食行為為主，最外圍差異不大，且以停棲休息行為為主。可能是因內圍、外圍灘地改善且食源有所增加，導致小型鳥種數量及利用型態改變，因此可能紅樹林移除後續成效正陸續呈現中。	謝謝戴秘書長補充資訊。
3. 目前調查也發現黑面琵鷺利用形式也有變化，過往多棲息於紅樹林區域，但今年可發現棲息於灘地區域之時間變多，且調查黑面琵鷺利用數量也有增多情況。目前利用行為是以停棲休息為主，因此保護區內地形高程及水深分布，以及水域內食源，應還是黑面琵鷺停棲利用關鍵。	謝謝戴秘書長之補充說明。
4. 調查過程也發現，今年度灘地露出面積明顯增加，例如有次調查雖是小潮，但仍有發現大範圍退潮灘地。若能持續改善保護區水體流動，並帶動退潮水流拉力讓灘地範圍露出，對鳥類利用應更有效益。	謝謝戴秘書長之補充說明與建議。
5. 紅樹林移除後及所營造人工潮溝微棲地，目前人工潮溝底質呈黑色，應是屬相對劣化底質，若能持續執行此類底質擾動改善	感謝戴秘書長之建議。已提出相關之經營果裡策略，持續推動微棲地調整，進行擾動並監測評估其效果。

工作，應更能維護灘地品質。	
環境維護課呂宗憲課長	
1. 有關討論與建議事項內，常態性環境監測策略內以及水質監測結果，都顯示 COD 常態超標、氨氮偶而超標，是否有推測其可能原因，未來是否可評估進行保護區外部水質監測。	COD 常態超標原因之可能原因為化學性污染情況，推測可能與周邊魚塢漁業之養殖用藥有關。但若能水體流動良好情況，可改善此 COD 情況。 109 年之水質調查有包含曾文溪出口之測站，而 108 及 110 年之 st7 測站及 st4 測站（堤防外），嚴格來說亦屬於保護區外之樣站。然而 109 及 110 年兩年度之報告分析後，可知區外與區內並無特別不同之處，此外曾文溪河口及國姓橋下亦為環保署河川水質監測的固定樣站，已有相關水質資料可供參考。而與區外相比，反而須持續追蹤經由魚塢匯入保護區之水質，而本計畫已於東魚塢排水匯入處設置樣站（st6）。
2. 水門開關部分，若能全開或全關，對保護區內會否有影響？	水門的全開、或關，會影響進出水量、速度及交換率，進而影響到保護區內之水質及高程等。 然而，十孔水門開關亦須考慮到周邊魚塢及建物，若高程不對，可能導致魚塢溢流造成淹水或是無水可用等漁損或其他損害。
六孔管理站黃光瀛主任	
報告頁 96 所提其他共棲物種調查結果，這些共棲物種也相當普遍出現，這些共棲物種在底質泥沙深度分布，是否也可進一步分析，可豐富研究成果，並應用環境教育及基礎生態分析。	謝謝委員建議。本計畫環文蛤及其共棲物種調查過程中，計算數量豐度為主，未有額外記錄發現物種之深度；亦無進行不同深度區間的標本採集數量比較，因此無法就深度進一步探討分析。
保育研究課王建智課長	
1. 底質環境因子中，間隙水 ORP 測值呈現為還原態，該現象與環文蛤族群豐度自 7 月顯著下降，請補充說明相關性。	環文蛤族群豐度於 7 月份後族群量下降，推論可能因棲地調整試驗有關，造成棲地的擾動有關，但後續底質及水流有轉好趨勢。而紅樹林移除、底質擾動等作業所揚起的淤泥可能造成一段時間內的底質間隙水的 ORP 下降，但至於環文蛤的數量減少與 ORP 下降有無直接或間接之關係，目前之資料並無法進行釐清與解

	釋。
2. 今年度 3 處分區殼齡比例有逐漸恢復趨勢，但數量上則仍呈現年度間波動變化。針對 111 年度開放採捕分區調整策略調整，目前是否可提供具體分區開放建議。	謝謝課長之建議與提醒，已將明年 111 年環文蛤之開放採捕建議納入報告中，詳見 203 頁。目前建議 111 年之經濟性貝類開放採捕方式原則仍延續本年度之策略－開放最外圍區域。
3. 肥滿度指數有恢復趨勢，頁 92 建議針對內圍樣區變化狀況，目前每次調查樣本數是否足夠可分析 3 處分區的各自肥滿度變化。	由於內圍區域所捕獲之環文蛤樣本數不足而無法於當次調查呈現，故無法分區呈現。
4. 龍鬚菜評估試驗因防疫管制措施限制，調整試驗方法，仍請綜整 109、110 等 2 年週期變化調查結果，協助提供後續適宜開放採捕試驗內容。	已依 109、110 年之研究成果及執行經驗，提出相關之試辦採捕內容與建議。詳見附件 5 及第五章、第二節之第(五)項之 5.2 點之內容。後續若有需要，本團隊將積極配合辦理、參與討論並提供建議，亦可幫忙管處導入環境教育課程及協助辦理說明會
(十二) 保育研究課林哲宇技士	
1. 報告內尚有錯字，以及單位誤植情況，例如頁 86 環文蛤定量調查豐度應係 ind./10m ² ，請再檢視修正，調查樣站敘述也請補充。	謝謝指正，已修正單位為 ind./10 m ² 和 g/10 m ² (頁 104)。另外，樣站描述亦補上，詳見表 2 (頁 16)。
2. 頁 101 所述棲地試驗後成效評估，請補充各項調查數據並列表呈現。自動相機監測分析部分，建議可再增加 10-11 月份擇數日進行分析，應可了解度冬中期鳥類利用狀況。	謝謝指正與建議。已補充棲地試驗後成效評估之調查數據，並表列呈現(頁 121 之表 27)。 自動相機監測分析部分，由於資料繁多，有嘗試抽樣的方式，針對天色可辨別、有露出灘地的照片影像進行分析。結果，包含 10/30、11/12、11/16 及 11/18 的 69 組照片及影像檔中，有 64 組有鳥類，但僅有 6 組有利用潮池，約 10%的目擊頻率；與 9 月份之逐日分析資料之目集頻率 20%，有一定之差距。為避免資料檢索分析努力量的不一致性而造成誤差進而影響到數據判讀而有錯誤解釋，故未將此部分放入本成果報告中。
(十三) 洪政乾秘書	
今年度計畫所執行棲地調整試驗：紅樹林植群管理、微棲地(人工潮池、潮溝)營造，試驗效果顯著，建議策略部分，也建議可針對	謝謝洪秘書建議。已提出後續相關微棲地調整之經營管理建議(參見 127 頁之第五點建議與說明)

外圍、最外圍持續進行相關棲地調整工作，惟請提供工作範圍具體建議，例如是建議可採與今年同等規模或可考慮更大規模進行。	
(十四) 張登文副處長	
1. 報告所提各面向策略建議內容已於簡報中更詳細說明，請於第五章增列小節說明，以對應契約工作項目。	謝謝主席建議。已於第五章增列—「三、透過監測評估棲地改善試驗成效，綜合提出常態性經營管理策略」一節，以對應契約工作項目。(詳見頁 122~127)
2. 成果報告請增加摘要，敘明研究緣起、研究方法及過程、重要結果、主要建議事項等節，俾至 GRB 系統登錄相關研究資料。	謝謝主席建議，謹遵辦理。
3. 報告內之結論與建議，期末報告以現況描述為主，請補充簡報內容至成果報告內，具體建議事項亦同。	謝謝主席建議。已更新有關建議內容之具體事項至成果報告中，詳見頁 122~127 及 131。