內政部國家公園署台江國家公園管理處委託辦理計畫

黑面琵鷺生態保護區開放採捕資源永續利用監測計畫

【成果報告】



委託單位：內政部國家公園署台江國家公園管理處

執行單位：國立嘉義大學

計畫主持人： 邱郁文

共同主持人： 黃大駿

中華民國114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）

內政部國家公園署台江國家公園管理處委託辦理計畫

黑面琵鷺生態保護區開放採捕資源永續利用監測計畫

【成果報告】

委託單位：內政部國家公園署台江國家公園管理處

執行單位：國立嘉義大學

計畫主持人： 邱郁文

共同主持人： 黃大駿

中華民國114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 ix
第壹章 前言 1
第貳章 背景資料及文獻回顧 3
第參章 計畫工作項目及範圍 11
一、研究地區 11
二、計畫執行項目及調查規劃概述 12
三、研究及執行方法 13
四、研究進度 (甘特圖) 23
第肆章 研究結果 25
一、113-114 年度黑面琵鷺保護區水質、底質等環境因子定期監測 25
(一) 水質環境因子定期監測 25
(二) 底質環境因子定期監測 47
二、 黑面琵鷺生態保護區開放採捕相關監測及試驗工作 57
(一) 經濟貝類開放採捕定期監測 57
(二) 龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗： 74
(三) 石蚵開放採捕可行性評估 78
三、 監測 109-112 年度執行之棲地試驗成效 83
(一) 109-112 年度棲地試驗－人工潮溝池監測 83
(二) 底質沉積速度調查 88
(三) 鳥類利用成效分析 89
第伍章 討論 99
第陸章 結論與建議 107
一、結論 107
二、建議 108
第柒章 參考文獻 111
附錄一、各水質項目顯著主效應之 Duncan 多重比較檢定結果 115
附錄二、113 年及 114 年漁民經濟性貝類（環文蛤、文蛤及竹蟶）採捕現況 117
附錄三、113 年及 114 年漁民試辦採捕龍鬚菜現況資料登錄 121
附錄四、114 年漁民試辦採捕石蚵現況資料登錄 125
附錄五、113 年至 114 年度冬季鳥類調查名錄 127
附錄六、減緩棲地劣化之棲地管理措施後續管理建議－補充說明 139
附錄七、經濟性貝類及試驗性開放採捕之經營管理建議－補充說明 143

附錄八、評選會議審查建議及廠商答覆 145
附錄九、第一次期中審查會議（113/8/6）建議及廠商答覆 149
附錄十、第二次期中審查會議（113/12/18）建議及廠商答覆 157
附錄十一、第三次期中審查會議（2025/8/5）建議及廠商答覆 165
附錄十二、期末審查會議（113/12/11）建議及廠商答覆 173

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.....3
表 2、水質分析項目及方法參考一覽表.....14
表 3、113 年各測站水質調查結果.....34
表 4、114 年各測站水質調查結果.....36
表 5、水質雙因子變異數分析 (Two-way ANOVA)之 P 值 (P-value) 檢定結果摘要表.....38
表 6、108 年至 114 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.....44
表 7、113 年各測站底質調查結果.....50
表 8、114 年各測站底質調查結果.....51
表 9、底質環境因子變異數分析（One-way ANOVA）檢定表.....52
表 10、108 年至 114 年底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.....54
表 11、歷年漁民環文蛤採捕情況統計.....58
表 12、113 至 114 年海蜾定量調查豐度及重量結果.....66
表 13、105 年至 114 年歷年海蜾定量調查資料.....66
表 14、113 年度其它共棲物種定量調查豐度（ind./10 m^2）.....68
表 15、113 年至 114 年各測站龍鬚菜之覆蓋面積變化.....75
表 16、113 年至 114 年各測站龍鬚菜生物量變化.....76
表 17、113-114 年龍鬚菜試驗－有無採集之底質表土 pH 值變化.....78
表 18、113 年至 114 年各測站硬底質石蚵密度 (ind/m^2).....80
表 19、113 年軟底質石蚵分布調查記錄.....80
表 20、109-112 人工潮溝施作之後續監測成果.....85
表 21、沙洲標杆及泥沙沉降管變化情況.....89
表 22、113 年內圍樣區之潮溝池內外鳥類利用調查記錄.....97
表 23、114 年內圍樣區之潮溝池內外鳥類利用調查記錄.....98

圖 目 錄

圖 1、歷年人工潮溝及潮池位置圖 9
圖 2、十份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研究區域示意圖 (下圖) 11
圖 3、113-114 年計畫主要工作項目 12
圖 4、曾文溪口濕地核心區(十份黑面琵鷺生態保護區)以及保護區周緣地區各測站分佈示意圖 13
圖 5、環文蛤及海蜷範圍定量調查示意圖 18
圖 6、環文蛤形質測量 18
圖 7、龍鬚菜採樣方框之影像校正示意圖 19
圖 8、108 年至 114 年各測站水質－溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值變化圖 39
圖 9、108 年至 114 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 40
圖 10、108 年至 114 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 41
圖 11、108 年至 114 年各測站水質因子之相關性分析 43
圖 12、108 年至 114 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC2 45
圖 13、108 年至 114 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC3 46
圖 14、108 年至 114 年各測站底質孔隙水之 pH、氧化還原電位（ORP）和底質平均粒徑與篩選度變化圖 53
圖 15、108 年至 114 年各測站底質因子之主成份分析-PC1 及 PC2 55
圖 16、108 年至 114 年各測站底質因子之主成份分析-PC1 及 PC3 56
圖 17、101 年至 114 年歷年漁民每日採捕總重和登記採捕人數趨勢圖 59
圖 18、101 至 114 年，歷年環文蛤採捕總重及總人次變化圖 61
圖 19、101 至 114 年，歷年環文蛤採捕總重及每日每人平均採捕環文蛤重變化圖 62
圖 20、111-114 年定量調查豐度與採捕環文蛤平均重量之變化 63
圖 21、111-114 年環文蛤殼齡及捕獲數之變化 64
圖 22、113 年至 114 年環文蛤分區殼齡組成 64
圖 23、台江國家公園 111-114 年環文蛤肥滿度指數 65
圖 24、105 年至 114 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化 67
圖 25、台江國家公園歷次環文蛤體重及豐度之變化 69
圖 26、台江國家公園歷年環文蛤體重及豐度之變化 69
圖 27、台江國家公園歷年(A)內圍、(B)外圍及(C)最外圍環文蛤體重及豐度之變化 70
圖 28、台江國家公園歷年殼齡百分比變化 72
圖 29、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 72
圖 30、台江國家公園環文蛤 100 年至 114 年肥滿度指數之變化 73
圖 31、109 年至 114 年龍鬚菜覆蓋面積變化 76

圖 32、硬底質石蚵調查之各測站環境狀態 81
圖 33、軟底質石蚵分布調查路徑及記錄點位 82
圖 34、109 年至 114 年之 10~3 月鳥類物種組成及數量觀測結果 91
圖 35、109 年至 114 年度冬季，內圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果 92
圖 36、109 年至 114 年之度冬季，外圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果 93
圖 37、109 年至 114 年之度冬季，最外圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果 94
圖 38、2024/11/6 內圍（潮池外）停棲的黑面琵鷺 95
圖 39、113 年 2 月 26 日 06:15 分黑面琵鷺利用潮池紀錄照 96
圖 40、113 年 3 月 31 日 07:15 分黑面琵鷺潮池覓食紀錄照 96
圖 41、113 年 5 月 9 日 18:30 一群黑面琵鷺和鷺科鳥類於潮池覓食紀錄照 96
圖 42、105 年 1 月至 114 年 10 月七股地區氣溫及雨量資料 102
圖 43、113 年 2 月 27 月 ST.C 測站龍鬚菜調查現況照片 104
圖 44、113 年 8 月 14 月腐敗後的龍鬚菜及周邊環境 104

摘 要

曾文溪口濕地係屬國際級重要濕地，其核心區位於曾文溪出海口北岸，同時也是台江國家公園十份黑面琵鷺生態保護區。該區由七股海堤、曾文溪河堤等堤防圍堤後形成廣大浮覆潮間帶，感潮水源來自七股海堤 1 號水門、曾文溪河堤 1 號水門以及周緣養殖引排水潮溝。由於潮水漲退匯聚豐富營養鹽，因而形成多樣生物群聚棲地，長年以來除為黑面琵鷺等度冬候鳥之重要棲息地外，亦是當地民眾重要傳統捕撈漁獲地點。持續了解此區的水質及底質環境現況，監測主要開放採捕對象之環文蛤族群現況是有必要性的。

本計畫規劃 113-114 年度於黑面琵鷺保護區內、保護區周緣地區及養殖池主要管道口等區域，進行水質及底質環境因子監測、經濟性貝類環文蛤漁撈現況及定量調查、龍鬚菜生長週期調查和石蚵物種及分布調查等工作，以綜合提出常態性經營管理策略。

113 年監測顯示，北分區（內圍與外圍）由於連續三年採捕限促使環文蛤族群恢復，漁民採捕之個體體型亦有所提升。然而 113 年底起族群豐度明顯下降，114 年初調查亦顯示 III 齡以上個體缺乏，內圍樣區情況尤為明顯。綜合評估後，114 年起調整為開放南分區（最外圍），並適度限縮範圍，以保全外圍成熟個體資源，作為周邊灘地之親代來源。而 114 年之定量監測結果亦顯示，此策略使得 114 年外圍仍維持較好的狀態。水質方面，懸浮固體與化學需氧量（COD）雖普遍偏高，惟近年 COD 已較歷年同季值略有下降，呈現改善趨勢。沉積物的氧化還原電位（ORP）長期維持在低點，雖然 2013 年後略有回升，但受內源性有機物累積影響，部分區域仍呈現明顯的還原環境。龍鬚菜方面，監測結果顯示若未適時移除，可能導致大量腐敗與底質劣化；石蚵漁民採集意願高，且有助分擔環文蛤採捕壓力，建議於不破壞基質前提下，於特定區域與時段開放附帶採集，以兼顧生態與文化傳統之延續。

本計畫提出以下管理與保育建議：

一、棲地環境品質管理建議

1. 持續監測棲地水質與沉積物狀況。
2. 持續執行微棲地管理措施以改善水體交換，進而提升水質並減少棲地底質的沉積物累積與惡化。這些措施包括： (1) 監測棲地改善行動的成效； (2) 執行旨在減緩棲地退化的微棲地管理措施。

二、 經濟重要貝類管理與試辦開放採捕活動建議

1. 關於環文蛤資源管理，建議持續進行定量調查，並根據年度及年初的調查結果實施適應性管理。此外，可評估適當的復育措施，例如試辦種貝集中試驗，以提高繁殖成功率。
2. 關於環文蛤開放採捕管理，建議維持現有的採捕季節、體型限制及分區輪作原則。應根據定量調查數據與採捕活動適時檢討調整。2026 年（115 年）建議持續開放南區採捕，以保育北區環文蛤族群作為整個保護區的來源族群。

3. 建議持續試辦龍鬚菜（大型海藻）開放採捕，或評估將其納入定期許可的採捕物種，以防止海藻腐爛導致底質惡化，並加強推廣海藻採捕活動。
4. 建議持續試辦牡蠣開放採捕，並配合傳統採捕區域調查與牡蠣分布評估，以累積試辦成果，並協助分散目前對環文蛤的採捕壓力。

關鍵字：棲地環境監測、微棲地、環文蛤、明智利用

Abstract

The Zengwen River Estuary Wetland is an internationally significant wetland. Its core area is located on the north bank of the Zengwen River estuary and serves as the Ten-portion Black-faced Spoonbill Ecological Conservation Area of Taijiang National Park. This vast tidal flat, formed by the embankments of the Qigu Levee and Zengwen River Levee, receives tidal waters from the Qigu Levee Sluice Gate No. 1, Zengwen River Levee Sluice Gate No. 1, and surrounding drainage channels from aquaculture ponds. The ebb and flow of tides accumulate rich nutrients, creating diverse biological habitats. For years, it has been a critical wintering habitat for Black-faced Spoonbills and other migratory birds, as well as an important traditional fishing ground for local residents. Therefore, it is essential to maintain a continuous understanding of the current water and sediment environmental conditions in this area, and to monitor the population status of *Cyclina sinensis*, the primary species targeted for open harvesting

This project, planned for the years 2024-2025, conducted monitoring of water and sediment environmental factors, surveys on the fishing status and quantity of the economic bivalve *Cyclina sinensis*, growth cycle surveys of *Gracilaria* spp., and species distribution surveys of Oysters within the Black-faced Spoonbill protection area, peripheral areas, and main aquaculture pipeline outlets. The goal is to propose comprehensive routine management strategies.

Monitoring in 2024 indicated that the *C. sinensis* population in the North Zone (Inner and Outer Zones) recovered due to three consecutive years of harvest restrictions, and the size of individuals harvested by fishermen increased. However, abundance dropped significantly starting at the end of 2024, and surveys in early 2025 showed a lack of individuals aged III-group and above, particularly in the Inner Zone. After comprehensive assessment, the strategy was adjusted in 2025 to open the South Zone (Outermost Zone) with a moderately limited range to preserve mature individuals in the Outer Zone as a broodstock source for surrounding tidal flats. Furthermore, the quantitative monitoring results from 2025 (Year 114) indicate that this strategy has allowed the *C. sinensis* population in the Outer Zone to remain in a better state. Regarding water quality, although Suspended Solids (SS) and Chemical Oxygen Demand (COD) remained generally high, recent COD values have slightly decreased compared to historical values for the same season, showing an improving trend. Sediment Oxidation-Reduction Potential (ORP) has remained low for a long time; although there was a slight rebound after 2013, a more pronounced reductive environment is still evident in some areas, influenced by the accumulation of endogenous organic matter. Regarding *Gracilaria*, monitoring results suggest that failure to remove it in a timely manner may lead to mass decay and sediment degradation. For Oysters, fishermen have a high willingness to harvest, and it helps reduce the fishing pressure on *C. sinensis*. It is recommended to open incidental harvesting in specific areas and timeframes without damaging the substrate, to balance ecological preservation with the continuation of cultural traditions.

This project proposes the following management and conservation recommendations:

I. Habitat environmental quality management recommendations

1. Continue monitoring habitat water quality and sediment conditions.
2. Continue implementing microhabitat management measures to improve water exchange,

thereby enhancing water quality and reducing sediment accumulation and degradation of habitat substrates. These measures include:

(1) Monitoring the effectiveness of habitat improvement actions;

(2) Implementing microhabitat management measures aimed at mitigating habitat degradation.

II. Management recommendations for economically important shellfish and trial open-harvest activities

1. With respect to *C. sinensis* resource management, it is recommended to continue quantitative surveys and to implement adaptive management based on annual and early-year survey results. In addition, appropriate restoration measures may be evaluated, such as trials involving the concentration of broodstock clams, in order to enhance reproductive success.
2. For *C. sinensis* open-harvest management, it is recommended to maintain existing principles regarding harvest season, size restrictions, and rotational zoning. Adjustments should be reviewed as appropriate based on quantitative survey data and harvesting activities. For 2026, it is recommended to continue opening the southern zone for harvesting, in order to conserve clam populations in the northern zones as a source population for the protected area as a whole.
3. It is recommended to continue trial open harvesting of seaweed (*Gracilaria* spp.), or to evaluate its inclusion as a regularly permitted harvest species, in order to prevent substrate degradation caused by seaweed decay and to strengthen promotion of seaweed harvesting activities.
4. It is recommended to continue trial open harvesting of oysters, accompanied by surveys of customary harvesting areas and assessments of oyster distribution, in order to accumulate trial results and to help disperse harvesting pressure currently placed on *C. sinensis*.

Keywords: Habitat Environmental Monitoring, Microhabitat Management, *Cyclina sinensis*, Wise Use

第壹章 前言

一、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）。

唯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），台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*) 及竹蟶 (*Solen strictus*) 等，且該傳統貝類採捕行為，業經台南縣政府 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，更進一步瞭解並掌握目前台江地區生物資源豐度及分佈狀況，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汙染，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汙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，進行調查並瞭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。

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，已於 109 年和 110 年執行「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」和「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」，為連續兩年之定期底棲無脊椎動物（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，以及瞭解龍鬚菜消長狀況，並調查環境水質及底質狀況；同時進行微棲地試驗調整，包括因淤積而高程較高的內圍及外圍灘地營造人工潮池、潮溝等，以及紅樹林部分移除等棲地改善，減緩並改善淤積情勢外，同時可作為乾潮時鳥類所用。在既有漁業資源－環文蛤採捕管理上，亦已執行了多年的滾動式管理，於民國 101 年至今，每年執行環文蛤資源及漁民採捕現況調查，以做為次年經營管理之採捕建議基礎。然而除了現行開放之環文蛤、文蛤及竹蟶外，棲地內尚有其他過去七股居民傳統利用之採捕資源，如龍鬚菜及石蚵等，亦是居民近年反應期望納入可開放採捕項目。

為永續利用保護區內經濟貝類資源，台江國家公園管理處爰規劃辦理本 2 年期計畫，除了持續進行環境因子監測外，規劃開放採捕經濟貝類族群變化定期監測，以及龍鬚菜模擬捕撈試驗前後監測，並依據諮詢委員會建議增列石蚵列入開放採捕可行性評估。期望透過上述監測及試驗，並配合台江國家公園管理處於黑面琵鷺保護區的棲地經營管理策略施行，作為開放採捕策略及棲地經營作業調整修正依據。

二、計畫目標

為持續監測試驗成效及現地生態棲地狀況，延續前期研究計畫環境監測樣站，辦理水質、底質監測，並持續監測開放採捕經濟貝類族群變化，及試辦龍鬚菜及石蚵調查及模擬捕撈試驗，俾評估增列捕撈物種及建立管理策略。相關成果預期用於評估修正常態棲地經營作業。

第貳章 背景資料及文獻回顧

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布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、2023；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文獻	邱郁文、黃大駿(2023) 黑面琵鷺生態保護區棲地試驗後生態監測計畫(111-112 年度計畫)	2022.01~2023.12	黑面琵鷺保護區(曾文溪口濕地)	1.持續監測黑面琵鷺保護區內之水質及底質狀態。 2.持續龍鬚菜組成及生長變化調查以及開放採捕之可行性評估。 3.持續進行棲地改善試驗及施行成效追蹤與監測，以作為後續棲地經營管理之參考及基礎資料 4 進行經濟性貝類－環文蛤之持續性資源調查，提供後續年度環文蛤開放採捕等經營管理之調整參考。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及棲地試驗
	邱郁文、黃大駿(2021) 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(110)	2021.01~2021.12	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管道口之浮游生物、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，期取得生物豐度分佈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，及龍鬚菜組成及生長變化與採捕可行性評估 4.進行棲地改善試驗並評估成效 5.進行經濟性貝類－環文蛤之姿持續性資源調查，提供後續年度環文蛤開放採捕等經營管理之調整參考。	黑面琵鷺保護區之貝類及指標物種資源管理及棲地試驗

	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文獻	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管道口之浮游生物、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，期取得生物豐度分佈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佈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
	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佈進行調查，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，期取得生物豐度分佈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瞭解生物物種豐度分佈及環境特性。 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，瞭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、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	

	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
	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		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。 2.貝類監測計畫從 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、貝類族群變化動態等進行比較。	
	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	2014.5~2014.8			
	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，並規劃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，並規劃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，並規劃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，並規劃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
他相關區域之調查計畫及文獻	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

一、台江國家公園之潮間帶及水生生態資源回顧

為瞭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。蝦蟹部分則共記錄蝦 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、兇狠圓軸蟹、鋸緣青蟳、角眼沙蟹、臺灣招潮蟹、萬歲大眼蟹、白紋方蟹、字紋弓蟹、網目海蜷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、晶瑩蟳、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、鋸緣青蟳、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、山椒蝸牛、布氏魁蛤、土豆魁蛤、紅鬍魁蛤、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，目標為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。底泥內之底棲樣本中共採集到 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、海蜷科和錐頭蟲科、纓鰓蟲和沙蠶科、殼菜蛤科、鉤蝦等。拖網樣本共採集到 11 種，包括流紋蜷、栓海蜷、土嘴瓜殼菜蛤和東方白蝦及頭紋細棘鰕虎、爪哇擬鰕虎、小擬鰕虎等。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，其中以大鱗鯵為主棲地最優勢之魚種、捕獲數量達 1,583 隻、花身雞魚與短吻鰄則次之。

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管道口、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。

二、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 年開始至今 (112 年) 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。

整理民國 100 年至 112 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 年時平均豐度及重量均有慢慢開始回升的情況，至 109 年調查時，平均豐度及重量皆有明顯增加的趨勢，而 111 年度及 112 年查中豐度與 109 年及 110 年相比皆有些微下降的現象。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(2.4-3.6mm)居多，以 IV 齡貝(4.0mm 以上)捕捉到的數量最稀少，105 年至 108 年後捕捉到的環文蛤皆以 I 齡貝為主，但至 109 及 110 年時，殼齡百分比有明顯恢復至 106 年調查的狀況，111 年調查中則發現 III 齡貝高達 47.2%。從 109 年、110 年及 111 年調查，環文蛤主要的殼齡從 I齡貝轉變為 II、III 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。

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 年開始於內圍樣區進行棲地營造後，於 111 年調查期間已可發現少量的 III 齡貝，然而 112 年卻有大量 I 齡貝的出現，推測有可能受到 7 月及 9 月連續兩次颱風的影響，亦或是集中採捕導致環文蛤族群豐度有快速下降的趨勢進而大量釋幼，為國家公園環文蛤族群是否有逐漸轉好的後續觀察重點。

此外，112 年 5 月七股地區之文蛤養殖魚塭發生大量死亡，亦有相關新聞報導，漁民推測可能是久旱又逢連日高溫，因此文蛤池水鹽度上升、水溫高，而導致文蛤大量死亡。在本計畫的 112 年 2 月及 4 月鹽度，在越遠離水門的測站，鹽度確實略較高於往常，如賞鳥亭前方之 A 測站及靠近魚塭處的 B 測站。故氣候異常的狀況，亦可能是導致環文蛤減少的原因之一。

三、台江國家公園曾文溪口濕地核心區棲地試驗回顧

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」曾於十份黑面琵鷺保護區執行無人機空中拍攝以取得正射影像圖，並與過去歷史正射影像圖比對，以瞭解紅樹林近年的擴張情況及取得本區之數值地形模型資料。其研究成果顯示，十份黑面琵鷺保護區的紅樹林從 2009 年 0.12 公頃至 2020 年已成長至 4.30 公頃;而保護區整體高程差約為 2 公尺以上，整體地形以西北角的十孔水門處最低，往東側至東南側逐漸變高。

在同年（109 年）亦於該計畫內進行棲地改善預先試驗，以作為後續計畫之棲地改善規劃參考。其預示試驗為於 6 月中，在賞鳥亭前方一淤積的灘地，沖刷出一條與賞鳥亭前方大潮溝相連的人工潮溝（編號 L109，長 50 m、寬 1.5 m、深 0.5 m）（如圖 1 所示），希望藉此改善內部灘地之水流，在退潮時，周邊淤積的泥沙能藉人工潮溝排出，減輕淤積情況。而在 6 月設置完人工潮溝後之後的 3 個月－7-10 月每月觀察其變化，結果顯示，沖刷後小潮溝的深度約維持在 30 公分之深度，而經由人為擾動之潮溝底質變化由粗泥（試驗前）至非常細砂（試驗後 0 天）至粗泥及非常細砂混合（試驗後 90 天），顯示小潮溝所在灘地之底質，確實會受到小潮溝的影響，淤積狀況可藉此獲得部分改善。因此，後續於 110 年「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」中，亦施作了 4 段寬 3 m 的總長合計為 300 m 的人工潮溝（編號 110-內左、110-內右、110-外 1、110-外 2），以及一直徑約 50 m 的人工潮池（圖 1 紫色區域）。而在 110 年時，109 年所製作的人工潮溝（編號 L109）雖然在乾潮時已不明顯，但在漲、退潮時，仍看得出其潮溝位置及形狀。而其後 111 年度和 112 年度「黑面琵鷺生態保護區棲地

試驗後生態監測計畫」，則針對內圍的人工潮溝、池在進行加強作業，包括延伸及新建人工潮溝（圖 1 淺藍色標記，潮溝監測編號 111-1、111-2 及 111-3），以連通大潮溝及潮池；以及針對潮池之淤積及阻斷之部分亦進行維護。

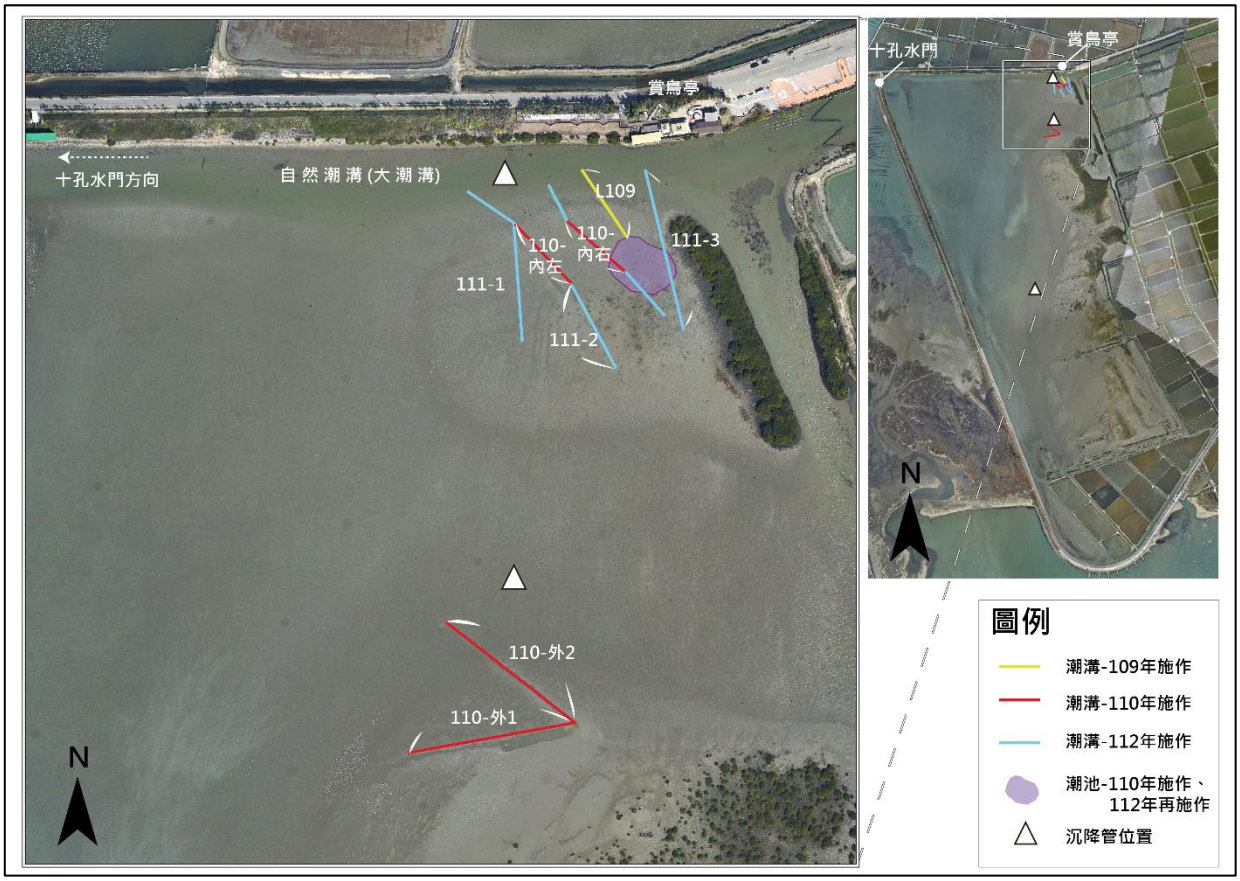


圖 1、歷年人工潮溝及潮池位置圖

(左側正射影像底圖由經濟部水利署第六河川局於 111 年 4 月拍攝提供；右側底圖主要與左側相同，超出範圍處則套疊 109 年計畫之空拍正射影像圖。)

而在設置潮溝及潮池後，亦可發現鳥類時有利用，於人工潮池附近所架設之自動攝影系統，有拍攝到黑面琵鷺利用之情況，包括 111 年 1/6 中午 12:45、13:15、13:30 分拍攝到黑面琵鷺與大白鷺等於潮池集體覓食；以及 111 及 112 年 12 月亦有拍攝及錄製到黑面琵鷺將頭埋入人工潮溝中覓食的畫面。而綜觀 109 年 1 月開始至 112 年 12 月為止，累計 92 次鳥類調查中，內圍樣區僅於人工潮溝池微棲地調整後之 110 年 11/14（1 隻）、111 年 1/1（102 隻）、112 年之 1/7（202 隻）、1/28（66 隻）、11/26（366 隻）、12/1（136 隻）及 12/9（180 隻）等共 7 次有記錄到黑面琵鷺的出沒。雖然黑面琵鷺主要的停棲地點仍以外圍樣區為主，但微棲地調整等人工潮溝池的施作確實吸引了黑面琵鷺前往利用。

第參章 計畫工作項目及範圍

一、研究地區

本計畫以曾文溪口濕地核心區（十份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研究地區，其範圍如圖 2 所示。

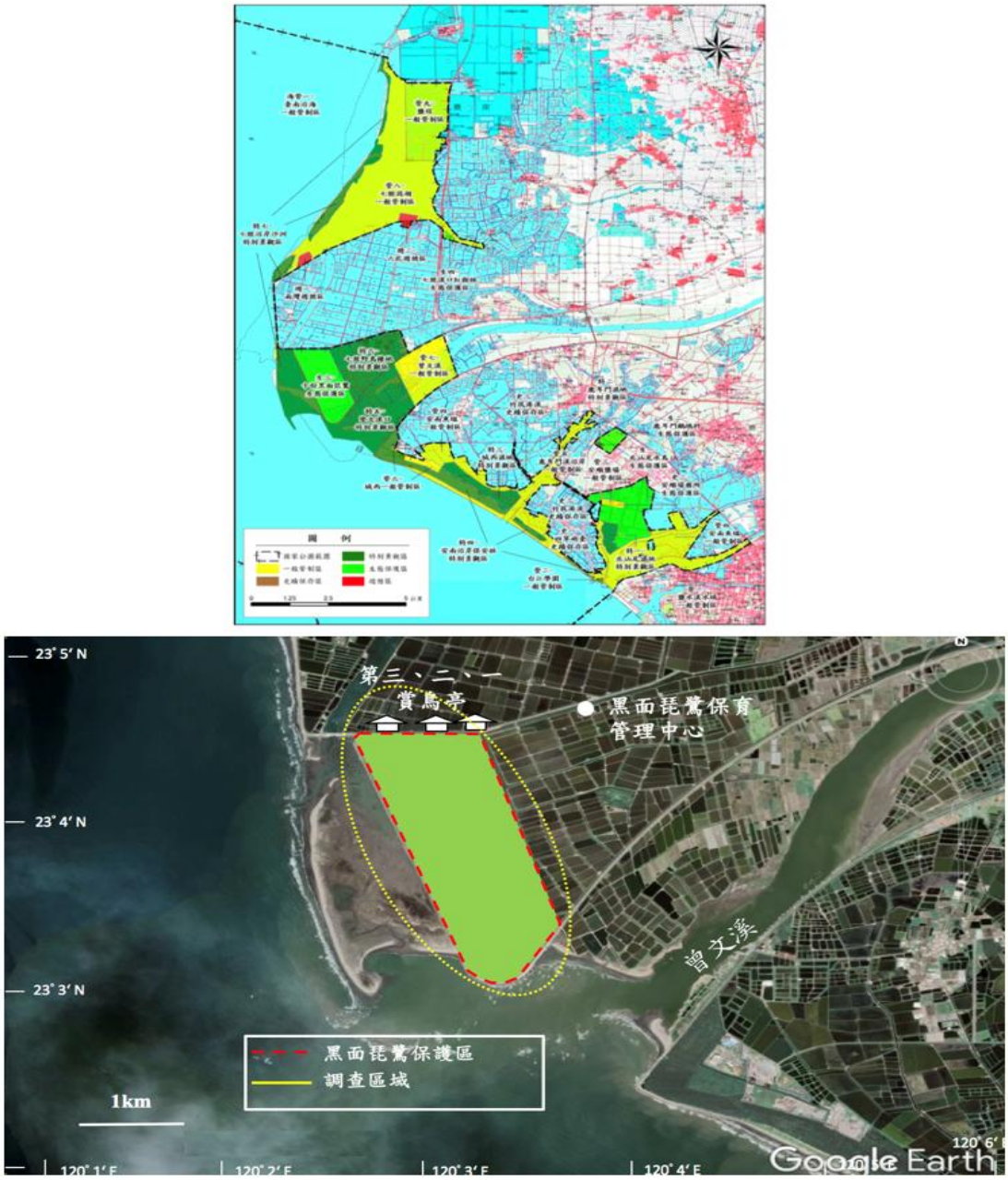


圖 2、十份黑面琵鷺生態保護區位於台江國家公園園區位置圖(上圖)，黑面琵鷺生態保護區範圍圖及研究區域示意圖 (下圖)

二、計畫執行項目及調查規劃概述

本計畫之遠程目標在於透過適當的人為管理，維持乃至改善十份黑面琵鷺生態保護區的濕地生態功能，進而維持生態系統服務。即透過人為干擾減緩及改善棲地日漸淤積、劣化之情況，維持濕地生態多樣性，持續提供主要保育對象－黑面琵鷺等野生鳥類棲息、覓食等利用外，當地傳統經濟性貝類等漁撈文化亦能在此前提下與之共生、共榮。

因此，本計畫的整體工作項目共分為三個面向，包含環境品質的定期監測、棲地改善以及傳統撿拾漁業資源監測與評估，主要工作項目如圖 3 所示。在環境品質定期監測以及傳統撿拾漁業資源監測與評估之樣點設計及採樣頻度設置，皆參考前期計畫及環境棲地特性（如潮溝、水門匯入保護區入流口等）進行規劃，以延續調查並進行年間變化比較。本計畫保留賞鳥亭前潮溝旁灘地（st.A）、東魚塭排水匯入處(st.B)、前兩年龍鬚菜主要生長之灘地（st.C）、十孔水門內（st.WG），等 4 處進行水質監測；底質除了上述 4 站外，亦在主棲地內的內圍、外圍、最外圍灘地進行底質因子監測，底質合計共 7 處；經濟性貝類開放採捕定期監測，則延續前其計畫，於內圍、外圍及最外圍進行穿越線之監測調查（如圖 4 所示）。

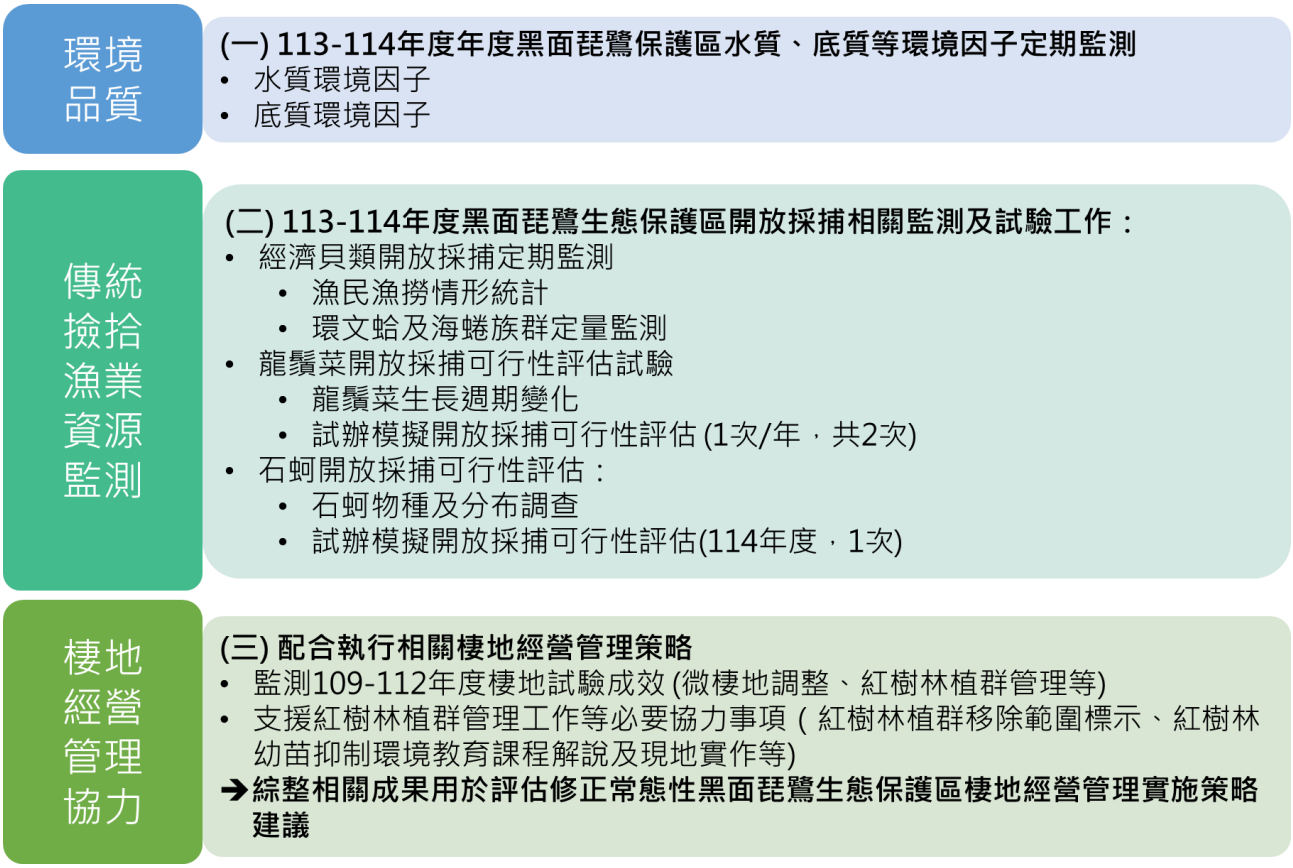


圖 3、113-114 年計畫主要工作項目



圖 4、曾文溪口濕地核心區(十份黑面琵鷺生態保護區)以及保護區周緣地區各測站分佈示意圖
(底圖來源：Google Earth，影像拍攝日期：2019 年 12 月 10 日)

三、研究及執行方法

(一) 113-114 年度黑面琵鷺保護區水質、底質等環境因子定期監測

1.1 .水質環境因子定期監測

a.調查頻度：一年四季每季 1 次，為期 2 年，共計 8 次。

b.調查樣站：如圖 4 所示，共 4 站(st.A, st.B, st.C, st.D)。

c.分析項目及方法：

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)、懸浮固體(SS)、濁度、化學需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、總磷(TP)、氨氮(NH_3-N)、硝酸鹽氮(NO_3^--N)及葉綠素(Chl. *a*)等 13 項。

其中，溶氧可反映水中含氧情況，日間過飽和溶氧可能反映有優養化之潛在風險，溶氧過低如小於 5 mg/L，則對許多魚類來說為缺氧環境（陳瑤湖，2023）。COD 係反映水中可被化學氧化劑氧化之還原性物質所消耗的氧氣量，常用以表示水體中可氧化物質之總量，包括生物可分解之有機質、生物難分解之有機質、某些還原性的無機成分，通常在受污水排放影響之水體中呈現較高數值，但在河口、濕地或紅樹林等高有機質生產與分解作用活躍之自然生態系中，亦可能因天然有機物及還原性物質的存在而呈現偏高；BOD 則是反映這些物質中可被微生物利用所消耗的耗氧量（黃春蘭，2003；江彥霈等人，2005；環境部，2020；Caglak et al., 2024；Lang et al., 2024）。總磷、氨氮、硝酸鹽氮則反應水中的重要營養鹽，其中氨氮為來自動植物的屍體分解或動物排泄物，在水中會持續降解成硝酸鹽氮，硝酸鹽氮和磷酸鹽等營養鹽可供微生物及植物利用，但濃度過高時，亦反映水中可能呈現的污染情況，營養鹽過高會造成水中優養化。

水質因子測定分式，分為現場水質測定及實驗室水質分析兩大類。現場水質測定先以水質儀(HACH/ HQd PORTABLE METERS, YSI/ ProPlus)測定現場之水溫、溶氧量、鹽度、導電度與 pH 等 5 項現場水質資料。實驗室水質分析之項目水樣，將樣站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，其檢測項目包含懸浮固體、濁度、化學需氧量、生化需氧量、水中氨氮、硝酸鹽氮、總磷及葉綠素 a 等 8 項，檢驗方法將參考環境保護署環境檢驗所提供之標準方法 (表 2)。

此外，為了釐清調查當季之資料是否與往年資料相比有所異常，將刪除歷年同季之離群值後作為歷史背景值，再以 t-test 進行檢定，比較有無顯著差異（顯著水準 0.05）。離群值以中位數絕對偏差（MAD）大於 6 倍時，即視為離群值。

表 2、水質分析項目及方法參考一覽表

水質分析項目 (縮寫，單位)	**參考方法**
現場檢測	
水溫(T, ℃)	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 W203.52C) (環檢所, 2023)
酸鹼值(pH)	電極法 (NIEA W424.53A) (環檢所, 2019)
實驗室分析	
懸浮固體(SS, mg/L)	103-105℃乾燥 (NIEA W210.58A) (環檢所, 2013b)

濁度(Turb, NTU)	濁度計法 (NIEA W219.52C) (環檢所, 2005b)
化學需氧量(COD, mg/L)	重鉻酸鉀迴流法（NIEA W514.21B）(環檢所, 2011a)
生化需氧量(BOD, mg/L)	(NIEA W510.55B) (環檢所, 2011b)
總磷(TP, mg/L)	比色法 (NIEA W444.51C) (環檢所, 2005c)
氨氮(NH_3-N mg/L)	靛酚比色法 (NIEA W448.52B) (環檢所, 2020)
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 (Chl. *a*, μg/L)	乙醇萃取法 (NIEA E508.00B) (環檢所, 2013a)

1.2 底質環境因子定期監測

a. 調查頻度：一年四季每季 1 次，為期 2 年，共計 8 次。

b. 調查樣站：如圖 4 所示，共 7 站，包括保護區外圈 4 站(st.A, st.B, st.C 和 st.D)以及保護區內部灘地 3 站(內圍、外圍、最外圍)之底質調查。

c. 調查項目與方法：

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)及底質粒徑等資訊。其中，氧化還原電位(ORP)低於 0 mv 時，底土呈現還原態，容易進行還原作用，在-150 mv 以下容易釋放硫化氫和甲烷等有毒物質，危害底棲生物棲息，甚至低於-250 mv 容易造成貝類死亡（周昱翰及葉信利，2013）；pH 則會影響微生物活性（如硫酸鹽還原菌）及與 H 離子有關的平衡作用（如 H_2S 與 HS^-），一般而言 pH<7 時，硫化氫以具毒性的分子形式（H_2S）存在，8 以上則以較不具毒性的 HS^-和 S^{2-}存在。底質粒徑則與生物微棲地的偏好有關，如環文蛤可能較偏好極細砂的環境（林敬晟，2008）。

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。粒徑分析參考 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。

(二) 113-114 年度黑面琵鷺生態保護區開放採捕相關監測及試驗工作

2.1 經濟貝類開放採捕定期監測

(1) 漁民漁撈情形調查統計，並比對歷年採捕狀況

a. 調查頻度：

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。若因天候或國家緊急事件(如 COVID-19 疫情緊應變配合中央或地方警戒措施等)，則經台江國家公園管理處同意後，進行適度調整。

b. 調查樣站：

漁民漁撈情形調查則依民國 113 年度及 114 年度開放採捕區域進行調查。

c. 調查方法與資料分析：

在 113 年及 114 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便琵鷺保護區之人次，並秤量漁民以掘土方式捕拾的經濟貝類-環文蛤(*C. sinensis*)之重量。將所有資料以 Microsoft Office Excel 進行整理，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用一筆漁獲，故不計算標準偏差；以 Microsoft Office Excel 繪製並分析每日採捕總人數與每日採捕總重之關係。並彙整統計從 101 年起之歷年資料，以單因子變異數分析(One-Way Anova)比較各項數據如平均採捕人數、每日每人平均採捕總重等是否有年間顯著差異，若有則以 Duncan's new multiple range test（後簡稱 Duncan）進行事後鑑定。

(2) 環文蛤族群及海蜷族群之定量調查

a. 調查頻度：

環文蛤族群及海蜷族群定量調查頻率為每季 1 次，並於環文蛤開放採捕期間增加 1 次採樣調查(初步設定於 6 月初至 6 月中)，共計 5 次/年；本計畫執行期間為民國 113 年至 114 年，執行 2 年，共計 10 次。

b. 調查樣站：

如圖 4 所示。環文蛤及海蜷族群定量調查樣區共計 3 區 (內圍、外圍及最外圍等 3 區)。

c. 調查方法：

本項目延續過去計畫之底棲性螺貝類調查，以漁民主要採捕對象的經濟性貝類－環文蛤，以及具指標性的海蜷族群(包括小海蜷科 Batillariidae 及海蜷科 Potamididae)的螺類為主要調查目標。

環文蛤族群及海蜷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 5)。於範圍內，先目視並徒手採集棲息於底質表面的小海蜷科及海蜷科物種，再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。另將穿越線採集之環文蛤樣本及海蜷樣本攜回實驗室進續分析處理。環文蛤以遊標尺測量環文蛤的殼長、殼高及殼幅（圖 6)，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。海蜷則依其外部形態進行種類鑑定後，計算各種之數量後再原地釋回。

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 m^2；海蜷數量亦以單位面積之標準化數量呈現，以利與往年資料比對，單位為 ind./m^2。



圖 5、環文蛤及海蜷範圍定量調查示意圖

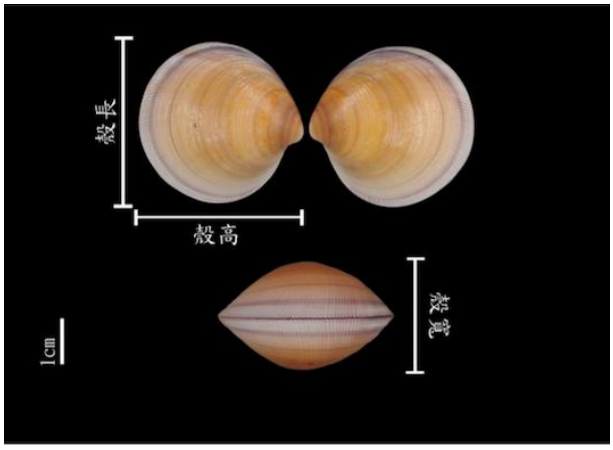


圖 6、環文蛤形質測量

2.2 龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗：

本項目包含（1）龍鬚菜生長週期變化調查，及（2）試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗，各項之調查方法及執行方式分述如後。

(1) 龍鬚菜組成及生長週期變化調查

a. 調查頻度：每月 1 次，為期 2 年，共計 24 次

b. 調查樣站：共計 4 站（st.A, st.B, st.C, st.WG）

c. 調查與數據分析方法：

於各樣點做採樣方框（一平方公尺）的定量面積觀察，每樣點進行 3 重複。每月記錄採樣方框內龍鬚菜所佔之比例面積並拍照記錄，再採取部分龍鬚菜秤重（濕重）且記錄採取之範圍面積，以回推單位面積之龍鬚菜重量。所得之覆蓋面積照片經影像校正為正方形後，再以 Image J 影像分析軟體進行面積計算。並整合 109 年度~112 年度之每月調查資料，進行各測站龍鬚覆蓋率變化分析及重量消長之比較。

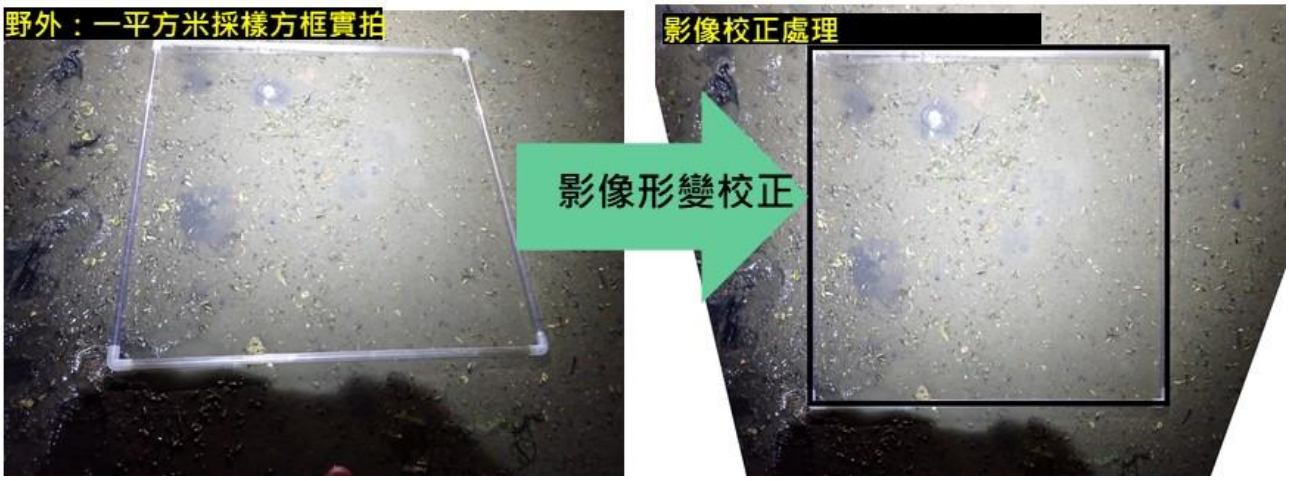


圖 7、龍鬚菜採樣方框之影像校正示意圖

(2) 試辦模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗

a. 試驗頻度：

每年度至少 1 次，共計 2 次。若因天候或國家緊急事件(如 COVID-19 疫情緊急應變配合中央或地方警戒措施等)，則經台江國家公園管理處同意後，進行適度調整。

b. 113 年度試驗方法：

①試辦採捕日期區間：配合 113 年度環文蛤開放採捕進行，於 113 年度開放採捕日 5/15 起開始，至 7/14 日止，為期 2 個月。

②試辦採捕區域：配合 113 年度環文蛤開放採捕進行。龍鬚菜試辦採捕區域原則同當年度之環文蛤開放採捕區域，以便利於現場人員之登記與管理。目前暫定為北分區（內圍及外圍樣區）。

③參與試辦採捕人員資格：同現行環文蛤開放採捕之資格限制。即設籍七股區之且採捕證之居民。未具採捕證之七股居民，得至六孔管理站申辦採捕證。

④試辦採捕方式：同環文蛤開放採捕模式，於試辦期間，每日得於賞鳥亭登記處憑採捕證登記採捕並領取背心後始得進入，離開時須返為登記處歸還背心、秤取龍鬚菜重量並登記之。

⑤成效評估：

i. 計算每人每日可採捕之龍鬚菜重量，了解漁民之採捕狀況。

ii. 配合龍鬚菜每日消長調查，所得同月（或 5-6 月之平均）之單位面積龍鬚菜重，以及試辦採捕之龍鬚菜總採捕重量，回推試辦採捕期間可能之總採捕面積。

iii. STC 樣區之模擬試驗－於 STC 樣區設置實驗區（龍鬚菜移除）及對照區（龍鬚菜不移除），與開放試辦採捕同月進行實驗區之龍鬚菜移除。於龍鬚菜移除前一個月至後三個月內，每月進行一次底質間隙水之 pH 及 ORP 測量，每區各 3 重複，比較移除前後兩樣區之底質間隙水及 ORP 之變化。

6 備註：若因天候或國家緊急事件（如 COVID-19 疫情緊急應變配合中央或地方警戒措施等），則經台江國家公園管理處同意後，變更試驗方式。

c. 114 年度試驗方法：

以 113 年度之評估試驗成果為基礎，規劃後續 114 年度之試辦模擬龍鬚菜開放採捕試驗方式，並於 114 年度之工作計畫中提出試驗方案。

2.3 石蚵開放採捕可行性評估：

(1) 石蚵物種及分布調查

俗稱的石蚵，即指長在石頭上等硬底質之野生牡蠣（牡蠣科，Ostreidae）的通稱。然而，保護區除了邊界護岸有石頭等硬底質基質長有牡蠣外，在灘地上等軟底質區域，亦偶有附著於海蜷螺殼上的單體牡蠣。因此本項目以保護區邊界堤岸之硬底質的石蚵調查為主，泥灘地之調查為輔，進行石蚵物種及分布調查。

a. 調查頻度：

為減少對黑面琵鷺之干擾，保護區內部灘地之日間調查僅能於非度冬季執行，而保護區邊界堤岸則一年 4 季間皆可於日間執行調查。故保護區邊界堤岸之硬底質的石蚵調查頻度為一年 4 季，每季 1 次，共執行 2 年，合計 8 次；軟底質之石蚵調查則於每年的非度冬季執行至少 1 次之調查，共執行 2 年，合計至少執行 2 次。

b. 調查與分析方法：

硬底質的石蚵部分，於 st.A, st.B, st.C 和 st.WG 等 4 站之護岸拋石上，進行每季的採樣方框（1 平方公尺）定量監測調查，每站至少 3 重複，計算單位面積的牡蠣個體數，以作為後續試辦石蚵開放採捕試驗之比較基線；而除了測站的每季定量監測外，另延著保護區邊界堤岸進行石蚵普查，以了解邊界堤岸石蚵的分布概況。

軟底質的石蚵，則採穿越帶法進行。由配戴 GPS 之調查人員徒步行於灘地上，目視並記錄其行跡路線上左右約各 1 公尺寬的範圍內之石蚵，並以 GPS 記錄其航跡，即可換算單位面積的石蚵密度。

在石蚵的種類鑑定部分，先依其外部形態進行分類與種類鑑定；若有必要時，則以分子遺傳標記進行種類釐清與確認。分析方法如後。

取適量大小之石蚵組織，以固相萃取法 (Solid-phase extraction) 為主的市售產品 (如 DNeasy® Blood & Tissue Kit, QIAGEN) 萃取組織中的遺傳物質。再以聚合酶鏈反應 (Polymerase Chain Reaction，PCR) 針對遺傳物質中的粒線體 DNA COI 基因目標片段(658 bp)進行增幅。聚合酶鏈反應所採用之引子為 LCO 1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATT GG-3')與 HCO 2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3')。將增幅產物定序後所得之序列，至國際基因資料庫 NCBI (National Center for Biotechnology Information) 之 Genbank 進行序列比對。

(2) 114 年度試辦模擬石蚵開放採捕可行性評估預試驗 (草案)

原則配合 114 年度經濟貝類開放採捕措施施行。若因天候或國家緊急事件（如 COVID-19 疫情緊急應變配合中央或地方警戒措施等），則經台江國家公園管理處同意後，進行適度調整。初擬辦法如下。

㈠試辦採捕日期區間：原則與 114 年度經濟貝類開放採捕措施相同，目前暫定為 114 年 5/15 至 7/31 止。

㈡試辦採捕區域：原則以 114 年度試辦龍鬚菜開放採捕措施相同，以便利於現場人員之登記與管理。

㈢參與試辦採捕人員資格：同現行環文蛤開放採捕之資格限制。即設籍七股區之且採捕證之居民。未具採捕證之七股居民，得至六孔管理站申辦採捕證。

㈣試辦採捕方式：

i. 同環文蛤開放採捕模式。即於試辦期間，每日得於賞鳥亭登記處憑採捕證登記採捕，並押證領取背心後始得進入。離開時須返為登記處歸還背心、秤取石蚵重量(含殼)並登記之。

ii. 採集石蚵時得以刀具等小型工具輔助，但不得破壞護岸及石頭，例如：不得以鐵鎚配合大型鐵橇重擊石頭或護岸致使其破裂毀損、不得將護岸石塊搬至他處…….等。

㈤試辦結果評估：

i. 分析每人每日之石蚵採集量。

ii. 比較 st.A, st.B, st.C 和 st.WG，試辦採捕前、後的石蚵密度變化。

(三) 監測 109-112 年度執行之棲地試驗成效

3.1 109-112 年度人工潮溝池變化監測

a. 監測頻度：每季 1 次，為期兩年，共計 8 次。

b. 監測方法：

於人工潮溝設置標竿，測量標竿的底質覆蓋深度變化。挖取標竿附近的表層底泥進行粒徑分析，瞭解底質組成變化（人工潮溝位置圖如頁 9 圖 1 所示）。

3.2 109-112 年度棲地試驗成效追蹤

(1) 底質變化情況追蹤：

每季測量人工潮溝池之深度變化，並採集表層沉積物，進行粒徑分析及篩選程度計算，了解人工潮溝池的深度變化及現況。調查頻度為一年四季、每季一次，故計畫執行 2 年，共計 8 次。並配合棲地底質還境因子監測（第 1.2 項），與 109-112 年歷史資料比較，了解人工潮溝、潮池設置及紅樹林移除前後，棲地整體之底質變化情況。

(2) 鳥類現況及利用調查：

持續性針對保護區度冬季的鳥類監測，以了解棲地經營管理策略實施對於保護區保育標的－黑面琵鷺以及其保護傘下的其他度冬季鳥類之效應或影響。度冬季之鳥類調查預定於 1-3 月及 10-12 月等 6 個月次，進行每月 1 次之調查，記錄內、外、及最外圍之出現鳥種及數量。故計畫執行 2 年，共計 12 月次之度冬季鳥類調查。

另外，為了解人工潮溝池鳥類之利用現況，於度冬季時，使用自動攝影拍攝記錄鳥類使用潮溝潮池之狀況。由於自動攝影拍攝之解析度有限，故另外進行每年 3 次的鳥類人工潮溝池利用調查－記錄固定時間內，內圍樣區之目標區(人工潮溝池區內)與非目標區，出現之鳥種數量，並記錄該鳥種是否有出現覓食行為。每年預計進行 3 次調查，計畫執行 2 年，共計 6 次之鳥類人工潮溝池利用調查。

四、研究進度 (甘特圖)

民國 113 年												
月份 工作項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
113 年度工作計畫書	(*2)											
水質及底質環境因子監測												
環文蛤及海蜷族群定量調查				(*9)								
龍鬚菜生長週期變化調查												
石蚵物種及分布調查－硬底質												
石蚵物種及分布調查－軟底質												
109-112 年棲地試驗成效監測-底質變化追蹤												
109-112 年棲地試驗成效監測-鳥類現況及利用調查												
模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗												
提交第 1、2 次期中報告							(*3)					(*4)
113 年累積進度	25 %	30 %	35 %	45 %	50 %	60 %	70 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %
民國 114 年												
月份 工作項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
114 年度工作計畫書		(*5)										
水質及底質環境因子監測												
環文蛤及海蜷族群定量調查												
龍鬚菜生長週期變化調查												
石蚵物種及分布調查－硬底質												
石蚵物種及分布調查－軟底質												
109-112 年棲地試驗成效監測-底質變化追蹤												
109-112 年棲地試驗成效監測-鳥類現況及利用調查												
模擬龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗												
試辦石蚵開放採捕可行性評估預試驗												
提交第 3 次期中報告							(*6)					
提交期末報告												(*7)
提交成果報告												(*8)
114 年累積進度	25 %	30 %	35 %	45 %	50 %	60 %	70 %	80 %	85 %	90 %	95 %	100 %

備註：

1.契約簽訂日起至 114 年 12 月 31 日。

2.廠商應於簽約後 30 日內提出 113 年度工作計畫書（含紙本 1 式 5 份及電子檔）。

3.廠商應於 113 年 7 月 1 日前提出第 1 次期中報告（含紙本 1 式 15 份及電子檔），並出席機關舉行之第 1 次期中審查會議。

4.廠商應於 113 年 12 月 1 日前提出第 2 次期中報告（含紙本 1 式 15 份及電子檔），並出席機關舉行之第 2 次期中審查會議。

5.廠商應於 114 年 2 月 1 日前，提出 114 年度工作計畫書（含紙本 1 式 5 份及電子檔）。

6.廠商應於 114 年 7 月 1 日前提出第 3 次期中報告（含紙本 1 式 15 份及電子檔），並出席機關舉行之第 3 次期中審查會議。

7.廠商應於 114 年 12 月 1 日前提出期末報告（含紙本 1 式 15 份及電子檔），並出席機關舉行之期末審查會議。

8.成果報告於辦理期末報告審查會議之次日起 20 日內，依內政部委託研究計畫作業規定格式編印 20 份並提送。

9.因天候問題，經管理處同意後調整至次月調查。

第肆章 研究結果

一、113-114 年度黑面琵鷺保護區水質、底質等環境因子定期監測

(一) 水質環境因子定期監測

1.調查結果

本計畫延續前期計畫(108~112 年度),保留部分關鍵測站－第二賞鳥亭前方自然潮溝（ST.A)、東魚塭匯入口（ST.B)、中段西側灘地（ST.C）和十孔水門內側（ST.WG）等 4 個測站，持續針對十份黑面琵鷺保護區進行水質 4 季次的環境採樣調查。目前已完成 113 年四季及 114 年兩季之監測。詳細各項水質監測結果數值如表 3 和表 4 及圖 8 ~ 圖 10 所示。

a. 水溫

水溫部分（圖 8-a)，113 年 2 月水溫在 16.7~18.6℃（平均 17.8 ± 0.8℃)、4 月水溫在 24.0 ~ 26.9℃（平均 25.7 ± 1.3℃)、8 月水溫在 31.9~34.0℃（平均 32.8 ± 0.9℃)、10 月水溫 25.6 ~ 26.8℃（26.1 ± 0.6℃)（表 3)。以 108-112 年度作為背景值比較，113 年 2、4 月和 11 月調查時之平均水溫，與 108－112 年的同季平均水溫具顯著差異，皆低於 108－112 年同季平均；113 年僅第 3 季 8 月水溫與往年同季相同，無顯著差異（表 3)。113 年 2 月氣溫均溫雖為 19.7℃，且 108 至 113 年間為歷年 2 月的次高值，然而調查當日（113/2/27）適逢鋒面來襲，氣溫較低，在 14.8~19.2℃間，且日均溫僅 16.8℃，故水溫亦相對較低。

114 年 2 月水溫在 15.5~21.4℃（平均 19.0±2.6℃)、4 月水溫在 28.0~28.6℃（平均 28.2 ± 0.3℃)、8 月水溫在 29.1~30.7℃（平均 29.8 ± 0.8℃)、10 月水溫在 30.0~33.0℃（平均 31.3 ± 1.3℃)（表 4)。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 8 月和 10 月調查時之平均水溫，與 108－113 年的同季平均水溫具顯著差異，其中 8 月水溫低於 108－113 年同季平均，10 月水溫則高於 108－113 年同季平均；114 年 2 月雖低於歷年同季平均達 2℃，但並無顯著差異（表 4)。

水溫在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，反映了年間氣候條件的波動程度不一致；而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6)。其中，依據測站與季節之雙因子檢定結果，水溫在季節主效應上具顯著差異（$P<0.001$)，呈現明顯的季節變化，以第三季夏季（7-8 月）為高，以第一季冬季（2 月）為低（附錄一之(b))。而在空間上，兩種雙因子檢定中都顯示測站間無顯著差異（表 6 之 b, c)。整體而言，歷年水溫呈現典型的季節消長（圖 8-a)。

b. 鹽度

鹽度（圖 8）113 年 2 月在 34.3～37.7‰（平均 36.4±1.5‰）、4 月 33.7～36.6‰（平均 35.3±1.5‰）、8 月 17.2～31.5‰（平均 25.8±6.4‰）、11 月為 30～34‰（平均 32.4 ± 1.7‰）（表 3）。113 年四季調查之鹽度平均皆與 108-112 年之同月平均無顯著差異。113 年雖然 8 月整體平均只有 25.8‰，較往年 31.7‰的鹽度為低，但由於 8 月各測站間鹽度分布不均，使得平均鹽度雖數值較往年低，但並未達顯著差異。113 年 8 月以東魚塭（STB）測站鹽度最低，僅有 17.2‰，其次為位於賞鳥亭前方的 STA 測站鹽度次低，為 24.7‰。而位於近十孔水門處（STWG）和西側中段護岸（STC）之測站，因為較靠近海水交換出口，故鹽度相對較高，分別為 29.9 和 31.5‰。

114 年 2 月鹽度在 34.0~35.7‰（平均 35.1±0.8‰）、4 月 34.4~38.1‰（平均 35.9 ±1.6‰）、8 月 26.8~31.5‰(平均 29.9±2.2‰)、10 月為 34.9~36.0‰(平均 35.5±0.5‰)（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 2 月、4 月和 8 月調查時之平均鹽度，與歷年同季平均無顯著差異；惟 10 月平均鹽度（35.5‰）與背景值有顯處差異，平均值高於 108－113 年同季平均（33.0‰）。

鹽度在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，鹽度在年份主效應上具顯著差異（$P < 0.001$），經事後檢定顯示以 112 年最高，110 年最低（附錄一之(d)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，鹽度在季節主效應上亦具顯著差異（$P < 0.001$），呈現明顯的季節消長，以第一、二及第四季顯著較高，而以第三季夏季（7-8 月）顯著較低（附錄一之(b)）。而在空間上，兩種雙因子檢定結果均顯示測站間無顯著差異（表 6 之 b、c）。整體反映了年間鹽度季節波動程度不一致，但整體仍有明顯的季節消長，以第三季夏季（7-8 月）明顯較低，符合夏季為雨季和豐水期之季節特徵。

c. 電導度

電導度（圖 8）113 年 2 月在 43.7～49.5 ms/cm（平均 47.3±2.5 ms/cm）、4 月 51.3～57.0 ms/cm，（平均 54.2±3.2 ms/cm）、8 月 32.3～57.1 ms/cm（平均 46.9±10.9 ms/cm）、11 月為 48.3 ~ 52.4 ms/cm（平均 50.7 ± 1.7 ms/cm）。113 年與 108-112 年之同季平均相比，2 月和 11 月電導度與背景值有顯著差異，以 113 年 2 月和 11 月較往年同季較低（表 3）。

114 年 2 月電導度在 42.3~49.9 ms/cm（平均 47.3 ± 3.5 ms/cm）、4 月在 55.4~60.8 ms/cm（平均 57.7 ± 2.3 ms/cm）、8 月在 45.3~57.7 ms/cm（平均 51.6 ± 5.3 ms/cm）、10 月在 58.3~63.4 ms/cm（平均 60.9 ± 2.1 ms/cm）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年 10 月調查時之平均電導度，與歷年同季平均具顯著差異，平均值高於 108－113 年同季平均；114 年 2 月、4 月與 8 月電導度則與往年同季無顯著差異（表 4）。

導度在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，電導度在年份主效應上具顯著差異（$P<0.01$），經事後檢定顯示以 112 年最高，110 年最低（附錄一之(d)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，電導度在季節主效應上未達顯著差異（$P>0.05$）（表 6 之 b）。而在空間上，兩種雙因子檢定結果均顯示測站間無顯著差異（表 6 之 b、c）。

d. 溶氧

溶氧（圖 8）113 年 2 月在 8.17 ~ 11.36 mg/L（平均 9.49 ± 1.35 mg/L）、4 月 7.92 ~ 8.90 mg/L（平均 8.23 ± 0.46 mg/L）、8 月 7.16 ~ 10.92 mg/L（平均 8.57 ± 1.63 mg/L）、11 月 6.59 ~ 8.16 mg/L（平均 7.66 ± 0.73 mg/L）。113 年四季調查之溶氧均與背景值（108-112 年之同月平均）無顯著差異（表 3）。

114 年 2 月溶氧在 8.78~12.53 mg/L（平均 10.42 ± 1.59 mg/L）、4 月在 7.62~8.74 mg/L（平均 8.31 ± 0.49 mg/L）、8 月在 6.09~7.74 mg/L（平均 7.13 ± 0.72 mg/L）、10 月在 8.69~9.01 mg/L（平均 8.85 ± 0.13 mg/L）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年 8 月和 10 月調查時之平均溶氧，與歷年同季平均具顯著差異；其中 8 月平均溶氧低於 108－113 年同季平均，而 10 月平均溶氧則高於 108－113 年同季平均。

溶氧在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。。其中，依據測站與季節之雙因子檢定結果，溶氧在測站主效應上具極顯著差異（$P<0.001$），經事後檢定顯示以 STC 測站最高，顯著高於其他測站（附錄一之(c)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，溶氧在季節上亦具極顯著差異（$P<0.001$），呈現明顯的季節消長，以第一季冬季（2 月）顯著較高，其餘季節較低（附錄一之(b)）。整體而言，溶氧除了受冬季低溫增加溶解度之物理因子影響外，空間上亦有 ST.C 測站溶氧長期較高的差異。

然而，比對代表浮游植物生物量的葉綠素 a 濃度發現，STC 測站之葉綠素 a 數值並未顯著高於其他測站，甚至在部分高溶氧季節（如 113 年 2 月、5 月）其葉綠素 a 濃度反為各站最低。（圖 10、表 3、表 4）。此結果顯示 ST.C 測站的溶氧較高之原因可能非來自於水中浮游植物。

推測造成 ST.C 測站溶氧較高的可能原因有二：(1) 物理曝氣效益較高－由於 ST.C 測站的水深極淺，易受風影響而產生碎浪，進而增加大氣與水體間的氣體交換（曝氣）效率。(2) 固著性植物光合作用旺盛－ST.C 測站旁有許多未被淤泥覆蓋的護岸拋石，較容易有固著性藻類著生；此外，此處灘地也是各測站中龍鬚菜主要生長的區域，近來亦長有卵葉鹽草等植物。因此白天時，這些底藻的光合作用旺盛，也可能是使得此區溶氧時常較高的主要原因之一。

e. pH

pH（圖 8）113 年 2 月在 7.17～8.10（平均 7.82±0.44）、4 月在 7.91～8.01（7.96± 0.05）、8 月在 7.64~ 8.36（7.91 ± 0.34）、11 月 7.81 ~ 8.06（7.94 ± 0.13）。113 年四季平均皆與背景值（108-112 年之同月平均）無顯著差異（表 3）。

114 年 2 月 pH 在 7.82~8.26（平均 8.08 ± 0.21）、4 月在 7.83~8.74（平均 8.15 ± 0.41）、8 月在 7.85~8.07（平均 7.94 ± 0.09）、10 月在 7.84~8.04（平均 7.95 ± 0.10）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年四季調查之平均 pH 值，皆與歷年同季平均無顯著差異（表 4）。

pH 在年份與季節、年份與測站和季節與測站之交互作用皆不顯著（表 6）；在年間（表 6 之 a、c），和測站（表 6 之 b、c）之影響皆達顯著差異，季節因子影響則不明顯（表 6 之 a、b）。事後檢定顯示 pH 值大致以 108 年最低 111 年最高，108 年最低（附錄一(a、d)），而測站間大致以 ST.C 最高、ST.B 測站最低（附錄一(c、d)）。

各年間之 pH（圖 8）除了在 108 年較低外，大致多在 8.0 左右，接近海水的 pH 值（8.0~8.4）。影響本濕地之 pH 變動因素相當多，包括海水的交換情況、上游的排水、水中有機質以及藻類等。整體來看，ST.C 測站常有較高的 pH，並且高於位在十孔水門前 ST.WG 測站之測值。綜合前面之溶氧分析推測，ST.C 測站有較高的 pH 值和溶氧可能與此處有豐富的固著性藻類有關。當藻類密度高時，白天旺盛的光合作用會產生大量的氧氣使得溶氧較高外，也會消耗水中碳源而使得 pH 上升。而 ST.B 測站位於東魚塭水路的匯流處，兩岸皆為紅樹林，底部亦沉積相當厚而鬆軟的淤泥，故影響此處的 pH 變化因素較多，這也可能是使得測站 B 的 pH 變化較大的原因。

f. 濁度

濁度（圖 9）113 年 2 月在 18.7～39.5 NTU（平均 26.9±10.1 NTU）、4 月 8.3～20.9 NTU（平均 13.9±5.5 NTU）、8 月 13.9～24.3 NTU（平均 19.4±4.6 NTU）、11 月 1.4～5.3 NTU（2.8±1.7 NTU）。113 年前三季與歷史背景值（108－112 年之同季平均）無顯著差異，但 11 月顯著較低（表 3）。

114 年 2 月濁度在 11.6~27.3 NTU（平均 18.9 ± 6.8 NTU）、4 月在 13.0~40.7 NTU（平均 26.7 ± 13.5 NTU）、8 月在 13.6~36.6 NTU（平均 21.7 ± 10.2 NTU）、10 月在 9.8~20.8 NTU（平均 17.2 ± 5.0 NTU）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年四季調查之平均濁度，皆與歷年同季平均無顯著差異（表 4）。

濁度在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，濁度在年份上具顯著差異（$P<0.001$），經事後檢定顯示以 109 年最高，108 年最低（附錄一之(d)）。另

依據測站與季節之雙因子檢定結果，濁度在季節與測站上皆未達顯著差異（P > 0.05）（表 6 之 b）。

g. 懸浮物

懸浮物濃度（圖 9）113 年 2 月在 79.0～167.7 mg/L（平均 105.2±42.2 mg/L）、4 月 37.7～48.7 mg/L（平均 42.9±5.3 mg/L）、8 月 57.5～60.5 mg/L（平均 59.0±1.7 mg/L）、10 月為 88.5～318.8 mg/L（平均 164.7±104.3 mg/L）。其中 113 年 8 月調查時之平均懸浮固體，與 108－112 年的同季平均具顯著差異，且低於 108－112 年同季平均；113 年 2 月、4 月與 10 月懸浮固體則與往年同季無顯著差異（表 3）。此外前三季懸浮物皆以 STA 測站較高。

114 年 2 月懸浮固體在 45.0~140.5 mg/L(平均 87.0 ± 49.2 mg/L)、4 月在 52.5~82.5 mg/L（平均 62.4 ± 13.6 mg/L）、8 月在 54.0~133.8 mg/L（平均 90.4 ± 33.7 mg/L）、10 月在 38.8~61.8 mg/L（平均 54.4 ± 10.6 mg/L）（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 10 月調查時之平均懸浮固體低於歷年同季平均，平均值具顯著差異；114 年其他季節則與往年同季無顯著差異（表 4）。

113－114 年測站 STA 測站（賞鳥亭前方）之懸浮固體濃度穩定偏高，在 113 年 2 月、4 月、8 月，以及 114 年全年度（2、4、8、10 月）的調查中，其懸浮固體數值皆為四個測站中最高者，數值範圍介於 48.7 ~ 167.7 mg/L 之間。STC 測站（西側中段護岸）則呈現兩極化的變動，在部分季節（如 113 年 4 月，114 年 2 月、10 月）測得之懸浮固體為各站中最低；其中，然而在 113 年 11 月卻觀測到全區最高的極端數值（318.8 mg/L），亦為歷年調查以來的明顯離群值，顯示該測站數值變異極大。113 年 11 月的 STC 測站有異常高的懸浮物濃度，也反應採樣現場風浪大、海水混濁的現況。

利用年份與季節、測站與季節，以及年份與測站各別進行雙因子檢定。大致結果也顯示 STA 有懸浮固體濃度較高的情況。懸浮固體在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，在年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據測站與季節之雙因子檢定結果，懸浮固體在季節上和測站上皆具顯著差異（P＜0.05）（表 6 之 b）。經事後檢定，懸浮固體濃度在季節上以第一季（2 月）與第四季（10-11 月）較高，而以第二季（4 月）最低（附錄一之(b)）；測站上則以 STA 測站顯著較高（附錄一之(c)）。整體而言，懸浮固體除受季節因子影響外，空間上亦反映了 STA 測站呈現長期較高濃度之特徵。

此外，本濕地水域之懸浮固體濃度普遍偏高，從 108 年至 114 年止，僅 1 站次（108 年 4 月 ST.B 測站）符合標準，其餘皆超過重要濕地（國際級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準之建議標準值（<15 mg/L），顯示水體長期處於偏高的狀態。

h. 化學需氧量

化學需氧量（COD，圖 9）113 年 2 月在 61.0～79.0 mg/L（平均 69.5±7.9 mg/L）、4 月 49.5 ~ 63.5 mg/L（平均 56.0 ± 6.4 mg/L）、8 月 64.5 ~ 69.0 mg/L（平均 66.8 ± 1.9 mg/L；10 月為 53.0～59.0 mg/L（平均 56.6±2.6 mg/L）。113 年與背景值（108－112 年之同月平均）相比，除第 1 季（2 月）外，其餘三季皆有顯著差異差異，並皆以 113 年較低（表 3），顯示 113 年的 COD 整體有下降、改善的趨勢。

114 年 2 月 COD 在 23.8~33.1 mg/L（平均 30.3 ± 4.4 mg/L）、4 月在 64.5~89.0 mg/L（平均 72.4 ± 11.2 mg/L）、8 月在 31.5~48.0 mg/L（平均 43.1 ± 7.9 mg/L）、10 月在 65.5~70.5 mg/L（平均 67.5 ± 2.2 mg/L）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年 2 月和 8 月調查時之平均 COD，與歷年同季平均具顯著差異，且皆低於 108－113 年同季平均；114 年 4 月與 10 月 COD 則與往年同季無顯著差異。

114 年 2 月延續 113 年後三季的現象，皆呈現 COD 低於歷年同季平均，且 114 年 2 月各測站皆低於重要濕地（國際級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（50 mg/L），顯示濕地之 COD 值與此段期間有明顯改善，但至 114 年 4 月又恢復至高過建議標準值。整體而言，本項目應低於建議標準值 50 mg/L，各月各站之 COD 濃度時常超過建議標準值，累計 112 站次調查，僅 17 站次（15%）符合建議標準（圖 9）。

COD 在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據測站與季節之雙因子檢定結果，COD 在季節和測站間皆未達顯著差異（$P > 0.05$）（表 6 之 b）。在年份與測站之雙因子檢定結果上，COD 在年份上具顯著差異（$P < 0.001$），經事後檢定顯示以 108 年最高（132.9 mg/L），顯著高於其他年份（附錄一之(d)）。

i. 生化需氧量

生化需氧量（BOD，圖 9）113 年 2 月在 0.4～1.2 mg/L（平均 0.9±0.4 mg/L）、4 月 0.3～3.7 mg/L（平均 2.0±1.4 mg/L）、8 月 0.7～3.2 mg/L（17.11±1.1 mg/L）、10 月 2.6～6.9 mg/L（4.6±1.9 mg/L）。除 113 年第 1 季（2 月）外，其餘三季與背景值（108-112 年歷年同季平均）無顯著不同（表 3）。113 年第 1 季 2 月的 BOD 較歷史背景值為低。

114 年 2 月 BOD 在 0.9~1.3 mg/L（平均 1.1 ± 0.2 mg/L）、4 月在 3.0~4.9 mg/L（平均 4.1 ± 0.9 mg/L）、8 月在 0.9~3.3 mg/L（平均 1.6 ± 1.2 mg/L）、10 月在 0.5~1.2 mg/L（平均 0.8 ± 0.3 mg/L）（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 2 月和 10 月之平均 BOD 顯著低於歷年同季平均（$P < 0.01$）；然而，114 年 4 月平均 BOD 則顯著高於歷年同季平均（$P < 0.01$）；僅 8 月與往年同季無顯著差異（表 4）。

BOD 在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之

交互作用則皆不顯著（表 6）。依據測站與季節之雙因子檢定結果，BOD 在季節主效應與測站主效應上皆未達顯著差異（P > 0.05）（表 6 之 b）；另依據年份與測站之雙因子檢定結果，BOD 在年份上具極顯著差異（P < 0.001），顯示存在顯著的年際變異（表 6 之 c），以 108 年最顯著最高、109~111 年和 113~114 年顯著最低（附錄一之(d)）。

綜觀歷次調查之 BOD（圖 9），以 108 年測值為高，109 年驟降，109 年至 111 年略有下降趨勢，但至 112 年則又突然回升，至 113 年上旬則再度驟降。113 年 10 月和 114 年，ST.A~C 測站 BOD 皆略微回升，但皆未超過同站之 112 年高值；而 ST.WG 測站，113 年 10 月和 114 年第 4 月之 BOD 回升較多，超過其他測站，且高於同站之 112 年的高值。故整體 BOD 在 109 至 111 年有明顯改善的情況，但至 112 年又有回升，但除了 ST.WG 測站外，整體 ST.A ~ C 測站 112 年至 114 年也是呈現逐漸改善的趨勢。

雖然 BOD 有上段描述的年間及測站間的變化，但歷次調查中僅 1 站次（108 年 4 月 ST.B 測站）不符合重要濕地（國際級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（<15 mg/L），其餘 BOD 濃度多不足 5 mg/L，遠低於建議標準值。

j. 葉綠素 a

葉綠素 a（圖 10）113 年 2 月在 0.296 ~ 2.962 μg/L（平均 1.777 ± 1.108 μg/L）、4 月在 0.296 ~ 2.073μg/L（平均 1.259 ± 0.816 μg/L）、8 月 5.440 ~ 12.090 μg/L（平均 8.534 ± 2.841 μg/L）、11 月 7.181 ~ 10.993 μg/L（平均 8.537 ± 1.717 μg/L）。113 年除第 2 季（4 月）外，其餘三季與背景值無顯著不同（表 3）。113 年第 2 季（4 月）較歷史葉綠素 a 的平均濃度為低。

114 年 2 月葉綠素 a 在 0.062~0.244 μg/L（平均 0.116 ± 0.086 μg/L）、4 月在 0.916~2.443 μg/L（平均 1.827 ± 0.746 μg/L）、8 月在 7.405~19.438 μg/L（平均 11.751 ± 5.278 μg/L）、10 月在 3.258~5.035 μg/L（平均 4.505 ± 0.842 μg/L）（表 4）。以 108－113 年度作為背景值比較，114 年 2 月和 4 月與歷年同季平均具顯著差異，且皆低於 108－113 年之同季平均；114 年 8 月和 10 月則與往年同季無顯著差異（表 4）。

葉綠素 a 在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。年份與空間上雙因子檢定結果顯示葉綠素 a 在年份或測站間無顯著差異（P>0.05）（表 6 之 c）。而依據測站與季節之雙因子檢定結果，葉綠素 a 在季節主效應上具極顯著差異（P < 0.001），呈現明顯的季節消長（表 6 之 b）。經事後檢定顯示以第一季冬季（2 月）顯著較低（附錄一之(b)、圖 10）。

k. 氨氮

氨氮（圖 10）113 年 2 月在 0.07 ~ 0.31 mg/L（平均 0.19 ± 0.10 mg/L）、4 月 0.12 ~ 0.25 mg/L（平均 0.17 ± 0.06）、8 月 0.15 ~ 0.33 mg/L（平均 0.19 ± 0.10 mg/L），10 月僅

STA 測得 0.20 mg/L，其他皆低於偵測下限；低於偵測下限值以 0 表示，則 10 月測值為 0.00 ~ 0.20 mg/L（平均 0.05 ± 0.10 mg/L）。113 年除第 3 季（8 月）外，其餘三季調查皆與背景值（108－112 年同季平均）具顯著差異，皆以 113 年為低（表 3）。

114 年 2 月氨氮在 0.18~0.42 mg/L（平均 0.29 ± 0.11 mg/L）、4 月在 0.08~0.19 mg/L（平均 0.15 ± 0.05 mg/L）、8 月在 0.03~0.22 mg/L（平均 0.09 ± 0.09 mg/L）、10 月在 0.01~0.04 mg/L（平均 0.03 ± 0.01 mg/L）（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年除第 3 季（8 月）外，其餘三季調查之平均氨氮皆與歷年同季平均具顯著差異，且皆以 114 年為低（$P < 0.01$）（表 4）。

氨氮在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，氨氮在年份上具極顯著差異（$P < 0.001$）（表 6 之 c），經事後檢定顯示以 109 年最高，而近年（111-114 年）則維持在最低群組（附錄一之(d)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，氨氮在季節上亦具顯著差異（$P < 0.01$）（表 6 之 b），呈現明顯的季節消長，以第一季冬季（2 月）顯著較高，而以第三（7-8 月）、第四（10-11 月）季較低（附錄一之(b)）。而在空間上，兩種雙因子檢定結果均顯示測站間無顯著差異（表 6 之 b、c）。

整體而言，歷年僅一站次（110 年 2 月 STB 測站）超過建議重要濕地（國際級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（<5 mg/L），其餘皆符合標準，且超過半數站次測值低於 1 mg/L，遠低於建議標準。

1. 硝酸鹽

硝酸鹽（圖 10）113 年 2 月及 4 月測值皆低，在 0.01 ~ 0.03 mg/L，2 月及 4 月平均分別為 0.02 ± 0.01 mg/L 和 0.02 ± 0.00 mg/L；8 月亦低，數值在 0.02 ~ 0.04 mg/L；以 11 月數值較高，為 0.60 ~ 4.00 mg/L（平均 2.65 ± 1.45 mg/L），且亦明顯高於背景值（108－112 年同月平均）（表 3）。

114 年 2 月硝酸鹽氮在 0.02~0.04 mg/L（平均 0.03 ± 0.01 mg/L）、4 月平均 0.01~0.02 mg/L（平均 0.01 ± 0.01 mg/L）、8 月在 0.02~0.03 mg/L（平均 0.03 ± 0.01 mg/L）、10 月在 0.00~0.02 mg/L（平均 0.02 ± 0.01 mg/L）（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 8 月調查時之平均硝酸鹽氮，與 108－113 年的同季平均具顯著差異，且皆高於歷年同季平均。雖有與歷史測值之顯著差異，但整體硝酸鹽氮的測值皆低。

硝酸鹽氮在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，硝酸鹽氮在年間上具顯著差異（$P < 0.01$）（表 6 之 c）。經事後檢定顯示以 113 年最高，顯著高於其他年份（附錄一之(d)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，硝酸鹽氮在季節上亦具

顯著差異（P＜0.05）（表 6 之 b），經事後檢定顯示以第四季秋季（10-11 月）顯著較高，其餘季節較低（附錄一之(b)）。而在空間上，兩種雙因子檢定結果均顯示測站間無顯著差異（表 6 之 b、c）。

m. 總磷

總磷部分（圖 10）113 年 2 月在 0.35～0.63 mg/L（平均 0.47 ± 0.12 mg/L）、4 月在 0.32～0.47 mg/L（平均 0.40 ± 0.07 mg/L）、8 月 0.36~ 0.55 mg/L（平均 0.46 ± 0.08 mg/L）、11 月 0.38～0.78 mg/L（平均 0.59 ± 0.19 mg/L）。其中僅 113 年 4 月與背景值（108~112 年同月平均）有明顯不同，並以 113 年為高（表 3）。

114 年 2 月總磷在 0.43~0.85 mg/L（平均 0.59 ± 0.19 mg/L）、4 月在 0.39~0.69 mg/L（平均 0.51 ± 0.13 mg/L）、8 月在 0.34~0.69 mg/L（平均 0.44 ± 0.17 mg/L）、10 月在 0.34~0.69 mg/L（平均 0.44 ± 0.17 mg/L）（表 4）。以 108-113 年度作為背景值比較，114 年 4 月調查時之平均總磷，與 108－113 年的同季平均具顯著差異，且高於 108－113 年同季平均；114 年 2 月、8 月與 10 月總磷則與往年同季無顯著差異（表 4）。

總磷在年份與季節兩因子間存在顯著的交互作用，而年份與測站或季節與測站之交互作用則皆不顯著（表 6）。其中，依據年份與測站之雙因子檢定結果，總磷在年份上具極顯著差異（P＜0.001）（表 6 之 c），經事後檢定顯示以 111 年與 114 年較高，而以 109 年最低（附錄一之(d)）。另依據測站與季節之雙因子檢定結果，總磷在季節上未達顯著差異（P＞0.05）。而在空間上，依年份與測站之雙因子檢定結果，總磷在測站主效應上具顯著差異（P＜0.05），經事後檢定顯示以 STA 測站顯著較高（附錄一之(e)）。整體而言，總磷主要受年份因子影響，空間上則反映了 STA 測站長期累積較高濃度之特徵。

表 3、113 年各測站水質調查結果

季　別	水文資料 / 站次	本計畫(113 年) STA (st1)	STB (st6)	STC (st3)	STWG (st2)	季平均值	108-112 年季平均值 (刪除離群值)	113 vs 108-112 t.test P 值		濕地水質建議限值
第 1 季	溫度(℃)	**18.6**	**18.2**	**16.7**	**17.7**	**17.8** ± 0.8	22.0 ± 3.9	0.000	***	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(2 月)	鹽度(‰)	36.5	37.7	34.3	36.9	36.4 ± 1.5	34.9 ± 4.1	0.231		
	電導度(ms/cm)	48.1	49.5	43.7	47.8	47.3 ± 2.5	53.01 ± 10.4	0.042	*	
	溶氧 (mg/L)	9.37	8.17	11.36	9.04	9.49 ± 1.35	9.38 ± 1.36	0.889		
	pH	7.98	7.17	8.04	8.10	7.82 ± 0.44	8.04 ± 0.17	0.396		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	39.5	18.7	30.6	18.8	26.9 ± 10.1	14.4 ± 7.4	0.084		
	懸浮物 (mg/L)	**167.7**	**93.2**	**80.7**	**79.0**	**105.2** ± 42.2	**85.2** ± 48.1	0.439		<15 mg/L
	COD (mg/L)	**79.0**	**65.5**	**61.0**	**72.5**	**69.5** ± 7.9	**82.9** ± 29.1	0.096		<50 mg/L
	BOD (mg/L)	1.1	1.0	0.4	1.2	0.9 ± 0.4	2.2 ± 1.2	0.001	***	<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	1.777	2.073	0.296	2.962	1.777 ± 1.108	1.390 ± 1.374	0.569		
	NH_3-N (mg/L)	0.19	0.31	0.07	0.20	0.19 ± 0.10	1.38 ± 1.44	0.002	**	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02	0.252		<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.63	0.45	0.35	0.43	0.47 ± 0.12	0.42 ± 0.26	0.620		<2 mg/L
第 2 季	溫度(℃)	**26.5**	26.9	**24.0**	**25.2**	**25.7** ± 1.3	28.7 ± 3.2	0.009	**	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(4 月)	鹽度(‰)	36.5	36.6	34.4	33.7	35.3 ± 1.5	35.2 ± 5.0	0.912		
	電導度(ms/cm)	57.0	57.0	51.3	51.5	54.2 ± 3.2	57.12 ± 7.0	0.223		
	溶氧 (mg/L)	7.95	8.15	8.90	7.92	8.23 ± 0.46	7.95 ± 1.71	0.534		
	pH	7.91	8.01	7.94	7.99	7.96 ± 0.05	8.03 ± 0.31	0.354		不超過當季平均 pH 的正負 1
	濁度(NTU)	20.9	15.4	10.9	8.3	13.9 ± 5.5	19.5 ± 11.3	0.169		
	懸浮物 (mg/L)	**48.7**	**46.0**	**37.7**	**39.0**	**42.9** ± 5.3	**60.6** ± 43.6	0.094		<15 mg/L
	COD (mg/L)	**63.5**	**52.0**	49.5	**59.0**	**56.0** ± 6.4	**71.7** ± 24.4	0.022	*	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	2.5	3.7	0.6	1.2	2.0 ± 1.4	1.7 ± 1.0	0.689		<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	2.073	1.777	0.296	0.889	1.259 ± 0.816	6.663 ± 7.137	0.004	**	
	NH_3-N (mg/L)	0.25	0.14	0.16	0.12	0.17 ± 0.06	0.78 ± 0.81	0.003	**	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.01	0.000	***	<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.47	0.44	0.37	0.32	0.40 ± 0.07	0.25 ± 0.17	0.015	*	<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。測站()內註記的為 108 年至 110 年計畫之對應測站編號。

表 3、113 年各測站水質調查結果 (續)

季 別	水文資料 / 站次	本計畫(113 年) STA (st1)	STB (st6)	STC (st3)	STWG (st2)	季平均值	108-112 年季平均值 (刪除離群值)	113 vs 108-112 t.test P 值		濕地水質 建議限值
第 3 季	溫度(℃)	32.6	32.5	34	31.9	32.8 ± 0.9	33.8 ± 0.8	0.093		不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(8 月)	鹽度(‰)	24.7	17.2	31.5	29.9	25.8 ± 6.4	31.7 ± 4.9	0.163		
	電導度(ms/cm)	45.1	32.3	57.1	52.9	46.9 ± 10.9	52.37 ± 15.3	0.426		
	溶氧 (mg/L)	8.16	7.16	10.92	8.03	8.57 ± 1.63	8.43 ± 1.43	0.884		
	pH	7.99	7.66	8.36	7.64	7.91 ± 0.34	8.00 ± 0.37	0.671		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	21.8	24.3	13.9	17.4	19.4 ± 4.6	22.9 ± 14.7	0.379		
	懸浮物 (mg/L)	**60.5**	**57.5**	**57.5**	**60.5**	**59.0** ± 1.7	**77.2** ± 26.1	0.006	**	<15 mg/L
	COD (mg/L)	**67.5**	**66.0**	**69.0**	**64.5**	**66.8** ± 1.9	**85.1** ± 26.5	0.006	**	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	3.2	1.8	0.7	0.9	1.7 ± 1.1	3.2 ± 1.9	0.071		<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	5.440	12.090	7.329	9.275	8.534 ± 2.841	6.845 ± 4.981	0.379		
	NH_3-N (mg/L)	0.15	0.33	0.19	0.10	0.19 ± 0.10	0.22 ± 0.23	0.678		<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.050		<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.43	0.55	0.36	0.51	0.46 ± 0.08	0.39 ± 0.19	0.235		<2 mg/L
第 4 季	溫度(℃)	**26.8**	**26.2**	**25.6**	**25.6**	**26.1** ± 0.6	29.0 ± 1.9	0.000	***	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(10 月)	鹽度(‰)	30.0	32.4	34.0	33.1	32.4 ± 1.7	33.1 ± 4.5	0.594		
	電導度(ms/cm)	48.3	50.7	52.4	51.2	50.7 ± 1.7	54.5 ± 6.8	0.039	*	
	溶氧 (mg/L)	6.59	7.83	8.06	8.16	7.66 ± 0.73	7.55 ± 1.73	0.842		
	pH	7.81	7.84	8.06	8.05	7.94 ± 0.13	7.88 ± 0.28	0.556		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	1.4	2.3	2.2	5.3	2.8 ± 1.7	30.1 ± 21.7	0.000	***	
	懸浮物 (mg/L)	**131.0**	**88.5**	**318.8**	**120.5**	**164.7** ± 104.3	**76.4** ± 28.4	0.189		<15 mg/L
	COD (mg/L)	**53.0**	**59.0**	**57.0**	**57.5**	**56.6** ± 2.6	**89.6** ± 67	0.041	*	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	3.6	5.2	2.6	6.9	4.6 ± 1.9	2.7 ± 2.4	0.140		<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	7.556	8.418	10.993	7.181	8.537 ± 1.717	6.527 ± 7.191	0.293		
	NH_3-N (mg/L)	0.20	0.00	0.00	0.00	0.05 ± 0.10	0.31 ± 0.36	0.014	*	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.60	4.00	3.00	3.00	2.65 ± 1.45	0.02 ± 0.01	0.036	*	<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.77	0.43	0.78	0.38	0.59 ± 0.21	0.39 ± 0.23	0.154		<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。測站()內註記的為 108 年至 110 年計畫之對應測站編號。

表 4、114 年各測站水質調查結果

季 別	水文資料 / 站次	本計畫成果(114 年) STA (st1)	STB (st6)	STC (st3)	STWG (st2)	季平均值	108-113 年季平均值 (刪除離群值)	114 vs 108-113 t.test P 值		濕地水質 建議限值
第 1 季	溫度(℃)	21.4	**18.7**	20.5	**15.5**	**19.0** ± 2.6	21.3 ± 3.9	0.195		不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(2 月)	鹽度(‰)	35.3	35.5	35.7	34.0	35.1 ± 0.8	35.1 ± 3.8	0.989		
	電導度(ms/cm)	49.9	47.2	49.6	42.3	47.3 ± 3.5	52.1 ± 9.7	0.094		
	溶氧 (mg/L)	12.53	8.78	9.79	10.56	10.42 ± 1.59	9.39 ± 1.33	0.295		
	pH	8.24	7.82	8.00	8.26	8.08 ± 0.21	8.00 ± 0.24	0.542		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	27.3	21.0	11.6	15.7	18.9 ± 6.8	16.6 ± 9.0	0.577		
	懸浮物 (mg/L)	**140.5**	**45.3**	**45.0**	**117.0**	**87.0** ± 49.2	**88.5** ± 46.9	0.956		<15 mg/L
	COD (mg/L)	32.5	33.1	23.8	31.9	30.3 ± 4.4	**80.6** ± 27.1	0.000	***	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	0.9	1.3	1.3	1.0	1.1 ± 0.2	2.0 ± 1.2	0.002	**	<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	0.244	0.094	0.062	0.065	0.116 ± 0.086	1.457 ± 1.317	0.000	***	
	NH_3-N (mg/L)	0.22	0.42	0.35	0.18	0.29 ± 0.11	0.86 ± 0.88	0.007	**	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.812		<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.85	0.59	0.43	0.47	0.59 ± 0.19	0.43 ± 0.24	0.202		<2 mg/L
第 2 季	溫度(℃)	28.1	28	28.6	28	28.2 ± 0.3	28.2 ± 3.2	0.970		不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
(4 月)	鹽度(‰)	38.1	36.1	34.9	34.4	35.9 ± 1.6	35.2 ± 4.5	0.582		
	電導度(ms/cm)	60.8	57.9	56.8	55.4	57.7 ± 2.3	56.6 ± 6.5	0.545		
	溶氧 (mg/L)	7.62	8.52	8.74	8.34	8.31 ± 0.49	7.99 ± 1.57	0.450		
	pH	7.83	7.93	8.74	8.11	8.15 ± 0.41	8.02 ± 0.29	0.575		不超過當季平均 pH 的正負 1
	濁度(NTU)	35.4	40.7	17.5	13.0	26.7 ± 13.5	18.5 ± 10.7	0.321		
	懸浮物 (mg/L)	**82.5**	**58.0**	**56.5**	**52.5**	**62.4** ± 13.6	**57.6** ± 40.3	0.665		<15 mg/L
	COD (mg/L)	**69.0**	**64.5**	**67.0**	**89.0**	**72.4** ± 11.2	**65.9** ± 17.2	0.369		<50 mg/L
	BOD (mg/L)	3.9	3.0	4.7	4.9	4.1 ± 0.9	1.7 ± 1.1	0.005	**	<15 mg/L
	葉綠素 a (μg/L)	0.916	2.443	2.430	1.519	1.827 ± 0.746	4.215 ± 4.550	0.031	*	
	NH_3-N (mg/L)	0.13	0.08	0.18	0.19	0.15 ± 0.05	0.45 ± 0.47	0.008	**	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.924		<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.69	0.39	0.46	0.49	0.51 ± 0.13	0.28 ± 0.16	0.026	*	<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。測站()內註記的為 108 年至 110 年計畫之對應測站編號。

表 4、114 年各測站水質調查結果（續）

季 別	水文資料 / 站次	本計畫成果(114 年) STA (st1)	STB (st6)	STC (st3)	STWG (st2)	季平均值	108-113 年季平均值(刪除離群值)	114 vs 108-113 t.test P 值		濕地水質建議限值
第 3 季 (8 月)	溫度(℃)	**29.1**	**29.2**	**30.1**	**30.7**	**29.8** ± 0.8	33.6 ± 0.9	0.000	***	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
	鹽度(‰)	29.8	26.8	31.5	31.3	29.9 ± 2.2	30.7 ± 5.5	0.580		
	電導度(ms/cm)	50.0	45.3	53.4	57.7	51.6 ± 5.3	51.45 ± 14.6	0.970		
	溶氧 (mg/L)	6.09	7.74	7.38	7.32	7.13 ± 0.72	8.45 ± 1.43	0.022	*	
	pH	7.91	7.85	8.07	7.93	7.94 ± 0.09	7.98 ± 0.36	0.622		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	36.6	13.6	18.6	18.2	21.7 ± 10.2	22.3 ± 13.5	0.919		
	懸浮物 (mg/L)	**133.8**	**54.0**	**77.5**	**96.5**	**90.4** ± 33.7	**74.1** ± 24.7	0.412		<15 mg/L
	COD (mg/L)	48.0	45.0	48.0	31.5	43.1 ± 7.9	**82.1** ± 25.1	0.000	***	<50 mg/L
	BOD (mg/L)	1.1	3.3	0.9	1.0	1.6 ± 1.2	2.9 ± 1.9	0.101		<15 mg/L
	葉綠素 a (ug/L)	9.977	19.438	10.182	7.405	11.751 ± 5.278	7.126 ± 4.687	0.178		
	NH_3-N (mg/L)	0.22	0.05	0.03	0.05	0.09 ± 0.09	0.18 ± 0.12	0.129		<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.008	**	<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.69	0.34	0.34	0.40	0.44 ± 0.17	0.40 ± 0.17	0.669		<2 mg/L
第 4 季 (10 月)	溫度(℃)	**33.0**	30.6	**31.7**	30	**31.3** ± 1.3	28.5 ± 2.1	0.012	*	不超過當季平均溫度的攝氏正負 2℃
	鹽度(‰)	35.9	36.0	35.2	34.9	35.5 ± 0.5	33.0 ± 4.2	0.009	**	
	電導度(ms/cm)	63.4	60.7	61.1	58.3	60.9 ± 2.1	53.86 ± 6.4	0.001	***	
	溶氧 (mg/L)	8.69	8.88	9.01	8.82	8.85 ± 0.13	7.57 ± 1.59	0.001	***	
	pH	7.89	7.84	8.02	8.04	7.95 ± 0.10	7.89 ± 0.26	0.469		不超過當季平均 pH 的攝氏正負 1
	濁度(NTU)	19.2	20.8	9.8	19.0	17.2 ± 5.0	25.6 ± 22.3	0.120		
	懸浮物 (mg/L)	**61.8**	**57.7**	**38.7**	**59.5**	**54.4** ± 10.6	**81.2** ± 30.0	0.006	**	<15 mg/L
	COD (mg/L)	**70.5**	**67.5**	**66.5**	**65.5**	**67.5** ± 2.2	**59.6** ± 30.0	0.260		<50 mg/L
	BOD (mg/L)	0.6	0.5	1.2	0.9	0.8 ± 0.3	3.0 ± 2.4	0.000	***	<15 mg/L
	葉綠素 a (ug/L)	4.989	5.035	4.739	3.258	4.505 ± 0.842	6.877 ± 6.581	0.111		
	NH_3-N (mg/L)	0.04	0.03	0.03	0.01	0.03 ± 0.01	0.26 ± 0.34	0.002	**	<5 mg/L
	NO_3^--N (mg/L)	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.757		<25 mg/L
	總磷(mg/L)	0.69	0.34	0.34	0.40	0.44 ± 0.17	0.42 ± 0.23	0.844		<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。測站()內註記的為 108 年至 110 年計畫之對應測站編號。

表 5、水質雙因子變異數分析 (Two-way ANOVA)之 P 值 (P-value) 檢定結果摘要表

(a) 年份 × 季節

項目	年 (df=6)	季節(df=3)	交互作用 (df=18)
溫度(℃)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
鹽度(‰)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
電導度(ms/cm)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
溶氧 (mg/L)	0.0346 *	0.0000 ***	**0.0016 ** **
pH	**0.0000** ***	0.0643	0.3341
濁度(NTU)	0.0000 ***	0.5410	**0.0000 *** **
懸浮物 (mg/L)	0.0181 *	0.0113 *	**0.0021 ** **
COD (mg/L)	0.0000 ***	0.0609	**0.0000 *** **
BOD (mg/L)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
葉綠素 a (ug/L)	0.4535	0.0001 ***	**0.0005 *** **
NH_3-N (mg/L)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
NO_3^--N (mg/L)	0.0000 ***	0.0000 ***	**0.0000 *** **
總磷(mg/L)	0.0000 ***	0.0035 **	**0.0011 ** **

(b) 測站 × 季節

項目	測站 (df=3)	季節(df=3)	交互作用 (df=9)
溫度(℃)	0.5998	**0.0000 *** **	0.9999
鹽度(‰)	0.9602	**0.0002 *** **	0.5566
電導度(ms/cm)	0.9258	0.1037	0.9299
溶氧 (mg/L)	**0.0000** ***	**0.0000 *** **	0.7207
pH	0.0021 **	0.2458	0.8096
濁度(NTU)	0.7268	0.7702	0.9097
懸浮物 (mg/L)	**0.0277** *	0.0305 *	0.3576
COD (mg/L)	0.9426	0.6883	0.9804
BOD (mg/L)	0.2992	0.0941	0.9995
葉綠素 a (ug/L)	0.0668	**0.0005 *** **	0.5079
NH_3-N (mg/L)	0.6164	**0.0063 ** **	0.9130
NO_3^--N (mg/L)	0.8691	**0.0252 * **	0.9865
總磷(mg/L)	0.0525	0.0684	0.9584

(c) 年份 × 測站

項目	年 (df=6)	測站 (df=3)	交互作用 (df=18)
溫度(℃)	0.3536	0.9207	1.0000
鹽度(‰)	**0.0000** ***	0.9555	0.9998
電導度(ms/cm)	**0.0015** **	0.9222	1.0000
溶氧 (mg/L)	0.1476	**0.0004** ***	0.9671
pH	**0.0000** ***	**0.0000** ***	0.9042
濁度(NTU)	**0.0004** ***	0.6381	0.4159
懸浮物 (mg/L)	0.0702	**0.0353** *	0.7930
COD (mg/L)	**0.0000** ***	0.8915	0.9980
BOD (mg/L)	**0.0004** ***	0.2547	0.9999
葉綠素 a (ug/L)	0.7307	0.1291	0.9293
NH_3-N (mg/L)	**0.0000** ***	0.5114	0.9839
NO_3^--N (mg/L)	**0.0056** **	0.8684	0.9992
總磷(mg/L)	**0.0000** ***	**0.0119** *	0.8353

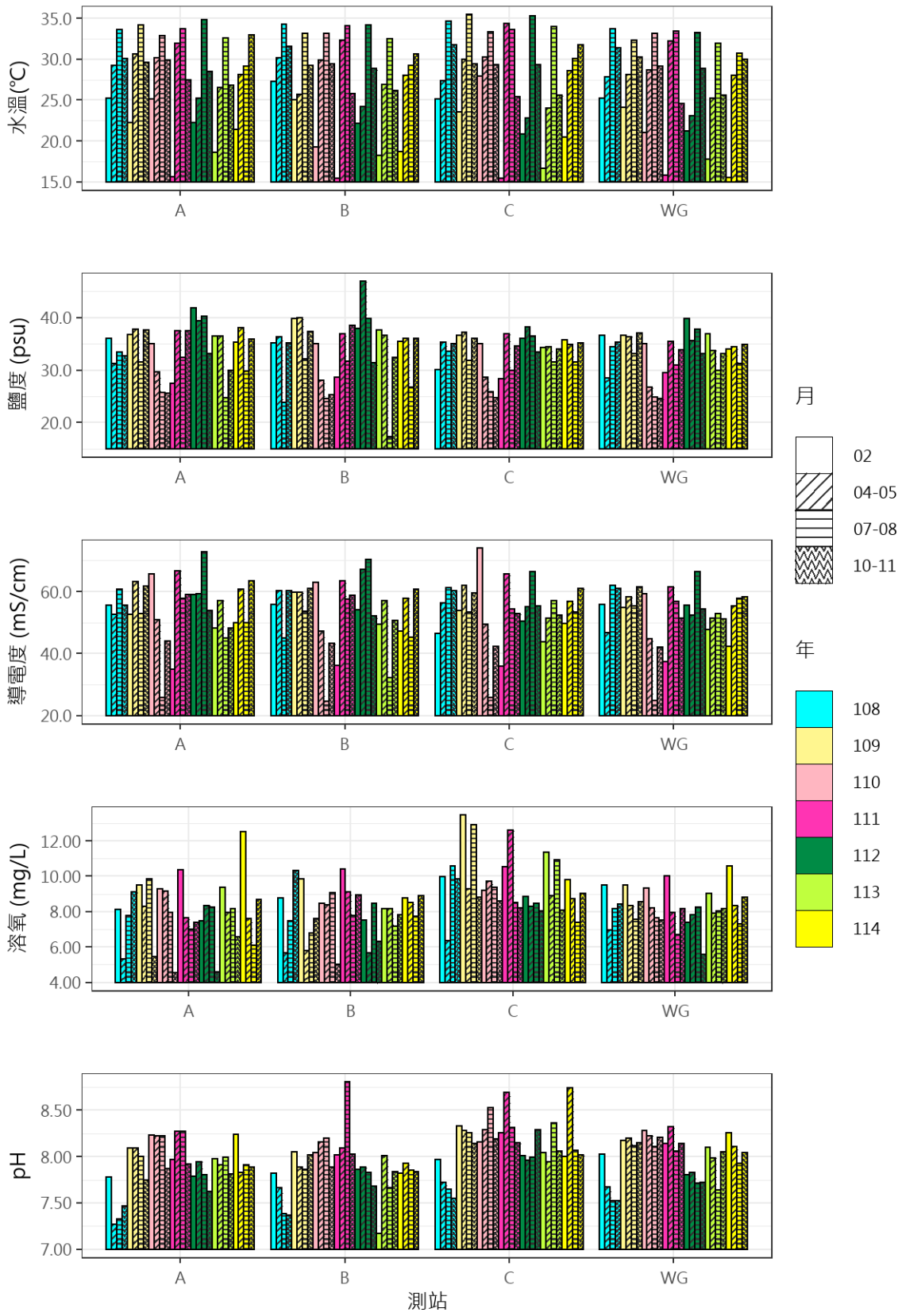


圖 8、108 年至 114 年各測站水質－溫度、鹽度、電導度、溶氧及 pH 值變化圖

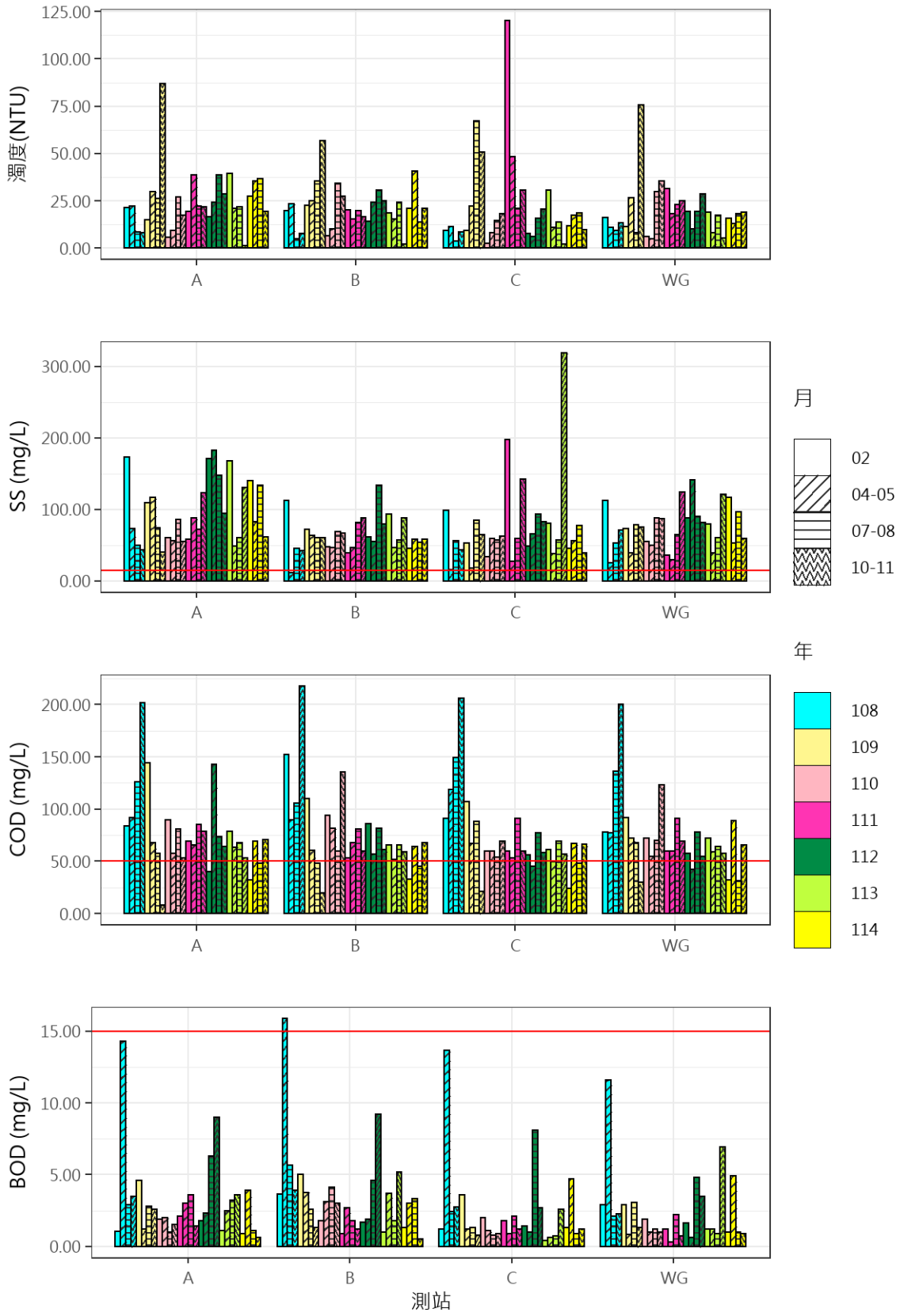


圖 9、108 年至 114 年各測站水質－濁度、懸浮物(SS)、化學需氧量(COD)及生化需氧量(BOD)變化圖

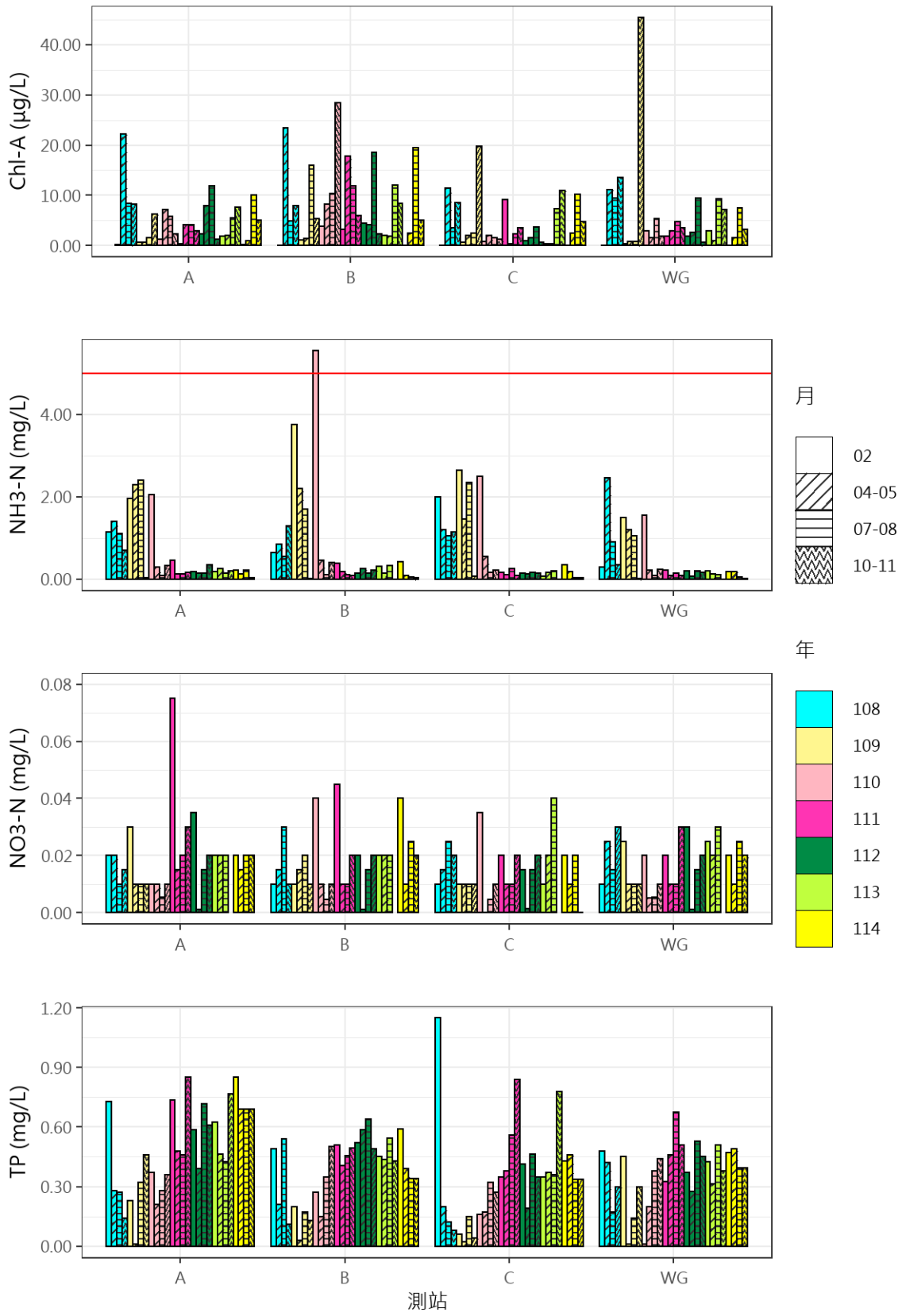


圖 10、108 年至 114 年各測站水質營養鹽－葉綠素 A (Chl-a)、氨氮(NH3-H)、硝酸鹽(NO3-N)及總磷(TP)變化圖

2. 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，因此先以皮爾森相關性分析，進行兩兩因子比較，剔除與其他因子有高度相關性而可能造成後續 PCA 分析有加成影響之因子，再利用主成分分析抽取主要的因子，將複雜的參數簡化。經相關性分析後（圖 11），僅導電度與鹽度呈顯著高度相關，因此刪除導電度並保留鹽度作為變數進行後續主成分分析。

主成分分析結果如表 6、圖 12 和圖 13 所示。分析結果，PCA 的第 1 軸（PC1）可解釋解釋 19%，至第 2 軸（PC2）累積可解釋 36%、第 3 軸（PC3）累積解釋 48%的變異量。第一軸(PC1)主要解釋因子為正向的生化需氧量(BOD)和化學需氧量(COD)，以及負向的酸鹼值（pH)，可反映有機污染狀況；第二軸(PC2)主要解釋因子為正向的總磷（PO4）和懸浮固體（SS)，以及負向的溶氧（DO）和氨氮（NH3)，此軸反映營養鹽、懸浮物與溶氧消長的對應關係；第三軸(PC3)主要解釋因子為負向的濁度(NTU)和溫度（Temp)，反映季節性物理特徵。

在 PC1（圖 12A、B）中，可看出 108 年（△）除 2 月樣本（圖 12B 藍色△標記）外，其餘 108 年樣本多座落於 PC1 的正向位置，顯示具高 BOD、高 COD 和低 pH 值有機汙染特徵的特徵。109 年至 114 年（○、□、＋、米、▲、▽)，除 STB 測站（圖 12A 綠色標記）仍較偏向 PC1 正向外，其餘測站則多靠向 PC1 負向位置，顯示東魚塭排水的 STB 除外，其餘測站 109 年至 114 年的 pH 回升，BOD 及 COD 濃度降低，有機污染有改善的趨勢。

在季節性特徵部分，觀察 PC3（圖 13B）可發現顯著的季節區隔。PC3 各年份的 2 月樣本（圖 13B 之藍色標記樣本）多偏向正向位置，顯示 2 月樣本為低溫、低濁度特徵。

在空間測站部分（圖 12A)，除 108 年樣本外，ST.A、ST.C 和 ST.WG 測站多分布於 PC1 負向或中心位置，顯示水質相對較佳；而位於東魚塭匯流口 ST.B 測站，則有較多樣本位於 PC1 正向位置，顯示該測站相較於其他區域，仍較常呈現高 BOD、高 COD 與低 pH 的狀態。

綜合上述，從 108 年之水質原多為高 BOD、高 COD 和低 pH 的特徵，其後 109 年至 114 年則轉為低 BOD、低 COD、高 pH 特徵，反應十份黑面琵鷺保護區在 BOD 和 COD 方面，水質有改善的現象。

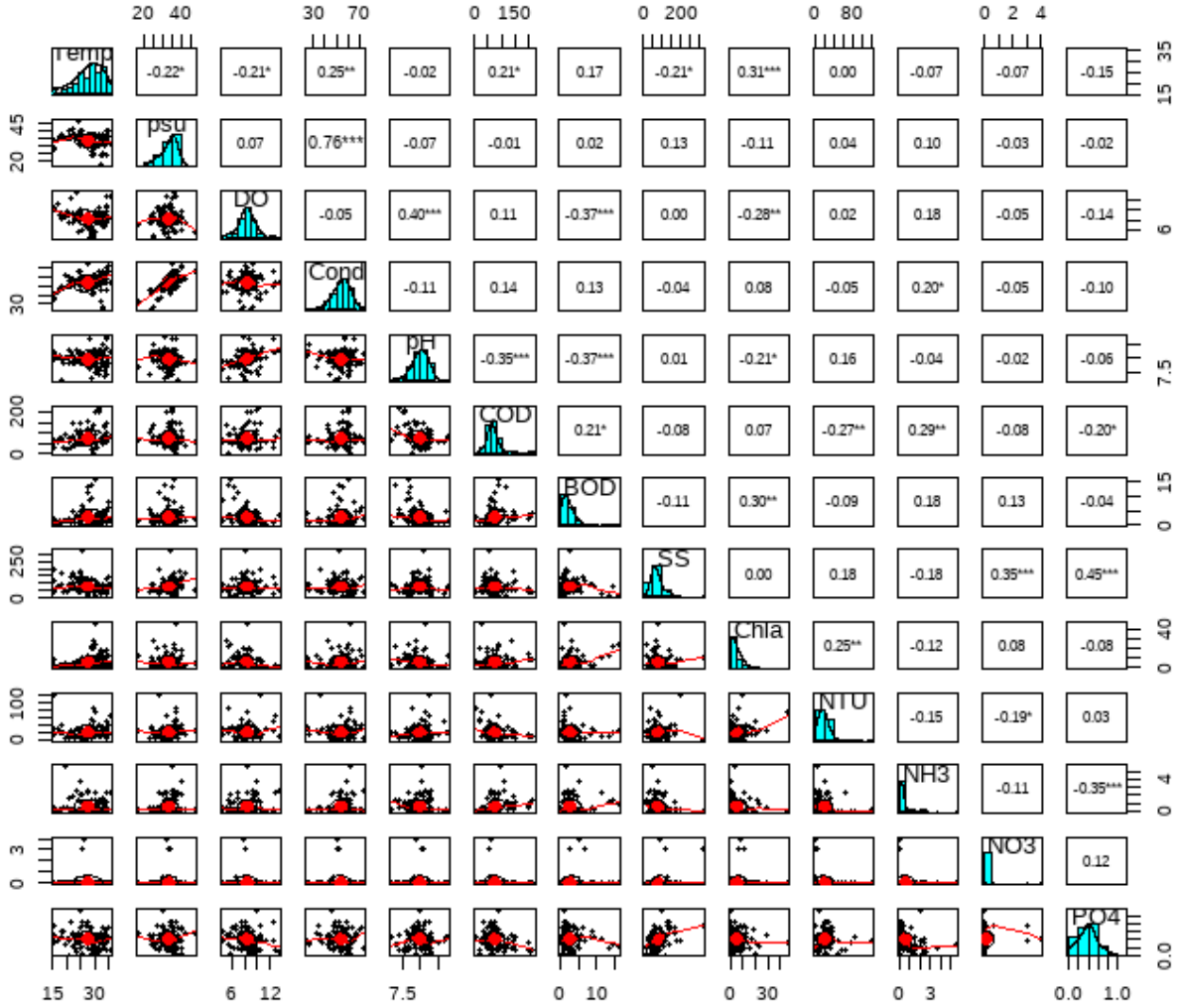
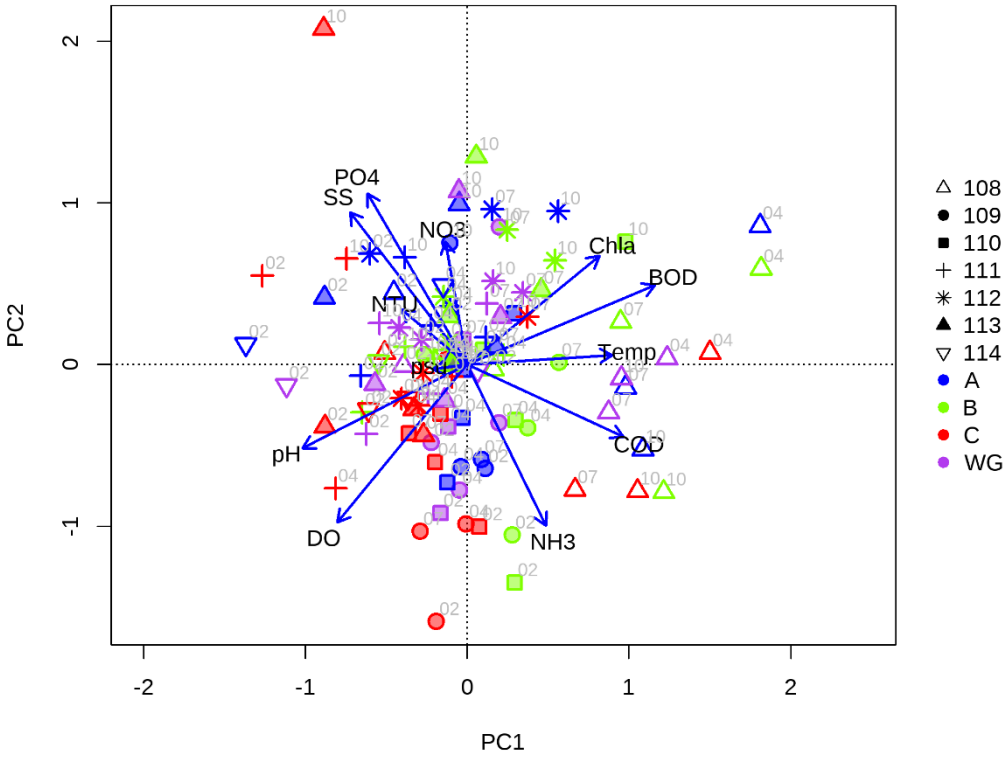


圖 11、108 年至 114 年各測站水質因子之相關性分析

表 6、108 年至 114 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	2.270	1.994	1.554	1.182	1.033
%Variation	19	17	13	10	9
Cum.%Variation	19	36	48	58	67
Eigenvectors					
(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)					
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
溫度(Temp)	0.333	0.059	-0.389	-0.242	-0.161
鹽度(psu)	-0.087	-0.061	0.325	0.603	0.023
溶氧(DO)	-0.296	-0.425	0.049	-0.032	-0.379
pH	-0.393	-0.208	-0.317	-0.162	-0.275
COD	0.371	-0.204	0.261	-0.060	-0.198
BOD	0.446	0.183	0.158	0.137	-0.066
懸浮物(SS)	-0.284	0.371	0.292	0.103	-0.351
葉綠素 a (Chla)	0.309	0.305	-0.295	0.200	-0.384
濁度 (NTU)	-0.166	0.161	-0.422	0.560	-0.201
氨氮 (NH3)	0.195	-0.417	0.242	0.197	-0.208
硝酸鹽氮 (NO3)	-0.053	0.287	0.320	-0.339	-0.536
總磷 (PO4)	-0.244	0.425	0.188	-0.103	0.263

(A) 以測站標記



(B) 以年-月標記

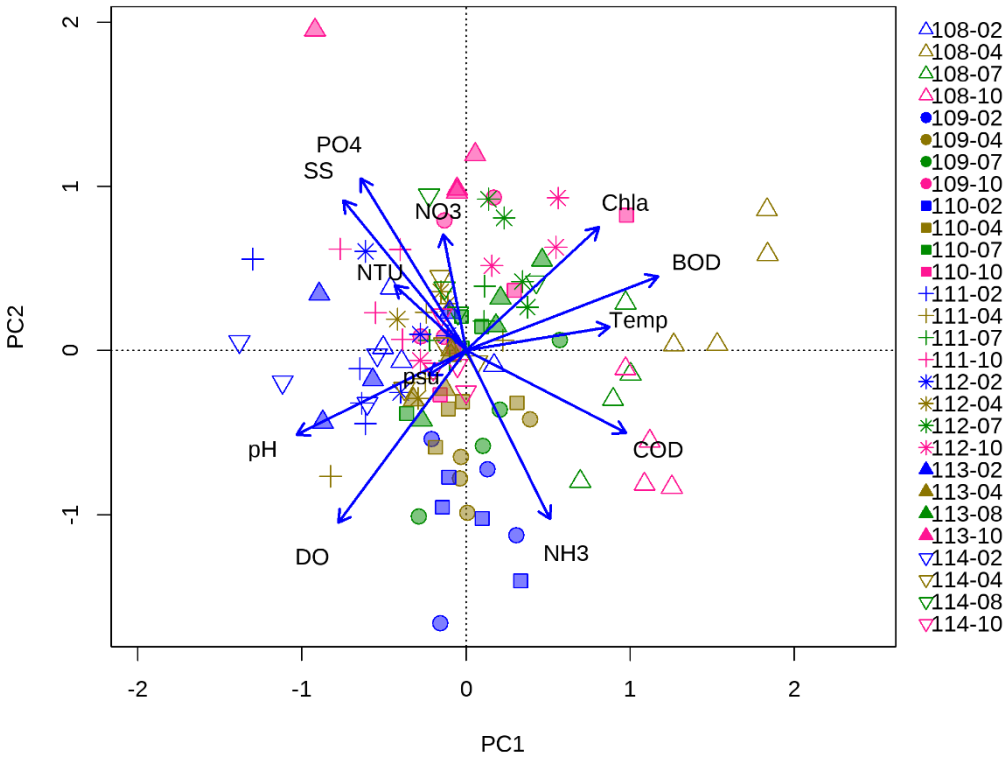
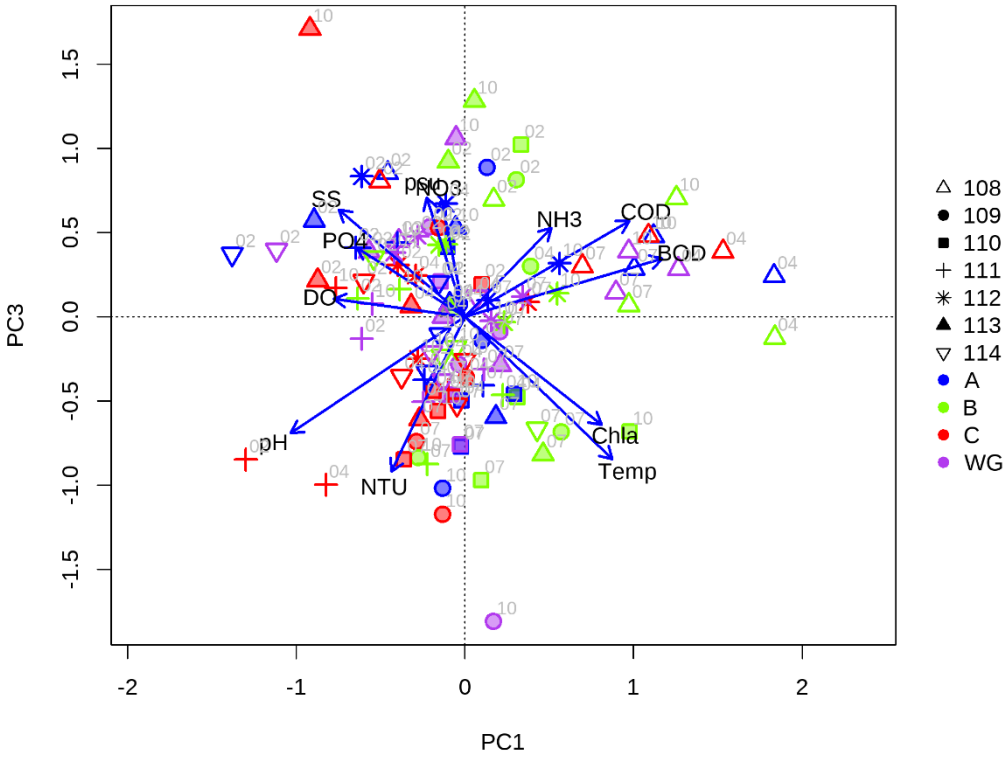


圖 12、108 年至 114 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC2

(A) 以測站標記



(B) 以年-月標記

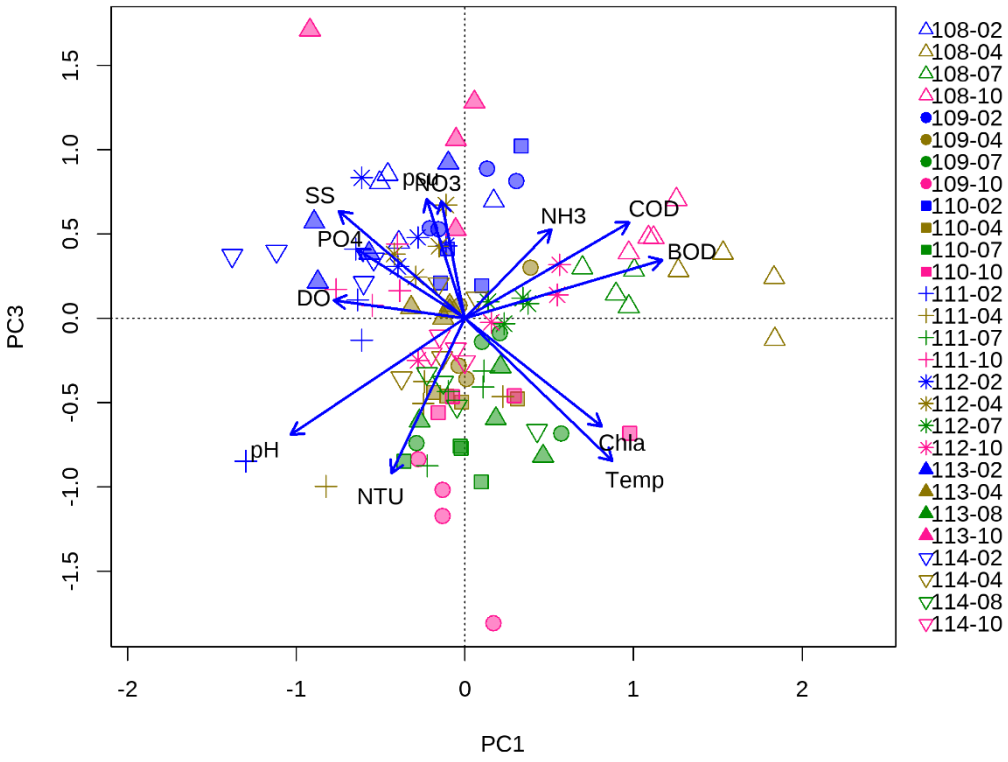


圖 13、108 年至 114 年各測站水質因子之主成份分析-PC1 及 PC3

(二) 底質環境因子定期監測

1.調查結果

各測站底質環境調查分別進行底質間係水的 pH、ORP（氧化還原電位），以及沉積物的平均粒徑及篩選度（σi）等測定資料如表 7、表 8 及圖 14 所示。

各測站底質 pH 113 年第 1 季（2 月）在 7.71～7.78，內圍測站最高，其次依序遞減為外圍、最外圍與 C、A、WG 以及 B 測站。第 2 季（4、5 月）pH 在 7.29～7.70，以 C 測站最高，依次遞減為 B、最外圍、內圍、外圍、A 和 WG 測站。第 3 季（8 月）7.16～7.46，以 WG 測站最高，依序遞減為 B、外圍和 C 測站，其次為內圍和最外圍，以 A 測站最低。第 4 季（10、11 月）在 6.28～8.17 間，以外圍和最外圍並列最高，其次依序遞減為內圍、WG、C、B 測站，以 A 測站為最低（表 7、圖 14）。

114 年第 1 季（2 月）pH 介於 6.36～7.93 之間，以最外圍最高，其次依序遞減為外圍、內圍、WG、C、A，以 B 測站最低；第 2 季（4 月）在 7.08～7.48 之間，以 C 測站最高，其次依序遞減為 WG、B、A 與最外圍、外圍，以內圍測站最低；第 3 季（8 月）在 7.02～8.17 之間，以內圍與外圍並列最高，其次依序遞減為最外圍、WG、B，以 A 與 C 測站並列最低。第 4 季（10 月）在 6.38～8.27 之間，同樣以內圍與外圍並列最高，其次依序遞減為最外圍、C、B、WG，以 A 測站最低（表 8、圖 14）。

氧化還原電位（ORP）113 年第 1 季（2 月）在-333.8～-125.8 mv，以 WG 測站最高，其次依序遞減為外圍、最外圍、內圍、A、B 和 C 測站。第 2 季（4、5 月）在-351.8～-123.8 mv，以外圍測站最高，其次依據遞減為內圍、最外圍、WG、A、C 和 B 測站。第 3 季（8 月）在-350.7～-184.47 mv，以內圍為最高，其次依序遞減為外圍、最外圍、WG、A、C 測站，以 B 測站為最低。第 4 季（10、11 月）-315.5～-176.3 mv 間，以 B 測站最高，其次依序遞減為 A、內圍、最外圍、外圍、WG，以 C 測站最低。

114 年第 1 季（2 月）ORP 在 -210.6～-70.7 mV 之間，以 C 測站最高，其次依序遞減為 B、最外圍、外圍、內圍、WG，以 A 測站最低。第 2 季（4 月）在 -257.0～-106.7 mV 之間，以外圍測站最高，其次依序遞減為內圍、WG、最外圍、A、C，以 B 測站最低。第 3 季（8 月）在-356～-84.9 mV 之間，以 WG 測站最高，其次依序遞減為內圍、最外圍、外圍、C、A，以 B 測站最低。第 4 季（10 月） -313.5～-88.57 mV 之間，以外圍測站最高，其次依序遞減為最外圍、內圍、A、C、WG，以 B 測站最低（表 8、

圖 14)。113 年前三季和 114 年的後三季大致狀況相同，皆以內圍、外圍、最外圍和 WG 測站，高於 A、B 和 C 測站（表 7、表 8、圖 14)；113 年第 4 季和 114 年第 1 季則無此種測站間的差異。整體而言，從 112 年 10 月之後，ORP 略有逐漸為回升的趨勢(圖 14)。

平均粒徑 113 年第 1 季（2 月）在 0.049～0.146 mm，以 WG 測站最粗，其次為 C 和 B 測站，此三站皆屬於細砂等級；再其次為外圍和內圍，屬於非常細砂等級；以最外圍和 A 測站最細，為粗泥等級。第 2 季（4、5 月）在 0.029 ～ 0.161 mm，以 C 測站最粗，其次為 WG 測站，兩站皆屬於細砂等級；再其次為內圍、B、外圍和最外圍測站，皆屬於非常細砂等級；以 A 測站最細，為中泥等級。第 3 季在 0.035～0.095 mm，以 WG 最粗，其次為外圍、B、內圍和 C 測站，這些測站皆屬於非常細砂等級；再其次為最外圍和 A 測站，皆屬於粗泥等級。第 4 季在 0.022～0.111 mm 之間，以 WG 和內圍測站並列最高，其次為 B 和外圍測站，此四站皆屬於非常細砂等級；其次為最外圍測站，屬於粗泥等級；再其次為 A 和 C 測站，皆屬於中泥等級（表 7)。

114 年第 1 季（2 月）平均粒徑在 0.024～0.110 mm 之間，以內圍平均粒徑最高、A 測站最低，其中 B、WG、內圍和外圍測站及 C 測站皆屬於非常細砂等級，最外圍測站次之，屬於粗泥等級，A 測站則為中泥等級；第 2 季（4 月）平均粒徑在 0.036 ～ 0.118 mm 之間，以 C 測站最粗、A 測站最細，其中 C、外圍、內圍、WG 和 B 測站粒徑較粗，皆屬於非常細砂等級，最外圍和 A 測站較細，屬於粗泥等級；第 3 季（8 月）在 0.025～0.194 mm 之間，以 WG 測站最粗，屬於細砂等級，其次依序為外圍、內圍、C、B 測站，屬於非常細砂等級，最外圍屬於粗泥等級，以 A 測站最細，為中泥等級；第 4 季（10 月）在 0.026～0.112 mm 之間，以 B 測站最粗，其次依序為 C、WG、內圍與外圍測站，這五站皆屬於非常細砂等級，最外圍屬於粗泥等級，以 A 測站最細，為中泥等級（表 8、圖 14)。整體而言，大致以 A 測站和最外圍粒徑較細，常為中泥或粗泥等級，而其餘測站（WG、內圍、外圍、B、C）多為非常細砂等級以上（圖 14)。

篩選度（σi）113 年第 1 季（2 月）σi 值在 0.99（中度）～ 1.97（差)，以 B 測站 σi 值最小，篩選程度最高，為中度篩選等級，其餘皆篩選程度皆屬於差等級。第 2 季（4、5 月）σi 在 0.90（中度） ～ 1.64（差)，WG 測站 σi 最小，篩選程度最高，屬於中度等級，其餘皆屬差等級。第 3 季在 σi 在 0.92（中度） ～2.09（非常差)，外圍 σi 值最低，篩選程度最高，屬於中度篩選，而 A 測站 σi 值最高，篩選程度屬於非常差等級，其餘測站則落在兩者之間，皆屬於篩選程度差之等級。第 4 季 σi 在 0.94（中度)～1.64（差）

間，以外圍測站 σi 最低，篩選程度最高，屬於中度篩選，其餘測站之篩選程度則皆屬差等級（表 7）。

114 年第 1 季（2 月）σi 在 0.92（中度）~1.73（差）之間，以 B 測站 σi 值最小，篩選程度較高，屬於中度篩選，其餘測站皆為篩選程度差；第 2 季（4 月）σi 值在 0.70（中度好）~1.92（差）之間，以外圍的 σi 值最小，篩選程度最高，屬於中度好等級，其餘測站則皆屬於篩選程度差；第 3 季（8 月）σi 值在 0.57（中度好）~1.61（差）之間，以 WG 測站 σi 值最小，篩選程度最高，與外圍測站皆屬於中度好等級，其餘測站則皆屬於篩選程度差；第 4 季（10 月）σi 值在 1.05（差）~1.82（差）之間，以 B 測站 σi 值最小、A 測站最大，該季全數測站皆屬於篩選程度差等級（表 8）。整體而言，近年來以 B 測站和外圍測站的篩選度 σi 值普遍較低，顯示其篩選程度較高（圖 14）。

利用單因子變異數分析（One-way ANOVA）檢定 108 年至 114 年間各環境因子之差異（表 9），結果顯示 pH 值與平均粒徑在各年份間並無顯著差異（$p > 0.05$），顯示這兩項因子在過去七年間維持相對穩定的狀態。然而，氧化還原電位（ORP）與篩選度（σi）在不同年份間則呈現極顯著差異（$p < 0.001$），經 Duncan 事後檢定進一步分析如下。

歷年 ORP（表 9 之 b）以 108 年平均值最高（36.545 mV），顯著高於其他年份；109 年大幅下降至-103.708 mV；110 年介於中間；而 111 年至 114 年間的 ORP 則無顯著差異，平均值介於 -193.004 mV 至 -234.870 mV 之間，為最低。雖然 111-114 年，底質 ORP 持續維持在較低的還原狀態，但 114 年的平均值-193 mv，與 111-113 年相比（平均 -235~-225 mv），已有回升的狀態。

篩選度（表 9 之 c）以 110 年（1.625）與 108 年（1.620）平均值最高，篩選程度較差；109 年（1.504）與 112 年（1.447）介於中間；111 年（1.424）、114 年（1.374）與 113 年（1.359）平均值較低，顯示近年（特別是 113 與 114 年）底質的篩選程度相較於 108 與 110 年有顯著提升。

表 7、113 年各測站底質調查結果

季　別	底質資料 / 站次		113 年						
			A	**B**	**C**	**WG**	**內圍**	**外圍**	**最外圍**
第 1 季 (2 月)	**底質間隙水**	pH	7.38	7.17	7.67	7.25	7.78	7.70	7.67
		ORP (mV)	-263.6	-325.9	-333.8	-125.8	-246.5	-178.3	-239.0
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.049	0.131	0.143	0.146	0.070	0.082	0.051
		粒徑類型	粗泥 Coarse slit	細砂 Fine sand	細砂 Fine sand	細砂 Fine sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	1.97	0.99	1.08	1.29	1.56	1.21	1.51
		篩選程度	差 poorly sorted	中度 moderately sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted
第 2 季 (4,5 月)	**底質間隙水**	**pH**	**7.37**	**7.65**	**7.70**	**7.29**	**7.47**	**7.40**	**7.54**
		ORP (mV)	**-256.8**	**-351.8**	**-258.7**	**-193.0**	**-168.4**	**-123.8**	**-176.5**
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.029	0.099	0.161	0.151	0.109	0.080	0.068
		粒徑類型	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	細砂 Fine sand	細砂 Fine sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand
		篩選度(σi)	1.64	1.33	1.63	0.90	1.35	1.20	1.43
		篩選程度	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	中度 moderately sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted
第 3 季 (8 月)	**底質間隙水**	pH	7.16	7.38	7.35	7.46	7.34	7.37	7.34
		ORP (mV)	-270.7	-350.7	-297.7	-263.9	-184.47	-186.37	-201.65
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.035	0.089	0.077	0.095	0.085	0.090	0.060
		粒徑類型	粗泥 Coarse slit	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	2.09	1.33	1.61	1.66	1.41	0.92	1.19
		篩選程度	非常差 very poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	中度 moderately sorted	差 poorly sorted
第 4 季 (10,11 月)	**底質間隙水**	pH	6.28	6.53	6.93	7.33	8.09	8.17	8.17
		ORP (mV)	-178.7	-176.3	-315.5	-253.5	-200.77	-244	-210.2
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.027	0.099	0.022	0.111	0.111	0.087	0.060
		粒徑類型	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	1.64	1.02	1.32	1.58	1.02	0.94	1.21
		篩選程度	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	中度 moderately sorted	差 poorly sorted

表 8、114 年各測站底質調查結果

季　別	底質資料 / 站次		本計畫成果(114 年)						
			A	**B**	**C**	**WG**	**內圍**	**外圍**	**最外圍**
第 1 季	**底質間隙水**	pH	6.84	6.36	7.36	7.43	7.81	7.88	7.93
(2 月)		ORP (mV)	-210.6	-137.8	-70.7	-193.0	-159.0	-151.6	-144.0
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.024	0.106	0.076	0.097	0.110	0.089	0.042
		粒徑類型	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	1.5	0.92	1.73	1.71	1.29	1.14	1.57
		篩選程度	差 poorly sorted	中度 moderately sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted
第 2 季	**底質間隙水**	pH	7.21	7.36	7.48	7.37	7.08	7.15	7.21
(4 月)		ORP (mV)	-256.4	-257.0	-256.9	-182.9	-122.0	-106.7	-220.7
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.036	0.087	0.118	0.094	0.101	0.110	0.037
		粒徑類型	粗泥 Coarse slit	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	**1.92**	**1.49**	**1.33**	**1.74**	**1.30**	**0.70**	**1.57**
		篩選程度	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	中度好 moderately well sorted	差 poorly sorted
第 3 季	**底質間隙水**	pH	7.02	7.12	7.02	7.67	8.17	8.17	8.12
(8 月)		ORP (mV)	-293.6	-356	-251.3	-84.9	-161.17	-181.57	-174.85
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.025	0.072	0.091	0.194	0.103	0.113	0.039
		粒徑類型	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	細砂 Fine sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	1.61	1.6	1.56	0.57	1.15	0.68	1.46
		篩選程度	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	中度好 moderately well sorted	差 poorly sorted	中度好 moderately well sorted	差 poorly sorted
第 4 季	**底質間隙水**	pH	6.38	7.44	7.50	7.18	8.27	8.27	8.16
(10 月)		ORP (mV)	-246.9	-313.5	-278.1	-280.8	-130.73	-88.57	-92.95
	沈積物特性	平均粒徑 (mm)	0.026	0.112	0.111	0.110	0.098	0.082	0.035
		粒徑類型	中泥 Medium silt	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	非常細砂 Very find sand	粗泥 Coarse slit
		篩選度(σi)	1.82	1.05	1.52	1.57	1.28	1.18	1.52
		篩選程度	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted	差 poorly sorted

表 9、底質環境因子變異數分析（One-way ANOVA）檢定表

(a) pH

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Year	6	1.6140	0.2690	1.3504	0.2369 .
Residuals	189	37.6450	0.1992		

(b) ORP

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Year	6	1628843	271474	20.7070	<2.20E-16 ***
Residuals	189	2477813	13110		

Duncan 事後檢定

Factors	Means	Group
108	36.545	a
109	-103.708	b
110	-181.454	bc
114	-193.004	c
111	-224.834	c
112	-230.973	c
113	-234.870	c

(c) 平均粒徑

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Year	6	0.0021	0.0003	0.2752	0.9481
Residuals	189	0.2399	0.0013		

(d) 篩選度(σi)

ANOVA table

	Df	SS	MS	F value	P
Year	6	1.9975	0.33291	4.8738	0.0001 ***
Residuals	189	12.9099	0.06831		

Duncan 事後檢定

Factors	Means	Group
110	1.625	a
108	1.620	a
109	1.504	ab
112	1.447	ab
111	1.424	b
114	1.37384	b
113	1.359	b

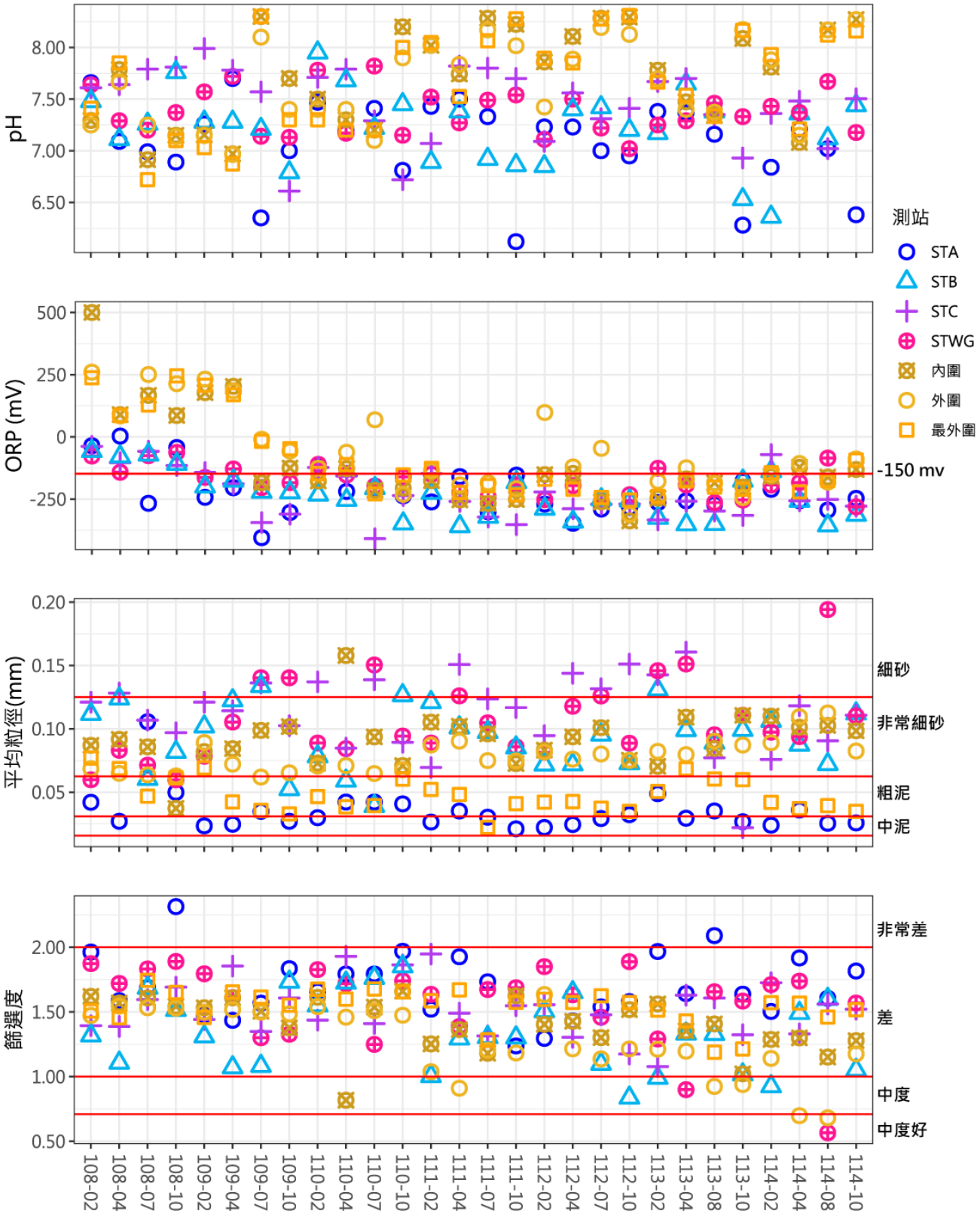


圖 14、108 年至 114 年各測站底質孔隙水之 pH、氧化還原電位（ORP）和底質平均粒徑與篩選度變化圖

2. 底質因子多變量分析

彙整 108 年至 114 年的底質資料進行分析利用主成份分析（Principal Components Analysis, PCA）分析，結果如後。

在第一軸（PC1）、第二軸（PC2）累計解釋變異量達 64%，至第三軸（PC3）累積解釋變異量達 87%（表 10、圖 15、圖 16）。第一軸（PC1）的主要因子為正向因子粒徑和負向因子篩選度(σi)；第二軸（PC2）則主要受負向的氧化還原電位（ORP）影響。雖然前兩軸即包含六成以上解釋變異，但由於部份測站特徵在 PC1 和 PC2 之分布角度較難區判，故輔以 PC1 及 PC3 之轉軸角度釐清；其中第三軸（PC3）之主要解釋因子為正向的 pH 值及部分正向的 ORP。在測站方面，從 PC1、PC2（圖 15A）來看，可看出 A 測站有粒徑小、篩選度大（σi 值高）的特徵，B 測站則較為相反。從 PC1、PC3（圖 16A）則可看出內圍、外圍和最外圍測站主要分布於圖形上方，為偏向 pH 和氧化還原電位（ORP）較高的測站；反之 A、B 測站則多分布於圖形下方，顯示其 pH 和 ORP 相對較低

表 10、108 年至 114 年底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**
Eigenvalues	1.587	0.966	0.913	0.534
%Variation	40	24	23	13
Cum.%Variation	40	64	87	100
Eigenvectors				
(Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)				
Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
粒徑	0.628	-0.208	-0.291	-0.691
篩選度(σi)	-0.643	0.219	0.157	-0.717
pH	0.364	0.113	0.920	-0.091
ORP	-0.244	-0.946	0.210	-0.025

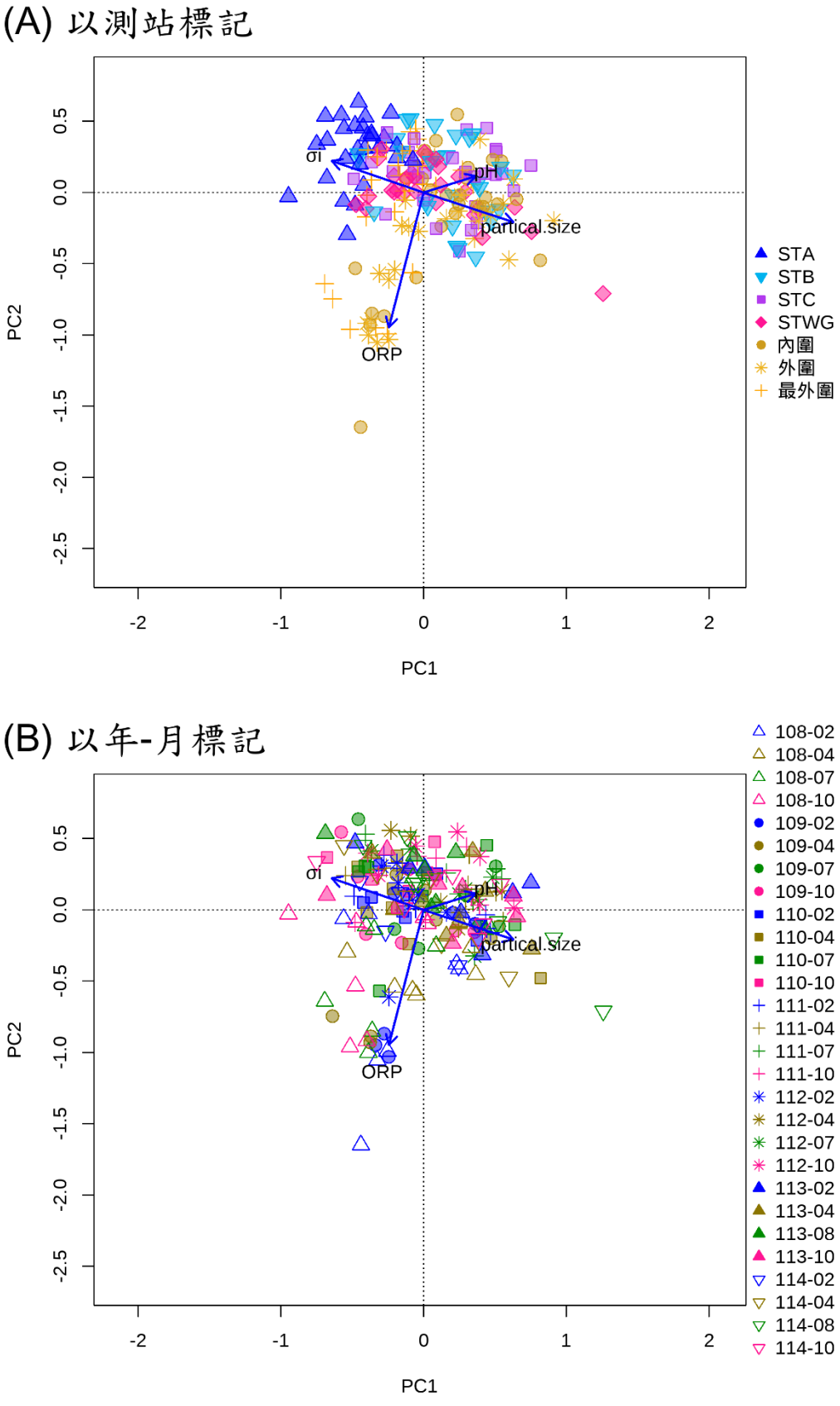


圖 15、108 年至 114 年各測站底質因子之主成份分析-PC1 及 PC2

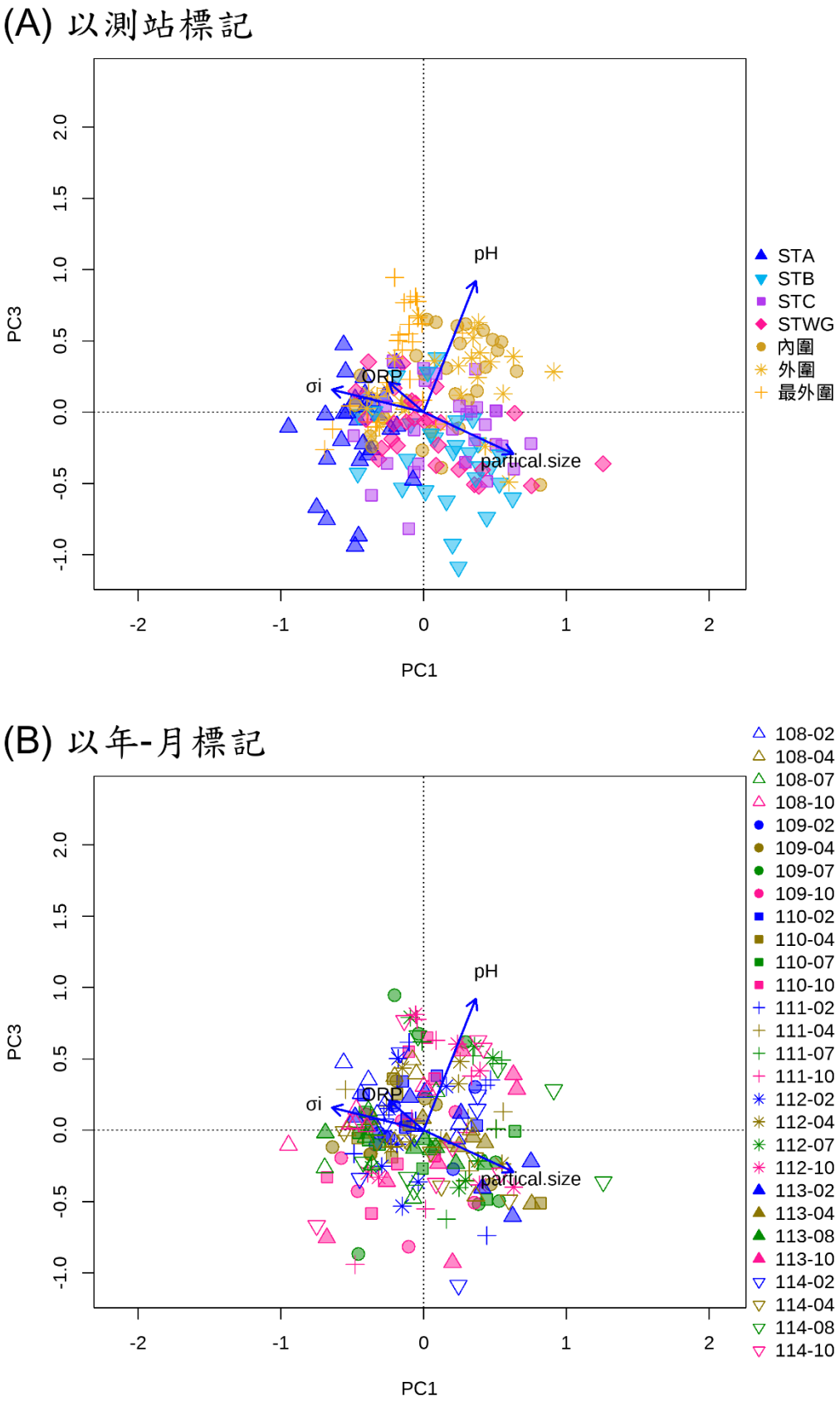


圖 16、108 年至 114 年各測站底質因子之主成份分析-PC1 及 PC3

二、黑面琵鷺生態保護區開放採捕相關監測及試驗工作

(一) 經濟貝類開放採捕定期監測

1. 漁民漁撈情形調查統計分析

(1) 採捕現況

113－114 年開放採捕期之經濟性貝類每日登記採捕資料詳見附錄二。101 年至 114 年經濟性貝類開放採捕之漁民採捕情況統計表 11 所示。

113 年由 5/15 至 7/31 止，開放採捕天數為 78 天，其中有 33 天完全無居民登記採捕，有效採捕日為 45 天；累計總採捕人數為 172 人次，平均採捕人數為 2.2 ± 3.6 人次/日，登記採捕總重 4045.2 公斤，所登記的經濟性貝類皆為環文蛤。總量每日每人平均環文蛤重（即無人採捕之採捕日，以 0 Kg/人計算）為 13.7 ± 13.7 Kg/人/日，有效日之每日每人平均採捕環文蛤重（即僅計算有效採捕日）為 23.7 ± 7.6 Kg/人/有效日。

114 年由 5/15 至 7/31 止，開放採捕天數為 78 天，其中有 50 天完全無居民登記採捕，有效採捕日為 28 天；累計總採捕人數為 83 人次，平均採捕人數為 1.1 ± 2.3 人次/日，登記採捕總重 562.8 公斤，所登記的經濟性貝類以環文蛤為主（94%），環文蛤採捕總重為 531.0 公斤，剩餘皆為文蛤（6%），採捕文蛤總重為 31.8 公斤。總量每日每人平均環文蛤重（即無人採捕之採捕日，以 0 Kg/人計算）為 2.2 ± 4.2 Kg/人/日，有效日之每日每人平均採捕環文蛤重（即僅計算有效採捕日）為 6.0 ± 5.2 Kg/人/有效日。

歷年 101 年至 114 年 5/31 止，歷年經濟性貝類開放採捕之每日漁民採捕情況統計變化圖則如圖 17 所示。

表 11、歷年漁民環文蛤採捕情況統計

年分(民國)	開放天數(日)	有採捕(有效日)	採捕總人數(人次)	平均採捕人數(人次/日)	採捕總重(Kg)	採捕環文蛤總重(Kg)	環文蛤佔比(%)	總量每日每人平均採捕環文蛤重(Kg/人/日)	有效每日每人平均採捕環文蛤重(Kg/人/有效日)
101	112	92	1202	10.7 ± 12.8 a	6820.0	6154.7	90	3.0 ± 3.0 gh	3.6 ± 2.9 g
102	93	72	920	9.9 ± 11.1 ab	5495.6	5111.6	93	4.0 ± 3.2 fgh	5.2 ± 2.6 fg
103	93	75	861	9.3 ± 9.3 abc	8709.5	8539.7	98	8.1 ± 4.9 de	10.0 ± 3.2 cde
104	93	83	878	9.4 ± 8.1 abc	10988.7	10966.2	100	11.0 ± 5.8 bcd	12.3 ± 4.6 c
105	93	75	687	7.4 ± 8.4 abcd	6213.6	6213.0	100	6.9 ± 4.5 ef	8.5 ± 3.3 e
106	78	58	502	6.4 ± 5.9 bcde	5496.9	5496.6	100	8.4 ± 6.1 cde	11.2 ± 4.2 cd
107	78	40	253	3.2 ± 3.9 efg	2144.5	2131.8	99	4.3 ± 4.8 fgh	8.4 ± 3.2 e
108	78	61	327	4.2 ± 3.6 defg	3334.5	3334.5	100	7.5 ± 5.5 e	9.6 ± 4.3 de
109	78	72	552	7.1 ± 7.3 abcd	6409.2	6378.0	100	10.6 ± 4.9 cd	11.5 ± 3.9 cd
110*	5	5	50	10.0 ± 3.5 ab	571.8	562.8	98	11.1 ± 1.7 bc	11.1 ± 1.7 cd
111	78	67	447	5.7 ± 5.3 cdef	8149.4	8149.4	100	16.7 ± 8.6 a	19.5 ± 5.7 b
112	78	42	185	2.4 ± 3.7 fg	1749.0	1736.4	99	5.7 ± 7.5 efg	10.6 ± 7.3 cde
113	78	45	172	2.2 ± 3.6 fg	4045.2	4045.2	100	13.7 ± 13.1 b	23.7 ± 7.6 a
114	78	28	83	1.1 ± 2.3 g	562.8	531.0	94	2.2 ± 4.2 h	6.0 ± 5.2 f

備註：[1]110 年因應 COVID-19 疫情緊急應變措施，僅開放 5 天；[2] 平均採捕總人數及 [3] 每日每人平均採捕總重經 one-way anova 檢定結果顯示，年間之均具顯著差異（p 值皆小於 0.001），再以 Duncan 進行事後檢定，無顯著差異者以相同小寫英文字母標記

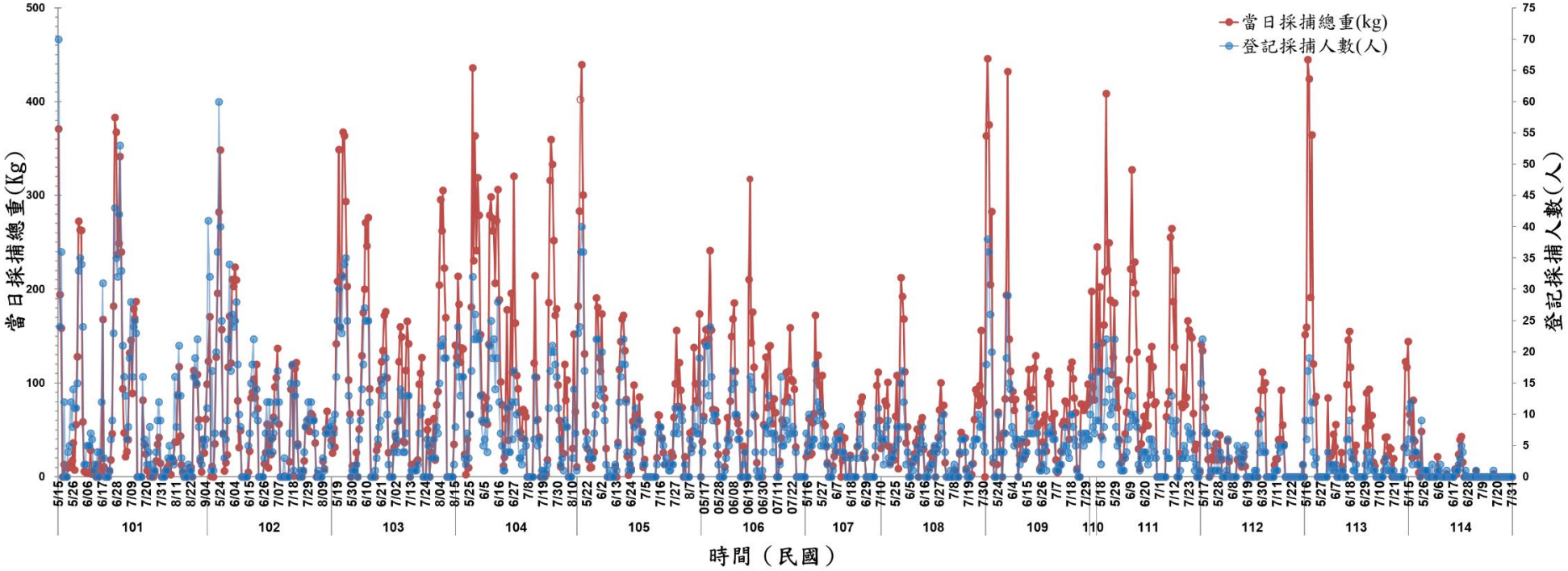


圖 17、101 年至 114 年歷年漁民每日採捕總重和登記採捕人數趨勢圖

(2)歷年漁民採捕情況

歷年在地居民所採集之經濟性貝類幾乎為環文蛤（92 至 100%，平均 98%）。為即時了解環文蛤族群現況及適時調整環文蛤採捕管理，每年的開放採捕策略隨前一年之採捕資料及環文蛤監測資料進行適度調整。101 年至 114 年的管理策略及環文蛤採捕情況變化如後所述。

101 年開始實施環文蛤採捕管理（圖 18），開放期間為 5/15 至 9/5 日（開放天數 112 天），101 年為開放首年，參與人數亦最多，達 1202 人次，環文蛤採捕種類為 6154.7 Kg。考量保護區內的環文蛤生殖季高峰為 9 至 11 月（吳宗澤，2012），102 年縮短開放採捕間至 3 個月（5/15 至 8/15 日，開放天數 93 天）並開始實施環文蛤採捕大小限制。102 年參與人數採捕的人數為歷年次多（920 人次），環文蛤採捕總重較 101 年略為下降至 5111.6 Kg。在 102 年實施縮短採捕季及管理採捕大小後，其後之 103 年、104 年環文蛤採捕總重持續上升，由 102 年的 5111.6 Kg，上升至 103 年的 8709.5 Kg，至 104 年 10988.7 Kg 達高峰，為歷年來最高值。然而，次年 105 年即驟降至 6213.6 Kg，恢復至與首年相近。

因此，106 年調整採捕管理策略，縮短開放期間，改為 5/15 至 7/31 日（開放天數 78 天）以降低環文蛤的採捕壓力。然而 106 年和 107 年的環文蛤採捕總重仍持續下降，至 107 年以下降至 2144.5 Kg。其後的 108 年的環文蛤採捕總重雖略為回覆至 3334.5 Kg。但與 106 年以前每年約有 5000 g 以上的採捕量相比，仍然相對偏低。故 109 年為緩減開放區域環文蛤的採捕壓力，納入分區管理，視監測情況調整開放區域。108 年以前僅開放北側灘地（北區），109 年至 112 年則改開放南區，至 113 年則再調整為北區。

109 年調整開放分區後，環文蛤採捕總量回覆至 6378.0 Kg；翌年 110 年則因 COVID-19 影響，僅開放 5 天，故環文蛤總採捕量僅有 562.8 Kg；111 年環文蛤採捕量上升至 8149.4 Kg，為歷年來第三高。而在連續開放近三年後，112 年的採捕量驟降至 1736.4 Kg。故於 113 年調整開放區域，環文蛤採捕量上升至 4045.2 Kg。然而 113 年的在環文蛤的定量監測顯示，屬於北區的內圍和南區的最外圍的族群有受壓迫的情況，尤其內圍族群狀況最為嚴峻。故 114 年的開放採捕策略改開放最外圍，但略為縮小開放範圍，減少最外圍的採捕壓力。而 114 年漁民反應開放的南區灘地變得泥濘，不易到達亦不易作業，在今年又有其他如石蚵等試辦採捕的條件下，漁民原經濟性貝類採捕人次下降，環文蛤採捕量亦下降至 352.8 公斤，為 101 年以來的最低值。

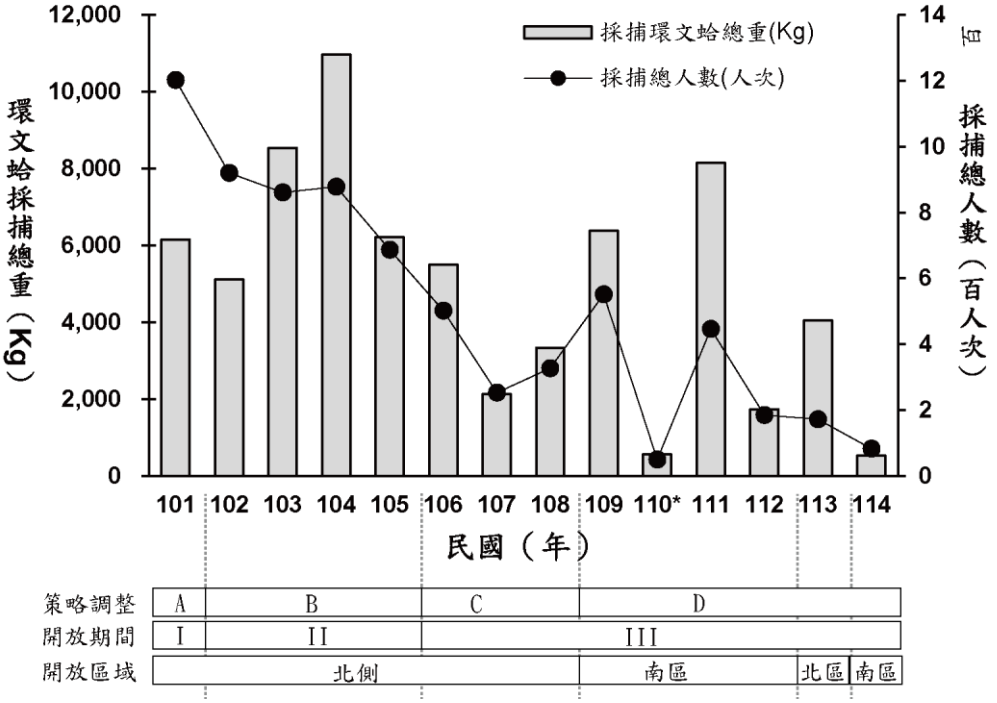


圖 18、101 至 114 年，歷年環文蛤採捕總重及總人次變化圖

(備註：策略調整 A－管理首年、B－縮短開放期間至 3 個月並限定採捕大小、C－縮短開放期間至 2.5 個月、D－開始分區管理；開放期間 I－5/15 至 9/5、II－5/15 至 8/15、III－5/15 至 7/31；*110 年僅開放 5 天)

有效日每日每人平均採捕環文蛤重之資料，可反映漁民若有下水時每人單日可採捕多少環文蛤的效益，結果顯示年間的顯著差異（表 11、圖 19）。從 101 年至 113 年，可看出頭兩年（101 及 102 年），漁民採捕環文蛤效益較低，有效日每日每人平均採捕環文蛤重 3.6 和 5.2 Kg/人/有效日，遠低於其他各年份的有效日每日每人平均採捕環文蛤重；103~109 年及 112 年，有效日每日每人平均採捕環文蛤重為 8.4 至 12.3 Kg/人/有效日，而 111 年和 113 年的漁民採捕效益最高，達到 19.5 和 23.7 Kg/人/有效日。114 年漁民採捕效益下降至 6.0 Kg/人/有效日。為歷年來最低。

從 101 年至 104 年的環文蛤採捕總重、總量及有效日之每日每人平均採捕重皆逐年上升，並皆於 104 年達到最高，這顯示了 101 和 102 年之漁民採捕效益較低，可能與開放頭兩年，漁民採捕經驗不足而採捕能力較低所致。故至 105 年時不論環文蛤採捕量、總量和有效日之每日每人平均採捕環文蛤重皆下降，反應 105 年環文蛤總量的驟降，可能為環境中環文蛤的族群下降所致。故 105 年之後的 107、108 和 112 年，漁民採捕效益降低（有效日每日每人採捕環文蛤重下降），則可能反應上述年分保護區內的環文蛤族群量較少致使漁民採捕效益降低。反之，109、111 和 113 年，漁民採捕效益增加和環文蛤採捕總恢復，可能反應開放區域的環文蛤族群數量亦有恢復。但須注意，雖然 111 年和 113 年的有效日每日每人平均採捕環文蛤重，明顯較其他年為高（表 11、圖 19），亦有可能為整體漁民的採捕經驗和能力提升所致。而今年 114 年漁民採捕效益下降，除了環境變得泥濘以及其他誘因使漁民前往內部灘地採捕環文蛤的意願

下降外，也有可能反應資源量有明顯下降。

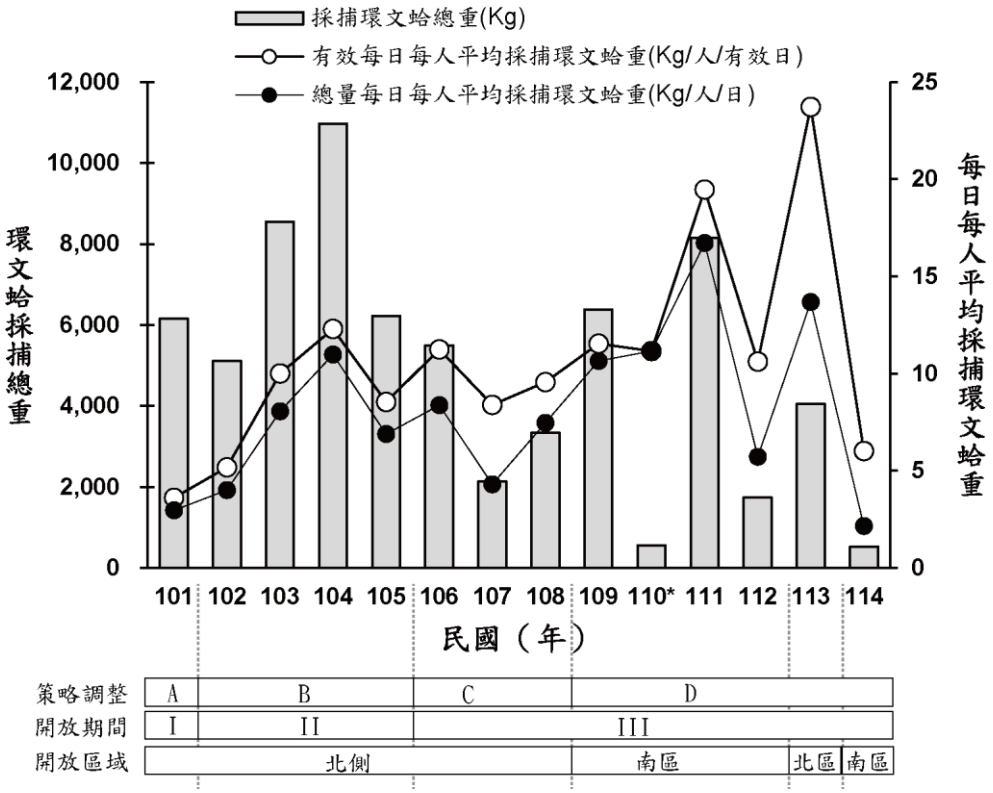


圖 19、101 至 114 年，歷年環文蛤採捕總重及每日每人平均採捕環文蛤重變化圖

(備註：策略調整 A－管理首年、B－縮短開放期間至 3 個月並限定採捕大小、C－縮短開放期間至 2.5 個月、D－開始分區管理；開放期間 I－5/15 至 9/5、II－5/15 至 8/15、III－5/15 至 7/31；*110 年僅開放 5 天)

2. 環文蛤定量調查

本研究於 113 年 2 月至 114 年 10 月期間共進行十一次環文蛤定量調查，但是 113 年 9 月因為受到天氣影響導致採樣受到影響，故相關將數據不列入計算。113 年 2 月至 114 年 10 月共記錄環文蛤 655 隻，3.67Kg，平均豐度為 16.6 ind./10 m^2，平均生物量為 22.19 g/m^2。豐度與平均重量以 114 年 8 月(55.5 ind./10 m^2；15.65 g)較高，113 年 11 月(1.75 ind./10 m^2；1.49 g)較低（圖 20）。

11 年 2 月至 114 年採集的環文蛤殼齡月變化結果顯示（圖 21），111 年 2 月至 112 年 2 月調查到的 I 齡貝比例逐漸增加，並在 112 年 2 月達到最高峰，但是 II、III 齡貝的比例則逐漸減少，尤其以 III 齡貝減少的特別明顯。112 年 4 月以後 I 齡貝比例明顯下降，II、III 齡貝的比例隨之增加，且有調查到V齡貝，113 年 11 月至 114 年 4 月，I 齡貝比例又開始明顯增加，II、III 齡貝的比例也隨之減少，且已未調查到IV、V 齡貝，但是在 114 年 6 月與 8 月 I 齡貝比例明顯下降，II 至 V 齡貝比例則明顯增加，但是在採捕季結束後的 114 年 10 月 I 齡貝比例大幅增加。環文蛤數量方面自 111 年 2 月以後，除了 112 年 4 月與 12 月，以及 113 年 2 月與 8 月數量相對較多之外，整體數量呈現逐漸下降的趨勢，113 年 11 月最低僅調查到 7 顆，但是在 114 年 2 月至 8 月數量逐漸增加，尤其 8 月數量為 111 年 2 月以來的次高，不過在採捕季結束後即 114 年 10 月數量大幅減少到僅較數量最低的 113 年 11 月略高。整體而言，111 年至今的環文蛤族群狀況可能受到人為或環境的影響，導致 I 齡貝數量比例偏高，數量也偏低，雖然部分時間數量較為增加，但是大部分仍維持偏少的狀態。

依據台江黑面琵鷺保護區分區進行管理的概念下主要可分為內圍、外圍及最外圍三區。比較本計畫各分區不同齡期的數量上，內圍以 I 齡貝為主佔 81%，其餘幾乎為 II齡貝，外調查到其他齡期的個體；外圍主要由 II 及 III 齡貝為主要組成，性成熟比例佔 85%；最外圍則以 I 及 II 齡貝為主，佔 71%，而該區也是V齡貝比例最高分區（圖 22）。

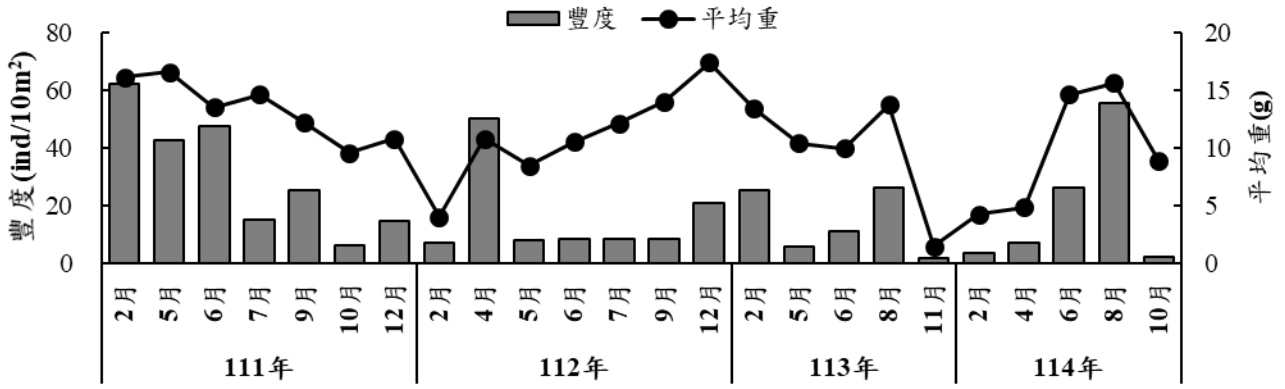


圖 20、111-114 年定量調查豐度與採捕環文蛤平均重量之變化
(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

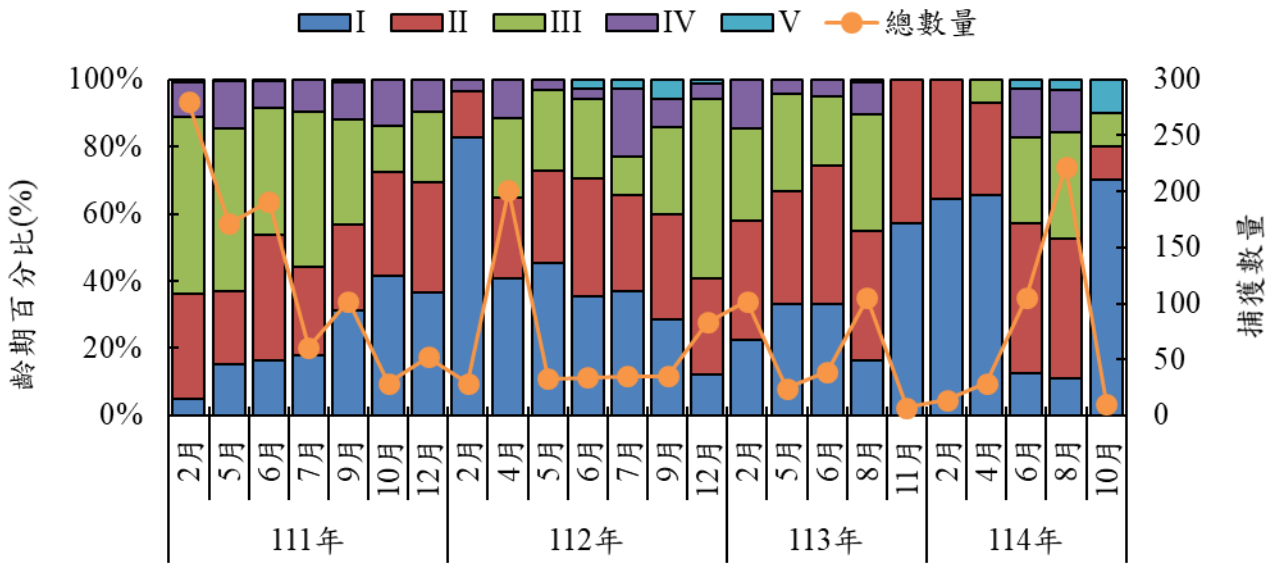


圖 21、111-114 年環文蛤殼齡及捕獲數之變化

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

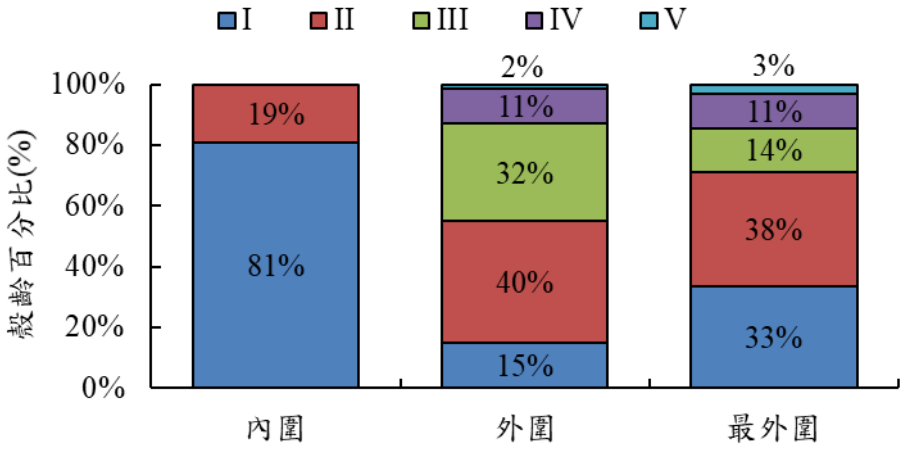


圖 22、113 年至 114 年環文蛤分區殼齡組成

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

3. 環文蛤肥滿度指數測定

111 年 2 月至 114 年 10 月期間共分析 704 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 4.86 至 8.31 之間（圖 23）。經 one-way ANOVA 分析 111 年 2 月至 114 年 10 月環文蛤肥滿度指數（CF），各月份環文蛤肥滿度差異並不大，但是以其中以 112 年 2 月的肥滿度明顯大於其它月份（$p<0.05$），111 年 5 月與 114 年 10 月則是另外兩個較高的月份，113 年 2 月則明顯小於其它月份（$p<0.05$），112 年 9 月與 12 月則是另外兩個較低的月份（圖 23）。

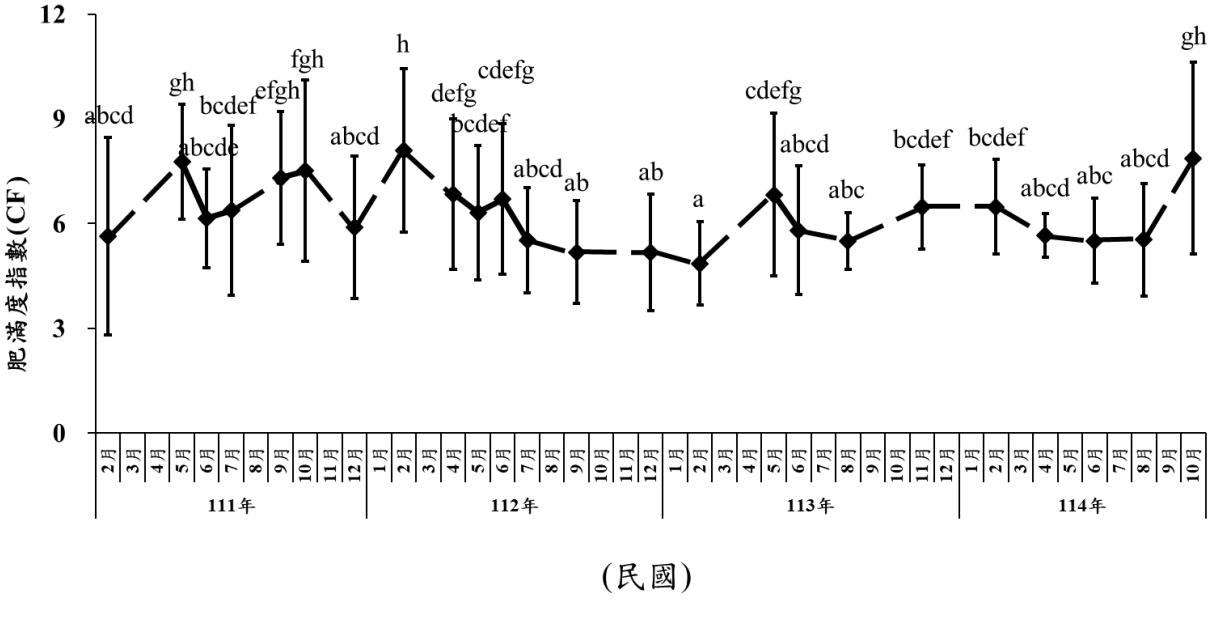


圖 23、台江國家公園 111-114 年環文蛤肥滿度指數

備註：1.abcdefgh 為環文蛤肥滿度之 Duncan 分組情形（$p<0.05$）；2. 113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算

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* (Bruguiere, 1792))、鐵尖海蜷 (*Pirenella pupiformis* Ozawa & Reid, 2016) 及栓海蜷 (*Pirenella microptera* (Kiener, 1841)) 三種。本計畫於 113 年 2 月至 114 年 10 月分別進行三種海蜷定量調查（表 12），十次調查中分別捕獲燒酒海蜷、鐵尖海蜷及栓海蜷共 2557 隻、498 隻及 2705 隻。燒酒海蜷平均豐度為 128.8 ± 60.1 ind./m^2，以 114 年 2 月的數量最多；鐵尖海蜷平均豐度為 25.3 ± 21.0 ind./m^2，以 114 年 4 月的數量最多；栓海蜷平均豐度為 128.0 ± 43.9 ind./m^2，以 114 年 6 月的數量最高（表 12）。105 年至 114 年歷年海蜷定量調查資料如表 13，105 年至 114 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化如圖 24。燒酒海蜷自 107 年至 109 年間平均重量呈現下降的趨勢，但是自 109 年以後，除了 113 年平均重量較低外，

其他年次則維持穩定；鐵尖海蜷自 108 年後平均重量呈現下降的趨勢；栓海蜷則大致維持穩定，無明顯變化。豐度方面，三種海蜷 105 至今年度（114 年）間豐度變化呈現，燒酒海蜷在 105 年至 112 年間除 108 年、110 年與 111 年豐度明顯較少外，其他年次則差異不大，但是 113 年與 114 年的豐度有較微增加的現象；鐵尖海蜷 108 年至 112 年豐度明顯較 107 年以前減少，但是 113 年與今年度豐度明顯有所回升，今年度則已恢復到 107 年以前的水準；栓海蜷則是 107 年與 108 年豐度明顯較為減少，其他年次則差異不大，112 年至今年度豐度幾乎沒有明顯的差異。

表 12、113 至 114 年海蜷定量調查豐度及重量結果

時間	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)
113 年 2 月	173.5	0.72	12.0	0.37	113.5	0.67
113 年 5 月	148.0	0.91	30.5	0.22	164.0	0.64
113 年 6 月	64.6	1.08	10.5	0.38	135.0	0.79
113 年 8 月	77.0	1.10	25.0	0.36	127.0	0.69
113 年 11 月	169.0	0.68	18.5	0.34	71.0	0.66
114 年 2 月	223.5	1.12	13.5	0.37	73.0	0.71
114 年 4 月	180.6	1.15	47.4	0.28	157.7	0.62
114 年 6 月	87.5	0.99	73.5	0.39	192.0	0.76
114 年 8 月	37.5	1.25	19.5	0.34	170.5	0.82
114 年 10 月	127.0	1.28	3.0	0.17	76.0	0.74
平均值	128.8 ± 60.1	1.03 ± 0.20	25.3 ± 21.0	0.32 ± 0.07	128.0 ± 43.9	0.71 ± 0.07

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

表 13、105 年至 114 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 ± 0.10	10.1 ± 4.6	1.20 ± 0.17	60.0 ± 25.3	0.72 ± 0.10
109 年	54.2 ± 29.30	1.11 ± 0.48	10.7 ± 10.2	0.83 ± 0.58	101.7 ± 49.3	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
111 年	56.0 ± 33.8	1.10 ± 0.09	8.9 ± 7.1	0.54 ± 0.24	69.9 ± 33.3	0.77 ± 0.03
112 年	94.2 ± 10.3	1.16 ± 0.05	0.8 ± 0.4	0.67 ± 0.05	137.0 ± 20.3	0.74 ± 0.07
113 年	126.4 ± 51.9	0.84 ± 0.44	19.6 ± 8.1	0.31 ± 0.17	130.3 ± 23.0	0.72 ± 0.26
114 年	131.2 ± 73.6	1.16 ± 0.12	31.4 ± 28.7	0.31 ± 0.09	133.8 ± 55.5	0.73 ± 0.07

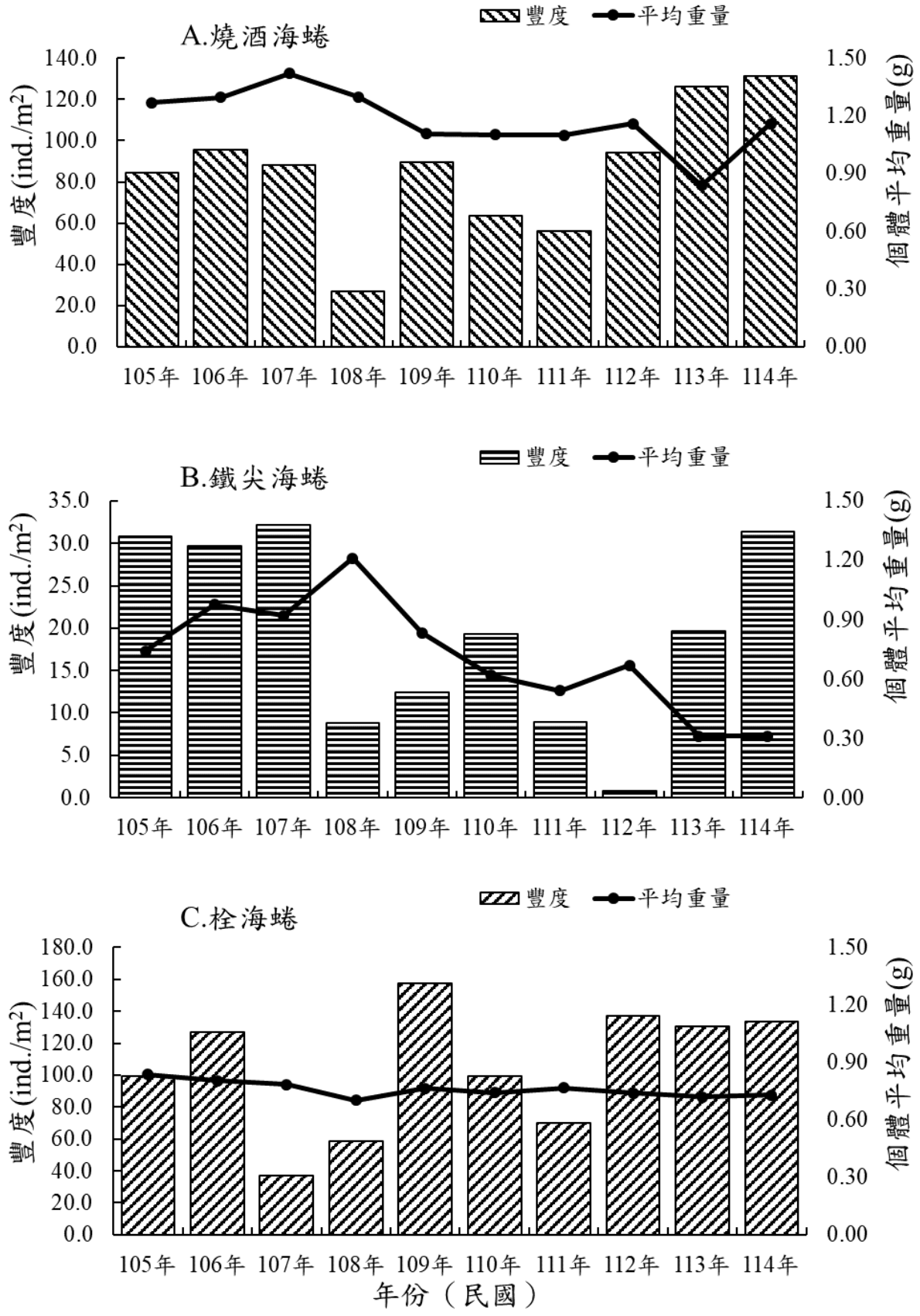


圖 24、105 年至 114 年歷年三種海蜷之豐度及重量變化

5. 其它共棲物種調查結果

113 年與 114 年度其它共棲物種定量調查資料如表 14。共棲物種共記錄到 9 種軟體動物，其中以歪簾蛤的數量最多，其次為文蛤。出現頻率以歪簾蛤、文蛤、截尾薄殼蛤與櫻蛤等物種較高，幾乎每次到查都有調查到。

表 14、113 年度其它共棲物種定量調查豐度（ind./10 m^2）

物種名稱	學名	113 年					114 年					總計
		2 月	5 月	6 月	8 月	11 月	2 月	4 月	6 月	8 月	10 月	
織紋螺科	Nassariidae sp.	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3
文蛤	*Meretrix lusoria*	0.3	0.8	—	0.8	0.3	0.8	0.5	—	0.3	1.0	4.8
歪簾蛤	*Anomalocardia squamosal*	1.3	1	0.3	0.8	1.3	1.0	0.3	—	0.3	0.3	6.6
簾蛤科	Veneridae sp.	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.3
臺灣環簾蛤	*Katelysia hiantina*	—	—	—	—	—	0.3	—	—	—	—	0.3
截尾薄殼蛤	*Laternula anatina*	0.3	0.5	0.3	0.3	—	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.9
櫻蛤	Tellinidae sp.	—	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3	—	—	1.3	3.5
竹蟶	*Solen strictus*	—	—	—	0.3	—	—	—	—	0.3	—	0.6
雲母蛤	*Placuna placenta*	—	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—	0.3
牡蠣	Ostreidae sp.	—	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—	0.3
	月總計	2.5	2.8	0.9	3.1	2.1	2.7	1.4	0.3	1.2	2.9	19.9

註：1. —為未記錄到；2. 113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算

6. 歷年環文蛤調查結果比較

(1) 豐度及重量比較

匯整民國 100 年 5 月開始至 114 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 年前未進行採捕管理時，環文蛤因而被大量採捕。101 年開始進行採捕管理後，102 年與 103 年的豐度與平均重量則有所回升，但是在 104 年至後再次呈現下降的趨勢，並在 107 年（5.76 ± 5.95 ind./10 m^2；3.41 ± 3.63 g）降至歷年調查的最低點（圖 25、圖 26）。因此管理處分別於 107 年與 108 年實施採捕季原 3 個月縮短至 2 個月與分區採捕措施。108 年至 110 年確實達到部分的成效，豐度與平均重量分別在 108 年與 109 年時有明顯的增加，平均重量可達到 100 年的水準，但是豐度仍無法回到該年的水準。而值得注意的是，112 年至 114 年平均重量雖然仍維持穩定，但是在豐度則是明顯的下降至與 106 年與 107 年同樣的情形（圖 25、圖 26），顯示環文蛤的族群明顯受到採捕壓力的影響而出現減少的情形。

分析台江國家公園 107 至今年度(114 年)內圍、外圍及最外圍環文蛤體重及豐度之變化顯示（圖 27）。最外圍在 105 年進行首次調查豐度雖較內圍少，但是較外圍多，而 107 及 108 年為三處樣區豐度為最高的區域，內圍的豐度已十分稀少。108 年實施分區採捕後，109 年內圍豐度依舊稀少，外圍在採捕人數減少下，豐度則有所成長，但是最外圍受到漁民轉至該區採捕的緣故，豐富出現大幅減少的情形。110 年受到疫情

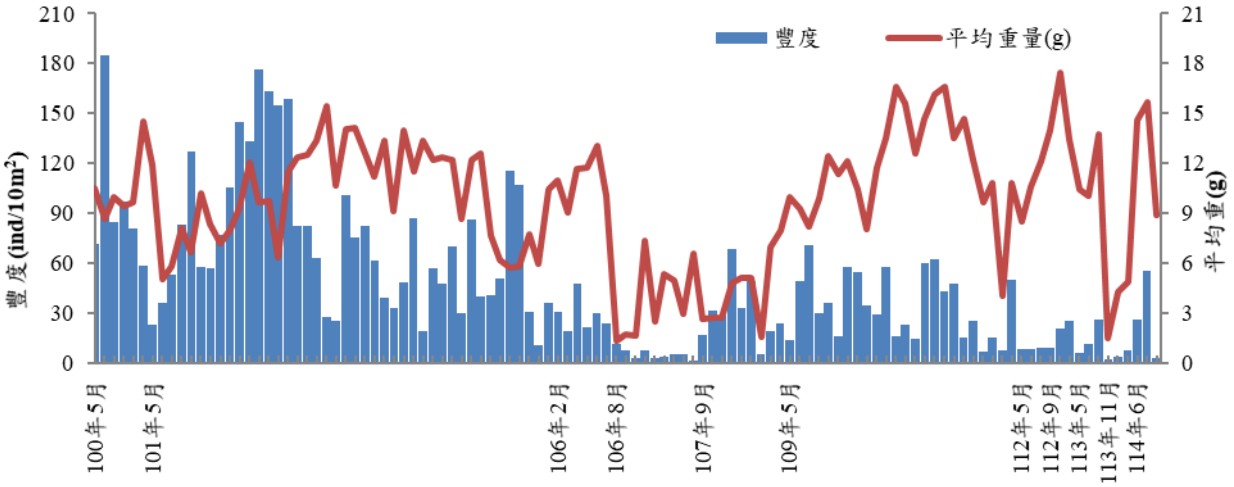


圖 25、台江國家公園歷次環文蛤體重及豐度之變化

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

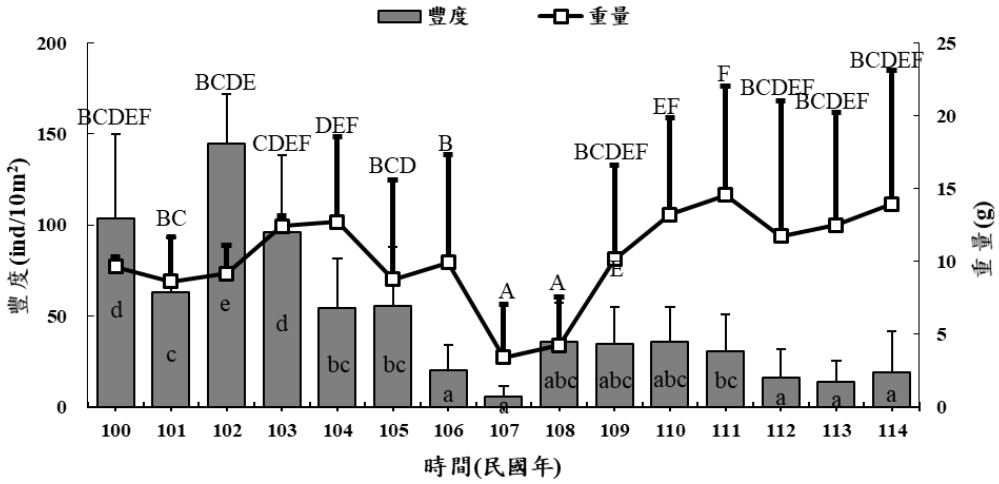


圖 26、台江國家公園歷年環文蛤體重及豐度之變化

(註：1. abcde 及 ABCDEF 分別為豐度及重量之 Duncan 分組情形（$p<0.05$）；2. 113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

而未開放採捕的情形下，豐度大致維持穩定或上升，111 年再次開放採捕後，各區域的豐度至 114 年都呈現下降的趨勢（圖 27）。平均重量方面，內圍自 104 年以後便一直呈現下降的趨勢至 109 年，110 年與 111 年雖有所回升，就也僅回復到 106 年的狀態，112 年至今年度則再次呈現下降的趨勢（圖 27）。外圍樣區 103 年至 107 年平均重量皆維持穩定，108 年出現明顯下降後實施分區採捕，109 年後平均重量已逐漸回復至 103 年至 107 年的狀態（圖 27）。最外圍樣區在 108 年實施分區採捕後，平均重量明顯下降，109 年至 111 年則有所成長，判斷 110 年與 111 年的增加應與疫情的影響有關。112 年與 113 年平均重量明顯下降，而豐度亦出現相同趨勢，研判與最外圍樣區持續受到採捕壓力有關，114 年平均重量明顯上升，應與漁民表示該區域變得泥濘且數量

也較以往明顯減少，導致漁民前往採捕的意願下降有關（圖 27）。

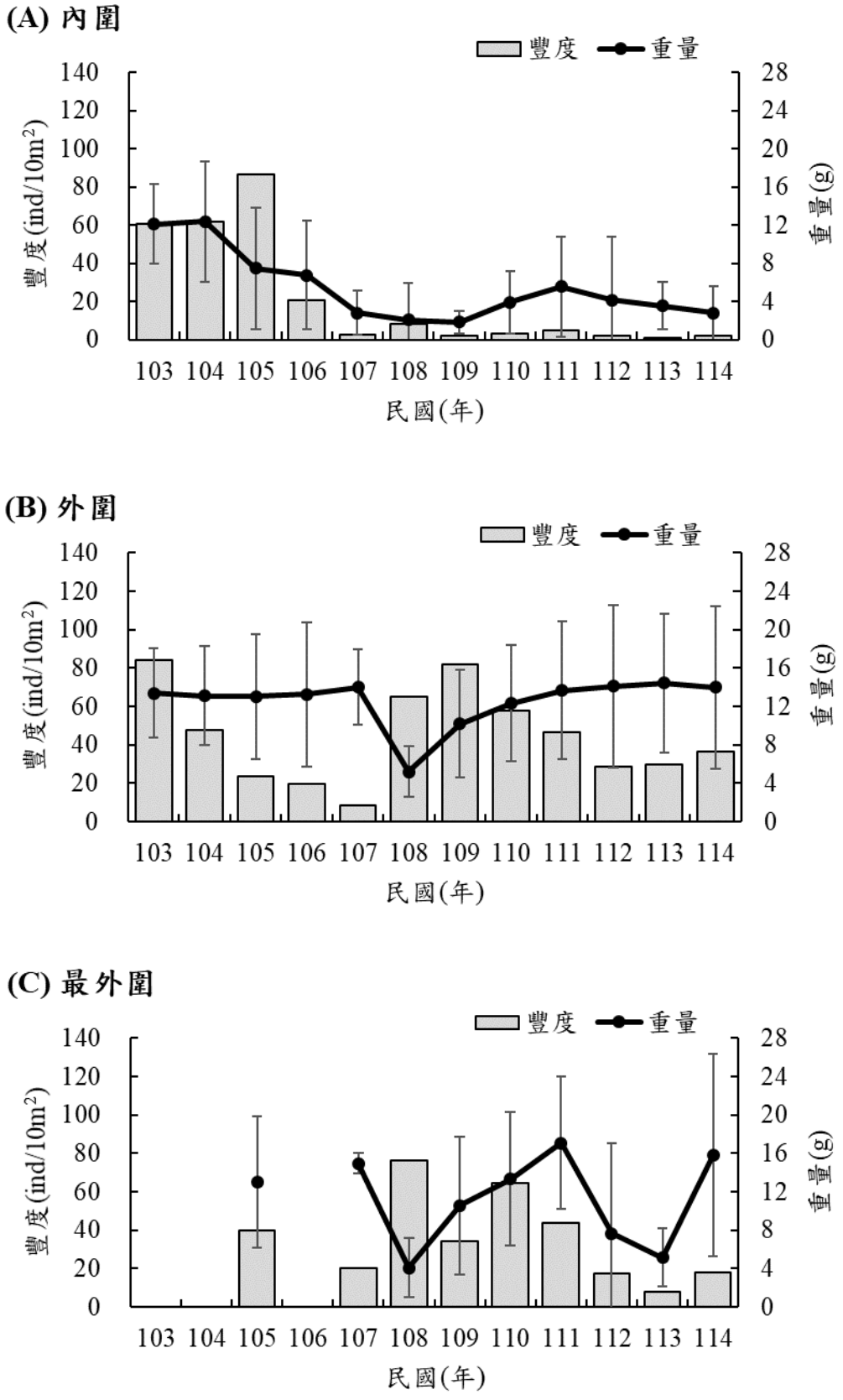


圖 27、台江國家公園歷年(A)內圍、(B)外圍及(C)最外圍環文蛤體重及豐度之變化

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

而本年度調查結果顯示三處樣區豐度都較 113 年略微增加，但是若與 108 年實施分區採捕前的數量相比，內圍樣區與最外圍樣區的豐度皆無明顯回復，外圍樣區則回復至接近 104 年的程度。由此現象研判與環境改變或是人為採捕壓力有關，導致環文蛤族群豐度呈現下降的趨勢。

(2) 殼齡變化之比較

匯整 100 年 5 月開始至 114 年 10 月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 齡貝與 III 齡貝（2.4 - 4.0 cm）為主，IV 及 V 齡貝（>4.0 cm）捕捉到的數量相對稀少。歷年調查結果顯示，100 年開放採捕時，數量以 II 齡貝（70%）佔大多數，但是在隔年（101 年）II 齡貝即明顯減少且 I 齡貝明顯增加，平均豐度亦明顯下降。102 年雖然 II~IV 齡貝數量再次增加且族群平均豐度來到歷年最高的年次，103 年比例雖仍以 II~III 齡貝為主，但是平均豐度已明顯下降，104 年至 106 年時平均豐度持續下降，I 齡貝比例逐漸增加，至 107 年時平均豐度達到歷年最低點，I 齡貝比例亦達到歷年最高點，而 III~V 齡貝已未採集到。顯示黑面琵鷺保護區內的環文蛤族群已明顯受到人為採捕或棲地環境變化的影響已達到高峰，因此管理處於 108 年開始實施分區開放採捕藉以分散環文蛤的採捕壓力。實施分區採捕的 108 年仍以 I 齡貝為主，但是比例已較 107 年略微下降，平均豐度亦有所回升，IV 及 V 齡貝的比例亦明顯增加。然而 109 年至 114 年的 I 齡貝比例雖然未再有大幅度的升高，但是平均豐度在 112 年至 114 年卻出現明顯下降的情形，顯示黑面琵鷺保護區內的環文蛤族群可能再次受到人為或環境等壓力造成緊迫（圖 28）。

依據 103 至 114 年各樣區分析結果顯示，內圍樣區在 107 年以後 I 齡貝數量比例都在 60%以上，II 齡貝數量比例也已相對較少，III 齡貝數量比例已屬稀少，IV 及 V 齡貝則已消失，時至 114 年仍無法回復，114 年仍僅調查到 I 齡貝（圖 29）。外圍樣區 103 年至 106 年 I 齡貝也逐漸增加，II 齡貝數量比例逐漸減少，III 齡貝與 IV 齡貝數量比例尚屬穩定，但是 107 年時僅有 I 齡貝與 II 齡貝，且 II 齡貝數量比例高 80%，108 年實施分區採捕後，I 齡貝數量比例明顯下降，並回復到以 II 齡貝與 III 齡貝為主，IV 及 V 齡貝的數量比例亦有所增加（圖 29）。最外圍樣區 105 年進行首次調查，當時以 II 齡貝與 III 齡貝為主，107 年再次進行時仍幾乎為 II 齡貝，但是在 108 年實施分區採捕後，漁民轉移至最外圍樣區採捕，使得該年 I 齡貝數量比例大幅增加，109 年與 110 年因部分漁民回到外圍樣區採捕，而分散採捕壓力，所以回復到以 II 及 III 齡貝為主，但是在 112 年與 113 年又改以 I 齡貝為主，且 113 年未調查到 III 至 V 齡貝，判斷與分區採捕後，漁民多轉往此區採捕，導致本樣區的環文蛤受到的採捕壓力相對明顯有關。本年度 I 齡貝數量比例再次明顯下降，且 II 至 V 齡貝皆有調查到，判斷與漁民表示該區域變得泥濘

且數量也較以往明顯減少，導致漁民前往採捕的意願下降有關（圖 29）。

目前豐度逐漸下降的結果判斷與環境改變或是人為採捕壓力有關，其中最外圍樣區在 112 年與 113 年因漁民轉往區域而受到採捕壓力的影響下，使得族群組成出現明顯改變。雖然 114 年在採捕壓力減小的情形下，族群組成的狀態相對較為理想，但是由此也顯示出，人為採捕壓力為造成族群組成改變的重要因子。根據 Brazeiro（1999）研究指出，當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，族群為了有利於族群數量快速回升，會出現大量釋幼的情形，族群內會因此出現大量的幼貝，同時也可能出現幼體早熟的狀況（Defeo, 1996a, b）。

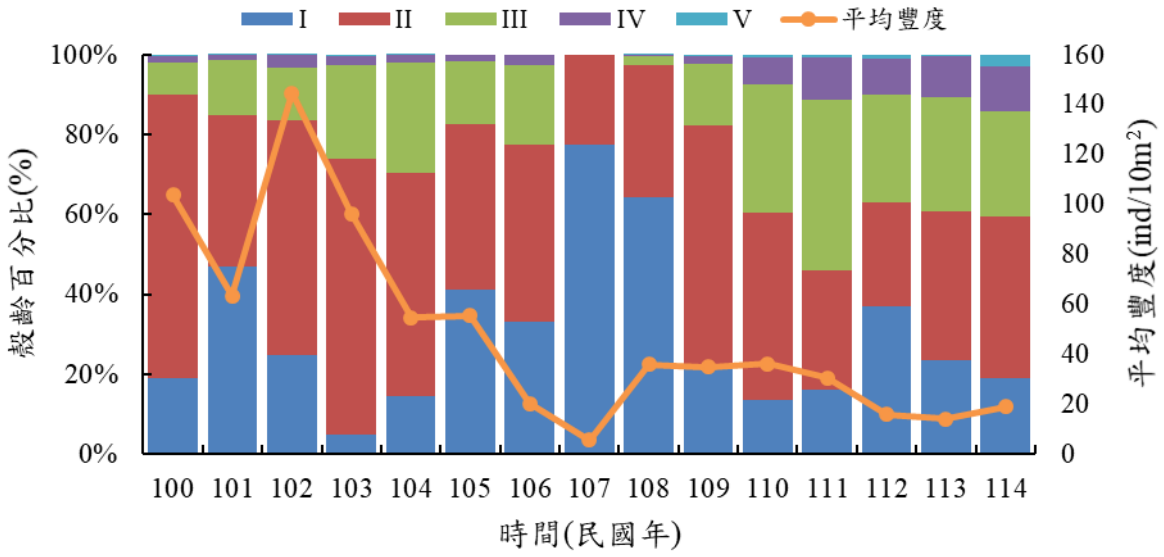


圖 28、台江國家公園歷年殼齡百分比變化

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

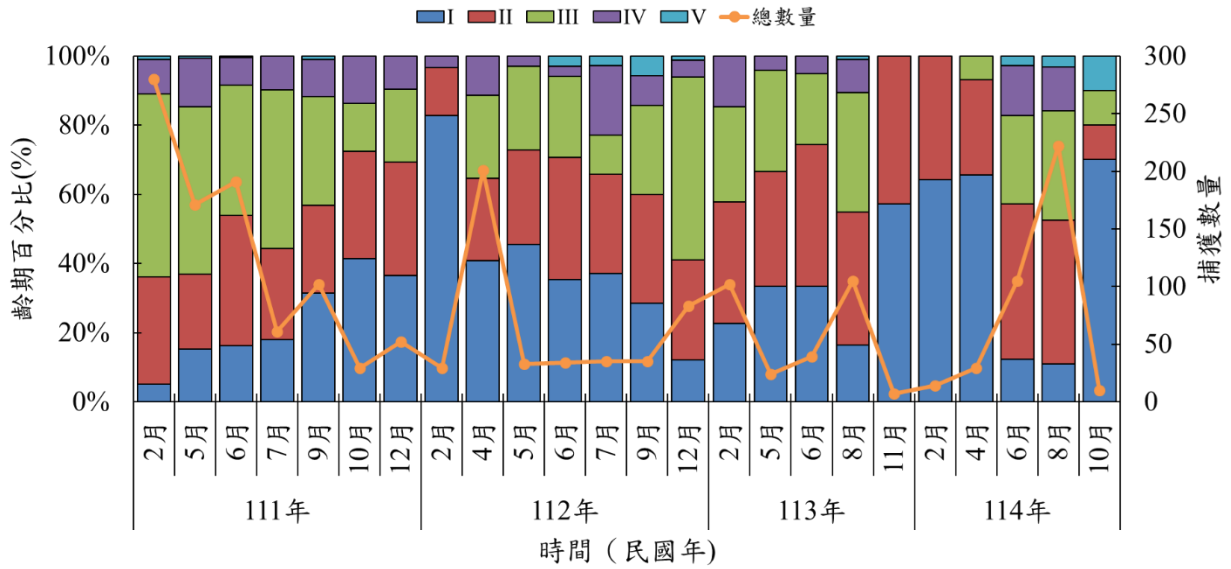


圖 29、台江國家公園歷年內圍、外圍及最外圍環文蛤殼齡百分比變化

(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

(3) 肥滿度指數比較

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等因素均有可能造成二枚貝類肥滿度指數下降。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，108 年實施分區採捕後肥滿度指數開始有所回升，109 年與 110 年部份季次可達到 9 以上，顯示實施分區採捕後環文蛤族群受到的採捕壓力確實有所下降，但是在 111 年以後肥滿度指數又開始逐漸下降。本年度肥滿度指數平均值介於 5.51-7.88 之間，大致維持在 111 年至 113 年的區間，雖然仍舊明顯低於 100 年至 102 年的區間，但是已明顯高於 103 年至 107 年為實施分區採捕前的狀態（圖 30）。而肥滿度指數下降不僅反映出營養的狀況，也顯示棲地淤積與採捕壓力對環文蛤族群產生的影響。

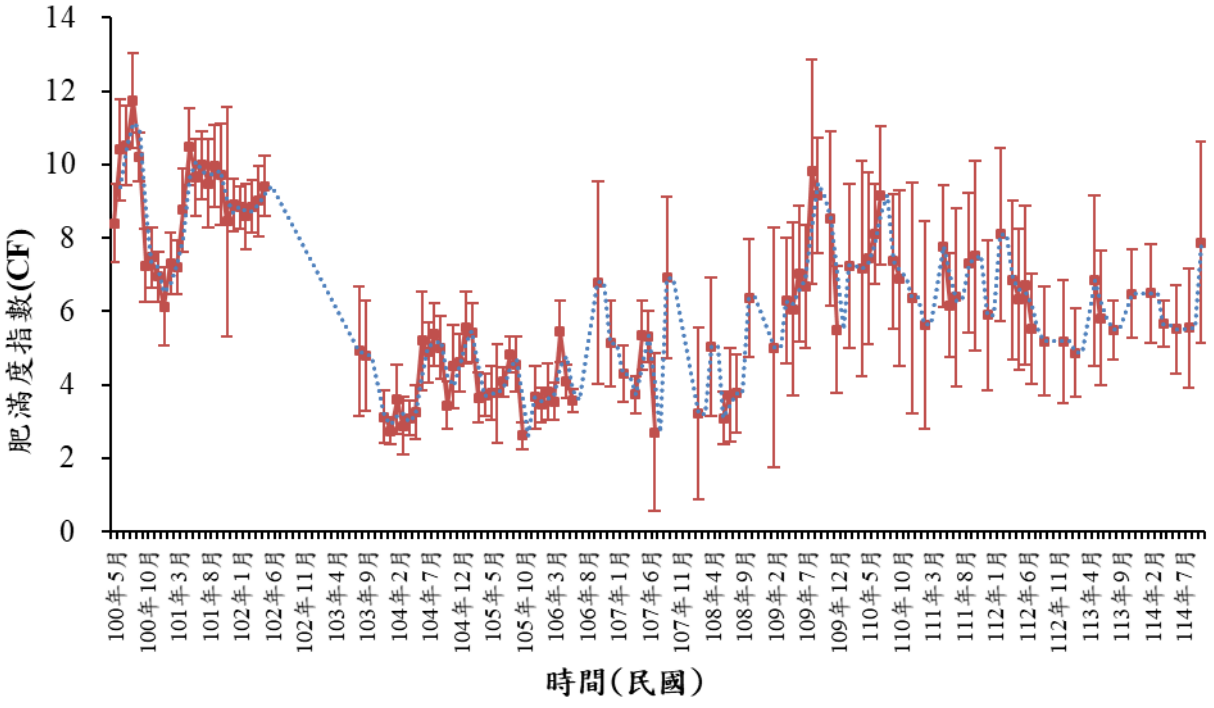


圖 30、台江國家公園環文蛤 100 年至 114 年肥滿度指數之變化
(註：113 年 9 月因受到天氣影響導致採樣受到影響，故數據不列入計算)

(二) 龍鬚菜開放採捕可行性評估試驗：

1. 龍鬚菜每月消長

109~114 年之龍鬚菜主要出現的測站皆為 C 測站，109 年及 110 年略為在 STA 測站亦有零星記錄，但在本計畫僅 C 測站有記錄，其餘測站無記錄。整體覆蓋面積及重量變化記錄如表 15、表 16 所示；歷月消長變化如圖 31 所示。

113 年的龍鬚菜每月消長調查觀測。與往年 1 月、2 月不同，往年 1、2 月目視較無藻類滋生，包含龍鬚菜，但於 113 年 1~3 月時，目視定量採樣框內雖有大面積的藻類，但取樣後發現主要為腐敗的藻類及附著於上大面積增長的深色絲狀藻，其中僅極少部分為龍鬚菜;至 4 月後才有較明顯的龍鬚菜增長。然而至 6 月覆蓋度達到最高時，於 7 月龍鬚菜覆蓋面積仍大，但開始有許多腐敗的的個體，並有絲藻附於其上，整體狀況不好，至 8、9 月龍鬚菜腐敗狀況嚴重，過去 7 月仍有龍鬚菜的地方，於 8、9 月轉為表面灰白色、下方為黑色的有機淤泥，氣味道有惡臭味，整體環境狀況惡劣。但其後 10 月開始陸續有颱風來襲，故至 10、11 月時，上述情況已明顯改善，雖然多數仍為黑土，但已無灰白色的物質及非常明顯惡臭味。114 年 1 至 5 月的龍鬚菜消長情況則與 110 年類似（圖 31），於年初 1-3 月無明顯龍鬚菜之覆蓋，至 4 月的龍鬚菜覆蓋面積仍有限，但至 5 月、6 月時快速增長至覆蓋面積約 73~80%。但 7 月初因有中度颱風丹娜絲颱風侵台，造成全台風災與雨災，包括強烈降雨造成七股地區多處淹水等，測站內的龍鬚菜亦於颱風後消失。

此外，114 年年初 1-2 月較 113 年 11-12 月之底質有明顯改善，1 月部分，人踩踏時仍會有黑泥飄散而出，但量少且消散快，亦無明顯惡臭，至 3 月時，以無上述情況。113 年底環境狀況欠佳，至 114 初才有明顯改善，可能為 114 年龍鬚菜較晚開始增長的原因之一。

表 15、113 年至 114 年各測站龍鬚菜之覆蓋面積變化

月份	覆蓋面積（%）				平均 %	增長比率
	STA	STB	STC	STWG		
113 年						
1 月	0	0	0	0	0	–
2 月	0	0	1	0	0.0	–
3 月	0	0	4	0	1.0	3.0
4 月	0	0	39	0	9.6	8.6
5 月	0	0	51	0	12.7	0.3
6 月	0	0	99	0	24.8	1.0
7 月	0	0	80	0	20.0	-0.2
8 月	0	0	35	0	8.8	-0.6
9 月	0	0	13	0	3.3	-0.6
10 月	0	0	0	0	0.0	-1.0
11 月	0	0	0	0	0.0	-
12 月	0	0	0	0	0.0	-
114 年						
1 月	0	0	0	0	0	–
2 月	0	0	1	0	0.0	–
3 月	0	0	2	0	0.4	0.7
4 月	0	0	8	0	1.9	3.5
5 月	0	0	73	0	18.2	8.6
6 月	0	0	70	0	17.5	0.0
7 月	0	0	0	0	0.0	-1.0
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	

表 16、113 年至 114 年各測站龍鬚菜生物量變化

月份	生物量 (g/m²)				平均生物量 (g/m²)
	STA	STB	STC	STWG	
113 年					
1 月	0	0	0	0	–
2 月	0	0	1.5	0	0.4
3 月	0	0	22	0	5.5
4 月	0	0	495	0	123.8
5 月	0	0	1260	0	315.0
6 月	0	0	2790	0	697.5
7 月	0	0	1435	0	358.8
8 月	0	0	465.0	0	116.3
9 月	0	0	153.2	0	38.3
10 月	0	0	0	0	–
11 月	0	0	0	0	–
114 年					
1 月	0	0	0	0	–
2 月	0	0	10	0	2.5
3 月	0	0	65	0	16.3
4 月	0	0	250	0	62.5
5 月	0	0	910	0	227.5
6 月	0	0	1200	0	300.0
7 月	0	0	0	0	–
8 月	0	0	0	0	–
9 月	0	0	0	0	–
10 月	0	0	0	0	–
11 月	0	0	0	0	–
12 月	0	0	0	0	

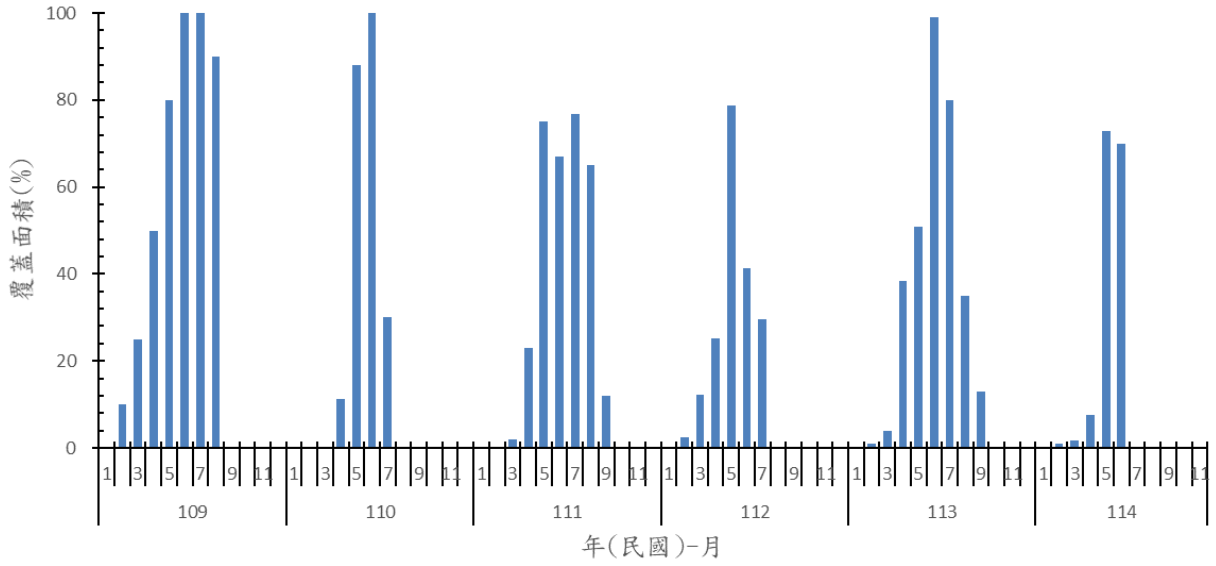


圖 31、109 年至 114 年龍鬚菜覆蓋面積變化

2. 龍鬚菜試辦採捕現況及成效評估

113 年及 114 年龍鬚菜試辦採捕之採捕紀錄如附錄三所示。

113 年龍鬚菜試辦採捕期間 5/15 至 7/14，為期兩個月，開放天數共計 61 天，累計人次為 18 人次，總採捕總溼重為 244.0 公斤；其有 46 天次無人採捕、15 天次有人採捕；有人採捕日的每日至多 1~2 人採捕。以 113 年 5~7 月的各月平均生物量（表 16）配合各月採捕溼重回推採集面積，5 月、6 月和 7 月的採捕總重和回推面積分別為 5 月 142.8 kg 和 113 平方公尺、6 月 58.8 kg 和 21 平方公尺、 42.6 Kg 和 30 平方公尺，累計合計採集移除龍鬚菜面積約為 164 平方公尺。採捕的行為包括專採龍鬚菜和順帶採集龍鬚。在專採龍鬚菜部分，僅計算有採捕的狀況，漁民的龍鬚菜採捕效益為每次每人至多可採至 40 台斤，換算為 24 公斤（溼重），平均為 16 公斤/人次；而少部分採集行（共計 4 人次）為則為採捕環文蛤的過程中，順帶採集龍鬚菜，故採集重量較少，每次每人分別採集量為 3.6、4.2、9.6、3.0、3.0 公斤，平均 4.7 公斤/人。

114 年龍鬚菜試辦採捕期間 5/15 至 7/31，開放 78 天次，累計龍鬚菜採捕人次為 21 人次，累積採捕溼重為 306.6 kg。其中，5 月 17 人次採捕總重 247.8 公斤、6 月 4 人次採捕總重 58.8 公斤，7 月則無人登記採捕。以 114 年 5 月、6 月龍鬚菜消長調查之生物量配合溼重採捕紀錄，推算 5 月採集面積約為 272 平方公尺、6 月約為 49 平方公尺。整體以今年 114 年較 113 年為佳。

由於龍鬚菜的自然消長，會於覆蓋面積最大後開始衰退並自然腐敗，造成環境劣化。為了解開放採集後，龍鬚菜適時採集而移除是否能減輕自然衰退腐敗可能對環境造成影響，在成效分析部分，以底質間隙水的氧化還原電位和 pH 做為底質環境的代表因子，結果如表 17 所示。

在氧化還原電位（ORP）部分，可看到在 113 年開放後的 6 月至 9 月，對照區（無龍鬚菜移除）ORP 在-404.3～-297.5 mv，實驗區（有龍鬚菜移除區域）則在-335.2～-233.1 mv，可發現在開放採捕後的一段期間，對照區 ORP 明顯較實驗區來得得低；不過至 10 月時兩區域皆上升恢復至-250.4～241.9 mv，即達開放採捕前的水準。114 年採捕前之 5 月初 ORP 亦是兩區皆達-350.7～-335.5 mv，6 月的對照區本次反以對照區（-316.4 mv）略為高於試辦開放採捕區域（-332.0 mv）。然而，7 月丹娜絲帶來豐沛雨量其強勁風勢，使得台南地區受創嚴重，7 月底亦有強降雨(728 水災)，可能導致保護區內的龍鬚菜流失，亦加速底值表層擾動。至 8 月時已下降至-286.0～-244.7 mv，之後 9 月、10 月也維持-280～-250 mv 的情況，明顯較開放採捕前和 6 月為低。

整體而言，適當的開放龍鬚菜採集，讓龍鬚菜在腐敗前移除，可減少氧化還原電位的下降，將低底質劣化的對生物擾動。

表 17、113-114 年龍鬚菜試驗－有無採集之底質表土 pH 值變化

(a) 113 年

(3 重複)	採捕前		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月	
	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)
對照區	7.17	-262.1	7.39	-292.3	7.07	-382.7	7.24	-376.8	7.12	-367.5	6.43	-222.9
	7.22	-281.7	7.53	-324.1	7.34	-374.7	7.33	-298.7	6.84	-409.5	6.61	-238.2
	7.7	-260.8	7.58	-276.1	7.19	-455.5	7.27	-363.4	6.89	-370	6.78	-264.7
平均	7.36	-268.2	7.50	-297.5	7.20	-404.3	7.28	-346.3	6.95	-382.3	6.61	-241.9
試辦開放採捕周圍	7.41	-311.6	7.16	-238.9	7.2	-234.5	7.36	-279.8	6.39	-253.8	7.53	-201.5
	7.52	-275.3	7.61	-233	7.1	-287.8	7.53	-248.9	7.4	-422.1	7.24	-250.8
	7.65	-280.2	7.48	-227.3	7.23	-360.3	7.63	-288.8	7.34	-329.8	7.04	-298.9
平均	7.53	-289.0	7.42	-233.1	7.18	-294.2	7.51	-272.5	7.04	-335.2	7.27	-250.4

(b) 114 年

(3 重複)	採捕前		6 月		7 月*		8 月		9 月		10 月	
	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)
對照區	7.59	-338.4	7.25	-356.5	-	-	7.36	-307.7	7.12	-276.5	7.3	-307.5
	7.49	-301.1	7.38	-319.1	-	-	7.26	-259.6	7.25	-337.6	6.78	-274.9
	7.49	-412.7	7.49	-273.5	-	-	7.38	-290.6	7.08	-206.2	7.28	-253.6
平均	7.52	-350.7	7.37	-316.4	-	-	7.33	-286.0	7.15	-273.4	7.12	-278.7
試辦開放採捕周圍	7.01	-250.7	7.53	-271.9	-	-	6.77	-244.7	7.09	-211.9	7.08	-266.5
	7.41	-391.5	7.25	-399.5	-	-	7.17	-267.9	7.17	-249	6.98	-298.9
	7.49	-364.2	7.47	-324.6	-	-	7.26	-285.8	7.15	-290.7	7.26	-270.7
平均	7.30	-335.5	7.42	-332.0	-	-	7.07	-266.1	7.14	-250.5	7.11	-278.7

*7 月受颱風及強降雨影響而無法順利採樣

(三) 石蚵開放採捕可行性評估

1. 石蚵物種及分布調查

共採集 16 個保護區內的石蚵以進行實驗室的物種鑑定及分析，完成其中 13 個樣本的鑑定與分析。利用形態配合分子生物鑑定結果顯示，共計 13 個物種內有 11 個葡萄牙牡蠣（*Magallana angulata*）和 2 個 *Saccostrea* sp.。其中，*Saccostrea* sp.的樣本之 mtDNA 之 COI 序列，於 genbank 中序列號 NC_065027（*Saccostrea malabonensis*）和 MF198445（僧帽牡蠣 *Saccostrea cucullata*）一致性皆達 100%。有鑑於 genbank 的序列物種為上傳者提供，有時難免因不同時空背景下對物種的鑑定認知有出入，故當明顯出現有疑慮時必須進一步釐清問題。而比對蕭聖代（2018）的臺灣產潮間帶牡蠣 DNA 條碼鑑定及族群遺傳之研究，本研究所採集的 *Saccostrea* sp.的 2 個樣本，形態鑑定不符合該研究所描述的僧帽牡蠣，而與該研究中的 *Saccostrea* sp.2 較為符合；然而由於報告中並未提供 *Saccostrea* sp.2 之序列，故無法近一步比對。此外，由於 *S. malabonensis* 在 Genbank 上的 COI 序列不多，故暫以 sp.代替。

分布調查部分，硬底質石蚵定樣調查以分別於 113 年 2 月（並於 3 月進行重複確認）、4 月、8 月和 10 月，以及 114 年 2 月、4 月、8 月和 10 月完成 6 次定量調查，並於 113 年 5 月、11 月、114 年 4 月和 6 月執行 6 次軟底質穿越帶調查。結果如表 18、表 19。

硬底質石蚵調查各測站環境如圖 32 所示。整體定量方框之石蚵密度，以位於十孔水門內的 ST.WG 測站密度最高，密度在 19.0 ~ 38.7 ind/m^2，由於此處坡度較緩，低潮位的石頭少，不如 ST.A 和 ST.C 測站多，但若有著生石蚵者，多為活體。其次為賞鳥亭前方的 ST.A 測站，平均石蚵密度在 10.0 ~ 20.7 ind/m^2；此處拋石雖有許多石蚵附生，但多數有淤泥沉積覆蓋，故有許多為石蚵的空殼。位於龍鬚菜較多的 S.TC 測站，密度則在 5.7 ~ 14.0 ind/m^2，此站有許多拋石上的石蚵多已被撬開，僅殘存的一半空殼固著於石頭上，故整體活體石蚵密度較低。

軟底質部分，於 5 月 20 和 24、及 10 月 24 日及 11 月 14 日乾潮時，於裸露的灘地進行調查，合計步行 4,201 公尺，換算總掃視面積為 8,402 平方公尺，共記錄 16 顆單體石蚵，平均密度為 1.9 ind/1000 m^2（表 19），整體密度相當低。其中，10 月 24 日的調查區域為靠近 ST.WG 堤岸的區域，此處步行 50 公尺內的軟底質灘地記錄 6 顆石蚵；而其他次調查，主要為內圍及外圍灘地，累計步行 2,391 公尺，但僅記錄 4 顆石蚵，顯示非靠堤岸處的軟底質灘地石蚵數量極少（圖 33）。

表 18、113 年至 114 年各測站硬底質石蚵密度 (ind/m^2)

測站	113 年			
	2 (3)月	4 月	8 月	10 月
A	18.7 (10 ~ 35)	18.7 (1 ~ 44)	19.0 (11 ~ 30)	20.7 (13 ~ 31)
B	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)
C	14.0 (5 ~ 19)	14.0 (11 ~ 18)	8.3 (2 ~ 12)	8.0 (5 ~ 13)
WG	24.7 (0 ~ 69)	25.0 (8 ~ 56)	38.7 (23 ~ 57)	27.3 (11 ~ 36)
測站	**114 年**			
	2 月	**4 月**	**2 月**	**4 月**
A	10.0 (7 ~ 14)	16.0 (10 ~ 25)	21.3 (19 ~ 23)	37.7 (23 ~ 47)
B	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)	0.0 (0 ~ 0)
C	5.7 (2 ~ 9)	17.7 (12 ~ 27)	19.3 (13 ~ 25)	21.3 (12 ~ 26)
WG	19.0 (7 ~ 26)	20.3 (13 ~ 26)	17.0 (12 ~ 24)	23.0 (8 ~ 32)

備註: 1. 每站每次進行 3 重複的一平方米之採樣方框，以投影面進行石蚵數量；不計算俯視無法目擊者。2. 括號內為密度數值範圍

表 19、113 年軟底質石蚵分布調查記錄

調查日期	步行長度 (m)	掃視面積 (m^2)	石蚵數量	密度(ind./1000 m^2)
113/05/20	814	1,628	1	0.6
113/05/24	915	1,830	3	1.6
113/10/24	50	100	6	60.0
113/11/14	662	1,324	0	0
114/04/29	845	1,690	2	1.2
114/05/20	915	1,830	4	2.2
合計	4,201	8,402	16	1.9

2. 石蚵試辦開放採捕

於 114 年開始進行試辦開放採捕試驗，開放方式、期間及記錄方法同環文蛤及龍鬚菜等。試辦採捕紀錄如附錄四所示。目前於已開放 78 日（5/15 至 7/31），累計開放採捕人次 131 人，採捕石蚵（含殼重），共計 4,806.6 公斤。

開放初期 5/15，居民會先至靠最南端的灘地及水路同時採捕文蛤和石蚵。由於相較環文蛤採捕需走至靠東側的裸露灘地、離馬路甚遠，故居民反映石蚵採捕效益較高。此外，文蛤也僅在靠南端的一小塊較偏砂質的灘地才有分布，因此初期居民皆集中於南端灘地採集文蛤和一旁水道中的石蚵。而後雖有居民回到原本採集環文蛤的內部灘地，採捕環文蛤，但其後反應今年最外圍的內部灘地泥濘難以行走，而後多數居民仍回到靠路邊的水域採石蚵。因此居民在權衡之下，今年 114 年以採集石蚵為主，總登記有採捕石蚵之人次達 131 人，而經濟性貝類僅 83 人次。此外，經詢問後在地居民後，了解到主要採集石蚵的位置非在裸露的灘地上，而是在乾潮時仍不會露出水面的部分水道中才有，主要靠近南端堤岸（如圖 33 所示）。

	
ST.A 測站，多被淤泥覆蓋淤積，固多為死殼	ST.B 測站，無可供附著之硬底質棲地
	
ST.C 測站，部分石頭上之石蚵僅剩半片殼仍附著其上	ST.WG 測站，低潮位可供石蚵附生的硬底質棲地，如石頭等較少

圖 32、硬底質石蚵調查之各測站環境狀態

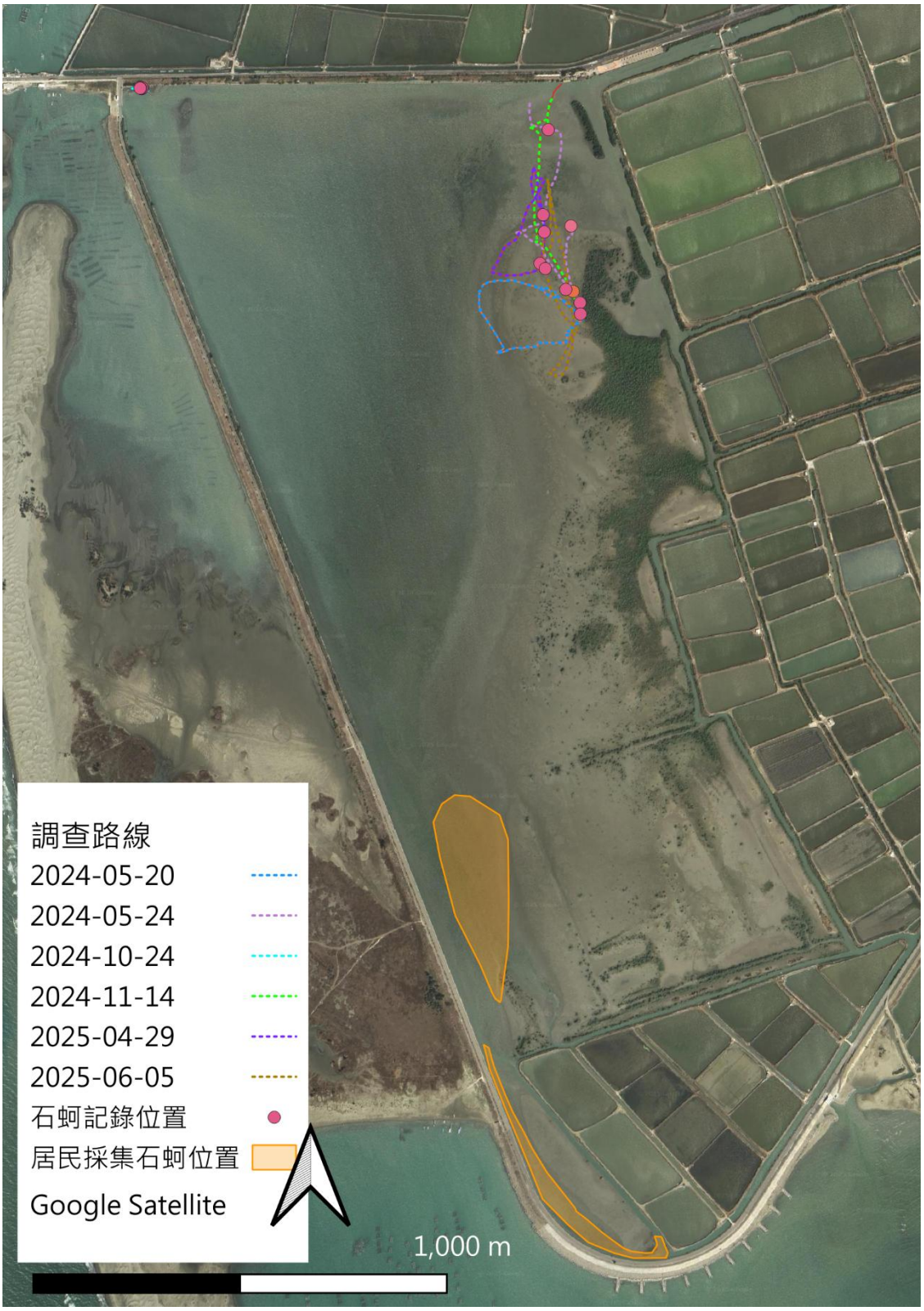


圖 33、軟底質石蚵分布調查路徑及記錄點位

三、監測 109-112 年度執行之棲地試驗成效

(一) 109-112 年度棲地試驗－人工潮溝池監測

109 至 112 年人工潮溝、潮池位置及代號如頁 9 圖 1 所示，目前監測資料表 20 所示。

內圍灘地的 L109 潮溝於 109 年試驗施作，規格較小，雖然目前目視已無明顯潮溝，即示無法目視區分 L109 潮溝內或外之高度差異；然而 112 年 10 月監測顯示為侵蝕狀態，相對淤積高度明顯下降，深度較 110 年 10 月為深（-10.2 cm）。綜合上述，在 L109 目視已無法辨識潮溝的狀態下，而與周邊灘地同高，故 L109 之相對淤積高度下降，可能反應與 110 年相比，L109 所在位置的灘地整體高程為下降的，淤積情勢減緩。底質粒徑與 110 年相比，亦從中泥轉為粗泥，粒徑略為變粗。而至 113 年 8 月時，L109 標竿已消失，加之先前的紀錄顯示原潮溝經過幾年的淤積，現在已與灘地同高，故無法再進行從設立標竿，亦無必要再行監測。

110 年的 110-內右和 110-內左潮溝呈現逐漸淤積狀態。110 年施作深度較深，11 年 5 樂 110-內右淤積高度超過 30 公分，但仍可看出潮溝樣態；整體 110-內右潮溝於施工完工後 1 個月即快速淤積 24 公分，但於 111 年 5 月後至今則無明顯變化，大致維持相對淤積高度在 35-37 公分左右；但目視潮溝樣態已不如 111 年明顯。110-內左施工完後是先呈現侵蝕後製 111 年 5 月轉為淤積，然後 111 年 8 月因標竿明顯有疑似被人試圖抽起，而有傾斜、抽高的現象，故於同年 9 月後重新設立基準值。111 年 9 月至 112 年 4 月快速淤積，從 0 至淤積 10.4 公分，而後則維持淤積高度在 11~14 公分之間，目視潮溝樣態亦不明顯。

111 年微棲地調整，延續先前作業，針對內圍灘地逐漸淤積的潮溝、潮池進行延伸及補強。在 L111-1、L111-2 和 L111-3 潮溝監測位置，皆多呈現逐漸淤積狀態，僅 L111-1 於 114 年 10 月有明顯侵蝕的現象，相對基準值高度從 114 年 8 月的 20.1 公分，下降至 8.6 公分。此外，L111-L113 在潮溝底質粒徑變化上有所不同，大致 L111-1 和 L111-2 大致維持非常細砂的粒徑等級，但在連通潮池且靠近東側紅樹林的 L111-3 則有粒徑變細的強況，從非常細砂等級於 112 年 7 月轉為至粗泥等級，之後至今（114 年 10 月）皆多屬於粗泥等級。這可能與 112 年潮池的重新施做有關，112 年潮池在補強作業施作前的 4 月為非常細砂等級，至施作時的 112 年 7 月，至其後至 114 年 5 月則幾乎為粗泥等級。故推測潮池藉由潮汐漲退，堆積了周邊的表層沉積物，而 L111-3 潮溝因貫穿潮池而受潮池影響，會因潮汐漲退，將潮池中的淤泥經由 L111-3 潮溝往外帶，而使得 L111-3 粒徑呈現與潮池內相同的粗泥等級。

在外圍灘地的潮溝部分，110-外 1 在 111 年 5 月至 112 年 10 月間的相對高程變化並不多，大致維持淤積高度在 15 公分，然而在 113 年 2 月和 5 月的監測，淤積相對高度再度上升，至 22~25 公分左右，113 年 5 月至 114 年 4 月間則無明顯的改變，114 年 8 月一度淤積高度下降至 19 公分，但至 114 年 10 月又快速淤積至 30.5 公分高。110-外 2 則於 111 年 8 月後至 113 年 11 月維持淤積相對高度在 11~13 公分間，但至 114 年 2 月有快速堆積情況，相

對高程上升至 23.2 公分，但隨後的 4 月和 8 月卻又下降至 15.6 和 5.6 公分，至 114 年 10 月再快速淤積回至 13.6 公分。此外，110-外 1 潮溝於施作後，粒徑等級原以粗泥居多，至 112 年 4 月後開始，粒徑等級在粗泥至非常細砂等級間跳動，並往非常細砂等級移動；110-外 2 潮溝，則施作前屬粗泥，施作後則以非常細砂等級為主，且從 113 年 2 月至 114 年 10 月皆屬於非常細砂等級。

表 20、109-112 人工潮溝施作之後續監測成果

潮溝代號	期程	調查年月(西元)	粒徑(mm)	粒徑類型(mm)	篩選度σi	篩選程度	淤積相對高度(cm)	淤積高度變化(+為上升，-為下降)
L109	110-09	110.09	0.025	Medium silt	1.35	poorly sorted	基準質	-
	110-10	110.10	0.026	Medium silt	1.42	poorly sorted	1.0	1.0
	110-11	110.11	0.043	Coarse slit	1.68	poorly sorted	-1.0	-2.0
	111-02	111.02	0.078	Very find sand	0.89	moderately sorted	3.6	4.6
	111-05	111.05	0.037	Coarse slit	1.50	poorly sorted	2.6	-1.0
	111-08	111.08	0.094	Very find sand	1.52	poorly sorted	2.6	0.0
	111-09	111.09	0.041	Coarse slit	1.57	poorly sorted	1.4	-1.2
	111-10	111.10	0.059	Coarse slit	1.71	poorly sorted	1.6	0.2
	112-02	112.02	0.070	Very find sand	1.65	poorly sorted	3.2	1.6
	112-04	112.04	0.063	Very find sand	1.67	poorly sorted	2.0	-1.2
	112-07	112.07	0.071	Very find sand	1.63	poorly sorted	-0.4	-2.4
	112-10	112.10	0.050	Coarse slit	1.66	poorly sorted	-11.2	-10.8
	113-02	113.02	0.031	Coarse slit	1.57	poorly sorted	-8.2	3.0
	113-05	113.05	0.041	Coarse slit	1.63	poorly sorted	-10.2	-2.0
	113-08	標竿消失無法記錄						
110-內左	施作前	110.07	0.071	Very find sand	1.51	poorly sorted	(設立標竿)	
	施做完工當月	110.09	0.046	Coarse slit	1.57	poorly sorted	0.0	0.0
	後 1 個月	110.10	0.041	Coarse slit	1.86	poorly sorted	-14.6	-14.6
	後 2 個月	110.11	0.050	Coarse slit	1.53	poorly sorted	-13.2	1.4
	111-02	111.02	0.055	Coarse slit	1.44	poorly sorted	-4.8	8.4
	111-05	111.05	0.038	Coarse slit	1.66	poorly sorted	1.4	6.2
	111-08*	111.08	0.044	Coarse slit	1.65	poorly sorted	-(標竿異常)	
	111-09	111.09	0.041	Coarse slit	1.60	poorly sorted	9 月重設基準質*	
	111-10	111.10	0.045	Coarse slit	1.65	poorly sorted	6.0	6.0
	112-02	112.02	0.041	Coarse slit	1.65	poorly sorted	8.6	2.6
	112-04	112.04	0.066	Very find sand	1.39	poorly sorted	10.4	1.8
	112-07	112.07	0.057	Coarse slit	1.66	poorly sorted	11.8	1.4
	112-10	112.10	0.049	Coarse slit	1.55	poorly sorted	12.0	0.2
	113-02	113.02	0.056	Coarse slit	1.40	poorly sorted	11.2	-0.8
	113-05	113.05	0.060	Coarse slit	1.34	poorly sorted	13.0	1.8
	113-08	113.08	0.079	Very find sand	1.00	poorly sorted	12.6	-0.4
	113-11	113.11	0.057	Coarse slit	1.41	poorly sorted	12.2	-0.4
	114-02	114.02	0.049	Coarse slit	1.50	poorly sorted	14.0	1.8
	114-04	114.04	0.059	Coarse slit	1.42	poorly sorted	12.5	-1.5
	114-08	114.08	0.080	Very find sand	0.91	moderately sorted	14.0	1.5
	114-10	114.10	0.069	Very find sand	1.27	poorly sorted	13.5	-0.5
110-內右	施作前	110.07	0.056	Coarse slit	1.54	poorly sorted	(設立標竿)	
	施做完工當月	110.09	0.135	Fine sand	1.23	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	110.10	0.046	Coarse slit	1.59	poorly sorted	24.0	24.0
	後 2 個月	110.11	0.069	Very find sand	1.37	poorly sorted	8.0	-16.0
	111-02	111.02	0.052	Coarse slit	1.64	poorly sorted	33.6	25.6
	111-05	111.05	0.035	Coarse slit	1.54	poorly sorted	35.6	2.0
	111-08*	111.08	0.049	Coarse slit	1.47	poorly sorted	35.4	-0.2
	111-09	111.09	0.043	Coarse slit	1.46	poorly sorted	32.0	-3.4
	111-10	111.10	0.051	Coarse slit	1.43	poorly sorted	34.2	2.2
	112-02	112.02	0.049	Coarse slit	1.45	poorly sorted	34.6	0.4
	112-04	112.04	0.038	Coarse slit	1.62	poorly sorted	35.4	0.8
	112-07	112.07	0.048	Coarse slit	1.45	poorly sorted	35.4	0.0
	112-10	112.10	0.070	Very find sand	1.24	poorly sorted	35.8	0.4
	113-02	113.02	0.040	Coarse slit	1.62	poorly sorted	36.2	0.4
	113-05	113.05	0.045	Coarse slit	1.61	poorly sorted	37.2	1.0
	113-08	113.08	0.070	Very find sand	0.86	moderately sorted	35.6	-1.6
	113-11	113.11	0.055	Coarse slit	1.45	poorly sorted	37.0	1.4
	114-02	114.02	0.046	Coarse slit	1.62	poorly sorted	39.0	2.0
	114-04	114.04	0.046	Coarse slit	1.63	poorly sorted	33.6	-5.4
	114-08	114.08	0.065	Very find sand	1.48	poorly sorted	36.6	3.0
	114-10	114.10	0.048	Coarse slit	1.59	poorly sorted	36.8	0.2

表 20、109-112 人工潮溝施作之後續監測成果 (續 1)

潮溝代號	期程	調查年月(西元)	粒徑 (mm)	粒徑類型 (mm)	篩選度 σi	篩選程度	淤積相對高度(cm)	淤積高度變化(+為上升，-為下降)
潮池(110 年施作)	施做完工當月	110.09	0.030	Medium silt	1.49	poorly sorted	-	-
	後 1 個月	110.10	0.039	Coarse slit	1.56	poorly sorted	-	-
潮池(112 年施作)	112-04	112.04	0.065	Very find sand	1.40	poorly sorted	基準質	-
	112-07(施作中)	112.07	0.036	Coarse slit	1.61	poorly sorted	0.0	0.0
	施做完工當月	112.09	0.030	Medium silt	1.49	poorly sorted	1.6	1.6
	後 1 個月	112.10	0.039	Coarse slit	1.56	poorly sorted	2.6	1.0
	後 2 個月	112.11	0.040	Coarse slit	1.55	poorly sorted	1.2	-1.4
	後 3 個月	112.12	0.035	Coarse slit	1.57	poorly sorted	-0.2	-1.4
	113-02	113.02	0.044	Coarse slit	1.63	poorly sorted	3.6	3.8
	113-05	113.05	0.052	Coarse slit	1.55	poorly sorted	5.6	2.0
	113-08	113.08	0.084	Very find sand	0.86	moderately sorted	5.6	2.0
	113-11	113.11	0.110	Very find sand	1.16	poorly sorted	5.6	2.0
	114-02	114.02	0.041	Coarse slit	1.53	poorly sorted	9.0	3.4
	114-04	114.04	0.046	Coarse slit	1.50	poorly sorted	15.0	6.2
	114-08	114.08	0.042	Coarse slit	1.47	poorly sorted	10.1	-1.3
	114-10	114.10	0.045	Coarse slit	1.48	poorly sorted	10.6	1.6
110-外 2	施作前	110.07	0.047	Coarse slit	1.54	poorly sorted	(設立標竿)	
	施做完工當月	110.09	0.106	Very find sand	0.96	moderately sorted	基準質	-
	後 1 個月	110.10	0.073	Very find sand	1.20	poorly sorted	-1.4	-1.4
	後 2 個月	110.11	0.049	Coarse slit	1.75	poorly sorted	-4.4	-3.0
	111-02	111.02	0.050	Coarse slit	1.06	poorly sorted	9.0	13.4
	111-05	111.05	0.087	Very find sand	0.85	moderately sorted	5.2	-3.8
	111-08	111.08	0.076	Very find sand	1.12	poorly sorted	13.2	8.0
	111-09	111.09	0.072	Very find sand	1.16	poorly sorted	12.8	-0.4
	111-10	111.10	0.073	Very find sand	1.11	poorly sorted	13.2	0.4
	112-02	112.02	0.044	Coarse slit	1.48	poorly sorted	11.6	-1.6
	112-04	112.04	0.081	Very find sand	1.07	poorly sorted	12.0	0.4
	112-07	112.07			(-)		13.6	1.6
	112-10	112.10	0.062	Coarse slit	1.37	poorly sorted	12.4	-1.2
	113-02	113.02	0.088	Very find sand	0.80	moderately sorted	12.0	-0.4
	113-05	113.05	0.078	Very find sand	1.09	poorly sorted	11.6	-0.4
	113-08	113.08	0.083	Very find sand	0.90	moderately sorted	13.6	2.0
	113-11	113.11	0.078	Very find sand	0.90	moderately sorted	11.6	-2.0
	114-02	114.02	0.066	Very find sand	1.22	poorly sorted	23.2	11.6
	114-04	114.04	0.082	Very find sand	1.00	moderately sorted	15.6	-7.6
	114-08	114.08	0.073	Very find sand	1.18	poorly sorted	5.6	-10.0
	114-10	114.10	0.070	Very find sand	1.22	poorly sorted	13.6	8.0
110-外 1	施作前	110.07	0.105	Very find sand	0.99	moderately sorted	(設立標竿)	
	施做完工當月	110.09	0.058	Coarse slit	1.49	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	110.10	0.058	Coarse slit	1.43	poorly sorted	6.6	6.6
	後 2 個月	110.11	0.045	Coarse slit	1.55	poorly sorted	-8.0	-14.6
	111-02	111.02	0.078	Very find sand	0.89	moderately sorted	0.0	8.0
	111-05	111.05	0.037	Coarse slit	1.50	poorly sorted	14.4	14.4
	111-08	111.08	0.042	Coarse slit	1.56	poorly sorted	13.4	-1.0
	111-09	111.09	0.039	Coarse slit	1.47	poorly sorted	16.8	3.4
	111-10	111.10	0.052	Coarse slit	1.31	poorly sorted	10.0	-6.8
	112-02	112.02	0.044	Coarse slit	1.48	poorly sorted	9.4	-0.6
	112-04	112.04	0.081	Very find sand	1.07	poorly sorted	15.4	6.0
	112-07	112.07	0.047	Coarse slit	1.48	poorly sorted	17.0	1.6
	112-10	112.10	0.066	Very find sand	1.33	poorly sorted	15.6	-1.4
	113-02	113.02	0.050	Coarse slit	1.47	poorly sorted	22.2	6.6
	113-05	113.05	0.051	Coarse slit	1.47	poorly sorted	25.2	3.0
	113-08	113.08	0.089	Very find sand	0.74	moderately sorted	24.5	-0.7
	113-11	113.11	0.080	Very find sand	0.87	moderately sorted	25.0	0.5
	114-02	114.02	0.053	Coarse slit	1.39	poorly sorted	26.0	1.0
	114-04	114.04	0.058	Coarse slit	1.33	poorly sorted	25.0	-1.0

表 20、109-112 人工潮溝施作之後續監測成果 (續 2)

潮溝代號	期程	調查年月(西元)	粒徑 (mm)	粒徑類型 (mm)	篩選度 σi	篩選程度	淤積相對高度(cm)	淤積高度變化(+為上升，-為下降)
	114-08	114.08	0.078	Very find sand	1.23	poorly sorted	19.0	-6.0
	114-10	114.10	0.072	Very find sand	1.26	poorly sorted	30.5	11.5
	施做完工當月	111.09	0.167	Fine sand	0.75	moderately sorted	基準質	-
	後 1 個月	111.10	0.100	Very find sand	1.49	poorly sorted	1.6	1.6
	後 2 個月	111.11	0.060	Coarse slit	1.70	poorly sorted	3.6	2.0
	後 3 個月	111.12	0.072	Very find sand	1.66	poorly sorted	-0.4	-4.0
	112-02	112.02	0.073	Very find sand	1.70	poorly sorted	7.6	8.0
	112-04	112.04	0.102	Very find sand	1.04	poorly sorted	10.8	3.2
	112-07	112.07	0.066	Very find sand	1.61	poorly sorted	13.6	2.8
L111-1	112-10	112.10	0.127	Fine sand	0.95	moderately sorted	15.8	2.2
	113-02	113.02	0.090	Very find sand	1.54	poorly sorted	17.4	1.6
	113-05	113.05	0.086	Very find sand	1.53	poorly sorted	18.4	1.0
	113-08	113.08	0.118	Very find sand	1.09	poorly sorted	17.6	-0.8
	113-11	113.11	0.087	Very find sand	0.99	moderately sorted	17.2	-0.4
	114-02	114.02	0.089	Very find sand	1.52	poorly sorted	19.6	0.0
	114-04	114.04	0.137	Fine sand	0.52	moderately well sorted	17.0	-2.6
	114-08	114.08	0.104	Very find sand	1.19	poorly sorted	20.1	3.1
	114-10	114.10	0.089	Very find sand	1.45	poorly sorted	8.6	-11.5
	施做完工當月	111.09	0.089	Very find sand	0.92	moderately sorted	基準質	-
	後 1 個月	111.10	0.070	Very find sand	1.35	poorly sorted	-3.0	-3.0
	後 2 個月	111.11	0.065	Very find sand	1.38	poorly sorted	4.8	7.8
	後 3 個月	111.12	0.071	Very find sand	1.42	poorly sorted	4.8	0.0
	112-02	112.02	0.065	Very find sand	1.40	poorly sorted	1.4	-3.4
	112-04	112.04	0.102	Very find sand	1.04	poorly sorted	5.4	4.0
	112-07	112.07	0.114	Very find sand	0.79	moderately sorted	8.4	3.0
L111-2	112-10	112.10	0.101	Very find sand	1.07	poorly sorted	7.9	-0.5
	113-02	113.02	0.079	Very find sand	1.27	poorly sorted	9.2	1.3
	113-05	113.05	0.092	Very find sand	1.13	poorly sorted	11.4	2.2
	113-08	113.08	0.099	Very find sand	0.95	moderately sorted	9.4	-2.0
	113-11	113.11	0.074	Very find sand	1.03	poorly sorted	10.0	0.6
	114-02	114.02	0.082	Very find sand	1.31	poorly sorted	10.6	0.6
	114-04	114.04	0.079	Very find sand	1.31	poorly sorted	9.5	-1.1
	114-08	114.08	0.098	Very find sand	0.95	moderately sorted	9.6	0.1
	114-10	114.10	0.089	Very find sand	1.16	poorly sorted	11.5	1.9
	施做完工當月	111.09	0.091	Very find sand	1.26	poorly sorted	基準質	-
	後 1 個月	111.10	0.070	Very find sand	1.39	poorly sorted	1.6	1.6
	後 2 個月	111.11	0.086	Very find sand	1.34	poorly sorted	2.2	0.6
	後 3 個月	111.12	0.068	Very find sand	1.54	poorly sorted	3.0	0.8
	112-02	112.02	0.076	Very find sand	1.47	poorly sorted	6.0	3.0
	112-04	112.04	0.134	Fine sand	1.00	poorly sorted	7.8	1.8
	112-07	112.07	0.060	Coarse slit	1.66	poorly sorted	9.2	1.4
L111-3	112-10	112.10	0.056	Coarse slit	1.40	poorly sorted	13.4	4.2
	113-02	113.02	0.062	Coarse slit	1.50	poorly sorted	12.6	-0.8
	113-05	113.05	0.041	Coarse slit	1.46	poorly sorted	17.4	4.8
	113-08	113.08	0.033	Coarse slit	1.71	poorly sorted	17.2	-0.2
	113-11	113.11	0.059	Coarse slit	1.48	poorly sorted	15.8	-1.4
	114-02	114.02	0.069	Very find sand	1.40	poorly sorted	19.8	4.0
	114-04	114.04	0.049	Coarse slit	1.54	poorly sorted	17.6	-2.2
	114-08	114.08	0.058	Coarse slit	1.45	poorly sorted	16.8	-0.8
	114-10	114.10	0.054	Coarse slit	1.49	poorly sorted	17.3	0.5

(二) 底質沉積速度調查

為了瞭解台江國家公園內圍及外圍沙洲土沙累積的變化，本研究亦於計畫進行期間設立沙洲標杆及泥沙沉降管（如頁 9 圖 1 所示）。

為了瞭解台江國家公園內圍及外圍沙洲土沙累積的變化，本研究亦於計畫進行期間設立沙洲標杆及泥沙沉降管。沙洲標杆始於 110 年 5 月在內圍、外圍及最外圍三個樣區之沙洲分別設立 3 隻標竿尺，並於 114 年 10 月測量，共累積 54 個月；泥沙沉降管則於 111 年 5 月 15 日於水道中設置，於 6 月、7 月及 8 月收集沉降管內的沉積物，並於 8 月 28 日回收沉降管，至隔年 112 年 4 月重新於水道中設置泥沙沉降管，於 5 月、6 月、7 月及 9 月收集沉降管內沉積物，並於 9 月 14 日回收沉降管。113 年 5 月再於水道中設置泥沙沉降管，於 6 月、8 月及 9 月收集沉降管內沉積物，並於 9 月 20 日回收沉降管，114 年 4 月 29 再於水道中設置泥沙沉降管，於 6 月、8 月及 10 月收集沉降管內沉積物，並於 10 月 7 日回收沉降管。歷年沙洲標杆測定結果顯示，107 年、108 年、109 年、110 年、111 年、112 年、113 年及沙洲於平均堆積高度分別為 1.53 ± 0.22 cm/月、0.05 ± 0.01 cm/月、0.28 ± 0.39 cm/月、0.03 ± 0.07 cm/月、-0.16 ± 0.74 cm/月、0.23 ± 1.07 cm/月、0.29 ± 1.47 cm/月及 1.35 ± 1.30 cm/月，沙洲淤積在 107 年至 111 年有逐年減少的趨勢，但是至 112 年至 114 年又有增加的狀況，尤其是 114 年增加的非常明顯。若以內圍、外圍及最外圍歷年變化來看，內圍與外圍亦有相同的趨勢，但是最外圍在最近 3 年的變化較大，較無法看出其變化的趨勢，與內圍及外圍的趨勢較不相同。

歷年水道泥沙沉降管結果顯示，108 年、109 年、110 年、111 年、112 年、113 年及 114 年泥沙沉降管高度分別為 0.305 ± 0.230 cm/day（重 1.258 ± 1.164 g/day）、0.041 ± 0.056 cm/day（重 0.244 ± 0.378 g/day）、0.173 ± 0.196 cm/day（重 2.720 ± 1.707 g/day）、0.182 ± 0.296 cm/day（重 0.949 ± 1.320 g/day、0.198 ± 0.133 cm/day（重 1.474 ± 0.968 g/day）、0.172 ± 0.218 cm/day（重 1.007 ± 0.970 g/day）及 0.144 ± 0.096 cm/day（重 1.196 ± 0.966 g/day），若以三處樣區皆有設置沉降管的 109 年來進行比較，沉積量以 112 年最為明顯，其次為 111 年。歷年內圍、外圍及最外圍各分區中，大致以內圍水道為泥沙沉降最明顯的區域，外圍則是自 111 年以後，平均每日累積高度（cm/day）與重量（g/day）呈現逐漸上升的趨勢，最外圍則是歷年之間有較大的變動，較無明顯的趨勢（表 21）。

整體而言，比較 110 年及 111 年沙洲標杆及泥沙沉降管發現，經過管理處的棲地營造管理之後，累積於灘地表面的泥沙隨著溝渠進入水道內，因此內圍沙洲較無明顯堆積狀況而水道沉降管則有泥沙增加的情形，至 113 年調查時，棲地營造部分主要針對內圍潮池的重塑及十孔水門前淤積沙洲的沖積，以及過度生長的紅樹林進行移除。而 113 年內圍的沙洲的累積現象有較 112 年減少，但是水道泥沙沉降管仍然明顯的外圍與最外圍，顯示內圍水道泥沙累積量仍明顯高於另外兩處樣區。外圍沙洲則是在 113 年出現明顯的累積現象，8 月的泥沙沉降管同樣出現明顯的累積。最外圍沙洲明顯有流失的情形，但是

水道泥沙沉降管卻無明顯增加，顯示沙洲的泥沙在流入水道後被迅速的帶往他處，至於是被帶往何處建議未來可進行相關水文調查以泥沙移動與累積的方向。114 年內圍與最外圍的沙洲與 113 年相比較都出現明顯的累積現象，外圍沙洲雖然未明顯增加，但是也與 113 年有差不多的累積量。而在水道泥沙沉降管方面，平均每日累積高度（cm/day）內圍較 113 年下降，外圍與最外圍則較為增加，平均每日累積重量（g/day）內圍與外圍較為增加，最外圍則是下降。由以上結果判斷，114 年的沙洲明顯有堆積現象，內圍水道的累積物有較多的泥沙，最外圍則是有較多的有機質。

表 21、沙洲標杆及泥沙沉降管變化情況

	民國	內圍	外圍	最外圍	平均
沙洲標杆尺(cm/月)	107	1.68	1.37	*	1.53 ± 0.22
	108	0.05	0.04	*	0.05 ± 0.01
	109	0.00	0.11	0.72	0.28 ± 0.39
	110	0.00	0.07	0.00	0.03 ± 0.07
	111	-0.30	-0.21	0.03	-0.16 ± 0.74
	112	0.35	0.02	0.24	0.23 ± 1.07
	113	0.15	1.15	-1.32	0.29 ± 1.47
	114	1.68	1.01	0.74	1.35 ± 1.30
水道(泥沙沉降管) (cm/day)	108	0.457	0.154	*	0.305 ± 0.230
	109	0.105	0.000	0.017	0.041 ± 0.056
	110	0.366	0.046	0.107	0.173 ± 0.196
	111	0.524	0.016	0.006	0.182 ± 0.296
	112	0.316	0.116	0.150	0.198 ± 0.133
	113	0.419	0.105	0.034	0.172 ± 0.218
	114	0.291	0.175	0.097	0.144 ± 0.096
水道(泥沙沉降管) (g/day)	108	1.880	0.635	*	1.258 ± 1.164
	109	0.680	0.000	0.053	0.244 ± 0.378
	110	3.761	2.137	2.262	2.720 ± 1.707
	111	2.506	0.183	0.159	0.949 ± 1.320
	112	0.957	0.085	0.372	0.375 ± 0.411
	113	0.726	0.900	1.348	1.007 ± 0.970
	114	1.961	1.255	0.561	1.196 ± 0.966

(三) 鳥類利用成效分析

1. 鳥類背景資料蒐集

為了解微棲地施作前後鳥類相的組成是否有所變化，本計畫仍持續針對鳥況較佳的期間－10 月至次年 3 月間進行每月鳥類調查。目前已執行 113 年 1 月~3 月、10~12 月和 114 年 1-3 月、10~12 月之調查，名錄詳如附錄五所示。

累計 12 次調查，共記錄鳥類 17 科 44 種 25,989 隻；其中內圍、外圍和最外圍，分

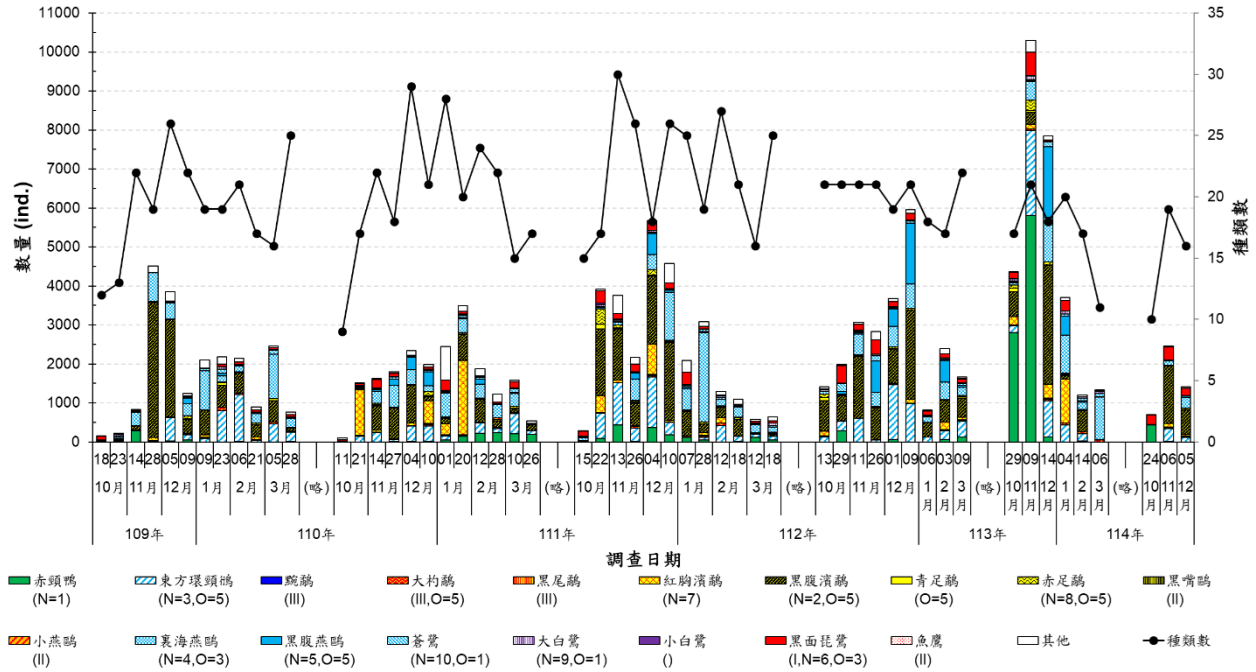
別為 14 科 36 種 6,171 隻、9 科 26 種 10,447 隻及 7 科 25 種 9,371 隻。以內圍的鳥種最多、外圍的數量最多。

113 年 1 月至 114 年 12 月期間，鳥類調查的最優勢種類為赤頸鴨，數量累計 6,400 隻（佔 24.63%），主要仍受 113 年 10 月和 11 月的大量群體（各近 3,000 隻）影響所致。赤頸鴨於 10 月主要出現在外圍樣區，11 月則於外圍和最外圍樣區，而在 114 年 10 月的調查中則主要集中於最外圍樣區（圖 35~圖 37）。數量第二多的為黑腹濱鷸，累積數量 6,127 隻，佔 23.58%，為次優勢種；第三優勢種為東方環頸鴴，累積數量 3,247 隻，佔 12.49%；第四優勢種為裏海燕鷗，累積 3,176 隻，佔 12.22%；第五優勢種為黑腹燕鷗，累積數量 1,870 隻，佔 7.20%。保育類鳥類共記錄有 7 種，包括 I 級保育類黑面琵鷺，II 級保育類三種－黑嘴鷗、小燕鷗和魚鷹，以及 III 級保育類三種－黦鷸、大杓鷸和黑尾鷸。其中以 I 級保育類黑面琵鷺數量最多，累積達 1,671 隻（佔 6.43%），排名提升至全區第 6 優勢種。

113-114 年度之前五優勢物種，除了最優勢種赤頸鴨外，整體組成與過去大致相似。值得注意的是，在 110 年 10 月後，每年黑面琵鷺的數量呈現增加趨勢；此外，每年單次調查所能記錄的鳥類數量也在 111 年 10 月後有明顯上升，顯示同段時間內可利用棲地的鳥類數量增加，這可能反應在微棲地調整後，鳥類對於棲地的利用程度有所提升。

此外也可注意到，黑面琵鷺在 109 年至 110 年間的度冬期，於內圍灘地並無紀錄；至 110 至 111 年間的度冬期則開始出現，並在 111 年 10 月以後的度冬季中，其於內圍灘地的出現次數與數量皆有上升。於本年度計畫的內圍樣區，黑面琵鷺在 113 年和 114 年 1 月分別個達 106 隻和 134 隻，113 年和 114 年的 12 月則各有 5 隻和 8 隻。雖然整體而言，黑面琵鷺仍以外圍灘地為主要利用範圍，但結果顯示，內圍棲地的微棲地調整措施已使黑面琵鷺對整體保護區的利用範圍趨於擴大，不再侷限於外圍樣區。

(a) 數量



(b) 數量百分比

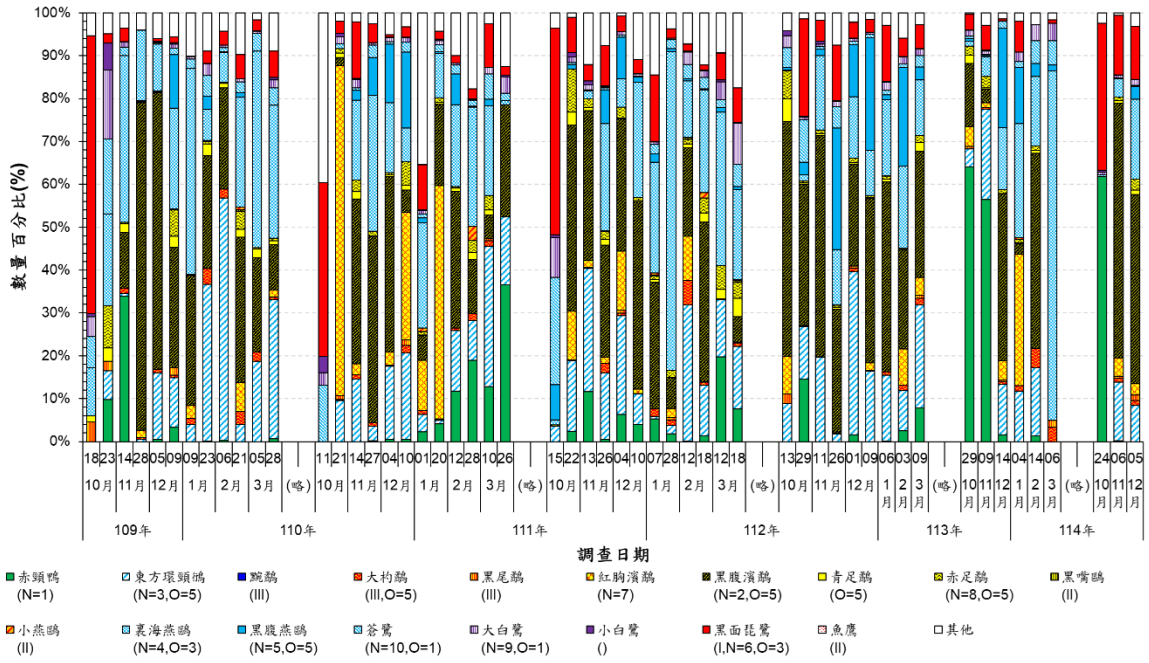
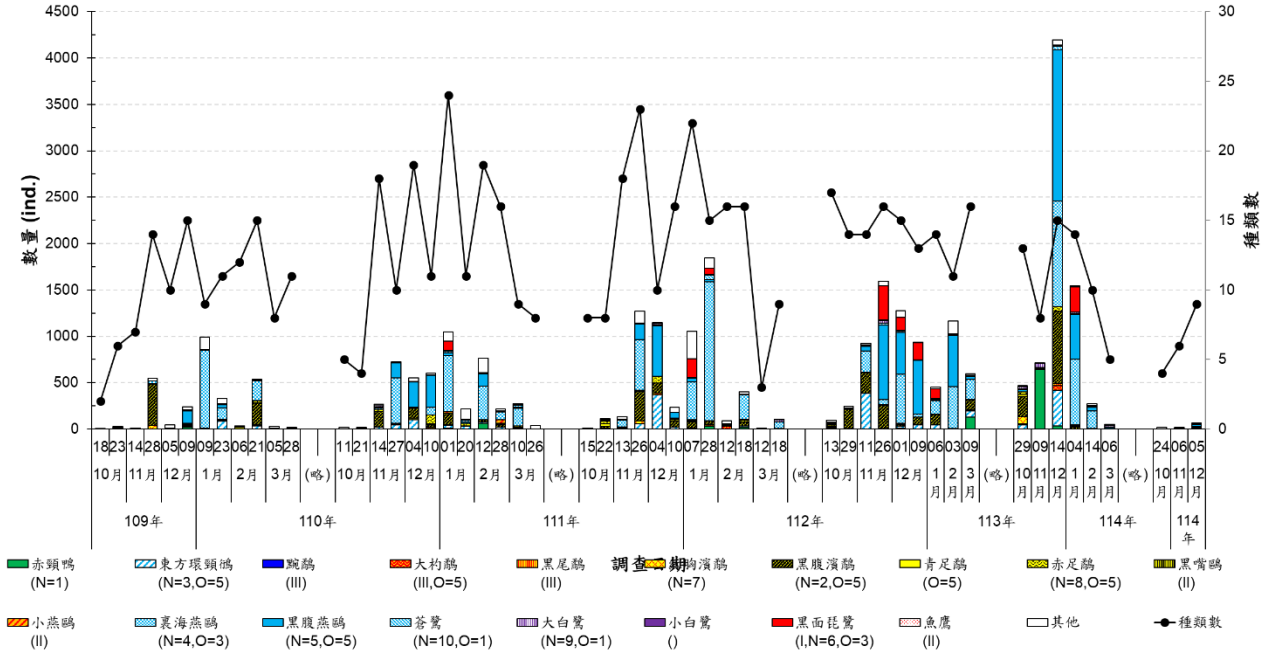


圖 34、109 年至 114 年之 10~3 月鳥類物種組成及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；N 表該鳥種 113 年數量優勢排名；O 表該鳥種 113 至 114 年之出現頻率排名）

(a) 數量



(b) 數量百分比

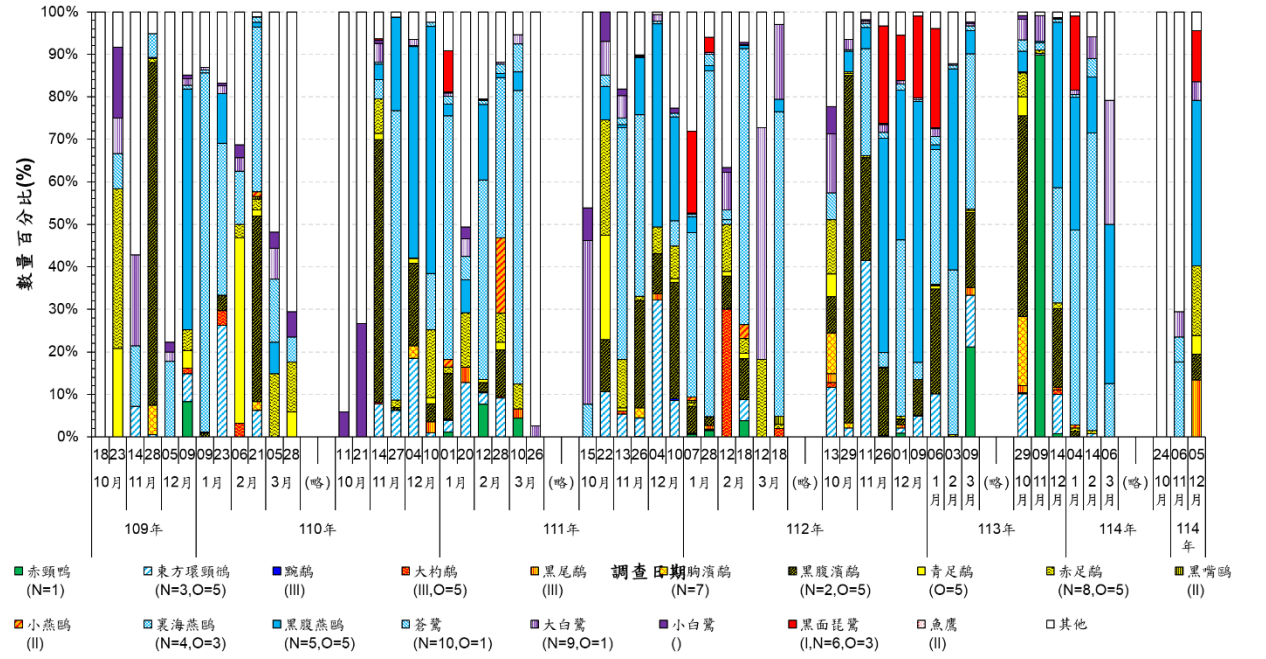
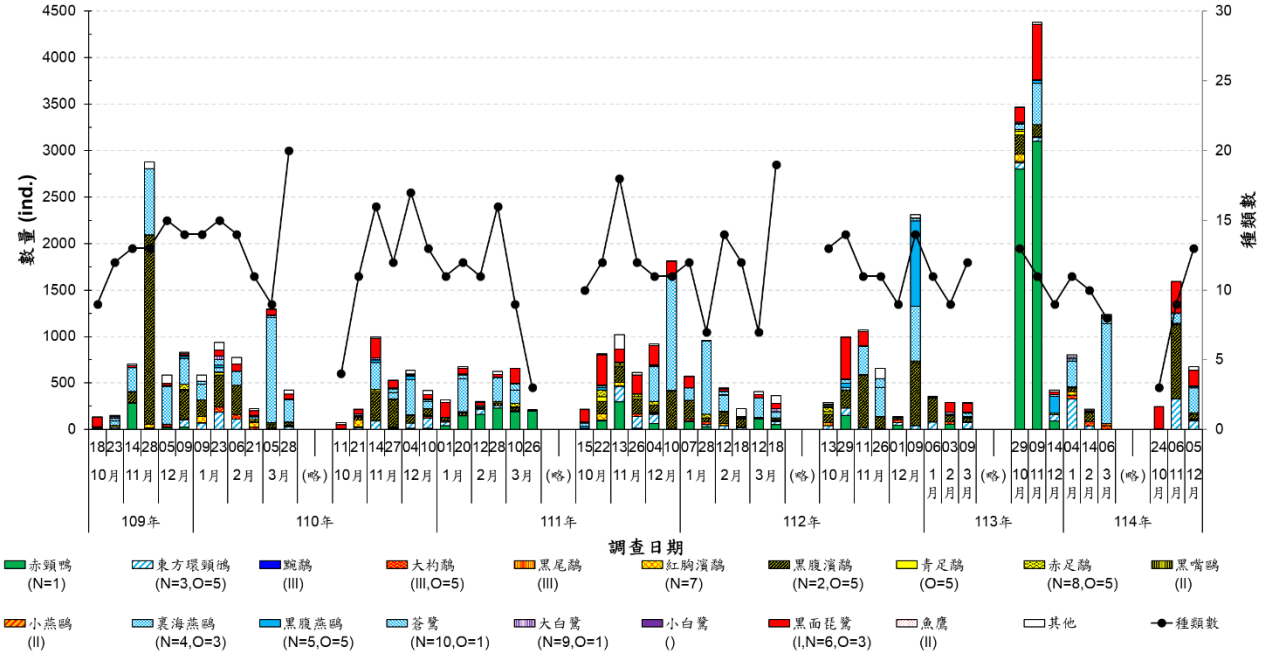


圖 35、109 年至 114 年度冬季，內圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；N 表該鳥種 113 年數量優勢排名；O 表該鳥種 113 至 114 年之出現頻率排名）

(a) 數量



(b) 數量百分比

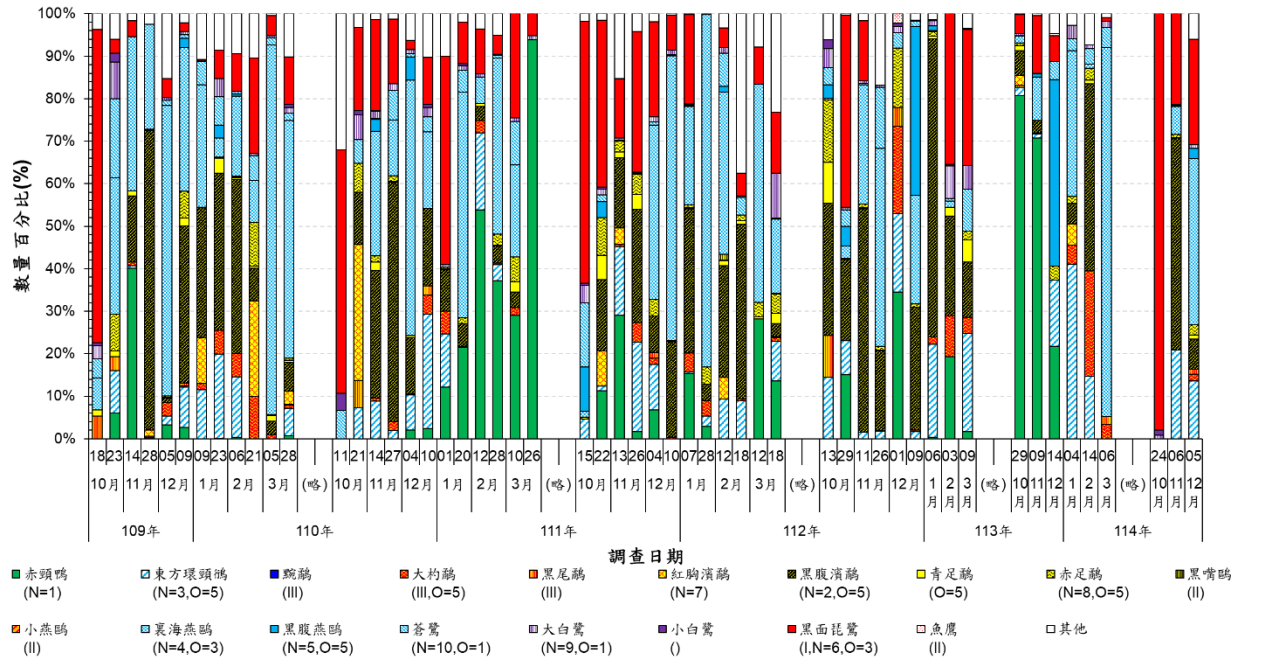
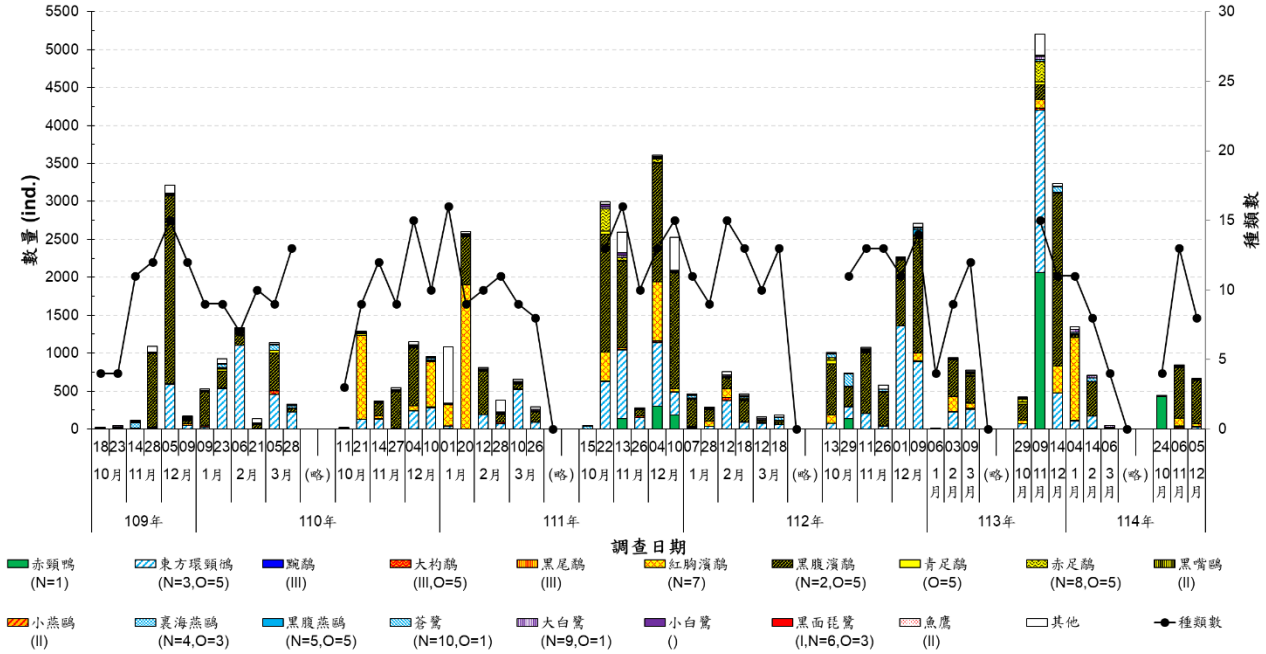


圖 36、109 年至 114 年之度冬季，外圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；N 表該鳥種 113 年數量優勢排名；O 表該鳥種 113 至 114 年之出現頻率排名）

(a) 數量



(b) 數量百分比

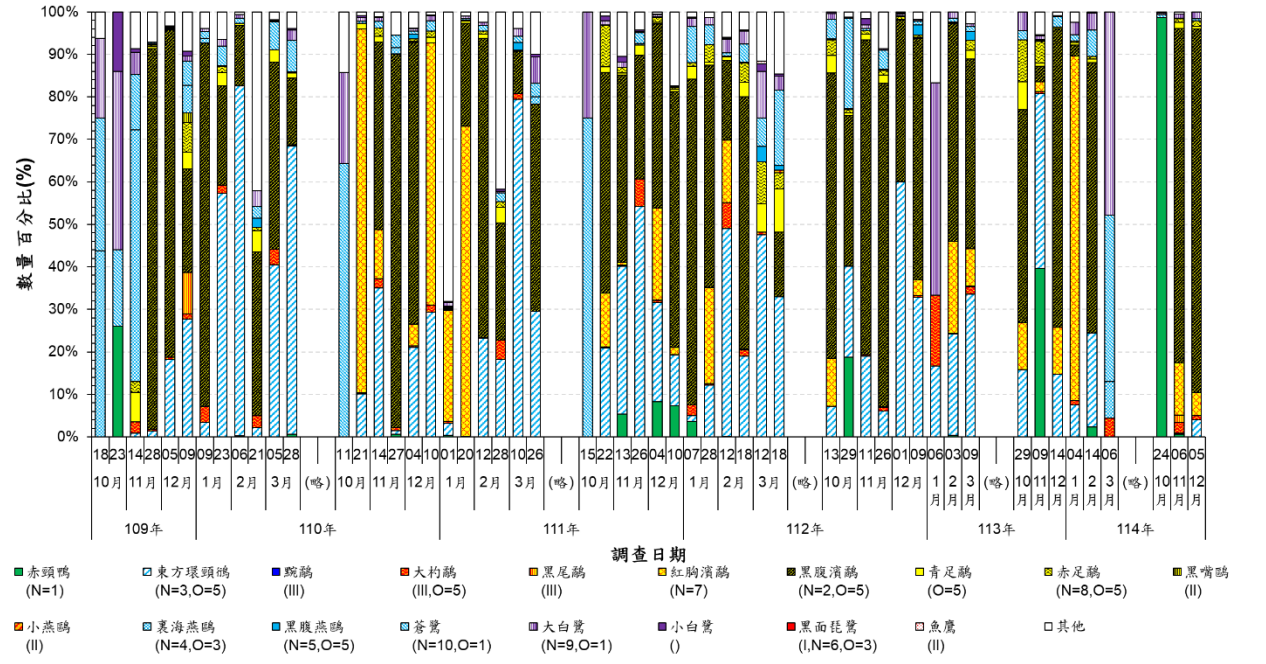


圖 37、109 年至 114 年之度冬季，最外圍樣區鳥類物種組成及數量觀測結果

（備註：I, II, III-表保育類等級；N 表該鳥種 113 年數量優勢排名；O 表該鳥種 113 至 114 年之出現頻率排名）

2. 內圍潮溝池鳥類利用調查

為了解內圍樣區之鳥類利用人工潮溝池的可能樣態，本計畫於每年度冬季執行內圍潮溝池鳥類利用調查，每次觀察記錄約兩小時。目前已於 113 年 3 月 27 日、10 月 18 日及 11 月 6 日，以及 114 年 3 月 15 日、11 月 5 日及 11 月 9 日，共執行 6 次調查，內圍共記錄 14 科 32 種 4,708 隻鳥類。(表 22)。其中，非潮溝池區記錄 31 種 4,464 隻，當中有 17 種有覓食行為；內圍潮溝池區則記錄 16 種 244 隻，有 15 種有覓食行為。整體有利用潮溝池的鳥類數量佔全部的 0.6% ~ 12.3%之間，平均為 6.1%。整體而言，內圍潮溝池利用比例雖仍屬有限，但部分調查次數（如 114 年 11 月 5 日）顯示利用率可達一成以上，114 年 11 月 9 日潮溝區記錄到的數量（129 隻）為歷次最高。



圖 38、2024/11/6 內圍（潮池外）停棲的黑面琵鷺

3. 自動攝影機影像分析

在內圍潮池利用自動攝影暨針對潮池進行拍照之影像分析當中，隨機挑選 113 年 1 至 5 月及 114 年 4 月中，可辨識影像（非天黑）共 741 張，有拍攝到鳥類且並記錄到使用潮池者則有 162 張，佔 22%。

由於自動攝影機之解析度有限，大多相片較難以辨識出鳥種，但如鷺科和黑面琵鷺，雖然有時靜態影像難以辨識，卻仍可藉由同步錄製的短動態影像紀錄，以覓食行為來辨別黑面琵鷺或其他鷺科鳥類。藉由靜態影像配合動態影像，在今年 2/26 上午 06:45 分（圖 39）和 3/1 上午 07:15（圖 40），分別拍攝到 1 隻和 2 隻黑面琵鷺於潮池覓食；並於 5/9 18:15 和 18:30，拍攝到 1 群黑面琵鷺與鷺科鳥類於潮池中覓食（圖 41）。顯示潮溝池可吸引並提供包含黑面琵鷺等鳥類前往利用覓食。



圖 39、113 年 2 月 26 日 06:15 分黑面琵鷺利用潮池紀錄照



圖 40、113 年 3 月 31 日 07:15 分黑面琵鷺潮池覓食紀錄照



圖 41、113 年 5 月 9 日 18:30 一群黑面琵鷺和鷺科鳥類於潮池覓食紀錄照

表 22、113 年內圍樣區之潮溝池內外鳥類利用調查記錄

科名	種類	113/3/27				113/10/18				113/11/6			
		內圍		內圍潮溝		內圍		內圍潮溝		內圍		內圍潮溝	
		數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為
鳩鴿科 Columbidae	紅鳩 *Streptopelia tranquebarica*	2											
鳩鴿科 Columbidae	珠頸斑鳩 *Spilopelia chinensis*												
長腳鷸科 Recurvirostridae	反嘴鴴 *Recurvirostra avosetta*	6											
鴴科 Charadriidae	灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*												
鴴科 Charadriidae	太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*												
鴴科 Charadriidae	蒙古鴴 *Charadrius mongolus*	6											
鴴科 Charadriidae	鐵嘴鴴 *Charadrius leschenaultii*	269	v							2	v		
鴴科 Charadriidae	東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	38	v	4	v	31	v	2	v	42	v	1	v
鷸科 Scolopacidae	中杓鷸 *Numenius phaeopus*	5											
鷸科 Scolopacidae	大杓鷸 *Numenius arquata*									2	v		
鷸科 Scolopacidae	斑尾鷸 *Limosa lapponica*												
鷸科 Scolopacidae	紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*									8	v		
鷸科 Scolopacidae	黑腹濱鷸 *Calidris alpina*	69	v			41	v	1		76	v		
鷸科 Scolopacidae	反嘴鷸 *Xenus cinereus*									1	v		
鷸科 Scolopacidae	青足鷸 *Tringa nebularia*	12	v	1	v	11	v			7	v	1	v
鷸科 Scolopacidae	小青足鷸 *Tringa stagnatilis*												
鷸科 Scolopacidae	赤足鷸 *Tringa totanus*	6	v			6	v	1	v	8	v	3	v
鷗科 Laridae	裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*	384											
鷗科 Laridae	黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*					32	v	6					
鷺科 Ardeidae	蒼鷺 *Ardea cinerea*	37				10	v	1		8			
鷺科 Ardeidae	大白鷺 *Ardea alba*	8				8	v			13	v		
鷺科 Ardeidae	小白鷺 *Egretta garzetta*					6	v			1	v		
鷺科 Ardeidae	綠簑鷺 *Butorides striata*							5	v				
鷺科 Threskiornithidae	黑面琵鷺 *Platalea minor*									136			
鷹科 Accipitridae	灰面鵟鷹 *Butastur indicus*	1											
鴉科 Corvidae	喜鵲 *Pica serica*	1											
扇尾鶯科 Cisticolidae	灰頭鷦鶯 *Prinia flaviventris*												
扇尾鶯科 Cisticolidae	褐頭鷦鶯 *Prinia inornata*	1				2							
燕科 Hirundinidae	洋燕 *Hirundo tahitica*	2				3							
鶺鴒科 Pycnonotidae	白頭翁 *Pycnonotus sinensis*	3											
繡眼科 Zosteropidae	斯氏繡眼 *Zosterops simplex*	3				9				6			
八哥科 Sturnidae	家八哥 *Acridotheres tristis*	2											
	種類數	**19**		**2**		**11**		**6**		**13**		**3**	
	數量	**855**		**5**		**159**		**16**		**310**		**5**	

表 23、114 年內圍樣區之潮溝池內外鳥類利用調查記錄

科名	種類	114/3/15				114/11/5				114/11/9			
		內圍		內圍潮溝		內圍		內圍潮溝		內圍		內圍潮溝	
		數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為	數量	覓食行為
鳩鴿科 Columbidae	紅鳩 *Streptopelia tranquebarica*	4											
鳩鴿科 Columbidae	珠頸斑鳩 *Spilopelia chinensis*					1							
長腳鷸科 Recurvirostridae	反嘴鴴 *Recurvirostra avosetta*												
鴴科 Charadriidae	灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*			1	v	1	v	1	v				
鴴科 Charadriidae	太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*	1	v										
鴴科 Charadriidae	蒙古鴴 *Charadrius mongolus*												
鴴科 Charadriidae	鐵嘴鴴 *Charadrius leschenaultii*									6	v	1	v
鴴科 Charadriidae	東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	8	v	4	v	15	v	5	v	29	v	7	v
鷸科 Scolopacidae	中杓鷸 *Numenius phaeopus*											1	v
鷸科 Scolopacidae	大杓鷸 *Numenius arquata*	2	v	2	v	2				12	v		
鷸科 Scolopacidae	斑尾鷸 *Limosa lapponica*									3	v		
鷸科 Scolopacidae	紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*	3	v					1	v	145	v		
鷸科 Scolopacidae	黑腹濱鷸 *Calidris alpina*	202	v			116	v	35	v	516	v	114	v
鷸科 Scolopacidae	反嘴鷸 *Xenus cinereus*							1	v				
鷸科 Scolopacidae	青足鷸 *Tringa nebularia*	1	v	1	v	2	v	1	v				
鷸科 Scolopacidae	小青足鷸 *Tringa stagnatilis*					1	v						
鷸科 Scolopacidae	赤足鷸 *Tringa totanus*	1	v	1	v	3	v	2	v	2	v		
鷗科 Laridae	裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*	309		6		9				1418			
鷗科 Laridae	黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*	3		24						80			
鷺科 Ardeidae	蒼鷺 *Ardea cinerea*					13	v			9	v		
鷺科 Ardeidae	大白鷺 *Ardea alba*	2	v	2	v	5	v			22	v	6	v
鷺科 Ardeidae	小白鷺 *Egretta garzetta*			1	v								
鷺科 Ardeidae	綠簑鷺 *Butorides striata*			1	v								
鷺科 Threskiornithidae	黑面琵鷺 *Platalea minor*					157				23	v		
鷹科 Accipitridae	灰面鵟鷹 *Butastur indicus*												
鴉科 Corvidae	喜鵲 *Pica serica*	1				1				1			
扇尾鶯科 Cisticolidae	灰頭鷦鶯 *Prinia flaviventris*	1											
扇尾鶯科 Cisticolidae	褐頭鷦鶯 *Prinia inornata*	3											
燕科 Hirundinidae	洋燕 *Hirundo tahitica*												
鶺鴒科 Pycnonotidae	白頭翁 *Pycnonotus sinensis*					1				2			
繡眼科 Zosteropidae	斯氏繡眼 *Zosterops simplex*	2											
八哥科 Sturnidae	家八哥 *Acridotheres tristis*	2											
	種類數	**16**		**10**		**14**		**7**		**14**		**5**	
	數量	**545**		**43**		**327**		**46**		**2268**		**129**	

第伍章 討論

一、水質及底質環境變化

水質部分，懸浮物濃度和化學需氧量（COD）幾乎皆高於建議標準值（圖 9），其中本濕地為位於河口臨海的泥質灘地，故懸浮物濃度較高亦符合現況。

保護區內造成 COD 高的可能來源同時包含外源性與內源性，惟現有資料尚無法明確釐清外源性來源之實際影響程度。根據彭紹宏等人（2020）於曾文溪流域之調查，自國姓橋至出海口設置 6 個調查樣點進行四季監測，其結果顯示曾文溪河口段之 COD 具有明顯季節差異，其中 109 年 8 月為最高值，110 年 5 月次高，而 109 年 11 月及 110 年 2 月則相對較低，顯示雨季（5 月與 8 月）之 COD 明顯高於乾季（11 月與 2 月）。雖然浮游植物大量聚集時 COD 測值亦可能偏高（江彥霈等人，2005），惟該計畫中相對應之葉綠素 a 濃度並未呈現相同之季節變化趨勢，顯示河口段 COD 之季節性升高，可能尚涉及其他來自上游之外源性有機或無機物輸入，並於水量較大的雨季期間更為顯著。然而，在相近時間尺度下（109 年 7 月至 110 年 5 月），黑面琵鷺保護區內之水質變化並未呈現與曾文溪主流相同之季節趨勢。相對地，保護區內水質以 110 年 2 月為最高、5 月次高，而 109 年 11 月最低、109 年 8 月次低，顯示雖然曾文溪主流之部分外源性物質可能進入保護區內，但對其保護區水質之影響程度可能有限。此外，根據 109 年計畫之東魚塭養殖調查紀錄，部分漁民於 9 月中秋收成後至 12 月底進行曬坪作業，並於隔年年初蓄水放苗，顯示養殖水排放亦可能為潛在來源之一。雖然歷年 COD、BOD 及營養鹽之季節變化，並未與養殖行為呈現固定或一致之對應關係，有時 10 月為最低值（如 109 年），有時則為最高值（如 110 年），但位於東魚塭匯流口之 ST.B 以及接續魚塭排水之賞鳥亭前方 ST.A 潮溝區，其整體 BOD 均高於 ST.C 與 ST.WG，顯示東魚塭養殖排水仍可能對保護區內水質造成一定程度之影響。此外，保護區內動植物屍體、排遺及植物落葉等，亦為重要之內源性有機質來源；紅樹林伐除後殘留之枯枝與根系，其分解過程可能長達 20 年（Stokes et al., 2023），使根系成為持續提供有機物之來源，進而影響底質與水質，亦屬內源性有機物之一。因此推測，保護區內之造成高 COD 來源複雜，可能來自養殖或內源性之人工污染或動植物代謝或持續分解之自然產物，並也可能受到曾文溪主流偶發性的高 COD 的外緣性影響。

整體而言，化學需氧量（COD）部分，雖然測值仍多高於建議標準值（50 mg/L），但統計檢定顯示 113 年與 114 年多個月份之 COD 已顯著低於歷年同期平均，且 PCA 分析亦顯示近年樣本逐漸向低有機汙染方向移動，顯示水質已有具體改善趨勢。後續應持續追蹤，以期 COD 能進一步降至符合濕地建議標準。總磷（TP）部分（圖 10），雖然整體數值並未高於建議標準值（2 mg/L），但統計顯示存在顯著的年際變異，且 111 年至 114 年之濃度與早期（109-110 年）相比有偏高趨勢，需持續關注追蹤。

底質部分，灘地之氧化還原電位（ORP）於 108 年逐漸下降後，至 110 年至今仍多處於負值（圖 14），雖有 112 年之後，似有逐年略為上升的情況，但整體改善幅度有限。而 ORP 下降的可能原因包括水體交換不良底質淤積，以及生物性因子，包含底質表面棲息的生物（含藻類）死亡腐敗，皆可能使得 ORP 下降。在生物性部分，除了龍鬚菜在覆蓋率高時，底下的部分植株腐敗可能導致底質劣化、ORP 下降外，在紅樹林擴張較為密集處，其氣根阻礙水流，於調查時常發現佈滿絲狀藻類，底質也較為淤黑，皆可能是導致 ORP 下降的原因。此外，觀察今年颱風暴雨後，雖然強降雨與水體交換能帶走部分表層與外源污染，但底質 ORP 仍未恢復至優良狀態（＞-150 mV）。這證實了底泥中累積的內源性有機質（Internal Loading）仍佔一定比例，且難以單靠短暫的水文沖刷移除，微生物在分解這些蓄積有機質的過程中持續消耗氧氣，致使底質長期維持在還原狀態。

二、環文蛤族群量變化

整理民國 100 年至 114 年環文蛤定量調查資料，101 年開始進行採捕管理後 102 年與 103 年環文蛤的族群豐度及平均重量均有有所回升。然而 104 年後豐度與平均重量再次呈現下降的趨勢，並且在 107 年降至歷年的最低點。107 年與 108 年分別實施縮短採捕季與分區採捕的管理方式後。108 年至 110 年達到部分的成效，豐度與平均重量分別在 108 年與 109 年時有明顯的增加，平均重量甚至可達到 100 年的水準。然而 112 年至 114 年平均重量雖仍維持穩定，但是豐度則是明顯的下降至與 106 年及 107 年同樣的程度（頁 69 之圖 25、圖 26），顯示環文蛤的族群有明顯受到採捕壓力的影響而出現減少的情形。

殼齡的歷年結果顯示 100 年開放採捕時，族群結構以 II 與III齡貝為主，101 年至 104 也維持同樣的狀態，但是自 103 年以後 I 齡貝的數量比例逐漸增加，至 107 年時 I 齡貝的數量比例達到最高峰且III至V齡貝已消失。108 年實施分區採捕後，109 年至 114 年 I 齡貝的數量比例明顯下降，且IV至V齡貝的數量比例亦教為增加（頁 72 之圖 28）但是值得注意的是，平均豐度自 103 年開始下降後，並於 107 年降至最低的狀態後，108 年開始實施分區採捕，平均豐度雖略有回升，但是仍無法回復到 105 年以前的水準，且最近三年(112 年至 114 年)的平均豐度下降至 106 年與 107 年的水準。顯示黑面琵鷺保護區內的環文蛤族群持續受到人為採捕或棲地環境變化的影響而減少（頁 72 之圖 28）。

台江國家公園為了黑面琵鷺保育區中環文蛤資源量能達到的永續經營與利用，分別於 101 年、107 年與 108 年進行採捕管理及資源量調查、縮短採捕季與分區採捕等管理措施，110 年則於內圍樣區進行棲地營造。各項管理措施實施後初期皆有明顯的效果，如 108 年實施分區採捕分散各區域的採捕壓力後，109 年至 111 年的平均豐度與平均重量皆有明顯的上升；110 年則於內圍樣區進行棲地營造後，111 年至 114 年皆穩定調查到 II 齡貝。然而，因為環文蛤的平均豐度並無法恢復至 100 年至 103 年開放初期的水準，故在經過 3 至 4 年以後環文蛤的平均豐度與平均重量便會再次因為受到人為採捕或環境棲地變的影響而呈現下降

的趨勢。

整體而言，本年度調查結果顯示黑面琵鷺保護區內環文蛤族群的平均重量與肥滿度雖然維持穩定，但是豐度則與 112 年及 113 年同樣下降至 106 年與 107 年相同的程度。內圍樣區仍然僅有調查到 I 齡貝，外圍與最外圍則以 II 至III齡貝為主且可調查到IV至V齡貝。各樣區的豐度若以長期的趨勢來看，內圍、外圍與最外圍分別在 106 年、110 年與 111 年以後都呈現下降的趨勢。由此顯示黑面琵鷺保護區內的環文蛤族群有可能再次受到人為採捕或環境變化的影響。建議未來仍須持續監測環文蛤族群的變化，各項管理措施則進行滾動式修正或調整，以達環文蛤資源之永續利用。

在環文蛤漁民採捕資料彙整及回饋部分。由於 112 年進入採捕期前，居民表示周邊魚塭養的文蛤大量死亡，可能是久旱又逢連日高溫所致，新聞也有多相關報導。而對比歷年的氣溫與降雨量變化圖（圖 42），確實可發現 111 至 112 年降雨量少有久旱的現象。111 年 9 月至 112 年 4 月幾乎無雨，且 112 年的 1 月高溫即來到 27.9 度 C，5 月均溫及高溫亦偏高，因此可能導致文蛤池水鹽度上升、水溫高，而導致文蛤大量死亡；而在 112 年 2 月及 4 月鹽度，在越遠離水門的測站（如賞鳥亭前方之 A 測站及靠近魚塭處的 B 測站），鹽度確實略較高於往常。故氣候異常的狀況，亦可能 112 年導致同樣位於七股的保護區內之環文蛤減少的原因之一。

而 110-112 年，連續採捕三年的南區（最外圍），故於 113 年改為北分區（內圍及外圍），且同時 4 月即有接近 200 毫米之降雨量，與前幾年之久旱少雨的狀況不同，使得 113 年的環文蛤採捕收穫明顯較 112 年為佳，且居民亦反應環文蛤之體型較前一年為大。顯示過去北分區（內圍及外圍）禁止採捕的管理措施，使得該區族群得以恢復，並成長至較大體型，此結果亦與環文蛤定量調查結果相符。（頁 63 之圖 20）。此外，113 年在外圍以外的樣區中，內圍與最外圍均已缺乏 III 齡以上個體（圖 28、圖 29），其中內圍情況尤為嚴重。綜合上述因素，於 114 年初再次調整分區策略，改為開放南區，且在略為往南限縮，以保全北區（特別是外圍區）中環文蛤成熟個體的資源量，作為周邊灘地的親代來源。

故今年漁民環文蛤之採捕量較低，亦符合原本預期。再加上今年 114 年開放試辦石蚵採捕，多數漁民因採環文蛤須在泥灘地步行較遠的路程且相對採捕量少，皆多改採集離馬路較近、採集效益較高的石蚵。這也是造成今年漁民環文蛤採捕量下降的因素之一。

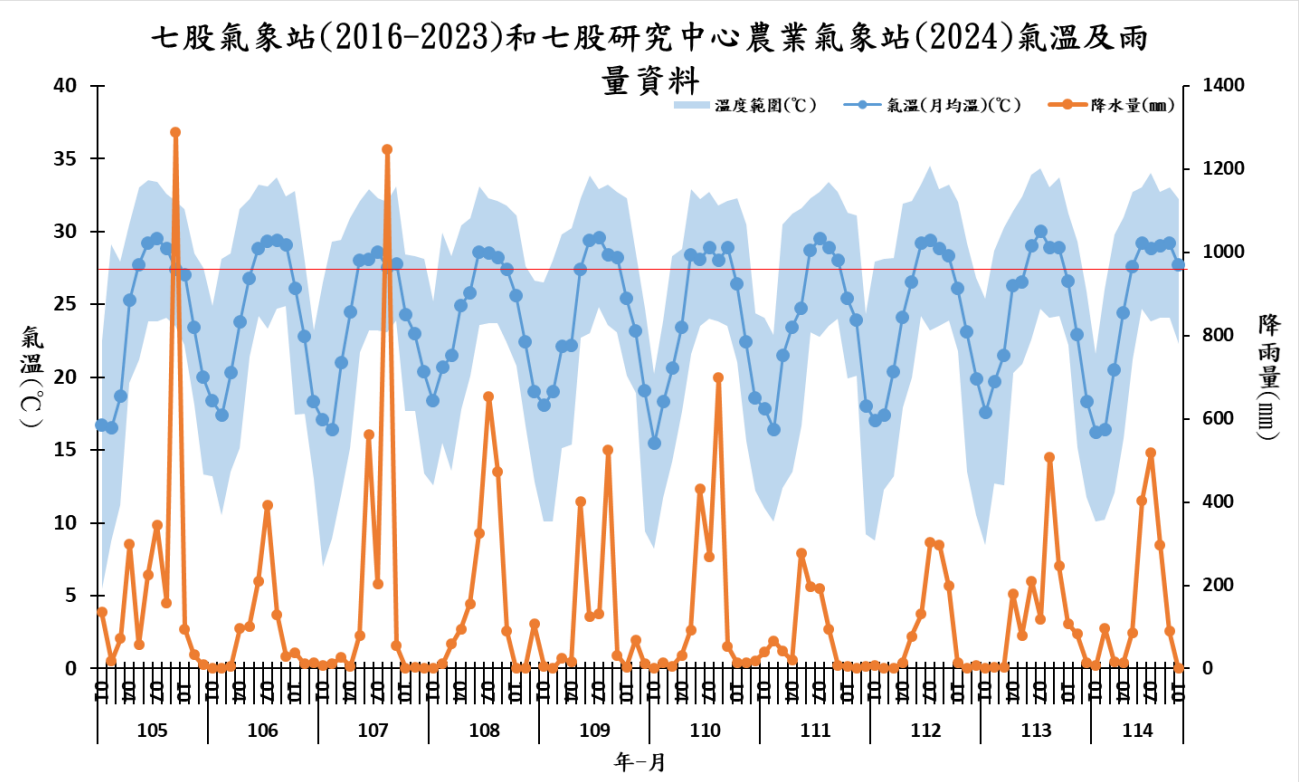


圖 42、105 年 1 月至 114 年 10 月七股地區氣溫及雨量資料

(資料來源：中央氣象署)

三、海蜷定量調查

台江國家公園內常見海蜷包括燒酒海蜷（*B. zonalis*）、鐵尖海蜷（*P. pupiformis*）及栓海蜷（*P. microptera*）三種。113 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為 126.4 ± 51.9 ind./m^2、19.6 ± 8.1 ind./m^2 及 130.3 ± 23.0 ind./m^2；14 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為 131.2 ± 73.6 ind./m^2、31.4 ± 28.7 ind./m^2 及 133.8 ± 55.5 ind./m^2（表 13）。三種海蜷 105 至今年度(114 年)間豐度變化呈現，108 年、110 年與 111 年豐度明顯較少外，其他年次則差異不大，113 年與 114 年的豐度有較微增加的現象。平均重量則是 107 年至 109 年間呈現下降的趨勢，但是自 109 年以後，除了 113 年平均重量較低外，其他年次則維持穩定；鐵尖海蜷 108 年至 112 年豐度明顯較 107 年以前減少，但是 113 年與今年度豐度明顯有所回升，且今年度(114 年)已恢復到 107 年以前的水準，但是平均重量自 108 年後即呈現下降的趨勢；栓海蜷 107 年與 108 年的豐度明顯較為減少外，其他年次則差異不大，112 年至今年度豐度幾乎沒有明顯的差異，平均重量亦維持穩定。

四、113 年-114 年龍鬚菜開放採捕試驗之現況

累積 109 年至 114 年 5 月為止，龍鬚菜消長變化大致仍與往年的消長變化相符合，有年初月 2 月開始出現，至 5 月快速增生，6、7 月達至高峰，之後逐漸消退的消長變化（頁 76 之圖 31）。惟 113 年-114 年整體環境有劣化後再恢復的變動。113 年 1、2 月 ST.C 測站有大面積

腐敗的藻類和絲狀藻類著生（圖 43），和 7 月過後，龍鬚菜開始腐敗，至 8~9 月大量且快速的腐敗，一層灰白色的薄膜（似為污水性真菌）覆蓋於底質或腐敗物上，現場呈現惡臭（圖 44）。至當年（113 年）10 月後接連的颱風侵襲，風浪和水流擾動下，情況才明顯改善。

底質沉積物的顏色反映氧化還原反應的結果。在缺氧的條件下，沉積物的鐵和硫會微生物的作用下進行還原作用，使其顏色成為黑色或灰綠色，這些微生物通常也參與有機物的分解（Bull & Taillefert, 2001；Valdemarsen et al., 2009）。而黑色沉積物通常也具有較低的氧化還原電位，處於還原態（Diaz & Trefry, 2006；Pearson & Stanley, 1979；Gerwing et al., 2018）。而在一般情況下，與水表交界處的表層沉積物會有一層較薄的氧化層，厚度通常約莫在數公釐至 1 公分左右（Gerwing et al., 2018`）；在養殖池的環境中之試驗中，即使底部水層溶氧達飽和，則表層之氧化層最深亦不超過 3.5 公分（陳瑤湖，2023）。

由於這些造成色變的離子無法長期在有氧狀況下維持。所以當 113 年 8 月 14 日採集人員前往調查時，因踩踏底泥擾動而揚起大片黑色沉積物懸浮於水中（圖 44）。而一般近期無大量龍鬚菜覆蓋的狀況下，人員在調查時踏觸底泥時，雖然偶而也會揚起黑色沉積物，但影響範圍、量體都明顯少很多。反映了在 113 年 8 月 14 日，這些覆蓋在腐敗龍鬚菜下的黑色淤泥物，為質地輕、易揚起的新沉積物，並處於還原態。此外，當 ORP 小於-150 mv 時，會產生具有如臭雞蛋味且對生物具有毒性的硫化氫。雖然在陳瑤湖（2023）指出，在底泥氧化鐵充足時，三價鐵離子在 +150 mv 以下時，已經轉為二價鐵離子，故在-150 mv 二價鐵離子會與硫離子形成硫化鐵，進而抑制硫化氫的產生。但從當時現場飄散具臭味的現況來看，推測應仍可能形成硫化氫。

在龍鬚菜開放採捕試驗中的底質氧化還原電位（ORP）監測結果，也呼應了這樣的現象。雖然整體皆低於-150 mv，但於 113 年 6~9 月之沒有採捕龍鬚菜區的底質，其 ORP 多明顯較低，至 10 月才所恢復；114 年 7 月強降雨過後，龍鬚菜消失，其後 8 至 10 月的底質 ORP 則明顯高於尚有龍鬚菜的時期（採捕前和 6 月）。

在水質方面，雖然整體水體受潮汐等水流交換影響，從龍鬚菜主要生長區域的 ST.C 的水質資料尚看不出與其他測站間的差異，但若聚焦在 ST.C 測站，則在 111 年至 113 年的夏季調查（7-8 月），其 COD 都有當年相對高值（圖 9），114 年之 8 月則因 7 月至 8 月受颱風及強降雨影響，所以可能有較多的水量沖刷，而使得 COD 有低值。因此，推測龍鬚菜的腐敗，使其從原本吸收水中營養鹽具有淨化水體之角色，轉為釋放有機物等碳源的情況，但總量並不多，尚不造成明顯差異。

故不論從底質沉積物的 ORP 或水質中的 COD 碳源管理來看，每年適時適度的移除龍鬚菜，可避免大規模的自然腐敗造成環境於一定區間內的劣化。因此建議後續可正式將龍鬚菜列為固定開放採捕的種類清單內。



(說明：113 年 2 月 27 日調查，ST.C 測站現場有許多非龍鬚菜的絲狀藻類覆蓋)

圖 43、113 年 2 月 27 月 ST.C 測站龍鬚菜調查現況照片



(腐敗的龍鬚菜開始出現白色的物質覆蓋，腐敗的藻類覆蓋黑色沉澱物且底泥變黑)

圖 44、113 年 8 月 14 月腐敗後的龍鬚菜及周邊環境

五、石蚵調查結果

台江地區區除了環文蛤外，在黑面琵鷺主棲地內亦有“石蚵”。在地居民習慣在灘地的岸際及灘地上的硬底質或竹筏底部，撿拾這些硬底質上附著的野生牡蠣。居民昔稱這些附著在石頭等硬底質上之的野生牡蠣通稱為石蚵。石蚵是泛指這個類群附著性的雙殼貝一個統稱，屬於牡蠣科（Ostreidae）的物種，這些附著的牡蠣，在黑面琵鷺生態保護區的邊界的護岸拋石所形成的硬底質，以及灘地上人工或天然的硬底質如海蜷的殼都是這一群牡蠣的附著的絕佳棲地。因此，石蚵曾是在地居民在灘地上撿拾貝類時的附帶漁獲，除了上述岸際的護岸及拋石，也會撿拾在灘地軟底質上附著於海蜷螺殼上的牡蠣。並於歷年調查時常接受到漁民的反應，希望能同步開放採捕石蚵。故本計畫於去年提出石蚵採捕可行性的議題研議與分析，並於今年開始執行前期調查。

台江的牡蠣（蚵），分布於海水或鹹淡水交會處，為本區是重要養殖物種，在沿海水域中常可見因應不同水深環境而發展出來的各式蚵棚，包含「浮棚式」、「立（站）棚式」，以及「倒棚式」三種方式，形成極具特色的牡蠣產業，養殖的牡蠣物種葡萄牙牡蠣（*Crassostrea angulata*）（Hsiao et al. 2016），近期屬名更動後之學名為 *Magallana angulate*。然而過去本團隊曾針對數個灘地上單體牡蠣進行分子鑑定，結果為囊牡蠣屬（*Saccostrea*）的僧帽牡蠣（*S. cucullata*），但今年的種類樣本分析果顯示主要的物種仍為葡萄牙牡蠣（*M. angulate*）。

由於石蚵需有硬基質才能附苗著生，故一般養蚵皆以蚵棚或石柱上面綁蚵殼以供蚵苗附著，而在灘地上，除了週邊的護岸拋石外，則鮮少較大面積的基質可供石蚵著苗。然而，棲息於灘地中的螺貝類，如燒酒海蜷等，如同龍鬚菜著生於海蜷上，石蚵也會著苗在這些螺殼上。護岸拋石雖然有石蚵，但許多皆是空殼，而乾潮時會裸露出來的泥灘地上，多為著生於海蜷上的蚵苗，但由於體型甚小，非採集對象，且數量甚多，故無納入估計當中；而能長到明顯大小的石蚵（蚵殼大於海蜷致使海蜷無法行動或死亡），則數量非常少。了解居民的採集習慣後發現，反而於灘地中，有一定水深（退潮時不會露出）但又不會太深之處（一般時候蹲下仍可露出頭），才是他們採蚵的地方。石蚵的著生為逢機事件，故在水道中若有適合基質著苗後，待其逐漸長大的過程，也會有新的蚵苗著生其上，形成一塊塊獨立的小牡蠣礁。居民也有反應，若沒有及時採集，之後這個地方的新生石蚵反而會變少。可能與水下一叢叢的牡蠣群，阻礙水流，加速泥沙沉降淤積而覆蓋。據此，漁民希望能夠持續開放採捕石蚵。雖然牡蠣（石蚵）可淨化水質，礁體也可能可以提供立體空間供一些魚蝦蟹幼時的棲息、避難空間，但移除水道中的石蚵，也可能促進改善灘地南端的淤積情況。

由於原調查設定為護岸硬底質（護岸拋石）和軟底質灘地上（即退潮會露出之區域）的石蚵，未包含到居民習慣採集的水道區域。因此未來建議在石蚵的分布調查中，需增加水道區域的調查。並檢取部分牡蠣群，秤重計數，以了解居民採集的石蚵量。

牡蠣屬於 R 選擇的生殖模式的類群，即以產出大量的子代，以提高子代能夠成功存活的個體數量，故只要環境條件合適，並有硬底質的基石可供附著，即可在著苗生長。故綜合判斷，除部分區域外，整體石蚵數量並不多，亦非此保護區生態的關鍵物種，且於此漁民僅有

少量附帶採集需求，又環境中有許多潛在石蚵苗的前提下，故建議可開放居民於採捕季節時，以不破壞護岸拋石的方式進行附帶採集，以延續及還原在地沿海漁村文化的傳統。

第陸章 結論與建議

一、結論

(一) 環境水質與底質

1. 108 至 114 年各季水質調查結果，可看出十份黑面琵鷺保護區之水質有逐年改善的現象，包括 COD、BOD 和氨氮的持續下降：

   (1) 結合 108 年至 114 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「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」之國際級建議標準。然而懸浮固體受限於本濕地泥質灘地與潮汐擾動特性而較高外，COD 雖有改善趨勢但數值仍常高於標準。

   (2) 水中總磷酸未有超過「重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準」之國際級建議標準，但在 110 年後有逐年上升的情況（111-114 年較高）。

2. 濕地之水質懸浮固體(SS)雖然經常性超過建議標準值，但乃受濕地淺水特性及風浪物理擾動影響，此屬自然環境特徵。

3. 108-114 年之底質 ORP 有逐年下降的趨勢，雖然於 112 年後似有微幅回升，但整體仍多處於負值。

(二) 黑面琵鷺生態保護區開放採捕相關監測及試驗工作

1. 漁民漁撈情形統計：

   (1) 113 年累積採捕人數為 172 人次，採捕總重為 4045.2 公斤。雖然參與人數偏低（歷年倒數第四），但平均每日每人採捕總重達 13.7 ± 13.1 公斤，顯示單位努力漁獲量（CPUE）較前一年（112 年）顯著回升，且為歷年次高紀錄（僅次於 111 年的 16.7 公斤）。114 年累積採捕人數僅 83 人次，採捕總重更跌至 562.8 公斤；平均每日每人採捕總重僅 2.2 ± 4.2 公斤，為至自 101 年以來之歷史低點。

   (2) 漁民反映今年開放的區域（南區）灘地因淤泥而不易行走，採集效率差，故多轉向採捕新試辦開放採捕的石蚵，觀察到整體採捕行為在經濟性貝類的採捕樣態發生轉變－包括採集人數降低，不同於以往。此種轉變有利降低開放區域的環文蛤採捕壓力。

2. 環文蛤定量調查：

   (1) 113-114 年調查結果顯示黑面琵鷺保護區內環文蛤族群的平均重量與肥滿度雖然維持穩定，但是豐度則與 112 年及 113 年同樣下降至 106 年與 107 年相同的程度。內圍樣區仍然僅有調查到 I 齡貝，外圍與最外圍則以 II 至III齡貝為主且

可調查到IV至V齡貝。各樣區的豐度若以長期的趨勢來看，內圍、外圍與最外圍分別在 106 年、110 年與 111 年以後都呈現下降的趨勢。

3. 龍鬚菜和石蚵開放採捕可行性評估試驗：

(1) 113-114 年龍鬚菜消長變化大致與歷年相同，於 2-3 月開始出現，4-5 月快速增長，約在 5-6 月覆蓋面積達到最高，之後因自然腐敗或天候因素而消失。113 年 7 月龍鬚菜開始腐敗，8-9 月腐敗狀況嚴重，10 月後受颱風侵襲而消失；114 年 7 月受颱風影響，其後龍鬚菜消失。

(2) 龍鬚菜開放試驗採捕之底質間隙水氧化還原電位顯示，隨著龍鬚菜腐敗可能導致開段時間底質之氧化還原電位下降。颱風過後龍鬚菜消失底質間隙水，氧化還原電位明顯回升。雖未達高於-150 mv 之水準，但有明顯改善的趨勢。

(3) 漁民習慣採捕石蚵之地點為乾潮時仍不會露出灘地的靠岸水道內，採集方式半蹲於水中，並將整塊牡蠣集結成的牡蠣礁帶走。雖然整體重量重。因採集效率較高且今年 114 年試為試辦開放採捕試驗，吸引了原以環文蛤為採集對象的漁民改採石蚵，進而降低了今年開放的南區（最外圍）的環文蛤採捕壓力。

(三) 監測 109-112 年度執行之棲地試驗成效

1. 109-112 年施作之人工潮溝皆為淤積的狀態，其中 L109 標竿已消失。多數人工潮溝的樣態已難以用目視判斷，潮池的也有淤積、目視面積變小的情況。

2. 內圍之和人工潮池和串聯潮池的 111-3 潮溝，底質粒徑以粗泥為主，而同屬內圍但離潮池較遠人工潮溝則以非常細砂為主。顯示，人工潮池和串聯潮池的 111-3 潮溝，有較多來自周圍灘地的隨水流沖刷帶入其他區塊的表層沉積物。

3. 114 年內圍與最外圍的沙洲與 113 年相比較都出現明顯的累積現象，外圍沙洲雖然未明顯增加，但累積量與 113 年相近。114 年的整體沙洲明顯有堆積現象，推測內圍水道的累積物較多為泥沙，最外圍則是有較多的有機質。

二、建議

本計畫依研究成果，以及執行計畫期間之經驗、相關委員建議及在地居民反饋等，提出黑面琵鷺生態保護區之經營管理建議，並依性質分為「環境棲地品質建議」，以及「開放採捕管理及試驗」兩大項。

(一) 環境棲地品質

1. 持續進行棲地水質及底質監測：

近年水質 COD、氨氮等有逐年改善，但總磷有逐漸增高的情況，建議須釐清可能來源，並持續進行水質監測。並持續監測底質間隙水氧化還原電位變化及底質粒徑等變化情況。

2. 持續進行棲地之微棲地管理，改善水流交換以改善水質、減緩棲地底質淤積及劣化情況

(1) 棲地改善成效監測：

水門前方淤積灘地移除成效之後續追蹤－目前十孔水門前方灘地已由內政部國家公園署台江國家公園管理處另案進行水門內的淤積情況改善工程。應持續追蹤移除水門前方淤積灘地在疏通之後，整體濕地的水流交換及淤積情況的改變，以了解改善成效。

(2) 減緩棲地劣化之微棲地管理措施（詳見附錄六）

i. 應持續針對之紅樹林植群進行管理，減緩紅樹林擴張導致灘地淤積的情況。

ii. 建議進行內圍人工潮池和潮溝的恢復或再營造之微棲地改善－目前內圍人工潮池有淤積情況。建議實施潮池的維護再營造，以及疏濬或恢復及增加連貫潮池的人工潮溝，有助於改善周邊底質的淤積情況，且可增加內圍鳥類的可利用微棲地樣態，吸引鳥類來利用，對賞鳥亭前之鳥類導覽及環境教育解說宣導亦有助益效果。

iii. 持續進行整體保護區水流交換之改善事宜。

(二) 經濟性貝類及試驗性開放採捕之經營管理建議

1. 環文蛤資源管理方面，建議持續進行定量調查，並依據年度及年初之調查成果進行滾動式管理；同時評估採取適當之復育措施，如環文蛤種源成貝集中試驗，以提升繁殖成功率：

種源成貝集中試驗說明如後。整體今年環文蛤定量資料反應仍受到採捕壓力，整體定量密度仍偏低。建議進行適當復育措施，如進行環文蛤種源成貝集中試驗－即採集保護區內之環文蛤成貝，集中放置於內圍或外圍等目前環文蛤資源較少之區域，加強達繁殖體型的親代密度以利子代成功受精的成功率。放置種源成貝時應參考相關養殖資訊，包括考量放置之密度、微棲地環境條件等，以提高成功率。

2. 環文蛤開放採捕原則建議維持既有之開放期間、齡級限制及分區輪替制度，並依據定量調查與漁民採捕情形適時檢視與調整；115 年建議延續開放南區（最外圍樣區），以保全北區族群作為整體保護區之種源。（詳見附錄七之補充說明）

3. 建議持續進行龍鬚菜開放採捕試驗，或評估納入常態性開放採捕物種，以避免龍鬚菜腐敗造成濕地底質劣化，並加強相關採捕推廣。（詳見附錄七之補充說明）

4. 建議持續進行石蚵開放採捕試驗，並配合調查漁民慣行採捕區域及石蚵族群分布狀態，以累積試驗成果並分散環文蛤之採捕壓力。（詳見附錄七之補充說明）

第柒章 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., Johnson, D. L. & Lampton, S. S. (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. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

Wentworth, C. K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology* **30**: 377–392.

Caglak, A. & Korkut, O. (2024) Efficiency of electrocoagulation process using different oxidants for the treatment of paper mill wastewater: Optimization and cost analysis. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* **104**(6): 1363–1380.

Lang, Z., Wang, M., Chen, L., Wang, D. & Yang, S. (2024) Tannin dynamics driven by species-specific leaf litter traits determine the nitrogen cycling in mangrove wetlands. *Water Research* **255**: 121495.

Brazeiro, A. (1999) Community patterns in sandy beaches of Chile: richness, composition, istribution and abundanceof species. *Revista Chilena de Historia Natural* **72**: 99–111.

Defeo(1996a) Experimental management of an exploited sandy beach bivalve population. *Revista Chilena de Historia Natural* **69**: 05-614.

Defeo(1996b) Recruitment variability in sandy beach macroinfauna: much to learn yet. *Revista Chilena de Historia Natural* **69**: 615-630.

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。

江彥霖、洪詩涵、王俊傑、沈佳俞、張鎮南 (2005) 德基水庫水質受天災事件及消毒副產物生成潛能變化之探討。東海科學 **7**，31-49。

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。

巫文隆 (2000)台灣經濟性貝類研究參考圖冊。行政院農委會，臺北市。
林幸助 (2011) 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。
林敬晟 (2009) 台灣西南部七股溪口沙洲環文蛤族群數量分佈與環境因子關係之研究。國立台灣大學, 臺北市。
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 (2021) 台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。成果報告書。台江國家公園委託研究計畫。
邱郁文、黃大駿 (2023) 黑面琵鷺生態保護區棲地試驗後生態監測計畫。成果報告書。台江國家公園委託研究計畫。
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。
傅朝卿 (2010) 從漁業文化景觀的角度來看臺江國家公園。NCKU Magazine，p.10-15
彭紹宏、邱郁文、劉靜榆 (2021) 109-110 年度曾文溪口重要濕地（國際級）生態及水質基礎調查計畫。台江國家公園管理處委託辦理計畫。
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。
黃春蘭水 (2003) 水質學。藝軒圖書出版社，台北。
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。
蕭聖代 (2018) 臺灣產潮間帶牡蠣 DNA 條碼鑑定及族群遺傳之研究 國立臺灣海洋大學環境生物與業資科學學系，博士論文。
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。
環境部 (2020) 名詞解釋。環境部全國環境水質監測資訊網（2025/12/25 version）。https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx
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

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

Habe, T. and K. lto. (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 (1). 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 (1). 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)

中華民國野鳥學會 (2020) 2020 年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會，https://www.bird.org.tw/basicpage/87。

台江國家公園管理處 (2011) 翎羽翔集─台江野鳥圖鑑。台江國家公園管理處出版。

行政院農業委員會 (2019) 陸域保育類野生動物名錄。中華民國 108 年 1 月 9 日 農林務字第 1071702243A 號。

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。

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。

奥谷喬司 (2017) 日本近海産貝類図鑑(第 2 版)。東海大學出版會，日本。

劉小如、丁宗蘇、方偉巨集、林文巨集、蔡牧起、顏重威 (2012) 台灣鳥類誌（全套）。行政院農業委員會林務局。

蕭木吉、李政霖(2015)臺灣野鳥手繪圖鑑（二版）。行政院農業委員會林務局、財團法人臺北市野鳥學會聯合出版。

賴景陽 (1988) 貝類(台灣自然觀察圖鑑)。渡假出版社有限公司。

水質檢定方法類

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。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。2003。水中鹽度檢測方法－導電度法 (NIEA W447.20C)。中華

民國 92 年 1 月 21 日環署檢字第 0920006238 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。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。2011a。海水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W514.21B)。中華民國 100 年 11 月 8 日環署檢字第 1000095933 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。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。2019。水之氫離子濃度指數（pH 值）測定方法－電極法(NIEA W424.53A)。中華民國 108 年 1 月 22 日環署檢字第 1080000393 公告。
行政院環境保護署環境檢驗所。2020。水中氨氮檢測方法－靛酚比色法(NIEA W448.52B)。中華民國 109 年 12 月 04 日環署檢字第 1091006532 公告。
行政院環境保護署環境檢驗所。2023。水中導電度測定方法－導電度計法 (NIEA W203.52C)。中華民國 112 年 08 月 15 日環署檢字第 1127106576 號公告

附錄一、各水質項目顯著主效應之 Duncan 多重比較檢定結果

(a) 年份 × 季節無交互作用，且年份具顯著差異之項目之 Duncan 檢定

Year	Mean Value	groups
pH		
111	8.22	a
110	8.18	ab
109	8.09	ab
114	8.03	bc
113	7.91	cd
112	7.86	d
108	7.61	e

(b) 測站 × 季節無交互作用，且季節具顯著差異之項目之 Duncan 檢定

Season	Mean Value	groups
Temp		
S3	33.1	a
S4	28.9	b
S2	28.2	b
S1	21.0	c
Sal		
S2	35.3	a
S1	35.1	a
S4	33.3	a
S3	30.6	b
DO		
S1	9.54	a
S3	8.27	b
S2	8.04	b
S4	7.75	b
SS		
S1	88.3	a
S4	85.9	a
S3	76.5	ab
S2	58.3	b

Season	Mean Value	groups
Chla		
S4	7.917	a
S3	7.787	a
S2	5.200	a
S1	1.542	b
NH3		
S1	1.05	a
S2	0.60	ab
S3	0.50	b
S4	0.23	b
NO3		
S4	0.39	a
S1	0.02	b
S3	0.02	b
S2	0.01	b

(c) 測站 × 季節無交互作用，且測站具顯著差異之項目之 Duncan 檢定

	Mean Value	groups
DO		
C	9.49	a
WG	8.21	b
B	7.95	b
A	7.95	b
pH		
C	8.14	a
WG	8.00	ab
A	7.91	b
B	7.88	b

	Mean Value	groups
SS		
A	96.5	a
WG	74.5	b
C	74.2	b
B	63.7	b

(d) 年 × 測站無交互作用，且年具顯著差異之項目之 Duncan 檢定

	Mean Value	groups
Sal		
112	37.6	a
109	36.1	ab
114	34.1	bc
108	33.3	bc
111	33.2	bc
113	32.5	c
110	28.4	d
Cond		
112	59.0	a
109	57.7	a
108	56.0	ab
114	54.4	ab
111	53.2	ab
113	49.7	bc
110	45.4	c
pH		
111	8.22	a
110	8.18	a
109	8.09	ab
114	8.03	bc
113	7.91	cd
112	7.86	d
108	7.61	e
NTU		
109	35.6	a
111	30.7	ab
114	21.1	bc
112	20.6	bc
110	16.1	c
113	15.7	c
108	12.4	c
COD		
108	132.9	a
110	76.0	b
111	69.1	b
112	67.3	b
109	66.4	b
113	62.2	b
114	53.3	b

	Mean Value	groups
Chla		
108	5.601	a
112	3.781	ab
109	2.425	b
113	2.288	b
114	1.906	b
110	1.769	b
111	1.694	b
NH3		
109	1.54	a
108	1.07	ab
110	0.92	b
111	0.17	c
112	0.17	c
113	0.15	c
114	0.14	c
NO3		
113	0.68	a
111	0.02	b
114	0.02	b
108	0.02	b
112	0.02	b
109	0.01	b
110	0.01	b
PO4		
111	0.53	a
114	0.49	a
113	0.48	ab
112	0.47	ab
108	0.36	bc
110	0.28	cd
109	0.17	d

(e) 年 × 測站無交互作用，且測站具顯著差異之項目之 Duncan 檢定

	Mean Value	groups
DO		
C	9.49	a
WG	8.21	b
B	7.95	b
A	7.95	b
pH		
C	8.14	a
WG	8.00	b
A	7.91	bc
B	7.88	c

	Mean Value	groups
SS		
A	96.5	a
WG	74.5	ab
C	74.2	ab
B	63.7	b
PO4		
A	0.49	a
B	0.38	b
WG	0.37	b
C	0.35	b

附錄二、113 年及 114 年漁民經濟性貝類（環文蛤、文蛤及竹蟶）採捕現況

日期	登記採捕人數	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)	採捕竹蟶總重(kg)
113/5/15	9	151.8	16.9	151.8	0.0	0.0
5/16	6	159.6	26.6	159.6	0.0	0.0
5/17	17	445.2	26.2	445.2	0.0	0.0
5/18	19	424.2	22.3	424.2	0.0	0.0
5/19	9	191.4	21.3	191.4	0.0	0.0
5/20	12	364.8	30.4	364.8	0.0	0.0
5/21	4	120.6	30.2	120.6	0.0	0.0
5/22	2	79.2	39.6	79.2	0.0	0.0
5/23	3	85.8	28.6	85.8	0.0	0.0
5/24	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/26	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/27	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/28	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/29	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/31	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/1	4	84.0	21.0	84.0	0.0	0.0
6/2	1	13.8	13.8	13.8	0.0	0.0
6/3	2	22.2	11.1	22.2	0.0	0.0
6/4	2	25.8	12.9	25.8	0.0	0.0
6/5	1	45.6	45.6	45.6	0.0	0.0
6/6	1	31.8	31.8	31.8	0.0	0.0
6/7	2	55.8	27.9	55.8	0.0	0.0
6/8	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/9	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/10	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/11	1	25.8	25.8	25.8	0.0	0.0
6/12	1	10.8	10.8	10.8	0.0	0.0
6/13	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/14	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/15	6	98.4	16.4	98.4	0.0	0.0
6/16	6	145.8	24.3	145.8	0.0	0.0
6/17	9	155.4	17.3	155.4	0.0	0.0
6/18	4	117.0	29.3	117.0	0.0	0.0
6/19	3	72.6	24.2	72.6	0.0	0.0
6/20	1	19.2	19.2	19.2	0.0	0.0
6/21	1	27.0	27.0	27.0	0.0	0.0
6/22	2	33.6	16.8	33.6	0.0	0.0
6/23	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/24	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/26	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/27	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/28	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/29	2	52.2	26.1	52.2	0.0	0.0
6/30	4	89.4	22.4	89.4	0.0	0.0
7/1	1	33.6	33.6	33.6	0.0	0.0
7/2	3	93.6	31.2	93.6	0.0	0.0
7/3	2	55.2	27.6	55.2	0.0	0.0
7/4	4	65.4	16.4	65.4	0.0	0.0
7/5	1	15.6	15.6	15.6	0.0	0.0
7/6	1	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0
7/7	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

日期	登記採捕人數	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)	採捕竹蟶總重(kg)
7/8	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/9	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/10	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/11	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/12	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/13	1	16.8	16.8	16.8	0.0	0.0
7/14	3	42.0	14.0	42.0	0.0	0.0
7/15	2	42.6	21.3	42.6	0.0	0.0
7/16	1	22.8	22.8	22.8	0.0	0.0
7/17	1	31.2	31.2	31.2	0.0	0.0
7/18	1	30.0	30.0	30.0	0.0	0.0
7/19	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/20	1	19.8	19.8	19.8	0.0	0.0
7/21	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/22	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/23	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/24	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/26	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/27	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7/28	1	31.2	31.2	31.2	0.0	0.0
7/29	5	123.0	24.6	123.0	0.0	0.0
7/30	4	117.0	29.3	117.0	0.0	0.0
7/31	6	144.6	24.1	144.6	0.0	0.0
114/5/15	11	66.6	6.1	60.6	6.0	0.0
5/16	12	58.2	4.9	57.6	0.6	0.0
5/17	2	20.4	10.2	18.6	1.8	0.0
5/18	6	81.6	13.6	81.6	0.0	0.0
5/19	4	38.4	9.6	38.4	0.0	0.0
5/20	4	25.2	6.3	21.6	3.6	0.0
5/21	2	22.8	11.4	21.6	1.2	0.0
5/22	2	4.2	2.1	0.0	4.2	0.0
5/23	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/24	9	48.6	5.4	42.0	6.6	0.0
5/25	1	6.6	6.6	6.6	0.0	0.0
5/26	1	4.2	4.2	4.2	0.0	0.0
5/27	1	3.0	3.0	0.0	3.0	0.0
5/28	1	1.8	1.8	0.0	1.8	0.0
5/29	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5/31	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/1	2	0.6	0.3	0.0	0.6	0.0
6/2	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/3	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/5	1	21.6	21.6	21.6	0.0	0.0
6/6	1	0.6	0.6	0.0	0.6	0.0
6/7	2	0.9	0.5	0.6	0.3	0.0
6/8	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/9	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/10	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/11	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/12	1	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0
6/13	0	0.0	0.0	0	0	0
6/14	0	0.0	0.0	0	0	0

日期	登記採捕人數	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)	採捕竹蟶總重(kg)
6/15	0	0.0	0.0	0	0	0
6/16	0	0.0	0.0	0	0	0
6/17	0	0.0	0.0	0	0	0
6/18	1	8.4	8.4	8.4	0.0	0.0
6/19	1	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0
6/20	1	9.6	9.6	9.6	0.0	0.0
6/21	2	24.0	12.0	23.4	0.6	0.0
6/22	3	39.6	13.2	39.6	0.0	0.0
6/23	5	43.2	8.6	42.6	0.6	0.0
6/24	4	15.9	4.0	15.6	0.3	0.0
6/25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6/26	1	1.2	1.2	1.2	0.0	0.0
6/27	0	0.0	0.0	0	0	0
6/28	0	0.0	0.0	0	0	0
6/29	0	0.0	0.0	0	0	0
6/30	0	0.0	0.0	0	0	0
7/1	0	0.0	0.0	0	0	0
7/2	0	0.0	0.0	0	0	0
7/3	0	0.0	0.0	0	0	0
7/4	1	6.6	6.6	6.6	0.0	0.0
7/5	0	0.0	0.0	0	0	0
7/6	0	0.0	0.0	0	0	0
7/7	0	0.0	0.0	0	0	0
7/8	0	0.0	0.0	0	0	0
7/9	0	0.0	0.0	0	0	0
7/10	0	0.0	0.0	0	0	0
7/11	0	0.0	0.0	0	0	0
7/12	0	0.0	0.0	0	0	0
7/13	0	0.0	0.0	0	0	0
7/14	0	0.0	0.0	0	0	0
7/15	0	0.0	0.0	0	0	0
7/16	0	0.0	0.0	0	0	0
7/17	1	3.0	3.0	3.0	0	0
7/18	0	0.0	0.0	0	0	0
7/19	0	0.0	0.0	0	0	0
7/20	0	0.0	0.0	0	0	0
7/21	0	0.0	0.0	0	0	0
7/22	0	0.0	0.0	0	0	0
7/23	0	0.0	0.0	0	0	0
7/24	0	0.0	0.0	0	0	0
7/25	0	0.0	0.0	0	0	0
7/26	0	0.0	0.0	0	0	0
7/27	0	0.0	0.0	0	0	0
7/28	0	0.0	0.0	0	0	0
7/29	0	0.0	0.0	0	0	0
7/30	0	0.0	0.0	0	0	0
7/31	0	0.0	0.0	0	0	0

附錄三、113 年及 114 年漁民試辦採捕龍鬚菜現況資料登錄

日期	登記人數(龍鬚菜)	龍鬚菜重(公斤)	備註
113/5/15	2	30.0	
5/16	2	42.0	
5/17	0	0	龍鬚菜原登記 1 人，但後來沒下去
5/18	2	13.8	2 人同時採龍鬚菜跟貝類
5/19	1	3.6	1 人同時採龍鬚菜跟貝類
5/20	1	16.8	
5/21	0	0	
5/22	0	0	
5/23	1	4.8	
5/24	0	0	
5/25	0	0	
5/26	0	0	
5/27	0	0	
5/28	0	0	
5/29	0	0	
5/30	1	10.8	
5/31	1	21.0	
6/1	0	0	
6/2	0	0	
6/3	0	0	
6/4	1	9.6	
6/5	0	0	
6/6	0	0	
6/7	0	0	
6/8	0	0	
6/9	0	0	
6/10	0	0	
6/11	0	0	
6/12	0	0	
6/13	0	0	
6/14	0	0	
6/15	0	0	
6/16	0	0	
6/17	1	3	1 人同時採龍鬚菜跟貝類
6/18	1	22.8	
6/19	1	23.4	
6/20	0	0	
6/21	0	0	
6/22	0	0	
6/23	0	0	
6/24	0	0	
6/25	0	0	
6/26	0	0	
6/27	0	0	
6/28	0	0	4 人下水，2 人未採捕
6/29	0	0	
6/30	0	0	
7/1	0	0	
7/2	1	3.0	1 人同時採龍鬚菜跟貝類
7/3	1	18.0	
7/4	1	21.6	
7/5	0	0	
7/6	0	0	
7/7	0	0	
7/8	0	0	

日期	登記人數(龍鬚菜)	龍鬚菜重(公斤)	備註
7/9	0	0	
7/10	0	0	
7/11	0	0	
7/12	0	0	
7/13	0	0	
7/14	0	0	
114/5/15	2	24.0	
5/16	2	23.4	
5/17	0	0.0	
5/18	1	12.0	
5/19	2	30.6	
5/20	2	42.6	
5/21	0	0.0	
5/22	1	6.6	
5/23	1	21.0	
5/24	4	48.0	
5/25	0	0.0	
5/26	2	39.6	
5/27	0	0.0	
5/28	0	0.0	
5/29	0	0.0	
5/30	0	0.0	
5/31	0	0.0	
6/1	0	0.0	
6/2	0	0.0	
6/3	0	0.0	
6/4	0	0.0	
6/5	1	12.0	1 人同時採石蚵和龍鬚菜
6/6	0	0.0	
6/7	0	0.0	
6/8	0	0.0	
6/9	0	0.0	
6/10	0	0.0	
6/11	1	12.0	
6/12	0	0.0	
6/13	0	0	
6/14	0	0	
6/15	0	0	
6/16	0	0	
6/17	0	0	
6/18	0	0.0	
6/19	0	0.0	
6/20	0	0.0	
6/21	0	0.0	
6/22	0	0.0	
6/23	1	18.6	
6/24	1	16.2	
6/25	0	0.0	
6/26	0	0.0	
6/27	0	0	
6/28	0	0	
6/29	0	0	
6/30	0	0	
7/1	0	0	
7/2	0	0	
7/3	0	0	

日期	登記人數(龍鬚菜)	龍鬚菜重(公斤)	備註
7/4	0	0.0	
7/5	0	0	
7/6	0	0	
7/7	0	0	
7/8	0	0	
7/9	0	0	
7/10	0	0	
7/11	0	0	
7/12	0	0	
7/13	0	0	
7/14	0	0	
7/15	0	0	
7/16	0	0	
7/17	0	0	
7/18	0	0	
7/19	0	0	
7/20	0	0	
7/21	0	0	
7/22	0	0	
7/23	0	0	
7/24	0	0	
7/25	0	0	
7/26	0	0	
7/27	0	0	
7/28	0	0	
7/29	0	0	
7/30	0	0	
7/31	0	0	

附錄四、114 年漁民試辦採捕石蚵現況資料登錄

日期	登記人數(石蚵)	石蚵含殼重(公斤)	備註
114/5/15	12	423.6	
5/16	13	325.2	
5/17	4	216.6	
5/18	10	308.4	
5/19	6	215.4	
5/20	7	161.4	
5/21	5	220.2	
5/22	5	202.2	
5/23	9	468.6	
5/24	9	402.0	
5/25	5	210.0	
5/26	6	278.4	
5/27	1	4.8	
5/28	2	30.6	
5/29	0	0.0	
5/30	0	0.0	
5/31	0	0.0	
6/1	0	0.0	
6/2	0	0.0	
6/3	0	0.0	
6/4	3	115.2	
6/5	5	210.6	1 人同時採石蚵和龍鬚菜
6/6	6	424.2	
6/7	3	97.8	2 人同時採文蛤/環文蛤及石蚵
6/8	0	0.0	
6/9	0	0.0	
6/10	0	0.0	
6/11	0	0.0	
6/12	1	24.0	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/13	0	0	
6/14	0	0	
6/15	0	0	
6/16	0	0	
6/17	0	0	
6/18	1.0	9.0	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/19	1.0	18.0	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/20	0.0	0.0	
6/21	1.0	22.8	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/22	1.0	3.0	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/23	1.0	8.4	1 人同時採環文蛤、文蛤和石蚵
6/24	3.0	42.0	3 人同時採環文蛤、文蛤和石蚵
6/25	1.0	63.6	1 人同時採環文蛤和石蚵
6/26	2.0	70.2	
6/27	0	0	
6/28	0	0	
6/29	0	0	
6/30	0	0	
7/1	0	0	
7/2	1.0	22.8	
7/3	4.0	156.0	
7/4	3.0	51.6	1 人同時採環文蛤和石蚵
7/5	0	0	
7/6	0	0	
7/7	0	0	

日期	登記人數(石蚵)	石蚵含殼重(公斤)	備註
7/8	0	0	
7/9	0	0	
7/10	0	0	
7/11	0	0	
7/12	0	0	
7/13	0	0	
7/14	0	0	
7/15	0	0	
7/16	0	0	
7/17	0	0	
7/18	0	0	
7/19	0	0	
7/20	0	0	
7/21	0	0	
7/22	0	0	
7/23	0	0	
7/24	0	0	
7/25	0	0	
7/26	0	0	
7/27	0	0	
7/28	0	0	
7/29	0	0	
7/30	0	0	
7/31	0	0	

附錄五、113 年至 114 年度冬季鳥類調查名錄

(a) 不分區

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
雁鴨科 Anatidae																		
琵嘴鴨 *Spatula clypeata*					114								**114**	0.44	4.17	冬、普		
赤頸鴨 *Mareca penelope*	1	60	131	2,800	2,903	62		8		430	5		**6,400**	24.63	37.50	冬、普		
尖尾鴨 *Anas acuta*					12								**12**	0.05	4.17	冬、普		
鳩鴿科 Columbidae																		
珠頸斑鳩 *Spilopelia chinensis*										1			**1**	0.00	4.17	留、普		
長腳鷸科 Recurvirostridae																		
高蹺鴴 *Himantopus himantopus*									5				**5**	0.02	4.17	留、普/冬、普		
反嘴鴴 *Recurvirostra avosetta*		134										28	**162**	0.62	8.33	冬、普		
鴴科 Charadriidae																		
灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*	5	2	1	1	11	4	5	1			1		**31**	0.12	37.50	冬、普		
太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*			32	14	1	26						11	**84**	0.32	20.83	冬、普		
蒙古鴴 *Charadrius mongolus*	1				2		1	6					**10**	0.04	16.67	冬、不普/過、普		
鐵嘴鴴 *Charadrius leschenaultii*											2		**2**	0.01	4.17	冬、不普/過、普		
東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	125	224	400	181	1,089	463	217	95			334	119	**3,247**	12.49	41.67	留、不普/冬、普		
鷸科 Scolopacidae																		
中杓鷸 *Numenius phaeopus*	14	6				5	7						**32**	0.12	16.67	冬、不普/過、普		
黦鷸 *Numenius madagascariensis*				1									**1**	0.00	4.17	冬、稀/過、不普		III

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
大杓鷸 *Numenius arquata*	7	31	24		19	24	24	27	22		22	16	**216**	0.83	41.67	冬、不普		III
斑尾鷸 *Limosa lapponica*			3		4		15	2					**24**	0.09	16.67	冬、稀/過、不普		
黑尾鷸 *Limosa limosa*			13	25		11			11		14	18	**92**	0.35	25.00	冬、稀/過、不普		III
紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*		203	68	201	58	179	567				103	37	**1,416**	5.45	33.33	冬、普		
黑腹濱鷸 *Calidris alpina*	361	551	491	639	159	1,526	46	272			1,458	624	**6,127**	23.58	41.67	冬、普		
鶴鷸 *Tringa erythropus*								1					**1**	0.00	4.17	冬、稀		
青足鷸 *Tringa nebularia*	5	8	34	89	21	7	4	4			14	14	**200**	0.77	41.67	冬、普		
小青足鷸 *Tringa stagnatilis*					2		3				1	3	**9**	0.03	16.67	冬、不普/過、普		
赤足鷸 *Tringa totanus*	5	4	26	91	134	34	15	6			19	36	**370**	1.42	41.67	冬、普		
鷗科 Laridae																		
黑嘴鷗 *Saundersilarus saundersi*		1											**1**	0.00	4.17	冬、不普		II
紅嘴鷗 *Chroicocephalus ridibundus*			7		6	19	1	3					**36**	0.14	20.83	冬、普		
黑尾鷗 *Larus crassirostris*			1	1					1				**3**	0.01	12.50	冬、不普/過、不普		
小燕鷗 *Sternula albifrons*	1						6						**7**	0.03	8.33	留、不普/夏、不普		II
裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*	145	456	217	52	236	569	492	97	541		107	264	**3,176**	12.22	45.83	冬、不普		
黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*	9	552	49	23	17	909	242	18	9			42	**1,870**	7.20	41.67	冬、普/過、普		
鷺科 Ardeidae																		
蒼鷺 *Ardea cinerea*	9	20	44	27	8	64	25	32	38	3	5	3	**278**	1.07	50.00	冬、普		

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
大白鷺 *Ardea alba*	15	40	25	58	46	5	41	22	27	4	14	20	**317**	1.22	50.00	留、不普/夏、不普/冬、普		
小白鷺 *Egretta garzetta*	2	2	2	4	8					3	1		**22**	0.08	29.17	留、不普/夏、普/冬、普/過、普		
綠簑鷺 *Butorides striata*									3				**3**	0.01	4.17	留、不普/過、稀		
鸛科 Threskiornithidae																		
黑面琵鷺 *Platalea minor*	106	103	93	159	298	18	134		5	239	341	175	**1,671**	6.43	45.83	冬、不普/過、稀		I
鶚科 Pandionidae																		
魚鷹 *Pandion haliaetus*			1			2							**3**	0.01	8.33	冬、不普		II
卷尾科 Dicruridae																		
大卷尾 *Dicrurus macrocercus*			1										**1**	0.00	4.17	留、普/過、稀	含臺灣特有亞種 (*D. m. harterti*)	
翠鳥科 Alcedinidae																		
翠鳥 *Alcedo atthis*	1												**1**	0.00	4.17	留、普/過、不普		
鴉科 Corvidae																		
喜鵲 *Pica serica*			1										**1**	0.00	4.17	引進種、普		
燕科 Hirundinidae																		
家燕 *Hirundo rustica*										5			**5**	0.02	4.17	夏、普/冬、普/過、普		
洋燕 *Hirundo tahitica*											2		**2**	0.01	4.17	留、普		
鶲科 Pycnonotidae																		
白頭翁 *Pycnonotus sinensis*							2			2	2		**6**	0.02	12.50	留、普	含臺灣特有亞種 (*P. s. formosae*)	
繡眼科 Zosteropidae																		
斯氏繡眼 *Zosterops simplex*							2	3			8		**13**	0.05	12.50	留、普		
八哥科 Sturnidae																		
家八哥 *Acridotheres tristis*										8		2	**10**	0.04	8.33	引進種、普		

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
	白尾八哥 *Acridotheres javanicus*	3									1			**4**	0.02	8.33	引進種、普		
鶲科 Muscicapidae																			
	鵲鴝 *Copsychus saularis*								1	2				**3**	0.01	8.33	引進種、普		
	科數	8	7	9	6	6	7	7	7	6	7	9	7	**17**					
	種數	18	17	22	17	21	18	20	17	11	10	19	16	**44**					
	數量	815	2,397	1,664	4,366	5,034	3,927	1,849	598	664	696	2,453	1,412	**25,989**					
	種豐富度(*R*)	2.54	2.06	2.83	1.91	2.35	2.05	2.53	2.50	1.54	1.38	2.31	2.07	**4.23**					
	香農韋納指數(*H'*)	1.67	2.04	2.11	1.35	1.48	1.72	1.89	1.76	0.83	0.86	1.36	1.80	**2.13**					
	均勻度(*J'*)	0.58	0.72	0.68	0.48	0.49	0.60	0.63	0.62	0.34	0.38	0.46	0.65	**0.56**					

備註：本名錄採用學名和中文名，以及遷徙屬性及保育等級等資訊，乃參照自中華民國野鳥學會 “2023 年臺灣鳥類名錄(20240624 修正版)”

(b) 內圍

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
雁鴨科 Anatidae																			
	赤頸鴨 *Mareca penelope*			126		320	16							**462**	7.49	12.50	冬、普		
長腳鷸科 Recurvirostridae																			
	反嘴鴴 *Recurvirostra avosetta*		134										1	**135**	2.19	8.33	冬、普		
鴴科 Charadriidae																			
	灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*		2				2	2						**6**	0.10	12.50	冬、普		
	太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*			2	4	1	12							**19**	0.31	16.67	冬、普		
	蒙古鴴 *Charadrius mongolus*							1						**1**	0.02	4.17	冬、不普/過、普		
	東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	46		72	47	1	193	1	1					**361**	5.85	29.17	留、不普/冬、普		

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
鷸科 Scolopacidae																		
中杓鷸 *Numenius phaeopus*	14	6				2							**22**	0.36	12.50	冬、不普/過、普		
黦鷸 *Numenius madagascariensis*				1									**1**	0.02	4.17	冬、稀/過、不普		III
大杓鷸 *Numenius arquata*		2				24							**26**	0.42	8.33	冬、不普		III
斑尾鷸 *Limosa lapponica*			3		2								**5**	0.08	8.33	冬、稀/過、不普		
黑尾鷸 *Limosa limosa*			11	8		11						9	**39**	0.63	16.67	冬、稀/過、不普		III
紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*				76									**76**	1.23	4.17	冬、普		
黑腹濱鷸 *Calidris alpina*	112		105	220		390	9					4	**840**	13.61	25.00	冬、普		
鶴鷸 *Tringa erythropus*								1					**1**	0.02	4.17	冬、稀		
青足鷸 *Tringa nebularia*	3		3	21								3	**30**	0.49	16.67	冬、普		
赤足鷸 *Tringa totanus*	1	3	2	26	3	27	6	1				11	**80**	1.30	37.50	冬、普		
鷗科 Laridae																		
黑嘴鷗 *Saundersilarus saundersi*		1											**1**	0.02	4.17	冬、不普		II
紅嘴鷗 *Chroicocephalus ridibundus*			7			13	1	3					**24**	0.39	16.67	冬、普		
黑尾鷗 *Larus crassirostris*			1										**1**	0.02	4.17	冬、不普/過、不普		
小燕鷗 *Sternula albifrons*	1						6						**7**	0.11	8.33	留、不普/夏、不普		II
裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*	144	452	217	1	6	569	354	96	3		3		**1,845**	29.90	41.67	冬、不普		
黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*	5	552	33	23	1	816	242	18	9			26	**1,725**	27.95	41.67	冬、普/過、普		

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
鷺科 Ardeidae																		
蒼鷺 *Ardea cinerea*	9	10	6	12		17	4	6			1		**65**	1.05	33.33	冬、普		
大白鷺 *Ardea alba*	8	4	4	23	22	2	9	7	7		1	3	**90**	1.46	45.83	留、不普/夏、不普/冬、普		
小白鷺 *Egretta garzetta*	1	1	2	4									**8**	0.13	16.67	留、不普/夏、普/冬、普/過、普		
綠簑鷺 *Butorides striata*									3				**3**	0.05	4.17	留、不普/過、稀		
鸛科 Threskiornithidae																		
黑面琵鷺 *Platalea minor*	106					5	134					8	253	4.10	16.67	冬、不普/過、稀		I
卷尾科 Dicruridae																		
大卷尾 *Dicrurus macrocercus*			1										**1**	0.02	4.17	留、普/過、稀	含臺灣特有亞種 (*D. m. harterti*)	
翠鳥科 Alcedinidae																		
翠鳥 *Alcedo atthis*	1												**1**	0.02	4.17	留、普/過、不普		
燕科 Hirundinidae																		
家燕 *Hirundo rustica*										5			**5**	0.08	4.17	夏、普/冬、普/過、普		
洋燕 *Hirundo tahitica*											2		**2**	0.03	4.17	留、普		
鶺科 Pycnonotidae																		
白頭翁 *Pycnonotus sinensis*							2			2	2		**6**	0.10	12.50	留、普	含臺灣特有亞種 (*P. s. formosae*)	
繡眼科 Zosteropidae																		
斯氏繡眼 *Zosterops simplex*							2	3			8		**13**	0.21	12.50	留、普		
八哥科 Sturnidae																		
家八哥 *Acridotheres tristis*										8		2	**10**	0.16	8.33	引進種、普		
白尾八哥 *Acridotheres javanicus*	3									1			**4**	0.06	8.33	引進種、普		

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
鶲科 Muscicapidae																			
	鵲鴝 *Copsychus saularis*								1	2				**3**	0.05	8.33	引進種、普		
	科數	7	5	6	4	5	6	7	6	3	3	5	6	**14**					
	種數	14	11	16	13	8	15	14	10	5	4	6	9	**36**					
	數量	454	1,167	595	466	356	2,099	773	137	24	16	17	67	**6,171**					
	種豐富度(*R*)	2.12	1.42	2.35	1.95	1.19	1.83	1.95	1.83	1.26	1.08	1.76	1.90	**4.01**					
	香農韋納指數(*H'*)	1.71	1.11	1.76	1.75	0.46	1.56	1.30	1.12	1.45	1.14	1.50	1.80	**2.01**					
	均勻度(*J'*)	0.65	0.46	0.63	0.68	0.22	0.58	0.49	0.48	0.90	0.82	0.84	0.82	**0.56**					

備註：本名錄採用學名和中文名，以及遷徙屬性及保育等級等資訊，乃參照自中華民國野鳥學會 “2023 年臺灣鳥類名錄(20240624 修正版)

(c) 外圍

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
雁鴨科 Anatidae																			
	赤頸鴨 *Mareca penelope*	1	56	5	2,800	1,550	46							**4,458**	42.67	25.00	冬、普		
長腳鷸科 Recurvirostridae																			
	高蹺鴴 *Himantopus himantopus*									5				**5**	0.05	4.17	留、普/冬、普		
長腳鷸科 Recurvirostridae																			
	反嘴鴴 *Recurvirostra avosetta*												27	**27**	0.26	4.17	冬、普		
	灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*	5						1						**6**	0.06	8.33	冬、普		
	太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*			9	4		5						11	**29**	0.28	16.67	冬、普		
	蒙古鴴 *Charadrius mongolus*					2			6					**8**	0.08	8.33	冬、不普/過、普		
	東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	78		67	67	20	33	165	16			332	92	**870**	8.33	37.50	留、不普/冬、普		

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
鷸科 Scolopacidae																		
中杓鷸 *Numenius phaeopus*							7						**7**	0.07	4.17	冬、不普/過、普		
大杓鷸 *Numenius arquata*	6	28	11		5		18	27	21			10	126	1.21	33.33	冬、不普		III
斑尾鷸 *Limosa lapponica*					2		3	2					**7**	0.07	12.50	冬、稀/過、不普		
黑尾鷸 *Limosa limosa*				17					11			9	37	0.35	12.50	冬、稀/過、不普		III
紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*				78			20						**98**	0.94	8.33	冬、普		
黑腹濱鷸 *Calidris alpina*	249	68	38	206	64		20	48			795	47	**1,535**	14.69	37.50	冬、普		
青足鷸 *Tringa nebularia*	2	6	15	40				1			2	7	**73**	0.70	29.17	冬、普		
小青足鷸 *Tringa stagnatilis*												3	**3**	0.03	4.17	冬、不普/過、普		
赤足鷸 *Tringa totanus*	4		6	23		7	6	3			12	16	**77**	0.74	33.33	冬、普		
鷗科 Laridae																		
紅嘴鷗 *Chroicocephalus ridibundus*					6	5							**11**	0.11	8.33	冬、普		
黑尾鷗 *Larus crassirostris*				1					1				**2**	0.02	8.33	冬、不普/過、不普		
裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*	1	4		51	224		138	1	536		104	264	**1,323**	12.66	37.50	冬、不普		
黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*	4				16	93						16	**129**	1.23	16.67	冬、普/過、普		
鷺科 Ardeidae																		
蒼鷺 *Ardea cinerea*		2	29	6		9	11	4	29		3		**93**	0.89	33.33	冬、普		
大白鷺 *Ardea alba*	4	22	16	16	3		13	1	9	2	4	6	**96**	0.92	45.83	留、不普/夏、不普/冬、普		

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
小白鷺 *Egretta garzetta*	1	1								3	1		**6**	0.06	16.67	留、不普/夏、普/冬、普/過、普		
鸊鷉科 Threskiornithidae																		
黑面琵鷺 *Platalea minor*		103	93	159	298	13			5	239	341	167	1,418	13.57	37.50	冬、不普/過、稀		I
鶚科 Pandionidae																		
魚鷹 *Pandion haliaetus*			1			1							2	0.02	8.33	冬、不普		II
鴉科 Corvidae																		
喜鵲 *Pica serica*			1										**1**	0.01	4.17	引進種、普		
科數	5	5	7	6	6	7	4	4	5	2	5	6	**9**					
種數	11	9	12	13	11	9	11	10	8	3	9	13	**26**					
數量	355	290	291	3,468	2,190	212	402	109	617	244	1,594	675	**10,447**					
種豐富度(*R*)	1.70	1.41	1.94	1.47	1.30	1.49	1.67	1.92	1.09	0.36	1.08	1.84	**2.70**					
香農韋納指數(*H'*)	0.94	1.64	1.93	0.86	0.98	1.60	1.56	1.57	0.60	0.11	1.26	1.78	**1.79**					
均勻度(*J'*)	0.39	0.75	0.78	0.34	0.41	0.73	0.65	0.68	0.29	0.10	0.57	0.69	**0.55**					

備註：本名錄採用學名和中文名，以及遷徙屬性及保育等級等資訊，乃參照自中華民國野鳥學會 “2023 年臺灣鳥類名錄(20240624 修正版

(d) 最外圍

科 種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
	01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
雁鴨科 Anatidae																		
琵嘴鴨 *Spatula clypeata*					114								**114**	1.22	4.17	冬、普		
赤頸鴨 *Mareca penelope*		4			1,033			8		430	5		**1,480**	15.79	20.83	冬、普		
尖尾鴨 *Anas acuta*					12								**12**	0.13	4.17	冬、普		
鳩鴿科 Columbidae																		
珠頸斑鳩 *Spilopelia chinensis*										1			**1**	0.01	4.17	留、普		
鴴科 Charadriidae																		

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
	灰斑鴴 *Pluvialis squatarola*			1	1	11	2	2	1			1		**19**	0.20	29.17	冬、普		
	太平洋金斑鴴 *Pluvialis fulva*			21	6		9							**36**	0.38	12.50	冬、普		
	蒙古鴴 *Charadrius mongolus*	1												**1**	0.01	4.17	冬、不普/過、普		
	鐵嘴鴴 *Charadrius leschenaultii*											2		**2**	0.02	4.17	冬、不普/過、普		
	東方環頸鴴 *Charadrius alexandrinus*	1	224	261	67	1,068	237	51	78			2	27	**2,016**	21.51	41.67	留、不普/冬、普		
鷸科 Scolopacidae																			
	中杓鷸 *Numenius phaeopus*						3							**3**	0.03	4.17	冬、不普/過、普		
	大杓鷸 *Numenius arquata*	1	1	13		14		6		1		22	6	**64**	0.68	33.33	冬、不普		III
	斑尾鷸 *Limosa lapponica*							12						**12**	0.13	4.17	冬、稀/過、不普		
	黑尾鷸 *Limosa limosa*			2								14		**16**	0.17	8.33	冬、稀/過、不普		III
	紅胸濱鷸 *Calidris ruficollis*		203	68	47	58	179	547				103	37	**1,242**	13.25	33.33	冬、普		
	黑腹濱鷸 *Calidris alpina*		483	348	213	95	1,136	17	224			663	573	**3,752**	40.04	37.50	冬、普		
	青足鷸 *Tringa nebularia*		2	16	28	21	7	4	3			12	4	**97**	1.04	37.50	冬、普		
	小青足鷸 *Tringa stagnatilis*					2		3				1		**6**	0.06	12.50	冬、不普/過、普		
	赤足鷸 *Tringa totanus*		1	18	42	131		3	2			7	9	**213**	2.27	33.33	冬、普		
鷗科 Laridae																			
	紅嘴鷗 *Chroicocephalus ridibundus*						1							**1**	0.01	4.17	冬、普		
	裏海燕鷗 *Hydroprogne caspia*					6				2				**8**	0.09	8.33	冬、不普		

科	種類	113 年						114 年						合計	%	出現頻率(%)	遷徙屬性	特有性	保育等級
		01/06	02/03	03/09	10/29	11/09	12/14	01/04	02/14	03/06	10/24	11/06	12/05						
	黑腹燕鷗 *Chlidonias hybrida*			16										**16**	0.17	4.17	冬、普/過、普		
鷺科 Ardeidae																			
	蒼鷺 *Ardea cinerea*		8	9	9	8	38	10	22	9	3	1	3	**120**	1.28	45.83	冬、普		
	大白鷺 *Ardea alba*	3	14	5	19	21	3	19	14	11	2	9	11	**131**	1.40	50.00	留、不普/夏、不普/冬、普		
	小白鷺 *Egretta garzetta*					8								**8**	0.09	4.17	留、不普/夏、普/冬、普/過、普		
鶚科 Pandionidae																			
	魚鷹 *Pandion haliaetus*						1							**1**	0.01	4.17	冬、不普		II
	科數	3	4	4	3	5	5	3	4	3	3	4	3	**7**					
	種數	4	9	12	9	15	11	11	8	4	4	13	8	**25**					
	數量	6	940	778	432	2,602	1,616	674	352	23	436	842	670	**9,371**					
	種豐富度(*R*)	1.67	1.17	1.65	1.32	1.78	1.35	1.54	1.19	0.96	0.49	1.78	1.08	**2.62**					
	香農韋納指數(*H'*)	1.24	1.17	1.46	1.57	1.43	0.95	0.83	1.10	1.07	0.09	0.84	0.65	**1.69**					
	均勻度(*J'*)	0.90	0.53	0.59	0.72	0.53	0.40	0.35	0.53	0.77	0.06	0.33	0.31	**0.53**					

備註：本名錄採用學名和中文名，以及遷徙屬性及保育等級等資訊，乃參照自中華民國野鳥學會 “2023 年臺灣鳥類名錄(20240624 修正版)”

附錄六、減緩棲地劣化之棲地管理措施後續管理建議－補充說明

一、背景說明

紅樹林雖具耐鹽特性並能透過攔砂積土發揮護岸功能（李建堂，2009），但其過度擴張常導致河口濕地加速陸域化，進而造成棲地品質劣化。研究指出，紅樹林的攔砂效應會使濕地淤積加劇、棲地結構單一化，並對水鳥與底棲生物的多樣性產生負面影響。以關渡自然保留區為例，水筆仔的擴散已導致嚴重陸化及水鳥棲地喪失（邱瓊玉，2016）；新竹香山濕地過去亦因紅樹林擴張面臨相同困境，但在長期推動伐除整治後，底質棲地環境與招潮蟹等生物資源已顯著復甦（新竹市政府，2000；黃瑞典，2020）。而根據前期 109 年度計畫「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」，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，其中 2018 年至 2020 年的面積增加率幾乎達到倍增（88.6%）（邱郁文等人，2020），顯示黑面琵鷺保護區的紅樹林擴殖快速。顯示，原屬於泥灘型濕地的黑面琵鷺保護區也面臨相同困境。

雖然，近年在淨零排放與增加碳匯（藍碳、綠碳、黃碳）的趨勢下，紅樹林因具備極佳的固碳與防護海岸功能而備受重視（Lin, H. -J. et al., 2023）。然而，生態保育應回歸系統完整性。根據聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs），除了氣候行動（SDG 13），保育海洋（SDG 14）與陸域生態（SDG 15）同樣關鍵。因此，碳匯增加不應以犧牲原有生態功能為代價。紅樹林的推廣與復育應重視「選址評估」，在追求碳中和的同時，確保不同類型濕地的特有生態服務得以延續。為達到此目標，在現行環境部氣候變遷署所提供給的溫室氣體自願減量及抵換的減量方法認證之「紅樹林植林」（AL-TMS0003）也明確指出「另為避免影響專案邊界外的生態系統……，一旦紅樹林外溢至專案邊界外須由專案申請者移除」，限縮可執行場域以避免產生生態或環境之衝擊（環境部，2025；環境部氣候變遷署，2025）。此外，「黑面琵鷺保護區」，核心目標為黑面琵鷺的保育，需維護本保護區開闊的棲息與覓食地；若任由紅樹林侵佔泥灘改變棲地及生態系性質，將違背保育初衷。依此根據本保護區的核心目的，應採取 R-A-D 的（Resist, Accept, Direct）的自然資源管理決策建議（Crausbay et al., 2022）的 Direct 方案－積極管理以達到預期保育或資源管理目標。

「為落實黑面琵鷺保護區之核心保育標的，並確保泥灘地不因陸域化而失去生態功能，台江國家公園管理處自 109 年度起啟動微棲地調整之前期試驗，並接續於 110 至 112 年度計畫中，常態性實施包括「紅樹林植群管理」、人工潮溝與潮池營造等「微棲地調整措施」。其中，相較於外圍及最外圍樣區，原本較少鳥類利用的內圍樣區，於人工潮溝和潮池的營造後，也使得此區的黑面琵鷺和其他鳥類的利用度增加，顯示微棲地的調整也增加了整體棲地對於鳥類的可利用性（邱郁文和黃大駿，2021、2023）。

二、後續微棲地調整措施之建議

1. 持續進行紅樹林植群進行管理－以減緩紅樹林擴散情況

- **建議執行區域**－以外圍及最外圍樣區為主（**如本附錄圖 1 所示**）
- **建議執行內容**－包括每年持續進行之**「海茄冬幼苗移除工作坊或環境教育活動」**，於非度冬季之 5~8 月，進行 1 次或每月 1 次的海茄冬幼苗移除工作；以及**「紅樹林植群範圍控制」**，以人工或機具等方式如伐除等，由植群邊緣由外向內，逐年持續進行，以抑制紅樹林之擴散。

2. 建議進行內圍人工潮池和潮溝的恢復或再營造之維棲地改善

過去已於 109 年於內圍賞鳥亭前方灘地實施人工潮溝前期試驗，施作潮溝一條（長 50 米、寬 1.5 米、深 0.3-0.5 米）；110 年將內圍賞鳥亭前方的紅樹林伐除後，再設置 2 條人工潮溝（各長 100 米、寬 3 米、深 0.3-0.5 米）與人工潮池（面積約為半徑 25 米、深 0.3-0.5 米），並於外圍灘地靠近內圍樣區處，實施 2 條朝向西北側水門的人工潮溝（各長 100 米、寬 3 米、深 0.3-0.5 米）；111 年為加強改善內圍灘地情況並加強人工潮池與賞鳥亭前方自然潮溝的連通性，分段施作包含新設、延伸和連接舊有人工潮溝之總長約 300 米（寬 1.5 米、深 0.3-0.5 米）人工潮溝。112 年則以維護與復原 110 年之內圍潮池為主。

然而，小型人工潮溝及潮池設立的目的在於改善灘地內部水流，持續帶動的周邊灘地的表層沉積物會隨水流沉積入潮溝池內，使其逐漸淤積。此外，民國 110 年賞鳥亭前方的內圍灘地紅樹林移除後，尚有殘留的根系。根據 Stokes et al.（2023）之研究發現紅樹林伐除後 13 年後之殘留根系未能完全分解，並推測整體過程可能需要 20 年以上。而紅樹林的殘留根系，也可能持續造成內圍灘地的底質劣化。此外，根據前期人工潮池設立後所帶來的附加效益包括增加內圍鳥類的可利用空間。



圖 1、黑面琵鷺保護區之內圍、外圍及最外圍樣區示意圖（紅色箭頭所指處為建議持續進行紅樹林植群管理區域；底圖為 2025 年 3 月 1 日 Google Satellite）

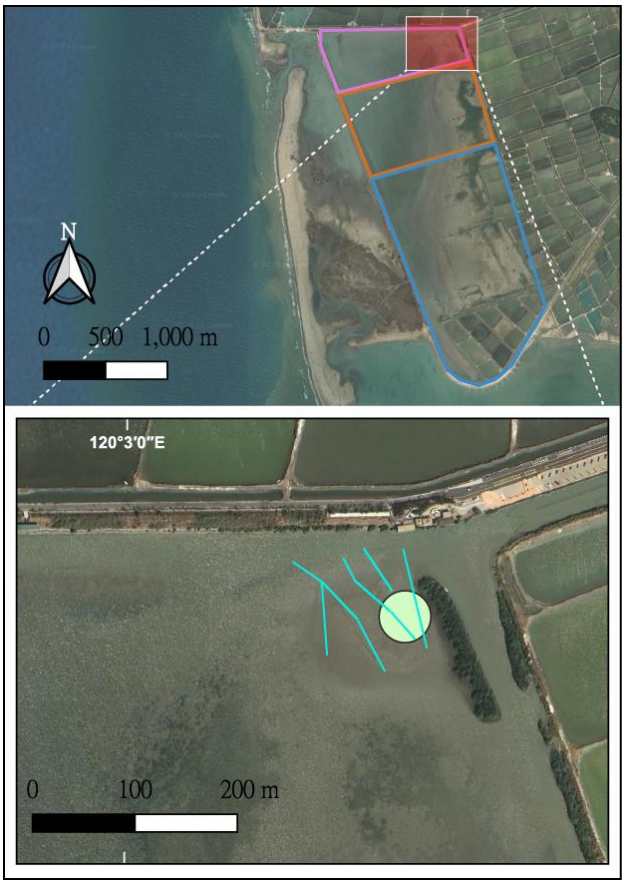


圖 2、前期黑面琵鷺保護區之內圍人工潮溝及潮池位置示意圖（綠色線為民國 109 年至 111 年微棲地調整之人工潮溝位置、綠色圓形為人工潮池位置；底圖為 2025 年 3 月 1 日 Google Satellite）

據此建議，可參考 110 年和 111-112 年之內為人工潮溝和潮池施作（**如本附錄圖 2 所示**）。先移除內圍灘地的殘紅樹林殘存根系後，再挖掘水深約 30-50 公分深左右（適合黑面琵鷺等涉禽覓食之水深深度）之潮池，潮池大小參考 110 年及 112 年之施作大小（半徑 25 公分之圓形潮池）或另行調整，但不應使整個內圍乾潮時可裸露灘地皆沒於水中或過大，應考量微棲地之多樣性，適度保留裸露之灘地面積。並再挖掘人工潮溝以連通賞鳥亭前方的自然潮溝，改善內圍內部灘地水流。

3. 持續進行整體保護區水流交換之評估與改善事宜

由於濕地的水質成因複雜，包括有內源性和外源性的有機物或無機物來源，如人類活動（養殖或其他污水可能流入）或自然生態環境中生物所產生之自然物質（如殘留根系、生物屍體及腐植質等）。整體結果反應在濕地水值包括 COD 的測值上。由於保護區屬於相對封閉型的濕地，故加強保護區內的水流交換與外海的連通性，有助於加速污染物質的向外排出。包括，可藉由暢通新浮崙沙洲出海口至水門通路（非移除現有蚵架），加速海水的交換；內、外圍灘地之舊有水路再造，以及最外圍灘地人工潮溝施作，以改善灘地的水流交換的交換情況。

三、參考文獻

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

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。新竹市政府。

環境部（2025）〈自然碳匯向海擴展 環境部審查通過海草復育與紅樹林植林減量方法〉（新聞稿）。取自 https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/1276618a-e6ca-4e42-9bf3-d9425da202f5

環境部氣候變遷署（2025）紅樹林植林 (AL-TMS0003) ver 1.0。環境部溫室氣體自願減量暨抵換資訊平台。網站 https://carbonoffset.moenv.gov.tw/

黃瑞典（2020 年 5 月 27 日）〈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。取自 https://udn.com/news/story/7322/4595107

邱瓊玉（2016 年 3 月 19 日）〈關渡紅樹林陸化嚴重　無計可施〉。聯合報。

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。台江國家公園管理處委託研究。

邱郁文、黃大駿（2021）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。

邱郁文、黃大駿（2023）黑面琵鷺生態保護區棲地試驗後生態監測計畫。內政部國家公園署台江國家公園管理處委託辦理計畫

Crausbay, S. D., Sofaer, H. R., Cravens, A. E., Chaffin, B. C., Clifford, K. R., Gross, J. E., Knapp, C. N., Lawrence, D. J., Magness, D. R., & Miller-Rushing, A. J. (2022). A science agenda to inform natural resource management decisions in an era of ecological transformation. *BioScience* **72** (1), 71-90.

Lin, H. J., Chen, K. Y., Kao, Y. C., Lin, W. J., Lin, C. W., & Ho, C. W. (2023). Assessing coastal blue carbon sinks in Taiwan. *Marine Research* **3** (2), 1-17.

附錄七、經濟性貝類及試驗性開放採捕之經營管理建議－補充說明

一、背景說明

現行「十份黑面琵鷺生態保護區」於黑面琵鷺非度冬期間，開放臺南市七股區漁民經申請進入，從事既有漁業行為事項－人工採捕文蛤、赤嘴（即環文蛤）及竹蟶等 3 種貝類。

依據 114 年環文蛤定量調查資料（含族群密度、重量及殼齡組成）成果顯示，整體 113 至 114 年內圍樣區之環文蛤族群狀況持續低迷，最外圍樣區尚可，以外圍樣區情況較佳。

內圍樣區之環文蛤族群包括豐度持續低迷，113－114 年殼齡組成以 I 齡為主，占 81%，且缺乏 III 齡以上個體，顯示族群狀況持續不佳。最外圍樣區 113－114 年之殼齡組成尚可，I 齡（33%）與 II 齡（38%）比例相當，並具 III－V 齡之個體；惟整體而言，114 年豐度雖較 113 年略有恢復，仍處於相對低點。外圍樣區 113－114 年則以 II 齡（40%）及 III 齡（32%）等成貝個體為主，且 114 年豐度較內圍與最外圍樣區為高，並較 112 及 113 年略有回升。

由於內圍與最外圍樣區之環文蛤族群狀況不佳，故有必要維護目前狀況較佳之外圍樣區之環文蛤族群，以作為整體保護區之種源。

此外，自民國 100 年台江國家公園開始執行「十份黑面琵鷺生態保護區」經濟性貝類採捕管理以來，在地居民持續反映保護區內尚有其他過去傳統利用之生物資源，包括龍鬚菜、石蚵及蟹類等。考量本保護區以保育包含黑面琵鷺在內之鳥類生態為主，不宜開放可能傷害鳥類之網具採捕，亦不宜與鳥類爭食食餌（如魚類、蝦類及小型蟹類等）。權衡棲地保育標的與兼顧在地傳統漁村撿拾漁業之文化，遂於 111 年開始試辦龍鬚菜開放採集試驗，並於 114 年試辦石蚵開放採集。

其中，龍鬚菜部分已有相當資料，顯示其具穩定之季節消長，且開放採集有助於維持底質穩定，避免龍鬚菜開始腐敗而造成底質劣化情況。石蚵部分於 113 年甫開始進行資源分布調查，並於 114 年進行試辦開放採捕，尚有待累積試驗成果，包括漁民採集情況、石蚵族群分布熱點，以及採捕移除後之族群補充狀況等。此外，114 年石蚵試辦開放採捕結果亦顯示，開放採捕石蚵有助於降低環文蛤之採捕壓力，故仍建議持續進行石蚵之開放採捕試驗。

上述三項採集標的－環文蛤、龍鬚菜及石蚵之開放採捕經營管理建議分述如下。

二、環文蛤開放採捕策略建議

- **開放採捕時間：**依據歷年環文蛤肥滿度調查資料，建議延續往年開放時間－5/15 至 7/31，以避開環文蛤生殖季。
- **開放採捕分區輪替制度：**延續往年分區方式，以內圍與外圍為北區，最外圍為南區，並以南、北分區每年輪替為原則；惟得視前一年度之漁民採捕情況及環文蛤定量調查成果，並以當年度年初之環文蛤定量資料作為輔助，進行檢視與確認或調整開放分區。如 114 年開放採捕區域為南區，惟該年度調查成果顯示有必要保全外圍樣區之環文蛤族群，以作為整體保護區之種源，故仍建議次年 115 年維持開放南區（最外圍），北區（內圍及外圍）則維持禁採。
- **開放採捕齡級限制：**維持小於 2 齡之個體禁採。
- **115 年開放策略調整建議**－維持開放南區（最外圍）：

由於 114 年度調查成果顯示，有必要保全外圍樣區之環文蛤族群作為整體保護區之種源，故仍建議 115 年維持開放南區（最外圍），北區（內圍與外圍）則維持禁採。此外，115 年仍建議持續進行石蚵開放採捕試驗；配合該試驗，南區水道之石蚵為漁民慣行採集區域，雖為連續第二年開放南區，惟開放石蚵採集可分散環文蛤之採捕壓力，故建議 115 年可暫定維持開放南區為採捕區域。

三、龍鬚菜開放採捕策略建議

- **開放採捕時間：**配合當年度公告之經濟貝類開放採捕時間。
- **開放採捕分區輪替制度：**原則上配合經濟性貝類進行分區調整；惟漁民慣行之龍鬚菜採集區域為南區（最外圍水道），故若當年度經濟性貝類開放南區，則開放區域範圍相同；若開放北區，則建議考慮額外劃設部分南區水道作為龍鬚菜之開放採捕區域。
- **開放採捕大小與總重限制：**無。考量到龍鬚菜生物特性（具季節性消長，且腐敗時可能導致底質劣化），建議儘可能進行較大量之採捕。。
- **其他建議：**目前龍鬚菜採集之登記人次明顯較少，仍有待持續推廣－除持續宣導外，亦可提供包括食用或利用方式之資訊提供。

四、石蚵開放採捕策略建議

由於目前僅進行 1 次試驗，尚須累積試驗成果，包括族群分布熱點、族群更新率等，以研擬後續之開放採捕策略。目前已知南區水道區域為在地居民慣行採集石蚵之區域，故初步建議 115 年可搭配經濟性貝類，開放採捕南區，除可持續進行石蚵開放採捕試驗外，亦可適度減緩環文蛤之採捕壓力。此外，應加強與在地居民之溝通，以協助釐清族群分布熱點之釐清。

附錄八、評選會議審查建議及廠商答覆

評選委員意見	廠商答覆
委員 A	
1. 建議彙整近幾年的生物相名錄	謝謝委員建議。本計畫之主旨為針對本護區內－可開放採捕資源永續利用監測，並配合執行前期計畫或管理處後續相關微棲地調整後之後續監測，因此後續將依據計畫主旨及委員建議，配合計畫執行進度調整更新近年保護區內的特定生物類群－環文蛤及共棲物種、石蚵，以及鳥類名錄等相關符合計畫主旨之生物名錄。
2. 服務建議書中，多處的圖解析度或欠缺相關的說明，建議補充說明，提升圖面的解析度。	有關服務建議書文字、圖表不清楚等處，未來將配合於各期中、期末及成果報告內容詳細陳述。
3. 頁 14 工作項目，棲地經營管理協力「紅樹林幼苗抑制環境教育課程解說及現地實作」的課程及實施方式，在建議書未做述明，請稍作補充。	本計畫之棲地經營管理協力工作，包括紅樹林抑制環境教育及現地實作之課程由台江國家公園主辦，本計畫則提供相關人力及材料協助－包含解說海報內容、現場解說、現場人力支援輔助等，以配合管理處所規畫之課程及實施方式進行。
4. 請補充環文蛤、龍鬚菜、石蚵(114 年度的管理方案，包含採捕日期區間、採捕區域、採捕人員資格等內容。	謝謝委員提醒。已於工作計畫書中，相關提及到環文蛤採捕資訊處，補上相關資訊描述。詳如本工作計畫書第 24~26 頁。
5. 如何更具體評估棲地改善試驗成效?用何相關調查的參數?可否量化呈現。	目前棲地改善試驗成效，除了以鳥類及黑面琵鷺的利用之外，另外一藉由灘地及潮溝的標竿尺及沉降管，了解每年灘地淤積的速度及狀態等量化資訊。
委員 B	
1. 建議以環文蛤、石蚵、龍鬚菜等居民/漁民在意的物種，以食物鏈/網的觀念進行操作性試驗，對照調查分析。	考量執行食物網需涵蓋本保護區各階層之生物同時考量能量傳遞，將大幅超出計畫執行種類和面向（環文蛤及共棲物種、石蚵、龍鬚菜及鳥類相）。本計畫雖未執行食物網之架構研究，但從過往調查中，可知現地狀況為外來營養鹽導致底質劣化，植物生長、底泥墊高等循環，未來可建議在符合管理處經營管理之效益狀況下，嘗試帶入此概念。

2. 建議設置固定樣區，逐年分季記錄樣區內的變化，比對開放採捕區間差異。	目前環文蛤的定量調查已設有固定樣區－內圍、外圍及最外圍。其中，內圍及外圍樣區座落於採捕分區之北分區，最外圍則位於採捕分區之南分區。故每年開放策略含採捕分區之檢討及研擬，即基於前一年止至少五次，並涵蓋採捕前、採捕中及採捕後之各區環文蛤定量調查資料－包含密度、生物量和殼齡組成等以進行現況分析及調整。
3. 紅樹林的議題，未來是否有藍碳研究的規劃。	本保護區的保育標的為黑面琵鷺，旨在維護黑面琵鷺保護區之棲地，以供黑面琵鷺及共棲鳥類使用。而目前紅樹林的擴散可能導致原灘地消失、濕地陸化，進而損害黑面琵鷺及相關鳥類於保護區的棲息與利用。但周邊之渠道之兩側，若林蔭豐富，有助於渠道水溫降溫，避免濕地因周邊暴露之魚池及渠道之水流匯入致使海水交換較不良好的保護區水溫升高。故建議後續相關之紅樹林藍碳議題，可於保護區外之其他合適區域或相鄰渠道進行研究。
4. 頁 26 經費表所示二代健保費是否誤植。	僅為呈現方式不同，非誤植。由於二代健保費之補充保費為薪資以外之所得按 2.11%計算，故本計畫之二代健保費用，以薪資以外所得－即主持人及共同主持人費用總支出作為單價，乘以單位 2.11%呈現。
委員 C	
本計畫已延續執行多年，期待團隊透過計畫執行相關成果，可提供管理處具體經營管理策略。	謝謝委員肯定。
委員 D	
1. 承其他委員所提意見，未來本計畫如何運用並整合各項調查監測資料，轉化為提供管理處可據以執行策略，具體來說例如應對採捕人員減少以及未來氣候變遷威脅等策略。	謝謝委員建議。氣候變遷及永續發展等為當經國際及國內皆相當重視並積極推行之議題及政策，後續再撰寫及分析資料時，將考入納入相關議題及角度，如納入氣溫及降雨等參考資訊，以提出因應全球氣候變遷及資源永續發展之經營管理策略。

2. 黑面琵鷺生態保護區開放採捕行為是濕地明智利用典範，如何運用 SDGs 等各面向，套用其精神與理念，將此計畫成效轉化並加值彰顯黑面琵鷺生態保護區此項重要生態系服務。	謝謝委員建議。後續在撰寫相關經營管理策略時，將納入 SDGs 之面相及精神，以值彰顯並維護黑面琵鷺生態保護區此項重要生態系服務。

附錄九、第一次期中審查會議（113/8/6）建議及廠商答覆

委員意見	廠商答覆
(一) 梁世雄委員	
1. 本計畫工作內容包含水質分析、螺貝類及水生植被族群調查、鳥類監測與經濟生物採捕管理等，項目繁多，執行不易，值得肯定。	謝謝委員肯定
2. 尚有打字錯誤、字義不清及贅字等問題，請再注意內容，如頁 48 第 3 行:「還文蛤」與「環文蛤」; 頁 49 表 7：有校應為有效；頁 78 第三段第 3 行:……滾定釋需鄭正……意義不明；頁 79 第一段最後:「豐度方面」。	謝謝委員指正，相關錯字已修正。如原頁 40 之「所登記...還文蛤」已修正為「所登記...環文蛤」(本報告 43 頁)、歷年漁民環文蛤採捕情況統計表（本報告頁 87）之「有校」採捕天數已修正為「有效」採捕天數、「滾定釋需鄭正」已修正為「滾動式修正」(本報告頁 80); 原第 79 頁第一段最後多餘內容(「豐度方面」)已刪除。
3. 有關底質氧化還原電位呈負值,顯示底質劣化狀況是否對環文蛤等底棲生物有影響?也應注意是否可能產生感染或依食物鏈傳導而威脅黑面琵鷺之有害微生物或細菌等生物之相關研究或案例,以預先預防負面衝擊。	謝謝委員建議與指導。底質劣化，氧化還原電位過低可能致使底泥呈現還原態，低於-150 mv 底泥容易產生硫酸鹽還原作用，會釋放對生物具毒性的硫化氫,容易造成貝類死亡。後續將依委員建議查找相關資訊，了解是否可能會藉由食物鏈傳遞，對黑面琵鷺造成潛在危害。
4. 頁 48 環文蛤開放有效採捕日期 9 日，共 81 人採捕,每人平均採捕量為 24.9 Kg(報告誤植為 26.9 Kg，請確認)。依報告顯示，採捕人員及天數均減少(如頁 49 表 7 所述，111 年度以前多為 150 人以上),但捕獲量卻明顯增加，請注意可能原因。若有漁民可在短時間內捕獲大量環文蛤,建議須思考規定個人捕獲量上限之可能,以避免影響族群年齡結構。	謝謝委員指正。近年的採捕人數下降，但採捕量卻上升，如 111 年和今年（圖 19、圖 20），主要是漁民的個人採捕量上升。檢視資料，過去固定少數幾位漁民採捕能力較佳，單次採捕量較大，而近年有多一、兩位漁民的採捕量提升所致。但若考慮整體環文蛤年齡結構，從總量上看，近年的採集量（除 111 年外），皆多低於過去的平均值。
5. 若未來環文蛤及龍鬚菜具有經濟價值可能，台江處可考慮建立自有品牌，亦能與黑面琵鷺搭配,表明保育黑面琵鷺亦能創造經濟價值，達成雙贏效益。	謝謝委員提供建議。
(二) 郭東輝委員	
1. 紅樹林的移除或栽植,學者有不同的想法，建議後續階段執行團隊。提供管理處對	謝謝委員肯定

於保護區內紅樹林經營管理容易執行的準則。	
2. 有關經濟貝類開放採捕策略，建議可協助管理處建立分區分期分年度且具現場執行可行性之採捕管理辦法。	謝謝委員建議。每年的環文蛤開放採捕策略的修正、調整，皆基於前一年度的採捕狀況、環文蛤分區定量調查狀況、組群年級群組成等情況，綜合審視下進行修正調整。
3. 前期所執行人工潮池、潮溝試驗，後續鳥類監測影響顯示可提供黑面琵鷺覓食，建議可提供管理處未來人工潮池、潮溝擴大辦理建議，應可提供黑面琵鷺年輕族群個體使用。	謝謝委員建議。
(三) 洪夢祺委員	
1. 研究團隊多年來關注並致力於主棲地品質改善，監測資料完整，謹給予肯定。	謝謝委員肯定
2. 去年大旱、今年多雨，連續兩年都造成養殖文蛤大量死亡災情，主棲地環文蛤是否也有遭受類似影響？(頁 78)	謝謝委員提供資訊。今年主棲地內確實有許多環文蛤的死亡個體的空殼，散佈於棲地表面。
3. 底質氧化還原電位(ORP)近年狀況不佳(頁 44)，今年颱風大雨，棲地品質是經由水流沖刷改善，再請團隊關注、監測與分析。	根據地 4 季 11 月份的底質分析，以及龍鬚菜試辦採捕的氧化還原電位監測，以及現場調查的採集情況，皆顯示於颱風過後，部分底質劣化的情況有所改善。
4. 針對水質、底質等 PCA 分析，除了表面字義說明，是否可更進一步提供經營管理意涵或是改善建議。	謝謝委員建議。使用 PCA 主要是想將複雜的多變量的資料藉由 PCA 降尺度到較少維度上，以利比較不同變量間的影響。輔助更快從多年多筆的數據中找出趨勢，以利後續分析。
5. 環文蛤近年輪流開放採捕，其豐度、齡期組成以外圍較佳，內圍、最外圍兩區之豐度、齡期結構狀況均不佳，建請團隊針對底質、環境因子評析，在開放採捕策略上應審慎評估並將族群結構變化趨勢納入考量。	謝謝委員建議。目前除了外圍樣區外，其於樣區的環文蛤殼齡組成確實不佳。雖然過去外圍藉由幾年的禁採而有復原的情況，故今年開放包含外圍的北區，作為開放採捕區域。但明年的開放區域，則需綜合審視三區的恢復情況，謹慎評估明年的開放採捕策略，以利資源之永續利用（詳如第五章討論之第二點，頁 80 最後一段）。目前底質劣化及環境改變，的確會影響環文蛤，如粒徑的改變若過粗或過泥，皆非其喜好的棲地；而氧化還原電位低可能造成的有毒物質亦會不利生存。但目前已過去以藉由微棲地調整、紅樹林疏伐等，來改善棲地灘地的水流狀態及淤積情況，然而目

	前對於底質的直接改善有限，但仍應持續介入，以避免濕地的劣化和陸化，致使主棲地失去原本的濕地生態功能。
6. 有關族群量監測上，環文蛤採隨機樣線定量採樣，但在石蚵監測方法上，是參考環文蛤？或是普查？報告似未交代，建請團隊確認並納入報告。	主要為定量調查為主，硬底質區域採採樣方框進行定量調查，以取得單位面積的個體數；而軟底質區域則以穿越帶的方式進行定量－記錄人員的 GPS 航跡，評估左右 1 米內有無石蚵，再換算成單位面積的個體數。詳見頁 80 之第 2.3 之(1)「石蚵物種及分布調查」段落。
7. 鳥類監測成果之呈現以鳥種為單位(頁 72-75)，由於鳥種利用逐年逐月變動大，不容易據以評估試驗成效，除以鳥種為單位呈現外，建議也以功能群為單位呈現，較易對應到棲地品質改善之評析。	感謝委員指導與建議。功能群分析有助於了解棲地對鳥類的各項功能，包含覓食、棲息等。當棲地發生顯著改變時，同功群組成變化能明確指示改變的類型。然而，本棲地目前著重於維護現有功能，並未進行大尺度調整，而是透過經營管理策略維持穩定狀態。因此，在棲地沒有明顯的改變狀態下，以同功群的分析可能較難發現一些細微的變動。但若以物種的角度出發，可以發現黑面琵鷺的棲地利用區域已經從外圍樣區擴張至內圍樣區，且數量呈現增加趨勢，顯示微棲地管理已有正面效益。
8. 主棲地試驗後監測與成效評析部分，建議針對水質、底質、鳥類利用、紅樹林植群管理等，建議能提出一有系統性、量化之監測方式、評估指標或方法，作為成效評析之依據，俾以擬定後續經營管理策略。	謝謝委員建議。本計畫現階段針對水質、底質、鳥類利用及紅樹林植群管理等面向，採個別監測及改善措施，以維持黑面琵鷺保護區濕地功能；但後續將朝委員的建議努力邁進，期透過更精確的量化指標，提升試驗成效評估，作為擬定後續經營管理策略之依據。。
9. 主棲地上游屬養殖區，養殖廢水富含營養鹽、有機碳與底土，水體交換效率攸關水質、底質，仍建議整體檢視水體交換情形，及改善水流瓶頸（如主棲地十孔水門前）。	謝謝委員建議。
(四) 經濟部水利署第六河川分署書面意見	
旨揭生態保護區所涉七股海堤 1 號水門，在防洪安全原則前提下，配合台江單位計畫，可聯繫本分署水門廠商配合水門操作。	謝謝委員建議。
(五) 臺南市政府農業局黃冠鳳技士	
本計畫主軸應是開放採捕監測研究及策略調整，從計畫成果也可看出既有開放物種竹蟶數量幾已不見分布，未來相關策略調整內	本報告後續可提供相關採捕分析資料，以供貴局後續辦理曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區-保育計畫書檢討修正參考之用。

容是否也可提供予本局辦理曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區-保育計畫書檢討修正參考。	
(六) 六孔管理站蔡金助約聘研究員	
1. 頁 28 規劃 1 年 4 次加上 1 次採捕期間之環文蛤族群調查，再請補充說明採樣時間點如何切分，例如是否為 1 年 4 季等方式。另外也請再重新檢視歷年調查努力量及其原始數據是否需重新校正，也請釐清校正結果會否有不同的環文蛤族群變化趨勢，如頁 57 圖 30。	原規劃為至少執行一年四季頻度的環文蛤定量調查。然而由於每年 5/15-7/31 會開放還文蛤採捕，故於此段期間，尤其於開訪首月後的 6 或 7 月，應增加採樣，以了解漁民採捕對於環文蛤資源當下的影響及恢復情況。若行有餘力，亦為增加採樣頻度，以了解年內的族群變動其況。
2. 頁 60 所示圖 33、34，建議可將內圍、外圍、最外圍各別圖示，可更利閱讀比對。	謝謝委員建議。頁 56 之圖 33 和頁 57 圖 34 已改為內圍、外圍、最外圍各別圖示，以利閱讀。
(七) 保育研究科王建智科長	
1. 本計畫工作項目如先前議程說明所述，經業務單位查核受託單位所提送第 1 次期中報告，本階段成果包含黑面琵鷺保護區水質、底質定期監測；經濟貝類開放採捕定期監測，以及龍鬚菜開放採捕試驗及石蚵調查等工作，並持續執行前期試驗後監測，尚符契約規定工作內容。	謝謝委員說明。
2. 環境因子中之灘地底質監測，其中 ORP 數值仍呈負值，再請協助評估是否需更積極人為介入改善作為以及可行試驗方式建議。	謝謝委員建議。建議仍需從灘地乾潮時水流交換的部分著手改善，包括減緩紅樹林擴張或潮溝營造等等。
3. 目前分析環文蛤族群變化，可能因 111-112 年度久旱少雨之異常氣候，以及採捕壓力導致，再請持續監測環文蛤族群狀況，並於本季第 2 次期中報告提出明年度分區採捕規劃建議。	謝謝委員建議。雖然截至 8 月止，環文蛤定量資料顯示目前的環文蛤族群量外圍仍維持一定殼齡組成和相較 112 年為佳的族群豐度(頁 56 圖 28)，9 月受天候影響且 11 月現地調查環文蛤死亡個體甚多，但資料尚未分析完成而尚未納入本期中報告中。故雖然從原有資料看，明年仍可維持開放北區(內圍及外圍樣區)，但若考量 11 月的現地情況，則應更審慎評估，可能建議朝向縮小開放區域做為策略調整。但為求謹慎，仍建議應等今年至明年一二月的調查完畢，釐清補充群恢復的情況，再行判斷、調整採捕策略為佳。
4. 承上，內圍樣區環文蛤族群數量仍無恢	內圍環境近年包含移除紅樹林及其他微棲地

復趨勢，是否可協助評估建議之改善試驗或策略。	營造等，棲地擾動大，近一兩年靠近外圍處也長了很多鹽草，有鹽草處的底泥較泥，較不適合環文蛤增長。大規模的擾動、過渡時期的環境不穩定，以及部分棲地的改變，都可能是目前內圍區域而造成環文蛤的資源尚未恢復的原因。但若不著手進行微棲地調整及管理，濕地因紅樹林過度擴張、淤積，亦會使環文蛤消失，故仍建議要適當地進行擾動，以維持濕地功能。
5. 石蚵調查結果來看，整體保護區內數量不多，且多集中在岸邊拋石。本計畫規劃於明年度執行模擬開放採捕試驗，再請併同經濟貝類開放採捕分區位置，以及龍鬚菜採捕試驗等，預先提出試驗方式及內容。	謝謝委員建議。初步石蚵開放採捕試驗的規劃（開放區域及期間）如第六章後續建議所示。試驗方法則如頁 20(2) “114 年度試辦模擬石蚵開放採捕可行性評估預試驗 (草案)”所示。
(八) 保育研究科林哲宇技士	
1. 結合環文蛤族群監測資料及氣象資料(頁 78 圖 46 所示)，長時間高溫少雨確實可能是導致環文蛤族群下降原因之一，但未來如此異常氣候可能將成為常態，再請協助收集氣象資料，應可供為保護區分區開放採捕調整依據。	謝謝委員建議。後續將持續收集氣象資料，以釐清氣溫及降雨等因子對棲地環文蛤族群的可能影響。
2. 龍鬚菜開放採捕試驗資料來看，112-113 年度整體採集量不高，惟若考慮到龍鬚菜腐敗後對底質及水質影響，再請協助收集計畫期間試驗狀況，並評估是否有需要更積極人為介入移除，以維護灘地底質品質。	建議龍鬚菜可納入正式開放採捕對象。此外，過去因每年的強降雨或颱風，都會造成龍鬚菜的流失，快速復原棲地現況；然而今年龍鬚菜 9 月前並未受到降雨或颱風影響，致使大規模的腐敗導致環境劣外。雖然為罕見情況，但若爾後遇到相關狀況，建議應須積極移除以維護棲地環境品質。
(九) 洪政乾秘書	
1. 簡報頁 35 及報告頁 77 所述，COD 中文誤植為生化需氧量，再請修正。	謝謝委員指正，已修正（頁 79）。
2. 報告及簡報說明保護區內環文蛤族群仍會受到採捕行為導致壓力，再請協助後續經濟貝類開放採捕相關經營管理策略修正調整建議。	謝謝委員建議。後續採捕策略建議詳見頁 85 第六章的第一點建議。
(十) 賴建良副處長	
報告中說明環境因子包含水質、底質等變化，都會影響保護區棲地品質，以及對保護區經營管理策略包含經濟貝類開放採捕策	謝謝委員建議。建議持續進行微棲地管理及調整，包括紅樹林擴散抑制等。然而持續的施作造成的擾動也可能是影響環文蛤族群恢復

略，也有提到人工潮溝、潮池相關試驗對保護區棲地品質維護成效，未來是否需要擴大或是調整其規模，再請於後續階段提出相關建議，也可考慮透過企業 ESG 方式合作執行保護區經營管理工作。	的原因之一。
(十一)謝偉松處長	
1. 歷年紅樹林疏伐抑制成果，是否可於後續計畫執行階段，透過空照、衛星圖資比對保護區紅樹林植群管理前後分布變化，並搭配歷年底質變化，呈現其棲地調整試驗成效。	謝謝處長建議。由於紅樹林的擴張速度非常快，若有整片移除的部分，可從 google 的衛星影響中看出（如下圖所示紅圈處），但以截短方式進行管理的部分，則因紅樹林增長的速度快，故較難以從無法指定特定時間（如剛截短完後的當年鄰近月份）的 google 影像空拍圖中看出。但從目前的影像可之，有持續管理的部分紅樹林的擴張受限，尚未實施且較難施作的最外圍部分，紅樹林明顯擴張。

	
2. 今年度新增石蚵納入開放採捕評估項目，但石蚵本身也具濾食淨化水質功能，再請綜合評估其必要性。	謝謝處長建議。保護區內的石蚵主要僅分布於滿潮時會漫淹至水面以下的護岸拋石上，但由於整體保護區內的石蚵資源密度不高，對於水質的影響應不大。

附錄十、第二次期中審查會議（113/12/18）建議及廠商答覆

委員意見	廠商答覆
(一) 梁世雄委員	
1. 研究方法中，頁 16 所提 Duncan 方法之全名應列出。	謝謝委員指正。已將研究方法中之 Duncan 方法全名 (Duncan's new multiple range test) 列出，詳如工作計畫書第 55 頁和本報告書第 16 頁。
2. ORP 在結果出現，但在方法內未說明，同時亦應加入如何判讀 ORP 值的說明，例如 ORP 正值表示具氧化能力(含氧氣)，具有移除汙染物(代謝物、有機物等)之能力，而 ORP 負值表示還原能力強，土質劣化等，另和 pH 值關係影應列入。	謝謝委員指導與建議。原於報告中僅提到如何測量 ORP，但未說明 ORP 數值意義及與 pH 間的關係；現已依委員建議於研究方法中簡略說明，詳如本工作計畫書第 54 頁和本報告書第 14 頁。
3. 頁 31 所述 PC1(第二軸)解釋因子之葉綠素 a(0.258)，如以係數 0.4 為標準選取變數，應改列為懸浮物(0.395)，如頁 33 表 4。	謝謝委員指導。本期中報告以|0.350|為篩選標準。
4. 頁 31-42，水質因子之 PC1、PC2 和 PC3，應和環文蛤生物因子進行統計連結，以了解環文蛤和環境因子之關聯及改善之道。方法如下建議： (1) 列出 PC1、PC2、PC3 之多元一次方程式。 (2) 將環境因子之原始數據代入 PC1、PC2、PC3 之多元一次方程式，計算重新整理之環境因子新變數(環境 1、2、3)。 (3) 將環境 1、2、3 和對應之環文蛤變數(族群數、重量、飽滿度)進行簡單迴歸分析(back corretlation) (4) 環境 1、2、3 也可和頁 40 底質 PC1、PC2 進行迴歸分析，了解環境因子與 ORP 之關聯及影響 ORP 之關鍵環境因子(底質 PC1 及 PC2 也以原始測量數據代入，得到新變數)。但底質 PC2 與 3 之 pH 和 ORP 之關係有衝突，ORP 和 pH 應為對立(一升一降關係)，PC3 則未顯現。	謝謝委員指導。由於環境因子與環文蛤定量調查，或漁民採捕量的資料，在時間上並非完全吻合，因此目前尚在依委員之建議，嘗試釐清相關環境因子與環文蛤之間的關係。
5. 環文蛤之管理依據滾動調整，值得肯定與作為範例，但 ORP 顯示之底質劣化對環文蛤族群變動之可能影響，應予注意。另頁 40 之底質 PC1、PC2、PC3 也可代入原始數據後，與環文蛤之數量、重量和飽滿度數據進行相關分析。以評估衝擊。	謝謝委員指導。

6. 頁 43-58 環文蛤族群與採捕，初步結論整理： (1) 環文蛤族群經休養後，具有回復能力(如 110 年)。 (2) 每年連續開放採捕，對環文蛤族群量及年齡結構會產生負面壓力，尤其是 2 齡級以上之族群。 (3) 建議管理策略可朝 2 面向：每年開放：分區採捕，縮短開放時間(或區域)；隔年開放：分區採捕，維持(或縮短)開放時間，酌予調整。	謝謝委員建議。有鑑於目前定量調查之結果顯示，環文蛤以外圍的族群恢復情況較佳；最外圍受採捕壓力而豐度下降，但仍較內圍佳；內圍則從 108 年後豐度持續低迷至 114 年初（頁 63 至 64 之圖 29、圖 30）。因此，在最外圍尚未恢復、內圍持續低迷下，因考慮保留外圍族群，避免採捕，以使外圍族群有足夠親代可持續產生子代並拓殖至內圍及最外圍；然而內圍持續低迷，不適合開放採捕亦無開放採捕價值。基於上述理由，據此建議 114 年開放最外圍區域但縮小採捕範圍，以降低最外圍的採捕壓力。
7. 頁 71 鳥類資料，建議紀錄鳥類分布區域及活動時間(早、中、晚或小時等)，可做為指引民眾至不同區域觀賞鳥類之依據，也可設計軟體呈現，導引民眾至不同區域賞鳥(可分為單一鳥種及不同類別，如鴨類、鷸鴴類等用圖片顯示鳥形方式)。使民眾之台江國家公園有不虛此行及再訪之意願。	鳥類的活動通常在清晨與黃昏活動較多，但濕地的鳥類活動通常更與潮汐有關，在退潮時有較多的涉禽前往活動，滿潮時因水位深不利涉禽覓食，故鳥類較少。因此每次鳥類調查雖有記錄調查的時間區間，但並無固定時段，所以無法提供鳥類活動時間(早、中、晚或小時)之資訊。但內、外圍及最外圍之鳥種組成卻有不同，後續可提供相關資訊以供管處做相關告示板或介紹軟體之用。
8. 頁 49 內圍與最外圍以 1 齡貝為主，是因為不同齡期之棲地選擇或開放採捕而殘留，再請留意。或可由底質 PC 與不同齡期數量進行分析而了解。	內圍、最外圍樣區可能是因採集壓力而導致只有 I 齡貝或以 I 齡貝為主，內圍樣區則尚有底質因素，導致尚無法支撐成長到大齡個體生長。
(二) 洪夢祺委員	
1. 本計畫工作成果豐碩，給予執行團隊肯定，以下基於近幾個月於鄰近地區鳥類資源調查經驗，就本計畫階段成果提供以下建議供參。	謝謝委員肯定。
2. 延續方才所討論之今年度下半年度冬季鳥類資源中發現有大量雁鴨、鷸鴴等，以及簡報所論述長時間降雨可能對環文蛤的負面影響，提出以下針對水質因子相關想法及建議。 (1) 依據本人所屬研究團隊於臺區鹽田鳥類資源調查紀錄，今年度 12 月之鳥類計數可能近於同年 1-11 月總和，推測保護區可能也會有 12	謝謝委員的資訊回饋、指導與建議。後續將依委員建議，將降雨資料納入分析，以釐清雨量與水質乃至生物部分之間的關係。

月份鳥類利用數量項較其他月份較多情況，而這情況可能是因為今年降雨豐沛。雨量多導致淡化水體鹽度對底棲多毛類生物相會較豐富，而可能因此提升鳥類利用情形，但也可能因此造成環文蛤等底棲生物之負面影響。 (2) 承上，建議於頁 28-30 之水質因子分析內，可加入降雨量資料，建議可引用氣象署氣象資料(臨前 30 天的降雨量比較)，可能因子 PCA 分析結果會有不同分析結果。研判降雨量為影響水質因子的主要因素，若能深入探討其機制，可作為經營管理策略的擬定依據。 (3) 頁 32 圖 12 中，從鹽度、DO、pH 等因子間有高度相關，這可能是由導電度回推之必然結果；COD、BOD、葉綠素 a、濁度間有高度線性相關，會否是因水體有機質所導致；硝酸鹽、磷酸鹽及懸浮微粒有彼此相關，會否可能是因降雨沖刷導致入流。依此脈絡判斷 PC1 可能與水體有機物有關，PC2 與營養鹽有關，PC3 則可能是危害水生生物相關因子，應可從 PCA 分析結果，探討後續經營管理方向，再請評估將降雨量納入分析內。	
3. 從水質因子及底質因子分析結果，水質因子跟降雨及季節有顯著關聯，而底質則跟樣點區位有關，可以依此綜合經營管理建議。	謝謝委員的指導與建議。後續將依委員意見，納入雨量進行分析。在經營管理上再著重加強水質與季節或降雨，以及底質與樣區的關係描述、分析及建議。
4. 頁 49，圖 22 所示環文蛤齡級比例，113 年 5、6 月顯示 1 齡級比例相近，但 8 月則 1 齡級比例下降，是否夏季期間因 1 齡級個體死亡率較高或是入添率之影響，建議可釐清並探討。	113 年之 8 月與 5、6 月相比的 I 齡比例下降，但從頁 54 之圖 21 可知 8 月的整體豐度是較 5、6 月為高。因此，合理推測 8 月 I 齡之比例下降應非 I 齡死亡率較高，而是部份各齡個體至 8 月時已成長為下一齡期之大小 (如部份較大體型的 I 齡個體至 8 月時以長成為 II 齡個體)，並同時有些許新入添的 I 齡個體，使得整體 I 齡個體所佔比例下降，其他年級群個體比例上升。
5. 頁 72-74 鳥類利用調查結果所示，今年度 10-11 月數量較往年增加顯著，而這可能是因臨前降雨量較多原因，但降雨增加卻可能對環文蛤有負面影響，未來於經營管理策略應思考如何取捨。	謝謝委員建議。後續分析將納入降雨資料，進一步探討其可能影響，並從多面向進行分析，以強化經營管理策略的擬定，提升整體建議的完善度。
6. 龍鬚菜採捕評估試驗顯示，龍鬚菜死亡之有	目前的龍鬚菜開放採捕試驗，即針對有採

機質殘留可能會是導致水體水質、底質劣化因素，建議可在開放區、未開放區監測水質與底質做對照試驗分析，應可作為開放採捕理論依據。	捕及未採捕區的底質間隙水的 pH 和 ORP 的比較。並從目前分析來看，有採捕龍鬚菜區 (即龍鬚菜被移除區)，在龍鬚菜消長至衰敗的過程中，底質劣化(ORP 下降)的程度較低；未採捕區 (無龍鬚菜移除區)，雖然最終的 ORP 與開放採捕區相近，龍鬚菜自然消長的過程中，底質的劣化程度較高 (ORP 明顯較低)。可佐證開放採捕龍鬚在亦有於維持環境棲地品質，為維護生態環境與保存漁村文化的雙贏策略。
7. 相對龍鬚菜，石蚵納入開放採捕對保護區棲地環境之利弊不明，建議可再探討。	謝謝委員建議。
8. 水產試驗所近期所出版文蛤養殖環境友善手冊，可參考其中水質建議等內容。	謝謝委員建議。
(三) 郭東輝委員	
1. 本計畫工作成果豐碩，給予執行團隊肯定，以下基於近幾個月於鄰近地區鳥類資源調查經驗，就本計畫階段成果提供以下建議供參。	謝謝委員肯定。
2. 內圍區域之人工潮溝、潮池營造試驗成果顯示可吸引黑面琵鷺利用，未來應可持續透過 ESG 資源擴大潮溝、潮池數量，所營造微棲地預計可供為黑面琵鷺亞成年輕個體覓食運用。	謝謝委員建議。後續可依微棲地試驗監測成果，提供可妥適運用 ESG 資源且可具成效區位規畫及建議。
3. 流蕩犬確實會造成黑面琵鷺等候鳥威脅，建議應可透過與相關權責單位開會研討可行之減輕方法。	謝謝委員建議。
(四) 經濟部水利署第六河川分署書面意見	
按往例不影響防汛操作水門原則下，並符合水利法及相關規定，水門啟閉可配合台江單位計畫辦理，相關細節再請洽本分署管理科。	謝謝貴署的協助及建議。
(五) 臺南市政府農業局黃冠鳳技士	
1. 有關黑面琵鷺保護區保育計畫書預計於 117-119 年檢討修正，屆時可再提供相關開放採捕物種建議，例如龍鬚菜等，惟石蚵再請依試驗成效評估可行性。	謝謝委員建議，謹遵辦理。
2. 針對明年度試驗計畫，若有擴大範圍情況，屆時再請來文依規申請。	
(六) 環境維護科呂宗憲科長	
1. 臺南縣政府時期所劃設野生動物保護區初	環文蛤、文蛤及竹蟶等物種對棲地環境各

始尚有環文蛤、文蛤、竹蟶等物種，當時也有民眾提出可列入龍鬚菜與石蚵，期許可本計畫相關科學試驗成果做為未來評估開放依據。	有偏好。竹蟶對環境水質要求最高，文蛤次之，環文蛤則可適應偏泥環境，文蛤則偏好沙質環境。而自早期的調查開始，幾乎已不見竹蟶，文蛤目前尚可於最外圍發現。目前龍鬚菜已進行三年的開放採捕試驗。第一年和第三年的採捕結果顯示，開放採捕有助於減緩龍鬚菜消長過程中造成的底泥氧化還原電位下降的影響。且連續三年開放試驗採捕後，龍鬚菜族群仍維持穩定的週期性消長，因此建議將龍鬚菜納入開放採捕對象。本計畫（113 年）開始進行石蚵族群調查，並預計於 114 年進行開放採捕可行性試驗，後續將提供試驗成果供管理單位參考。
2. 內圍、外圍及最外圍之環文蛤族群，其中內圍樣區的貝類齡級普遍未增長，其可能原因為何?	除了採捕壓力致使族群量下降外，目前內圍樣區尚有底質因素，可能使得無法支持環文蛤穩定生長所致。
3. 水質與底質監測樣點是否有設置於最外圍區域。	有的，ST.C 測站(最外圍樣區堤岸邊)和最外圍測站(內部灘地)即位於最外圍樣區，其中 ST.C 進行水質和底質監測，最外圍測站則進行底質監測。
(七) 保育研究科王建智科長	
1. 本計畫工作項目如先前議程說明所述，經業務單位查核受託單位所提送第 2 次期中報告，本階段成果包含黑面琵鷺保護區水質、底質定期監測；經濟貝類開放採捕定期監測，以及龍鬚菜開放採捕試驗及石蚵調查等工作，並持續執行前期試驗後監測，尚符契約規定工作內容。	謝謝委員肯定。
2. 報告所採用航拍/衛星圖資，建議可於圖說加註圖資拍攝日期。	謝謝委員建議。以於有使用空拍或衛星圖資的圖加註說明相關拍攝時間說明，詳如工作計畫書之頁 9 圖 1、頁 13 圖 5、頁 76 圖 35。
3. 環境因子中之灘地底質監測 ORP 數值自 110 年度後為負值，但維持穩定未劣化，另外內圍樣區環文蛤族群數量仍無恢復趨勢，與內圍環境底質狀況是否有相關，也請協助評估可行之介入改善策略。另本處預計明年度導入 ESG 資源，初步針對七股海堤 1 號水門前淤積灘地執行清淤工作，屆時再請協助監測評估清淤作業前後差異。	環文蛤的會受採捕壓力、鹽度、水溫或底質等環境因素影響其存活率及族群量。雖然在表層沉積物的底質粒徑並無較外圍及最外圍細，但在調查過程時，內圍灘地有部分感覺多處底質變鬆軟，顯示除表層沉積外，下方之底質粒徑變細變泥，可能較不適合環文蛤棲息成長；此外也不排除

	因內圍樣區本身條件限制(靠近大潮溝、相較外圍及最外圍灘地地勢較低，受東魚塭注入的淡水影響程度較大)，以及近年異常氣候影響(如 111-112 年的久旱少雨連日高溫，導致周邊養殖池的文蛤暴斃，故亦不利環紋蛤生存)的共同影響，在同時水質、氣候、採捕的壓力下，又遇底質變動(如底質粒徑改變)及擾動，可能促使內圍灘地的環文蛤族群較難恢復。後續將針底質部份進行探討分析，以釐清可能造成此區環文蛤族群恢復緩慢的可能原因，並評估可行的改善策略。
4. 今年度分析環文蛤族群變化，族群量至 8 月調查有回升情況，惟依過往趨勢，冬季期間可能會再下降，再請持續監測其族群動態，並協助於明年度上旬提供 114 年度開放採捕分區調整建議，或調整更細緻分區方式。	有鑑於目前定量調查之結果顯示，環文蛤以外圍的族群恢復情況較佳；最外圍受採捕壓力而豐度下降，但仍較內圍佳；內圍則從 108 年後豐度持續低迷至 113 年底（頁 54 圖 21）。因此，在最外圍尚未恢復、內圍持續低迷下（第 63 至 64 頁之圖 29、圖 30），應考慮保留外圍族群，避免採捕，以使外圍族群有足夠母族群可持續產生子代並拓殖至內圍及最外圍；然而內圍持續低迷，不適合開放採捕亦無開放採捕價值。基於上述理由，建議 114 年可考慮開放最外圍區域但縮小採捕範圍，以降低最外圍的採捕壓力。
5. 石蚵調查結果來看，整體保護區內數量不多，且多集中在岸邊拋石。本計畫規劃於明年度執行模擬開放採捕試驗，再請併同經濟貝類開放採捕與龍鬚菜試驗採捕分區位置，協助研擬試驗宣導單。後續相關監測成果，也請轉化為開放採捕策略，供臺南市政府農業局未來修正野動區保育計畫書參考。	謝謝委員建議，謹遵辦理。
6. 今年度度冬季前期可發現大量雁鴨利用，其可能原因？黑面琵鷺利用情形亦請持續監測比較年度差異。	謝謝委員建議，將持續針對黑面琵鷺利用情形亦請持續監測比較年度差異。關於今年度冬季前期有大量雁鴨數量的可能原因，推測今年降雨充足，使得濕地水質鹽度下降有關。因為雁鴨雖然會出現在沿海濕地，但較偏好鹽度較淡的水域 (Rubeg

	& Robinso, 1997; Khirani–Betrouche & Moulaï, 2021)。
(八) 保育研究科林哲宇技士	
1. 112-113 年度期間，均有顯著颱風所造成降雨擾動，但相對也可發現長時間高溫情況，再請持續收集監測期間之氣象資料，期望可透過持續監測供為保護區分區開放採捕調整依據。	謝謝委員建議。後續將持續蒐集氣候(氣溫及降雨等資料)，並配合長期監測資料，期望可透過持續監測供為保護區分區開放採捕調整依據。
2. 由 113 年度龍鬚菜開放採捕試驗資料來看，整體採集量不高，惟今年度試驗區及對照區的底質環境 ORP 數值可發現顯著差異，是否可能嘗試更大面積移除後之試驗成效。	是的，若可行則建議納入固定開放採捕對象，每年配合環文蛤開放採捕，於同區同期間內開放採捕龍鬚菜。
3. 承上，今年度發現貝克氏鹽草分布增加，其與龍鬚菜彼此空間分布是否重疊，以及彼此是否有競爭關係?	貝克氏鹽草分布與龍鬚菜有部分區域重疊，故應有競爭關係。
(九) 賴建良副處長	
本計畫相關基礎調查及試驗成果已累積一定資料，後續經營管理策略及機制應更加著墨與落實，特別是所導入 ESG 資源，建議業務科應審慎思考並運用。計畫相關良好成果應也可轉化為現地解說教育資源，向來訪民眾正向說明本處保護區經營管理成效。	謝謝副處長建議。
(十) 謝偉松處長	
1. 本計畫多年來所持續辦理明智利用監測、紅樹林植群管理、為棲地調整試驗，看來應陸續有其成效，特別是黑面琵鷺等鳥類利用狀況，而經濟貝類明智利用也透過分區開放採捕維持資源永續利用，並辦理龍鬚採採捕評估試驗，初步成果開放龍鬚菜採捕應對保護區有正面效益，後續再請業務科函送相關成果報告予臺南市政府農業局，併提野生動物保護區保育計畫書開放採捕物種增列相關建議。	謝謝處長肯定。
2. 流蕩犬及非法網具等干擾行為，再請保育科會同環維科評估增設阻隔設施之可能。	謝謝處長建議。
3. 鳥類資源，再請保育科洽行政室評估增列保護區內每日優勢/特色鳥種展示可能。	後續若有需要將提供計畫內調查所得之鳥類資料供後續特色鳥種展示規劃參考之用
4. 本計畫多年所累積良好成果，再請協助編輯 5-10 分鐘影片，配合於六孔站所設置解說版面輪播展示。	謝謝處長肯定。謹遵辦理。

附錄十一、第三次期中審查會議（114/8/5）建議及廠商答覆

委員意見	廠商答覆
(一) 梁世雄委員	
1. 報告頁 25-30，化學需氧量(COD)在 113 及 114 年有明顯變動現象，例如 113 年第 4 季及 114 年第 1 季，若以調查年平均作為比較基準，可能也會有突升及突降狀況，如 114 年第 1 季於季之年平均值偏低，應予注意。改進方式，也許可考慮用中位數代表，或刪除最高最低值。	謝謝委員建議。已將頁 34~37 的表 3、表 4，將與歷年同季平均比較的部分，改成與歷年同季（刪除離群值）之比較。
2. 報告頁 47-56，經濟貝類開放採捕已累積 13 年資料，可利用該連續資料，建立經濟貝類(環文蛤)採捕系統之評估，例如可參考單年最高允許採集量範圍，開放天數，過度採捕後之回復時間評估，有效日採捕基準，開放採捕位置及輪替方式等策略，應可作為濕地有效且明智利用範例。	謝謝委員建議。環文蛤的族群仍未達理想狀態，且由於近年濕地變化大，包括紅樹林擴張、氣候因素(乾旱和強降雨)、棲地改善的微棲地試驗等等，近年環文蛤的族群下降除了採捕壓力外，亦有其他因素共同干擾，目前在環境不穩定的狀態下較難預測。目前為兼顧在地文化，仍適合以滾動式的經營管理進行，並配合彈性的分區調整。
3. 頁 56 環文蛤在內圍及最外圍均只有較幼齡貝(1 齡或 2 齡)分布，但外圍地區有 4 齡級個體存在，可能原因為何，未來若開放採捕，應多保護外圍地區，以保育可能種源。	謝謝委員建議。可能與底質環境條件的變動與擾動有關。最外圍樣區的固定調查樣區（亦為原漁民最外圍樣區主要採集區域）的底質明顯較外圍樣區為泥；而內圍樣區雖然在表層沉積的底質粒徑上與外圍沒有明顯的差別，但內圍一律歷經紅樹林擴張，及微棲地調整－包括紅樹林移除及人工潮溝池等人工棲地等調整過程中的擾動，有可能也是造成內圍族群尚未恢復的原因之一。後續將參考委員意見，思考如何進行種源保育及復育問題；而原 114 年改開放南區（最外圍樣區），並縮小採捕範圍，即考量到應讓外圍樣區得休生養息，以保存種源，並免持續採捕壓力導致種源持續下降。
4. 龍鬚菜若有採捕需求，應注意收集傳統利用方式、料理技巧、加工可能等各種促銷手法，以提升經濟價值和食用需求。	謝謝委員建議。保護區內的龍鬚菜主要為少數特地漁民在採捕，其中一位為有餐廳經營，有推出相對應的龍鬚菜料理。但其餘採捕龍鬚菜的漁民，主要以個人食用為主，所以採捕量並不多。此外，亦有民眾

	反應周邊水道及其他地區養殖池也都有龍鬚菜，若想食用並不缺來源。但在保護區內採集有回到過往濕地利用樣態的情環，是一種文化記憶。
5. 請分別整理內圍、外圍、最外圍之鳥類組成及特徵，可讓台江處提供參訪民眾遊憩使用。	謝謝委員建議。將提供相關資訊供管理單位參考使用。
6. 漁民對於文蛤、龍鬚菜及石蚵等經濟物種採捕限制及管理方式之反應如何?採捕石蚵及環文蛤是否為同一群眾?	漁民持續希望能繼續開放環文蛤、文蛤及龍鬚菜、石蚵等經濟性物種的採捕和採捕試驗，也同時仍有其他期待，如開放蟹類採捕等。採捕石蚵和環文蛤的漁民為同一群眾。今年增加石蚵的試驗性開放採捕後，因灘地內部泥濘，前往內部灘地採集環文蛤的效益不佳（數量下降加灘地泥濘變得更不好走、人員年紀漸長體力下降等），所以多改至靠近路側的水道上採集石蚵，也變相減輕了灘地上環文蛤的採捕壓力。
7. 濕地標章是否可應用於環文蛤及龍鬚菜、石蚵等經濟物種之販售應用。於保護區分布石蚵及金門區域石蚵之物種組成是否有區別。	謝謝委員建議。濕地標章應適用於環文蛤及龍鬚菜、石蚵等經濟物種之販售應用。本研究未於金門進行石蚵族群調查，但參照蕭聖代(2018)的研究指出，金門主要以僧帽牡蠣為主、其次為葡萄牙牡蠣和棘牡蠣；保護區的牡蠣則以葡萄牙牡蠣、僧帽牡蠣較少。
(二) 郭東輝委員	
1. 鳥類調查區域同樣區分為內圍、外圍及最外圍，是否可嘗試分析赤頸鴨於近年 10 月、11 月大量出現原因，以及 12 月後飛離保護區的原因。	目前無法確切釐清近年赤頸鴨 0 月、11 月大量出現原因，以及 12 月後飛離保護區的原因。但根據歷史資料 109 年 3 月也曾有 1317 (3/14 日)、1688 隻（3/22 日）的紀錄。其餘赤頸鴨數量多在 200 多隻左右，有連續度冬季每月皆有赤頸鴨，也有當年度冬季至隔年初才來（如 111 年年初）或該度冬季（109 年 10 月至 110 年 3 月）僅出現一個月（109 年 11 月）。顯示赤頸鴨在黑面琵鷺保護區雖然都有赤頸鴨度冬，但是數量上少有上千隻的族群同時棲息。根據文獻 Madsen (1988)指出赤頸鴨在秋季遷徙期間會利用特定的濕地作為中繼

	站，此時可記錄到數量非常龐大的數量；同時亦指出，當棲地的食物（水草的葉子）快耗盡時，覓食效率下降，就會放棄該地前往其他棲地。據此推測黑面琵鷺保護區是部分赤頸鴨族群固定的度冬地，破千隻大量出現的時候，可能是遇到其他以本濕地為中繼站的情況，這也符合再度冬季初(10 月)和度冬季末(3 月)本濕地才有記錄到破千隻的紀錄。此外，由於上千至兩千多隻的赤頸鴨同時出現，可能會加速棲地內及周邊的可食植源快速消耗，而促使其離開－包括繼續遷徙或移至其他食源充足的濕地棲息。
2. 如果想吸引更多黑面琵鷺族群在保護區內棲息利用(包含覓食)，再請提供有關人工潮溝、潮池等棲地經營管理建議。	謝謝委員建議。目前內圍人工潮溝池有逐漸淤積的狀況，建議若管理單位在經費可行的狀態下，可持續進行內圍潮池，以及內圍及外圍中間原舊水道處，進行人工潮溝的微棲地調整。
(三) 洪夢祺委員(書面審查意見)	
1. 研究團隊多年來關注並致力於主棲地品質改善，監測資料完整，歷次成果豐碩，謹給予肯定。	謝謝委員肯定。
2. 前年大旱、去年多雨、而今年夏季降雨甚至超越莫拉克颱風降雨規模，主棲地環文蛤、海蜷以及其他無脊椎類群受影響程度，攸關主棲地健康（如食物網能量傳遞），值得後續關注。	謝謝委員肯定。
3. 頁 35 圖 12 各因子間相依性較高者有 DO vs pH、psu(鹽度) vs COD 及 Chl-a vs NTU(濁度)，前兩者可從理化特性理解，惟後者較難從理化特性理解，建議或許可進一步圖 13、圖 14 比較 Chl-a、濁度-BOD 關聯性，以瞭解主棲地 ORP 不佳及有機碳累積機制。	謝謝委員意見。通常浮游植物多時，也會造成濁度上升，而葉綠素 a 濃度高時，暗示浮游植物可能較多。因此有一定的相依性。然而，濁度同時又受夏季豐水期的降雨逕流與風浪擾動帶入了外源性懸浮顆粒和本身濕地表層沉積物受風浪擾動而增加。因此，葉綠素 a 與濁度雖然有顯著相依性，但相依程度有限。
4. 圖 15 中本年度冬季潮溝 pH 低但灘地 pH 高，是否意味潮溝有機質仍持續累積無法排出？	底質之 pH 值可能受底質本身狀態（內源性）及濕地水源（外源性）共同影響。潮溝區域底質淤泥深厚，累積了大量落葉與有機碎屑在分解過程中會持續釋放二氧化碳及有機酸季為枯水期，缺乏雨水逕流

	沖刷，導致這些酸性分解產物容易滯留在潮溝水體中，無法被有效稀釋或排出，致使 pH 值降低。灘地雖然無持續的水源沖刷，但與 STB、STA 相比，較少沉積的落葉和有機物，大致 pH 值較 STA、STB 為高。
5. 承上，圖 16、圖 17 中可看出底質(粒徑-篩選)與間隙水質(ORP-pH)垂直(P.44)，是否意味水質主要為外源因子，與主棲地灘地底質相關性低？承前若成立，今年夏季暴雨是否有機會將外源污染帶出？建請團隊再持續監測與分析，並關注水門前清淤試驗成果。	謝謝謝委員建議。本濕地水體主要源自曾文溪河口（經東魚塭灌排之陸源河水）及潮汐交換之海水，故水質特性較屬於外源因子主導。然而，本計畫採集之樣本為表層底土，其底質間隙水之 pH 值雖受上層水體影響，但可能更主要取決於底質本身的化學狀態。底質劣化（ORP 下降）之機制，並非完全來自於外源輸入，通常底土的 ORP 下降與內源性有機質（如藻類及生物殘骸）之過度蓄積與腐敗較為相關，且這些有機質通常蓄積於表層土中。觀察今年颱風過後之龍鬚菜試驗結果，發現底質 ORP 有明顯下降之現象，但尚未恢復至過往較佳狀態（＞-150 mV）。這顯示雖然暴雨能將部分表層和外緣有機污染物帶走，但底泥中之內源性影響因子仍佔一定比例且難以藉由短暫沖刷移除。因此導致底質環境仍處於 ORP 仍處於較低的狀態。
6. 比較圖 21 至圖 23，本次(113-114)度冬季環文蛤齡期結構又變差，如內圍、最外圍，未來採捕若以殼齡 3 齡以上過篩方可攜出，是否可改善齡期結構？實務是否可行？	謝謝。若限縮採捕個體大小，改成 3 齡以上方可攜出，可多保留可繁衍的個體數，對整體族群繁衍有正向幫助。但整體濕地 3 齡的個體偏低，能提供漁民採捕的量會明顯減少，相同的時間、區域所耗的採集努力量相同，但能帶走的量明顯下降許多，故在實務推行上可能會受到較大的反彈。建議仍是以分區管理形式方式進行。讓整塊區域的的環文蛤得休生養息，而在開放區域漁民能可以維持相同的採捕效率。管理上可通通過調整開放區域的位置、範圍和大小，依據現況進行滾動式管理。

7. 圖 34 石蚵調查路徑與居民採捕位置不一，如何增加調查涵蓋範圍？頁 91 中敘及過去有發現僧帽牡蠣，今年調查則為葡萄牙牡蠣。若比較西南沿海蚵苗著苗以台西為中心向外為遞減，而曾文溪口則為海岸線轉折點。承前，若增加調查涵蓋範圍（如鹽水溪、二仁溪）是否可發現原生牡蠣？謹提供研究團隊參考。(非本計畫範疇)	過去發現的僧帽牡蠣主要為灘地上的單體牡蠣，即長於海蜷身上的牡蠣；本計畫針對路側的拋石及水道處的牡蠣進行調查，發現已葡萄牙牡蠣為主，亦有僧帽牡蠣，但較少。
8. 附錄一、今年有文蛤採捕紀錄，異於過往，團隊是否有注意到特別原因？	今年因開放南區（最外圍）區域，漁民反應濕地泥濘，比往常難走，且環文蛤的採捕量並沒有特別多，反而下降，使得採集效益降低，所需要付出的體力和時間成本上升。因此，多改到靠路側的濕地水道處採捕石蚵。因此，漁民之環文蛤採集紀錄亦於過往。
(四) 經濟部水利署第六河川分署書面意見	
旨揭生態保護區所設七股海堤 1 號水門，在防洪安全原則前提下，配合台江單位計畫，可聯繫本分署水門廠商配合水門操作。	謝謝分署給予相關支持與協助。
(五) 六孔管理站蔡金助聘用研究員	
1. 主棲地試驗後監測與成效評析部分，仍建議針對水質、底質、鳥類利用、紅樹林植群管理、在地居民經濟採捕環文蛤、石蚵、龍鬚菜等，建議能提出一有系統性、量化之監測方式、評估指標或方法，作為成效評析之依據，俾以擬定後續經營管理策略。	謝謝委員建議。龍鬚菜的採捕有助於棲地底質維持穩動，避免因腐敗造成底質處於容易產生硫化氫的劣化狀態；且龍鬚菜每年又有穩定的季節消長。故可持續進行開放採捕試驗。石蚵目前資料尚在蒐集中。過往環文蛤已依生殖生物學研究訂定適宜採捕隻大小和季節等相關依據，而後則依每年的環文蛤族群量變化狀態進行開放時間、開放區域等滾動式管理。乃因環文蛤的族群仍未達理想狀態，且由於近年濕地變化大，包括紅樹林擴張、氣候因素(乾旱和強降雨)、棲地改善的微棲地試驗等等，近年環文蛤的族群下降除了採捕壓力外，亦有其他因素共同干擾，目前在環境不穩定的狀態下較難預測。故為了兼顧維持在地的漁撈文化，仍適合以滾動式的經營管理進行，並彈性進行分區調整和開放時間長度調整。
2. 報告頁 73 所說明經濟貝類族群定期監測，其中最外圍底質樣站是否可以代表此區域，考量環	本環文蛤定量調查於各樣區設有固定調查樣區範圍，以利年間變動得比較。會於

文蛤族群數量偏少，採捕量以今年情形也偏少，是否可能再調整最外圍採樣位置及數量等。	劃定的範圍區域，找尋 2~3 合適區域進行調查。通常灘地上會殘留前次調查過後的痕跡，會予以避開，以避免重複採集造成定量資料低估的狀態。故比較長期的資料變動，並不建議更換調查區塊。然而調查受限於潮汐及灘地狀態，目前要完成現有規劃，已是單次乾潮中能進行的最大能量。若要再增加樣點，可能需要另行規劃。
3. 以本人探訪採捕民眾經驗，所採集得經濟貝類等以小眾市場或是個人自用優先。	感謝委員經驗分享。
(六) 保育研究科王建智科長	
1. 本計畫工作項目如先前議程說明所述，經業務單位查核受託單位所提送第 3 次期中報告，本階段成果包含黑面琵鷺保護區水質、底質定期監測；經濟貝類開放採捕定期監測，以及龍鬚菜開放採捕試驗及石蚵調查等工作，並持續執行前期試驗後監測，尚符契約規定工作內容。	謝謝委員肯定。
2. 環境因子中之灘地底質監測，其中 ORP 數值雖仍呈負值但看似有回升趨勢，再請持續監測；針對內圍灘地紅樹林植群管理區域，其環文蛤族群仍未回復，請協助評估其可能原因，也請協助評估是否可採取直接底質改善或其他適當方式，讓環文蛤族群恢復。	將持續監測環境因子，配合內圍灘地紅樹林植群管理區域，環文蛤族群偏低可能原因包括族包括底質及氣候的問題，除持續執行底質改善外，將評估在地復育地積極手段，以正確適當的方式，讓環文蛤族群恢復。
3. 今年度開放採捕分區方式，參考歷年經驗以及環文蛤族群監測成果，輪由南區開放採捕，北區則輪休禁採，並同時保留中央區域為保種種原區域。目前 2 次調查成果顯示環文蛤族群量仍未恢復，請補充其可能原因，另也請預先評估明年度開放採捕分區策略。	過往開放採捕分區方式，接參考歷年環文蛤族群監測成果，目前 2 次調查成果顯示環文蛤族群量偏低，可能原因除底質棲地劣化外，來年度開放採捕分區將於期末報告提出
4. 承上，保護區近年持續試辦龍鬚菜、石蚵等開放採捕模擬試驗，依採捕量登記資料，均有七股居民參與採捕，並以今年度石蚵採捕量更為顯著，惟考量既有採捕貝類是灘地生物，龍鬚菜則為水域，石蚵主要分布岸邊拋石，請協助紀錄各物種採捕熱區，俾供後續開放採捕分區劃設方式依據。	後續將持續紀錄各物種採捕熱區，俾供後續開放採捕分區劃設方式依據。
5. 本處今年度運用企業 ESG 資源於七股海堤 1 號水門口執行淤積地形棲地調整試驗，相關試驗	謝謝提供相關資訊。後續若取得相關資料如地形、底質及水流交換的觀測，或輔助

成果資料再提供予團隊參考，也請受託單位監測試驗後對保護區各項因子變化情形。	進行底質測量包括粒徑改變或淤積深度變化等可量化資料，追蹤試驗後對保護區各項因子變化情形。
(七) 保育研究科林哲宇技士	
近年氣候異常情形持續發生，有關頁 89 圖 44 的氣象資料，再請累積更新，相關資料搭配用於開放採捕策略擬定。	謝謝委員建議，氣象已依氣象局資料更新。
(八) 賴建良副處長	
有關保護區內水流狀況及灘地底質氧化還原數值狀況，也請協助提供若運用 ESG 資源可執行內、外、最外圍等棲地經營管理、棲地調整改善建議策略。	區內部分區域淤積及紅樹林造成底質淤積部分，需要大型機具在不擾動度冬候鳥下進行棲地整理，這部分可以 ESG 資源導入，進行人工潮溝及潮池及水門前疏通的工作。

附錄十二、期末審查會議（113/12/11）建議及廠商答覆

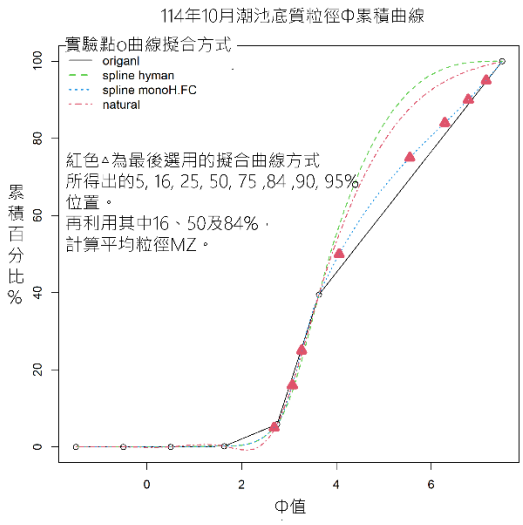
委員意見	廠商答覆
(一) 梁世雄委員	
1. 報告格式請依據國家公園署要求撰寫。	謝謝委員指正，已依國家公園報告撰寫格式修正。
2. 第六章結論與建議，期末計畫重點應在如何彙整歷年調查資料，提出有關環文蛤、龍鬚菜及石蚵等 3 類生物之採捕策略和方法，但報告內第六章並未有明確說明，無法有利委託單位實際執行與彰顯績效，請整理後加入本章節，規劃策略之重點依物種分述如下 (1)環文蛤採捕，列入個人採捕上限或年度採捕上限制定之可能；採捕區域開放之時效及輪替制度之規範；採捕時效及重量上限之制定及主導權之掌握；利用南區(最外圍)之規範。 (2)龍鬚菜採捕，採捕區域、時限，食用與使用方式之整理與提供，加工品亦可利用濕地標章販售。 (3)石蚵採捕，搭配環文蛤採捕，以減少環文蛤族群壓力，採捕區域、時間，及所配合族群調查。	謝謝委員指正。已依委員意見，調整相關經營管理策略。其中有關環文蛤採捕之後續經營管理較具體之措施建議，以附錄之方式補充（詳見頁 143 附錄七）。
3. 在前述第 2 點所決定之採捕策略時間及區域輪替等制度，需在摘要內，以簡易即清楚方式加入文字，目前摘要均只有以開放進行等文字敘述，應有採捕時限及區域之制定，方可彰顯計畫在生物明智利用之績效(包含環文蛤、龍鬚菜及石蚵)。	謝謝委員建議。依委員建議，已補充摘要中關於環文蛤採捕原則等相關之建議措施。
4. 摘要頁 VII 之 3-(1)，不清楚環文蛤種源成貝試驗內容，請說明。	謝謝委員意見。本計畫為提出後續之經營管理建議，以提出方向及大略措施為原則。
5. 本報告之各類生物經營管理政策為只依據有限年度調查而制定之暫時運作方法，後續應編列預算，執行運作評估計畫，以進行調整、修改和效益確認，方為較完整之執行規劃與實作。	謝謝委員建議。
6. 文字錯字仍需修正，如頁 107 之 3-(2)三樣區中最”?”的區域。頁 106 之 3-(3)”將”低了今年……，應為降低。	謝謝委員指正，已修正相關錯誤。“三樣區中最的區域”應修正為“三樣區中最佳的區域”，然而相關段論文字因寫作修正而已刪除；

	“將低了今年”則已修正為“降低了今年”（p.108）。
(二) 洪夢祺委員	
1. 報告頁 33 水質分析內容，其中 COD 可能來源再請補充釐清，氨氮下降、硝酸鹽上升、總磷上升等，其各自原因為何?與鄰近魚塭養殖排放水之關聯性？如此水質特性上，也請協助提供具體相關經營管理建議。	謝謝委員建議。有關水質之 COD 可能來源討論，放於第五章之（一）「水質及底質環境變化」中討論，並再依委員意見，加強說明有關 COD、營養鹽（氨氮、硝酸鹽和總磷變化），以及與魚塭之關聯性之相關論述（詳見頁 99 第伍章討論之「一、水質及底質環境變化」）。
2. 頁 43 圖 11 來看，部分因子相關性連結，包含 COD 與 BOD，BOD 與 Chla，Chla 與 NTU，NTU 與總磷，是否可據以推估營養鹽為外源性或內源性？如為外源性，是否可能來自養殖魚塭？抑或是來自曾文溪流域？是否有相關經營策略？	保護區內之營養源來源可能同時包含外緣性與內源性來源，惟現有資料尚無法明確釐清外緣性來源之實際影響程度。根據彭紹宏等人（2020）於曾文溪流域之調查，自國姓橋至出海口共設置 6 個調查樣點進行四季調查，其結果顯示 COD 具有明顯之季節差異。其中，109 年 8 月 COD 測得 199–128 mg/L 之高值，11 月則降至 3–33 mg/L，次年 2 月略為上升至 23–54 mg/L，而 5 月則回升至 82–100 mg/L，顯示曾文溪河口段之 COD 在雨季（5 月與 8 月）明顯較高，而於乾季（11 月與 2 月）較低。 雖然浮游植物大量聚集時COD測值亦可能偏高（江彥霈等人，2005），惟該計畫中相對應之葉綠素 a 濃度並未呈現相似之季節趨勢，據此推測，在曾文溪河口段，可能仍存在其他來自上游之外源性有機或無機物輸入，致使雨季期間於水量較大時COD呈現較高之現象。 然而，在相近時間尺度下（109 年 7 月至 110 年 5 月），黑面琵鷺保護區內之水質變化並未呈現與曾文溪主流相同之趨勢。曾文溪計畫中，109 年 8 月為最高、110 年 5 月次高，而 109 年 11 月為最低、110 年 2 月次低；相對地，本保護區則以 110 年 2 月最高、5 月次高，109 年 11 月最低、109 年 8 月次低。此結果顯示，雖然曾文溪主流之部分外緣性物質可能進入保護區內，但其影響程度可能有限。

	因此推測，保護區內之 COD 來源仍有一部分可能來自養殖活動或內源性有機或無機物。根據 109 年計畫之東魚塭養殖調查紀錄，部分漁民於 9 月中秋收成後至 12 月底進行曬坪作業，並於隔年年初蓄水放苗，故養殖水排放亦可能為潛在來源之一。然而，歷年 COD、BOD 與營養鹽之季節變化趨勢並未與養殖行為呈現完全一致或固定之關係，有時以 10 月為最低值（如 109 年），有時則以 10 月為最高值（如 110 年）。 儘管季節變動未與養殖行為呈現一致之對應趨勢，但位於東魚塭匯流口之 ST.B 以及接續魚塭排水之賞鳥亭前方 ST.A 潮溝區，其整體 BOD 均高於 ST.C 與 ST.WG，顯示東魚塭養殖排水仍可能對保護區內水質造成一定程度之影響。 此外，保護區內生物屍體、排遺以及植物落葉等，亦為重要之內源性有機質來源；另紅樹林伐除後殘留之枯枝與根系，其分解過程可能長達 20 年（Stokes et al., 2023），使根系成為持續提供有機物之來源，進而影響底質與水質，亦屬內源性有機物之一。 綜合上述結果，針對水質改善，仍以加強棲地水流交換、落實紅樹林植群管理，以及持續鼓勵周邊漁塭推動友善養殖等措施為主要建議方向。
3. 頁 69 圖 25，環文蛤族群變化於 100-106 年度之豐度與齡級結構尚佳，自 107 年度則下降且逐年波動，後續隨開放採捕分區而異動。從頁 70 圖 26，外圍區域族群相對穩定，內圍則不佳，最外圍則有上下波動，其中大齡級環文蛤個體在外圍區域，建議可以考慮停止開放外圍區域來維持種源穩定。而內圍區域環文蛤狀況不佳情況，是否可能因環境現況已不適合環文蛤棲息？或是因族群量太小不利精卵結合生殖後代？建議可再透過相關試驗釐清。	謝謝委員建議。目前的環文蛤資源的保全策略，承如委員建議，是採取先顧全外圍樣區的環文蛤種源策略，以利其向周邊狀況不佳的內圍和最外圍擴散。對應到漁民採捕分區上，外圍樣區即屬於開放採捕分區的北區（內圍及外圍樣區）。故今年 114 年的開放採捕策略即是開放南區（最外圍樣區），而保全了外圍樣區。據此，明年 115 年的環文蛤開放採捕建議，亦與今年相同，仍先建議開放南區，或再依明年年初的環文蛤定量調查結果調整開放策略。 目前內圍樣區密度較低，且常僅見 I 齡個體，但仍偶有記錄到 II 齡個體。雖然整體 3

	cm 以淺表層沉積物的粒徑結果顯示，內圍樣區之粒徑從 108 年至今並未有太大改變，多以極細砂為主，但調查人員行走內圍樣區時相較早期如 104 年，有明顯感覺灘地變得較泥的情況。環文蛤潛沙深度可達 10 多公分(水管約為自身體長的 2~3 倍)，雖然 I 齡以下的幼貝可能潛藏於表層處，但成貝所在之深度底質條件亦可能改變。
4. 頁 76 表 16，與其表各測站的代碼不一致，建議檢視調整。其中底質狀況並未因今年 7 月丹娜絲風災水量而有顯著改變，例如帶離灘地上淤泥等情況，建議再釐清現況缺乏哪項關鍵因素致使經過極端降雨水質仍未有大幅改變？	謝謝委員指正，已修正頁 78 表 17 之測站代碼。 雖然由四季底質監測結果，尚無法反映丹娜絲風災之影響，但於龍鬚菜開放採捕試驗之底質 ORP 監測中，仍可觀察到風災前後之差異。風災前（7 月以前）之 ORP 平均值介於-350.7 至-316.4mV 之間，風災後 8 月至 10 月之 ORP 則上升至-286.0 至-250.5mV，顯示風災所帶來之水量確實有助於清除並帶離灘地上之龍鬚菜及部分表層淤泥。 然而，保護區內泥灘地之整體環境條件並未出現明顯改變，仍存在持續性之內源性有機質來源，例如風災後仍會出現自然死亡之動物屍體，以及紅樹林之枯枝落葉等。有機質於通透性較差之環境中累積後，將持續經由生物分解作用消耗氧氣，使底質呈現還原態。 因此推測，在四季水質監測中，114 年 10 月之底質調查未能反映丹娜絲風災所帶來之影響，惟於 5 月至 10 月間每月進行之龍鬚菜開放採捕試驗底質 ORP 監測中，則仍可觀察到風災影響之反應。
5. 頁 91 內圍、外圍、最外圍各區域鳥類利用狀況，其中外圍維持，但內圍及最外圍則不如往年，是否因內圍所營造人工潮池經 8 月豪雨淤積之緣故？建議也可再思考是否再執行潮池等微棲地調整試驗。	謝謝委員建議。過往 109 年至 112 年每月進行兩次鳥類調查，本計畫則於度冬季每月進行 1 次。如與 109 年相比，109 年的內圍和最外圍之 10 月、11 月和 12 月也有如同今年般數量較低的現象。此外，內圍棲地的人工潮溝池營造，確實提供鳥類內圍可利用的微棲地空間。故後續經營管理建議提出可再進行人工潮池的恢復或營造，除改善內部灘地水流交換外，也可以供鳥類利用。

6. 內圍區域灘地沉積底泥並未隨丹娜絲颱風及 8 月豪雨帶離主棲地潮溝，也建請評估是否可以機具妥適介入，如挖起底泥於潮溝旁灘地曝曬改善內圍底質狀況如 ORP 等？	從龍鬚菜開放採捕試驗期間的每月 ORP 測量（頁 78 表 17），可反映丹娜絲颱風及 8 月豪雨帶來的影響，但無法知悉淤泥是否有被帶走。然而，內源性的有機質，如內圍和外圍紅樹林的殘存根系，分解時間可能需長達 20 年（Stokes et al., 2023），過若仍以機具挖除殘留根系，可能有助於減輕、降低部分內源性有機質的來源，進而改善底質之 ORP 狀態。
(三) 郭東輝委員	
1. 肯定執行團隊 2 年來工作成果。	謝謝委員肯定。
2. 從報告頁 95 人工潮溝、潮池可看到有 6.1%利用率，未來再請評估是否可能增加其利用率，包含潮溝、潮池面積擴大，除增加鳥類利用情形，也改善灘地淤泥沉積情形。	謝謝委員建議。於後續微棲地之經營管理建議中，考量改善內圍內部灘地水流交換情況，以及增加內圍灘地鳥類的可利用性，提出後續可針對內圍再進行人工潮溝池的的營造，改善目前已淤積而逐漸消失的人工潮溝池。相關建議之補充說明請見頁 139「附錄六、減緩棲地劣化之棲地管理措施後續管理建議」。
(四) 臺南市政府農業局	
1. 有關內圍紅樹林植群管理，再請補充說。	謝謝委員建議。已以附錄的方式補充紅樹林質群管理的之經營管理建議，詳如頁 139「附錄六、減緩棲地劣化之棲地管理措施後續管理建議」。
2. 有關本計畫所執行石蚵、龍鬚菜列入開放採捕物種，如確實對保護區棲地有正面效益，屆時再請配合黑面琵鷺保護區保育計畫書修正，提供相關開放採捕物種建議內容，俾增加濕地明智利用項目。	龍鬚菜開放採捕試驗已執行 4 年，包括由初期單日活到後期 113 至 114 年兩年執行完整的開放採捕季節（5/15-7/31）的龍鬚菜採捕試驗，成果顯示龍鬚菜的開放採捕，有助於避免其腐敗而造成一段時間內的底質劣化（ORP 下降）的情況，據此建議將龍鬚菜納入固定開放採捕的的物種建議。石蚵目前於 114 年甫執行開放採捕試驗，雖然石蚵的開放採捕有助於減輕環文蛤等經濟性貝類的採捕壓力，但石蚵的採捕及後續資源狀況仍有待釐清和評估，尚須持續進行開放採捕試驗。若貴局後續有相關物種開放採捕之研議需求，本團隊將提供相關成果資料供貴局參考。
(五) 經濟部水利署第六河川分署	
1. 援往例在不影響防汛操作水門原則下，並符合水利法及相關規定，水門啟閉可配合台江單位計畫辦理，相關細節再請洽本分署	謝謝委員建議和經濟部水利署第六河川分署的協助。

管理科。	
2. 底質篩分析工作部分，建議可將其粒徑分布曲線圖至於附錄，必供參考了解其粒徑組成。	謝謝委員建議與指導。本研究採用的粒徑分析參考 Carver (1971)之方法，將網目以-$\log_2$ 轉換成 Φ 值，再以 Folk (1974)的公式轉換求得平均粒徑，故所繪製的累積曲線圖非直觀的粒徑分布圖。過去早期以 EXCEL 繪製實驗資料後加上平滑曲線的連接線後，再拉對應%處的直線找出對應 Φ 值。本計畫則利用 R gui 以 splinefunc、smooth.spline 和 curve 指令進行 spline 曲線擬合，找出合適之曲線後，再以-predict 配合 smooth.spline 指令反推欲求累積機率的對應 Φ 值。每次執行程式所產生的累積曲線圖如下（以 114 年 10 月潮池底值為例）。 
(六) 六孔管理站蔡金助聘用研究員	
1. 有關報告分區名稱，建議可再釐清並維持一致性，例如南區、南分區，避免引用疑慮，例如頁 61-62 圖表資料。	謝謝委員建議，於報告本文中已依委員意見，則一用詞（以南區表示）。
2. 頁 72 所引述文獻內容，建議檢視是否列於引用文獻內，並修正引用格式一致性。	謝謝委員指正。已檢視修正，包括補缺漏填之參考文獻並統一格式。
3. 有關潮溝潮池約 3 年可發現明顯回淤情形，但若考量環文蛤族群動態，是否可提供不同建議方向。	潮溝潮池的施作之主要目的在於改善水流，以減緩濕地陸化消失之威脅。同時希望改善交換水流，雖在調整過程中造成擾動，最終希望恢復原棲地樣態（無紅樹林、細砂粒徑的環境），可幫助環文蛤的復育。另外針對環文蛤的經營管理，已有提出種源集中試驗－“蒐

	集成貝及中放置於內圍或最外圍樣區，以增加此二區的環文蛤種苗授精的成功率”之自然解方。
4. 保護區內經濟貝類採捕管理策略與居民利用習慣及貝類特性更有關，建議可再以半個月為單位，比對每單位採捕人數、採捕總重等情況，釐清是受風災、潮汐或其他因素影響。	謝謝委員建議。主要是要釐清年度間之差異，而非漁民採補的行為分析，故未依照月份或半月為一單位進行分析與比較。
5. 建議後續可比對既有執行中保護區堤防外相關研究，作為相關參考。	謝謝委員建議。
(七) 呂宗憲科長	
1. 有關石蚵開放採捕試驗已有初步成果，期待逐步能有相關經營管理策略建議，後續建議可再納入石蚵生活史等相關研究論述。	謝謝委員建議。將納入後續研究之參考方向。
2. 內圍區域環文蛤族群仍未恢復，是否棲地已不適合其棲息，未來外圍、最外圍是否也有同樣趨勢。	目前內圍樣區密度較低，且常僅見 I 齡個體，但仍偶有記錄到 II 齡個體。雖然整體 3 cm 以淺表層沉積物的粒徑結果顯示，內圍樣區之粒徑從 108 年至今並未有太大改變，多以極細砂為主，但調查人員行走內圍樣區時相較早期如 104 年，有明顯感覺灘地變得較泥的情況。環文蛤潛沙深度可達 10 多公分（水管約為自身體長的 2~3 倍），雖然 I 齡以下的幼貝可能潛藏於表層處，但成貝所在之深度底質條件亦可能改變。目前最外圍樣區有類似情況，但外圍樣區則無。
3. 有關最外圍南端區域是否受魚塭排放及底泥淤積影響，建議可釐清。	謝謝委員建議。將建議後續納入觀測。
4. 目前採捕參與人員有高齡趨勢，未來是否缺乏人員進入採捕，因而減少底質適度干擾情況。	誠如委員所述，目前主要採捕人員高齡化，因而可能有減少底質適度干擾情況。
5. 附錄所列回應對照，建議可再列上時間。	謝謝委員建議。已補充各期審查日期於附錄標題上。
(八) 林文敏科長	
目前在齡級開放限制，是否可再進一步限制，改為開放 2 齡級以上大小。	不建議調整限制採捕之最小體長。由於整體大於 II 齡以的環文蛤 (III 齡個體以上)，除外圍樣區仍有維持相當比例外，近年內圍及最外圍的比例和數量相當有限，如若將採捕體型再往上提升至 III 齡，對在地居民而言，可能衝擊較大。若以目前 114 年和建議 115 年

	的管理策略核心是保護外圍樣區之環文蛤做為種源，故分區管理為開放資源量相對較少的南區（最外圍樣區），那麼現行分區加上提高採捕體型的限制，對漁民而言可能形同無環文蛤可採（因耗費體力又採捕效益不高）。此舉，在管理上對於環文蛤資源雖然有直接保育之效益，但可能在與居民之間對於資源保育的溝通及相關政策推廣，較難實施。建議目前仍以分區管理之方式處理，相當於其實為部分區域的直接禁採，再同時搭配種源集中、棲地改善等積極經營措施，仍有望改善環文蛤族群資源量。若有意提高限制採捕之體型，則須先做好與在地居民的溝通，詳細闡述執行的必要性。
(九) 保育研究科王建智科長	
1. 本計畫工作項目如先前議程說明所述，經業務單位查核受託單位所提送期末報告，本階段成果包含黑面琵鷺保護區水質、底質定期監測；經濟貝類開放採捕定期監測，以及龍鬚菜開放採捕試驗及石蚵調查等工作，並持續執行前期試驗後監測，尚符契約規定工作內容。	謝謝科長肯定。
2. 有關棲地經營管理建議內容，底質之篩選度也有提升情形，本處於今年 8 月所執行水門口前清淤試驗結果顯示對內圍、外圍區域灘地之水體交換改善有提升成效，再請於後續計畫持續監測環境底質各類參數變化狀況。	謝謝科長建議。相關環境水質及底質之持續監測建議已納入第陸章之 “(一)環境棲地品質” 之經營管理建議中，詳見 p.108。
3. 棲地調整試驗監測成效結果顯示，人工潮溝、潮池等可有效帶流灘地表層淤泥，且也可成為候鳥覓食微棲地。針對內圍樣區，再請協助提供潮溝、潮池營造試驗建議，供後續運用 ESG 資源來整體改善保護區灘地水體流動。	謝謝科長建議。已加強有關經營管理建議論述，包括內圍樣區之微棲地調整，附錄的方式補充說明背景及較具體的建議事項，詳見 p.139「附錄六、減緩棲地劣化之棲地管理措施後續管理建議」。
4. 今年度石蚵採捕試驗成效顯示，石蚵有助於分擔環文蛤人為採捕壓力，惟考量今年度已大量採捕，仍須調查螯清後續更新復原情形，再整合在地居民共識，調整開放採捕分	謝謝科長建議，謹遵辦理。已針對後續石蚵採捕試驗提出後續建議，並加入 “應加強與在地居民之溝通，以協助螯清族群分布熱點之螯清” 之文字建議。（見附錄七之補充說明）

區策略。	
5. 環境因子中之底質監測，灘地 ORP 數值雖仍呈負值，但於今年有回升趨勢，另於頁 105 內文說明之內源性有機質部分，再請提供後續經營管理建議。	謝謝科長建議。已加強補充相關改善之經營管理策略。詳見第六章之「二、建議」之第（一）項之第 2-(2)點「減緩棲地劣化之微棲地管理措施」（p.109)及其補充說明附錄六（p.139）。
(十) 保育研究科林哲宇技士	
1. 頁 72 圖 29 可顯示 3 處分區歷年殼齡變化，建議可再加入圖 27 之歷年豐度變化趨勢如圖 28，可更了解 3 處分區環文蛤族群變化。另外於內圍區域之環文蛤族群量與齡級結構仍未恢復，有關所建議種源集中試驗，再請評估試驗內容及可行性。	謝謝委員建議，已在圖 29（p.72）增加歷年豐度趨勢圖。目前內圍環文蛤族群結構仍未恢復，故後續還文蛤經營管理建議中提出“納入種源成貝集中試驗”，以加強內圍環文蛤親代密度以利子代成功受精的成功率。
2. 頁 76 圖 31 之龍鬚菜覆蓋面積變化趨勢來看，龍鬚菜於 114 年分布情形有較少情況，除可能因降雨及底質環境等因素，目前保護區內也生長貝克氏鹽草、卵葉鹽草等水生維管束植物，在請協助釐清彼此是否有競爭棲地關係。	謝謝委員建議。藻類與維管束之間可能存在資源的競爭。雖然兩者偏好的棲地不同，龍鬚菜一開始附著於硬底質或螺殼上作為起點，並且開始以 3D 之方式生長，形成複雜的立體結構；貝克氏鹽草、卵葉鹽草等水生維管束植物則直接生長於軟底質上，生長高度固定，但會在 2D 平面上向周邊生長拓殖。不過，兩者皆需要營養鹽和光照，若龍鬚菜已大量繁生成叢，則其下光照不足，會限制鹽藻的生長；而營養鹽部分，目前尚無查到相關研究，無法進行後續推論。
(十一) 張順發處長	
1. 計畫目標仍是黑面琵鷺生態保護區保護利用內容，再請補充說明計畫調查所涉各物種之生態意義及重要性，包含環文蛤、海蜷、龍鬚菜、石蚵等，來應用於濕地明智利用策略內容，及列入開放採捕對環境影響之論述，例如龍鬚菜採捕對水質、底質改善等說明。	謝謝處長建議。已在相關討論章節中，加入相關論述。例如龍鬚菜之採捕對水質和底質改善的可能說明（p.102~104）。
2. 有關水質、底質等環境因子，請補充各參數在生態環境之意義說明，俾利了解這些環境因子與生態相關連結與重要性，並呼應結論與建議事項。	謝謝處長建議。已於材料方法中的水質及底質因子測定方法中，增加相關之補充說明，詳見第 14 至 15 頁。
3. 目前保護區經營管理最有效益方式仍是水體流動改善，來快速帶離外源性例如養殖魚塭水源，後續再請增加論述如何整體改善保護區水體流動之相關策略。	誠如處長之建議與說明。已補充相關經營管理建議，包括建議進行內圍人工潮池和潮溝的恢復或再營造之微棲地改善、持續進行整體保護區水流交換之評估與改善事宜及落實事項，詳見附錄六（p.145）。

4. 針對龍鬚菜、石蚵等開放採捕試驗，後續再請業務承辦單位視試驗成效，與市府農業局聯繫，配合黑面琵鷺野生動物保護區保育計畫修訂，增列開放採捕物種等明智利用項目行為。	謝謝處長建議，謹遵辦理。若有需要將提供相關研究資料及經驗供管處及市府農業局參考。