

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 112 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)

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

受託單位：多樣性生態顧問有限公司

研究主持人：江政人

研究助理：余倖霈、楊沛青、蔡承儒

內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告

中華民國 112 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

摘要	VIII
Abstract	XVI
第一章、緒論	1
第一節、計畫主題與緣起	1
第二節、計畫目標與工作項目	2
第二章、計畫背景及相關研究	1
第一節、計畫範圍	1
第二節、水閘門、水位池	1
第二節、研究地區環境	4
第三節、相關研究	8
第三章、執行方法及過程	18
第一節、調查項目	18
第二節、調查地點與頻度	19
第三節、調查方法	23
第五節、計畫作業時程	37
第四節、資料分析	38
第四章、結果與討論	41
第一節、水域生物	41
第二節、鳥類	58
第三節、生物年間比較	64

第四節、水質調查	84
第五節、菲律賓簾蛤調查	93
第六節、底質調查	97
第七節、慈湖生態推廣課程	105
第五章、結論與建議	122
第一節、結論	122
第二節、管建議理	125
參考資料	129
附錄一 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月魚類(隻)數量表	132
附錄二 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月甲殼類(隻)數量表	135
附錄三 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月螺貝類(ind.m ⁻²)數量表	138
附錄四 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月浮游動物數量表(ind. m ⁻³)	140
附錄五 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月浮游藻類(cells/L)數量表	143
附錄六 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月鳥類(隻)數量表	150
附錄七 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月水質調查結果	154
附錄八 慈湖歷年名錄彙整	156
附錄九 水域樣點照片	163
附錄十 評選委員意見與回覆	164
附錄十一 期中審查委員意見與回覆	169
附錄十二 期末審查委員意見與回覆	174

表目錄

表 2-1 慈湖歷年研究水質整理表.....	10
表 4-1 二項式廣義線性模型比較表.....	94
表 4-2 慈湖水位高程與推算體積表.....	100
表 4-3 慈湖水位高程與有效容量比較表.....	100

圖目錄

圖 1-1 本計畫模式概念圖.....	4
圖 2-1 慈湖範圍.....	2
圖 2-2 慈湖大、小閘門及水位池.....	3
圖 2-3 金門生態氣候圖.....	6
圖 2-4 慈湖水文圖.....	6
圖 2-5 慈湖等深線圖.....	7
圖 2-6 慈湖 2006~2022 年鳥種數、數量月份變化圖.....	16
圖 3-1 水域樣點圖.....	21
圖 3-2 鳥類調查穿越線及樣區圖.....	21
圖 3-3 粒徑調查點位圖.....	22
圖 3-4 淤積速率調查點位圖.....	22
圖 3-5 小型蛇籠.....	25
圖 3-6 水位尺與水位計照片.....	31

圖 3- 7 長石粉調查底質淤積速率圖.....	31
圖 3- 8 作業時程甘特圖.....	37
圖 4- 1 慈湖 2023 年 4 季魚類數量、物種數各樣點比較圖	47
圖 4- 2 慈湖 2023 年 4 季魚類物種組成圖.....	48
圖 4- 3 慈湖 2023 年 4 季魚類 nMDS 結果圖	48
圖 4- 4 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類數量、物種數各樣點比較圖	49
圖 4- 5 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類物種組成圖	49
圖 4- 6 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類 nMDS 結果圖.....	50
圖 4- 7 慈湖 2023 年 4 季螺貝類豐度、物種數各樣點比較圖	51
圖 4- 8 慈湖 2023 年螺貝類物種組成圖.....	51
圖 4- 9 慈湖 2023 年螺貝類 nMDS 結果圖	51
圖 4- 10 慈湖 2023 年 4 季浮游動物數量、種類數各樣點比較圖	52
圖 4- 11 慈湖 2023 年 4 季浮游動物物種組成圖.....	53
圖 4- 12 慈湖 2023 年 4 季浮游動物 nMDS 結果圖.....	54
圖 4- 13 慈湖樣點、外海 2023 年 7 月、10 月浮游動物 nMDS 結果圖.....	54
圖 4- 14 慈湖 2023 年 4 季各樣點浮游藻類數量、種類數比較圖	55
圖 4- 15 慈湖 2023 年 4 季各樣點浮游藻類大類組成圖	56
圖 4- 16 慈湖 2023 年 4 季浮游藻類 nMDS 結果圖.....	57
圖 4- 17 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月各科鳥類數量比較圖	60
圖 4- 18 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月陸鳥鳥種組成	61

圖 4- 19 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月水鳥鳥種組成	61
圖 4- 20 慈湖各科鳥類利用棲地類型比較圖	62
圖 4- 21 慈湖各棲地類型鳥類行為比較圖	63
圖 4- 22 慈湖歷年螺貝類數量、物種組成比較圖	70
圖 4- 23 慈湖歷年螺貝類群聚與水質冗餘分析結果圖	71
圖 4- 24 慈湖歷年螺貝類群聚與底質冗餘分析結果圖	72
圖 4- 25 慈湖 2016 年、2023 年魚類數量、物種組成比較圖	73
圖 4- 26 慈湖 2016 年、2023 年魚類 nMDS 結果圖	74
圖 4- 27 慈湖 2022 年、2023 年蝦蟹類數量、物種組成比較圖	75
圖 4- 28 慈湖 2022 年、2023 年蝦蟹類 nMDS 結果圖	76
圖 4- 29 慈湖 2017 年、2023 年浮游動物豐度、組成比較圖	77
圖 4- 30 慈湖 2017 年、2023 年浮游動物冗餘分析結果圖	78
圖 4- 31 慈湖 2017 年、2023 年浮游藻類豐度、種類比較圖	79
圖 4- 32 慈湖 2017 年、2023 年浮游藻類冗餘分析結果圖	80
圖 4- 33 慈湖鳥類歷年物種數、總隻次比較	81
圖 4- 34 慈湖鳥類 2018~2023 年(1、4、7、10 月)總隻次比較	81
圖 4- 35 慈湖水鳥 2018~2023 年(1、4、7、10 月)隻次比較	82
圖 4- 36 慈湖鳥類 2018~2023 年(1、4、7、10 月)nMDS 圖	82
圖 4- 37 慈湖鳥類 2018~2023 年雁鴨、鷗科、鴿科比較圖	83
圖 4- 38 慈湖 2023 年 1、4、7、10 月現地水質及懸浮固體	88

圖 4- 39 慈湖 2023 年 1、4、7、10 月營養鹽、生化及化學需氧量	89
圖 4- 40 慈湖 2023 年 4 季水質主成分分析結果	90
圖 4- 41 慈湖歷年現地水質、懸浮固體比較圖	91
圖 4- 42 慈湖歷年實驗室水質比較圖.....	92
圖 4- 43 菲律賓簾蛤豐度歷年比較圖.....	95
圖 4- 44 菲律賓簾蛤出現與否廣義線性模型結果	95
圖 4- 45 慈湖底質菲律賓簾蛤出現機率預測結果圖	96
圖 4- 46 慈湖湖區等高線圖.....	101
圖 4- 47 慈湖水位體積關係式.....	101
圖 4- 48 水庫總容量、有效容量、呆容量示意圖	102
圖 4- 49 慈湖不同水位情況下有效容量、容忍降雨量比較圖	102
圖 4- 50 慈湖粒徑中值分布圖.....	103
圖 4- 51 慈湖粉泥黏土含量分布圖.....	104
圖 4- 53 第 2 場慈湖生態推廣課程宣傳海報.....	108
圖 4- 54 第 2 場慈湖生態推廣課程錄取名單.....	109
圖 4- 55 第 1 場生態推廣課程(國小場)活動照.....	110
圖 4- 56 第 1 場生態推廣課程(國小場)鳥類課程學習單成果.....	111
圖 4- 57 第 1 場生態推廣課程(國小場)水域生物課程學習單成果.....	112
圖 4- 58 第 1 場生態推廣課程(國小場)水質課程學習單成果.....	113
圖 4- 59 第 1 場生態推廣課程(國小場)食物網課程學習單成果.....	114

圖 4- 60 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動照.....	115
圖 4- 61 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)鳥類課程學習單成果.....	116
圖 4- 62 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)水域生物課程學習單成果.....	117
圖 4- 63 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)水質課程學習單成果.....	118
圖 4- 64 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)食物網課程學習單成果.....	119
圖 4- 65 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動滿意度問卷.....	120
圖 4- 66 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動滿意度問卷結果.....	121

摘要

關鍵詞：慈湖、鳥類、水域生物、水質調查、生態推廣課程

一、研究緣起

慈湖為金門國家公園區域內的生態熱點之一。在鳥類多樣性的部分，更彰顯慈湖之重要性。慈湖記錄之鳥類物種數、數量常為國家公園區域內最高的棲地。每年秋季至次年春末，大批候鳥遷徙至金門度冬，慈湖內即可見到大批雁鴨、鷗科、鷸科、鴿科等水鳥群聚棲息。其中，又以冬候鳥鸕鶿數量最多，可見慈湖為鳥類的重要棲息地。在遷徙途中，水鳥亦需要覓食、休息，慈湖內豐富水域生物如：魚類、螺貝類、蝦蟹類等水域生物資源，能提供鳥類充足的食物來源。另外，慈湖亦有水獺活動之記錄。顯示慈湖擁有許多重要生態功能，長期生物、環境監測，將有助於慈湖保育策略的擬定。

另外，人類活動與濕地之存亡密不可分，不當人為活動、利用行為皆可能對慈湖之生物多樣性與生態系功能造成極大影響。為推廣慈湖生態保育，宣導濕地重要性、生物多樣性、棲地保存、野生動物生存等重要觀念，應建立慈湖主題之生態推廣課程。藉由辦理相關生態推廣課程活動，讓金門在地民眾透過實際踏查、拜訪濕地認識慈湖生物、環境，能更深刻瞭解慈湖生態系在自然中所扮演的角色，進而引起民眾對土地之情懷，達成自發性保育行為。

二、研究方法及過程

本案為 2 年之延續型計畫，計畫期程為 2023 年~2024 年。每季執行 1 次慈湖鳥類、水域生物、水質等生態調查工作，並進行歷年資料整合分析，瞭解慈湖生物之時間、空間變化。透過長期生態資料的累積可以提出經營管理建議，並檢討後續計畫之調查項目是否有需要新增或調整。在環境教育部分，以歷年調查資料為基礎，編撰 1 套以慈湖為特色之生態推廣課程，並實際辦理 4 場課程(每年 2 場)。

三、重要發現

(一)水域生物

水域生物調查項目包含魚類、蝦蟹類、螺貝類、浮游動物、浮游藻類。2023 年 1、4、7、10 月 4 季調查共記錄魚類 12 科 25 種，螺貝類 10 科 17 種，蝦蟹類 12 科 24 種，浮游動物 25 大類，浮游藻類 62 種，並無發現任何特有種。

魚類、蝦蟹類有相似趨勢，在物種數的部分，皆以靠近閘門處樣點(C1)紀錄物種數最多。可能因靠近閘門，海水交換較佳，有較多物種。群聚分析的部分，則以季節差異較明顯，樣點差異不大。由於魚類、蝦蟹類等習性皆以春夏活動為主，且因其移動性較高，可能導致樣點差異不大。

螺貝類包含腹足類(螺類)及雙殼類(貝類)。在腹足類的部分，除了 C5 樣點以偏好淡水之流紋蜷為主，其他樣點差異不大。雙殼類部分，則以 C2、C3 紀錄物種數較多。本研究以相關分析尋找影響螺貝類之主要環境因子。分析結果顯示底質粒徑對於貝類影響較大。C2、C3 因底質環境為顆粒大、粉泥黏土含量底質，為適合貝類生存之棲地，使其總和螺貝類多樣性較高。

浮游動物季節差異較明顯，樣點差異不大。本研究補充調查慈堤外海浮游動物類群，結果發現與慈湖內樣點相似。顯示慈湖內浮游動物可能主要是從閘門輸入，因此其季節變化、群聚組成受到外海影響大，而與慈湖內環境因子較無相關性。浮游藻類則以東側溝渠樣點有較高之藻類豐度、物種數。由於藻類受到營養鹽影響，東側溝渠為慈湖營養鹽主要收入來源，導致藻類物種數也較多。

(二)鳥類

本研究 1、4、7、10 月 4 季調查共記錄 40 科 122 種鳥類，共計 5,480 隻次。包含 I 級保育類 1 種(黑面琵鷺)，II 級保育類 12 種(環頸雉、小燕鷗、白琵鷺、魚鷹、灰面鵟鷹、赤腹鷹、黑翅鳶、黑鳶、東方鳶、遊隼、大陸畫眉、八哥)，3 種 III 級保育類(紅尾伯勞、大杓鵯、燕鵯)。

(三)生物年間比較

在年間數量比較上，魚類、蝦蟹類、螺貝類均呈現穩定狀態，數量近年皆無顯著差異，且出現種類相似。螺貝類部份，物種組成有年間差異。2016 年因尚外開始閘門操作，淡水輸入影響大，因此東側樣點流紋蜷多。然自 2017 年閘門操作後，海水穩定輸入，東側樣點流紋蜷減少，轉變成以燒酒海蜷、栓海蜷等較為優勢。顯示慈湖整體底棲生物近年已由淡水型轉變成海水型。

浮游動物、浮游藻類則有和 2017 年相比，2023 年豐度減少的狀況。在浮游藻類部分，2017 年營養鹽濃度較高可能是導致浮游藻類豐度較高的原因。在浮游動物的部分，由於本研究發現慈湖之浮游動物主要來自閘門輸入，因此年間差異應與年間外海浮游動物狀況改變有關，而非慈湖本身環境改變所致。

鳥類部分，本研究將近年(2018~2023 年)鳥類資料進行群聚分析，檢視近年鳥類群聚狀況。結果顯示 2018 年鳥類群聚與其他年份(2019~2023 年)有顯著差異，2018 年雁鴨科、鶺鴒科、鴿科與其他年份相比較少。雁鴨科、鶺鴒科、鴿科之增加，與後續年份調查樣區範圍(包含魚塭區)較大有關。整理而言，近年鳥類狀況穩定。

(四)水質調查

現地水質受季節影響大，在慈湖各樣點差異不大。東側溝渠因承接民生污水、農業廢水，為主要慈湖營養鹽、有機質等污染物輸入之主要來源。根據環保署之地面水體分類水質指標，慈湖 1、4、10 月之水質符合丁類，即適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。7 月水質符合戊類，即適用環境保育。造成水質指標較差的原因為懸浮固體、生化需氧量超標。由於慈湖水深淺，懸浮固體容易受到風浪擾動而導致懸浮固體超標。

慈湖水質主成分分析結果顯示，主要影響慈湖水質之主成分為東側溝渠輸入之有機物、營養鹽。因東側溝渠會輸入民生、農業廢水，為慈湖主要水質污染來源。另外，降雨量亦為影響慈湖水質之因子。大量降雨將導致上游營養鹽被沖刷，並從東側溝渠輸入慈湖。

年間水質比較部分，現地水質受到季節變化較明顯，年間並無明顯變化趨勢。營養鹽的部分，2016 年以前時有營養鹽過高，水質狀況不穩的問題。但 2017 年後營養鹽濃度雖有季節變化但無偏高狀況，代表水質狀況穩定。整體來說，自 2017 年開始開門操作後，慈湖水質處於穩定狀態。開啟開門引入海水能達到稀釋營養鹽、穩定水質之效果。

(五)菲律賓簾蛤

慈湖近年有菲律賓簾蛤有數量減少之趨勢。本計畫以底質調查結果建立菲律賓簾蛤出現機率模型，結果指出僅慈湖東側及中間少數區域之底質為適合菲律賓簾蛤生存之棲地，顯示底質改變可能為菲律賓簾蛤減少之主因。另外，本計畫亦發現慈堤外海浮游動物少有二枚貝幼生，顯示新生幼體入添減少可能也是導致菲律賓簾蛤數量減少原因之一。

(六)底質調查

本計畫繪製出慈湖高程圖，整體呈現東側高程較高，西南側最低的情況，地勢與 2018 年相比改變不大。底質粒徑調查結果顯示東側、中間底質粒徑中值較大，屬於粗砂；西北側粒徑屬於細砂，西南側近開門處最小，屬於粉泥。此底質分布顯示慈湖底質受到水開門引進海水時，帶來外海淤泥之影響。顯示慈湖之細顆粒底質如：粉泥、黏土之主要來源應為透過開門操作，引入海水時輸入慈湖。

本計畫以長石粉方法推估慈湖之淤積速率，結果顯示淤積速率介於 0.55~3.59 cm/yr 之間，平均速率 1.59 cm/yr。長石粉僅能調查固定點位之淤積速率，本計畫預計第 2 年再執行 1 次慈湖全面高程測量調查，再透過各底質樣點高程差異，換算慈湖之淤積速率。此方法能更全面瞭解全慈湖之淤積狀況。

(七)慈湖生態推廣課程

本計畫完成 1 套慈湖生態推廣課程編撰，。2023 年已辦理 2 場課程。為達到向下扎根的目的，2 場課程目標年齡層不同。第 1 場教學對象為國小學童，第 2 場則為一

般民眾。透過課程學習單、回饋單等結果，顯示學員參與度高、課程教學成效良好。

四、主要建議事項

立即可行建議

建議一：於大雨、豪雨前，將慈湖水位降低至可控範圍

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

平時慈湖水位之維持，將影響慈湖能滯洪之水量。根據本計畫推算，若降雨前慈湖水位約於第 2 水位池(高程 1.08 m)，能容忍之降雨量約為 71.6 mm。金門氣候乾燥，全年降雨量稀少。若根據 2023 年全年每日降雨量來看，僅 9 月受海葵颱風影響帶來之降雨量超過推算之 71.6 mm 之標準。顯示在大多情況下，若將水位維持於第 2 水位池，已足以應付大多之降雨狀況。

辦法：

若氣象預報將有大雨、豪大雨事件發生，則可根據預測降雨量調整慈湖水位。若將水位降低至第 1 水位池，有效容量為 587,637 m³，容忍降雨量為 85.4 mm；。若以小閘門排水至極限，將水位降低至呆水位(0.63 m)，有效容量為 903,676 m³，容忍降雨量約為 131.3 mm。

本計畫建議可根據預報調整需下降之水位高度，提前將慈湖水位降至目標水位。透過提前調降水位，盡量避免降雨帶來水位暴增之狀況。

建議二：加強取締非法人為採捕菲律賓簾蛤

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

本計畫發現慈湖菲律賓簾蛤數量近年有減少趨勢。根據本研究調查結果，主要原因可能為底質改變、新生幼體入添減少等因素。本計畫 2023 年亦有採集菲律賓簾蛤，顯示慈湖內菲律賓簾蛤數量雖然稀少，但仍有族群存活。

除了上述因素外，人為採捕可能會導致數量減少問題更加劇。林幸助、江政人(2018)建議若 C1、C2 測站之菲律賓簾蛤平均生物量低於 $35.6\sim 56.9\text{ g WW m}^{-2}$ 時，建議應停止採捕。本計畫 2023 年調查之平均生物量為 2.66 g WW m^{-2} ，已低於此建議生物量。

辦法：

金門國家公園區域內雖為全面禁止採捕，但經觀察偶爾可見民眾於慈湖湖區內進行貝類採捕活動。由於每年 9~11 月為慈湖菲律賓簾蛤之主要繁殖期，4~6 月為潛在繁殖期。建議於此段時間內，加強取締非法人為採捕，避免加劇菲律賓簾蛤數量減少的狀況。

中長期建議

建議一：修繕小閘門

主辦單位：金門縣政府建設處

協辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

慈湖排水主要仰賴小閘門進行排水。然根據近年研究指出，可能因小閘門結構問題、潮汐時間等因素，時有排水不及之狀況。本計畫估計目前慈湖總蓄水體積約為 $1,237,082\text{ m}^3$ (蓄水至第 10 水位池)，再以此量推算能容忍之降雨量，並建議能在強降雨前降低水位高度。然若小閘門排水不及，仍可能因為無法即時降低至目標水位而導致水位急遽上升，造成災害。

辦法：

建議針對小閘門排水困難問題進行修繕。根據過去指出，2022 年西站曾有對小閘門進行勘查，結果並無發現小閘門有阻塞狀況。推測排水困難原因可能與涵管內部結構改變有關。建議相關單位可對涵管內部結構再進行詳細勘查，找出小閘門排水困難之原因，以利能達到即時排水之功能。

建議二：每年舉辦 1~2 次慈湖生態推廣課程，推廣保育觀念

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

慈湖除了擁有豐富之生物資源，且周邊亦有適合之環境教育場域。再進行現場勘查後，本計畫已編撰 1 套慈湖特色之生態推廣課程。並透過計畫第 1 年實際辦理 2 場課程成果，報名狀況踴躍、學員反應均佳。

辦法：

為利於推廣慈湖之保育觀念，建議能定期每年辦理 1~2 場生態推廣課程，1 場能與慈湖附近國小合作辦理，達到向下扎根之目的。另 1 場則開放給一般民眾報名，讓金門在地居民都能更認識慈湖，推廣保育觀念。

建議三：定期監測慈湖淤積速率

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

本計畫底質調查結果發現，西南側靠近閘門處之底質為細顆粒之粉泥，與 2018 年相比含砂量減少、粉泥黏土含量增加，顯示淤泥主要來源應為閘門操作，引入海水時帶來之底泥。

淤積為湖泊、濕地無法避免之問題。本計畫將與目前推算之慈湖淤積速率與其他湖泊、濕地比較，結果發現淤積速率相近，顯示慈湖淤積狀況並非特別嚴重。另外，本計畫亦以高程推算目前慈湖可蓄水之有效容量，結果顯示若以小閘門排水至最低水位極限(水位高程 0.63 m)，蓄水體積仍可達 903,676 m³。能容忍之降雨量約為 131.3 mm。以金門乾燥氣候狀況來說，仍足以應付大多之降雨狀況。因此，目前慈湖淤積情況應仍屬可控範圍。

然外來慈湖終究有需面臨清淤狀況之時。本研究目前僅初步推算出湖區整體之淤積速率，但慈湖湖區範圍廣大，若未來要進行清淤可能因範圍過大而導致清淤工程不

易。為了利於未來清淤計畫之擬定，需針對慈湖各區淤積狀況進行更詳細之調查。

辦法：

後續計畫可針對淤積速率進行長期定期監測，並更深入了解慈湖湖區不同區域淤積速率之差異。若在經費、人力有限等之狀況下，才能擬定較有效率之清淤計畫，針對重點淤積較快之區域進行小範圍清淤。

Abstract

Keywords: Ci Lake, bird, fish, aquatic organisms, water quality, environmental education

1. Introduction

Chi Lake is an important habitat for winter migratory birds, especially great cormorant. It is vital to make sure that there are enough food sources and good environment for birds to acquire sufficient energy and have a good rest before migration. Abundant aquatic organisms in Chi Lake can provide food to migratory birds. Thus, the main aim of present study was to conduct long term monitor for aquatic biota and water quality in Chi Lake.

Beside, it is important to promote the concept of environmental protection to local residents. So, designed and conducted environmental education course was also one aim of this study.

2. Research methods

Survey of birds, fish, aquatic organisms(fish, crustaceans, mollusca, zooplankton and phytoplankton) were conducted in every 3 months(January, April, July and October) in 2023. Water quality and sediment parameters were also measured in order to monitor environment of Chi Lake.

3. Important results

Summarizing the results of 4 season surveys, 25 fish species of 12 families, 17 gastropoda and mollusca species of 10 families; 24 crustacean species of 12 families, 25 genera of zooplankton and 62 species of phytoplankton were found in Chi Lake during 2023. Abundance and richness of fish and crustaceans varied with seasons, while gastropoda and mollusca species varied with sampling site. Zooplankton and phytoplankton were more affected by other factors. Comparing between years, our results indicated that abundance was not significantly differed from previous studies and species composition was similar,

suggesting that community of aquatic biota was stable in recent years.

For birds, 122 species of 40 families were recorded in 2023, including many protected and endangered species like black-faced spoonbill. Flat at east side of Chi Lake was frequently used by waders and shorebirds to rest and forage, suggesting that Chi Lake is an important habitat.

Concentration of nutrients and organic matters were higher at site C5 and C7, suggesting that sewage input including agriculture and domestic waste water from eastern side of the lake was main pollution source. Comparing water parameters between years, results showed that nutrient concentration was low in all stations in Chi Lake, suggesting that the water quality is in a stable state since gate operation from 2017. Seawater input can stable salinity and dilute nutrient concentrations.

Abundance of Manila clam in Chi Lake decreased in recent years. We constructed a model and predicted presence probability of Manila clam with sediment data. Our results indicated that average presence probability was less than 10% in Chi Lake now, suggesting that sediment environment might not be suitable for Manila clam. Also, reduction in larval recruitment might be one possible reasons.

We design a Chi Lake featured environmental education course. Two courses were held in June and July. One was for elementary school students and the other one was open to public. According to participants, most of them were satisfied with the course. Feedback were mostly positive indicating that learning effects was good.

For sediments, we measured elevation of Chi Lake. Elevation was higher at east part and lowest in west-south part. There were trends that md and sand content decreased, while silt and clay increased in recent years. One important source of sediment come from seawater input by gate operation, which resulted in drastic change in sediment composition in C1. We also evaluated deposition rate in Chi Lake. The results showed that deposition rate was around

0.55~3.59 cm/yr which was comparable to other studies.

第一章、緒論

第一節、計畫主題與緣起

金門國家公園擁有豐富自然資源。為了能有效執行管理工作、自然保育，過去已委託執行過許多長期生態系監測研究，累積多年豐富生態調查資料。其中，慈湖為國家公園區域內之生態熱點之一。在鳥類多樣性的部分，更彰顯慈湖之重要性。慈湖記錄之鳥類物種數、數量常為國家公園區域內最高之棲地，為金門國家公園名列之最佳賞鳥據點。每年秋季至次年春末，大批候鳥遷徙至金門度冬，慈湖內即可見到大批雁鴨、鷗科、鷸科、鶺鴒科等水鳥群聚棲息，其中以冬候鳥鸕鶿數量最多，可見慈湖為鳥類之重要棲息地。

在遷徙途中，水鳥亦需要覓食、休息，慈湖內之豐富水域生物如魚類、螺貝類、蝦蟹類等生物資源，能提供鳥類充足的食物來源。另外，慈湖過去亦有水獺活動之記錄。這些研究顯示慈湖濕地擁有許多重要生態功能，長期生物、環境監測，將有助於慈湖保育策略之擬定。

根據「慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究」建議，為瞭解慈湖生物與環境之相互關係，應每 3~5 年執行水生動物與水鳥監測，並探討其關聯性。因此，本次計畫調查慈湖之水域生物、鳥類、菲律賓簾蛤及水質環境因子，並與往年調查資料進行比較分析，探討水質與水生動物、鳥類生存之關係，與慈湖環境之年間動態變化。

人類活動與濕地之存亡密不可分，不當之人為活動、利用行為皆可能對慈湖之生物多樣性與生態系功能造成極大影響。為推廣慈湖生態保育，宣導濕地重要性、生物多樣性、棲地保存、野生動物生存等重要觀念，應建立慈湖主題之生態推廣課程。藉由辦理相關生態推廣課程活動，讓金門在地民眾透過實際踏查、拜訪濕地認識慈湖生物、環境，能更深刻瞭解慈湖生態系在自然中所扮演的角色，進而引起民眾對土地之情懷，達成自發性保育行為。

第二節、計畫目標與工作項目

本計畫為期程 2 年之延續型計畫，計畫之模式概念見圖 1。基礎生態調查部分，目標為延續慈湖過去計畫，持續監測水質、生物，並與過往資料進行比較，探討慈湖之時空動態變化。透過長期生態資料的累積可以提出經營管理建議，並檢討後續計畫之調查項目是否有需要新增或調整。

本計畫之主要目標為建立慈湖長期生態資料，瞭解生物群聚之年間變異。年間變異可能會受到調查方法、樣點、努力量等不同影響。若想精確比較年間變異，需盡量減少研究間之變異。慈湖過去累積許多調查資料，然礙於調查方法、樣點等差異，許多研究間都無法相互比較。使年間變異無法比較，著實相當可惜。且若無法比較年間變異，可能導致生物減少而無法及時發現。為達到年間生物比較之目的，本計畫調查方法上盡量採用和先前研究相同的方法、樣點(林幸助、江政人，2018；江政人，2022)，以利後續資料分析、比較，才能看出較準確之年間變化趨勢。

在環境教育部分，慈湖已累積多年生態調查資料，擁有豐富的生物資源及良好的生態教育條件，然目前仍缺乏慈湖主題之生態推廣課程。因此，本計畫目標為開發 1 套以慈湖在地化之生態推廣課程，將歷年調查成果融入生態課程，編撰慈湖主題之生態推廣課程。

本案為 2 年(2023~2024 年)計畫，工作項目與其預期目標羅列如下：

壹、生物調查

進行魚類、螺貝類、蝦蟹類、鳥類、浮游動物、浮游藻類等類群之調查，每季監測 1 次，2023~2024 年共計 8 次。研究浮游藻類、鳥類、魚類、螺貝類、蝦蟹類、浮游動物等生物類群，並與往年調查資料進行分析比較，瞭解慈湖鳥類及水生生物之動態變化。

貳、水質調查

監測水溫、溶氧、酸鹼值、鹽度、導電度、濁度、懸浮固體、硝酸鹽氮、亞硝酸

鹽氮、氨氮、正磷酸鹽、生化需氧量及化學需氧量等濃度，每季監測 1 次，2023~2024 年共計 8 次。研究水質狀況，並與往年調查資料進行比較分析，瞭解慈湖水質之年間動態變化。

參、菲律賓簾蛤調查

監測菲律賓簾蛤數量及體型調查，每季監測 1 次，2023~2024 年共計 8 次，並與往年資料進行比較分析，瞭解其與往年調查資料之動態變化。

肆、慈湖生態推廣課程

辦理慈湖生態推廣課程，針對金門在地民眾進行慈湖生態環境認識及保育觀念宣導，2023~2024 年各 2 場次，共 4 場。透過生態推廣課程與活動宣導，能讓學員更深入認識自己的家鄉環境，關心自己生活的土地，培養愛鄉土的情懷。並能提升在地民眾對於慈湖之保育觀念，學會珍惜慈湖的環境、生物資源，養成保護自然環境之責任心。

伍、調查資料納入資料庫

將本計畫基礎生物及環境調查資料納入臺灣國家公園生物多樣性資料庫及濕地環境資料庫。

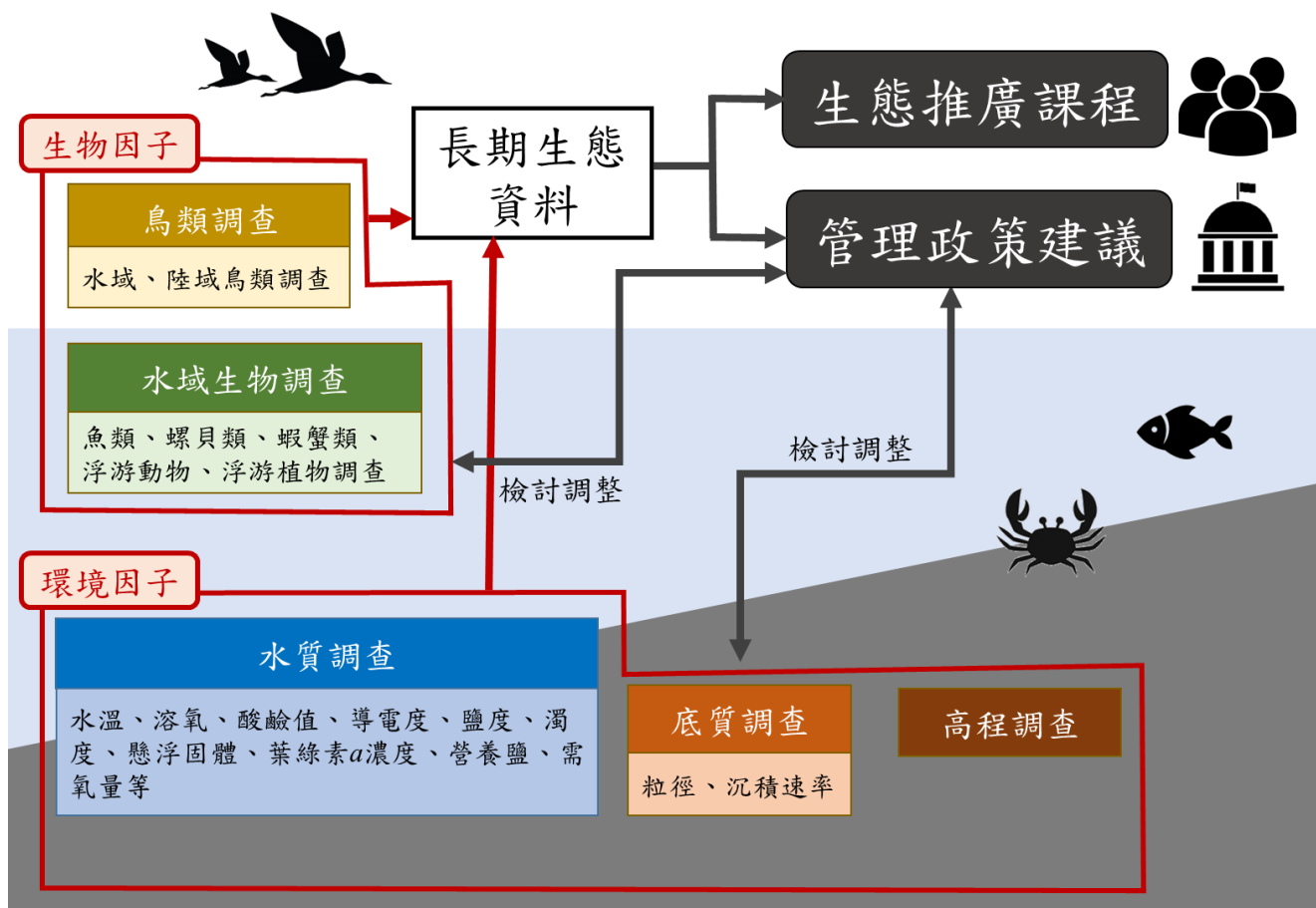


圖 1-1 本計畫模式概念圖

第二章、計畫背景及相關研究

第一節、計畫範圍

慈湖位於金門國家公園範圍內，行政區域屬金門縣金寧鄉(圖 2-1)。慈湖原為雙鯉湖逕流注海之出海口，潮退灘露，屬於沿海潟湖濕地。在 1969 年因軍事目的而圍海築堤後，成為現今之半淡鹹水湖，同時改名為慈湖。慈湖西側為慈堤，堤長 550 m 並於南端設有大、小水閘門，可以根據潮汐控管海水進、出慈湖。東側有 2 條淡水溝渠輸入。慈湖旁棲地類型多樣，有魚塭、沼澤、旱田、灌叢、樹林等。

第二節、水閘門、水位池

慈湖水閘門共有 2 處，分別為大閘門和小閘門(圖 2-2)。大閘門位於慈堤上，共有 3 個閘門口。鄰近大閘門處有 10 個水位池，編號第 1~10 號。小閘門則位於慈堤外與外海相連之通道(圖 2-2)，小閘門地底下方有 1 涵管(直徑 80 cm)，也是小閘門於慈湖之出入水口。

由於大閘門高程較高，因此僅在漲潮潮高高於閘門高程(1.47 m)時，海水才會由大閘門流入慈湖。因此大多時間，大閘門僅有入水功能。小閘門之開啟高度可以控制下方涵管之排水量，開啟高度越高，排水量越大。小閘門高程較低(0.63 m)，漲潮時海水可透過下方涵管進入慈湖，退潮時則會由涵管流出慈湖，因此小閘門可同時有入水及排水的功能。水位池的部分，第 10 水位池緊鄰大閘門，高程最高(1.47 m)，之後隨編號遞減高程也逐漸降低。因此，當水深到達之池號越高，代表慈湖水位高度也越高。透過觀察水位達之池號，能方便管理員快速判讀慈湖水位高低。



圖 2- 1 慈湖範圍



圖 2-2 慈湖大、小閘門及水位池

第二節、研究地區環境

壹、歷史由來

慈湖位於金門西北角之古寧頭區。根據史料記載，慈湖原為開放潟湖，後於 1969 年因軍事防務及民生交通需求，開始進行築堤工程。工程歷經數數月，動員數千人，才於 1970 年 2 月 14 日正式封口，形成慈湖。

壹、氣候

金門屬於副熱帶海洋氣候，依據中央氣象局金門氣象站記錄資料(2004 年 1 月~2022 年 10 月)，本區域年累積降雨量為 1,009.6 mm，最冷月 1 月均溫為攝氏 13.4°C，最暖月 7 月均溫為攝氏 28.6°C，年均溫為攝氏 21.4°C。全年降雨量稀少，多低於 1,000 mm，潮濕期為 1~9 月、11~12 月，其中 4~9 月為特潮期；乾季則為 10 月(圖 2-3)。

貳、水文

一、淡水

慈湖之主要淡水來源為東北側、東南側 2 條渠道(圖 2-4)。東北側渠道連接於雙鯉湖，東南側有養殖水渠，2 渠道接承接來自鄰近聚落之生活污水。鄰近聚落之污水，進入古寧頭污水處理廠處理之後，透過慈湖東北水道排入慈湖中(林幸助、江政人，2018)。

二、海水

慈湖之海水主要來源為慈堤南側之防潮閘門(圖 2-4)。防潮閘門共有 2 處，分別為大、小閘門。大閘門高程較高，因此當閘門開啟時，僅在高潮高於閘門高程時海水才會流入。小閘門位於慈堤外與外海相連之通道，下方有 1 涵管連接慈湖與外海。小閘門高程較低，當閘門開啟時漲潮海水可透過下方涵管進入慈湖，退潮流出。但近年因施作閘門工程，小閘門有閉合不實之情況，導致即使在閘門全關時仍會有水流進出。

參、地質及地形

慈湖地質為現代淤積物之古期沖積泥沙、泥炭與碳質粘土及沙丘，西南側小部分區域則屬紅土層(內政部營建署，2017)。地形方面，從前人調查結果來看，慈湖歷年地形起伏改變不大。根據 1997 年陳章波等人之調查結果，其慈湖深度東西分布不均，相對深度以東半側較淺，水深 1.00 m 以內，湖區中央、西側平均水深較深約 1.20 m。至林幸助、江政人(2018)近年調查結果與陳章波(1997)相似，慈湖平均水深 0.80 m，由東北往西南側漸深(圖 2-5)。

肆、漁業活動

慈湖之漁業活動可以分為 5 個階段。第 1 階段為築堤前(1969 年以前)，慈湖尚未形成。此時石條式養殖牡蠣為主；第 2 階段開始慈湖已形成(1969~1984 年)，漁民開始和縣府承租進行捕魚、養殖活動。第 3 階段改由金門縣漁會經營(1984~1991 年)，捕撈與養殖模式與第 2 階段相似。於此段期間，有大量走私的海瓜子被倒入慈湖，此後即自然繁殖。第 4 階段(1991~1995 年)改由金寧鄉公所管理水閘門，以防洪調節水位控制為主。第 5 階段則為納入金門國家公園範圍至今(1995 年~)，慈湖劃設為特別景觀區。雖根據國家公園法，區域內部不得從事捕採活動，但仍可見居民進入慈湖從事釣魚、耙貝等活動(翁自保等人，2012)。

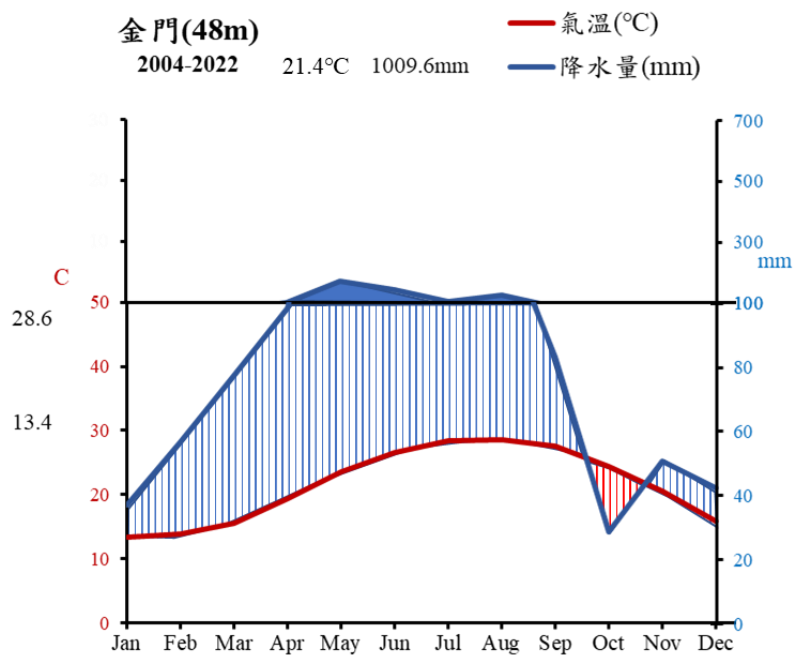


圖 2-3 金門生態氣候圖



圖 2-4 慈湖水文圖(江政人，2022)

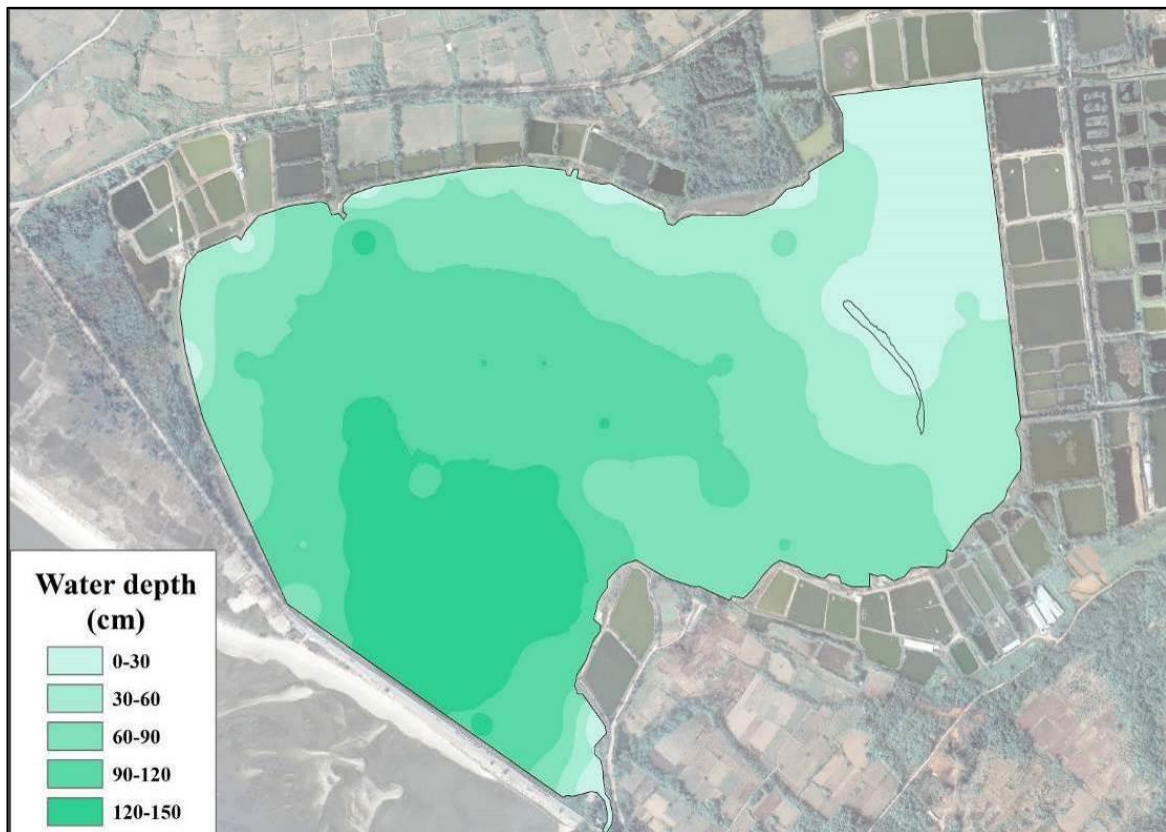


圖 2- 5 慈湖等深線圖(林幸助、江政人，2018)

第三節、相關研究

壹、環境因子

一、水質

慈湖過去水質調查研究包含孟培傑(2002)；邱郁文(2015)、林幸助、江政人(2018)；江政人(2022)等。慈湖歷年水質狀況總整理見表 2-1。

在現地水質參數方面，慈湖平均水溫介於 11.30~39.80℃，溶氧介於 1.80~28.10 mg/L 之間，pH 值 7.10~9.55，平均鹽度 0.40~41.90，導電度介於 2.10~62.80 mS/cm，濁度介於 0.00~91.00 NTU。實驗室檢測水質參數結果，懸浮固體介於 26.00~973.20 mg/L，磷酸磷 0.01~2.15 mg/L，硝酸鹽氮 0.00~7.72 mg/L，氨氮 0.00~12.46 mg/L，葉綠素 *a* 介於 0.00~838.30 mg/L 之間。生化需氧量介於 0.40~19.00 mg/L，化學需氧量介於 11.60~250.00 mg/L 之間。

由於歷年檢測水質項目、樣點不同，江政人(2022)統整比較水質調查項目相同之 2016~2022 年資料發現，影響歷年慈湖水質之主要成分為鹽度、營養鹽。2017 年閘門操作前，水質鹽度低，營養鹽濃度高。自 2017 年閘門操作後水質有逐漸改善趨勢，鹽度升高，營養鹽濃度降低。慈湖東側溝渠因為有農業廢水、民生污水等輸入，因此有營養鹽偏高、水質優養化的趨勢。2017 年後，因閘門操作增加海水交換，有助於稀釋東側輸入之營養鹽，改善慈湖水質。

二、底質

慈湖過去底質調查包含：陳章波(1997)；林幸助、江政人(2018)；江政人(2022)。本計畫比較歷年結果發現慈湖底質變動大。根據陳章波(1997)慈湖底棲生態調查報告指出，慈湖淤積物粒徑大小呈東粗西細。以湖中央、東半側較粗，為砂質性底質，往周圍越細。西北側、西南側最細，為泥質底質。然到林幸助、江政人(2018)卻發現西區底質轉以砂質為主，粉泥量低；中區屬於細砂、中等粗砂；東區則以泥質為主，粉泥量高。江政人(2022)底質調查趨勢雖與林幸助、江政人(2018)相似，但亦指出最靠近閘

門之樣點 C1，有底質粒徑變小，粉泥黏土含量提高之趨勢。

這些結果顯示慈湖底質自 1997 年以來經歷極大轉變，底質分布狀況已與從前大不相同。可能原因與東側淡水溝渠、閘門操作有關。因慈湖東側靠近淡水溝渠，淤泥可能自溝渠輸入後淤積於慈湖內。另外，江政人(2022)亦指出閘門操作帶入之淤泥亦可能為改變底質之原因。

表 2- 1 慈湖歷年研究水質整理表

檢測項目	2022	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2007	2002
水溫(°C)	14.0~37.6	12.7~39.8	11.4~35.2	11.3~34.1	15.6~21.5	14.6~35.2	22.4~27.2		18.3~28.2
溶氧(mg/L)	2.50~11.21	3.94~13.22	3.26~8.90	2.5~6.1	15.8~28.1	1.8~20.2	5.9~7.3		3.3~11.2
酸鹼值	7.84~9.55	7.60~9.41	7.74~9.17	7.11~8.58	7.65~8.63	7.37~9.22	8.21~8.55	7.83~8.54	7.31~8.64
鹽度	1.51~41.9	21.6~34.9	1.0~38.6	6.8~28.7	11.0~34.0	7.0~40.0	24.0~35.0		0.4~31.8
導電度(mS/cm)	2.85~62.80	34.4~53.0	2.1~57.7	15.9~47.0					
懸浮固體(mg/L)	24.2~973.2	26.4~281.5	46.9~252.3	37.5~253.0					26.0~105.0
濁度(NTU)	0.00~76.71	0.00~47.20	5.1~91.0	5.9~61.0					
水中顆粒性有機質(mg/L)	4.8~249.6	4.5~50.0	11.9~44.4	9.6~44.5					
葉綠素 <i>a</i> (mg/m ³)	48.34~838.3	0.6~193.7	0.00~123.7	0.07~26.38	0.20~5.35	3.30~219.58			0.96~23.40
硝酸鹽(mg/L)	0.00~2.96	0.03~1.20	0.04~3.88	0.05~7.72	0.00~0.03	0.00~0.07		0.00	0.01~0.51
氨氮(mg/L)	0.02~0.42	0.02~0.73	0.01~0.60	0.00~0.81	0.80~3.28	0.18~3.99		0.00	0.06~12.46
正磷酸鹽(mg/L)	0.03~1.49	0.07~0.70	0.01~2.15	0.03~1.22	0.08~1.83	0.19~0.79			0.01~3.74
生化需氧量(mg/L)	2.6~17.2	2.0~14.1	3.0~19.0	3.7~11.2	1.9~7.2	3.0~7.6			0.4~8.6
化學需氧量(mg/L)	11.6~55.6	15.9~81.6	14.0~84.7	16.5~26.5	40.0~96.0	35.0~250.0			

貳、基礎生態研究

慈湖過去生態研究豐富，調查項目眾多。本計畫整理過去研究與本計畫相關之生物類別重要結果。動物包含魚類、底棲動物(螺貝類、蝦蟹類、多毛類、其他)、浮游動物、鳥類；基礎生產者含大型藻類、浮游藻類。

一、水域生物

(一)魚類

陳義雄(2001)於慈湖共記錄魚類 18 科 29 種；翁自保等(2012)共記錄 19 科 21 種；邱郁文(2015)共記錄 13 科 28 種；林幸助、江政人(2018)共記錄 11 科 22 種。

整體而言，慈湖魚類以斑尾刺鰕虎為最優勢物種，其他優勢種包含吉利非鯽、布魯雙邊魚等。物種數、豐富度均有明顯季節變異趨勢，以夏季、秋季較高，春季、冬季較低。在樣點比較間，東側樣點(C4、C5、C7)記錄較多小型魚類，如布魯雙邊魚、吉利非鯽幼魚及鰻科幼魚等(林幸助、江政人，2018)。由於東側鄰近淡水溝渠，輸入營養鹽多，食物來源可能也較多，因而導致小型魚類數量較高。群集分析部分，因各樣點皆以斑尾刺鰕虎最為優勢，因此魚類組成無顯著分群(林幸助、江政人，2018)。

(二)螺貝類

邱郁文(2015)調查慈湖底棲動物共發現 16 科 32 種螺貝類；林幸助、江政人(2018)共記錄 13 科 23 種螺貝類；江政人(2022)共記錄 11 科 20 種螺貝類。

根據江政人(2022)指出，在螺貝類數量比較部分，2016~2022 年數量並無顯著差異。但螺貝類群聚組成在 2017 年開始開門操作前、後有顯著差異。開門操作前近開門樣點受海水影響大，因此以海水型螺類如燒酒海蜷較優勢，東側樣點(C5~C7)則受到淡水影響大，以淡水螺流紋蜷最為優勢。但自 2017 年開始開門操作後，東側樣點(C5~C7)則受淡水影響漸弱，慈湖整體鹽度提高，因此皆轉為以海水型螺類為主。在雙殼類的部分，月光唱片蛤、歪簾蛤、臺灣環簾蛤數量穩定，菲律賓簾蛤則有數量下降趨勢(江政人，2022)。

(三)蝦蟹類

邱郁文(2015)共記錄 10 科 20 種；林幸助、江政人(2018)共記錄 8 科 24 種蝦蟹類；江政人(2022)共記錄 8 科 15 種蝦蟹類。其中以東方白蝦、字紋弓蟹、中國對蝦與側足厚蟹最為優勢。

相關分析結果顯示，蝦蟹類數量與底質有機質、粉泥黏土含量、生化需氧量、營養鹽等呈現正相關，可見慈湖之蝦蟹類偏好有機質、營養豐富之泥質環境，故多分布於慈湖東側。寄居蟹之數量與底質有關，較偏好砂底質環境，故多分布於慈湖西側(林幸助、江政人，2018；江政人，2022)。

(四)多毛類

陳章波(1997)共記錄 14 科；邱郁文(2015)共記錄 9 科；林幸助、江政人(2018)共記錄 5 科；江政人(2022)共記錄 6 科。記錄科別包含沙蠶科、海蛹科、歐努菲蟲科、纓鰓蟲科、索沙蠶科等。不同年間優勢類別不同，陳章波(1997)豐度最高為海稚蟲科，邱郁文(2015)、林幸助、江政人(2018)、江政人(2022)則以沙蠶科最為優勢。

(五)其他底棲無脊椎動物

陳章波(1997)記錄其他底棲無脊椎動物包含：端腳類、帚蟲動物、海鞘、蛭、貧毛類、紐形動物等。邱郁文(2015)亦曾於慈湖進行全面之底棲動物調查，然該研究並無除了螺貝類、蝦蟹類、多毛類外之底棲動物紀錄。林幸助、江政人(2018)於 2018 年執行過 4 季之水母、頭足類調查。該研究紀錄之物種包含端鞭水母、中國小孔蛸。端鞭水母屬於季節性大量出現，中國小孔蛸則出現數量少。

(六)浮游動物

林幸助、江政人(2018)共記錄浮游動物 27 類，其中以劍水蚤(37%)及橈足類幼生(33%)較為優勢。季節比較間以春季、夏季浮游動物數量較高。樣點間則以 C3~C8 高於 C1、C2。群聚分析顯示慈湖之浮游動物大致上以季節分群，2017 年 2 月之橈足類幼生、纖毛蟲與異足類數量遠少於其他季節，且輪蟲數量相對較高，使之與其他季節

明顯分群。由於 2017 年 2 月為閘門開始操作初期，淡水影響仍較大，因此仍以淡水物種輪蟲較為優勢，之後則因閘門操作海水影響漸增，轉以橈足類為主。

(七)大型藻類

林幸助、江政人(2018)於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成共 4 季之慈湖大型藻類調查。該研究共記錄 6 科 7 種大型藻類，包含：綠藻植物門 4 種，紅藻植物門 2 種，褐藻植物門 1 種。慈湖大型藻類數量在各季節不同，以冬季、春季生物量較高，夏季、秋季因非大型藻類生長季，因此覆蓋度較低。另外，各測站之優勢種亦不同。由於大型藻類分布受到底質類型影響大，因此石蓴、雙叉松藻等需附著於穩固基質如大型石塊、木頭上之藻類僅分布於石塊較多之 C1。腸石髮多附著於螺殼、貝殼、碎石上，因此多分布於底質細砂多之 C2、C3。C5~C8 等水流緩、底質較泥之測站，則以墊狀剛毛藻為主，形成大面積之藻塊。整體來說，因慈湖之大型藻類多附著於體積小之基質上，如螺貝殼、碎石等，導致其分布易受水流、風力、波浪等物理因子影響而改變。

(八)浮游藻類

林幸助、江政人(2018)於慈湖共記錄浮游藻類 46 屬，包含：藍綠藻 10 屬、綠藻 14 屬、矽藻 19 屬、甲藻 1 屬及裸藻 2 屬。優勢種以平裂藻屬、菱形藻屬、舟形藻屬、海線藻屬、扁藻屬為主。浮游藻類數量介於 $0.3 \times 10^7 \sim 3.1 \times 10^8$ cells/mL，數量趨勢與水中葉綠素 *a* 濃度相似。藻類組成有季節變異，冬季(2 月)以平裂藻屬最為優勢，春季(5 月)以菱形藻屬、舟形藻屬較優勢，夏季(8 月)則以海線藻屬、平裂藻屬較優勢，秋季(11 月)以菱形藻屬、扁藻屬最為優勢。樣點比較間以慈湖東側樣點 C5~C8 浮游藻類數量高於西側樣點 C1~C3，應與東側有淡水輸入，使營養鹽較豐富有關。

二、鳥類

慈湖鳥類資源極為豐富，每年秋冬吸引眾多遷徙性水鳥來此渡冬或過境。根據丁宗蘇(2019)之鳥類熱點分析、莊曜陽等(2022)之重要物種監測，亦指出慈湖為金門鳥類熱點。由於其重要之鳥類資源，歷年調查資料豐富，如：劉小如(1999、2004)；許育誠、劉小如(2010)；莊西進、許永面(2002、2003、2009、2012)；莊西進等(2004、2010、2011、2019)；顏重威等(2005)；莊西進、周志強(2006)；盧堅富(2009)；林良恭(2015)；林幸助、江政人(2018)；丁宗蘇(2019)；莊曜陽等(2022)等。

另外，由於慈湖每年都有大量鷗鷺前來度冬。因此，為避免鷗鷺過高數量而影響整體鳥類數量趨勢，鳥種數、數量資料為排除鷗鷺數量之結果。

(一)鳥種數、數量

由於不同研究之調查人員、時間、路線各有不同，較難將所有研究直接進行比較。慈湖較完整之鳥類調查為金門國家公園環境長期監測(一)~(六)、99~101、108、111年度金門國家公園環境長期監測及慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究之研究。最近期研究來自2022年(莊曜陽等，2022)，該團隊自2006年起即持續對慈湖樣區進行鳥類調查。根據其研究指出，整體來說，有近年慈湖鳥種數、數量逐漸增加的趨勢。2022年達到歷年最高紀錄之163種、總鳥口數19,336隻次(圖2-6)。另外，慈湖之鳥類資源有明顯季節變化趨勢。每年春過境、秋過境為鳥類遷徙季節，記錄到之物種數也較多。春過境約3~5月，鳥種數約60~70種；6~8月為慈湖鳥類淡季，約40~60種左右；9~12月為鳥類度冬、遷徙過境的月份，因此記錄鳥類物種數也高，約70~100種。

數量部分，根據莊曜陽等(2022)結果發現數量與物種數有相同趨勢，亦有逐年增加的趨勢。季節變化部分，同樣以秋季、冬季最多。1月約1,000隻次上下，其後開始遞減，至夏季6~7月降到最低。8月開始數量逐月增加，常於11~12月達到最高峰，約2,000~2,500隻左右。

(二)鳥類群聚

鳥類群聚受到春過境、秋過境等影響，亦隨季節變化大。秋冬季(12月~3月)以冬候鳥鸕鶿數量最多最為優勢，其他優勢種包含東方環頸鴿、花嘴鴨、赤頸鴨、黑腹燕鷗等。其後因雁鴨科等水鳥陸續離境北返，春季(4~6月)優勢鳥種為栗喉蜂虎、八哥，水鳥有小燕鷗、黑腹燕鷗等。夏季(7~10月)則以八哥、花嘴鴨、小鸕鶿、小白鷺、紅鳩、珠頸斑鳩等鳥類最為常見(林幸助、江政人，2018；莊西進等，2019；莊曜陽等，2022)。

在保育鳥種方面，過去調查記錄過多種保育類鳥類。包含I級保育類之黑面琵鷺、白肩鵬；II級保育類之遊隼、鴛鴦、環頸雉、唐白鷺、白琵鷺、魚鷹、黑翅鳶、花鵬、東方澤鳶、日本松雀鷹、鳶、黑嘴鷗、小燕鷗、紅隼、大陸畫眉、八哥等；III級保育類有燕鴿、大杓鷗、紅尾伯勞等(林幸助、江政人，2018；莊西進等，2019)。

(三)棲地利用

鳥類利用最頻繁之區域為慈湖周邊漁塭、木麻黃林及堤外淺灘，水域區域則較少被利用(20%)。最常被鳥類利用之水域區域為東側水深最淺之沙洲處，最常利用之物種為赤頸鴨、花嘴鴨、大白鷺。不同科別鳥類利用水域行為不同，整體來說以覓食(52%)為主，休息(40%)次之。覓食者包含長腳鷗科、鸕鶿科、秧雞科、鴿科、鵲科、隼科、鵲科等鳥類；休息者包含雁鴨科、鷺科、鷗科、鸕鶿科、鸕鶿、鵲科及鷹科等鳥類(林幸助、江政人，2018)。

(四)鸕鶿

在慈湖遷徙性水鳥中，鸕鶿數量最多。鸕鶿分布於歐、亞大陸及非洲東岸，為大型海鳥，有群聚之習性。目前鸕鶿於金門地區有數處夜棲地，包含慈湖、太湖、金龜山等。其中，慈湖為其最大之夜棲地，以慈湖北側魚塭區夾雜之木麻黃林是鸕鶿主要的棲木。由於其重要性，慈湖自2002年起穩定進行鸕鶿數量調查，如：歷年金門國家公園環境長期監測及丁宗蘇(2006、2021)。

統整歷年結果，慈湖之鷗鷺族群數量月份變化穩定，以 1 月、2 月為其數量高峰期。3 月之後有部分小族群陸續北返，通常於 4 月上旬全部離境。從整體慈湖族群數量來看，則有逐年增加的趨勢。從 2002 年月平均數量約僅有 4,500 隻左右(莊西進、許永面，2002)開始逐年穩定增加，2003~2005 年約 7,000~9,000 隻，2006 以後超過 10,000 隻以上。然而丁宗蘇(2021)發現 2020 年 1 月~4 月鷗鷺數量和其他年份相比有減少的趨勢，推測因為廈門市政府近年積極改善杏林灣水庫及園林博覽苑周邊的棲息環境，並在 2017 年建設水庫中隔離的湖心島後，漸漸吸引鷗鷺夜棲，使金門不再是金廈地區鷗鷺唯一的夜棲地。另外，2020~2021 年金門降雨減少，使許多魚塭或湖庫都乾涸，可能也會對需要水域環境生活的鷗鷺造成影響。

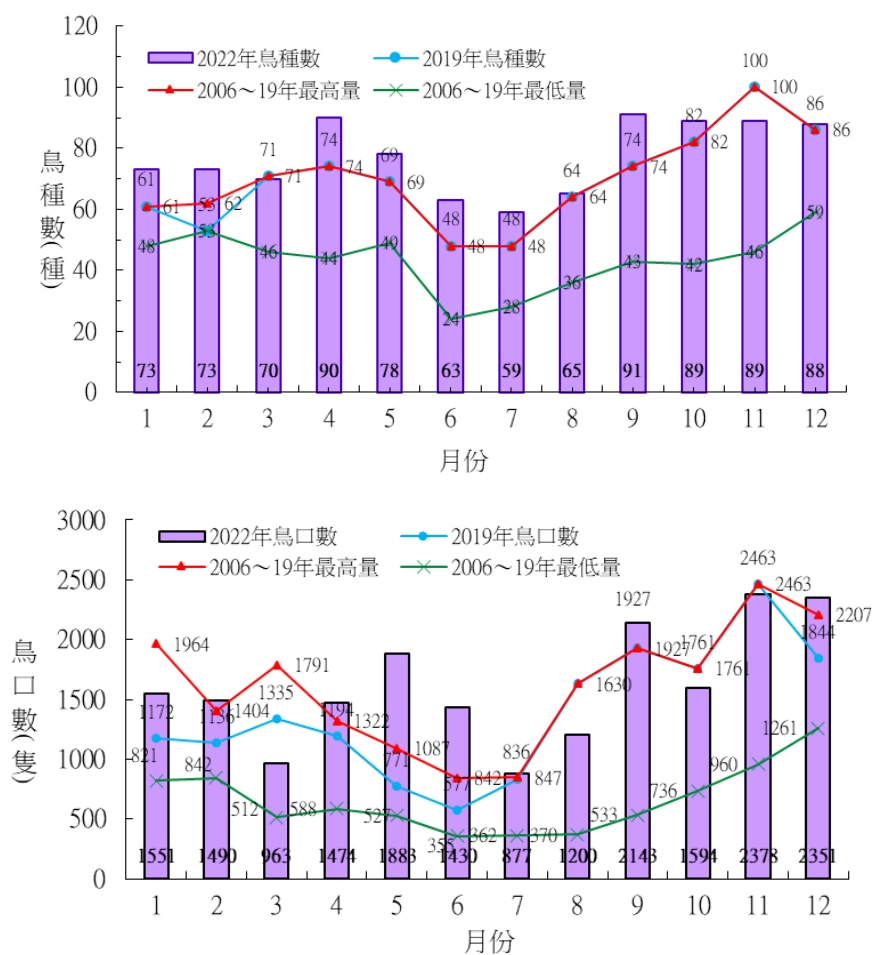


圖 2- 6 慈湖 2006~2022 年鳥種數、數量月份變化圖(莊西進、許永面，2022)

三、菲律賓簾蛤

(一)族群量

慈湖過去(約民國 80 年)曾從中國大陸走私大量雙殼貝類傾倒於慈湖內，包含臺灣環簾蛤、花簾蛤(*Ruditapes* spp.)等。後來自然繁殖，成為慈湖之重要經濟性物種。其中菲律賓簾蛤為慈湖主要漁獲對象之一，尤其以每年 4~9 月為漁民主要採捕季節。

在族群量部分，江政人(2022)比較 2016~2022 年之菲律賓簾蛤族群量發現，慈湖整體族群量年間變異大，2016 年、2018 年族群量較高，2017 年次之，2022 年最少。菲律賓簾蛤數量有明顯季節變異，以 5 月最高，6~8 月之後數量就會急速下降，到隔年 3~4 月數量才會開始回升。樣點比較間以靠近閘門處 C1、C2 數量最高，C3 次之，其餘樣點則數量皆低。

影響菲律賓簾蛤族群之環境因素眾多，包含底質、水質等因素皆可能影響其族群量。根據江政人(2022)指出，由於菲律賓簾蛤偏好底質較粗之砂質環境，近年菲律賓簾蛤數量下降原因可能主要來自底質淤積。另外，人為採捕可能也是導致其數量減少的原因。

(二)形質調查

形質調查部分，林幸助、江政人(2018)建立慈湖之菲律賓簾蛤殼長濕重方程式。並計算出慈湖之菲律賓簾蛤 1 齡殼長為 25.72 mm，2 齡殼長為 39.96 mm，3 齡殼長為 48.80 mm，濕重分別為 2.81、11.80、20.66 g。

(三)肥滿度

肥滿度指數可以作為菲律賓簾蛤釋卵期之判斷依據。林幸助、江政人(2018)指出慈湖菲律賓簾蛤之肥滿度指數介於 6.2~12.2%，有顯著季節變異。2016 年 4~6 月肥滿度顯著下降，至 6~7 月顯著大幅上升後，緩慢成長至 9~10 月再次驟降，10~12 月肥滿度無顯著差異，並於 1 月起再次成長。顯示 9~11 月為慈湖菲律賓簾蛤主要繁殖期，4~6 月則為潛在繁殖期。

第三章、執行方法及過程

第一節、調查項目

壹、生物調查

生物調查包含水域生物、鳥類調查 2 大項。水域生物包含魚類、螺貝類、蝦蟹類、浮游動物、浮游藻類；鳥類調查包含水域、陸域鳥類。

貳、水質調查

為了與歷年之水質資料進行比較，瞭解水質改善之成效，本計畫調查與先前研究相同之水質因子。現場檢測項目包含：水溫(temp.)、溶氧(DO)、酸鹼值(pH)、導電度(EC)、鹽度(Salinity)、濁度(Turbidity)、葉綠素 a 濃度(Chl *a*)等 7 大項。實驗室檢測項目包含：懸浮固體(SS)、硝酸鹽氮(NO_3^- -N)、亞硝酸鹽氮(NO_2^- -N)、氨氮(NH_4^+ -N)、正磷酸鹽(PO_4^{3-})、生化需氧量(BOD_5)、化學需氧量(COD)等 7 項，全部共計 14 項。

參、菲律賓簾蛤調查

包含菲律賓簾蛤數量、體型調查等 2 項調查。

肆、底質調查

底質調查部分，包含底質粒徑、淤積速率、高程等 3 項調查。本計畫回顧過往資料發現，慈湖近年有淤積之趨勢。因此，進行慈湖粒徑及淤積速率調查。另外，過去雖然有水深調查，但缺乏實際高程資料，因此本計畫進行底質調查時亦進行高程調查。透過上述底質調查可以瞭解慈湖近年淤積狀況、地形變化、底質變化等，並提供管理單位相關建議。

伍、慈湖生態推廣課程

包含課程設計、實際執行 2 項。統整過去計畫及本計畫之生態調查資料，設計以慈湖在地主題之生態推廣課程，並實際辦理推廣活動。

第二節、調查地點與頻度

本計畫依據調查項目之性質，規劃各項之調查地點、頻度。為了瞭解時間之動態變化，若為與歷年研究相同之調查項目，如生物調查、水質調查等，本研究之調查地點皆延續 2013~2022 年之調查樣點(邱郁文，2015；林幸助、江政人，2018；江政人，2022)，以利後續比較分析。

以下分別說明各項調查項目之調查地點、頻度。

壹、生物調查

一、水域生物

於慈湖各水域樣點 C1~C8 測站(圖 3- 1)採集浮游藻類、魚類、螺貝類、蝦蟹類、浮游動物。為瞭解季節變化，調查頻度為計畫期間內每季進行 1 次調查。本計畫於 2023 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)各進行 1 次採樣，共計 4 次。

二、鳥類

於慈湖周邊以穿越線、樣區法調查水域、陸域鳥類(圖 3-2)。為瞭解季節變化，調查頻度為計畫期間內每季進行 1 次調查。每次調查日間、夜間各進行 1 次。本計畫 2023 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)各進行 1 次調查，共計 4 次。

貳、水質調查

於各水域樣點(C1~C8)進行水質調查。調查頻度為計畫期間內每季進行 1 次調查。本計畫 2023 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)各進行 1 次採樣，共計 4 次。

參、菲律賓簾蛤調查

於 C1~C8 各水域樣點進行菲律賓簾蛤調查。採樣頻度為計畫期間內每季進行 1 次調查。本計畫 2023 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)各進行 1 次採

樣，共計 4 次。

肆、底質調查

一、粒徑調查

雖然林幸助、江政人(2018)、江政人(2022)過去曾於 C1~C8 進行底質粒徑調查。然本計畫發現自 1997 年~2016 年、2017 年開始閘門操作後，慈湖底質狀況已改變。僅調查 C1~C8 對慈湖整體之底質狀況瞭解較為有限。因此，本計畫進行全慈湖之系統性底質採樣。方法為將慈湖以 $100 \times 100 \text{ m}^2$ 之網格劃分，於各網格交叉點系統性進行底質採樣，共 96 個樣點(圖 3-3)。頻度為在計畫期間內進行 1 次全面調查。

二、高程調查

高程調查樣點配合粒徑調查樣點進行，於 $100 \times 100 \text{ m}^2$ 各網格交叉點進行水深測量(圖 3-3)，再透過水位換算計算出該點之高程。

三、淤積速率調查

淤積速率部分，根據過去資料判斷，慈湖之淤泥輸入可能有 3 處，分別為東北側、東南側之淡水溝渠及閘門處。淡水溝渠可能將上游之泥沙沖刷入慈湖，閘門處則可能是在引入海水時夾帶泥沙入慈湖。因此，其淤積速率應隨輸入處(溝渠口、閘門口)往慈湖內遞減。因此，本計畫於東北側、東南側之淡水溝渠及閘門處設立 3 條穿越線，每 50 m 進行淤積速率調查(圖 3-4)。由於淤積為較長期之狀況，調查頻度為每半年進行 1 次調查。

伍、慈湖生態推廣課程

生態推廣課程辦理地點為慈湖周邊區域。頻度為 1 年辦理 2 場課程，2023~2024 年共 4 場。第 1 年設計慈湖之生態推廣課程，並實際辦理 2 場課程活動，第 2 年再辦理 2 場。由於慈湖冬季東北季風強烈，要辦理戶外踏查活動可能較不方便。因此辦理時間為春夏季，方便在地民眾參與活動。



圖 3-1 水域樣點圖

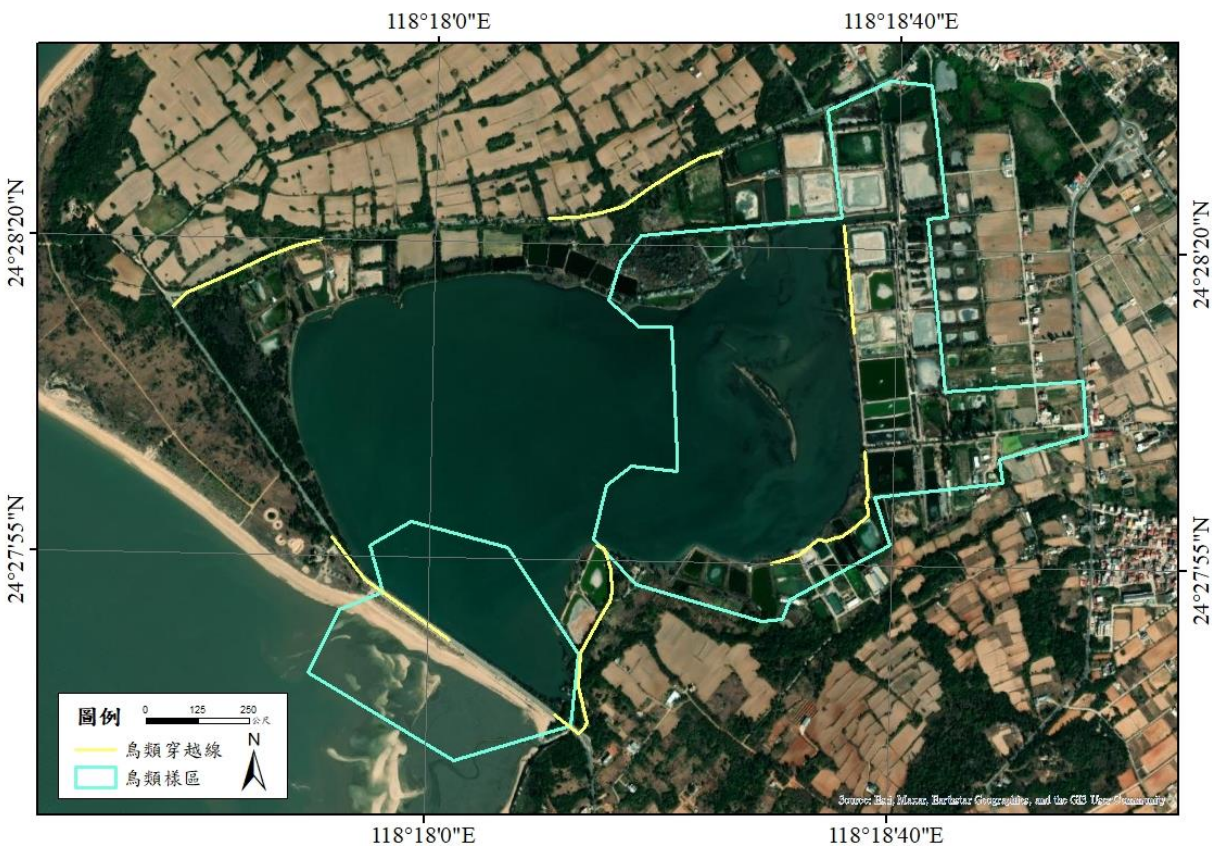


圖 3-2 鳥類調查穿越線及樣區圖

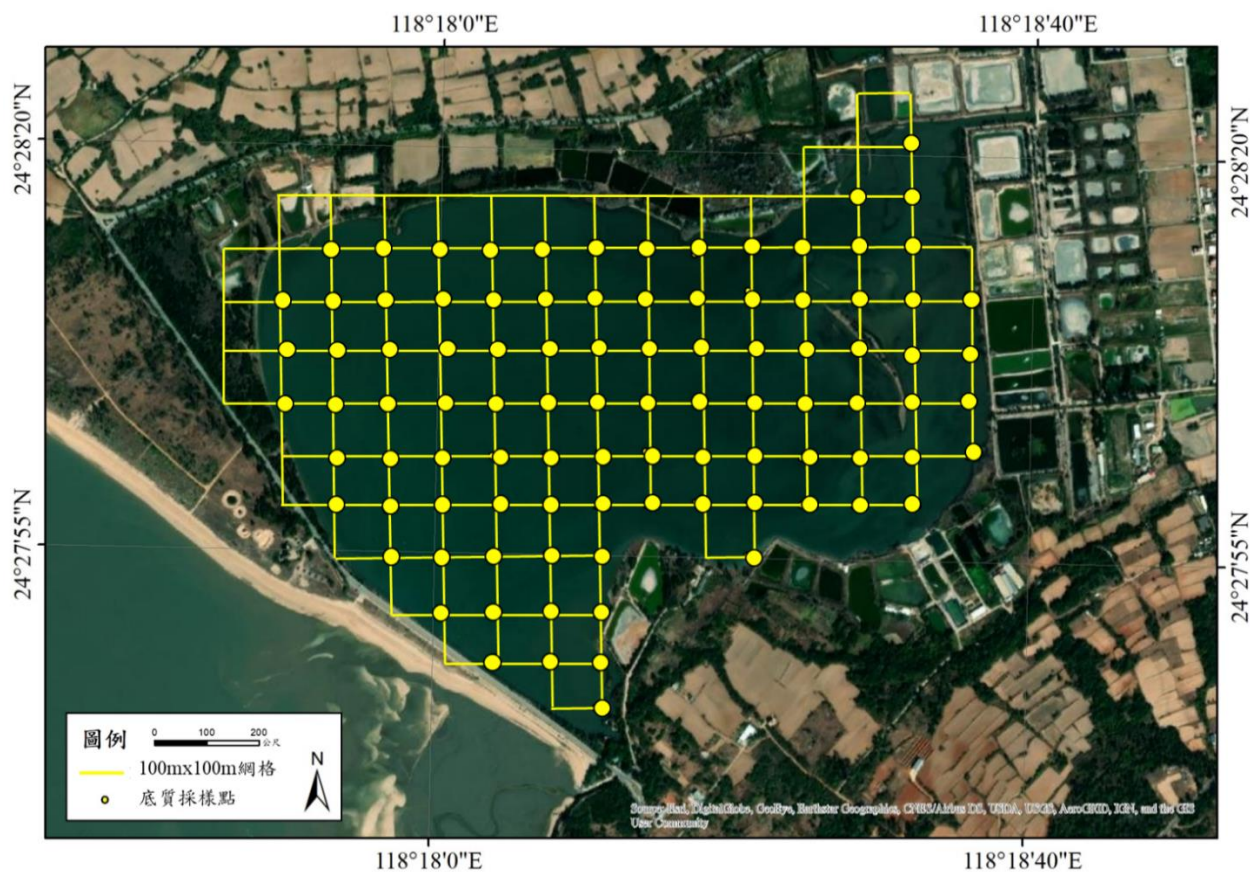


圖 3- 3 粒徑調查點位圖



圖 3- 4 淤積速率調查點位圖

第三節、調查方法

壹、生物調查

本計畫之主要目標為建立慈湖長期生態資料，瞭解生物群聚之年間變異。年間變異可能會受到調查方法、樣點、努力量等不同影響。若想精確比較年間變異，需盡量減少研究間之變異。慈湖過去累積許多調查資料，然礙於調查方法、樣點等差異，許多研究間都無法相互比較。使年間變異無法比較，著實相當可惜。且若無法比較年間變異，可能導致生物減少而無法及時發現。

為達到年間生物比較之目的，本計畫調查方法上盡量採用和先前研究相同的方法、樣點(林幸助、江政人，2018；江政人，2022)，以利後續資料分析、比較，才能看出較準確之年間變化趨勢。

一、水域生物

(一)魚類

林幸助、江政人(2018)使用 4 m 長之蛇籠進行誘捕。但由於慈湖過去曾有水獺活動紀錄，4 m 蛇籠開口較大，可能導致哺乳類如水獺等誤入網中，而造成不必要之傷害。因此，本計畫改用約 1.2 m 之小型蛇籠(圖 3- 5)。此小型蛇籠開口較小(約 5 cm)，可避免哺乳類誤入。

每季於各水域樣點(C1~C8)使用網具法進行誘捕，其方法為於各樣點放置小型蛇籠，籠內以秋刀魚肉塊作為誘餌。每個樣點設置 3 個蛇籠，每次調查放置 3 日 2 夜。每天巡視籠具記錄捕抓到之魚類種類、數量。魚類名錄製做依據臺灣物種名錄 TaiCoL 之建議名稱及分類系統為準。

(二)螺貝類

每季於各水域樣點(C1~C8)以樣框法採集 3 個採樣方格($0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$)，挖取底質(深度 20 cm)過篩後，檢視底質中之螺貝類，並記錄其種類與數量。為瞭解不同深淺之

螺貝類分布差異，採集樣框分布由岸邊往湖中漸深。另外，為瞭解螺貝類分布與底質因子之關係，本研究於 7 月調查開始，進行樣框採樣時亦同時記錄該樣框之水深，並採集底質樣本進行粒徑、有機質含量分析。螺貝類名錄製做依據臺灣物種名錄 TaiCoL 之建議名稱及分類系統為準。

(三)蝦蟹類

蝦蟹類之調查方法與魚類相同。每季於各水域樣點(C1~C8)設置 3 個蛇籠，每次調查放置 3 日 2 夜。每天巡視籠具記錄捕抓到之甲殼類種類、數量。另外，為了利於與過去資料比較，本計畫亦於各樣點，以定點觀察、徒手捕抓等方式進行蝦蟹類調查(約 10 分鐘)。由於此方法調查之資料較難定量，因此記錄物種會列入名錄，但不進行定量比較。蝦蟹類名錄製做依據臺灣物種名錄 TaiCoL 之建議名稱及分類系統為準。

(四)浮游動物

每季於各水域樣點(C1~C8)採集浮游動物。方法為採取 100 L 之水樣，並以孔徑 80 μm 之浮游生物網過篩。過篩之樣本加入福馬林至最終濃度 5%保存，攜回實驗室後以解剖顯微鏡鑑定浮游動物類群及數量。

(五)浮游藻類

每季於各水域樣點(C1~C8)採集浮游藻類。方法為採取 1 L 之水樣，並於 4°C 避光冷藏，加入魯戈氏液(lugo)至最終濃度 10%。採集之藻類水樣攜回實驗室後，取少量藻液製作成半永久玻片，以干擾式位相差顯微鏡於 400 倍下觀察，參考圖鑑以鑑定至屬。

二、鳥類調查

每季於慈湖及周邊區域進行鳥類調查。為了利於與過去調查研究比較，方法將延續林幸助、江政人(2018)、丁宗蘇(2019)、莊曜陽等(2022)之鳥類調查方法。林幸助、江政人(2018)、莊曜陽等(2022)主要以穿越法進行調查；丁宗蘇(2019)則以穿越法及樣區法(慈堤次樣區、慈湖次樣區)進行調查。林幸助、江政人(2018)之調查著重於鄰近慈湖周邊，丁宗蘇(2019)、莊曜陽等(2022)則涵蓋慈堤外海灘及東側漁塭範圍。因此，本

計畫同時參考各研究之調查方法，以穿越法搭配樣區法進行調查。

調查時間為日間、夜間各進行 1 次。日間調查於日出後 4 小時內完成，夜間調查則於日落後半小時後開始，作為夜間鳥類補充調查。由於慈湖水鳥移動受到潮汐影響，於滿潮時水鳥可能會由慈堤外海處移動至慈湖內休息，因此日間調查時間亦配合潮汐時間，選擇於早上滿潮時(約 9:00~10:00)進行。

調查人員以目視法配合鳴叫法進行調查。調查人員以雙筒、單筒望遠鏡觀察湖區、周邊森林、漁塭等範圍，記錄穿越線上、樣區內出現鳥類之種類、數量、行為及利用棲地之狀況。行為為依據鳥類當時表現之行為，分別記錄如覓食、休息、鳴唱、飛越等。利用棲地之狀況為記錄其出現之棲地類型，如：水域、森林、草地、魚塭等。本研究將微棲地分為 9 類，包含空域、水域、陸域之微棲地。水域部分細分為水域、沙灘、淺灘、魚塭。陸域部分細分為草生地、灌叢、樹林、道路。鳥類名錄製做依據中華鳥會 2023 年鳥類名錄之建議名稱及分類系統為準。



圖 3-5 小型蛇籠

貳、水質調查

慈湖屬於海域及河口類型，水質調查方法係依照「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」、行政院環境保護署訂定之「行政院環境保護署環境水質監測採樣作業指引」、行政院環境保護署環境檢驗所公告「河川、湖泊及水庫水質採樣通則」及「海域環境監測及監測站設置辦法」為基本規範。水質檢測部分的樣品採樣及保存，依照行政院環保署環署檢字第 094001591 號公告之「水質檢測方法總則」進行。

水溫、溶氧、酸鹼值、鹽度、導電度、濁度、葉綠素 a 濃度等現場測量項目，由本團隊現場採樣後進行量測。總懸浮固體(SS)、硝酸鹽氮(NO_3^- -N)、亞硝酸鹽氮(NO_2^- -N)、氨氮(NH_4^+ -N)、正磷酸鹽(PO_4^{3-})等項目需攜至實驗室進行檢驗分析，本團隊現場取水樣裝至棕色瓶遮光冷藏保存，儘速攜回實驗室進行分析。生化需氧量(BOD_5)、化學需氧量(COD)的部分，則由本團隊現場採樣後委託元智大學環境科技研究中心檢驗。

各項水質項目的測量方法如下：

一、水溫(temp.)

依環保署水溫檢測方法(NIEA W217.51A)，現場將水質監測儀(AZ Instrument Corp., 86031)置於水面下測量並記錄各調查地點的水溫值。

二、溶氧(DO)

依環保署水中溶氧檢測方法-電極法(NIEA W455.52C)，以水質監測儀(AZ Instrument Corp., 86031)在水面下測量並記錄各採樣調查地點溶氧值。

三、酸鹼值(pH)

依環保署水之氫離子濃度指數(pH 值)測定方法-電極法(NIEA W424.53A)，以水質監測儀(AZ Instrument Corp., 86031)於水面下測量並記錄各採樣調查地點的酸鹼值。

四、鹽度(Salinity)

依環保署水中鹽度檢測方法-導電度法(NIEA W447.20C)，以水質監測儀(AZ

Instrument Corp., 86031)測量並記錄各採樣調查地點的鹽度值。

五、導電度(EC)

依環保署水中導電度測定方法-導電度計法(NIEA W203.51B)，以水質監測儀(AZ Instrument Corp., 86031)測量並記錄各採樣調查地點的導電度值。

六、濁度(Turbidity)

參照環保署標準方法之濁度計法(NIEA W219.52C)以濁度計(Lutron, TU-2016)測量。在特定條件下，比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度，以測定水樣的濁度。散射光強度愈大者，其濁度亦愈大。

七、懸浮固體(SS)

依環保署水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法-103~105°C 乾燥(NIEA W210.58A)，將混和均勻之水樣於已知重量之玻璃纖維濾片過濾，移入 103~105°C 之烘箱續烘至恆重，所增加之重量即為懸浮固體重。

八、葉綠素 *a* 濃度(Chl *a*)

水中葉綠素 *a* 檢測方法使用螢光分析法，以手持式螢光光度計(Turner Designs, AquaFluor)進行水中葉綠素 *a* 檢測。採樣前使用 1 級標準品對儀器進行校正，採取代表性水樣約 4 mL，以螢光儀測樣品之螢光值，推算其葉綠素 *a* 含量。

九、硝酸鹽氮(NO₃⁻-N)

以馬錢子鹼比色法(Jenkin & Medsker, 1964)分析。水中硝酸根在 95°C 之硫酸溶液中與馬錢子鹼生成黃色複合物，以分光光度計測其吸光度定量之。

十、亞硝酸鹽氮(NO₂⁻-N)

依照環保署水中亞硝酸鹽氮檢測方法-比色法(NIEA W418.53C)，水中之亞硝酸鹽與磺胺起偶氮化反映而形成偶氮化合物，此偶氮化合物再與 N-1-萘基乙烯二胺二鹽酸

鹽偶合，形成紫紅色偶氮化合物，以分光光度計在波長 543 nm 處測其吸光度而定量之，並以亞硝酸鹽氮之濃度表示之。

十一、氨氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)

依照環保署水中氨氮檢測方法－靛酚比色法(NIEA W448.51B)，含有氨氮及銨離子之水樣於加入次氯酸鹽及酚溶液反映，生成深藍色之靛酚，此溶液之顏色於亞硝酸鐵氰化鈉溶液之催化後會更加強烈。以分光光度計在波長 640 nm 處測其吸光度而定量之。

十二、正磷酸鹽(PO_4^{3-})

依照環保署水中磷檢測方法-分光光度計/維生素丙法(NIEA W427.53B)。水樣以硫酸、過硫酸鹽消化處理，使其中磷轉變為正磷酸鹽形式存在後，再加入鉬酸銨、酒石酸銻鉀，使其與正磷酸鹽作用，經維生素丙還原，以分光光度計於波長 880 nm 處測其吸光度定量之。

十三、生化需氧量(BOD_5)

依照環保署水中生化需氧量檢測方法(NIEA W510.55B)，將水樣置於 300 ml 之 BOD 瓶中，置於 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 恆溫培養箱中放置 5 天，測定水中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧。

十四、化學需氧量(COD)

是水中有機物污染最常用的指標之一，依照環保署水中化學需氧量檢測方法－重鉻酸鉀迴流法(NIEA W515.55A)，在消化管中依序加入過量之重鉻酸鉀，硫酸及水樣後密閉加熱迴流，以硫酸亞鐵銨滴定溶液中殘餘之重鉻酸鉀，換算求得水樣中之化學需氧量。

參、菲律賓簾蛤調查

每季於 C1~C8 各水域樣站進行菲律賓簾蛤數量、體型調查。採集方法與螺貝類相同，隨機選取 3 個 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之採樣方格，挖取底質過篩後，採集底質中之菲律賓簾蛤記錄其數量，並進行體型測量。體型測量以游標尺測量菲律賓簾蛤之殼長、殼高、殼寬。

另外，根據江政人(2022)研究指出，C1~C8 樣點菲律賓簾蛤數量有下降趨勢。由於菲律賓簾蛤分布受到底質影響大，近年慈湖底質之改變可能影響其分布狀況。本研究第 1 年將進行全慈湖之底質調查，根據底質調查結果可以對慈湖底質分區，規劃臨時樣點進行菲律賓簾蛤調查。

肆、底質調查

一、粒徑調查

本計畫進行全慈湖之系統性底質採樣。將慈湖以 $100 \times 100 \text{ m}^2$ 之網格劃分進行系統性底質採樣，共 96 個樣點。於各樣點尋找適合地點，使用直徑 4 cm 之採土器採集表面深度約 5 cm 之土樣。將土樣冷藏保存，攜回實驗室後以濕篩法進行粒徑分析(謝蕙蓮等，1993)。

粒徑分析之方法為，將土壤樣本樣依序用清水沖洗分別通過孔徑為 2.00、1.00、0.50、0.25、0.125、0.062 mm 的篩網，分別收集篩網上的土樣倒入已知重量的錫盤中，放入 60 °C 烘箱烘乾至恆重後秤重，扣除錫盤重量即可獲得各孔徑之土樣重。另外，收集粒徑小於 0.0625 mm 之部分，倒入 1 L 沉降管中，加水至總體積 1 L 進行粒徑沉降實驗。由上述處理方式可得各粒徑層級的重量，並經計算後可得粒徑中值、粉泥黏土含量、篩選係數等各粒徑參數。

二、高程調查

本計畫以水深換算進行慈湖高程調查。水深測量之樣點同粒徑調查，在所有 100

$\times 100 \text{ m}^2$ 之網格處，以尺於各樣點進行水深測量。由於全慈湖測量工作量大，無法在短時間內完成所有樣點之測量。因此，本計畫之高程調查分別於 2023 年 4 月、7 月進行。由於分次進行水深測量，2 次測量慈湖水位高度，會影響測量水深之結果，進而影響到高程的換算。因此，若要透過水深精準換算高程，需先瞭解各測量當下慈湖水位之高低，並與之進行校正。且根據江政人(2022)指出，即使在大、小閘門皆未開啟情況下，慈湖水位仍會因潮汐漲退而改變。若測量時間長，可能會因為水位改變而導致誤差。因此，在測量期間也須不斷記錄慈湖水位，利於後續進行校正。

測量期間連續水位記錄，本計畫透過 2 組自計式壓力水位計完成(圖 3-6)。本計畫在開始水深測量前，先於 C4 使用 2 組自計式壓力水位計，水中架設 1 組、空氣中架設 1 組壓力計。減少為避免民眾不小心誤動水位計，架設地點選擇以較少民眾活動之 C4。自計式壓力水位計設定每 15 分鐘自動記錄 1 次水位。水中壓力計架設地點之水位，可以透過測量同時間 0.92 水位尺處的水深，與水中壓力計之水深換算得該處之水位。

三、淤積速率調查

淤積速率參考美國地質調查所(USGS)開發的長石粉標記法(DeLaune et al.,1983)。本研究閘門、東北側、東南側溝渠各設置 3 條淤積速率穿越線，穿越線已於 2023/1/5 完成設置。於各穿越上每 50 m 設置 1 個半徑 25 cm 之樣框(面積約 490 cm^2)，並於框內撒入大量白色長石粉(大約 1 cm 的厚度)。樣框以牙棒固定，並以鋁風管進行標記，確保後續採樣能順利採集到長石粉標記位置(圖 3-7)。

由於淤積所需時間較長，約半年進行採樣。採樣方法以透明壓克力管採集樣區內表層約 5 cm 之土壤，記錄長石粉以上之淤積物厚度。長石粉碰到水即會凝固形成白色片狀物，因此可以做為底質標記線。在此白色長石粉標線以上之土壤厚度即為後續淤積物覆蓋之厚度，除以累積時間即可估算淤積速率。

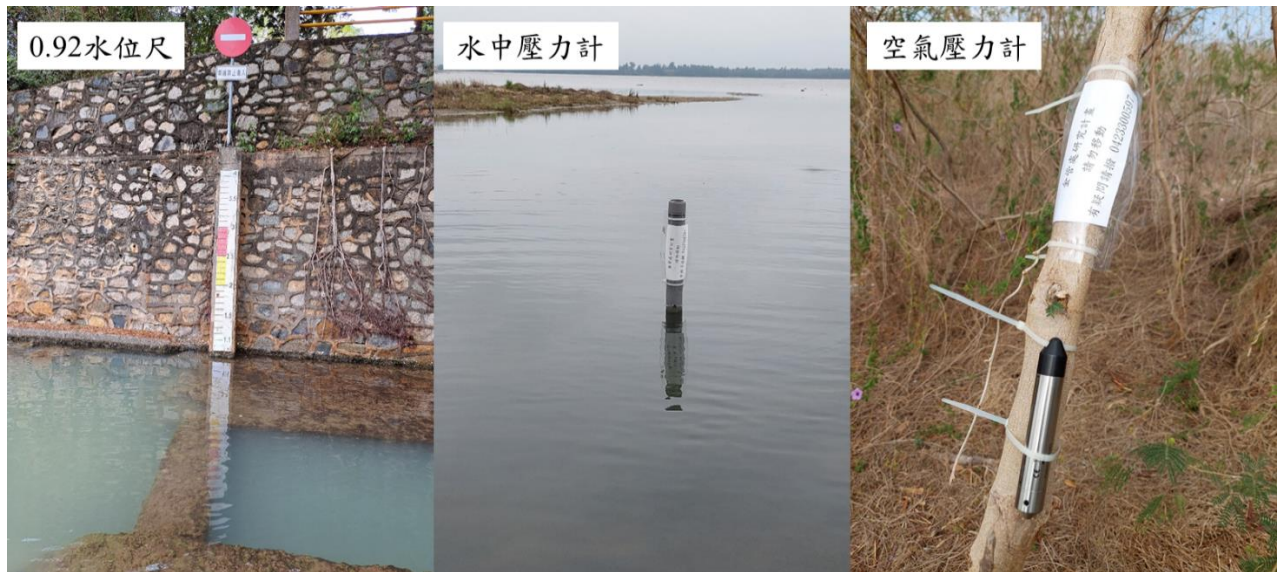


圖 3- 6 水位尺與水位計照片

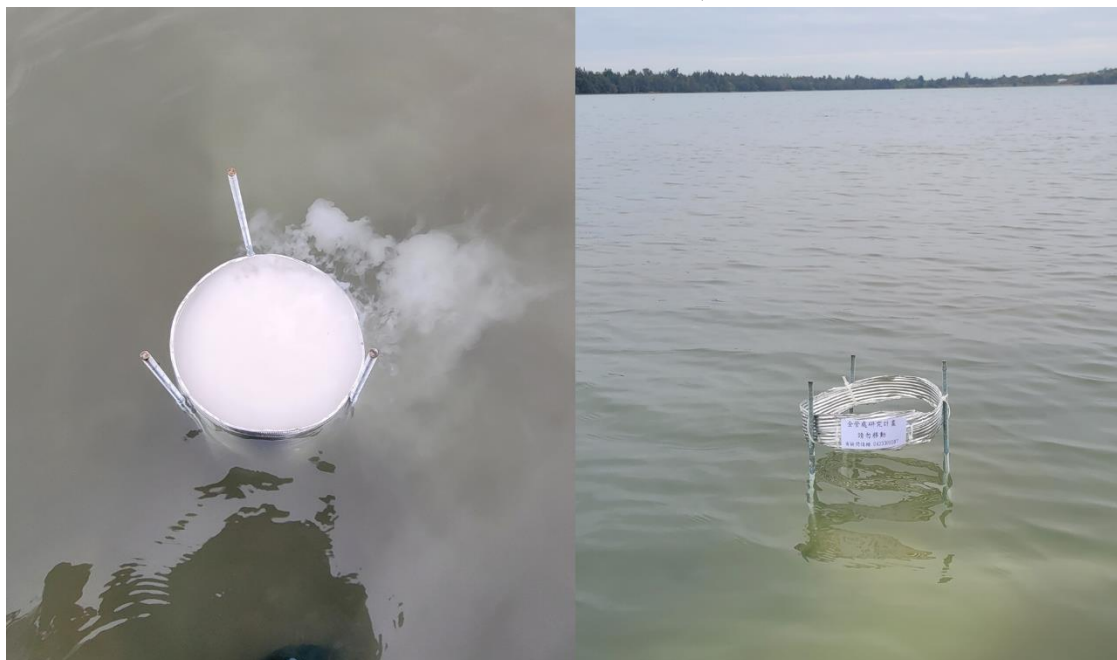


圖 3- 7 長石粉調查底質淤積速率圖

伍、慈湖生態推廣課程

一、課程簡介

本計畫以慈湖為主題，開發 1 套慈湖生態推廣課程。以慈湖歷年調查成果，參考其他濕地生態推廣案例，設計慈湖專屬在地化課程。本課程透過導覽解說，帶領學員實地走訪慈湖區域，瞭解慈湖棲地類型，並認識慈湖常見之鳥類、水生生物。

首先，以鳥類課程做開場，以望遠鏡實際觀察當日出現鳥類，並搭配鳥類圖卡與講師解說，學習現場辨識鳥類之方法。並以學習單記錄當日所學，加深印象以提升學習效果。

第 2 部分為水生生物調查，實際帶領學員進行慈湖水生生物調查。以過篩法調查螺貝類，網捕法調查魚類，過濾法調查浮游動物，搭配圖卡、講師解說，學習現場辨識水生生物，並以學習單記錄所學。

第 3 部分為現地水質調查，透過實際操作儀器檢測水質，瞭解各現地水質參數代表之意義。在講師引導下理解水質與生物生存之關聯性。最後，以食物網概念整合本課程所學，複習今日課程，加深學員印象，並以綜合討論引導學員分享、反思、回饋課程所學。

二、課程內容

課程內容包含螺貝類辨識、鳥類觀察、現地水質測量。透過螺貝類辨識、鳥類觀察，可以使學員認識每種生物之獨特性與差異性，培養對生物的認識。現地水質測量可以使學員瞭解慈湖水質環境，並認知到水質狀況對生物的影響。最後透過食物網整合課程所學內容。

課程名稱	慈湖踏查趣！—慈湖生態推廣活動
課程簡介	本課程透過導覽解說，帶領學員實地走訪慈湖區域，瞭解慈湖棲地類型，並認識慈湖常見之鳥類、水生生物。 首先，以鳥類課程做開場，以望遠鏡實際觀察當日出現鳥類，並搭配鳥類圖卡與講師解說，學習現場辨識鳥類之方法。並以學習單記錄當日所學，加深印象以提升學習效果。

	第 2 部分為水生生物調查，實際帶領學員進行慈湖水生生物調查。以過篩法調查螺貝類，網捕法調查魚類，過濾法調查浮游動物，搭配圖卡、講師解說，學習現場辨識水生生物，並以學習單記錄所學。 第 3 部分為現地水質調查，透過實際操作儀器檢測水質，瞭解各現地水質參數代表之意義。在講師引導下理解水質與生物生存之關聯性。最後，以食物網概念整合本課程所學，複習今日課程，加深學員印象，並以綜合討論引導學員分享、反思、回饋課程所學。			
教學對象	10 歲以上一般民眾	人數	20~30 人	
教學時數	約 3 小時	教學地點	慈湖周邊區域	
教學單元	1.【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類 2.【水域探查員】—認識慈湖水生生物 3.【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質 4.【環環相扣】—食物網整合課程所學			
教學目標	1.參與戶外學習與自然體驗，認識慈湖環境，覺知自然環境的美與完整性 2.認識常見慈湖鳥類、水生生物，瞭解生物生命的價值，進而關懷動物生命 3.瞭解水質參數代表意義，理解慈湖所能提供的多元服務功能與重要價值 4.學習生物與之環境依存關係，理解慈湖棲地保育與生物多樣性的珍貴價值 5.培養正確的環境價值觀，提升愛護生態環境的意願，引發保護慈湖環境之實際行動			
教學單元大綱				
課程名稱	課程要點	教 學 時間	教學場域	教學方法
【慈湖「鳥」事】	1.認識慈湖常見鳥類 2.認識鳥類棲地利用偏好	45 分	解說站	觀察法、講述法、問答
【水域探查員】	1.學習水生生物調查方法 2.認識慈湖水生生物	60 分	解說站前沙灘	實際操作、講述法、問答
【慈湖水質知多少?】	1.瞭解各水質指標代表意義 2.連結水質指標與生物適宜生活之環境	30 分	解說站	實際操作、分析教學法、講述法
【環環相扣】	1.整合課程所學，以食物網概念連結鳥類、水生生物 2.認識濕地的多元服務功能	30 分	解說站	討論教學法、問答

	3.分享討論與反思回饋			
--	-------------	--	--	--

(一)鳥類觀察課程

課程名稱	【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類
教學目標	1.認識慈湖濕地常見鳥類 2.學習望遠鏡使用方法 3.運用外型及聲音辨識鳥類的方法
教學時數	45 分
教學地點	解說站
教具	1.觀察：單筒望遠鏡*1、雙筒望遠鏡*6 2.辨識：慈湖常見鳥類圖卡、鳥類圖鑑、慈湖鳥類學習單、記錄版+筆
【引起動機】 (10 分)	1.教師向學員提問： (1)有人有賞鳥的經驗嗎？ (2)金門鳥類多樣性高之原因？ 重點：東亞候鳥遷移的必經道路 棲地多樣性 (3)為什麼有些鳥只有在特定的季節才能看到呢？ 重點：介紹候鳥、過境鳥、留鳥觀念 (4)金門有那些常見留鳥？ 2.說明鳥兒很敏感，請大家賞鳥時要降低聲量交談。
【望遠鏡使用 教學】 (10 分)	1.介紹單筒望遠鏡的使用方法： (1)請學員將望遠鏡掛在頸上，雙手握鏡筒，雙眼找到目標後 注視著目標不移開，再以鏡就眼 (2)指導如何調整焦距 (3)指導如何調整視差 2.運用望遠鏡實際觀察鳥類
【辨識鳥類+ 學習單記錄】 (25 分)	1.講師引導讓學員進行一邊鳥類觀察，一邊進行解說 2.對照常見鳥類圖卡、圖鑑找出發現之鳥種 3.在學習單上記錄各棲地看見之鳥種、數量及行為

(二)水域生物觀察課程

課程名稱	【水域探查員】—認識慈湖水生生物
教學目標	1.認識慈湖常見水生生物 2.實際操作水域調查 3.學習辨識水生生物的方法
教學時數	60 分
教學地點	解說站前沙灘

教具	1.螺貝類調查：鏟子*1、樣框*1、篩籃*6 2.魚類調查：蛇籠*1、透明魚缸*1、打氣馬達*1 3.浮游動物調查：浮游動物網*2、5L 水桶*2、手機顯微鏡*3 4.辨識：慈湖常見水生生物圖卡、慈湖鳥類學習單、記錄板+筆
【實際調查】 (20 分)	1.螺貝類調查 (1)以鏟子採取底質過篩 (2)挑出螺貝類 2.魚類、蝦蟹類調查 (1)講師前 1 日放置蛇籠 (2)將魚、蝦、蟹等生物移置魚缸觀察 3.浮游動物調查 (1)以 5L 水桶撈取 50L 水樣 (2)以浮游動物網過濾浮游動物 (3)將浮游動物移置培養皿觀察
【辨識+學習單記錄】 (40 分)	1.以圖卡辨識螺貝類 2.觀察魚類、浮游動物 3.在學習單上記錄調查到之物種、數量

(三)現地水質檢測課程

課程名稱	【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質
教學目標	1.實際操作水質調查 2.學習使用儀器檢測各項水質指標 3.瞭解水質參數對生物之意義
教學時數	30 分
教學地點	解說站
教具	1.水質調查：水質儀*2、濁度計*1、水樣罐*3、洗滌瓶*1 2.水質調查學習單、記錄版+筆
【實際調查】 (10 分)	1.使用水樣罐採取水樣 2.使用儀器檢測各項水質指標
【學習單記錄】(20 分)	1.在學習單上記錄檢測數值 2.講師引導學員瞭解各項水質指標代表意義

(四)食物網整合課程

課程名稱	【環環相扣】—食物網整合課程所學
教學目標	1.瞭解慈湖之食物網 2.瞭解慈湖濕地功能

	3.培養保護慈湖濕地的意願
教學時數	30 分
教學地點	解說站
教具	1.食物網學習單、記錄版+筆
【食物網】 (15 分)	1.講師引導學員回想慈湖常見物種 2.講師講述鳥類、水生生物掠食關係 3.在學習單上繪製慈湖食物網圖
【反思回饋】 (15 分)	1.講師引導學員講出濕地提供之功能 2.講師引導學員反思能執行之保育慈湖行動 3.總結邀請學員再次來慈湖體驗生態

三、教學方式

教學方式以戶外實際體驗為主，並在踏查過程中搭配講述法、學習單法等。藉由實地踏查、生態導覽及環境知識的講述，讓民眾能更加瞭解環境生態維護與保育的重要及必要性，以達到環境教育推廣之目的。各教學方式簡述如下：

(一)戶外實際體驗

藉由慈湖濕地實際戶外踏查課程，讓學員藉由實際走訪的方式體驗慈湖之生態環境。鳥類課程安排於慈湖解說站及其周邊區域，水域課程於解說站前淺水區。透過讓學員現場觀鳥類、採集水樣、生物等，透過與生物的實際接觸，使參與學員更加認識慈湖環境與生物，意識到各種生物的重要性。親身經歷可加深其印象，進而達到生態推廣之目的。

(二)講述法

由講師口頭進行講解教學，搭配學習單執行。先藉由講述法介紹慈湖常見生物、水質檢測方法等。透過現場講述使參與民眾學會簡單辨別生物、水質檢測之方法，並搭配學習單共同操作。

(三)學習單之設計

藉由課程內容設計相關學習單，配合戶外講述課程，使學員實際觀察慈湖螺貝類、鳥類，現場完成學習單。藉由填寫學習單的過程，可以加深其印象。另外，觀察過程

能引起學員反思，並能主動關懷慈湖生物與環境、進而付諸具體行動，養成尊重生命、珍惜自然的態度等。

第五節、計畫作業時程

本計畫 2 年作業時程甘特圖(圖 3-8)。2023 年作業時程，2 月已交付工作計畫書，6 月已繳交期中報告書，11 月 15 日前已繳交期末報告，12 月 15 日前依審查意見修正完成，交付成果報告書 20 份及相同內容電子檔 USB 隨身碟 2 份。

2024 年作業時程，2 月交付工作計畫書，6 月繳交期中報告書，11 月繳交期末報告，12 月資料納入國家公園資料庫。

	112 年(2023 年)											
工作項目	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
生物調查												
水質調查												
菲律賓簾蛤調查												
生態推廣課程												
底質調查												
資料分析評估												
報告撰寫												
資料納入國家公園資料庫												
執行進度(%)	6	12	15	20	23	27	32	35	38	44	49	55
檢核點		工作計畫				期中報告					期末報告	成果報告
	113 年(2024 年)											
工作項目	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
生物調查												
水質調查												
菲律賓簾蛤調查												
生態推廣課程												
底質調查												
資料分析評估												
報告撰寫												
資料納入國家公園資料庫												
執行進度(%)	60	64	67	72	75	79	84	87	90	95	98	100
檢核點		工作計畫				期中報告					期末報告	成果報告

圖 3-8 作業時程甘特圖

第四節、資料分析

壹、生物資料分析

一、生物資料分析

本計畫利用多變量統計軟體 PRIMER 6 & PERMANOVA+檢測各生物群集分類群組成是否具有顯著差異。群集分析可以瞭解物種組成在季節、樣點是否有差異。生物資料皆以平方根進行數據轉換，再以 Bray-Curtis 指數作相似性角矩陣，再以相似性分析(ANOSIM)檢測。另以非計量多元尺度分析(nMDS)，繪製出樹枝狀集群圖與二維空間分布圖，以便瞭解生物群集組成在空間、時間之分布差異。另外，為瞭解生物因子與水質、底質等環境因子之關聯，本計畫以 Pearson 相關分析探討影響生物群落間變動之主要環境因子為何。

二、年間比較

本計畫調查之水域生物(魚類、蝦蟹類、螺貝類、浮游動物、浮游藻類)、鳥類在過去計畫皆有進行監測。為了瞭解慈湖水域生物、鳥類之時間差異，本計畫將過去努力量與本計畫相似之研究與本計畫進行分析比較。

在水域生物的部分，由於本研究為每季調查，因此使用過去相同季節之調查資料進行比較。2023 年調查資料與螺貝類(2016 年~2018 年、2022 年)、浮游動物(2017 年)、浮游藻類(2017 年)、魚類(2016 年)、蝦蟹類(2022 年)調查方法、努力量相近，因此得以進行統計定量分析。而蝦蟹類 2017 年資料因方法、努力量差異較大，並不進行統計分析。無法進行比較之研究資料，亦將調查結果整理成歷年名錄(詳見附錄十)。

慈湖鳥類歷年調查資料豐富，但歷年調查方法、樣線、努力量等皆有差異。在 2018 年以前的調查資料與本研究方法差異較大，2018 年後之調查資料與本計畫方法接近，因此以相同調查月份資料(1、4、7、10 月)進行比較。

生物豐度部分，以 t-test 或單因子變異分析比較各年之生物數量是否有顯著年間差

異，若有顯著差異則進行事後檢定找出有差異之年份。進行檢定前會先檢查資料之常態性與同質性，若不符合則進行資料轉換。若經轉換後資料仍無法符合常態性與同質性，則改以無母數分析進行比較。生物群聚部份，使用多元尺度分析探討年間群聚組成，並搭配冗餘分析探討年間環境因子、生物因子之關係。

貳、環境資料分析

一、水質指標分析

依行政院環境保護署公布之地面水體分類及水質標準分析慈湖之水質資料。甲類適用於一級公共用水、游泳。乙類適用於二級公共用水、一級水產用水。丙類適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水。丁類適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。戊類適用環境保育。

二、水質主成分分析

將各水質環境因子以主成分分析(Principal components analysis, PCA)，探討水質環境因子之主要組成變異。

三、底質分析

本計畫進行全慈湖底質粒徑分析，再計算各樣點之粒徑中值、粉泥黏土含量、篩選係數後，再以地理資訊系統繪製出慈湖底質粒徑分布圖。

四、高程分析

本計畫設立 2 組自計式壓力計。水中之水位計會記錄水壓，而空氣中之水位計則會記錄空氣壓力。透過記錄同時間之水中、空氣中壓力可以利用氣壓對水中壓力進行校正，經式 1 換算可得水深。

$$H_{WL} = H_g + \frac{P_W - P_A}{\rho g} \quad (\text{式 1})$$

其中，

H_{WL} = 湖水深(m)。

H_g = 地面高(m)。

P_W = 水壓力(mba)。

P_A = 大氣壓力(mba)。

ρ = 水密度(kg/m³)。

g = 重力加速度(9.8m/s)。

由於慈湖水位會隨潮汐漲退而改變。因此，先將各點之水深資料依據當下水位計記錄之慈湖水位進行校正，得出該點之高程。得到所有網格之高程資料後，再以地理資訊系統繪製出慈湖等深線圖。

第四章、結果與討論

第一節、水域生物

本研究調查之水域生物包含：魚類、蝦蟹類、螺貝類、浮游動物、浮游藻類等 5 大項。另外，本計畫於調查期間若有觀察到上述類別以外之生物，亦會納入慈湖生物名錄。以下將分別詳述各水域生物大項之結果。

壹、魚類

一、數量、物種數

本計畫 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)調查共記錄魚類共 12 科 25 種，並無記錄到任何特有種(附錄一)。在數量比較上，季節間有較明顯之差異，樣點間則差異不大。魚類數量以春季最高，冬季最低，夏季、秋季數量相當。在物種數的部分，與數量有相似趨勢皆以春季種類數最多。各樣點魚種數介於 4~11 種之間，有 C1 及東側溝渠樣點 C5、C7 種類數較多的趨勢(圖 4-1)。由於 C1 最靠近閘門口，海水交換較佳，因此記錄到之魚種可能也較多。東側溝渠 C5、C7 因有淡水輸入，因此偏好淡水之魚類如：食蚊魚、爪哇擬鰕虎、吉利慈鯛等，僅在東側有捕獲。

魚類物種組成在不同季節，優勢種類不同(圖 4-2)。1 月較無明顯優勢種類，大多魚種數量相近；4 月則以日本花鱸最為優勢，斑尾刺鰕虎次之；7 月之優勢種為斑尾刺鰕虎、前鱗龜鯪；10 月則以吉利慈鯛、花身鰱最優勢。斑尾刺鰕虎、雙帶鰕虎、前鱗龜鯪為慈湖常見種，各季皆有捕獲紀錄。花身鰱全年均產，但以夏、秋較多。日本花鱸在春季大量出現與其習性有關。日本花鱸主要棲息於淡、海水交會區，但每年春夏之際，幼魚會上溯至淡水域。本計畫此時捕抓到之日本花鱸大多為幼魚個體，與其習性相符。

二、群聚分析

本計畫以群聚分析比較魚類群聚在樣點、季節間之差異。從 nMDS 結果圖可看出，

魚類主要是在季節間有分群現象，樣點間則無分群現象(圖 4-3)。其中，因為 C4 冬季、C3 秋季均無捕抓到任何魚類，使其獨立成 1 群。ANOSIM 亦指出魚類群聚在季節間有顯著差異($R = 0.173$ ； $p = 0.035$)，樣點間則無($R = 0.003$ ； $p = 0.461$)。

三、相關分析

本計畫以 Pearson 相關分析探討可能影響魚類之環境及生物因子。分析之水質因子包含：溫度、溶氧、鹽度、濁度、懸浮固體、葉綠素 a、生化需氧量；生物因子包含浮游動物、螺貝類、甲殼類。相關分析結果顯示，大多水質因子與魚類數量皆無顯著相關性。除麗魚科與鹽度有顯著負相關($r = -0.532$ ； $p = 0.002$)，與葉綠素 a 有顯著正相關($r = 0.378$ ； $p = 0.032$)。此結果與其習性相符，吉利慈鯛偏好鹽度低之環境，因此僅於東側近淡水溝渠處有紀錄。另外，與葉綠素 a 呈正相關可能因吉利慈鯛能耐污染，能生存於水質較差、優養化的環境。生物因子部份，僅鰕虎科與甲殼類數量有正相關($r = 0.408$ ； $p = 0.021$)。由於鰕虎科為肉食性，其食物包括甲殼類、海綿、環節動物、多毛類等，可能偏好甲殼類多之環境。

貳、底棲動物(甲殼類)

一、數量、物種數

本計畫 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)調查共記錄甲殼類共 12 科 24 種，並無記錄到任何特有種(附錄二)。數量、物種數結果趨勢相似，皆有較明顯之季節差異，皆以春季、夏季較高，符合蝦蟹類之季節活動習性(圖 4-4)。在數量比較上，各樣點數量介於 11~446 隻。其中以 C3 捕獲隻次最高，原因為 7 月於該樣點捕抓到大量中國對蝦。物種數介於 4~10 種之間，其中以 C1 最高。物種數有明顯之樣點差異，越接近開門之樣點，如：C1、C8 有較多物種數之記錄；相較之下離開門較遠之 C4、C5 樣點則記錄物種數較少。江政人(2022)研究指出開門操作能增加甲殼類豐度，由於 C1、C8 等樣點因較靠近開門，海水交換較佳，因此可能有較多物種。

不同季節優勢之蝦種類不同(圖 4-5)。冬季、春季蝦類之優勢物種為刀額新對蝦、東方白蝦。中國對蝦則於夏季、秋季最優勢。蟹類則皆以絨毛近方蟹、鈍齒短槳蟹較優

勢。

二、群聚分析

本計畫以群聚分析比較蝦蟹類在樣點、季節間之差異。從 nMDS 結果圖可看出，蝦蟹類在季節($R = 0.000$ ； $p = 0.395$)、樣點間($R = 0.058$ ； $p = 0.272$)皆無顯著分群現象(ANOSIM)(圖 4- 6)。

三、相關分析

本計畫以 Pearson 相關分析探討可能影響蝦蟹類之環境及生物因子。分析之水質環境因子包含：溫度、溶氧、鹽度、濁度、懸浮固體、葉綠素 a、生化需氧量；生物因子包含浮游動物、螺貝類、魚類。相關分析結果顯示僅對蝦科與懸浮固體($R = 0.619$ ； $p < 0.001$)、浮游動物($R = 0.436$ ； $p = 0.012$)有顯著正相關。對蝦科之食性多樣性高，包含碎屑、小型無脊椎動物等。根據 Gutiérrez et al.(2016)研究指出，沿海潟湖之對蝦類主要食物來源可能是有機碎屑、橈足類、多毛類、端腳類等。本計畫浮游動物數量最多即為橈足類，多毛類、端腳類等也有記錄，懸浮固體中亦包含許多有機碎屑。因此，對蝦科與懸浮固體、浮游動物之相關性可能與食物資源較豐富有關。

參、底棲動物(螺貝類)

一、數量、物種數

本計畫 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)調查共記錄螺貝類共 10 科 17 種，並無記錄到任何特有種(附錄三)。在數量比較上，冬季、秋季高於春季、夏季。樣點間則以 C1 數量最少，C6~C8 數量相對較高。物種數介於 3~12 種之間，以 C5 記錄物種數最少，C2 最多(圖 4- 7)。

優勢物種季節差異不大，皆以燒酒海蜷、鐵尖海蜷、栓海蜷最為優勢，除了 C5 樣點是以流紋蜷最為優勢。流紋蜷為偏好淡水的螺類，由於 C5 為有淡水注入之溝渠，導致其數量可能也較高。貝類之優勢物種為月光唱片蛤、歪簾蛤、臺灣環簾蛤等，多分布

於 C2、C3 等底質顆粒較粗，較適合貝類生存之樣點(圖 4-8)。

二、群聚分析

從 nMDS 結果圖可看出(圖 4-9)，螺貝類在樣點($R = 0.752$ ； $p = 0.001$)間有顯著分群現象(ANOSIM)，其中差異較大之樣點為 C1、C5 樣點。造成 C1 與其他樣點差異之主要原因為螺貝類數量顯著較少。根據江政人(2022)指出，由於近年 C1 底質含砂量減少，可能為導致其螺貝類數量減少的原因。C5 則是因為其以流紋蜷數量最為豐富，導致其螺貝類群聚與其他樣點有明顯差異。

三、相關分析

過去研究指出螺貝類大多與水質環境因子無明顯相關性，與底質因子相關性較高。因此，本計畫自 7 月起補充調查樣框法之水深、粒徑、有機等底質資料，並以相關分析尋找螺貝類與各底質因子之關聯性。分析結果顯示，在各項底質因子中，水深、有機質與螺貝類數量相關性皆不高，粒徑則對於螺貝類影響較大。如：燒酒海蜷與粉泥黏土含量呈現負相關($r = -0.374$ ； $p = 0.008$)，與粒徑中值呈正相關($r = 0.344$ ； $p = 0.016$)；雙殼類數量亦與粒徑中值呈正相關($r = 0.322$ ； $p = 0.025$)。顯示底質粒徑為影響螺貝類之主要環境因子，建議後續計畫可持續監測底質粒徑。

肆、浮游動物

一、數量、物種數

本計畫 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)共調查到浮游動物種類共 25 大類，包含橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、藤壺幼生、多毛類等，皆屬近海海域普遍的浮游生物類群(附錄四)。在數量部分(圖 4-10)，浮游動物總數量以 7 月最高，4 月最低。樣點比較間，以 C2 數量最多，C7 最少。在種類數部分，以 4 月物種數最多，1 月最少。各樣點物種數介於 11~18 種之間，以最靠近開門之 C1 最高。

不同季節優勢之浮游動物種類不同，1 月以哲水蚤最為優勢，10 月以劍水蚤最為優勢，4 月、7 月則較無特別優勢的種類。整體來說，以橈足類(包含橈足類幼生、哲水蚤、

劍水蚤)、藤壺幼生最為優勢(圖 4-11)。

此結果與黃榮富(2015)結果相似，該研究於 2014 年 9 月~2015 年 6 月於慈堤調查沿海浮游動物。其結果與本研究相似，在慈堤外海的浮游動物類群中，亦以哲水蚤、劍水蚤、藤壺幼生、橈足類幼生最為優勢，物種數介於 11~14 種之間。

二、群聚分析

從 nMDS 圖可以看出浮游動物群聚主要是根據季節分群，樣點間則無明顯分群現象(圖 4-12)。ANOSIM 亦指出季節間有顯著差異($R=0.267$; $p=0.004$)，在樣點間則無($R=0.01$; $p=0.416$)。季節差異主要來自浮游動物類群的相對數量不同，但出現類群則差異不大(圖 4-11)。

季節數量差異可能外海水團浮游動物組成有關。根據金門大橋興建工程環境監測計畫結果指出，慈堤外海浮游動物受到中國沿岸流強弱、中國陸源淡水影響，而使浮游動物群聚有季節差異。為瞭解慈湖浮游動物類群是否為受到外海水團之影響，本研究自 7 月起亦採集慈堤外海之浮游動物樣本。nMDS、ANOSIM 結果亦指出外海樣本與慈湖內(C1~C8)無顯著差異($R=-0.072$; $p=0.638$)(圖 4-11)。由於慈湖主要是依靠閘門操作，引進外海海水來補充水源，慈堤外海浮游動物類群與本研究相似，顯示慈湖之浮游動物應來自海水引入，因此其季節變化組成會受到外海水團之影響。

伍、浮游藻類

一、數量、物種數

本計畫 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)共調查到浮游藻類 62 種，包含矽藻 33 種、綠藻 14 種、藍綠藻 3 種、隱藻 1 種、甲藻 5 種、裸藻 2 種及纖毛蟲類 4 種(附錄五)。浮游藻類數量介於 1.54×10^4 cells/L~ 2.16×10^6 cells/L。藻類豐度、物種數皆有明顯季節、樣點明顯差異(圖 4-14)。其中，1 月豐度最高，物種數最低，由於 1 月時有較大量之隱藻出現。樣點比較間，鄰近東側溝渠之樣點(C4、C5、C7)通常有較高之藻類數量、種類數。其中又以 C5 豐度、種類數皆最高。

物種組成方面，整體來說，慈湖浮游藻類以隱藻、矽藻最為優勢。1、7、10 月皆藻種組成相似。4 月則差異較大，以矽藻、綠藻、甲藻較優勢。不同樣點優勢藻種亦不同，C1~C3、C8 等較接近開門之樣點，以矽藻、甲藻較優勢；C4~C7 等接近東側溝渠之樣點則以矽藻、隱藻較優勢(圖 4-15)。

二、群聚分析

從群聚分析之 nMDS 的結果圖可以看出，浮游藻類群聚不管在季節、樣點間皆無明顯分群現象(圖 4-16)。ANOSIM 分析結果亦顯示浮游藻類群聚不管在季節($R=0.000$ ； $p=0.445$)、樣點間皆無顯著差異($R=0.091$ ； $p=0.156$)，代表慈湖不同季節、樣點藻類群聚皆相當相似。

三、相關分析

本計畫將浮游藻類豐度與相關性較高之水質因子包含：水溫、溶氧、懸浮固體、營養鹽等進行相關分析。結果顯示，在各項水質因子中，僅營養鹽對浮游藻類豐度有顯著影響。浮游藻類豐度與硝酸鹽氮($r=0.387$ ； $p=0.028$)、亞硝酸鹽氮($r=0.646$ ； $p<0.001$)、正磷酸鹽($r=0.379$ ； $p=0.032$)呈現顯著正相關，顯示營養鹽為影響慈湖藻類之主要因子。而 C5 有較高藻類豐度的原因，應與東側溝渠為慈湖營養鹽輸入之主要來源區域，導致數量、種類數皆有較高的狀況。

陸、其他生物

除了本計畫需要調查之水域生物項目外，在調查期間，若有觀察到其他生物，本計畫亦有一併記錄並列入名錄。本計畫於 6 月調查時，有觀察到端鞭水母出現的狀況。2016 年、2017 年時亦有觀察到大量端鞭水母出現的狀況，但 2018 年卻無觀察到(林幸助、江政人，2018)。由於水母大發生為偶發短期現象，可能亦有年間變異。另外，7 月調查時有以誘捕法捕獲到黃斑燕尾海麒麟，定點觀察法也有記錄到海蟑螂。上述物種雖無法納入定量分析，但會列入慈湖名錄(詳見附錄十)。

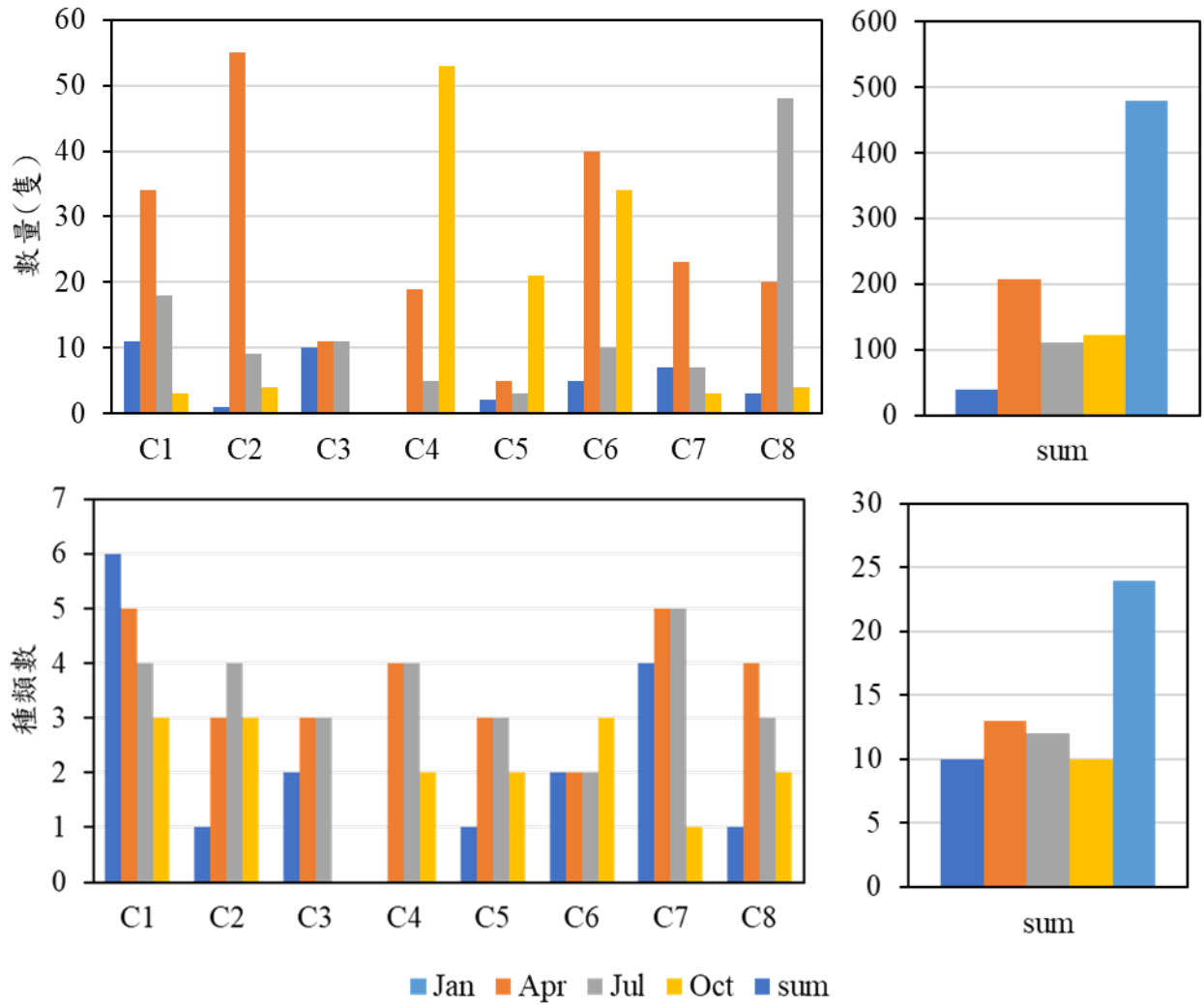


圖 4-1 慈湖 2023 年 4 季魚類數量、物種數各樣點比較圖

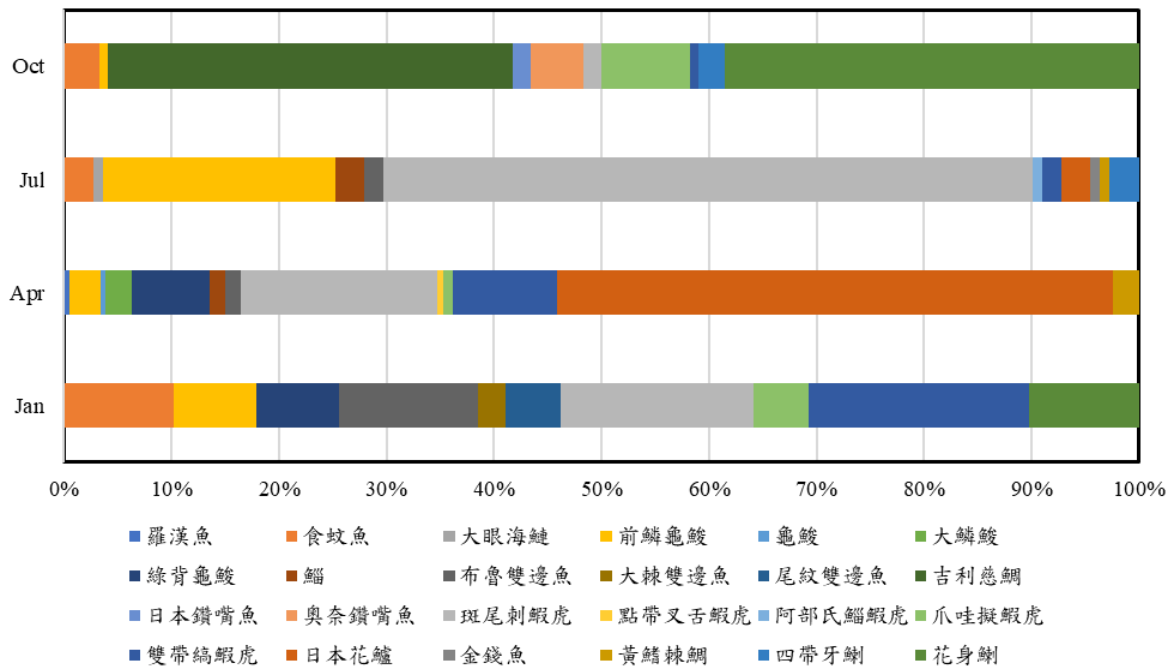


圖 4- 2 慈湖 2023 年 4 季魚類物種組成圖

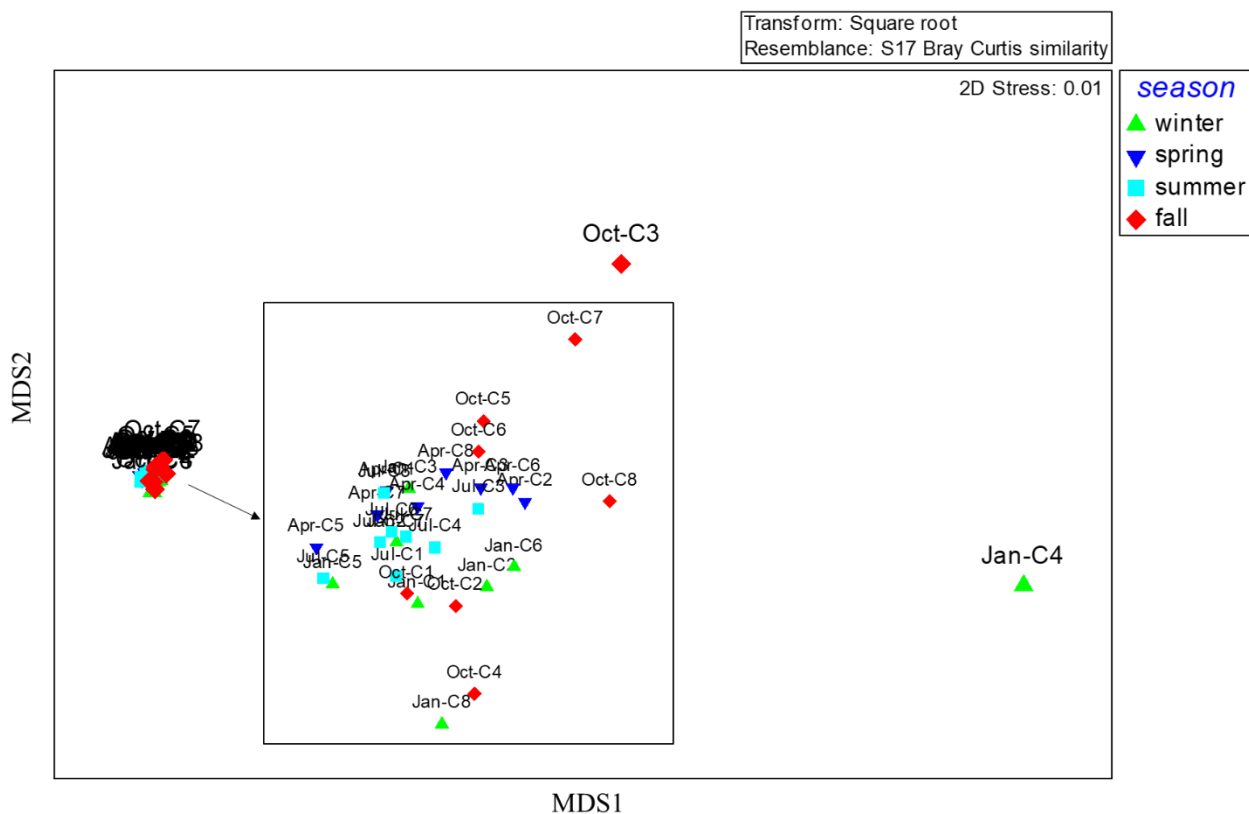


圖 4- 3 慈湖 2023 年 4 季魚類 nMDS 結果圖

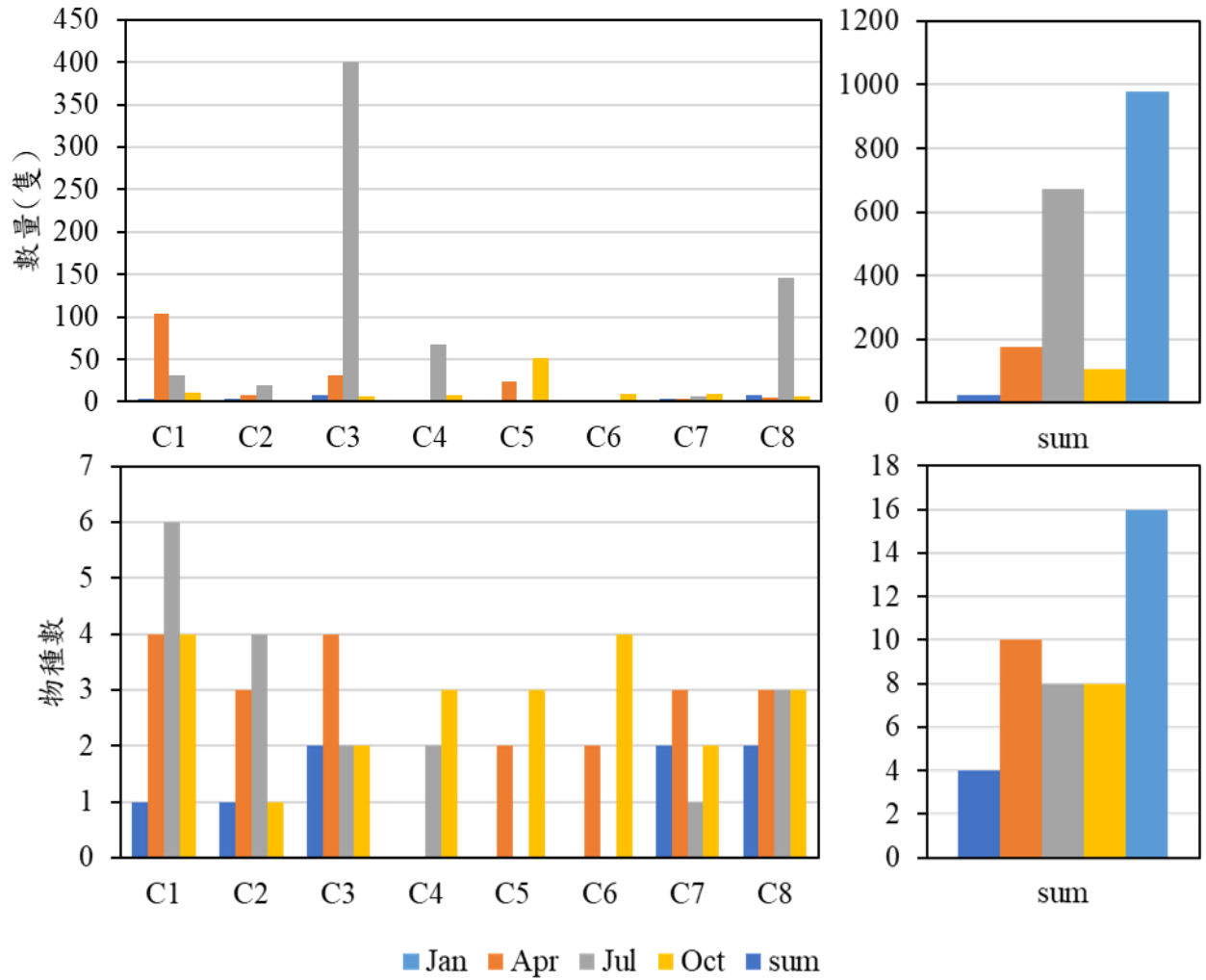


圖 4-4 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類數量、物種數各樣點比較圖

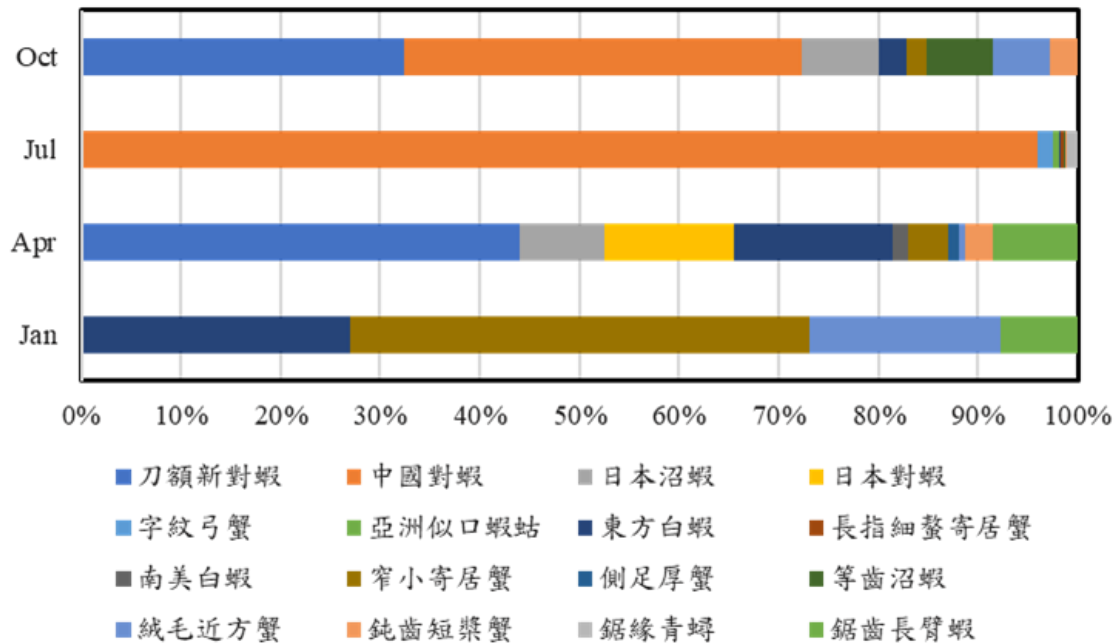


圖 4-5 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類物種組成圖

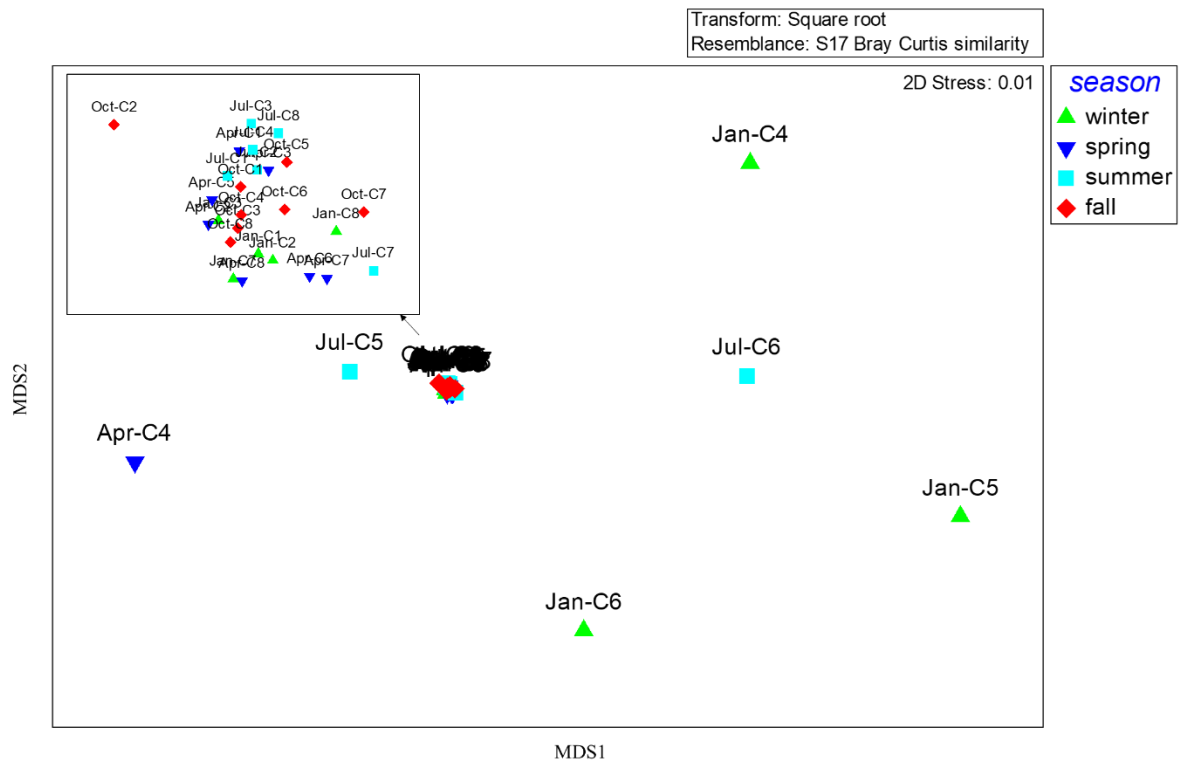


圖 4- 6 慈湖 2023 年 4 季蝦蟹類 nMDS 結果圖

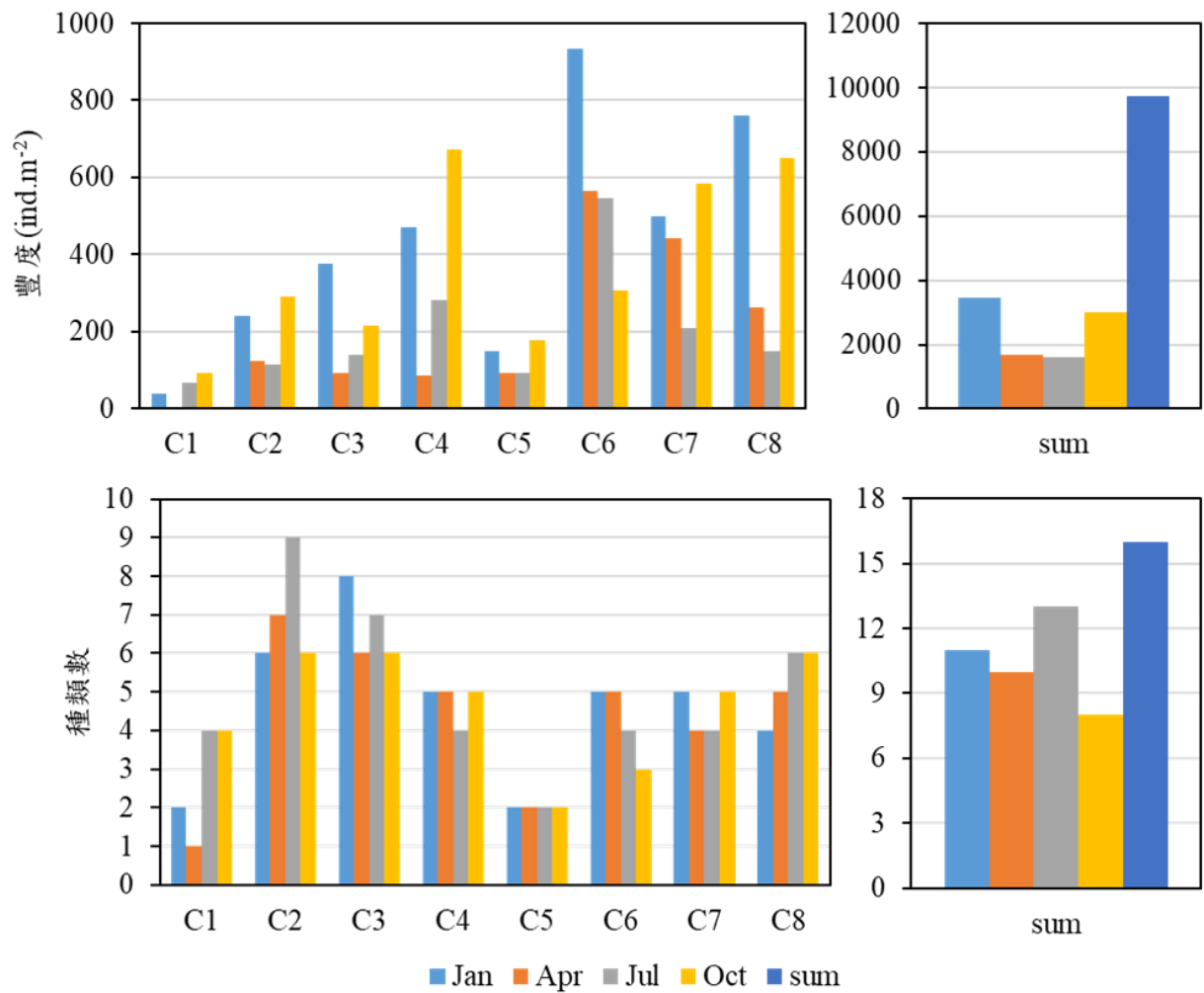


圖 4-7 慈湖 2023 年 4 季螺貝類豐度、物種數各樣點比較圖

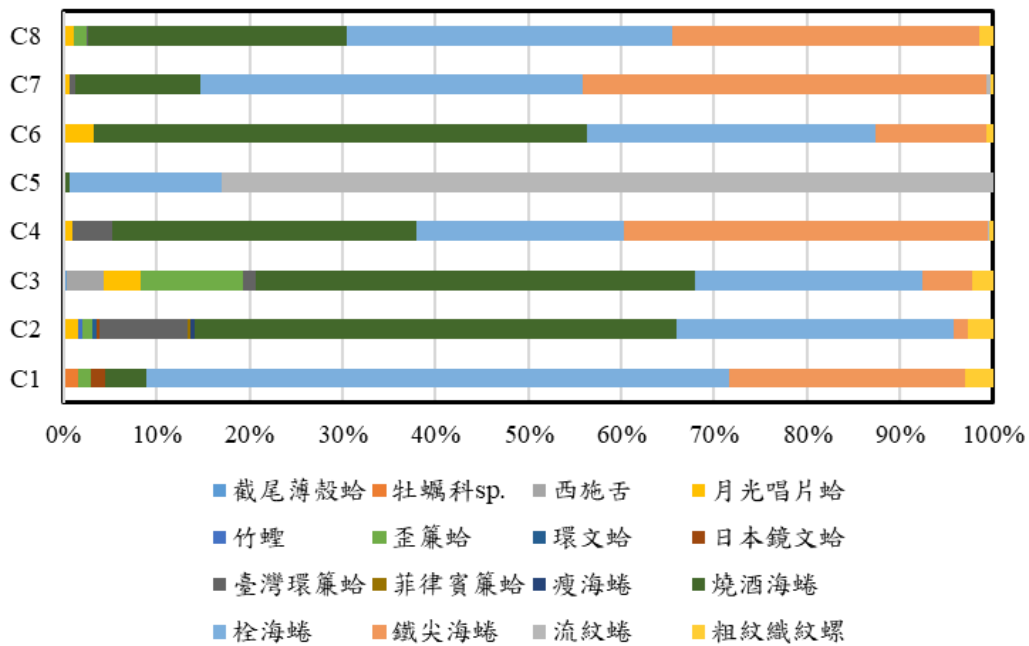


圖 4-8 慈湖 2023 年螺貝類物種組成圖

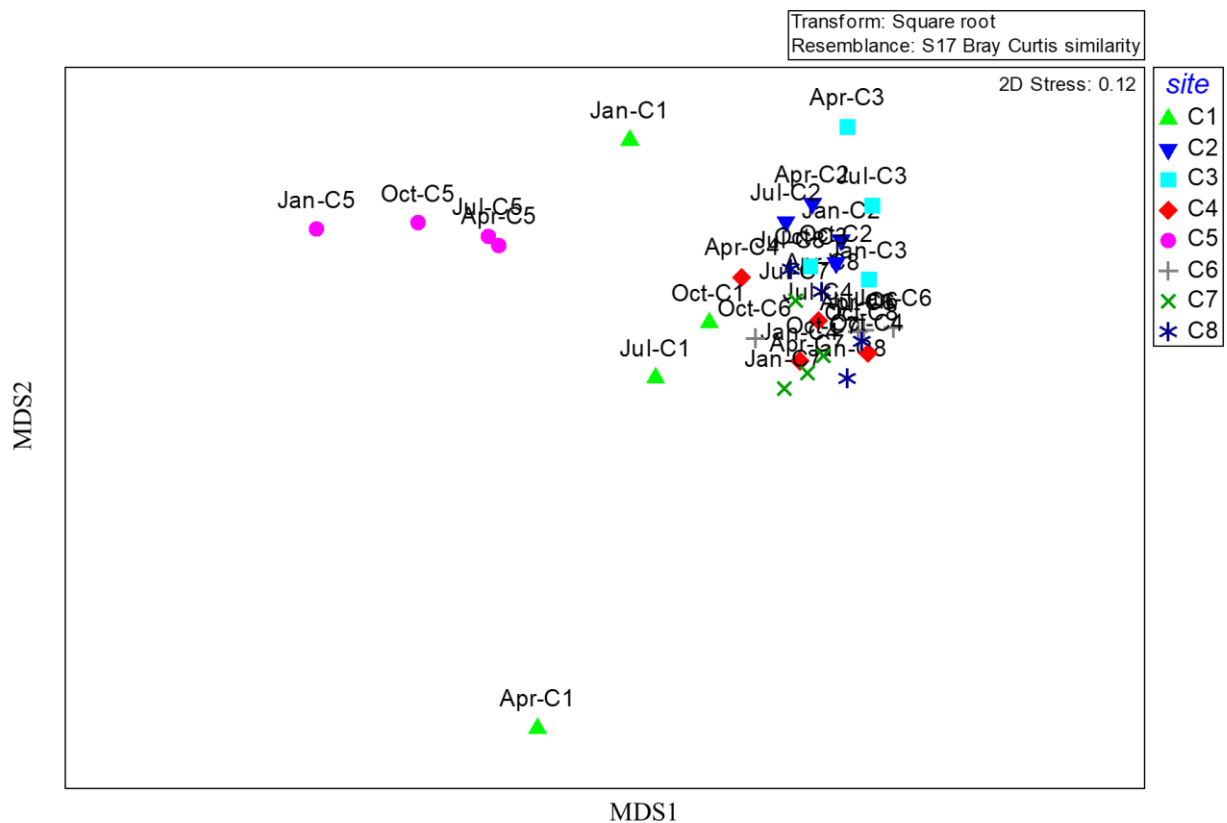


圖 4-9 慈湖 2023 年螺貝類 nMDS 結果圖

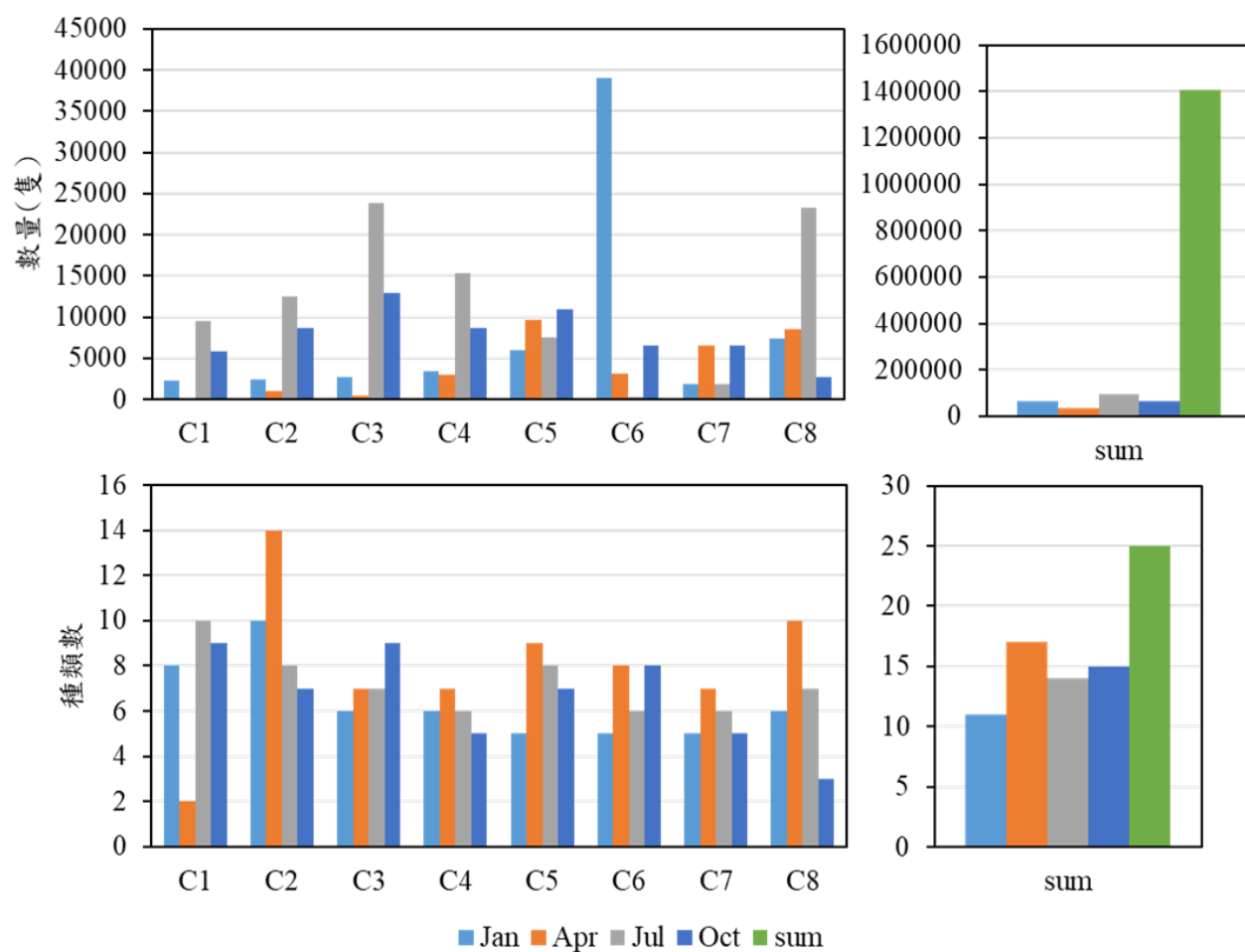


圖 4- 10 慈湖 2023 年 4 季浮游動物數量、種類數各樣點比較圖

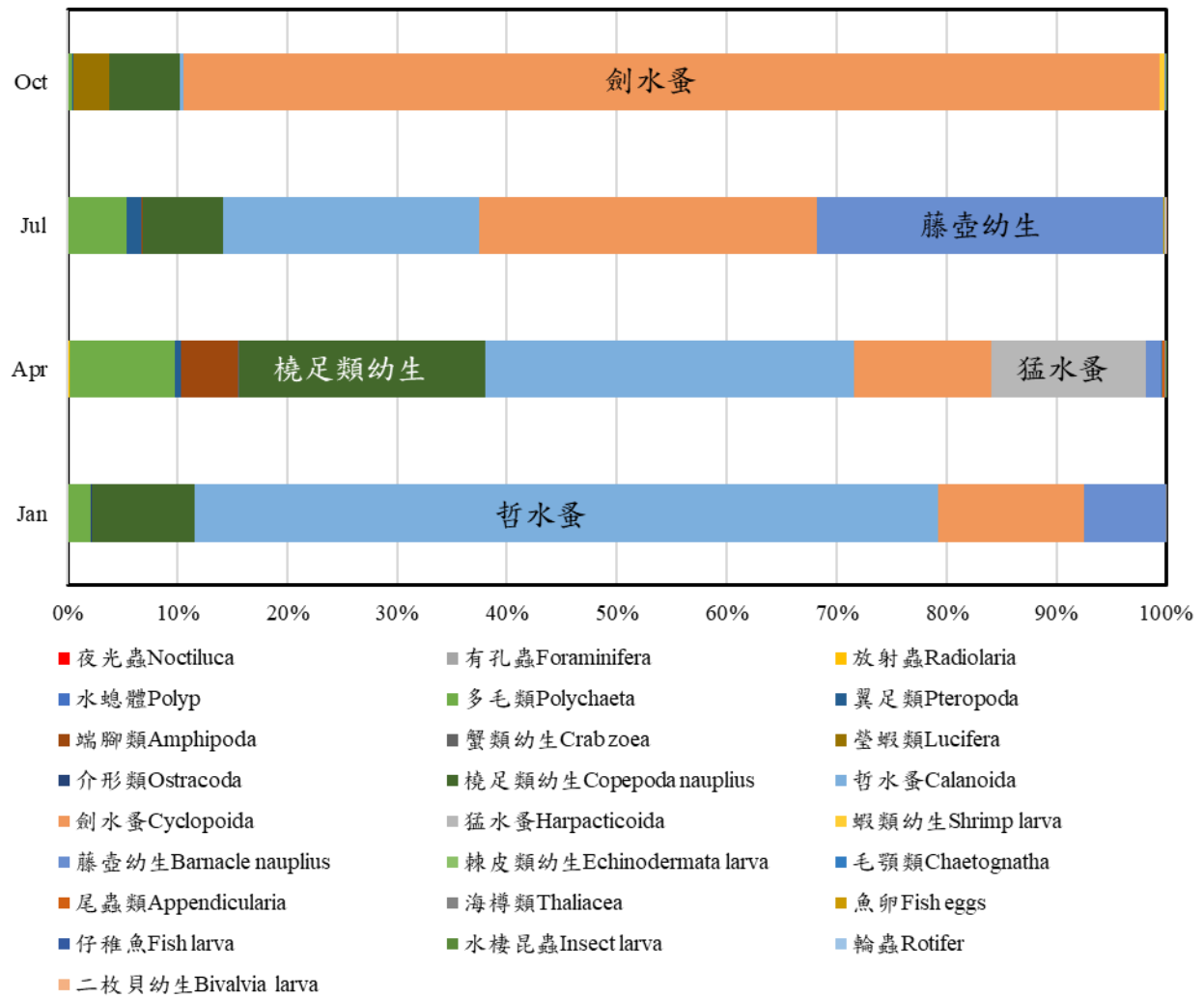


圖 4- 11 慈湖 2023 年 4 季浮游動物物種組成圖

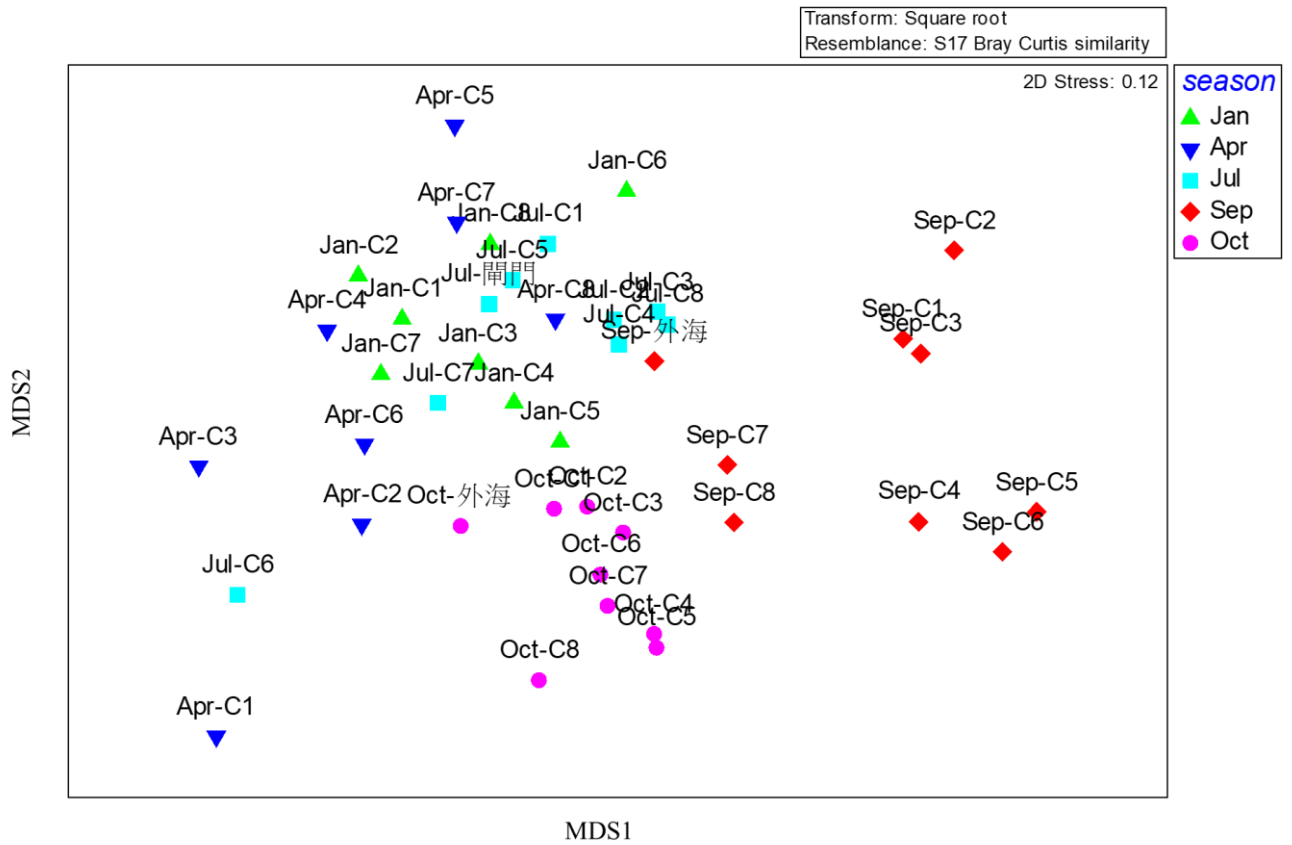


圖 4- 12 慈湖 2023 年 4 季浮游動物 nMDS 結果圖

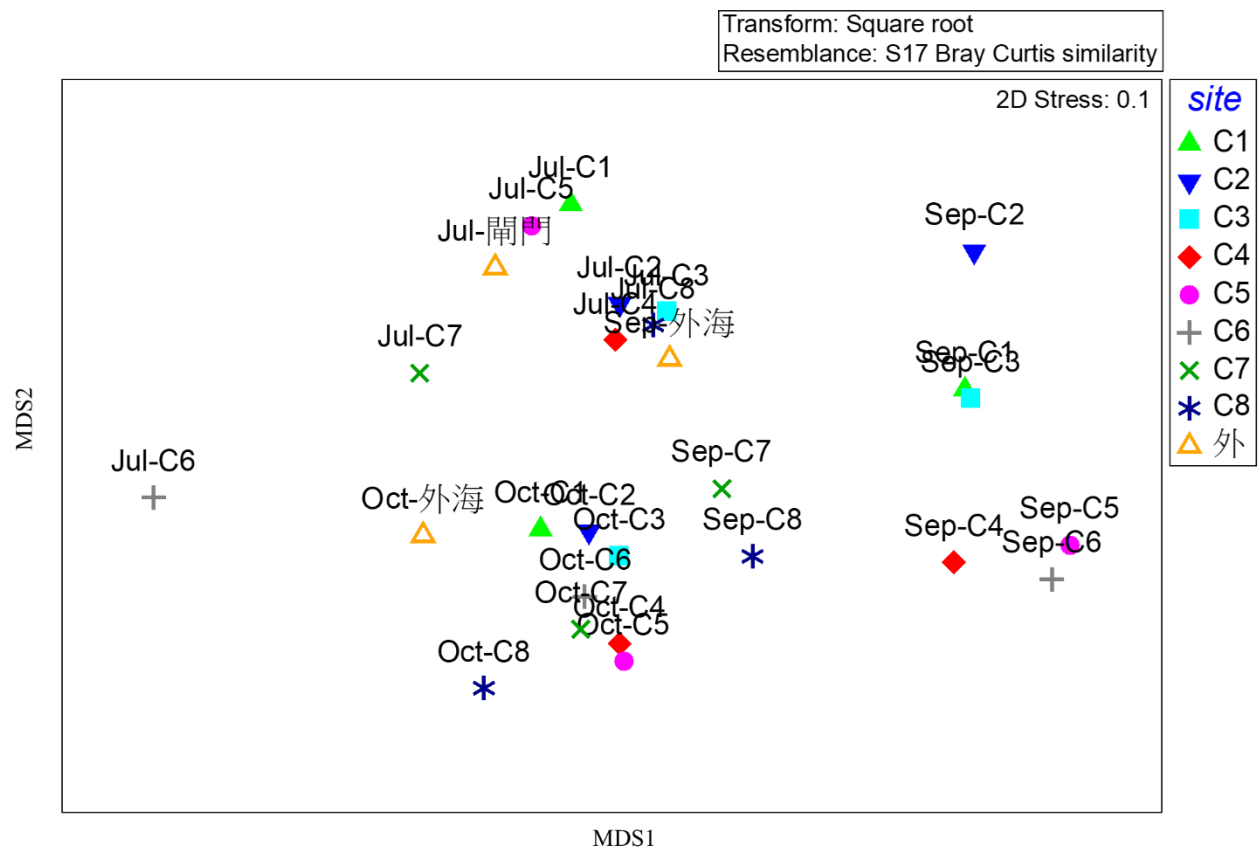


圖 4- 13 慈湖樣點、外海 2023 年 7 月、10 月浮游動物 nMDS 結果圖

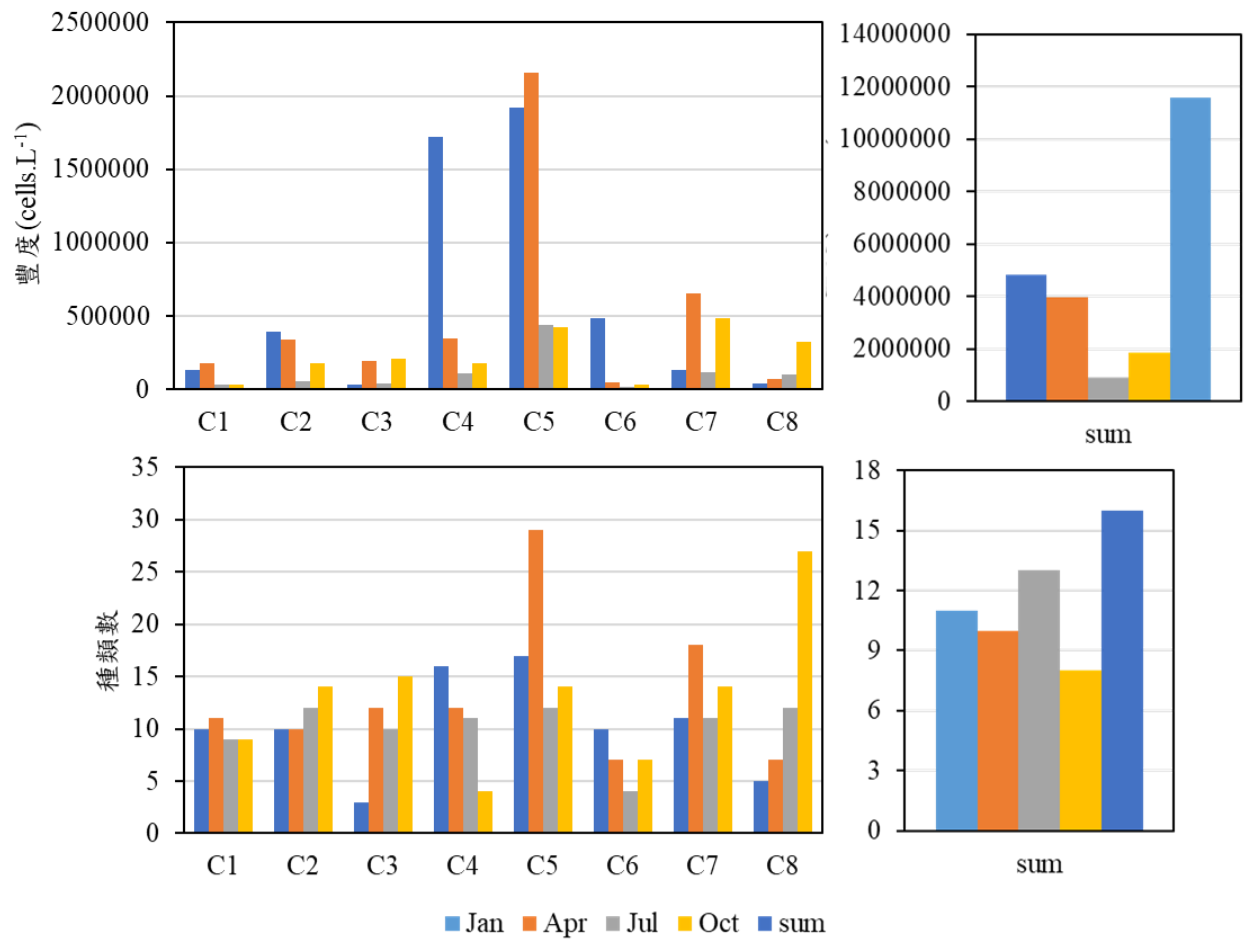


圖 4- 14 慈湖 2023 年 4 季各樣點浮游藻類數量、種類數比較圖

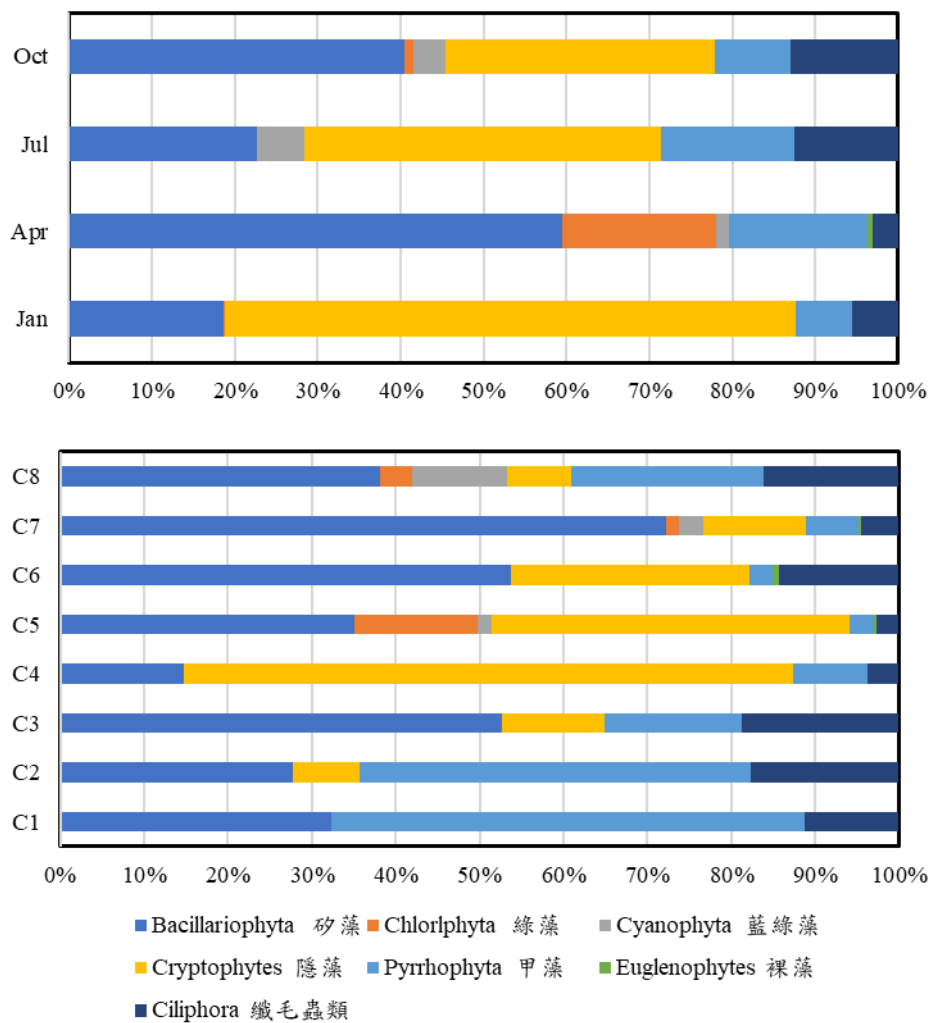


圖 4- 15 慈湖 2023 年 4 季各樣點浮游藻類大類組成圖

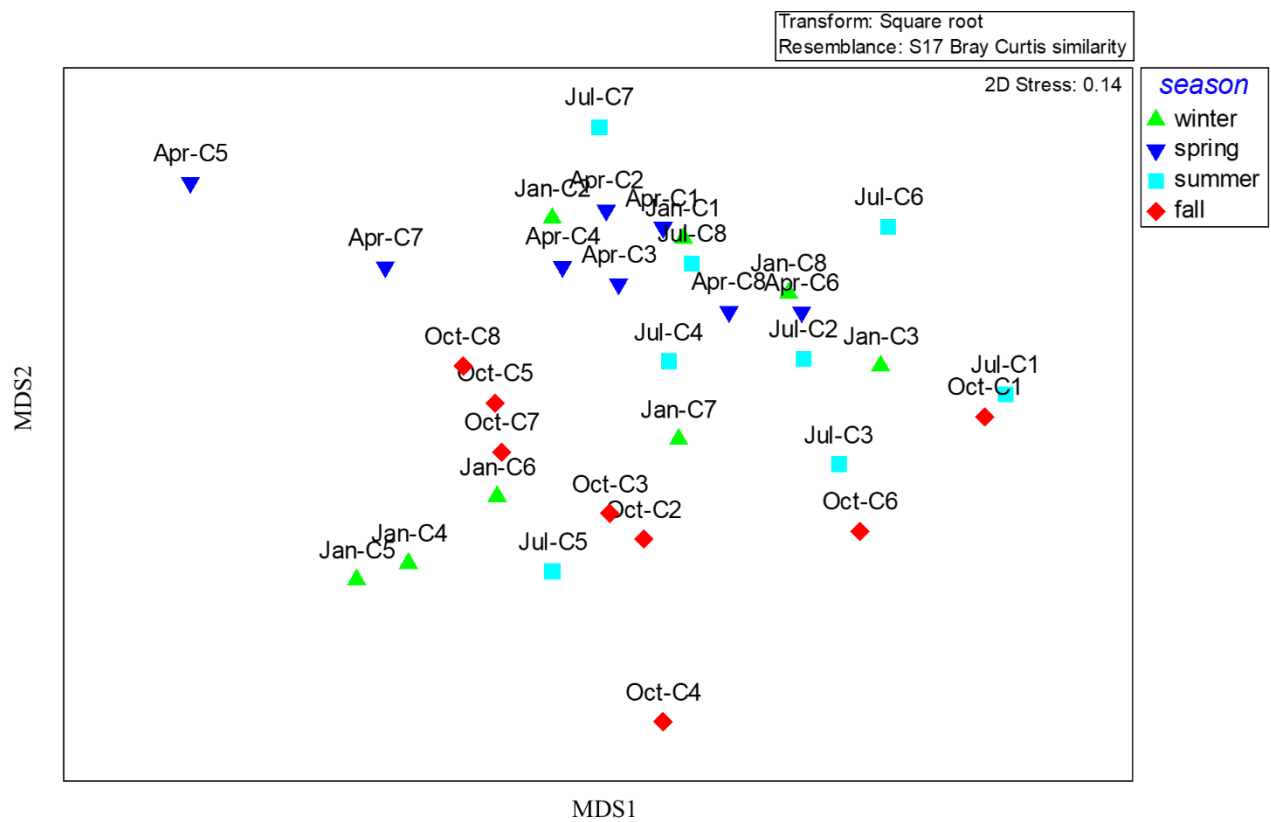


圖 4- 16 慈湖 2023 年 4 季浮游藻類 nMDS 結果圖

第二節、鳥類

本研究於 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月共記錄 40 科 122 種鳥類，共計 5,480 隻次。其中，包含 I 級保育類 1 種(黑面琵鷺)，II 級保育類 12 種(環頸雉、小燕鷗、白琵鷺、魚鷹、灰面鵟鷹、赤腹鷹、黑翅鳶、黑鳶、東方鳶、遊隼、大陸畫眉、八哥)，3 種 III 級保育類(紅尾伯勞、大杓鵯、燕鵯)(附錄六)。

壹、物種數、總數量

本研究 1 月、4 月、7 月、10 月分別記錄 71 種、83 種、59 種、74 種鳥類。此與歷年趨勢吻合，夏季(7 月)記錄鳥種數最少，4 月、10 月分別為春過境、秋過境期，記錄鳥種數較多，增加之物種主要皆來自過境鳥類，如：黑腹燕鷗、鷗嘴燕鷗、彎嘴濱鵯、寬嘴鵯、長趾濱鵯、灰面鵟鷹、赤腹鷹等。另外，亦有少量先抵達之夏候鳥如：噪鵯、栗喉蜂虎等於 4 月調查時被記錄到。

在總數量的部分，1 月、4 月、7 月、10 月分別為 1,504 隻次、1,233 隻次、1,257 隻次、1,436 隻次。以 1 月最高，4 月最低。1 月記錄總數量較多的原因主要來自雁鴨科(圖 4-17)，1 月記錄到較多花嘴鴨、赤頸鴨、小水鴨等冬候鳥。夏季通常為鳥類數量較低的時期，與歷年相比本研究 7 月記錄到較高之總數量，原因為記錄到較大量之蒙古鵯。

貳、鳥種組成

本研究根據習性與棲地，將鳥類各科別區分為水鳥、陸鳥。結果可以發現，在陸鳥的部分，不同季節之鳥種組成差異不大(圖 4-18)，以鳩鵲科、八哥科、秧雞科等留鳥最為優勢；但在水鳥部分，不同季節之鳥種組成差異大，1 月為冬季，因此以冬候鳥多之雁鴨科最為優勢(圖 4-19)。4 月、10 月，由於為鳥類過境期，轉為以鵯科、鵲科較為優勢。另外，鷓鴣為冬候鳥，因此僅於 1 月、10 月有記錄到。

參、行為與棲地利用

不同科別之鳥類偏好利用之棲地類型不同(圖 4-20)，陸域鳥類主要偏好利用灌叢、

草地、樹林等棲地類型，其中又以樹林利用比例最高，少部分較能適應人為活動之鳥類，如八哥科、麻雀科、鳩鴿科等亦會利用道路類型之棲地。在水鳥的部分，其利用之棲地類型則與其生態習性有關。雁鴨類以利用魚塭為主，水域次之；鴿科多為小型濱鳥，如：東方環頸鴿、鐵嘴鴿、蒙古鴿等，因其跔蹠長較短，因此多利用沙灘、淺灘水深不深之棲地類型。鸚鵡科、鷺科等較大型之濱鳥，除了淺灘之外，因其跔蹠較長，亦會利用較深之水域棲地。燕科、雨燕科、蜂虎科、鷹科、鵲科等，則以利用空域為主。

鳥類棲地利用比較的部分，資料為排除飛越，無直接棲地利用之鳥類數量。比較各棲地類型鳥類之行為可以發現(圖 4-21)，在陸域棲地部分，草地上之鳥類大多在覓食，樹林則以休息為主，鳴叫行為則以灌叢、樹林為主。在水域棲地部分，魚塭、水域鳥類多在覓食，沙灘則多在休息，淺灘則覓食、休息皆有，顯示慈湖及其周邊水域棲地為鳥類重要覓食的區域。

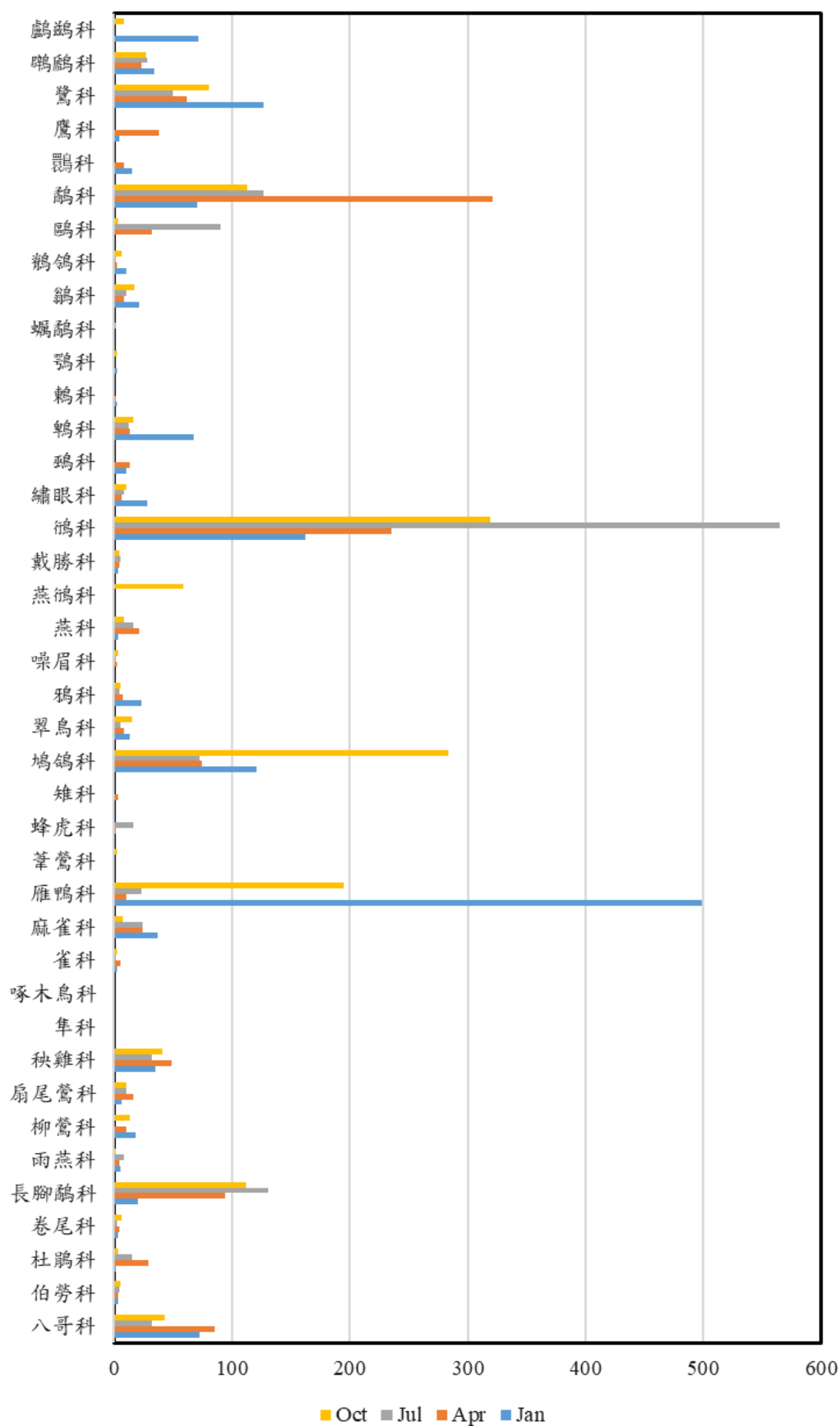


圖 4-17 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月各科鳥類數量比較圖

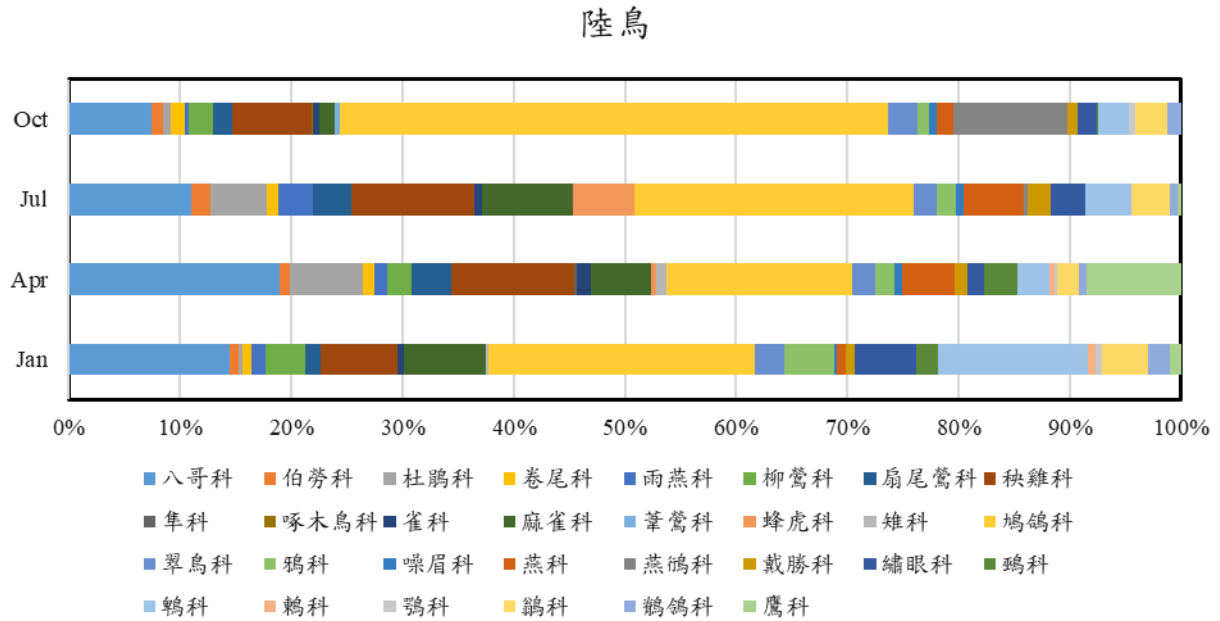


圖 4- 18 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月陸鳥鳥種組成

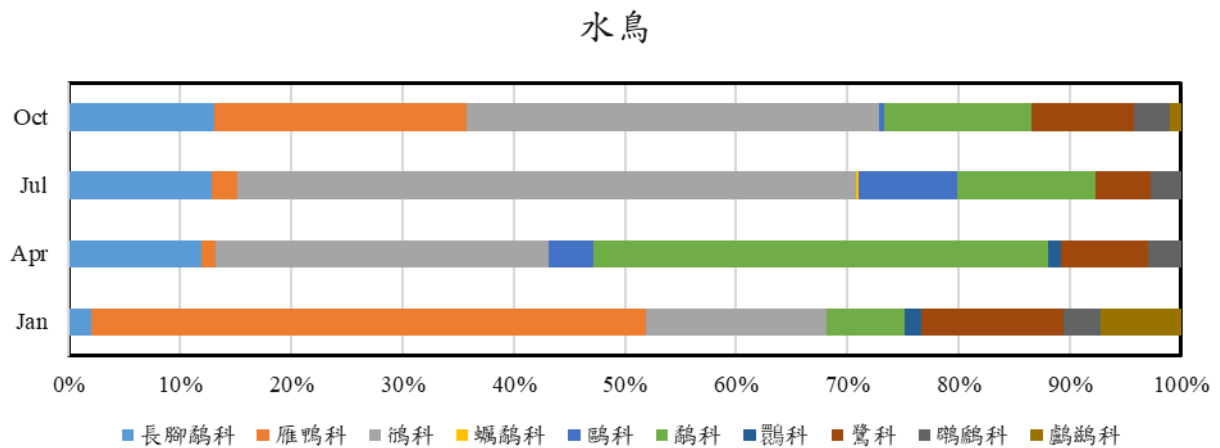


圖 4- 19 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月水鳥鳥種組成

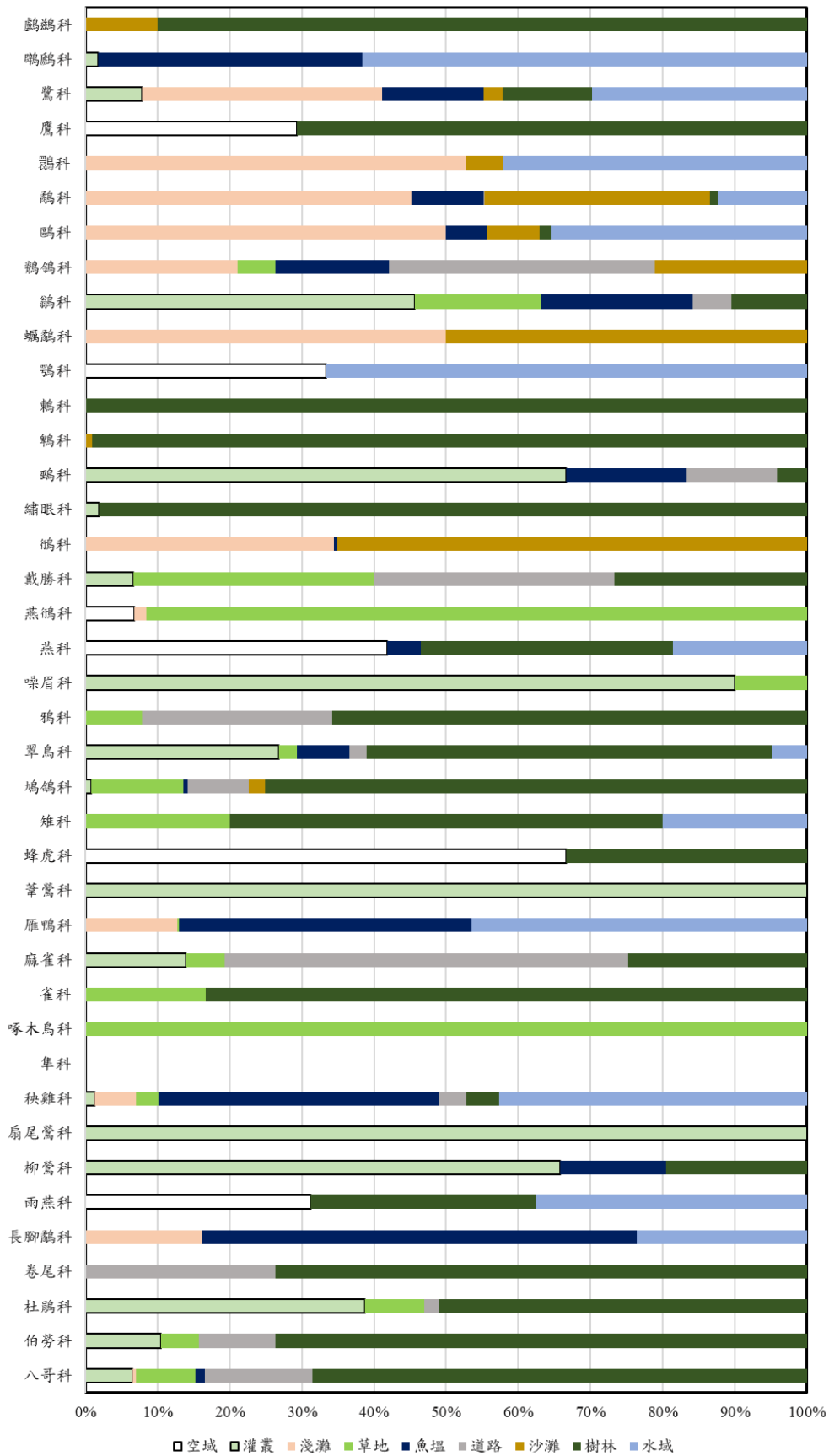


圖 4-20 慈湖各科鳥類利用棲地類型比較圖

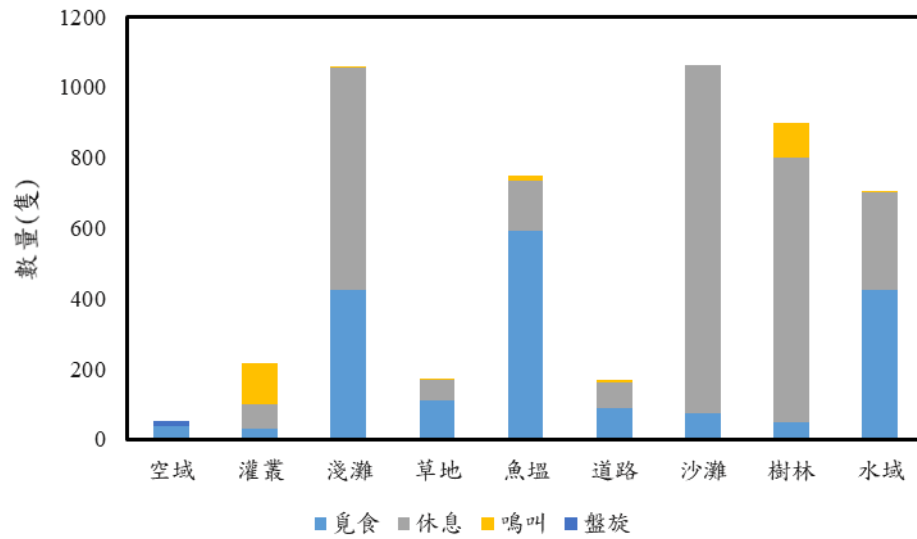


圖 4- 21 慈湖各棲地類型鳥類行為比較圖

第三節、生物年間比較

慈湖之水域生物(魚類、蝦蟹類、螺貝類、浮游動物、浮游藻類)、鳥類在過去計畫皆有進行監測。為了瞭解慈湖水域生物、鳥類之年間變異，本計畫將過去努力量與本計畫相似之研究與本計畫進行分析比。水域部分本計畫為每季調查，因此僅以歷年相同季節之資料進行比較。鳥類部分則以相同月份資料進行比較。

壹、水域生物

在水域生物的部分，螺貝類(2016 年~2018 年、2022 年)、魚類(2016 年)、蝦蟹類(2022 年)、浮游動物(2017 年)、浮游藻類(2017 年)歷年調查方法、努力量皆相同，因此得以進行統計定量分析。而蝦蟹類(2017 年)因方法、努力量差異較大，因此僅以文字敘述進行比較，並不進行統計分析。

一、螺貝類

本研究以單因子變異數分析比較 2016~2018 年、2022 年、2023 年之螺貝類數量。結果發現年間數量無顯著差異($p=0.110$)。物種組成方面，2016 年以流紋蜷最為優勢，2017 年後則有燒酒海蜷、鐵尖海蜷增加之趨勢(圖 4-22)。

進一步以群聚分析比較慈湖螺貝類群聚於不同年間的差異。從結果圖可以發現慈湖螺貝類群聚在年間有顯著分群狀況(圖 4-23)。根據 ANOSIM 事後檢定結果指出，群聚有顯著之年間差異，而 SIMPER 分析顯示造成年間差異貢獻度最高之科別為海蜷科、椎蜷科。主要原因為 2016 年椎蜷科數量較高，海蜷科較低，然 2017 年後海蜷科逐年漸增，椎蜷科降低。此原因可能與 2016 年開始之閘門操作有關。自閘門操作，開始引入海水後，慈湖鹽度增加，導致偏好半淡鹹水泥灘地之海蜷科數量也逐漸增加。此結果與江政人(2022)之研究結果相似，顯示慈湖螺貝類群聚從 2016 年開始逐漸改變，變成以偏好半淡鹹之海蜷科最為優勢。

本計畫以冗餘分析、相關分析探討影響螺貝類之環境因子。根據過去研究顯示，水質因子對螺貝類群聚影響不大，底質因子才是主要影響因子。因此，水質因子僅納

入溫度、溶氧、鹽度；底質因子則納入粒徑中值、粉泥黏土含量、篩選係數。冗餘分析結果顯示，水質因子之 dbRDA1、dbRDA2 僅可解釋 3.4% 之變異(圖 4-23)，底質因子之 dbRDA1、dbRDA2 則共可解釋 17.0% 之變異(圖 4-24)，顯示相較於水質，底質為影響螺貝類群聚之主要環境因子。

進一步相關分析顯示，在水質部分，海蜷螺科與鹽度($r=0.177$, $p=0.018$)、溶氧($r=0.250$, $p<0.001$)有顯著正相關；唱片蛤科與鹽度($r=0.166$, $p=0.027$)有顯著正相關。此與海蜷科、唱片蛤科之特性相符，偏好鹽度較高之環境。

底質部分，唱片蛤科($r=0.309$, $p=0.020$ ； $r=-0.387$, $p=0.003$)、紫雲蛤科($r=0.273$, $p=0.041$ ； $r=-0.283$, $p=0.034$)、簾蛤科($r=0.520$, $p<0.001$ ； $r=-0.414$, $p=0.001$)皆與粒徑中值呈顯著正相關，與粉泥黏土呈顯著負相關；織紋螺科與粒徑中值呈顯著正相關($r=0.334$, $p=0.011$)；竹蛭科則與粉泥黏土($r=-0.299$, $p=0.025$)呈顯著負相關。此結果顯示大部分之貝類皆偏好粒徑中值大、粉泥黏土含量低之底質環境。螺類中則是織紋螺科偏好粒徑中值大之環境，其他科別對底質無特別偏好。此結果亦與本計畫在底質為粗砂環境之 C2、C3 紀錄較多貝類結果相符。

二、魚類

本研究將 2016 年(3 月、6 月、9 月、12 月)之魚類資料與 2023 年(1 月、4 月、7 月、10 月)相比。紀錄魚種數相當，2016 年、2023 年分別為 20 種、24 種。數量比較部分，2016 年與 2023 年數量並無顯著差異(t -test, $p = 0.115$)(圖 4-25)。物種組成亦差異不大，較優勢的魚種如：斑尾刺鰕虎、布魯雙邊魚、尾紋雙邊魚、花身鰱、雙帶鰕鰕虎等於兩年皆有出現紀錄。

在魚類群聚部分，從 nMDS 圖亦可以看出魚類群聚在年間無明顯分群(圖 4-26)。ANOSIM 分析亦顯示魚類群聚在年間($R = -0.01$ ； $P = 0.486$)、季節($R = -0.146$ ； $P = 0.333$)間皆無顯著差異，顯示近年慈湖魚類狀況穩定。

三、蝦蟹類

蝦蟹類部分，2017 年(2、5、8、11 月)、2022 年(1、3、7、10 月)皆有調查，然 2017 年因方法差異大，僅進行敘述種類比較。將本研究 2023 年與 2017 年之資料相比。在蝦類部分，過去記錄過日本沼蝦、東方白蝦、中國對蝦等，在本研究亦皆有記錄；蟹類部分，2017 年記錄多種小型方蟹科物種如：字紋弓蟹、斑點擬相手蟹、絨毛近方蟹、側足厚蟹等。為利於將本計畫資料與 2017 年進行比較，在 7 月後本計畫使用定點計數法、徒手捕捉法進行蝦蟹類補充調查。大多之方蟹科物種如：字紋弓蟹、斑點擬相手蟹、絨毛近方蟹、平背蜞、四齒大額蟹亦於本計畫皆有紀錄。

江政人(2022)在 1、3、7、10 月亦有進行蝦蟹類調查，與本研究努力量相似，可以進行統計分析比較。結果發現 2022 年、2023 年調查到之種類皆相似，且數量比較(t -test, $p = 0.369$)並無顯著差異(圖 4-27)。從 nMDS 圖亦可以看出蝦蟹類群聚主要是在季節間則分群較明顯，在年間則無明顯分群(圖 4-28)。ANOSIM 分析亦顯示蝦蟹類群聚在年間($R = -0.229$; $P = 1.00$)無顯著差異。綜合上述結果，顯示近年慈湖蝦蟹類狀況穩定。

四、浮游動物

在浮游動物部分，Mann-Whitney Rank Sum Test 指出 2017 年浮游動物豐度顯著高於 2023 年，但優勢類別相似，皆為橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤等較優勢(圖 4-29)。從 nMDS 結果圖可以看出浮游動物在年間有分群現象，ANOSIM 結果亦顯示年間群聚有顯著差異($R = 0.558$, $p = 0.001$)。SIMPER 分析指出造成年間差異之主要類群為橈足類，包含橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤，其他類群則貢獻度均 $<10\%$ 。

根據研究顯示，對浮游動物影響較大之水質因子包含：溫度、溶氧、鹽度、濁度、營養鹽、浮游藻類，因此本計畫將上述因子與浮游動物群聚進行冗餘分析。冗餘分析結果顯示，水質因子之 dbRDA1、dbRDA2 可解釋 18.7%之變異(圖 4-30)。進一步相關分析顯示，除了鹽度、溫度外，大多水質因子與浮游動物皆無顯著相關性。輪蟲($r = -0.526$, $p < 0.001$)、蝦類幼生($r = -0.334$, $p = 0.007$)與鹽度呈現顯著負相關。翼足類($r = 0.289$,

$p=0.020$)、藤壺幼生($r=0.275$, $p=0.027$)與溫度呈現顯著正相關。翼足類偏好溫暖的環境(Herman, 1998)、藤壺繁殖季於春、夏季(Satheesh & Wesley, 2009)，顯示翼足類、藤壺幼生受到季節影響較大。輪蟲多為淡水種類(Segers, 2008)，蝦類幼生有淡水洄游習性(March et al., 1998)，因此其分部與樣點較有關，在有淡水輸入之 C5 豐度較高。

由於溫度、鹽度在 2017 年 2023 年間差異不大，顯示上述因子應非影響浮游動物年間差異之主要因素。本研究 7 月、10 月針對慈堤外海浮游動物進行補充調查，結果顯示慈湖內浮游動物群聚與外海無顯著差異，代表慈湖內浮游動物主要由外海透過閘門引入，受到外海浮游動物影響大。因此，浮游動物之年間變異可能與年間水團之不同，導致浮游動物組成、豐度的改變，而與慈湖內環境較不相關。

五、浮游藻類

在浮游藻類的部分，2017 年、2023 年藻類數量有顯著差異，以 2017 年顯著高於 2023 年(圖 4- 31)。出現大類群相似，但在 2017 年以矽藻、藍綠藻最為優勢，2023 年則以矽藻、隱藻較優勢。從 nMDS 結果圖亦可以看出藻類群聚在年間有顯著分群現象(ANOSIM, $R = 0.573$; $P = 0.05$)。SIMPER 分析顯示造成差異的主要類別依序為矽藻、藍綠藻、綠藻、裸藻、甲藻。

過去研究顯示，對浮游藻類有影響之水質因子包含溫度、溶氧、濁度、懸浮固體、營養鹽等。因此，本計畫將 2017 年、2023 年有調查之上述水質因子納入冗餘分析。結果顯示 dbRDA1、dbRDA2 可解釋 33.1%之變異(圖 4- 32)。進一步相關分析顯示，大多數藻類皆與現地水質因子無顯著相關性，而與營養鹽有顯著相關性。如：硝酸鹽氮與綠藻($r=0.711$, $p<0.001$)、氨氮與藍綠藻($r=0.307$, $p=0.013$)、磷酸鹽與矽藻($r=0.231$, $p=0.066$)、綠藻($r=0.260$, $p=0.037$)、藍綠藻($r=0.392$, $p=0.001$)皆有顯著正相關，顯示營養鹽為影響藻類之重要水質因子。

從冗餘分析結果圖可以看出，2017 年比起 2023 年有較高豐度之矽藻、綠藻、藍綠藻。營養鹽的部分，磷酸鹽、硝酸鹽氮亦於 2017 年濃度較高。由於矽藻、綠藻、藍綠藻皆與磷酸鹽呈顯著正相關，因此造成 2017 年藻類豐度較高之原因可能與 2017 年

(平均 0.312 mg/L)磷酸鹽濃度較 2023 年(0.275 mg/L)高有關。

貳、鳥類

慈湖鳥類歷年調查資料豐富，但歷年調查方法、樣區、努力量等皆有差異。在 2018 年以前的調查資料與本研究方法差異較大，因此 2006~2023 年之資料僅以歷年最高、最低量方式比較。2018 年後之調查資料與本計畫方法接近，因此以相同調查月份資料(1 月、4 月、7 月、10 月)進行比較。

一、歷年趨勢變化(2006~2023 年)

本計畫統整 2006~2023 年慈湖鳥類調查物種數、總數量之最高量、最低量進行比較(圖 4- 33)。由於大量鷗鷺會影響總數量，因此鳥類總數量為排除鷗鷺資料之總鳥類隻次。在物種數的部分，2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月之監測結果皆介於歷年最高至最低量之間。本年度之監測結果逼近歷年最高量，顯示近年慈湖鳥類物種數穩定。在總數量部分，本年度之監測結果亦介於歷年高點與低點之間，7 月則是超越歷年高點，原因為本計畫記錄較多之蒙古鵠。綜合上述結果顯示近年慈湖鳥類穩定，並無太大變化趨勢。

二、近年趨勢變化(2018~2023 年)

本計畫將努力量、樣區與本研究相似之近年慈湖鳥類調查(2018、2019、2022 年)與本研究(2023 年)監測結果進行探討。由於本計畫監測月份為 1 月、4 月、7 月、10 月，近年趨勢比較僅納入相同調查月份之資料。另外，由於大量鷗鷺可能劇烈影響鳥類資料之趨勢。因此，年間資料比較部分將不納入鷗鷺進行比較。

結果發現，近年慈湖鳥類總數量有增加趨勢。若根據鳥類習性與棲地，將之區分為水鳥、陸鳥可以發現，數量增加主要來自水鳥數量增加(圖 4- 34)。此結果可能來自調查範圍之差異，2018 年研究調查之範圍僅涵蓋慈湖周邊區域，而 2019 年後之研究皆有納入慈湖東側魚塭區。增加之水鳥科別主要來自雁鴨科、鵠科、鵝科、長腳鵠科等，皆為主要利用漁塭之類別；鵲科、鷗科、鷺科、鴨科則數量變化不大(圖 4- 35)。

另外，本研究將近年鳥類資料進行群聚分析，檢視近年鳥類群聚是否有顯著差異。從 nMDS 結果圖中可以看出鳥類群聚主要是依據季節分群(圖 4-36)；年間部分，除了 2018 年外，其他年份(2019、2022、2023 年)皆無明顯分群現象。雖然 ANOSIM 結果顯示鳥類群聚在年間有顯著差異($p = 0.042$)，但 R 值僅 0.174，代表分群相似度高，僅有微小差異。

若以 SIMPER 分析找出差異類群，結果顯示造成 2018 年與其他年份差異之類群為鸕鶿科、雁鴨科、鵲科、鴿科等(圖 4-37)。2018 年雁鴨科、鵲科、鴿科與其他年份相比較少。雁鴨科、鵲科、鴿科的部分，則與後續年份調查樣區是否包含魚塭區有關。綜合上述結果顯示，近年慈湖鳥類狀況仍屬穩定，並無太明顯變化趨勢。

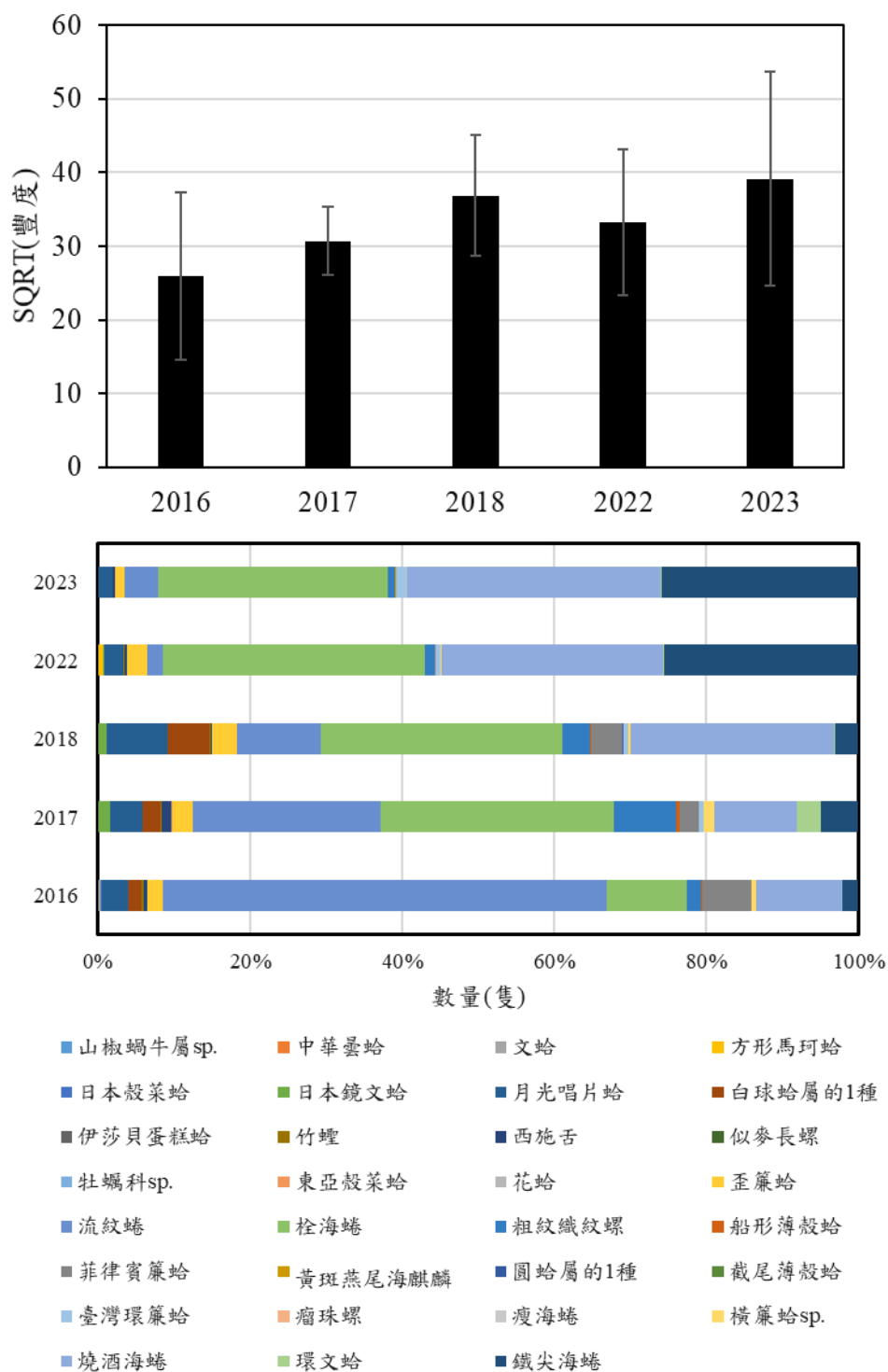


圖 4-22 慈湖歷年螺貝類數量、物種組成比較圖

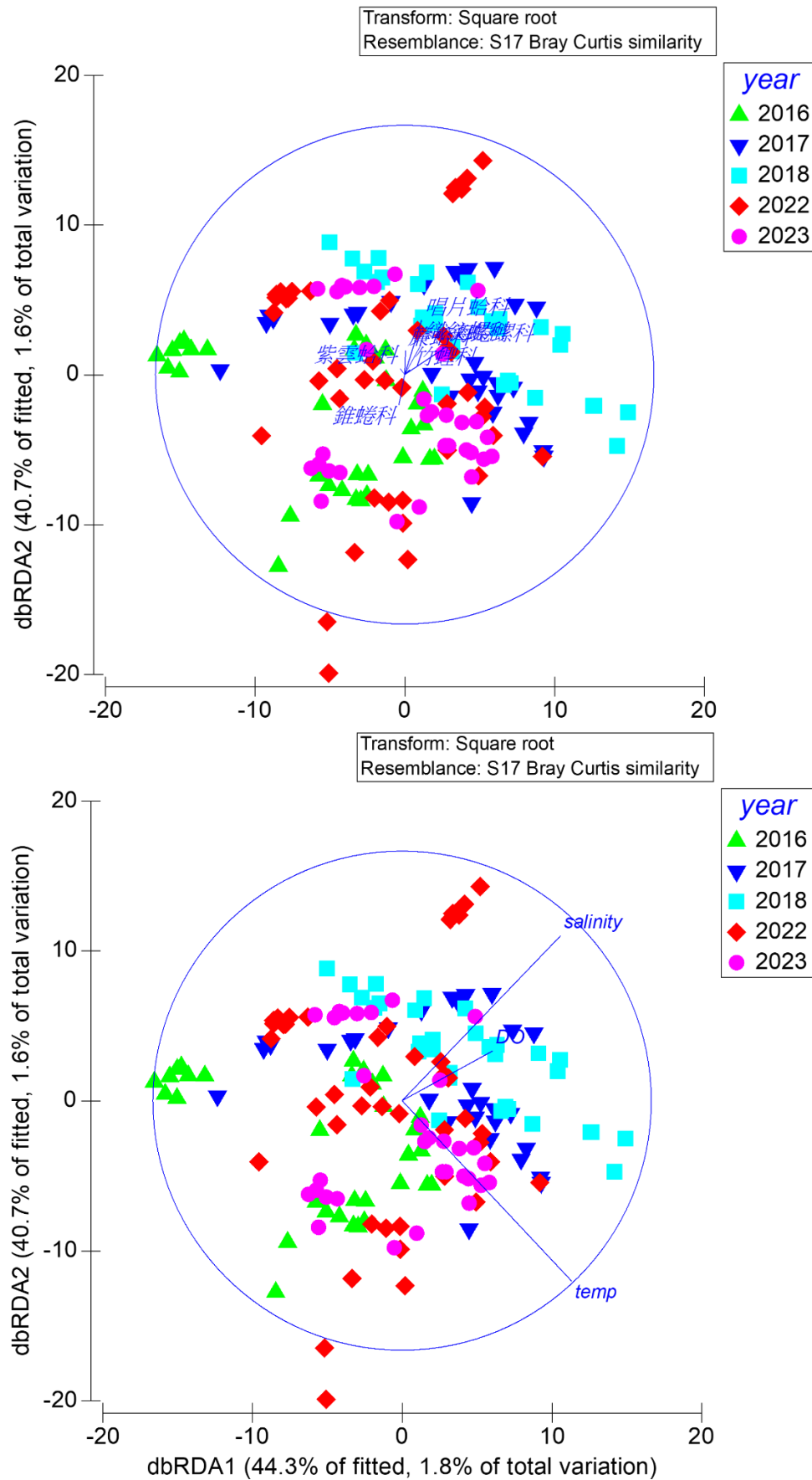


圖 4- 23 慈湖歷年螺貝類群聚與水質冗餘分析結果圖

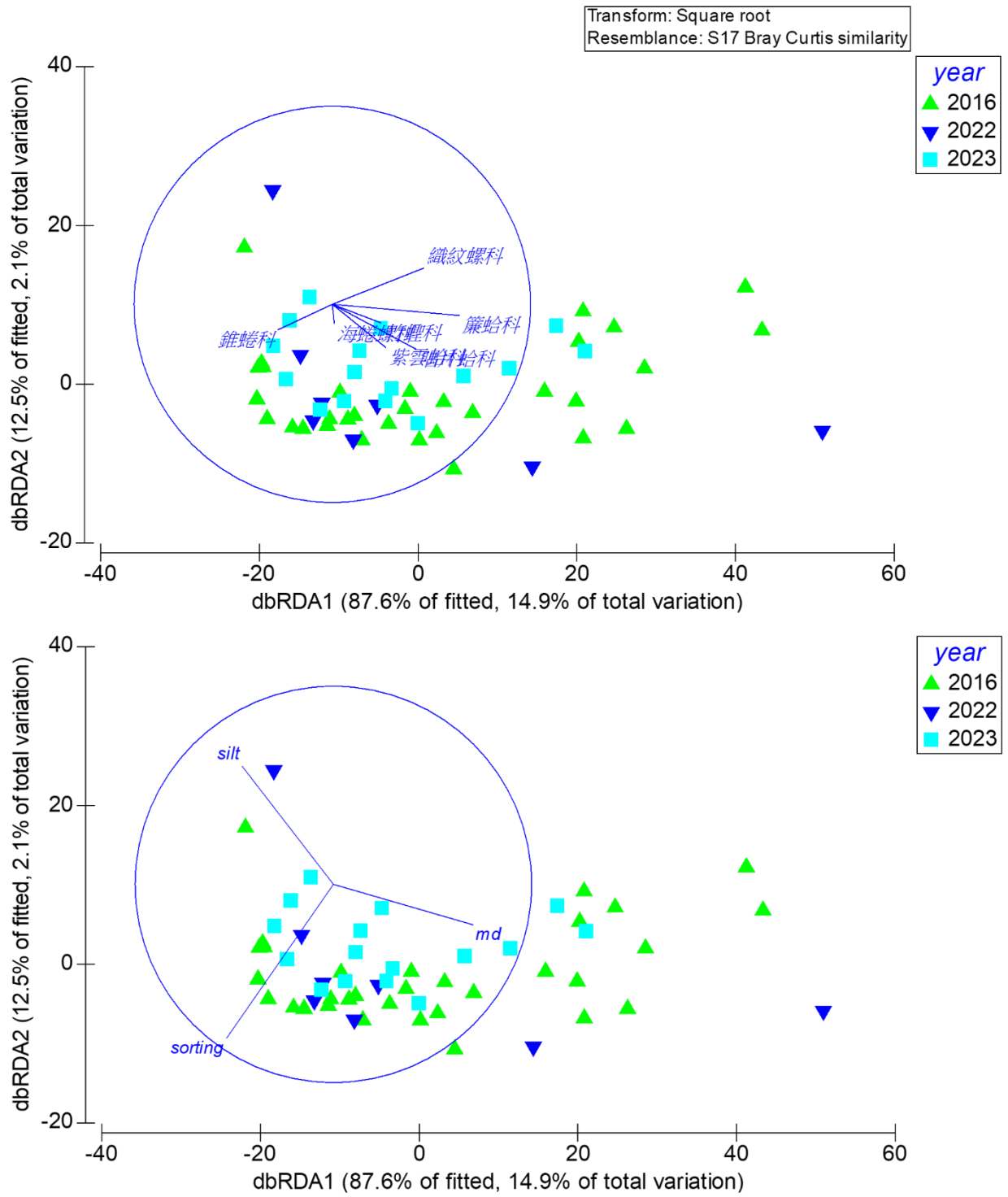


圖 4- 24 慈湖歷年螺貝類群聚與底質冗餘分析結果圖

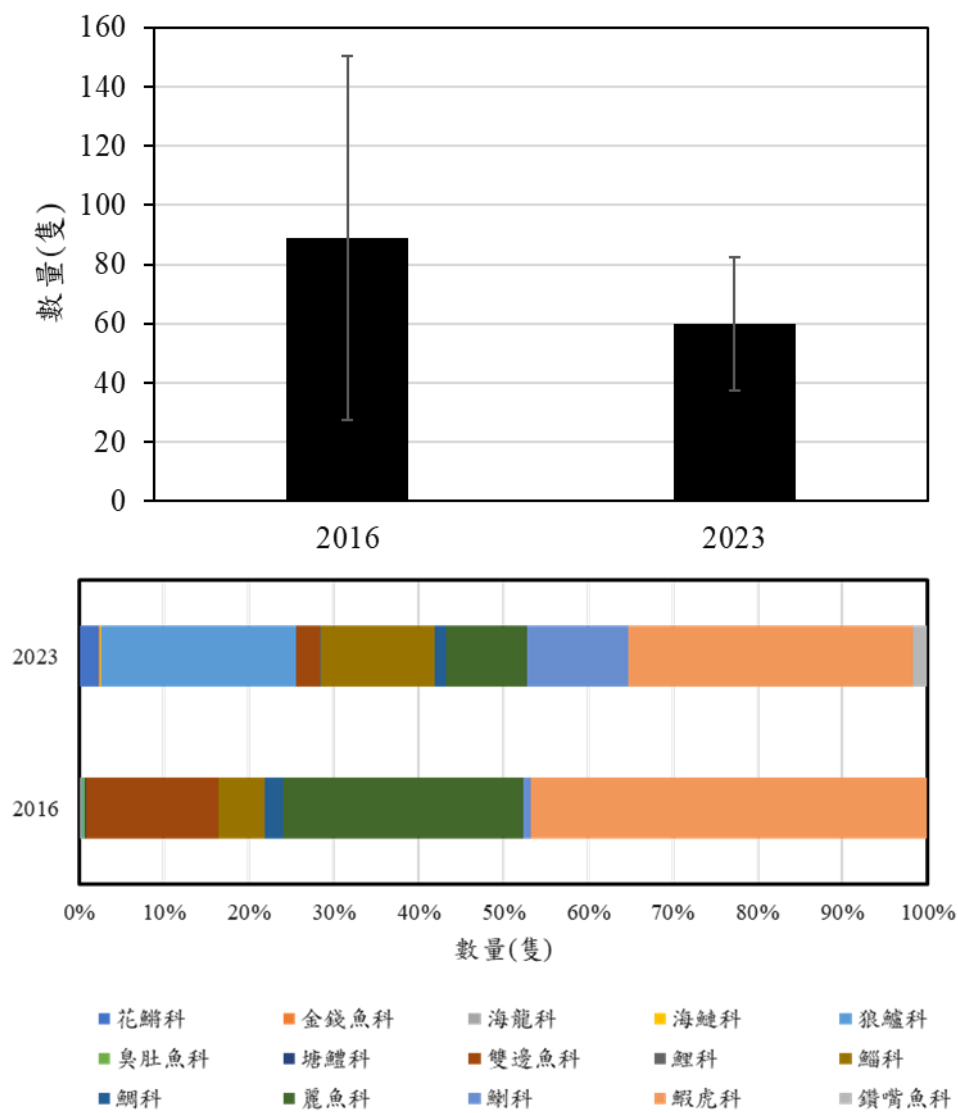


圖 4- 25 慈湖 2016 年、2023 年魚類數量、物種組成比較圖

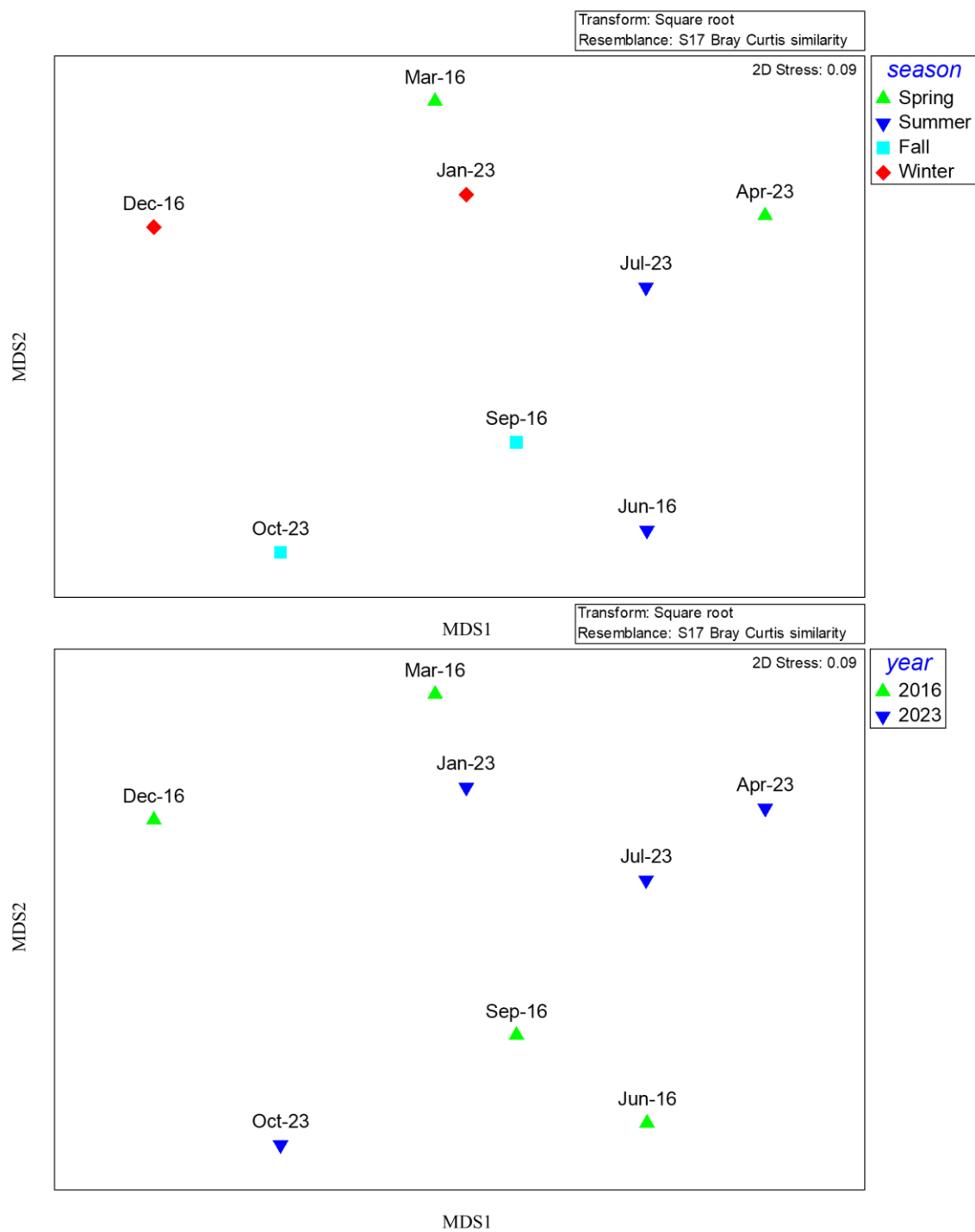


圖 4- 26 慈湖 2016 年、2023 年魚類 nMDS 結果圖

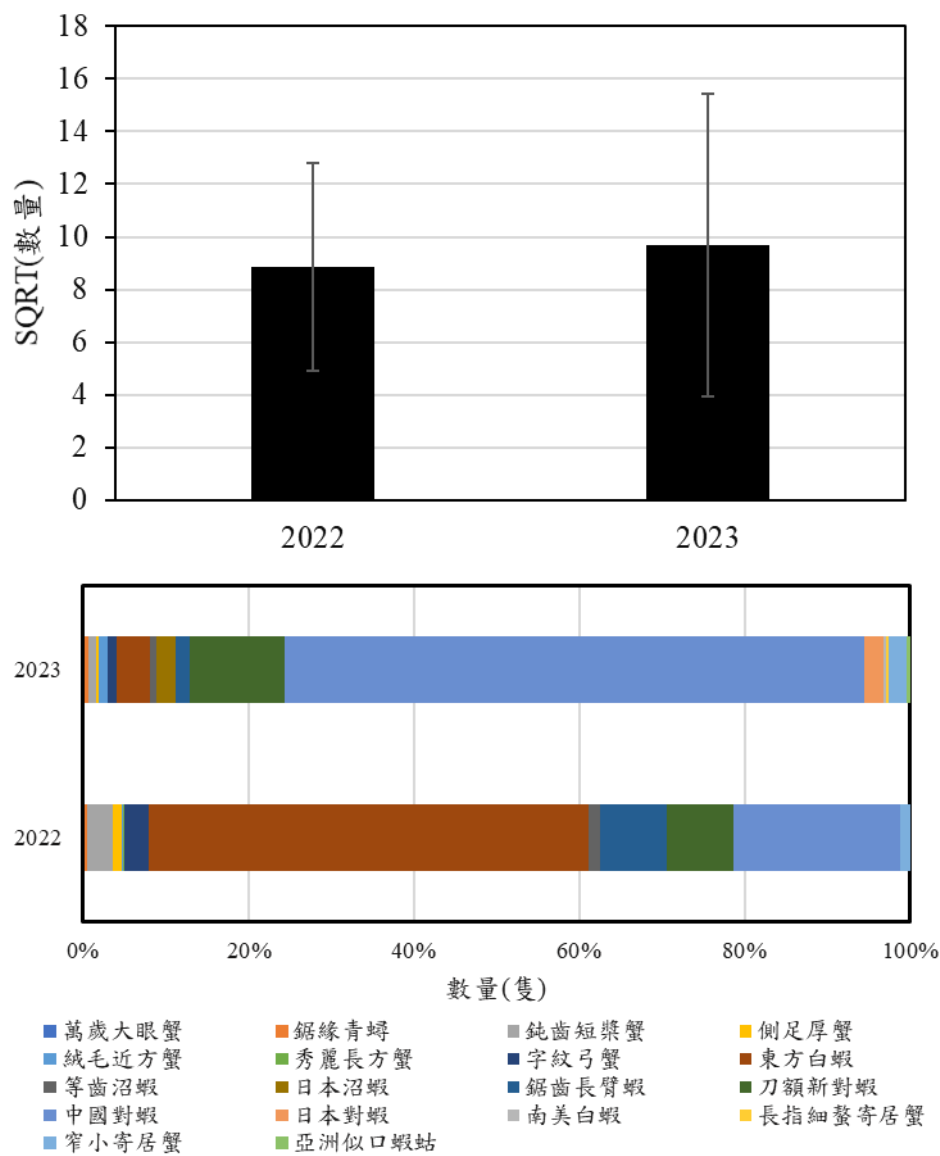


圖 4-27 慈湖 2022 年、2023 年蝦蟹類數量、物種組成比較圖

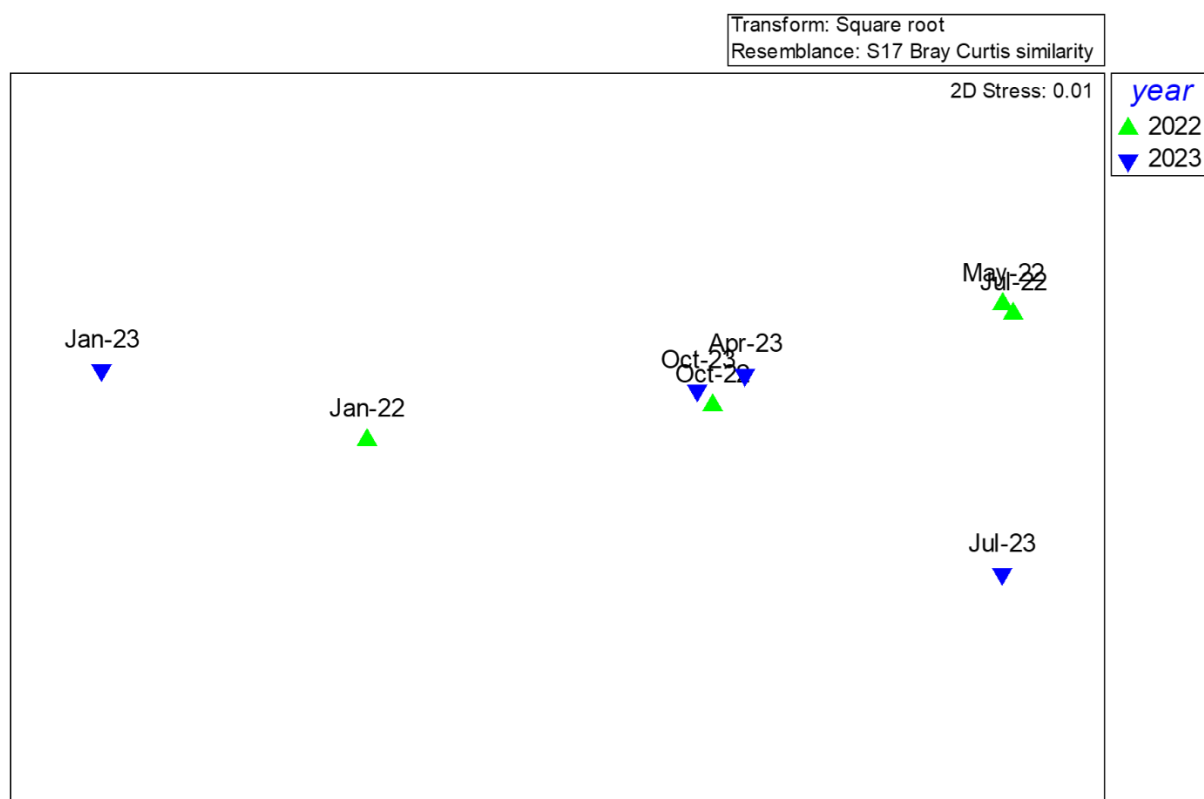


圖 4- 28 慈湖 2022 年、2023 年蝦蟹類 nMDS 結果圖

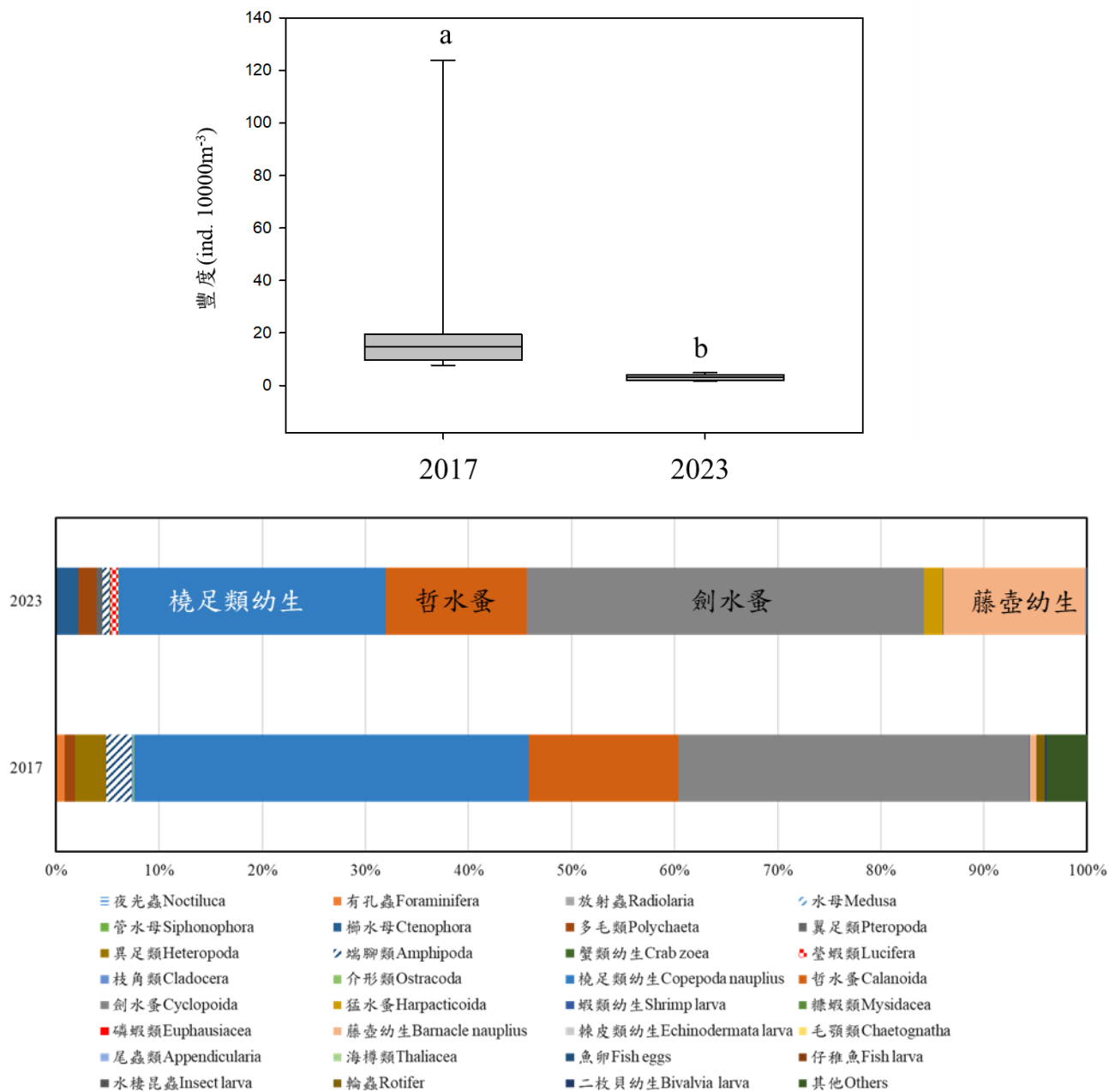


圖 4- 29 慈湖 2017 年、2023 年浮游動物豐度、組成比較圖

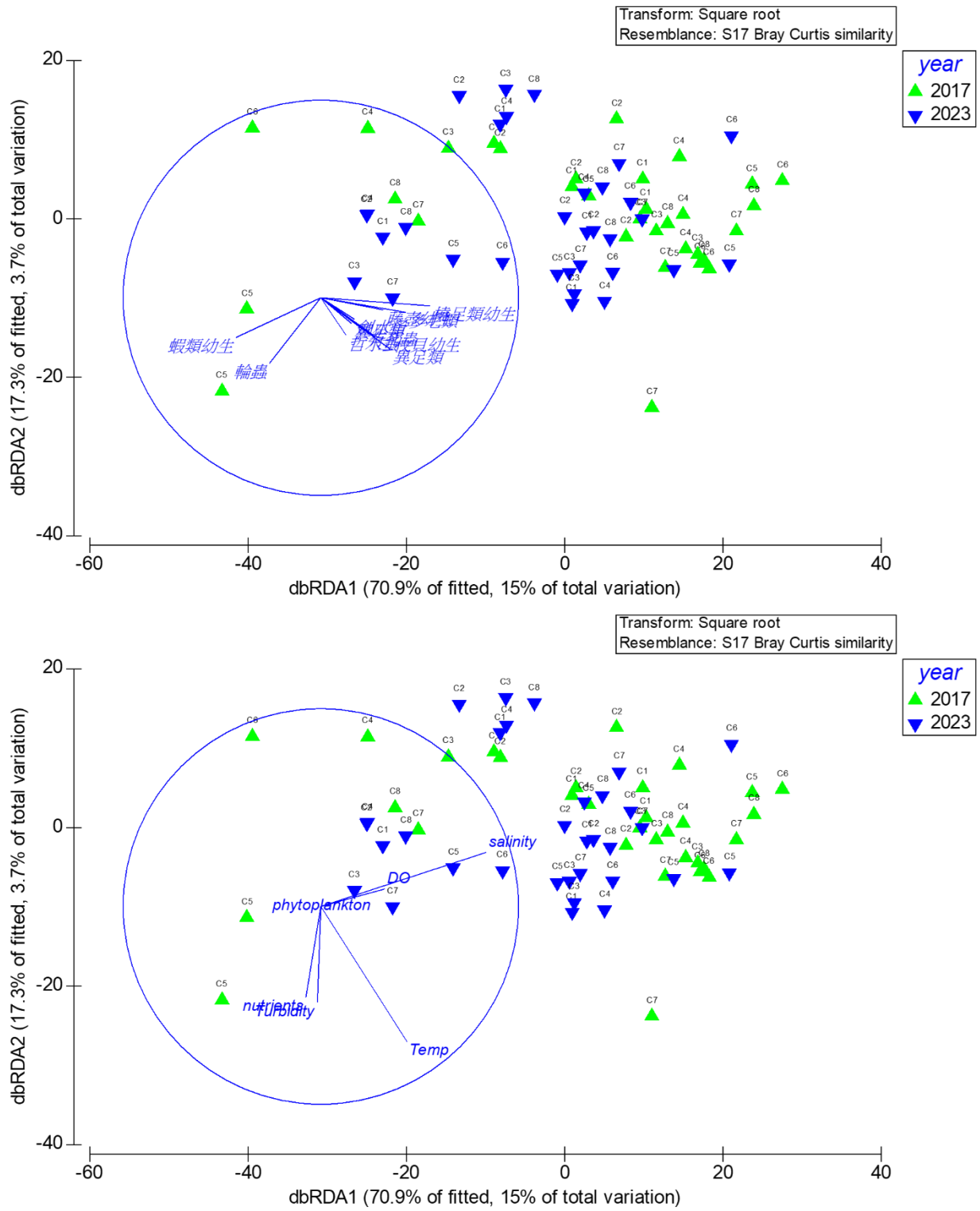


圖 4- 30 慈湖 2017 年、2023 年浮游動物冗餘分析結果圖

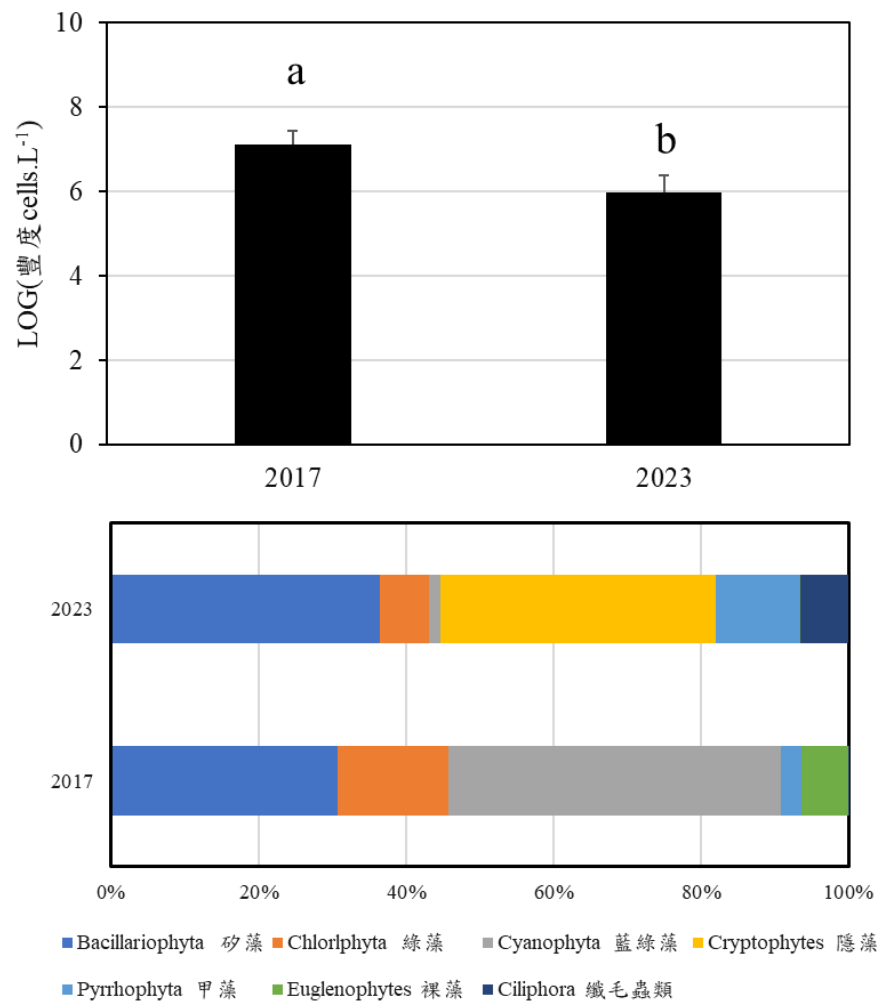


圖 4- 31 慈湖 2017 年、2023 年浮游藻類豐度、種類比較圖

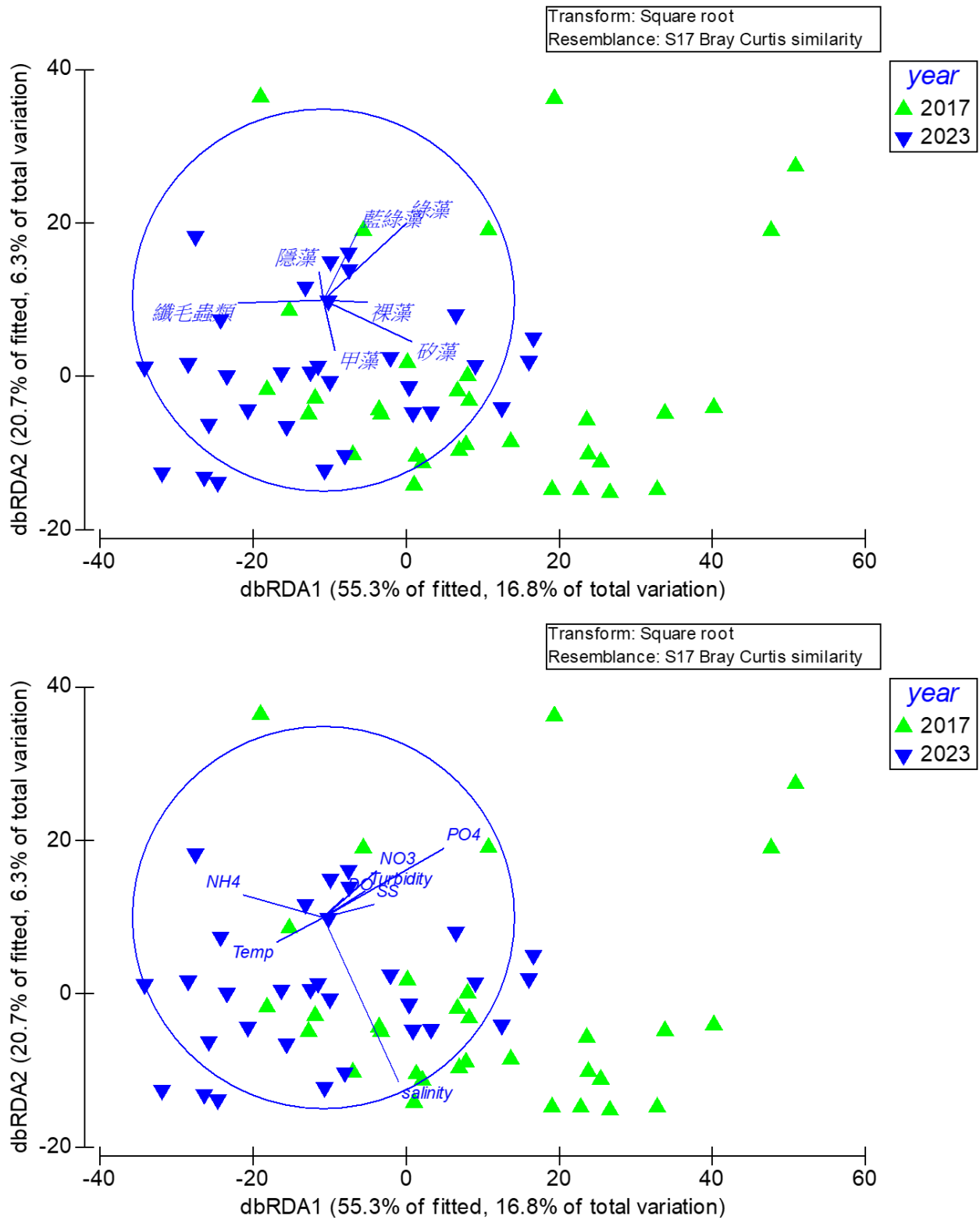


圖 4- 32 慈湖 2017 年、2023 年浮游藻類冗餘分析結果圖

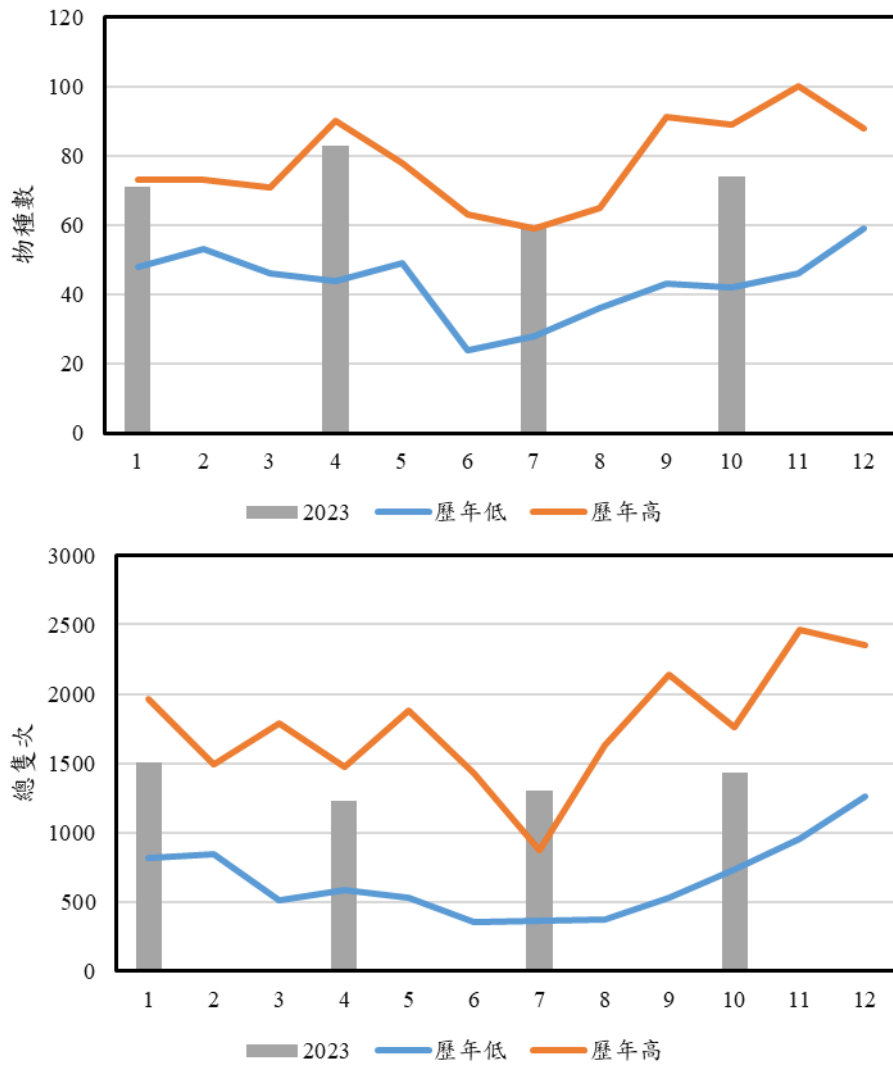


圖 4- 33 慈湖鳥類歷年物種數、總隻次比較

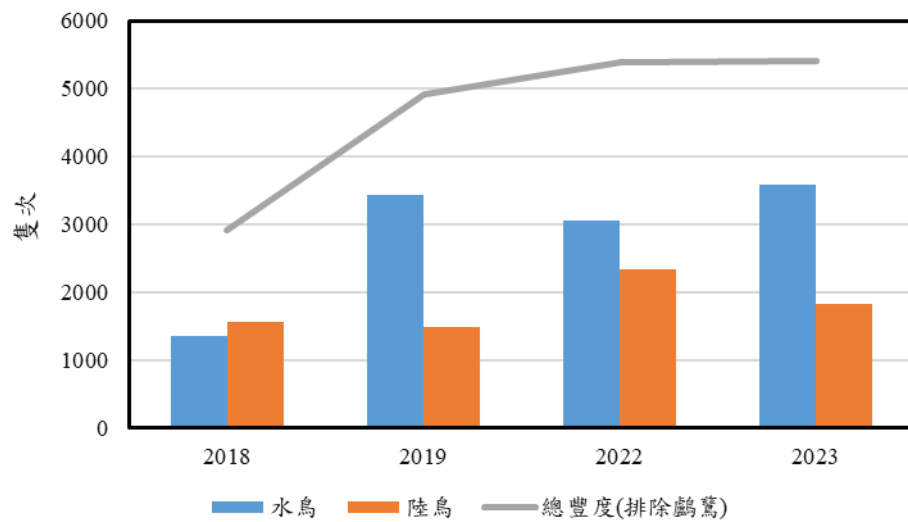


圖 4- 34 慈湖鳥類 2018~2023 年(1、4、7、10 月)總隻次比較

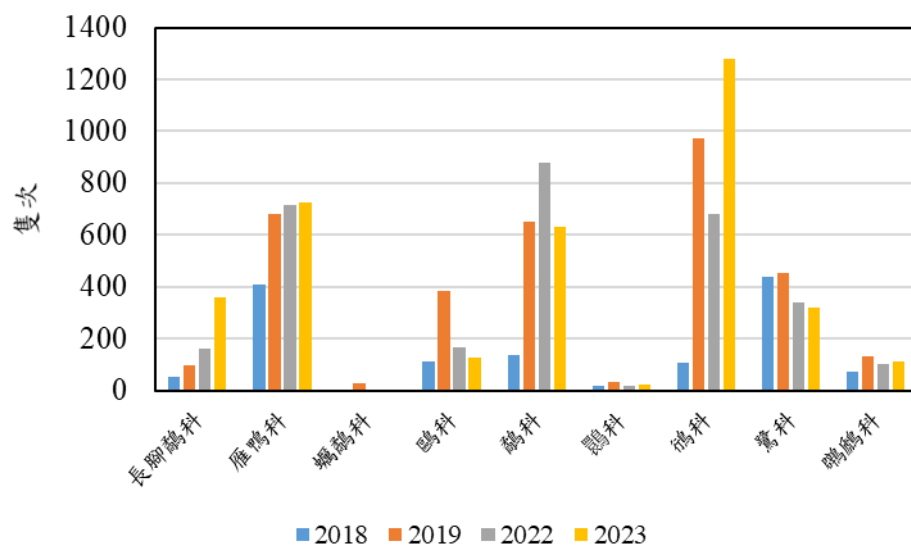


圖 4- 35 慈湖水鳥 2018~2023 年(1、4、7、10 月)隻次比較

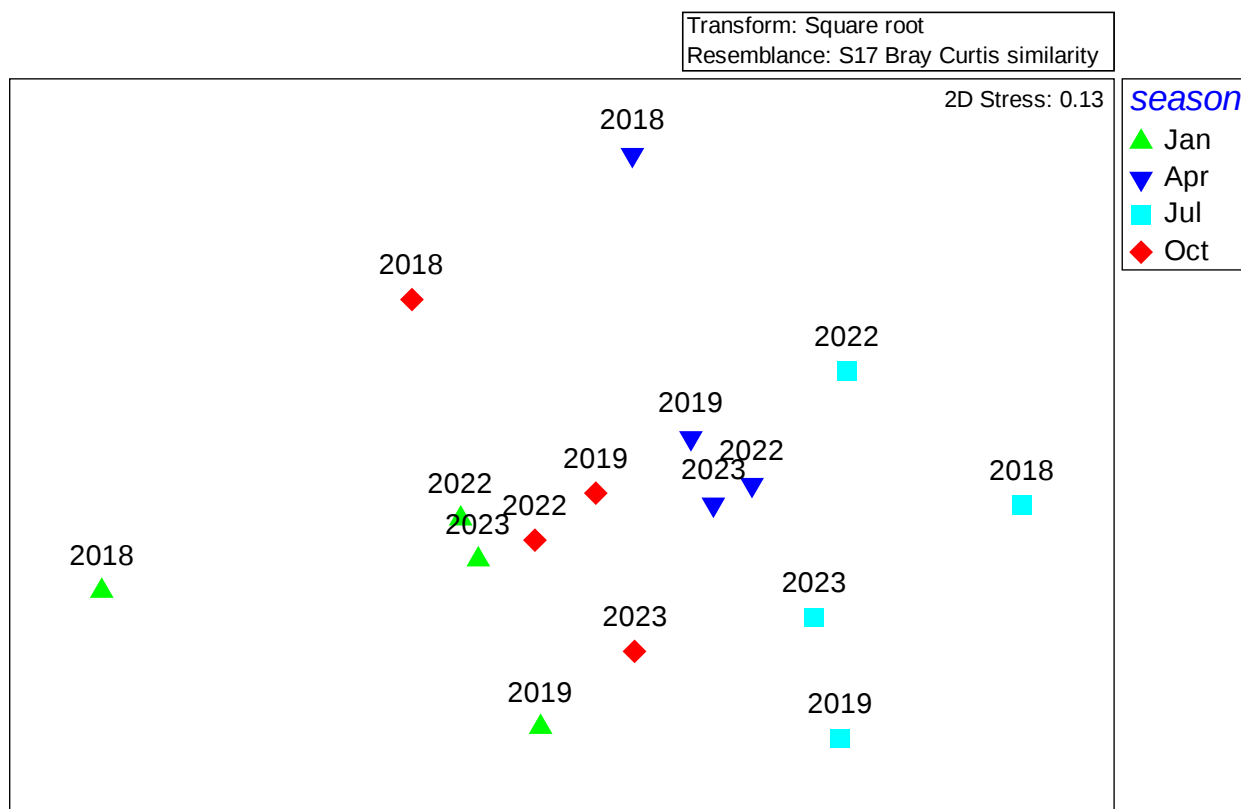


圖 4- 36 慈湖鳥類 2018~2023 年(1、4、7、10 月)nMDS 圖

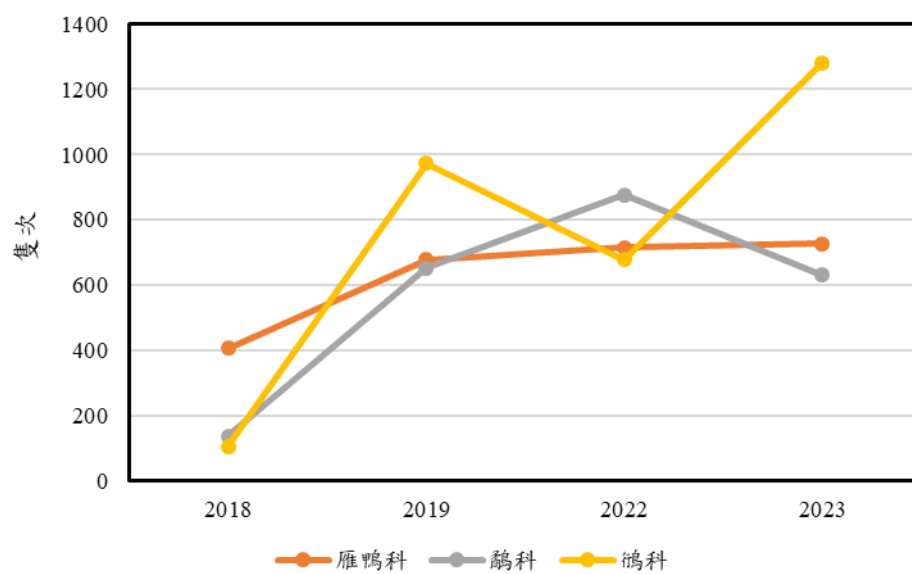


圖 4- 37 慈湖鳥類 2018~2023 年雁鴨、鷸科、鴿科比較圖

第四節、水質調查

壹、現地水質及懸浮固體結果

本計畫於 2023 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、7 月(夏季)、10 月(秋季)進行慈湖水質調查，現場水質檢測結果見圖 4-38。慈湖 C1~C8 樣點之水溫介於 16.1~37.1°C。水溫有季節、樣點差異。以夏季(7 月)較高，冬季(1 月)較低。另外，樣點間則以東側樣點(C5~C7)溫度較高。可能與東側水深較淺，受到陽光照射後水溫容易升高有關。

溶氧介於 3.9~14.1 mg/L 之間，有季節、樣點差異。以 1 月較高，7 月最低。由於溶氧與水溫有關，水溫較低時溶氧較高。樣點間則以東側樣點(C5~C7)較高。水中生產者因光合作用，因此生產者多寡亦會影響溶氧高低。由於東側樣點多有較高浮游藻類豐度，較高之溶氧可能與浮游藻類光合作用有關。

酸鹼值介於 7.94~9.43 之間，亦季節、樣點差異。二氧化碳為影響水體酸鹼值之重要因素之一。酸鹼值於東側樣點、春季時之偏高狀況，可能與藻類光合作用，大量消耗水中二氧化碳，導致酸鹼值上升有關。

鹽度、導電度有相似趨勢，鹽度介於 14.6~31.4 之間，導電度介於 23.5~46.7 ms/cm。鹽度有明顯之季節、樣點差異。鹽度季節變化之可能原因和降雨量有關。10 月調查鹽度低之原因與颱風帶來之降雨有關。因 9 月海葵颱風帶來之降雨，慈湖水位急遽上升。因此，至 10 月調查之時間皆無透過閘門引入海水，導致 10 月鹽度較低。C5、C7 因位於東側溝渠處，有淡水輸入，相較於其他樣點鹽度、導電度皆較低。

濁度介於 1.17~45.6 NTU 之間，無明顯季節、樣點變化。葉綠素 a 介於 0.26~81.85 µg/L 之間。C5、C7 因位於淡水輸入處，可能因營養鹽輸入而有較高之葉綠素 a。懸浮固體介於 21.4~227.4 mg/L 之間，有顯著之季節差異。風速、水流、水深等因素亦可能會影響濁度、懸浮固體。因此，採樣當下之天氣狀況可能是影響濁度、懸浮固體之主要因素之一。

貳、營養鹽、生化及化學需氧量

在營養鹽的部分，主要有無機氮、無機磷 2 種來源。無機氮的部分包含硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮。慈湖之硝酸鹽氮介於 0.08~1.28 mg/L 之間，亞硝酸鹽介於 0~0.19 mg/L 之間(圖 4-39)。除了 1 月之 C5、4 月之 C1 有較高濃度外，其餘樣點各季節皆無偏高現象。銨鹽介於 0.04~1.28 mg/L 之間，以 10 月之 C7 有較高的狀況。C5、C7 位於東北側溝渠，承接民生污水、農業廢水，為慈湖營養鹽輸入之主要來源。4 月之 C1 有較高濃度則可能與閘門附近人為活動有關，釣客使用之餌料等亦可能為硝酸鹽氮之來源。磷酸鹽的部分，濃度介於 0.07~1.21 mg/L 之間，4 月之 C5，及 10 月各點皆有偏高的狀況。

整體來說，營養鹽有明顯之樣點、季節差異(圖 4-39)。在樣點比較間，東側溝渠之樣點(C5、C7)皆有較高之營養鹽濃度。季節比較間，則是以 10 月有較高之營養鹽濃度，7 月較低，1 月、4 月相當。營養鹽濃度同時受到污水排放量、降雨量等因素影響。10 月之高濃度可能為受到 9 月海葵颱風帶來降雨之影響，導致上游營養鹽沖刷進入慈湖。

生化需氧量、化學需氧量皆為水中有機物含量之指標，變化趨勢相似(圖 4-39)。生化需氧量介於 2.8~10.3 mg/L 之間，化學需氧量介於 9.7~41.0 mg/L 之間。生化需氧量 1 月較高，化學需氧量 7 月較低。季節變化可能受到當時降雨量、慈湖水體量、污水排放量等因素影響。樣點差異主要是東側樣點(C5~C7)高於其他樣點。由於 C5、C7 為於東側溝渠，承接民生污水、農業廢水，為慈湖有機物輸入之主要來源。

參、水質指標

根據環保署之地面水體分類水質指標，慈湖 1、4、10 月之水質符合丁類，即適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。7 月水質符合戊類，即適用環境保育。造成水質指標較差的原因為懸浮固體超標。懸浮固體受到風浪、降雨、水深等影響，根據閘門操作紀錄，調查期間水深多維持在 2 池左右，可能導致底質易受到攪動而懸浮，造成懸浮固體超標。

肆、主成分分析

主成分分析辨識出了 4 個主成分，共可解釋 74.8% 的變異。前 2 個主成分共可以解釋 47.5% 的變異。第 1 主成分可解釋 27.3% 的變異，其中與化學需氧量(-0.460)、生化需氧量(-0.366)、溶氧(-0.391)、懸浮固體(0.302)相關性較高。搭配 PCA 結果圖(圖 4-40)可以看出第 1 主成分之分群為樣點分群，分成東側溝渠樣點(C5、C7)與其他樣點。在溝渠樣點有較多之有機物輸入，因此生化需氧量、化學需氧量較高，顯示第 1 主成分之化學需氧量、生化需氧量與東側溝渠輸入之民生、農業廢水有關。

第 2 主成分可解釋 20.2% 的變異，其中與鹽度(0.538)、氨氮(-0.394)、磷酸鹽(-0.340)、酸鹼值相關性較高(0.365)。第 2 主成分之鹽度、氨氮、磷酸鹽均與降雨有關。可能 10 月調查因颱風影響，降雨帶入許多上游營養鹽輸入慈湖，導致此時鹽度低、營養鹽濃度高。

上述結果顯示影響慈湖主要污染源即是東側溝渠輸入之營養鹽，降雨過後可能從溝渠輸入大量營養鹽，而有優養化的現象。

伍、年間水質比較

本計畫整理慈湖歷年水質資料。由於並非所有水質項目歷年皆有調查，因此本研究僅針對調查資料較完整之參數，包含：水溫、溶氧、酸鹼值、鹽度、濁度、懸浮固體、葉綠素 a、營養鹽(硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽)、生化需氧量、化學需氧量進行分析(圖 4-41、圖 4-42)。

溫度、溶氧部分，主要是隨季節變化，夏季溫度越高溶氧低，冬季溫度低溶氧高。酸鹼值歷年變化不大，介於 7.11~9.55 之間，除 2016 年在 C4 有偏低的狀況(5.08)。酸鹼值偏低可能會對水生生物造成負面影響，但後續調查並無發生偏低狀況，推測此應為單一事件而非長期影響。

鹽度受到降雨、閘門操作等因素影響。由於閘門操作引入海水量較難以量化，因此本研究僅針對降雨量對鹽度影響進行探討。本研究將 2013~2023 年之鹽度資料與降雨量資料進行相關分析，結果顯示鹽度與降雨量有顯著負相關($r=-0.420$ ； $p=0.0232$)，

及降雨量越多，慈湖鹽度越低，顯示降雨為影響慈湖鹽度之重要因素。濁度、懸浮固體容易受到當時環境狀況如：水深、風浪等影響，並無明顯季節、樣點變異。

葉綠素 a 在 2014 年 8 月有偏高的狀況，由於此次採樣為颱風後，因此葉綠素 a 偏高可能與颱風降雨，沖刷大量上游營養鹽進入慈湖，導致藻類大量增生而葉綠素 a 偏高。

營養鹽的部分，氨氮在 2002、2014~2015 年時有偏高狀況，2016 年後即維持穩定。硝酸鹽氮則是在 2016 年初有偏高狀況，此後即維持穩定，偶有偏高但僅發生在 C5、C4。磷酸鹽在 2002 時之 C8 有偏高狀況，此後維持穩定，偶有偏高。營養鹽之高低可能與許多因素有關，慈湖東側溝渠會輸入民生、農業污水，因此溝渠輸入之污水量、降雨量、慈湖水體量等因素皆可能會影響其濃度。其中，降雨量為能收集到之量化資料，因此本計畫將營養鹽與降雨量進行相關分析。結果顯示磷酸鹽與降雨量有顯著正相關，顯示降雨量之多寡為影響慈湖營養鹽濃度因素之一。樣點間，C5 因為於溝渠，其濃度偏高可能為受到溝渠輸入污水影響。C4 位於鷺鶯林，營養鹽偏高可能與冬季大量鷺鶯帶來之糞便影響。C8 偏高可能與鄰近地區排放養豬廢水有關(邱郁文，2015)，養殖廢水富含營養鹽，亦可能導致偏高的狀況。然後續年分並無在觀察到偏高狀況，顯示應為單一事件而非長期影響。

若以平均營養鹽總量(氨氮+硝酸鹽氮+磷酸鹽)來看，2016 年以前時有營養鹽過高，水質狀況不穩的問題。但 2017 年後營養鹽濃度雖有季節變化但無偏高狀況，代表水質狀況穩定。此應與 2017 年開始開門操作，開啟開門引入海水能達到稀釋營養鹽、穩定水質之效果(江政人，2022)。

有機物的部分，生化需氧量歷年季節無明顯趨勢，樣點、季節變異大。化學需氧量則有 2014 年偏高之狀況，此偏高可能與過去有養豬廢水排放問題有關。自此後無偏高狀況，此廢水排放問題應為單一事件，但仍需持續監測。

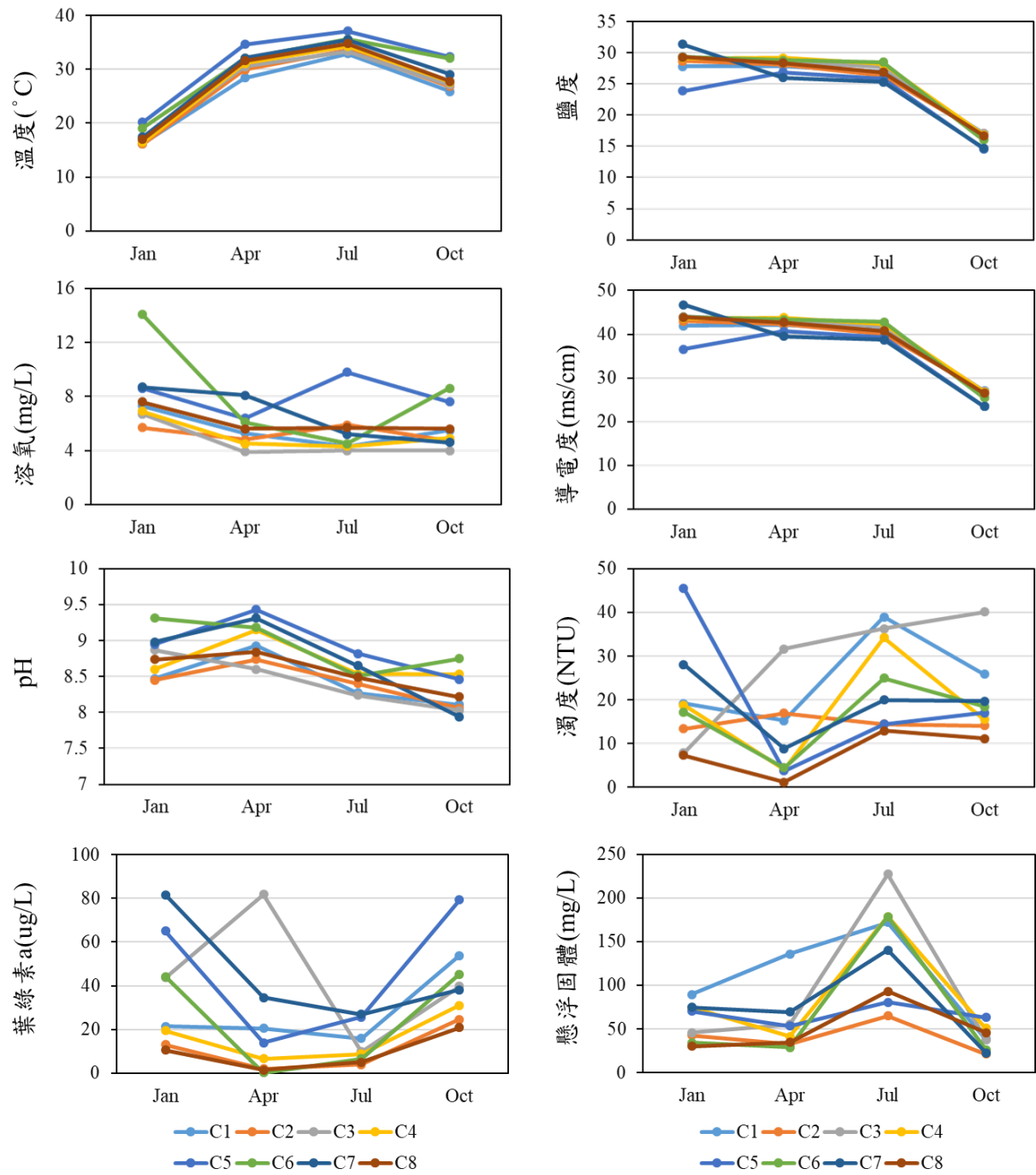


圖 4- 38 慈湖 2023 年 1、4、7、10 月現地水質及懸浮固體

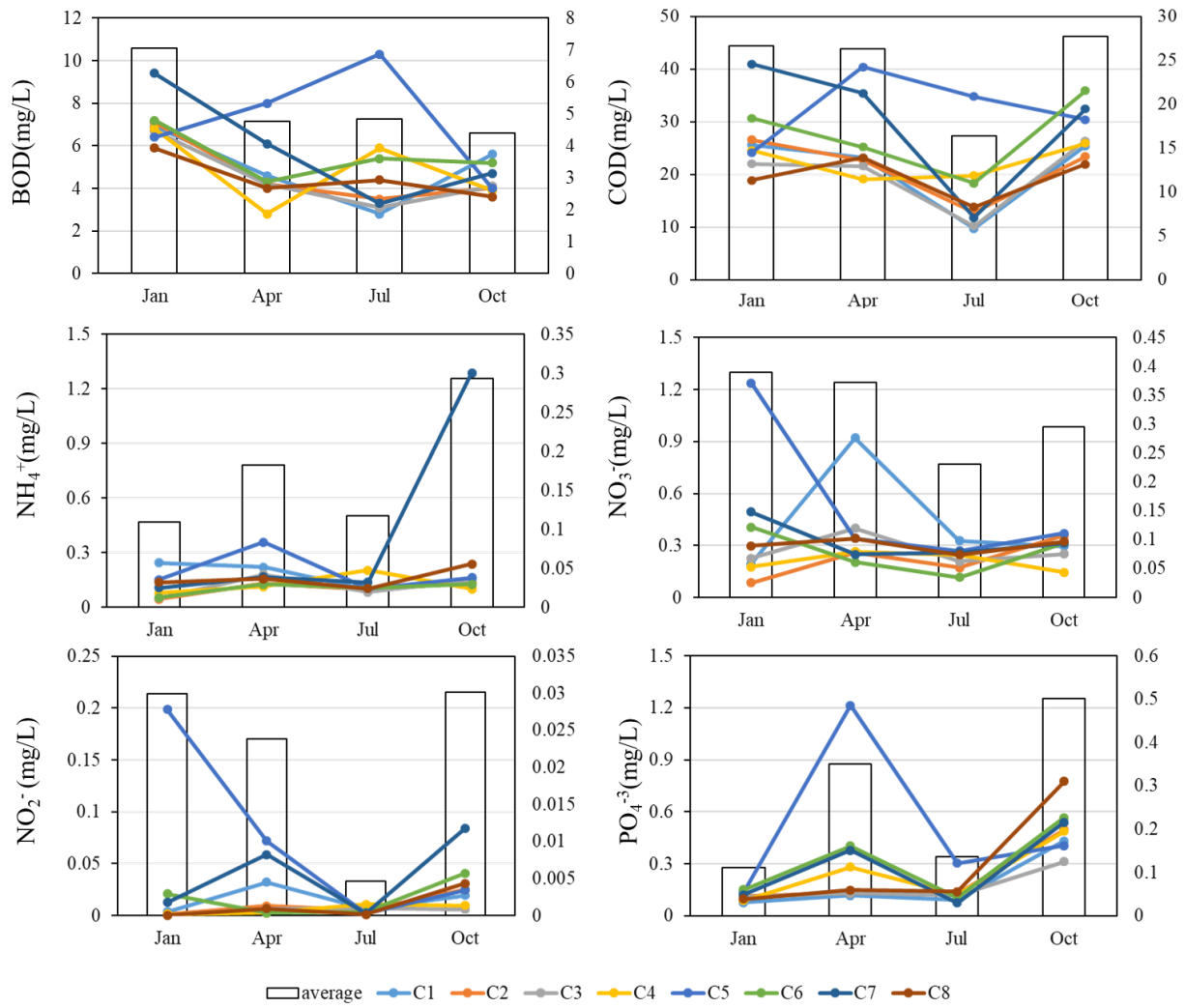


圖 4-39 慈湖 2023 年 1、4、7、10 月營養鹽、生化及化學需氧量

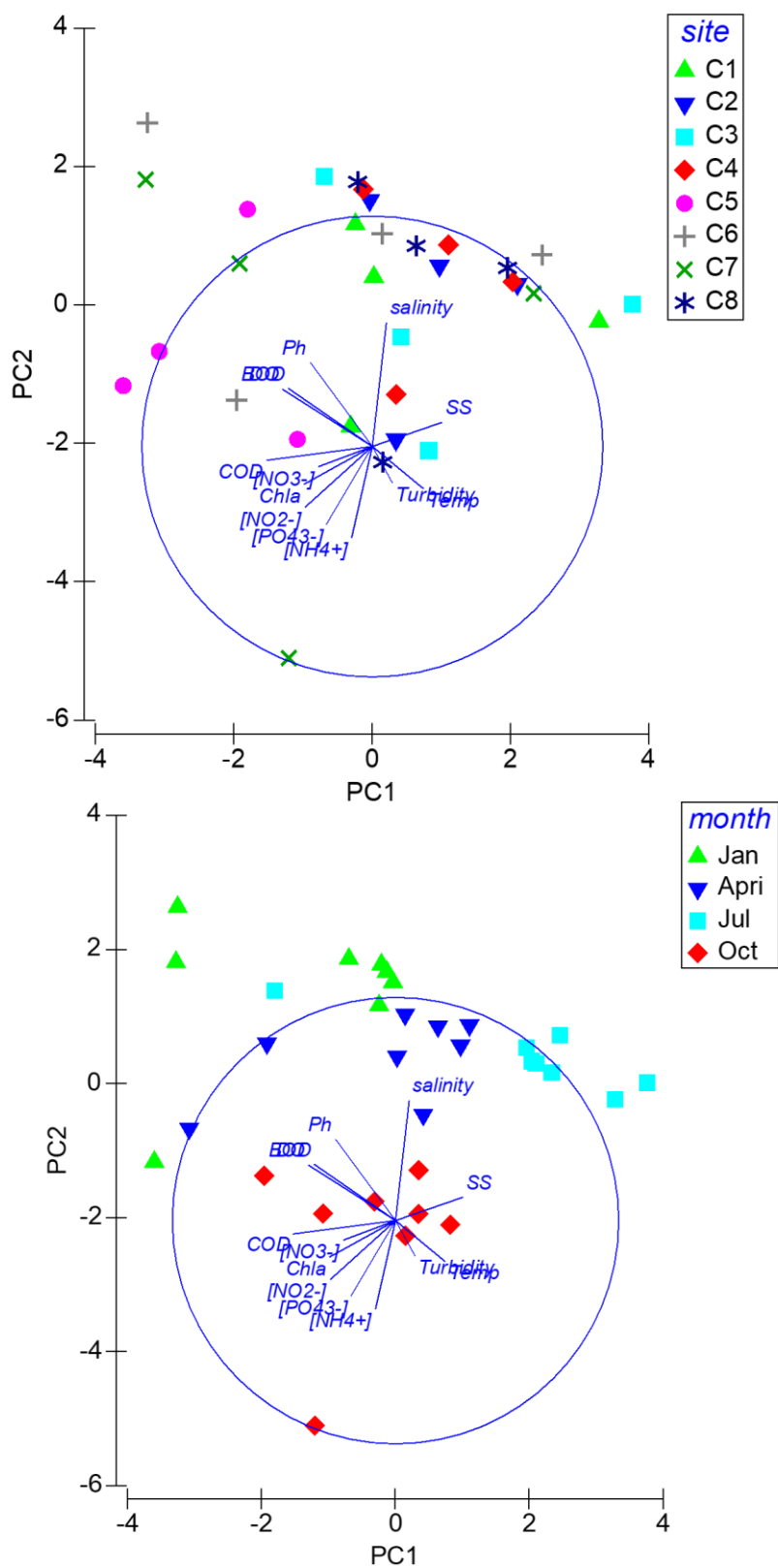


圖 4- 40 慈湖 2023 年 4 季水質主成分分析結果

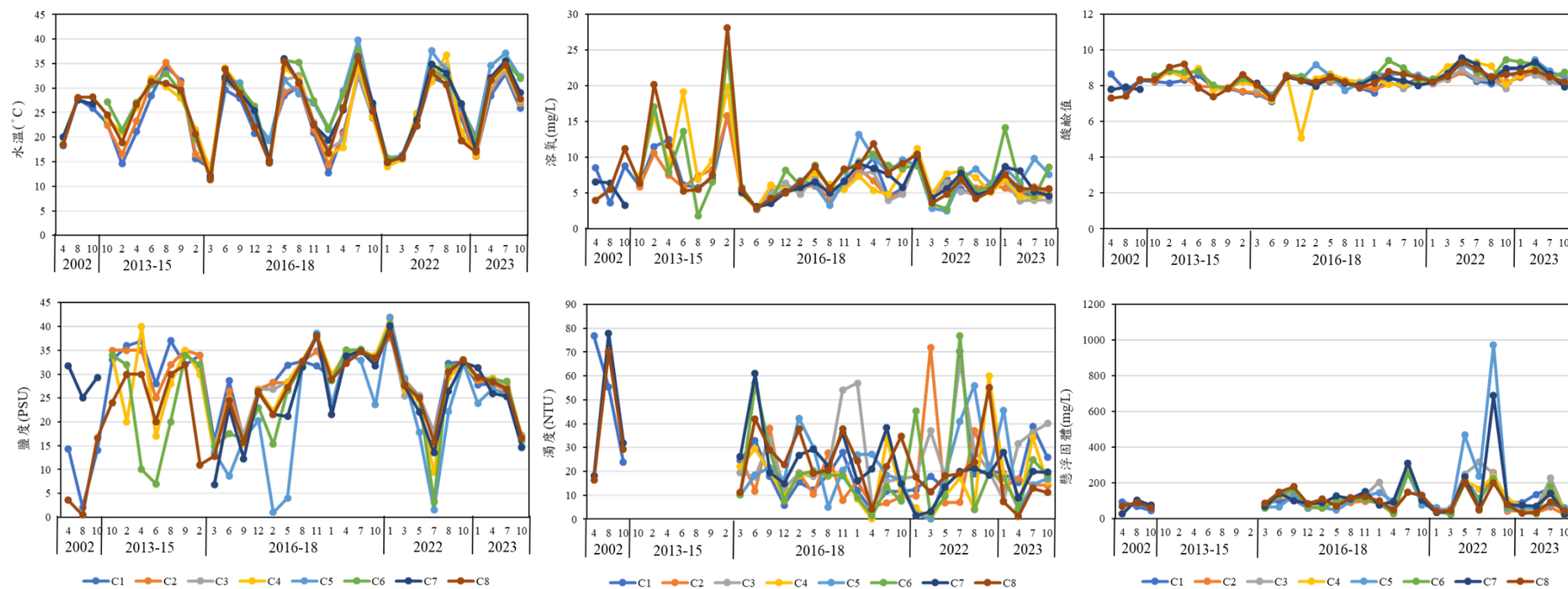


圖 4- 41 慈湖歷年現地水質、懸浮固體比較圖

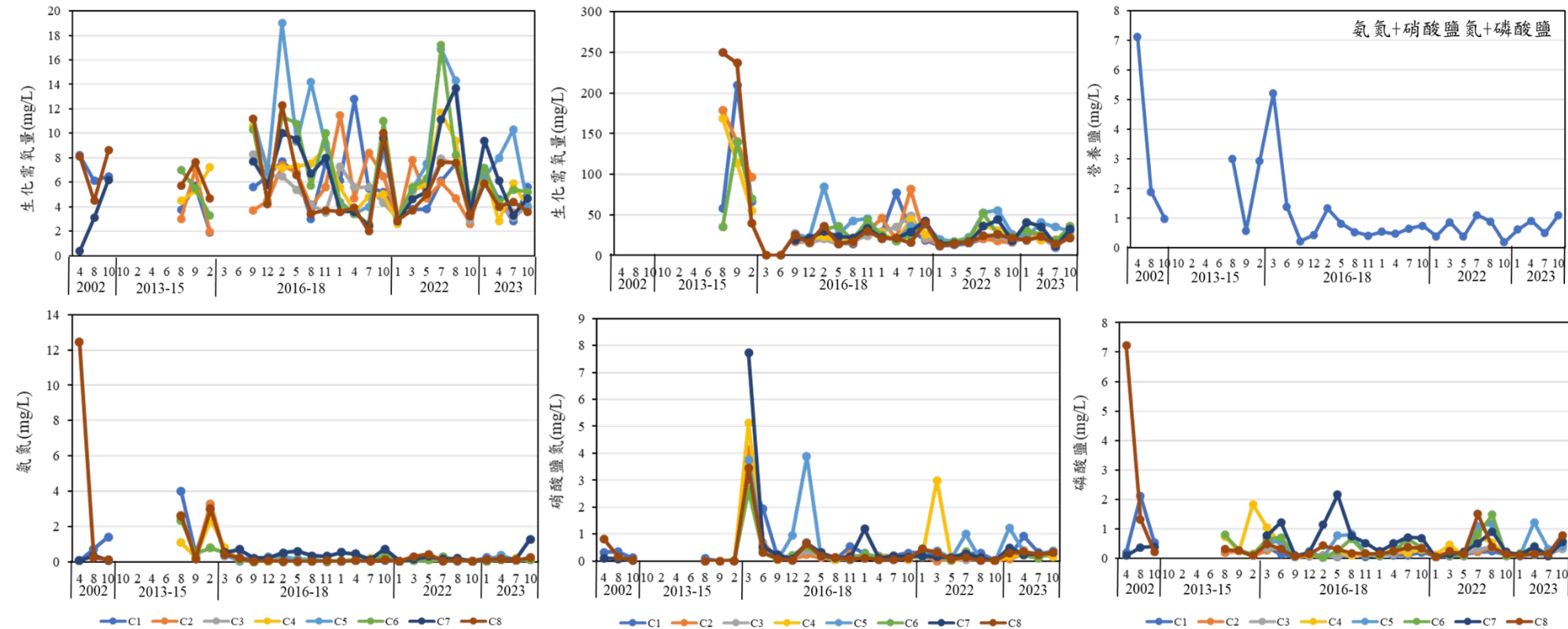


圖 4-42 慈湖歷年實驗室水質比較圖

第五節、菲律賓簾蛤調查

本計畫僅於 2023 年 7 月於樣點 C2 調查到菲律賓簾蛤 1 隻。殼長、殼高、濕重分別為 13 mm、10 mm、0.5 g，平均生物量 2.66 g WW m^{-2} 。根據林幸助(2018)研究指出，慈湖菲律賓簾蛤 1、2、3 齡殼長為 25.72 mm、39.96 mm、48.80 mm，可知本研究調查到之個體為未滿 1 齡之個體。

與過去研究相比，菲律賓簾蛤數量有明顯減少趨勢(圖 4- 43)。減少原因可能有多種因素導致，包含底質改變、人為採捕、無幼生入添等可能。影響菲律賓簾蛤族群之環境因素眾多，本研究推測最主要之原因可能來自底質改變、無幼生入添。因此，本研究針對上述可能性進行詳細探討。

在底質改變之可能性，邱郁文(2015)、林幸助、江政人(2018)、江政人(2022)研究皆指出，菲律賓簾蛤偏好砂質環境，底質粉泥黏土含量增加不利於菲律賓簾蛤棲息。因此，本研究以 2016 年、2022 年之粒徑調查及菲律賓簾蛤數量為基礎，利用二項式廣義線性模型建立菲律賓簾蛤在不同底質狀況下，出現機率模型。廣義線性模型結果發現，在底質環境因子中，僅粒徑中值($p = 0.034$)、粉泥黏土含量($p = 0.002$)對菲律賓簾蛤是否出現有顯著影響。而透過比較不同模型(表 4- 1)，最後選擇以粉泥黏土含量建立之模型($\text{Logit}(\text{是否出現}) = 1.96454 - 0.20559 * \text{粉泥黏土含量}$)，其 AIC 值最低，為最佳之預測模型。此模型結果代表粉泥黏土含量每增加 1 單位的改變，菲律賓簾蛤出現機率會降低 0.81 倍，其信賴區間為 0.69~0.91 倍。當粉泥黏土含量高於 20%，出現機率 < 10%，代表在此環境下，菲律賓簾蛤幾乎不可能出現(圖 4- 44)。

本研究以此模型，搭配全慈湖底質粒徑調查結果，預測整體慈湖菲律賓簾蛤出現機率(圖 4- 45)。預測結果顯示平均出現機率僅 4.24%。除少數區域，預測出現機率較高，如：慈湖中間、東側沙洲等區域，其餘大部分區域，預測結果出現機率皆 < 10%。顯示慈湖大部分區域之底質環境，可能已不適合菲律賓簾蛤生存。後續研究可針對機率較高之區域進行採樣，瞭解慈湖內菲律賓簾蛤數量。

在幼生入添減少之可能性，可以透過浮游動物調查瞭解。根據林幸助、江政人(2018)

指出，每年 9~11 月為慈湖菲律賓簾蛤之主要繁殖期，4~6 月為潛在繁殖期。因此，本計畫除 10 月秋季採樣外，亦於 9 月進行浮游動物補充調查，檢視是否有二枚貝幼體出現。此外，為瞭解外源輸入之幼生，本計畫亦於 2023 年 9 月、10 月採集慈堤外海浮游動物樣本。然本計畫僅 7 月於 C7 有調查到少量二枚貝的幼生(6 ind/100L)，繁殖期之 9 月、10 月採樣，慈湖內各樣點(C1~C8)、外海皆無發現二枚貝幼生。此結果顯示慈湖內，有繁殖釋幼之貝類數量可能已相當少。而外海無二枚貝幼生，亦可能顯示外源輸入之幼體少，導致無幼體輸入慈湖，補充慈湖內貝類數量。

除了上述原因外，人為採捕等其他因素亦可能導致菲律賓簾蛤數量減少。林幸助、江政人(2018)建議若 C1、C2 測站之菲律賓簾蛤平均生物量低於 $35.6 \sim 56.9 \text{ g WW m}^{-2}$ 時，建議應停止採捕。本計畫 2023 年調查之平均生物量為 2.66 g WW m^{-2} ，已低於此建議生物量。慈湖菲律賓簾蛤每年 9~11 月為菲律賓簾蛤之主要繁殖期，4~6 月為潛在繁殖期。可於此段時間減少其他因素如：人為採捕對於菲律賓簾蛤之影響，避免加劇菲律賓簾蛤族群數量減少之狀況。

表 4- 1 二項式廣義線性模型比較表

Logistic regression model	Coefficients	z value	Pr(> z)	AIC
Model 1 presence ~ silt + Md	(Intercept)	1.370	0.1706	34.712
	silt	-2.352	0.0187 *	
	Md	-0.733	0.4637	
Model 2 presence ~ Md	(Intercept)	-3.326	0.000882 ***	41.15
	Md	2.665	0.007689 **	
Model 3 presence ~ silt	(Intercept)	2.110	0.03488 *	33.348
	silt	-2.982	0.00286 **	

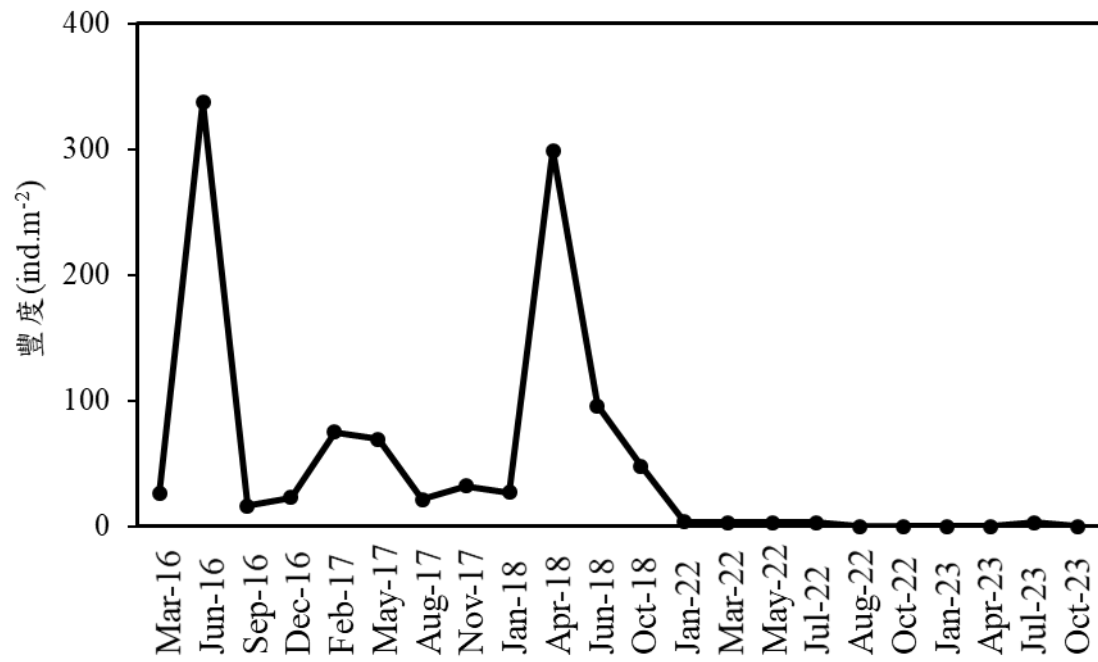


圖 4-43 菲律賓簾蛤豐度歷年比較圖

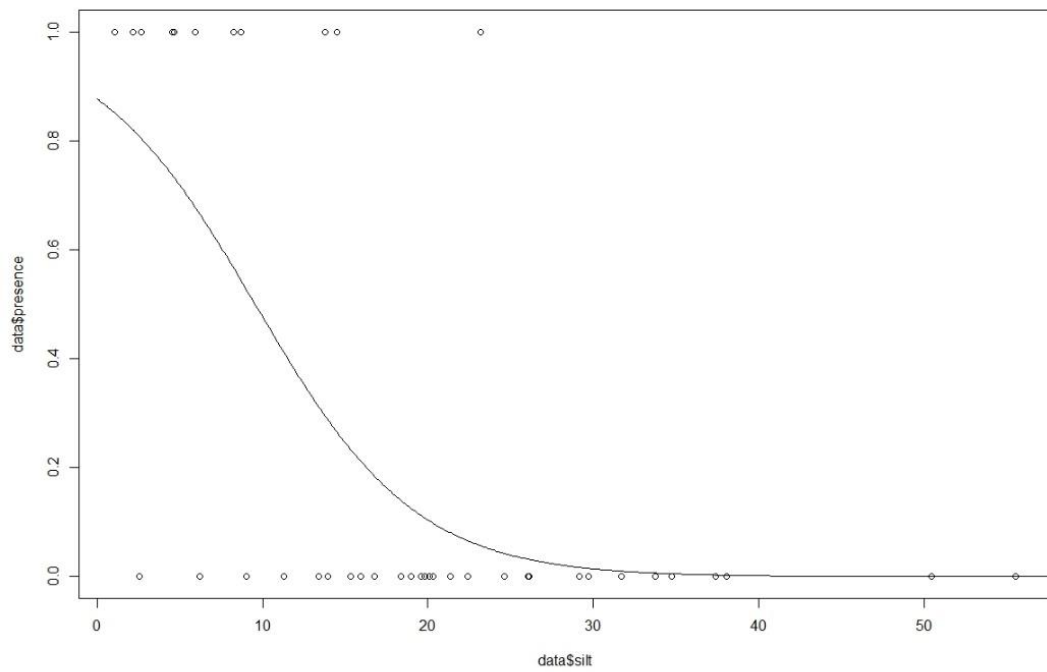


圖 4-44 菲律賓簾蛤出現與否廣義線性模型結果

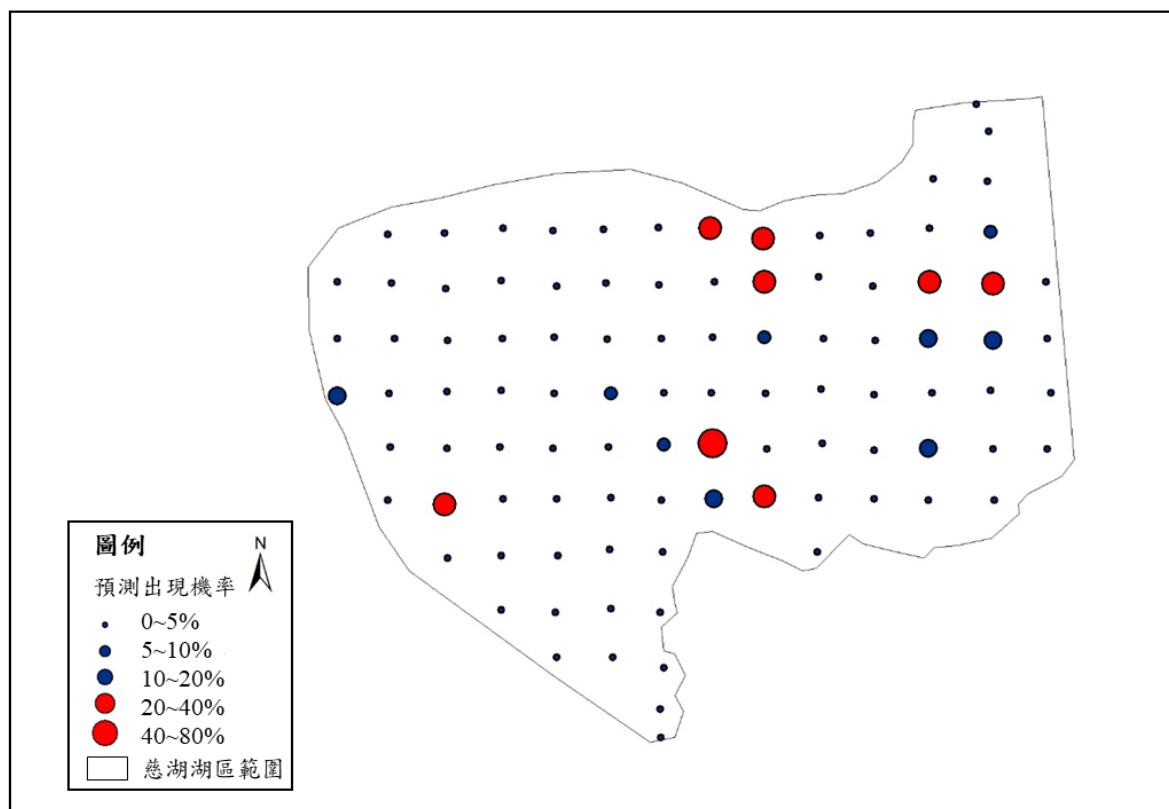


圖 4- 45 慈湖底質菲律賓帘蛤出現機率預測結果圖

第六節、底質調查

壹、高程、粒徑調查

一、高程調查

本研究以各底質樣點之水深推算慈湖湖區高程，並將高程資料繪製慈湖等高線圖(圖 4- 46)。結果發現慈湖高程介於-0.316~0.979 m 之間。慈湖地勢呈現由東北往西南漸深的狀況，並以慈堤閘門處最深，高程最低。此與林幸助、江政人(2018)之研究結果相符，顯示在 2018~2023 年間，慈湖之地勢並無太大改變。若以 0.92 m 水面高程推算，慈湖 2023 年平均水深為 0.61 m。和 2017 年相比，平均水深為 0.80 m(林幸助、江政人，2018)，有水深變淺的趨勢。

二、水位、容量推算

本研究以湖區高程及第 1~10 池水位高程推算各池水體體積(表 4- 2)，並建立慈湖水位體積方程式(圖 4- 47)。結果顯示慈湖水位與體積呈現指數關係，0.92 水位高程時水體體積約為 590,024 m³，水位達第 2 池時約為 744,268 m³。若蓄水至第 10 水位池滿(水位高程 1.47 m)，總容量則可達約 1,237,082 m³。

三、有效容量推算

若以水庫概念而言，若蓄水至滿水位狀態，總容量為湖庫之總體積。但湖庫之總體積並非能實際能蓄水之體積。其中，排水口的高程即會影響湖庫之實際蓄水量，因排水口以下蓄水無法排出，長期有水狀態下占據湖庫蓄水體積，自此高度以下之蓄水僅能依靠人工抽水移除。因此，排水口以下之水位稱為呆水位，此時之容量(蓄水量)即為呆容量，湖庫之有效容量(實際蓄水量)其實是總容量扣除呆容量(圖 4- 48)。

以慈湖之情況而言，慈湖之排水需依靠小閘門。小閘門涵管出口之渠底高程為 0.63 m，即為慈湖之呆水位。此為慈湖透過小閘門進行排水之最低水位。若慈湖水位低於此高程，則無法再透過小閘門進行排水。因此，可以此水位推算慈湖之呆容量。結果顯

示慈湖之呆容量為 $333,407 \text{ m}^3$ 。

慈湖之實際蓄水體積需計算有效容量，即總容量減去呆容量。但由於平時慈湖水位控制並不會控制在最低水位(水位 0.63 m)，大多情況維持在第 1~2 水位池之間(水位 $0.98\sim 1.08 \text{ m}$)。因此，本計畫亦計算若水位維持在不同情況下，慈湖之有效容量(圖 4-49)。

若以水位高程 1.47 m (至水位池第 10 池)做為慈湖之總容量水位，以小閘門排水至最低水位(水位 0.63 m)，有效容量約為 $903,676 \text{ m}^3$ 。若以平時維持於第 1 水位池(高程約 0.98 m)之情況，有效容量為 $587,637 \text{ m}^3$ 。若以平時維持於第 2 水位池(高程約 1.08 m)之情況，有效容量為 $492,814 \text{ m}^3$ 。

透過有效容量，可以反推在此容量下，慈湖能承受之累積降雨量。有效容量越大，能承受之降雨量則越高，反之亦然。推算方法為將不同情況之有效容量除以慈湖需承受降雨量之區域面積，即慈湖湖區面積(約 99 ha)加上集水區面積(589 ha)，可得此容量下，慈湖能承受之最大累積降雨量。

如同有效容量，本計畫亦推算若水位維持在不同情況下之承受降雨量(表 4-3)。在以小閘門排水至極限情況下，有效容量能承受之累積降雨量約為 $< 131.3 \text{ mm}$ 。若以平時維持在第 1 水位池之情況下，有效容量能承受之累積降雨量約為 $< 85.4 \text{ mm}$ 。若以平時維持在第 2 水位池之情況下，有效容量能承受之累積降雨量約為 $< 71.6 \text{ mm}$ 。若累積降雨量超過此量，代表輸入之水體量將高過慈湖之總容量(至第 10 水池底)。

四、粒徑調查

本計畫 2023 年慈湖粒徑調查結果顯示，粒徑中值介於 $0.03\sim 0.44 \text{ mm}$ 之間、粉泥黏土含量介於 $5.22\sim 92.32\%$ 之間，篩選係數介於 $1.07\sim 2.77$ 之間。粒徑中值部分，慈湖東側底質較均勻，多屬於粗砂($0.125\sim 0.5 \text{ mm}$)，西側則較不均質，西北側粒徑屬於細砂($0.0625\sim 0.125 \text{ mm}$)，中間則屬於粗砂，西南側近閘門處最小，屬於粉泥($0.003\sim 0.0625 \text{ mm}$)(圖 4-50)。粉泥黏土含量與粒徑中值呈現相反趨勢，以東側較低，西北、西南側較高(圖 4-51)。篩選係數則差異不大，多屬於不佳、非常不佳等級。

此底質分布顯示慈湖底質受到水閘門引進海水時，帶來外海淤泥之影響。江政人(2022)指出外海海水帶來之底質多為粉泥黏土，而非較大顆粒如粗砂、細砂之底質。在開啟閘門引入海水時，僅最靠近閘門處之底質可能因流速較快，底質相對顆粒較大，但進入慈湖後則因流速降低，導致底質堆積於西南處，因此在西南側之底質皆以粉泥為主。

另外，底質粒徑分布亦可能會受到地形的影響。粉泥黏土等較細之顆粒會堆積於低能量的環境，如水深較深、封閉區域等環境(Sly, 1989)。因此，水深可能也是影響底質之重要因素。本研究將各粒徑參數與水深(0.92 高程水深)進行相關分析，結果發現粉泥黏土含量($r=0.532$, $p<0.001$)、粒徑中值($r=-0.504$, $p<0.001$)與水深有顯著相關性。顯示水深越深，粉泥黏土含越高、粒徑中值越小。西北側粒徑較小、粉泥黏土含越高之原因，可能與高程較低、水深較深，導致粉泥黏土易沉積於此。

整體來說，慈湖東側粒徑較大、粉泥黏土含量較低；西北側、西南側(閘門處)粒徑則較小、粉泥黏土含量較高。東側 C5、C7 處雖有溝渠輸入，但可能因為流量小，輸入底泥對整體慈湖來說影響不大。

貳、淤積速率

本研究於 2023/1/5~5/22 以長石粉進行慈湖淤積速率調查。結果發現慈湖淤積速率介於 0.55~3.59 cm/yr 之間，平均速率 1.59 cm/yr。整體來說，閘門、東側溝渠皆為淤泥輸入之可能來源。本計畫原預計半年進行 1 次長石粉採樣，然後續採樣可能因為風浪過大、人為擾動等因素，導致長石粉被沖走，而無法採到長石粉標記。由於慈湖東北季風強烈且東側水深較淺，風浪太大可能導致長石粉易被沖走。因此，長石粉標記法可能不適用於慈湖。

本研究亦以 2017 年、2023 年平均水深(水面高程 0.92 m)推算慈湖平均淤積速率，約為 3.23 cm/yr，淤積體積約為 201,975 m³。此結果介於長石粉推算之範圍之間，與本研究長石粉推算結果大致相符。

陸化為湖泊、水庫必然面臨之問題。降雨、植物擴展、淤泥累積是造成湖泊陸化

之主要因子(Zhang et al., 2012)。本計畫長石粉推算之淤積速率與臺灣其他湖泊、濕地相近。台江國家公園 2020 年淤積速率介於 0.36~7.3 cm/yr(邱郁文等, 2020)；墾丁南仁湖 2017 年介於 1.8~5.4 cm/yr(黃守忠等, 2017)。與上述研究相比，慈湖之淤積速率並無特別快速。另外，若搭配本計畫容量測量結果，可推算每年因淤積減少之體積僅約為 0.6~3.39%。和臺灣 2019 年 8 月整體水庫淤積率 29.42%相比，相當輕微。根據上述結果顯示，慈湖之淤積速率應屬於正常範圍

本計畫為 2 年計畫，預計可於第 2 年再執行 1 次慈湖全面高程測量調查，再透過各底質樣點高程差異，換算慈湖之淤積速率。相較於長石粉僅能調查固定點位之淤積速率，此方法能更詳細、全面瞭解慈湖整體之淤積狀況。

表 4-2 慈湖水位高程與推算體積表

水位高程(m)	推算體積(m ³)	位置說明
0.63	333,407	小閘門放水口渠底
0.92	592,491	0.92水位尺
0.98	642,481	第1水位池底
1.08	729,523	第2水位池底
1.15	802,253	第3水位池底
1.18	835,123	第4水位池底
1.20	867,016	第5水位池底
1.24	913,478	第6水位池底
1.29	970,189	第7水位池底
1.35	1,059,797	第8水位池底
1.47	1,237,082	第10水位池頂

表 4-3 慈湖水位高程與有效容量比較表

操作說明	水位高程(m)	有效容量(m ³)	容忍降雨量(mm)
以小閘門排水至最低水位	0.63	903,676	131.3
平時維持約第1水位池	0.98	587,637	85.4
平時維持約第2水位池	1.08	492,814	71.6

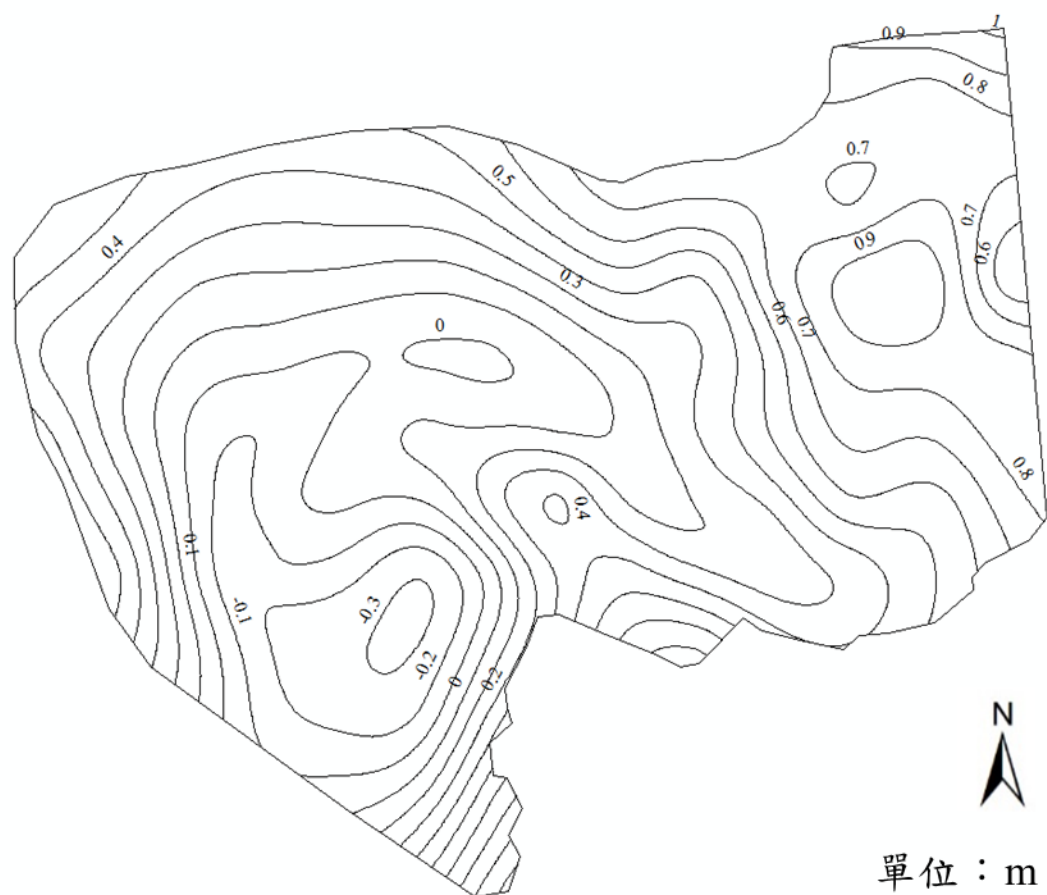


圖 4- 46 慈湖湖區等高線圖

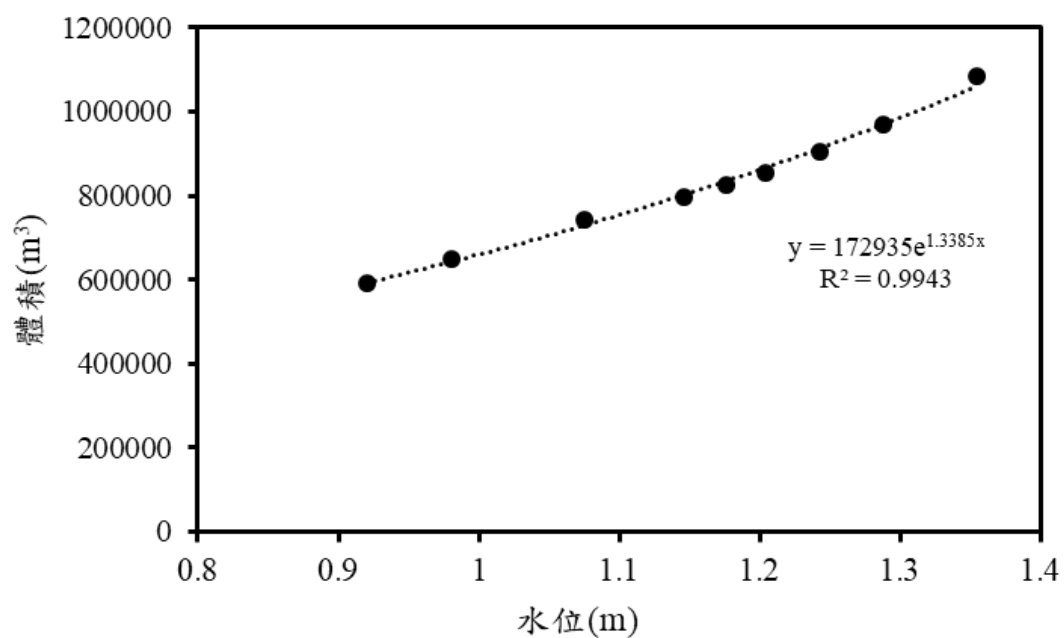


圖 4- 47 慈湖水位體積關係式

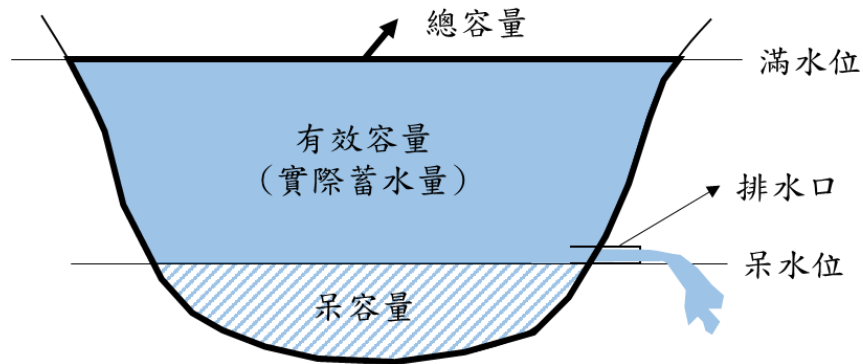


圖 4-48 水庫總容量、有效容量、呆容量示意圖

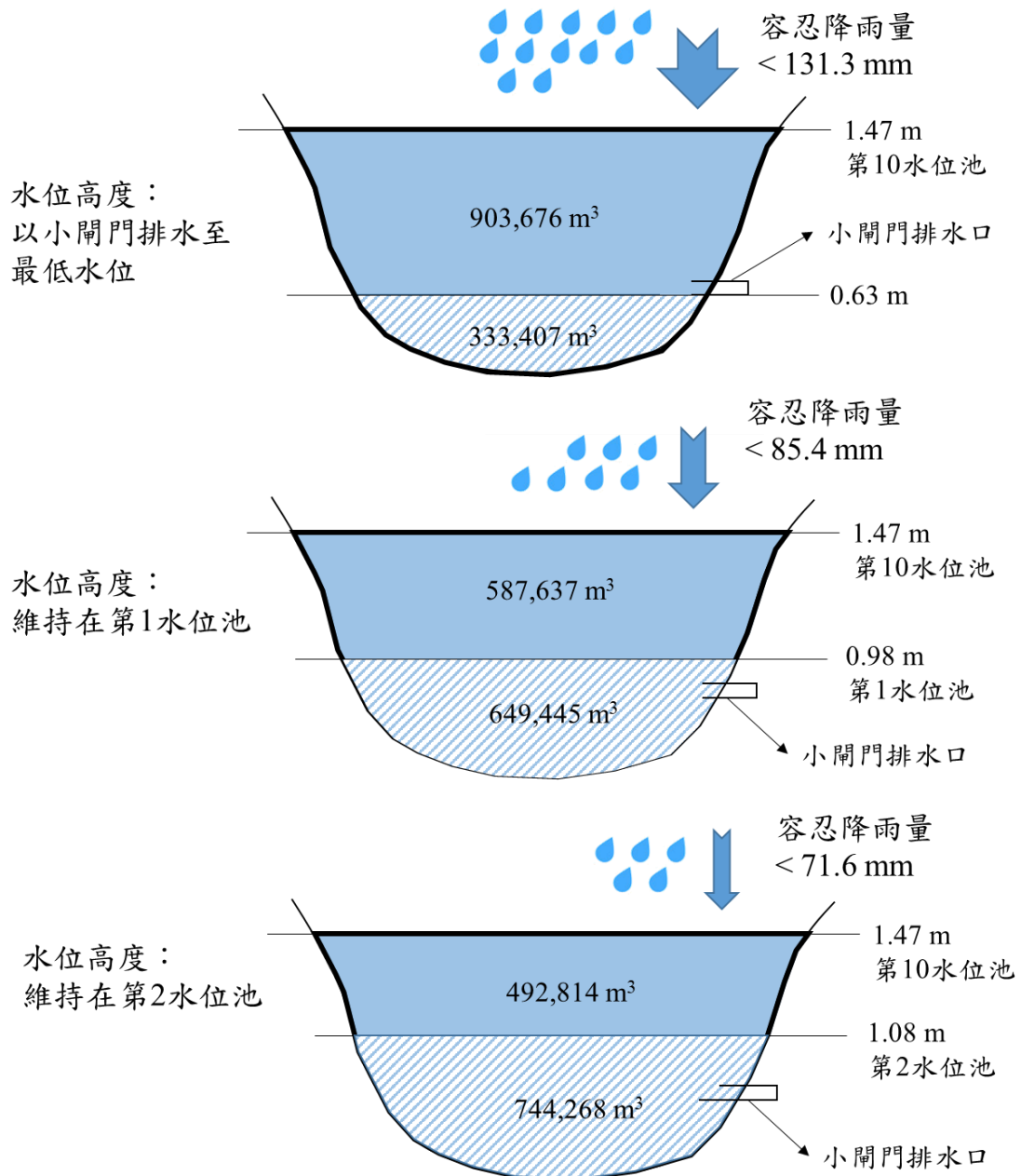


圖 4-49 慈湖不同水位情況下有效容量、容忍降雨量比較圖

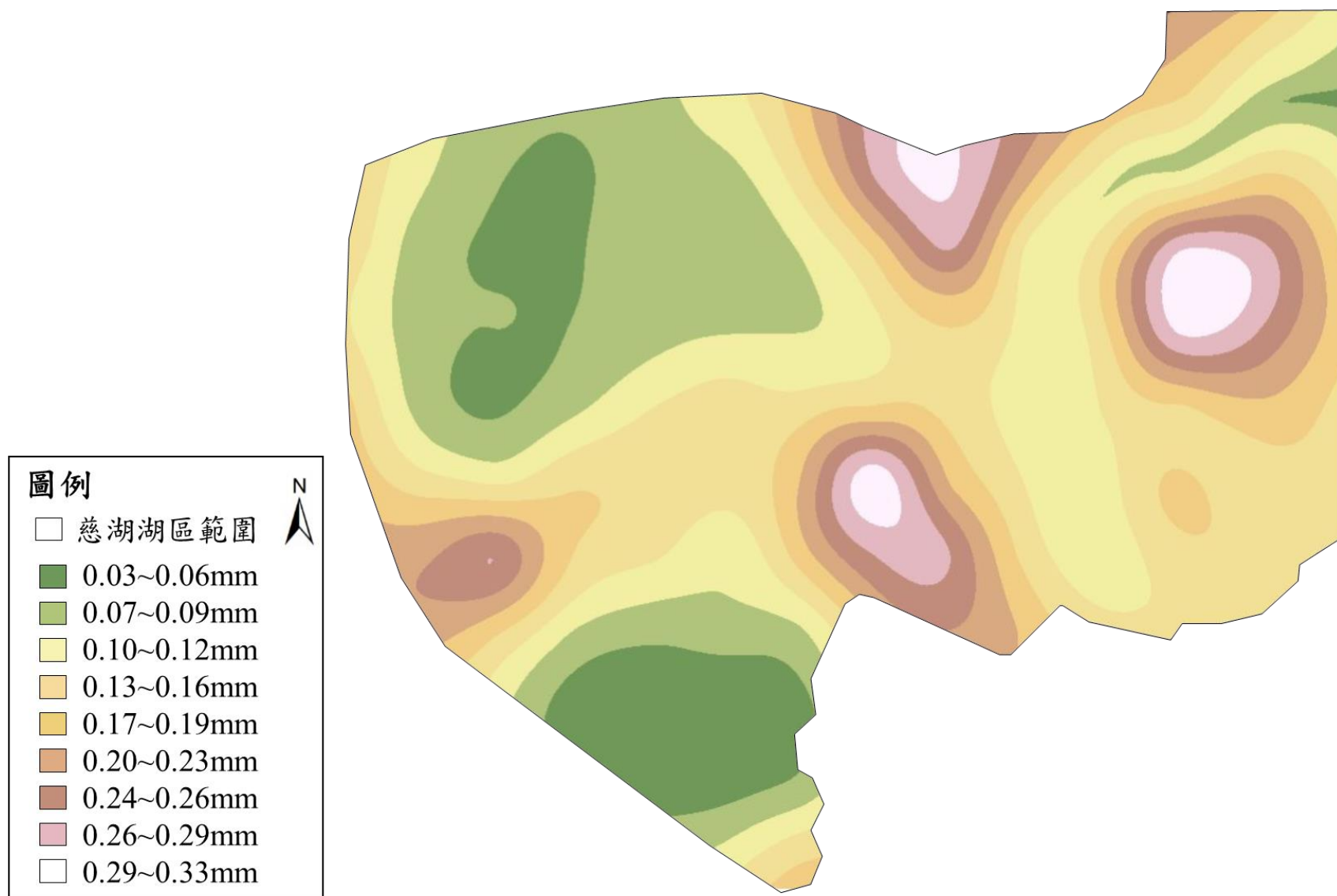


圖 4- 50 慈湖粒徑中值分布圖

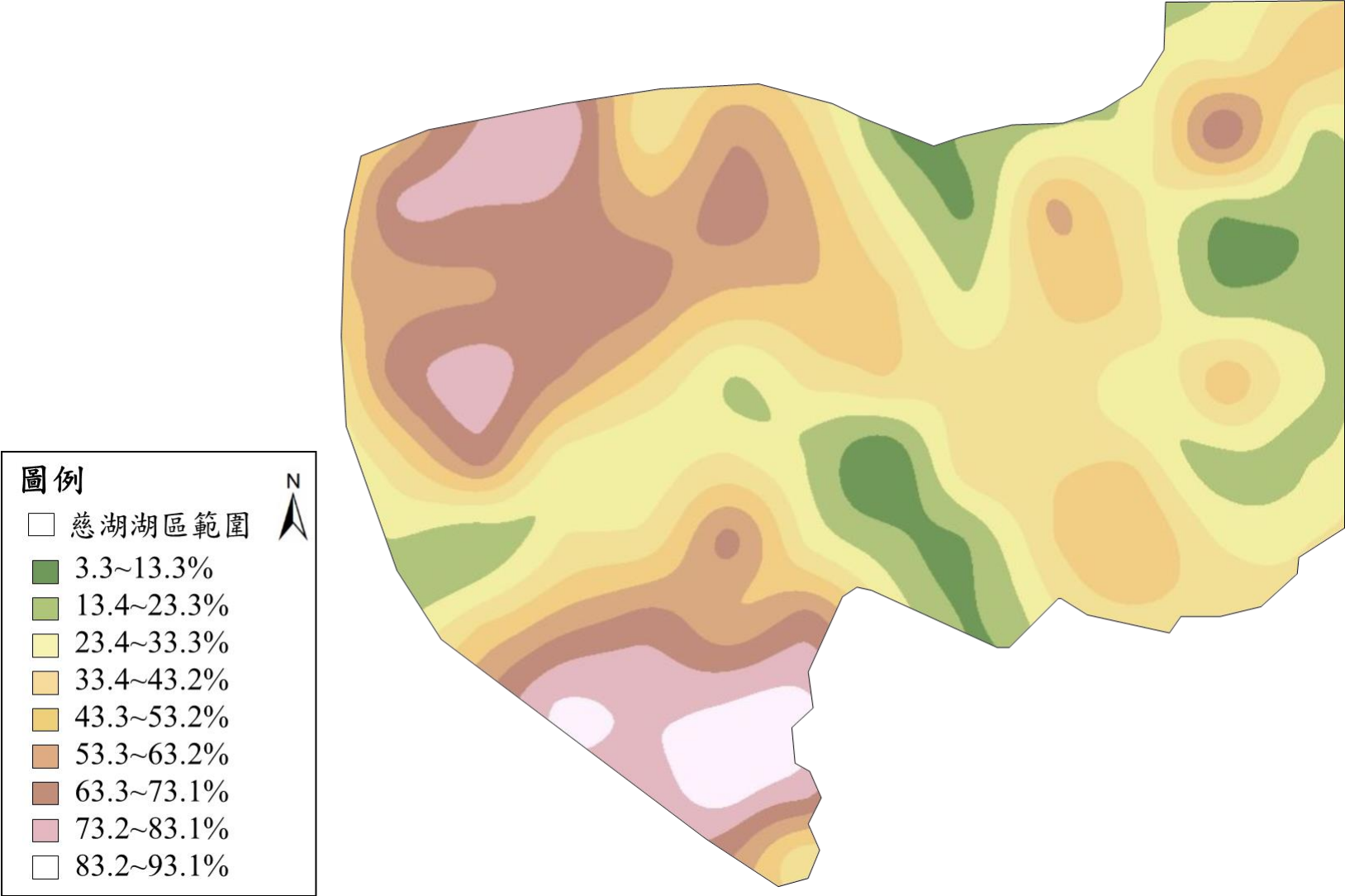


圖 4- 51 慈湖粉泥黏土含量分布圖

第七節、慈湖生態推廣課程

壹、辦理狀況

本計畫已於 2023 年 6 月、7 月辦理 2 場生態推廣課程，地點皆在慈湖解說站及其周邊範圍。為了達到向下扎根的目的，將慈湖生態推廣課程推廣至不同年齡層，兩場教學目標對象不同。第 1 場教學對象為國小孩童，第 2 場教學對象則為 10 歲以上之一般民眾。

本計畫於 2023 年 6 月 6 日 13:00~16:00 辦理第 1 場慈湖生態推廣課程。與慈湖周邊之古寧國小合作，學員對象為高年級學童，共 27 位實際參與課程。第 2 場辦理時間為 2023 年 7 月 15 日 09:00~12:00。教學對象為 10 歲以上之一般民眾，錄取 30 位，實際參與人數共 24 位。本場次採用網路報名方式，透過金門國家公園管理處粉絲專頁網路管道宣傳(圖 4- 52)。報名資訊於 2023 年 6 月 21 日公布於金門國家公園管理處粉絲專頁，並於幾日內報名額滿(圖 4- 53)。

貳、活動狀況

一、第 1 場(國小場)

整體來說，2023 年 6 月 6 日辦理之慈湖生態推廣課程學習成效佳，透過講師觀察學童普遍參與度高，學習單填寫狀況亦相當良好。活動照片見圖 4- 54。

第 1 堂鳥類課程，透過講師教學，學童都能學會如何使用雙筒望遠鏡，瞭解如何調整視差等基本使用方法。並實地觀察後，在學習單上記錄下鳥類之棲地、行為(學習單成果見圖 4- 55)。

第 2 堂水域課程，學童參與度最高。透過實際體驗水域生物調查方法，學習如何進行基礎生態調查。並透過本計畫製作之生物鑑定圖卡，將採集到之水域生物進行鑑定、分類並計算數量。在學習單部分，除了記錄物種數量外，透過畫出生物的過程，可以讓學童對生物有更細微的觀察，並加深其印象(學習單成果見圖 4- 56)。

第3堂水質測量課程，透過講師教導學習到如何使用水質儀器測量現地水質狀況。在測量完畢後，進行小組結果發表，比對不同組別之水樣水質有何差別，瞭解水質對於水中生物之重要性(學習單成果見圖 4-57)。

第4堂食物網課程整合課程所學，透過講師引導學童瞭解鳥類嘴喙形狀與食性之間的相關性，將生物之間的捕食關係連線，瞭解簡易的食物網概念(學習單成果見圖 4-58)。

二、第2場(一般民眾場)

2023年7月15日辦理之第2場慈湖生態推廣課程內容與第1場相似。當日參與之民眾多為金門當地居民，且年齡層多為18歲以上(80%)，少數為國小五年級以上(20%)。活動照片請見圖 4-59。

透過講師觀察，第1堂鳥類課程、第2堂水域課程，民眾參與度最高。值得一提的是，鳥類課程當天有觀察到屬於金門稀有過境鳥之水雉。許多民眾皆表示為第一次看到水雉，相當新奇(學習單成果見圖 4-60)。

第2堂水域課程部分，民眾樂於體驗過篩底棲動物的過程，並學會如何初步辨識螺類、貝類等底棲生物。另外，當天亦有捕獲鰕虎、蝦蛄等生物，許多民眾皆表示原來慈湖內有如此豐富之水域生物。水域生物學習單成果豐碩，展現民眾對於生物觀察相當仔細，生物繪圖成果精美(學習單成果見圖 4-61)。

第3堂水質測量課程，透過水質量測瞭解如何判斷水質狀況及維護慈湖水質之關鍵。第4堂食物網課程整合課程所學，瞭解鳥類嘴喙與其食性間之關聯(學習單成果見圖 4-62、圖 4-63)。

參、活動成果

在國小場，透過本活動最後之獎徵答活動，瞭解學員對於本課程學習狀況佳，大多都能回答出正確答案，顯示本次課程應有助於增加學員對於慈湖生物之認識，進而培養關心慈湖生態之情懷。另外，在一般民眾場，透過講師口頭詢問發現，參與民眾雖皆為金門當地居民，但卻大多沒有來過慈湖。在課程活動結束後，有民眾表示透過

本次課程初次拜訪慈湖，瞭解到原來慈湖有相當豐富之生態資源，並表示後續有自行再訪慈湖之意願。

另外，本計畫於第 2 場生態推廣課程結束後，針對一般民眾進行活動回饋意見蒐集。問卷內容包含對活動的滿意度，最喜歡之課程，活動持續時間長短、難易度、速度等進行意見蒐集(活動滿意度問卷見圖 4-64)。

根據本計畫蒐集到之 17 份回饋問卷，並統整問卷結果(圖 4-65)。整體來說滿意度高，16 位民眾表示「非常滿意」本活動，1 位認為「還算滿意」。活動持續時間、難易度、教學速度等則是所有民眾皆表示「剛剛好」。其他意見整體來說均為正面意見，大多表示對活動滿意度高，透過本活動收穫良多，以及希望可以增加辦理次數等。其中，有 1 位民眾之其他意見表示紀錄板是厚紙板做的容易水化，建議使用壓克力板。本計畫將參考此意見，改善後續活動使用之紀錄板。

主辦單位：金門國家公園管理處
執行單位：多樣性生態顧問公司



慈湖踏查趣！



112.7.15(六)
09:00-12:00
地點：慈湖解說站
費用：免費

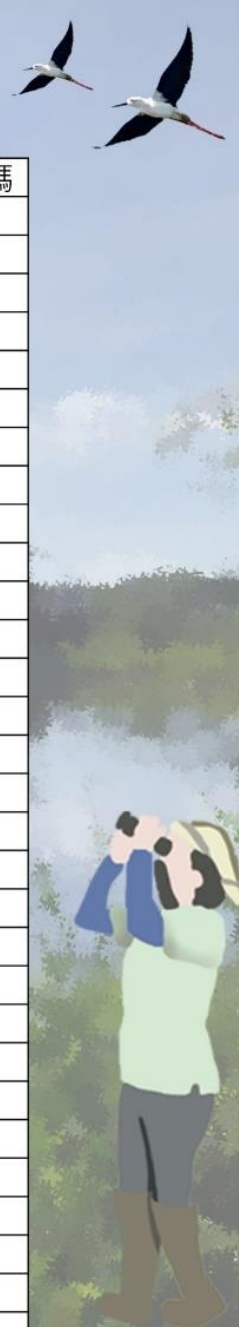
還有精美小禮物可以拿喔~

時間	活動內容	報名連結
09:00-09:15	報到時間(慈湖解說站集合)	
09:15-10:00	【慈湖鳥事】-認識常見鳥類	
10:00-11:00	【水域探查員】-認識常見水域生物	
11:00-12:00	【慈湖水質知多少?】+【環環相扣】	
12:00-	活動結束，領取餐盒(報名者1個/人)	



圖 4- 52 第 2 場慈湖生態推廣課程宣傳海報

**金門國家公園管理處
慈湖踏查趣活動
錄取人員(30名)**



報名狀態	姓名	電話末3碼
正取1	劉○瑤	283
正取2	賴○怡	467
正取3	鍾○春	186
正取4	蕭○伶	192
正取5	蕭○芳	380
正取6	李○崧	380
正取7	劉○宏	146
正取8	張○艾	109
正取9	蔡○婷	364
正取10	曾○涵	727
正取11	陳○元	364
正取12	陳○欽	364
正取13	林○澤	721
正取14	許○壽	721
正取15	徐○庭	723
正取16	唐○蕙	212
正取17	陳○謙	212
正取18	蔡○雪	338
正取19	廖○貴	727
正取20	林○芳	224
正取21	卓○弘	678
正取22	卓○賞	678
正取23	卓○璿	678
正取24	洪○宏	473
正取25	許○珠	802
正取26	翁○勤	151
正取27	陳○妤	085
正取28	陳○文	085
正取29	莊○敏	085
正取30	宋○珊	045



圖 4- 53 第 2 場慈湖生態推廣課程錄取名單



圖 4- 54 第 1 場生態推廣課程(國小場)活動照

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

班級: 501 姓名: 王淑欣

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄他們的數量
4. 觀察看看他們在做什麼，記錄下他們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名: <u>紅九鳥</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: <u>灰頭鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>鳴叫</u> 物種名: <u>白頭翁</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>鳴叫</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
水域	物種名: <u>高蹺行鵲</u> 數量: <u>3</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
天空	物種名: <u>栗喉蜂虎</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: <u>八哥</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

班級: 501 姓名: 呂若妍

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄他們的數量
4. 觀察看看他們在做什麼，記錄下他們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名: <u>紅九鳥</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: <u>灰頭鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>鳴叫</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
水域	物種名: <u>高蹺行鵲</u> 數量: <u>3</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
天空	物種名: <u>栗喉蜂虎</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: <u>八哥</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

班級: 501 姓名: 李安凌

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄他們的數量
4. 觀察看看他們在做什麼，記錄下他們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名: <u>紅九鳥</u> 數量: _____ 行為: _____ 物種名: <u>灰頭鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: <u>灰頭鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>鳴叫</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
水域	物種名: <u>高蹺行鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
天空	物種名: <u>栗喉蜂虎</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛行</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

班級: 601 姓名: 蔡依婷

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄他們的數量
4. 觀察看看他們在做什麼，記錄下他們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名: <u>紅九鳥</u> 數量: <u>2</u> 行為: <u>走路</u> 物種名: <u>灰頭鵲</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
水域	物種名: <u>高蹺行鵲</u> 數量: <u>3</u> 行為: <u>休息</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____
天空	物種名: <u>栗喉蜂虎</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>在飛</u> 物種名: <u>八哥</u> 數量: <u>1</u> 行為: <u>飛</u> 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____ 物種名: _____ 數量: _____ 行為: _____

圖 4-55 第 1 場生態推廣課程(國小場)鳥類課程學習單成果

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄慈湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>珠米海兔</u> 數量： <u>5</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>細紋海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>海兔</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>金刀魚</u> 數量： <u>2</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>海藻、多毛生物</u>	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄慈湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>珠米海兔</u> 數量： <u>0</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>細紋海兔</u> 數量： <u>0</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>海兔</u> 數量： <u>0</u>	物種名： <u>金刀魚</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>比目魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>比目魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>浮游生物</u>	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄慈湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>珠米海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>細紋海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>金刀魚</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>海藻、多毛生物</u>	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄慈湖常見物種

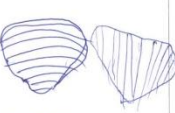
腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>珠米海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>細紋海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>海兔</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>金刀魚</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣石斑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>鱸魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>石斑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>浮游生物</u>	

圖 4- 56 第 1 場生態推廣課程(國小場)水域生物課程學習單成果

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低,皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染,水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣,造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類,例如:海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的環境,海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量,包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	33.8	4.1	7.78	39.8	227.5
外海水樣	28.6	4.4	8.13	25.4	57
對照水樣	31.4	2.6	7.18	0.84	3.6

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低,皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染,水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣,造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類,例如:海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的環境,海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量,包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	33.8	4.1	7.78	39.8	227.5
外海水樣	28.6	4.4	8.13	25.4	57
對照水樣	31.4	2.6	7.18	0.84	3.6

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低,皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染,水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣,造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類,例如:海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的環境,海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量,包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	33.8	4.1	7.78	39.8	227.5
外海水樣	28.6	4.4	8.13	25.4	57
對照水樣	31.4	2.6	7.18	0.84	3.6

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低,皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染,水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣,造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類,例如:海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的環境,海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量,包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	33.8	4.1	7.78	39.8	227.5
外海水樣	28.6	4.4	8.13	25.4	57
對照水樣	31.4	2.6	7.18	0.84	3.6

圖 4-57 第 1 場生態推廣課程(國小場)水質課程學習單成果

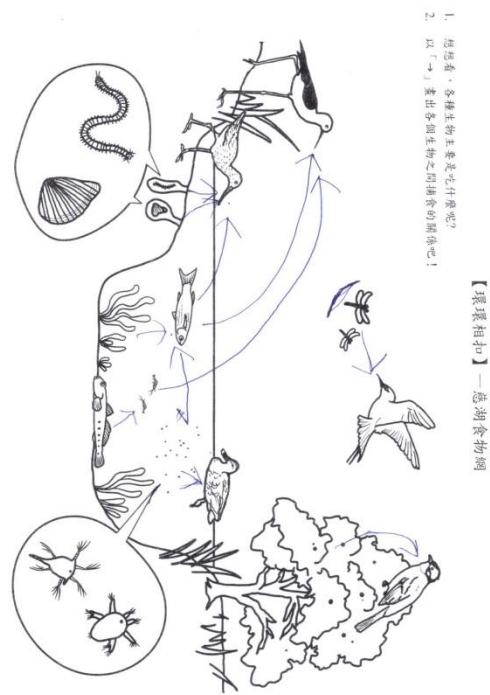
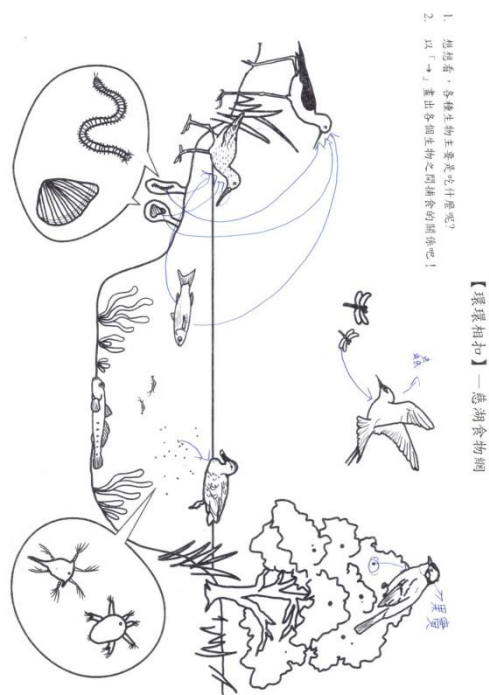
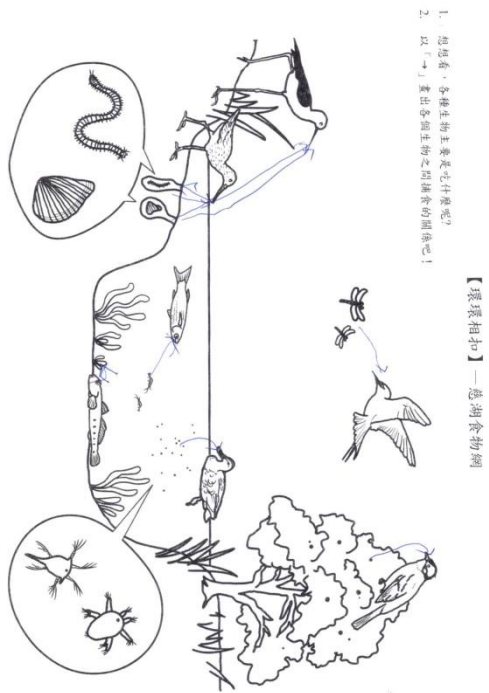


圖 4-58 第 1 場生態推廣課程(國小場)食物網課程學習單成果

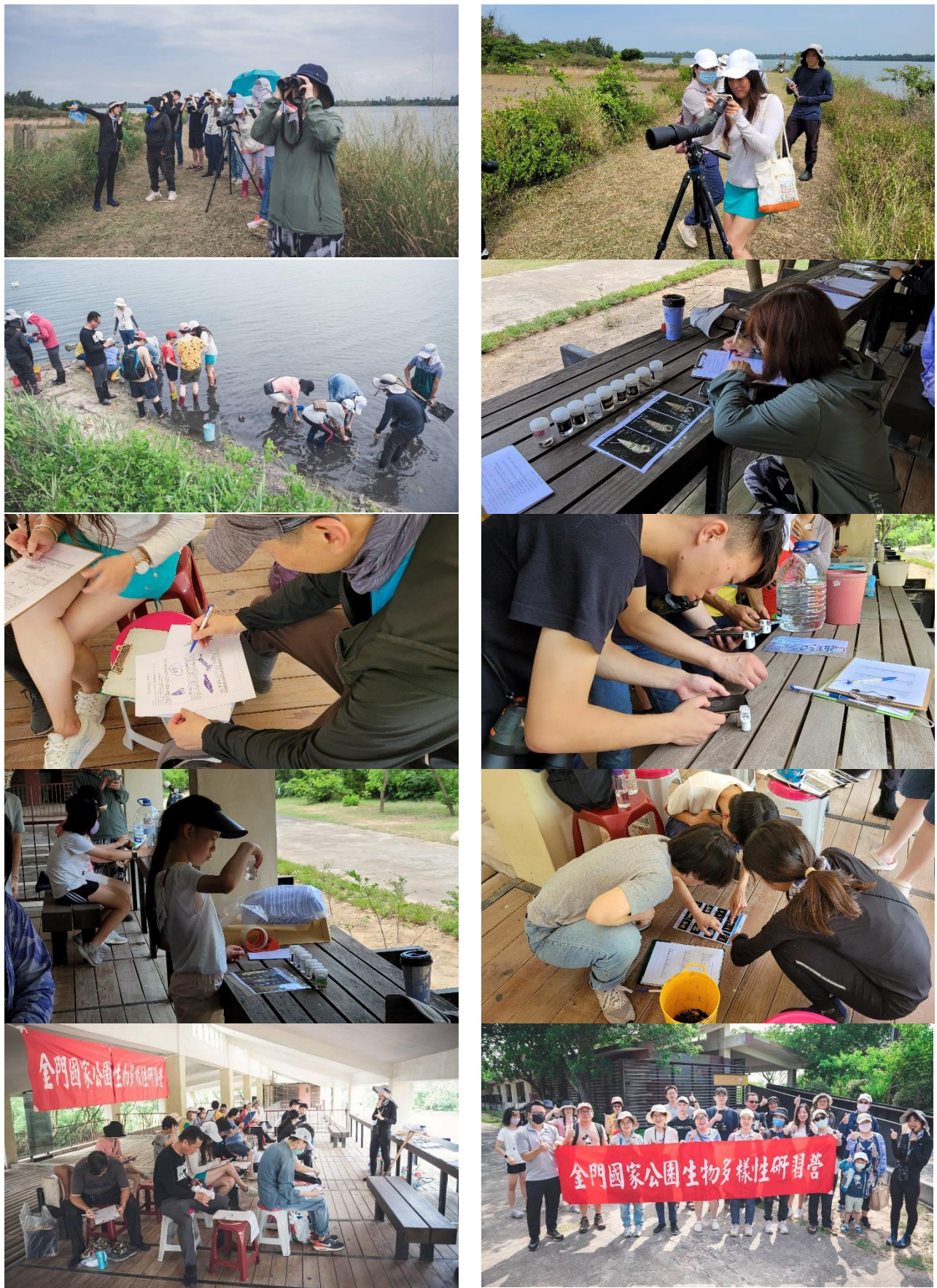


圖 4- 59 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動照

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

姓名：張遠安

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄牠們的數量
4. 觀察看看牠們在做什麼，記錄下牠們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名： <u>小白鷺</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>休息</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
水域	物種名： <u>黃頭鴨</u> 數量： <u>2</u> 行為： <u>覓食</u> 物種名： <u>水鴨</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>覓食</u> 物種名： <u>紅頭小雞</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>飛過</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
天空	物種名： <u>栗喉蜂虎</u> 數量： <u>3</u> 行為： <u>飛翔</u> 物種名： <u>燕子</u> 數量： <u>5</u> 行為： <u>飛翔</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

姓名：陳和海

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄牠們的數量
4. 觀察看看牠們在做什麼，記錄下牠們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名： <u>喜鵲</u> 數量： <u>0</u> 行為： <u>鳥巢</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
水域	物種名： <u>小白鷺</u> 數量： <u>2</u> 行為： <u>休息</u> 物種名： <u>紅頭水雞</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>_____</u> 物種名： <u>栗喉蜂虎</u> 數量： <u>3</u> 行為： <u>飛過</u> 物種名： <u>高蹺鴉</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>休息</u>
天空	物種名： <u>小鵲</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>休息</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

姓名：陳奕宏

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄牠們的數量
4. 觀察看看牠們在做什麼，記錄下牠們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
水域	物種名： <u>黃頭鴨</u> 數量： <u>2</u> 行為： <u>休息</u> 物種名： <u>小白鷺</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>迎風(後)</u> 物種名： <u>紅頭水雞</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>潛水</u> 物種名： <u>水鴨</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>警戒叫</u>
天空	物種名： <u>栗喉蜂虎</u> 數量： <u>5</u> 行為： <u>飛翔</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____

【慈湖「鳥」事】—認識慈湖鳥類

姓名：陳毅文

1. 以望遠鏡觀察各棲地出現鳥類
2. 以圖卡、圖鑑查找、辨識出現鳥類的種類
3. 將各棲地觀察到鳥類記錄在表格當中，並記錄牠們的數量
4. 觀察看看牠們在做什麼，記錄下牠們的行為 例如：休息、覓食、飛過

棲地類型	請寫下你觀察到什麼生物
樹木、灌叢	物種名： <u>小白鷺</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>休息</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
水域	物種名： <u>水鴨</u> 數量： <u>1</u> 行為： <u>休息</u> 物種名： <u>高蹺鴉</u> 數量： <u>2</u> 行為： <u>飛翔</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____
天空	物種名： <u>栗喉蜂虎</u> 數量： <u>5</u> 行為： <u>飛翔</u> 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____ 物種名：_____ 數量：_____ 行為：_____

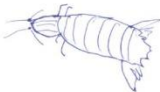
圖 4- 60 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)鳥類課程學習單成果

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄池湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>臺灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>菲律賓海蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>鰱魚</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>蝦姑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>鰱魚</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>蝦姑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>四線列牙鯽</u>	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄池湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>臺灣海蛸</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>3</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>3</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>2</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>3</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>鰱魚</u> 數量： <u>3</u>	物種名： <u>蝦姑</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>鰱魚</u> 數量： <u>3</u>	物種名： <u>蝦姑</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄池湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>臺灣海蛸</u> 數量： <u>4</u>	物種名： <u>竹蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>昌魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>東方白蝦</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>昌魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>東方白蝦</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>蝦姑</u>	

【水域探查員】—學習單

1.調查方法

- (1)螺貝類：取 25 cm*25 cm 的採樣方格，採取樣框內深度 10 cm 之底質，並以篩網過濾後挑出其中生物。
 (2)浮游動物：以浮游動物網過濾 50L 水體，蒐集過濾生物。
 (3)魚類、蝦蟹類：以小型蛇籠放置軟刀魚餌誘捕。

2.記錄池湖常見物種

腹足類	雙殼類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>臺灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>菲律賓海蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>台灣海蛸</u> 數量： <u>1</u>
魚類	蝦蟹類
畫看看！ 	畫看看！ 
物種名： <u>昌魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>東方白蝦</u> 數量： <u>1</u>
物種名： <u>昌魚</u> 數量： <u>1</u>	物種名： <u>東方白蝦</u> 數量： <u>1</u>
其他物種(你還觀察到什麼其他物種？把它們記錄下來吧！)	
<u>水母</u> <u>浮游生物</u> <u>浮游動物</u>	

圖 4- 61 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)水域生物課程學習單成果

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低，皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染，水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣，造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類，例如：海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的环境，海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	32.0	3.4	7.05	27.1	14.53
外海水樣	31.3	3.7	8.03	26.6	21.27
對照水樣	30.8	3.2	6.88	0.62	9.75

自來水

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低，皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染，水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣，造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類，例如：海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的环境，海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	32.7	3.4	7.06	27.1	14.53
外海水樣	31.3	3.7	8.03	26.6	21.27
對照水樣	30.8	3.2	6.88	0.6	9.75

↓ 0.5V 我 2V who

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低，皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染，水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣，造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類，例如：海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的环境，海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	32.6	3.4	7.05	27.0	14.53
外海水樣	31.3	3.7	8.03	26.6	21.27
對照水樣	30.8	3.2	6.88	0.62	9.75

自來水

【慈湖水質知多少?】—學習檢測水質

1. 使用水樣瓶採取水樣
2. 使用儀器檢測各項水質指標
3. 記錄檢測數值
4. 判斷各項水質指標代表意義

水質指標	說明	與生物之關係
水溫(°C)	水的溫度。	溫度過高或過低，皆可能影響水中生物生長。
溶氧(mg/L)	溶解於水中的氧氣量。水中溶氧可能來自大氣溶解、水生植物的光合作用。	水若受到有機物質污染，水中微生物分解有機物質會大量消耗水中氧氣，造成缺氧狀況。
酸鹼值	溶液中的氫離子濃度。	正常值介於6.5-8.5之間。一般海水pH值為8.0-8.5。
鹽度	根據海水導電度換算而來。水中如果溶解了大量的鹽類，例如：海水鹽度的數值就會很高。	不同魚種對於鹽度要求不同。淡水魚偏好鹽度低的环境，海水魚偏好鹽度高的環境。
濁度(NTU)	水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。	濁度太高對水生植物和魚類的生長、繁殖都有影響。

實驗	水溫(°C)	溶氧(mg/L)	酸鹼值	鹽度	濁度(NTU)
慈湖水樣	32.3	3.4	7.06	27.1	14.53
外海水樣	31.3	3.7	8.03	26.6	21.27
對照水樣	31.8	3.25	6.88	2.62	9.75

自來水

圖 4- 62 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)水質課程學習單成果

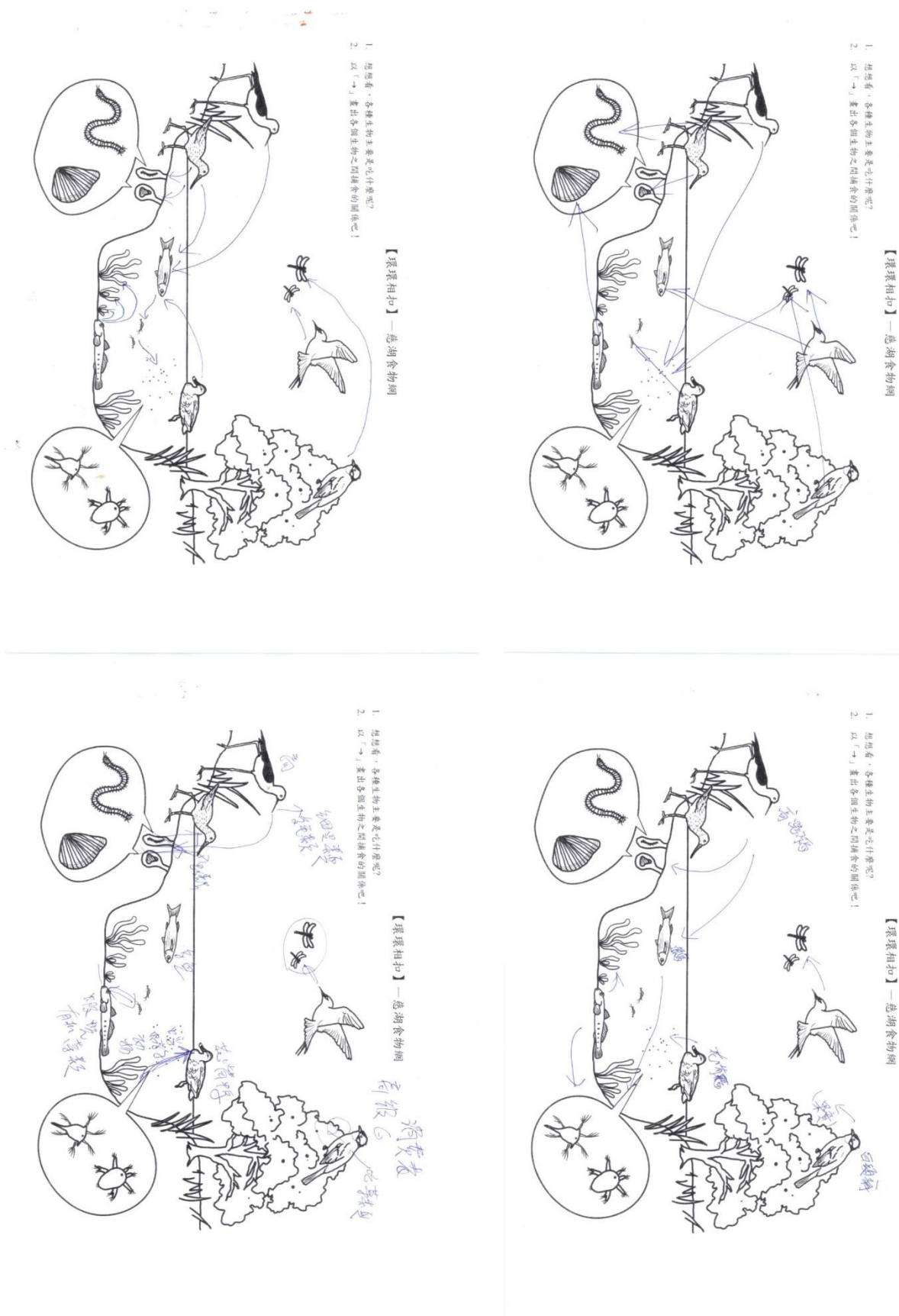


圖 4- 63 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)食物網課程學習單成果

【慈湖踏查趣！】活動滿意度問卷

感謝您報名參與此次活動，麻煩您撥空填寫活動滿意度問卷，給予我們一些意見回饋！😊

1. 整體來說，您滿不滿意【慈湖踏查趣！】活動？

- ☐ 非常滿意
- ☐ 還算滿意
- ☐ 不太滿意
- ☐ 非常不滿意

2. 您覺得活動持續時間

- ☐ 太長
- ☐ 剛剛好
- ☐ 太短

3. 您最喜歡本次活動的哪一項課程？

- ☐ 【慈湖「鳥」事】—鳥類課程
- ☐ 【水域探查員】—水域生物課程
- ☐ 【慈湖水質知多少？】—水質檢測課程
- ☐ 【環環相扣】—食物網課程

4. 您覺得課程教學速度？

- ☐ 太快
- ☐ 剛剛好
- ☐ 太慢

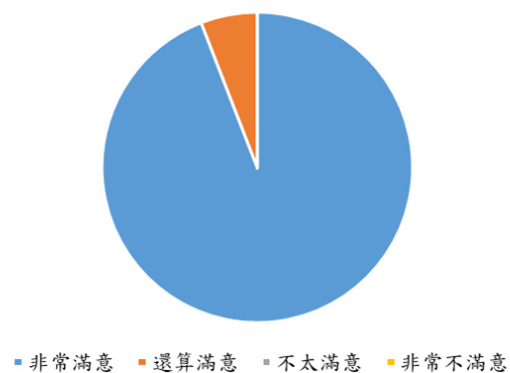
5. 您覺得課程難易度？

- ☐ 太難
- ☐ 剛剛好
- ☐ 太簡單

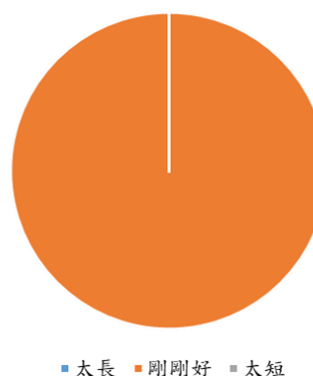
6. 您覺得課程是否有其他需要改進的地方？或是想對講師說的話，都可以留言喔~

圖 4- 64 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動滿意度問卷

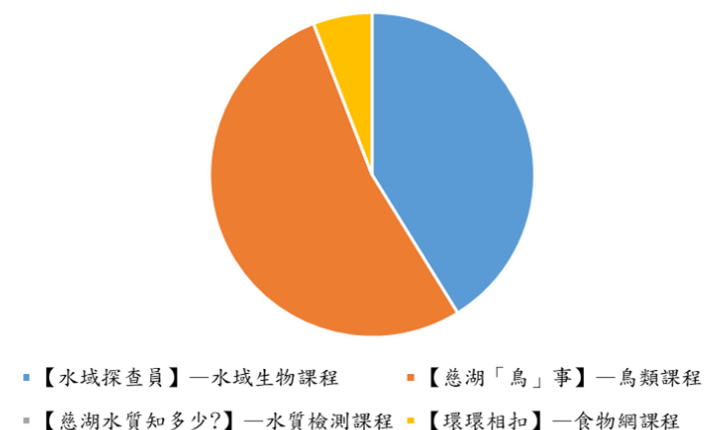
1. 整體來說，您滿不滿意【慈湖踏查趣！】活動？



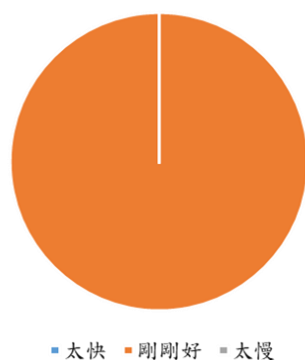
2. 您覺得活動持續時間？



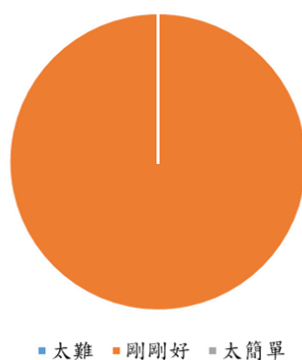
3. 您最喜歡本次活動的哪一項課程？



4. 您覺得課程教學速度？



5. 您覺得課程難易度？



6. 您覺得課程是否有其他需要改進的地方? 或是想對講師說的話，都可以留言喔~:D

- (1)很棒
- (2)非常好的活動，雖然很熱，但是好好玩喔！多謝頭家！
- (3)謝謝所有工作人員！收穫很多也更認識這個地方！
- (4)資料版是厚紙板做的容易水化，建議使用壓克力板
- (5)很用心精彩～淺顯易懂
- (6)辛苦啦！
- (7)很棒，可以多辦，或是分冬夏季

圖 4- 65 第 2 場生態推廣課程(一般民眾場)活動滿意度問卷結果

第五章、結論與建議

第一節、結論

壹、水域生物調查

慈湖魚類、蝦蟹類在物種數的部分，皆以靠近閘門處樣點(C1)紀錄物種數最多。可能因靠近閘門，海水交換較佳，有較多物種。魚類、蝦蟹類群聚組成在樣點間差異不大，季節差異較明顯。

螺貝類群聚在樣點間有差異，C5 因有淡水輸入多，流紋蜷較多，與其他樣點差異較大。C2、C3 因底質粒徑較大，適合雙殼類生存，有較多種雙殼類。相關分析指出螺貝類群聚與底質粒徑較相關，顯示粒徑為影響螺貝類之重要因子。

慈湖浮游動物有季節變異，在樣點間差異不大。本計畫補充調查慈堤外海浮游動物，結果顯示慈湖內浮游動物類群與慈堤外海相似，顯示慈湖內之浮游動物應來自外海輸入，其季節變異應受到外海浮游動物類群影響。浮游藻類種類數、數量皆以東側淡水溝渠樣點(C5~C7)較多，可能原因為營養鹽輸入較多導致。

本計畫整合近年資料顯示，魚類、蝦蟹類數量、群聚皆無顯著年間差異，顯示魚類、蝦蟹類狀況穩定。螺貝類豐度無年間差異，但群聚有顯著差異。主要差異來自偏好淡水之流紋蜷自 2017 年開始減少。此應與 2017 年後開始穩定閘門操作有關。閘門操作引入海水導致鹽度升高，使流紋蜷減少，燒酒海蜷、栓海蜷等增加。但自閘門操作後，近年螺貝類狀況穩定。

浮游動物、浮游藻類和過去(2017 年)相比有豐度減少的趨勢。由於浮游藻類豐度與營養鹽濃度呈正相關，浮游藻類減少的原因可能與 2017 年磷酸鹽濃度較高有關。浮游動物的部分，與之相關性較高之鹽度、水溫於年間差異不大。因本研究發現慈湖浮游動物主要來自外海引入，因此其組成與豐度亦受到外海水團浮游動物之影響。其年間變異應與年間水團差異有關，而與慈湖環境較不相關。

貳、鳥類調查

本研究 1、4、7、10 月 4 季調查共記錄 40 科 122 種鳥類，共計 5,480 隻次。包含 I 級保育類 1 種(黑面琵鷺)，II 級保育類 12 種(環頸雉、小燕鷗、白琵鷺、魚鷹、灰面鵟鷹、赤腹鷹、黑翅鳶、黑鳶、東方鳶、遊隼、大陸畫眉、八哥)，3 種 III 級保育類(紅尾伯勞、大杓鵯、燕鵲)。慈湖東側淺灘及其周邊魚塢為鳥類重要覓食、休息之區域，顯示慈湖於鳥類棲地之重要性。

本研究將近年(2018~2023 年)鳥類資料進行群聚分析，檢視近年鳥類群聚狀況。結果顯示 2018 年鳥類群聚與其他年份(2019~2023 年)有顯著差異，2018 年雁鴨科、鷸科、鴿科等與其他年份相比較少。雁鴨科、鷸科、鴿科之增加，與後續年份調查樣區範圍(包含魚塢區)較大有關。整理來說，近年鳥類狀況穩定。

參、水質調查

現地水質受季節影響大，在慈湖各樣點差異不大。東側溝渠因承接民生污水、農業廢水，為主要慈湖營養鹽、有機質等污染物輸入之主要來源。根據環保署之地面水體分類水質指標，慈湖 1、4、10 月之水質符合丁類，及適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。7 月水質符合戊類，及適用環境保育。造成水質指標較差的原因為懸浮固體、生化需氧量超標。由於慈湖水深淺，懸浮固體容易受到風浪擾動而導致懸浮固體超標。

年間水質比較部分，過去雖有生化需氧量過高的事件，但近年已無再次發生，顯示此狀況應為單一事件，長期影響。整體來說，慈湖近年水質狀況穩定，水質主要受到東側溝渠輸入之營養鹽、有機質之影響。

肆、菲律賓簾蛤

慈湖近年有菲律賓簾蛤有數量減少之趨勢。本計畫以底質調查結果建立菲律賓簾蛤出現機率模型，結果指出僅慈湖東側及中間少數區域之底質為適合菲律賓簾蛤生存之棲地，顯示底質改變可能為菲律賓簾蛤減少之主因。另外，本計畫亦發現慈堤外海

浮游動物少有二枚貝幼生，顯示新生幼體入添減少可能也是導致菲律賓簾蛤數量減少原因之一。

伍、底質調查

慈湖地勢呈現由東北往西南漸深的狀況，並以西南慈堤閘門處最深，地勢與過去相比並無太大變化。底質粒徑以東側、中間粒徑最粗，西南側多為粒徑細之粉泥。閘門操作引入海水時帶來之粉黏土，應為慈湖淤泥堆積之主要來源。慈湖淤積速率仍屬正常範圍，與其他湖庫、濕地相比並無特別快速。

陸、慈湖生態推廣課程

本計畫完成慈湖生態推廣課程編撰。2023 年已辦理第 2 場課程，教學對象分別為國小學童、一般民眾。透過課程學習單、回饋單，顯示學員參與度高、課程教學成效良好。2024 年(第 2 年)預計再辦理 2 場生態推廣課程。

第二節、管建議理

立即可行建議

建議一：於大雨、豪雨前，將慈湖水位降低至可控範圍

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

平時慈湖水位之維持，將影響慈湖能滯洪之水量。根據本計畫推算，若降雨前慈湖水位約於第 2 水位池(高程 1.08 m)，能容忍之降雨量約為 71.6 mm。金門氣候乾燥，全年降雨量稀少。若根據 2023 年全年每日降雨量來看，僅 9 月受海葵颱風影響帶來之降雨量超過推算之 71.6 mm 之標準。顯示在大多情況下，若將水位維持於第 2 水位池，已足以應付大多之降雨狀況。

辦法：

若氣象預報將有大雨、豪大雨事件發生，則可根據預測降雨量調整慈湖水位。若將水位降低至第 1 水位池，有效容量為 587,637 m³，容忍降雨量為 85.4 mm；。若以小閘門排水至極限，將水位降低至呆水位(0.63 m)，有效容量為 903,676 m³，容忍降雨量約為 131.3 mm。

本計畫建議可根據預報調整需下降之水位高度，提前將慈湖水位降至目標水位。透過提前調降水位，盡量避免降雨帶來水位暴增之狀況。

建議二：加強取締非法人為採捕菲律賓簾蛤

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

本計畫發現慈湖菲律賓簾蛤數量近年有減少趨勢。根據本研究調查結果，主要原因可能為底質改變、新生幼體入添減少等因素。本計畫 2023 年亦有採集菲律賓簾蛤，顯示慈湖內菲律賓簾蛤數量雖然稀少，但仍有族群存活。

除了上述因素外，人為採捕可能會導致數量減少問題更加劇。林幸助、江政人(2018)建議若 C1、C2 測站之菲律賓簾蛤平均生物量低於 $35.6\sim56.9 \text{ g WW m}^{-2}$ 時，建議應停止採捕。本計畫 2023 年調查之平均生物量為 2.66 g WW m^{-2} ，已低於此建議生物量。

辦法：

金門國家公園區域內雖為全面禁止採捕，但經觀察偶爾可見民眾於慈湖湖區內進行貝類採捕活動。由於每年 9~11 月為慈湖菲律賓簾蛤之主要繁殖期，4~6 月為潛在繁殖期。建議於此段時間內，加強取締非法人為採捕，避免加劇菲律賓簾蛤數量減少的狀況。

中長期建議

建議一：修繕小閘門

主辦單位：金門縣政府建設處

協辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

慈湖排水主要仰賴小閘門進行排水。然根據近年研究指出，可能因小閘門結構問題、潮汐時間等因素，時有排水不及之狀況。本計畫估計目前慈湖總蓄水體積約為 1,237,082 m³(蓄水至第 10 水位池)，再以此量推算能容忍之降雨量，並建議能在強降雨前降低水位高度。然若小閘門排水不及，仍可能因為無法即時降低至目標水位而導致水位急遽上升，造成災害。

辦法：

建議針對小閘門排水困難問題進行修繕。根據過去指出，2022 年西站曾有對小閘門進行勘查，結果並無發現小閘門有阻塞狀況。推測排水困難原因可能與涵管內部結構改變有關。建議相關單位可對涵管內部結構再進行詳細勘查，找出小閘門排水困難之原因，以利能達到即時排水之功能。

建議二：每年舉辦 1~2 次慈湖生態推廣課程，推廣保育觀念

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

慈湖除了擁有豐富之生物資源，且周邊亦有適合之環境教育場域。再進行現場勘查後，本計畫已編撰 1 套慈湖特色之生態推廣課程。並透過計畫第 1 年實際辦理 2 場課程成果，報名狀況踴躍、學員反應均佳。

辦法：

為利於推廣慈湖之保育觀念，建議能定期每年辦理 1~2 場生態推廣課程，1 場能

與慈湖附近國小合作辦理，達到向下扎根之目的。另 1 場則開放給一般民眾報名，讓金門在地居民都能更認識慈湖，推廣保育觀念。

建議三：定期監測慈湖淤積速率

主辦單位：內政部國家公園署金門國家公園管理處

說明：

本計畫底質調查結果發現，西南側靠近閘門處之底質為細顆粒之粉泥，與 2018 年相比含砂量減少、粉泥黏土含量增加，顯示淤泥主要來源應為閘門操作，引入海水時帶來之底泥。

淤積為湖泊、濕地無法避免之問題。本計畫將與目前推算之慈湖淤積速率與其他湖泊、濕地比較，結果發現淤積速率相近，顯示慈湖淤積狀況並非特別嚴重。另外，本計畫亦以高程推算目前慈湖可蓄水之有效容量，結果顯示若以小閘門排水至最低水位極限(水位高程 0.63 m)，蓄水體積仍可達 903,676 m³。能容忍之降雨量約為 131.3 mm。以金門乾燥氣候狀況來說，仍足以應付大多之降雨狀況。因此，目前慈湖淤積情況應仍屬可控範圍。

然外來慈湖終究有需面臨清淤狀況之時。本研究目前僅初步推算出湖區整體之淤積速率，但慈湖湖區範圍廣大，若未來要進行清淤可能因範圍過大而導致清淤工程不易。為了利於未來清淤計畫之擬定，需針對慈湖各區淤積狀況進行更詳細之調查。

辦法：

後續計畫可針對淤積速率進行長期定期監測，並更深入了解慈湖湖區不同區域淤積速率之差異。若在經費、人力有限等之狀況下，才能擬定較有效率之清淤計畫，針對重點淤積較快之區域進行小範圍清淤。

參考資料

- DeLaune, R. D., R. H. Bauman, and J. G. Gosselink. 1983. Relationships among vertical accretion, coastal submergence and erosion in a Louisiana Gulf coast marsh. *Journal of Sedimentary Petrology* 53:147-157.
- Gutiérrez, J. C., Ponce-Palafox, J. T., Pineda-Jaimes, N. B., Arenas-Fuentes, V., Arredondo-Figueroa, J. L., & Cifuentes-Lemus, J. L. (2016). The feeding ecology of penaeid shrimp in tropical lagoon-estuarine systems/Ecología alimentaria de camarones peneidos en los sistemas lagunar-estuarinos tropicales. *Gayana*, 80(1), 16.
- Herman, Y. (1998). Pteropods. In *Introduction to marine micropaleontology* (pp. 151-159). Elsevier Science BV.
- March, J. G., Benstead, J. P., Pringle, C. M., & Scatena, F. N. (1998). Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico. *Freshwater Biology*, 40(2), 261-273.
- Satheesh, S., & Wesley, S. G. (2009). Breeding biology of the barnacle *Amphibalanus amphitrite* (Crustacea: Cirripedia): influence of environmental factors in a tropical coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(6), 1203-1208.
- Segers, H. (2008). Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Freshwater animal diversity assessment*, 49-59.
- Sly, P. G. (1989). Sediment dispersion: part 1, fine sediments and significance of the silt/clay ratio. In *Sediment/Water Interactions: Proceedings of the Fourth International Symposium* (pp. 99-110). Springer Netherlands.
- Zhang, Y., Cui, B., Lan, Y., Han, Z., Wang, T., & Guo, A. (2012). Four terrestrialization characteristics of Baiyangdian Lake, China. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 645-654.
- 丁宗蘇，2006。鷗鷺生態調查研究(二)。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究計畫。
- 丁宗蘇，2019。金門鳥類生物多樣性熱點與趨勢分析。金門國家公園管理處委託研究報告。
- 丁宗蘇，2021。金門鷗鷺的遷移與生態研究(2/3)。金門國家公園管理處委託研究報告。
- 內政部營建署，2017。慈湖重要濕地(國家級)保育利用計畫。
- 交通部高速公路局，2022。金門大橋興建工程環境監測計畫第二十四期工作成果報告書。
- 江政人，2022。慈湖水閘門管理對水文、水質及水域生物之影響。金門國家公園管理處委託辦理報告。

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

孟培傑，2002。金門地區水體水質基本資料之調查研究。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究。

林良恭、林惠真、江智民、方文珍、姜博仁、蔣忠祐，2015。104 年度金門國家公園重要物種監測。金門國家公園管理處委託辦理報告。

林幸助、江政人，2018。慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究(3/3)。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。

邱郁文，2015。金門濕地動植物資源調查(3/3)。金門國家公園管理處委託辦理報告。

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

翁自保、歐慶賢、柯逢樟、張寶仁、李佳發、蔡經商、丁國桓、李佩娟、黃苑淳、李彥蒲、林淑真，2012。金門慈湖漁業與資源之調查研究計畫。金寧鄉公所。

莊西進、周志強，2006。金門國家公園環境長期監測(五)。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。

莊西進、周志強、許永面，2004。金門國家公園環境長期監測(三)。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。

莊西進、許永面，2002。金門國家公園環境長期監測研究報告。金門國家公園管理處。

莊西進、許永面，2003。金門國家公園環境長期監測(二)。金門國家公園管理處。

莊西進、許永面，2009。金門國家公園環境長期監測(六)。金門國家公園管理處。

莊西進、許永面，2012。101 年度金門國家公園環境長期監測計畫。金門國家公園管理處委託辦理計畫報告。

莊西進、許永面、莊曜陽，2010。99 年度金門國家公園環境長期監測。金門國家公園管理處委託辦理計畫。

莊西進、許永面、莊曜陽，2011。100 年度金門國家公園環境長期監測。金門國家公園管理處委託辦理計畫。

莊西進、蔡其萱、莊曜陽，2019。108 年度金門國家公園重要物種監測計畫。金門國家公園管理處委託辦理計畫報告。

莊曜陽、莊西進、蔡其萱，2022。111 年度金門國家公園重要物種監測計畫。內政部營建署金門國家公園管理處委託辦理計畫報告。

- 許育誠、劉小如，2010。金門鳥類調查。金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 陳章波，1997。金門國家公園濱海潮間帶動物相調查研究。金門國家公園管理處。
- 陳義雄，2001。金門國家公園魚類相調查。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究。
- 黃守忠、林幸助、賴宜鈴、施上粟，2017。106 年度墾丁國家公園南仁湖陸化研究及管理策略研擬。墾丁國家公園管理處委託研究報告。
- 黃榮富，2015。金門縣浯江溪口與湖下周邊海域環境調查。金門縣水產試驗所。
- 劉小如，1999。金門國家公園鳥類生態記錄研究。金門國家公園管理處。
- 劉小如，2004。金門佛法僧目鳥類調查—金門佛法僧目鳥類分佈及其他鳥類生態調查。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。
- 盧堅富，2009。慈湖地區生態保育型態及經營管理之評估。金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 顏重威、莊西進、周志強，2005。金門國家公園環境長期監測(四)。內政部營建署金門國家公園管理處委託研究報告。
- 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波，1993。潮間帶底棲生態調查法。生物科學，36，71-80。

附錄一 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月魚類(隻)數量表

	Jan-23							Apr-23							
	C1	C2	C3	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
羅漢魚												1			
食蚊魚					4										
大眼海鯢															
前鱗龜鮫				2		1		2			4				
龜鮫												1			
大鱗鮫												3		2	
綠背龜鮫	1					2								15	
鰻														3	
布魯雙邊魚	5								3						
大棘雙邊魚	1														
尾紋雙邊魚	2														
吉利慈鯛															
日本鑽嘴魚															
奧奈鑽嘴魚															
斑尾刺鰾虎			4		1	2		14	2	4	4		6		8
點帶叉舌鰾虎								1							
阿部氏鰻鰾虎															
爪哇擬鰾虎						2								2	
雙帶縞鰾虎	1	1	6					15		3					2
日本花鱸									50	4	10		34	1	8
金錢魚															

	Jan-23							Apr-23							
	C1	C2	C3	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
黃鰭棘鯛								2			1				2
四帶牙鰨															
花身鰨	1						3								
	Jul-23							Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C4	C5	C6	C7	C8
羅漢魚															
食蚊魚							3						4		
大眼海鰱					1										
前鱗龜鮫	5	2		1	1	1	1	13	1						
龜鮫															
大鱗鮫															
綠背龜鮫															
鰻		1			1		1								
布魯雙邊魚		1	1												
大棘雙邊魚															
尾紋雙邊魚															
吉利慈鯛												20	21	3	2
日本鑽嘴魚															2
奧奈鑽嘴魚											6				
斑尾刺鰾虎	9	5	8	2		9		34	1	1					
點帶叉舌鰾虎															
阿部氏鰻鰾虎							1								

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

爪哇擬鰕虎												1	9		
	Jul-23								Oct-23						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C4	C5	C6	C7	C8
雙帶鰕鰕虎	1							1		1					
日本花鱸			2	1											
金錢魚							1								
黃鰭棘鯛				1											
四帶牙鰨	3								1	2					
花身鰨											47				
彈塗魚*	1														

備註：*代表使用徒手捕捉法捕獲

附錄二 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月甲殼類(隻)數量表

網捕法	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
鋸緣青蟬																
鈍齒短槳蟹									2	1	2					
側足厚蟹														1	1	
絨毛近方蟹								5							1	
字紋弓蟹																
東方白蝦			3				1	3			18		10			
等齒沼蝦																
日本沼蝦													14			1
鋸齒長臂蝦							2		13		2					
刀額新對蝦									66	1	9				1	1
中國對蝦																
日本對蝦									23							
南美白蝦																3
長指細螯寄居蟹																
窄小寄居蟹	4	3	5							6				1		
棘突猛蝦蛄																
	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
鋸緣青蟬	2	3		1				1								
鈍齒短槳蟹	1								1	2						

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

網捕法	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
側足厚蟹																
絨毛近方蟹														1	5	
字紋弓蟹							7	3								
東方白蝦	1													3		
等齒沼蝦	1														4	3
日本沼蝦												1	4	3		
鋸齒長臂蝦																
刀額新對蝦									6		4	6	13	2		3
中國對蝦	25	13	398	67				142	2		3	1	35			1
日本對蝦																
南美白蝦																
長指細螯寄居蟹		3														
窄小寄居蟹									2							
棘突猛蝦蛄	1	1	2													
徒手捕抓法	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
四齒大額蟹	1								1							
雙齒近相手蟹	1						1									
斑點擬相手蟹	1		1						1							
徒手捕抓法	Jul-23								Oct-23							

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
平背蜆	1															
側足厚蟹								1	1							
槍蝦科 sp.	1															
海蟑螂科 sp.									1							
樣框法	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
遠海梭子蟹																1
紋藤壺	1															

附錄三 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月螺貝類(ind.m⁻²)數量表

	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
截尾薄殼蛤			5													
牡蠣科 sp.																
西施舌			16								27					
月光唱片蛤		5	16	11		32		11		16	16	16		37	16	16
竹蛏																
歪簾蛤			37							5	37					27
環文蛤										5						
日本鏡文蛤		5														
臺灣環簾蛤		43	11							5						
菲律賓簾蛤																
瘦海蜷																
燒酒海蜷		219	341	101	5	1211	32	160		139	59	21		427	53	229
栓海蜷	59	144	213	128		304	224	683		43	16	43	64	267	155	112
鐵尖海蜷			27	592		96	619	496	5			69		256	560	80
流紋蜷				5	261		5						101			
粗紋織紋螺	11	11				16	5			5	11	5		16		
	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
截尾薄殼蛤																
牡蠣科 sp.	5															
西施舌			16													

	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
月光唱片蛤			27			64	5	11								
竹蛏		5														
歪簾蛤	5	5	37					11		5	48					5
環文蛤																
日本鏡文蛤									5							
臺灣環簾蛤		11	5	43						69	5	69			16	5
菲律賓簾蛤		5														
瘦海蜷		5														
燒酒海蜷		101	139	197		523	160	101	16	251	155	560		59	171	411
栓海蜷	37	43	21	139	53	245	181	37	128	176	107	293	32	480	709	304
鐵尖海蜷	69	16	5	123		139	27	96	16	5	48	267		5	133	395
流紋蜷					112								283		11	
粗紋織紋螺		11						11		11	21	5				37

附錄四 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月浮游動物數量表(ind. m⁻³)

	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
夜光蟲 Noctiluca																
有孔蟲 Foraminifera																
放射蟲 Radiolaria												30	20		10	
水螅體 Polyp																
多毛類 Polychaeta	80	80	170	290	60	170	310	210		20	20	120		10	260	2660
翼足類 Pteropoda	20			10						50	20	10	10			110
端腳類 Amphipoda		10								20		780	170	420	230	40
蟹類幼生 Crab zoea										20			10			
瑩蝦類 Lucifera										10						
介形類 Ostracoda	20	30	10										10			
劍水蚤 Cyclopoida	790	690	450	350	1130	430	840	1390	30	240	120	1690	1870	1140	190	1930
橈足類幼生 Copepoda nauplius	440	180	730	490	650	36720	10	4870		40	70	180	7520	40	1590	1380
哲水蚤 Calanoida	130	40	710	1690	4120	1520	230	210	160	420	30	140	60	630	740	1870
猛水蚤 Harpacticoida		10						30		50	90		20	780	3570	
蝦類幼生 Shrimp larva										10						
藤壺幼生 Barnacle nauplius	730	1380	630	620	30	230	430	740		10				40		390
棘皮類幼生 Echinodermata larva																
毛顎類 Chaetognatha										20				20		10
尾蟲類 Appendicularia		10								20						50
海樽類 Thaliacea	10	30								10	20					
魚卵 Fish eggs																

	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
水棲昆蟲 Insect larva																
仔稚魚 Fish larva																10
輪蟲 Rotifer																
二枚貝幼生 Bivalvia larva																
	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
夜光蟲 Noctiluca	10															
有孔蟲 Foraminifera													10			
放射蟲 Radiolaria											10					
水螅體 Polyp									10		10					
多毛類 Polychaeta	1860	1430	360	930	320		130	40		80	80	40	10	50	10	
翼足類 Pteropoda	150	70			410			660			10					
端腳類 Amphipoda	20				10											
蟹類幼生 Crab zoea	10	20	60													
螢蝦類 Lucifera									50	10	830	10	690	10	130	320
介形類 Ostracoda														10		
劍水蚤 Cyclopoida	600	410	2800	860	810	50	650	620	1230	1140	1100	40	110	110	240	90
橈足類幼生 Copepoda nauplius	2230	4660	4080	2710	770	30	280	7210	90	60	30			40		
哲水蚤 Calanoida	700	3780	7400	4990	630	120	560	10750	4440	7300	10880	8400	10050	6200	6160	2300
猛水蚤 Harpacticoida									10							
蝦類幼生 Shrimp larva									10	20	10	160	30	30	20	
藤壺幼生 Barnacle nauplius	3850	2120	9070	5880	4530	50	150	3980	30							

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

棘皮類幼生 Echinodermata larva	10															
	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
毛顎類 Chaetognatha									10	10			10			
尾蟲類 Appendicularia																
海樽類 Thaliacea																
魚卵 Fish eggs						10										
水棲昆蟲 Insect larva																
仔稚魚 Fish larva		20						40						10		
輪蟲 Rotifer			40		20	10										
二枚貝幼生 Bivalvia larva							60									

附錄五 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月浮游藻類(cells/L)數量表

	Jan-23								Apr-23							
藻類/地點	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Bacillariophyta 矽藻																
<i>Achnanthes</i> sp.																
<i>Amphiprora</i> sp.																
<i>Chactoceros</i> spp.	10240	30720	10240	10240	10240	40960	5120	10240	10240	20480	10240	10240			10240	10240
<i>Cocconeis</i> sp.															5120	10240
<i>Coscinodiscus</i> sp.																
<i>Cyclotella meneghiniana</i>					76800								153600		10240	
<i>Cyclotella</i> sp.					20480								768000		10240	
<i>Cymbella</i> sp. 1					10240	5120	10240						10240	5120	10240	5120
<i>Cymbella</i> sp. 2															5120	
<i>Cymbella</i> sp. 3																
<i>Gomphonema</i> sp.																
<i>Licmophora</i> sp.																
<i>Navicula cryptocephala</i>				10240	20480		20480					5120	20480		102400	
<i>Navicula gracilis</i>																
<i>Navicula gregaria</i>				5120	10240		10240					10240	40960		204800	
<i>Navicula oblonga</i>											5120	5120	20480		51200	
<i>Navicula placenta</i>																
<i>Navicula transitans</i>																
<i>Navicula</i> spp.				10240	10240	5120	10240				10240	10240	153600	5120	153600	
<i>Nitzschia acicularis</i>				5120	5120						5120	10240	40960			

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Nitzschia holsatica</i>																
<i>Nitzschia hungarica</i>																
<i>Nitzschia longissima</i>				61440	61440	204800	40960		5120	5120	40960	30720	81920	10240	20480	
<i>Nitzschia palea</i>																
<i>Nitzschia sigma</i>												40960				
<i>Nitzschia sigmoidea</i>																
<i>Nitzschia</i> spp.	5120			10240	10240	5120	5120		5120	5120	10240	30720	10240	5120	10240	
<i>Pleurosigma</i> sp.													40960			
<i>Skeletonema</i> sp.	10240	40960	10240	10240	10240	5120	5120	10240	10240	20480	20480	20480			10240	10240
<i>Synedra ulna</i>																
<i>Surirella</i> sp.																
<i>Tabularia</i> sp.																
<i>Thalassiosira</i> sp.		10240		10240												
Chlorlphyta 綠藻																
<i>Ankyra</i> sp.													81920			
<i>Coelastrum</i> sp.																
<i>Micractinium</i> sp.																
<i>Pedasturm deplex</i>													40960			
<i>Pedasturm</i> sp.													10240			
<i>Scedesmus acuminatus</i>													153600			
<i>Scedesmus dimorphus</i>													102400			
<i>Scedesmus quadricauda</i>					5120								153600		10240	
	Jan-23								Apr-23							

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Scedesmus javanensis</i>													40960			
<i>Scedesmus obliquus</i>													40960			
<i>Scedesmus</i> sp. 1													20480			
<i>Scedesmus</i> sp. 2													20480			
<i>Scedesmus</i> sp. 3													10240			
<i>Scedesmus</i> spp.					5120								40960		10240	
Cyanophyta 藍綠藻																
<i>Chroococcus</i> sp.																
<i>Merismopedia</i> sp.													61440			
<i>Oscillatoria</i> sp.																
Cryptophytes 隱藻																
<i>Cryptomonas</i> sp.				1536000	1638400	153600	10240									
Pyrrhophyta 甲藻																
<i>Ceratium</i> sp.																
<i>Gymnodinium</i> sp.	10240	5120		5120					10240		10240					
<i>Peridinium</i> sp.	40960	81920		10240					20480	40960	20480		5120			
<i>Prorocentrum</i> sp.	20480	81920		10240	5120	5120	5120	10240	81920	204800	40960	153600	10240	5120	10240	20480
<i>Protoceratium</i> sp.	10240	20480		5120					10240	10240	5120					
Euglenophytes 裸藻																
<i>Englena</i> spp.													10240	5120	5120	
<i>Phacus</i> sp.													5120			
Ciliphora 纖毛蟲類																
<i>Euplotes</i> sp.				10240	10240	40960										

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

	Jan-23								Apr-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Favella</i> sp.	5120	20480							5120	5120						
<i>Strobilidium</i> sp.	10240	20480	10240	10240	10240	20480	5120	5120	10240	20480	10240	20480	5120	10240	10240	10240
<i>Tintinnopsis</i> sp.	5120	81920						5120	5120	5120						5120
	Jul-23								Oct-23							
藻類/地點	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Bacillariophyta 矽藻																
<i>Achnanthes</i> sp.																10240
<i>Amphiprora</i> sp.															5120	5120
<i>Chactoceros</i> spp.																
<i>Cocconeis</i> sp.	2560				10240				2560		5120		10240			
<i>Coscinodiscus</i> sp.		2560	2560	5120							5120					
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		5120	5120		5120			5120		2560	10240		40960		204800	5120
<i>Cyclotella</i> sp.		5120	5120		5120			10240		2560	10240		40960		40960	5120
<i>Cymbella</i> sp. 1								2560								10240
<i>Cymbella</i> sp. 2										5120						5120
<i>Cymbella</i> sp. 3		5120														
<i>Gomphonema</i> sp.													5120			
<i>Licmophora</i> sp.		2560							5120	5120	10240					10240
<i>Navicula cryptocephala</i>	2560	5120	2560	5120				2560	2560	10240	5120				5120	10240
<i>Navicula gracilis</i>				5120				2560		5120	5120				5120	10240
<i>Navicula gregaria</i>		5120		5120					5120	10240	5120				5120	5120
<i>Navicula oblonga</i>													5120			
	Jul-23								Oct-23							

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Navicula placenta</i>	2560		2560						2560	5120	5120				5120	5120
<i>Navicula transitans</i>											5120					
<i>Navicula</i> spp.	2560	5120	5120	10240	5120	2560	2560	5120	2560	5120	10240	2560	5120	2560	5120	10240
<i>Nitzschia acicularis</i>	2560								2560							5120
<i>Nitzschia holsatica</i>														2560		
<i>Nitzschia hungarica</i>										5120						
<i>Nitzschia longissima</i>											10240			2560		5120
<i>Nitzschia palea</i>		5120							5120	20480						5120
<i>Nitzschia sigma</i>	5120															
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2560															
<i>Nitzschia</i> spp.	5120	5120	2560	2560	2560	2560	2560	2560	5120	10240	10240	2560	5120	2560	5120	10240
<i>Pleurosigma</i> sp.																
<i>Skeletonema</i> sp.																
<i>Synedra ulna</i>	2560															
<i>Surirella</i> sp.					2560											
<i>Tabularia</i> sp.														2560		
<i>Thalassiosira</i> sp.																
Chlorlphyta 綠藻																
<i>Ankyra</i> sp.																
<i>Coelastrum</i> sp.																10240
<i>Micractinium</i> sp.																5120
<i>Pediasturm deplox</i>																
<i>Pediasturm</i> sp.																

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

	Jul-23								Oct-23							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Scedesmus acuminatus</i>																
<i>Scedesmus dimorphus</i>																
<i>Scedesmus quadricauda</i>																
<i>Scedesmus javanensis</i>																
<i>Scedesmus obliquus</i>																
<i>Scedesmus</i> sp. 1																
<i>Scedesmus</i> sp. 2																
<i>Scedesmus</i> sp. 3																
<i>Scedesmus</i> spp.																5120
Cyanophyta 藍綠藻																
<i>Chroococcus</i> sp.							10240									20480
<i>Merismopedia</i> sp.							30720									40960
<i>Oscillatoria</i> sp.					10240								10240			
Cryptophytes 隱藻																
<i>Cryptomonas</i> sp.			5120	10240	368640		5120			76800	51200	163840	102400	10240	153600	40960
Pyrrhophyta 甲藻																
<i>Ceratium</i> sp.		2560														
<i>Gymnodinium</i> sp.				10240	10240		10240	10240					10240			10240
<i>Peridinium</i> sp.				10240	5120		20480	20480					76800		20480	20480
<i>Prorocentrum</i> sp.				5120	5120	5120	10240	20480					10240		10240	10240
<i>Protoceratium</i> sp.																
Euglenophytes 裸藻																
	Jul-23								Oct-23							

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
<i>Englena</i> spp.																
<i>Phacus</i> sp.																
Ciliphora 纖毛蟲類																
<i>Euplotes</i> sp.																
<i>Favella</i> sp.			2560				5120									
<i>Strobilidium</i> sp.		5120	2560	40960	10240	5120	10240	10240		10240	61440	5120	76800	5120	10240	20480
<i>Tintinnopsis</i> sp.							10240	10240					20480		10240	20480

附錄六 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月鳥類(隻)數量表

科	中名	學名	保育 等級	特有 性	Jan- 23	Apr -23	Jul- 23	Oct -23
雁鴨科	白眉鴨	<i>Spatula querquedula</i>						2
雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Spatula clypeata</i>			12	2		12
雁鴨科	赤膀鴨	<i>Mareca strepera</i>						1
雁鴨科	羅文鴨	<i>Mareca falcata</i>			2			
雁鴨科	赤頸鴨	<i>Mareca penelope</i>			197			138
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>			240	8	23	23
雁鴨科	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>			1			
雁鴨科	尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>			1			
雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>			42			19
雁鴨科	鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>			4			
雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有 亞種	1	1		
雉科	藍孔雀	<i>Pavo cristatus</i>				3		
鸚鵡科	小鸚鵡	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			19	23	28	27
鸚鵡科	冠鸚鵡	<i>Podiceps cristatus</i>			15			
鳩鴿科	野鴿	<i>Columba livia</i>						1
鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>		特有 亞種	15	5		
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>			62	35	52	267
鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Spilopelia chinensis</i>			44	35	21	16
杜鵑科	褐翅鴉鵂	<i>Centropus sinensis</i>			2	15	9	4
杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>				13	6	
杜鵑科	北方中杜鵑	<i>Cuculus optatus</i>				1		
雨燕科	叉尾雨燕	<i>Apus pacificus</i>				2	7	
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>		特有 亞種	6	3	2	2
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>			14	33	24	34
秧雞科	白冠雞	<i>Fulica atra</i>			20	5		2
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>			1	11	8	5
長腳鷸科	高蹺鷸	<i>Himantopus himantopus</i>			20	94	131	108
長腳鷸科	反嘴鷸	<i>Recurvirostra avosetta</i>						4
蠣鷸科	蠣鷸	<i>Haematopus ostralegus</i>					2	
鵲科	灰斑鵲	<i>Pluvialis squatarola</i>			25		2	17
鵲科	太平洋金斑鵲	<i>Pluvialis fulva</i>			4	1		
科	中名	學名	保育	特有	Jan-	Apr	Jul-	Oct

			等級	性	23	-23	23	-23
鴿科	蒙古鴿	<i>Charadrius mongolus</i>				4	523	2
鴿科	鐵嘴鴿	<i>Charadrius leschenaultii</i>				200		18
鴿科	東方環頸鴿	<i>Charadrius alexandrinus</i>			130	27	30	282
鴿科	白臉鴿	<i>Charadrius dealbatus</i>					6	
鴿科	小環頸鴿	<i>Charadrius dubius</i>			3	3	4	
鷸科	中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>				26	50	
鷸科	大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>	III				24	7
鷸科	斑尾鷸	<i>Limosa lapponica</i>					1	
鷸科	翻石鷸	<i>Arenaria interpres</i>				24	2	3
鷸科	寬嘴鷸	<i>Calidris falcinellus</i>				1		
鷸科	彎嘴濱鷸	<i>Calidris ferruginea</i>				6	1	
鷸科	長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>				4	13	1
鷸科	紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>				140		9
鷸科	三趾濱鷸	<i>Calidris alba</i>			3	8		8
鷸科	黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>			27			44
鷸科	田鷸	<i>Gallinago gallinago</i>				1		2
鷸科	反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>				7	1	1
鷸科	磯鷸	<i>Actitis hypoleucos</i>			6	12	6	1
鷸科	白腰草鷸	<i>Tringa ochropus</i>						1
鷸科	黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>				5		
鷸科	鶴鷸	<i>Tringa erythropus</i>				1		
鷸科	青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>			32	20	22	11
鷸科	小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>			1	31		15
鷸科	鷹斑鷸	<i>Tringa glareola</i>				18	4	10
鷸科	赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>			2	17	3	
燕鴿科	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	III				1	59
鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	II			14	89	
鷗科	鷗嘴燕鷗	<i>Gelochelidon nilotica</i>				17	1	
鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>				1		4
鷗科	鷗鷗	<i>Phalacrocorax carbo</i>			72			9
鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>				1	7	
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>			21	5	4	25
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>			27	25	5	10
鷺科	中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>			1		1	2
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>			36	23	32	30
鷺科	岩鷺	<i>Egretta sacra</i>						1

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

科	中名	學名	保育 等級	特有 性	Jan- 23	Apr -23	Jul- 23	Oct -23
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>			2	1		
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>			40	7	1	12
鸚鵡科	白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>	II		10	1		
鸚鵡科	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	I		5	8		
鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II		3	1		3
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II				1	
鷹科	灰面鵟鷹	<i>Butastur indicus</i>	II			37		
鷹科	赤腹鷹	<i>Accipiter soloensis</i>	II			1		
鷹科	黑鳶	<i>Milvus migrans</i>	II		1			
鷹科	東方鳶	<i>Buteo japonicus</i>	II		4			
戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>			4	5	6	5
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>			2	5	2	6
翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>			4	2	3	4
翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>			7	2	1	5
蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>				2	16	
啄木鳥科	地啄木	<i>Jynx torquilla</i>						1
隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	II			1		
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>		特有 亞種	4	5	3	7
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III			1		
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>			4	3	5	6
鴉科	喜鵲	<i>Pica serica</i>			18	6	5	5
鴉科	巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>			1	1		
鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus pectoralis</i>			4	1		1
扇尾鶯科	灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>			4	10	4	1
扇尾鶯科	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>		特有 亞種	3	6	6	9
葦鶯科	東方大葦鶯	<i>Acrocephalus orientalis</i>						3
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>				21	16	9
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>			4			
鵯科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>		特有 亞種	68	13	12	16
柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>			3			1
柳鶯科	黃腰柳鶯	<i>Phylloscopus proregulus</i>			3			
柳鶯科	褐色柳鶯	<i>Phylloscopus fuscatus</i>			12	10		9
科	中名	學名	保育	特有	Jan-	Apr	Jul-	Oct

			等級	性	23	-23	23	-23
柳鶯科	淡腳柳鶯/庫頁島柳鶯	<i>Phylloscopus tenellipes/Phylloscopus borealoides</i>						1
柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>						2
繡眼科	斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>			28	7	9	10
噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II		1	3	2	4
八哥科	黑領棕鳥	<i>Gracupica nigricollis</i>			5	6	5	
八哥科	灰背棕鳥	<i>Sturnia sinensis</i>				7		
八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	68	72	27	43
鶇科	中國黑鶇	<i>Turdus mandarinus</i>			2	1		
鶇科	赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>			1			
鶇科	斑點鶇	<i>Turdus eunomus</i>				1		
鶇科	灰斑鶇	<i>Muscicapa griseisticta</i>				1		1
鶇科	寬嘴鶇	<i>Muscicapa dauurica</i>						1
鶇科	鵲鶇	<i>Copsychus saularis</i>			16	8	9	15
鶇科	白斑紫嘯鶇	<i>Myophonus caeruleus</i>					1	
鶇科	黃尾鶇	<i>Phoenicurus auroreus</i>			5			
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>			37	24	24	8
鵲鶇科	東方黃鵲鶇	<i>Motacilla tschutschensis</i>						1
鵲鶇科	白鵲鶇	<i>Motacilla alba</i>			10	3	2	4
鵲鶇科	大花鵲	<i>Anthus richardi</i>						2
雀科	小桑鵲	<i>Eophona migratoria</i>			2	4	2	3
雀科	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>			1	2		
鵲科	灰頭黑臉鵲	<i>Emberiza spodocephala</i>			10	13		
鵲科	鵲屬 sp.	<i>Emberiza sp.</i>						1

附錄七 慈湖 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月水質調查結果

調查日期	時間	測站	水溫 (°C)	溶氧 (mg/L)	酸鹼值	導電度 (ms/cm)	鹽度 (psu)	濁度 (NTU)	懸浮 固體 (mg/L)	葉綠素 a (ug/L)	生化需 氧量 (mg/L)	化學需 氧量 (mg/L)	[NO ²⁻] (mg/L)	[NO ³⁻] (mg/L)	[PO ₄ ³⁻] (mg/L)	[NH ⁴⁺] (mg/L)
20230103	1526	C1	16.2	7.3	8.47	41.9	27.8	19.2	89.4	21.38	6.9	25.6	0.00	0.19	0.08	0.25
20230103	1638	C2	16.1	5.7	8.45	43.0	28.7	13.4	42.6	12.93	7.1	26.6	0.00	0.09	0.11	0.04
20230103	1607	C3	16.8	6.7	8.87	44.1	29.4	7.9	46.0	43.67	6.7	22.0	0.00	0.23	0.11	0.05
20230103	1627	C4	16.4	6.9	8.60	43.6	29.1	18.8	74.2	19.37	6.8	24.6	0.00	0.18	0.09	0.08
20230103	1429	C5	20.2	8.6	8.95	36.6	23.9	45.6	70.2	65.10	6.4	24.1	0.20	1.24	0.14	0.15
20230103	1442	C6	19.1	14.1	9.31	43.9	29.3	17.2	34.0	44.16	7.2	30.7	0.02	0.41	0.15	0.05
20230103	1450	C7	17.4	8.7	8.98	46.7	31.4	28.1	74.8	81.66	9.4	41.0	0.01	0.49	0.12	0.11
20230103	1506	C8	17.0	7.6	8.74	43.9	29.3	7.3	30.2	10.56	5.9	18.9	0.00	0.30	0.10	0.14
20230417	1545	C1	28.4	5.3	8.93	42.1	27.9	15.3	135.8	20.58	4.6	23.2	0.03	0.92	0.12	0.22
20230417	1606	C2	29.9	4.8	8.74	42.3	28.1	16.9	32.4	1.97	4.2	22.7	0.01	0.26	0.13	0.13
20230417	1624	C3	30.5	3.9	8.60	43.0	28.6	31.7	55.0	81.85	4.2	21.6	0.01	0.40	0.13	0.18
20230417	1651	C4	31.1	4.5	9.15	43.8	29.2	4.2	41.2	6.58	2.8	19.1	0.00	0.26	0.28	0.11
20230417	1335	C5	34.6	6.4	9.43	40.7	26.9	3.8	53.4	13.99	8.0	40.4	0.07	0.34	1.21	0.36
20230417	1407	C6	32.0	6.1	9.18	43.3	28.8	4.5	29.0	0.26	4.3	25.2	0.00	0.20	0.40	0.13
20230417	1441	C7	32.1	8.1	9.31	39.5	26.0	8.9	69.2	34.62	6.1	35.4	0.06	0.25	0.38	0.17
20230417	1515	C8	31.6	5.6	8.84	42.7	28.4	1.2	34.8	1.42	4.0	23.2	0.01	0.34	0.15	0.16
20230713	1342	C1	32.9	4.3	8.27	40.9	27.0	39.0	172.0	15.86	2.8	9.7	0.01	0.33	0.09	0.10
20230713	1400	C2	33.6	5.9	8.40	40.0	26.4	14.4	65.0	3.91	3.5	12.8	0.00	0.17	0.13	0.10
20230713	1416	C3	33.3	4.0	8.24	41.7	27.7	36.3	227.4	9.87	3.1	10.2	0.01	0.21	0.12	0.08
20230713	1434	C4	34.3	4.3	8.54	42.4	28.2	34.2	178.8	8.81	5.9	19.8	0.01	0.25	0.12	0.20

調查日期	時間	測站	水溫 (°C)	溶氧 (mg/L)	酸鹼值	導電度 (ms/cm)	鹽度 (psu)	濁度 (NTU)	懸浮 固體 (mg/L)	葉綠素 a (ug/L)	生化需 氧量 (mg/L)	化學需 氧量 (mg/L)	[NO ²⁻] (mg/L)	[NO ³⁻] (mg/L)	[PO ₄ ³⁻] (mg/L)	[NH ⁴⁺] (mg/L)
20230713	1237	C5	37.1	9.8	8.82	39.3	25.9	14.4	80.4	25.61	10.3	34.8	0.00	0.27	0.30	0.10
20230713	1255	C6	35.6	4.5	8.51	42.8	28.5	24.9	178.6	6.61	5.4	18.3	0.00	0.12	0.11	0.11
20230713	1305	C7	35.5	5.2	8.65	38.7	25.3	20.0	140.4	26.99	3.3	11.8	0.00	0.26	0.07	0.14
20230713	1322	C8	34.8	5.7	8.49	40.8	26.9	13.0	93.2	5.00	4.4	13.8	0.00	0.25	0.14	0.10
20231013	1614	C1	25.9	5.5	8.11	27.0	17.1	25.9	38.4	53.76	5.6	25.4	0.02	0.30	0.43	0.14
20231013	1635	C2	26.8	4.7	8.06	26.9	17.0	14.1	21.4	24.65	4.0	23.4	0.03	0.36	0.50	0.14
20231013	1704	C3	27.1	4.0	8.03	26.9	17.0	40.1	37.8	39.77	4.1	26.4	0.01	0.25	0.31	0.15
20231013	1716	C4	27.6	4.9	8.53	26.8	16.8	15.5	50.8	31.01	3.9	25.9	0.01	0.15	0.49	0.10
20231013	1333	C5	32.3	7.6	8.46	23.5	14.6	17.0	63.2	79.37	4.0	30.4	0.02	0.37	0.41	0.16
20231013	1412	C6	32.0	8.6	8.75	25.4	16.0	18.4	26.0	45.29	5.2	35.9	0.04	0.31	0.57	0.13
20231013	1453	C7	29.1	4.6	7.94	23.5	14.7	19.7	22.6	38.07	4.7	32.4	0.08	0.31	0.54	1.29
20231013	1535	C8	27.8	5.6	8.22	26.5	16.7	11.2	45.8	20.87	3.6	21.9	0.03	0.32	0.77	0.24

附錄八 慈湖歷年名錄彙整

魚類名錄

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	文獻 4	本研 究
鰺科	大口逆鈎鰺	<i>Scomberoides commersonnianus</i>		v	v		
海鯧科	大眼海鯧	<i>Elops machnata</i>	v		v	v	v
雙邊魚科	大棘雙邊魚	<i>Ambassis macracanthus</i>	v				
鰯科	大鱗鰯	<i>Planiliza macrolepis</i>	v				
塘鱧科	中華烏塘鱧	<i>Bostrychus sinensis</i>					v
單棘魮科	中華單棘魮	<i>Monacanthus chinensis</i>			v		
狼鱸科	日本花鱸	<i>Lateolabrax japonicus</i>			v		
鑽嘴魚科	日本鑽嘴魚	<i>Gerres japonicus</i>	v				
鰕虎科	爪哇擬鰕虎	<i>Pseudogobius javanicus</i>		v			
魮科	四帶牙魮	<i>Pelates quadrilineatus</i>	v	v			v
麗魚科	尼羅口孵非 鯽	<i>Oreochromis niloticus</i>	v				
雙邊魚科	布魯雙邊魚	<i>Ambassis buruensis</i>	v				
鯛科	平鯛	<i>Rhabdosargus sarba</i>	v		v		
麗魚科	吉利慈鯛	<i>Tilapia zillii</i>	v				v
沙鰻科	多鱗沙鰻	<i>Sillago sihama</i>		v			
麗魚科	吳郭魚	<i>Cichlidae spp.</i>		v			
鰯科	吻紋矮冠鰯	<i>Praealticus striatus</i>	v				
雙邊魚科	尾紋雙邊魚	<i>Ambassis urotaenia</i>	v				v
魮科	花身魮	<i>Terapon jarbua</i>	v		v	v	v
塘鱧科	花錐脊塘鱧	<i>Butis koilomatodon</i>			v		v
金錢魚科	金錢魚	<i>Scatophagus argus</i>					v
臭肚魚科	長鰭臭肚魚	<i>Siganus canaliculatus</i>			v	v	v
鰕虎科	阿部氏鰕鰕 虎	<i>Mugilogobius abei</i>	v				
鰕虎科	青斑細棘鰕 虎	<i>Acentrogobius viridipunctatus</i>		v			
鰻科	前鱗龜鰻	<i>Chelon affinis</i>			v	v	
鯧科	盾齒鯧	<i>Clupanodon thrissa</i>			v	v	v
花鰱科	食蚊魚	<i>Gambusia affinis</i>	v			v	
笛鯛科	勒氏笛鯛	<i>Lutjanus russellii</i>			v	v	
鰻科	圈頸鰻	<i>Nuchequula mannusella</i>			v		
笛鯛科	笛鯛科	<i>Lutjanidae spp.</i>		v			
鰻科	粒唇鰻	<i>Crenimugil crenilabis</i>				v	

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	文獻 4	本研 究
單棘鮃科	單棘鮃科	<i>Monacanthidae</i> spp.		v			v
鰕虎科	斑尾刺鰕虎	<i>Acanthogobius ommaturus</i>			v	v	
鰺科	斑頭肩鰺	<i>Omobranchus fasciolatoceps</i>				v	
石鱸科	斑雞魚	<i>Pomadasys maculatus</i>		v			
鰕虎科	普氏韃靼虎	<i>Amoya pflaumi</i>	v				
鑽嘴魚科	短鑽嘴魚	<i>Gerres erythrourus</i>			v		
海龍科	筆狀多環海龍	<i>Hippichthys penicillus</i>				v	v
鯛科	黃鰭棘鯛	<i>Acanthopagrus latus</i>				v	
合鰓魚科	黃鰭	<i>Monopterus albus</i>	v		v		v
鯷科	黑尾小沙丁	<i>Sardinella melanura</i>	v		v		v
塘鱧科	黑斑脊塘鱧	<i>Butis melanostigma</i>	v		v	v	v
鯛科	黑棘鯛	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>				v	v
四齒鮃科	黑點多紀鮃	<i>Takifugu niphobles</i>	v				
鑽嘴魚科	奧奈鑽嘴魚	<i>Gerres oyena</i>		v			
鰕虎科	極樂吻鰕虎	<i>Rhinogobius giurinus</i>		v			
鯷科	漢氏稜鯷	<i>Thryssa hamiltonii</i>		v			
鯷科	窩斑鯷	<i>Konosirus punctatus</i>	v				
鰻科	綠背龜鰻	<i>Planiliza subviridis</i>			v		
鯛科	臺灣棘鯛	<i>Acanthopagrus taiwanensis</i>	v	v	v		
鰕虎科	彈塗魚	<i>Periophthalmus modestus</i>		v			
臭肚魚科	褐臭肚魚	<i>Siganus fuscescens</i>	v			v	v
牛尾魚科	橫帶棘線牛尾魚	<i>Grammoplites scaber</i>	v	v	v	v	v
鰻科	頸斑頸鰻	<i>Nuchequula nuchalis</i>	v				
鰕虎科	髭縞鰕虎	<i>Tridentiger barbatus</i>	v				
鰻科	龜鰻	<i>Planiliza haematocheilus</i>					v
鮨科	鮨科(石斑)	<i>Serranidae</i> spp.			v		
鰕虎科	點帶叉舌鰕虎	<i>Glossogobius olivaceus</i>		v			
鰕虎科	雙帶縞鰕虎	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	v			v	
鰕虎科	雙眼斑砂鰕虎	<i>Psammogobius biocellatus</i>		v			
鰕虎科	雙斑叉舌鰕虎	<i>Psammogobius biocellatus</i>	v	v	v		
鯉科	鯉	<i>Cyprinus carpio carpio</i>			v		

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	文獻 4	本研 究
鯉科	鯽	<i>Carassius auratus auratus</i>			v	v	v
鯉科	羅漢魚	<i>Pseudorasbora parva</i>	v	v	v	v	v
鰱科	鰱	<i>Mugil cephalus</i>		v	v		v
鰱科	鰱科幼魚	<i>Mugilidae sp.</i>	v		v		v
鰈形目	鰈形目(比目魚)	<i>Pleuronectiformes spp.</i>		v	v	v	v
鰕虎科	鰕虎科	<i>Gobiidae spp.</i>				v	
鰕虎科	鬚鰕鰕虎	<i>Taenioides cirratus</i>			v		
鰻鱺科	鰻鱺科(鰻魚)	<i>Anguillidae spp.</i>	v				

文獻：

- 1：陳義雄，2001。90 年金門國家公園魚類相調查。國立海洋生物博物館。
- 2：翁自保、歐慶賢、柯逢樟、張寶仁、李佳發、蔡經商、丁國桓、李佩娟、黃苑淳、李彥蒲、林淑真，2012。金門慈湖漁業與資源之調查研究計畫。國立臺灣海洋大學及金門縣水產試驗所。
- 3：邱郁文，2015。金門濕地動植物資源調查(3/3)。內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 4：林幸助，2018。慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究(3/3)。內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告。

底棲動物(節肢動物門)名錄

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	本研 究
軟甲綱						
螺贏蜚科	螺贏蜚科 sp.	<i>Corophiidae</i> sp.	v			
跳蝦科	扁跳蝦 sp.	<i>Platorchestia</i> sp.	v			
方蟹科	四齒大額蟹	<i>Metopograpsus quadridentatus</i>		v		v
方蟹科	方蟹科 sp.	<i>Grapsidae</i> sp.		v		
玉蟹科	豆形拳蟹	<i>Pyrhila pisum</i>	v			
大眼蟹科	萬歲大眼蟹	<i>Macrophthalmus banzai</i>			v	
沙蟹科	乳白招潮蟹	<i>Austruca lactea</i>		v		
沙蟹科	糾結清白招潮	<i>Austruca perplexa</i>	v			
沙蟹科	弧邊招潮蟹	<i>Tubuca arcuata</i>		v		
梭子蟹科	梭子蟹 sp.	<i>Portunus</i> sp.	v			
梭子蟹科	遠海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>	v			v
梭子蟹科	正蟬	<i>Scylla paramamosain</i>		v		
梭子蟹科	鋸緣青蟬	<i>Scylla serrata</i>	v	v	v	v
梭子蟹科	鈍齒短槳蟹	<i>Thalamita crenata</i>	v	v	v	v
相手蟹科	雙齒近相手蟹	<i>Parasesarma bidens</i>				v
相手蟹科	斑點擬相手蟹	<i>Parasesarma pictum</i>		v	v	v
弓蟹科	隆背張口蟹	<i>Chasmagnathus convexus</i>		v		
弓蟹科	日本絨螯蟹	<i>Eriocheir japonicus</i>		v		
弓蟹科	平背蜞	<i>Gaetice depressus</i>	v	v		v
弓蟹科	伍氏厚蟹	<i>Helicana doerjesi</i>		v		
弓蟹科	側足厚蟹	<i>Helice latimera</i>	v	v	v	v
弓蟹科	絨毛近方蟹	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>		v	v	v
弓蟹科	秀麗長方蟹	<i>Metaplex elegans</i>		v	v	
弓蟹科	字紋弓蟹	<i>Varuna litterata</i>	v	v	v	v
槍蝦科	槍蝦科 sp.	<i>Alpheidae</i> sp.				v
長臂蝦科	東方白蝦	<i>Exopalaemon orientis</i>	v	v	v	v
長臂蝦科	等齒沼蝦	<i>Macrobrachium equidens</i>			v	v
長臂蝦科	日本沼蝦	<i>Macrobrachium nipponense</i>		v		v
長臂蝦科	鋸齒長臂蝦	<i>Palaemon serrifer</i>			v	v
對蝦科	刀額新對蝦	<i>Metapenaeus ensis</i>	v		v	v
對蝦科	中國對蝦	<i>Penaeus chinensis</i>	v	v	v	v
對蝦科	日本對蝦	<i>Penaeus japonicus</i>		v		v
對蝦科	草對蝦	<i>Penaeus monodon</i>	v			

慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫(1/2)

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	本研 究
對蝦科	斑節對蝦	<i>Penaeus monodon</i>	v			
對蝦科	南美白蝦	<i>Penaeus vannamei</i>				v
活額寄居蟹 科	長指細螯寄居蟹	<i>Clibanarius longitarsus</i>	v			v
寄居蟹科	窄小寄居蟹	<i>Pagurus angustus</i>	v		v	v
寄居蟹科	三宅前寄居蟹	<i>Propagurus miyakei</i>	v			
活額寄居蟹 科	活額寄居蟹科 sp.	<i>Diogenidae</i> sp.	v			
海蟑螂科	海蟑螂科 sp.	<i>Ligiidae</i> sp.				v
蝦蛄科	棘突猛蝦蛄	<i>Harpiosquilla raphidea</i>		v		v
鞘甲綱						
藤壺科	紋藤壺	<i>Amphibalanus amphitrite</i>				v

文獻：

1：邱郁文，2015。金門濕地動植物資源調查(3/3)。內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告。

2：林幸助，2018。慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究(3/3)。內政部國家公園署金門國家公園管理處委託辦理報告。

3：江政人，2022。慈湖水閘門管理對水文、水質及水域生物之影響。內政部營建署金門國家公園管理處委託辦理報告。

底棲動物(軟體動物門)名錄

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	文獻 4	本研 究
雙殼綱							
魁蛤科	血蚶	<i>Tegillarca granosa</i>		v			
殼菜蛤科	日本殼菜蛤	<i>Modiolus nipponicus</i>			v		
殼菜蛤科	東亞殼菜蛤	<i>Musculus senhousia</i>			v		
薄殼蛤科	截尾薄殼蛤	<i>Laternula anatina</i>					v
薄殼蛤科	船形薄殼蛤	<i>Laternula marilina</i>			v		
雲母蛤科	雲母蛤	<i>Placuna placenta</i>		v			
牡蠣科	牡蠣科 sp.	<i>Ostreidae</i> sp.					v
牡蠣科	棘牡蠣	<i>Crassostrea echinata</i>		v			
曇蛤科	中華曇蛤	<i>Glaucanome chinensis</i>		v		v	
馬珂蛤科	方形馬珂蛤	<i>Macra veneriformis</i>				v	
紫雲蛤科	西施舌	<i>Sanguinolaria diphos</i>		v	v	v	v
竹蛭科	竹蛭	<i>Solen strictus</i>			v	v	v
無齒蛤科	白球蛤屬的 1 種	<i>Leucosphaera oyamai</i>			v		
蹄蛤科	圓蛤屬的 1 種	<i>Cycladicama coreensis</i>			v		
簾蛤科	歪簾蛤	<i>Anomalocardia squamosa</i>		v	v	v	v
簾蛤科	環文蛤	<i>Cyclina sinensis</i>		v	v	v	v
簾蛤科	薄殼鏡文蛤	<i>Dosinella angulosa</i>		v			
簾蛤科	日本鏡文蛤	<i>Dosinorbis japonica</i>		v	v	v	v
簾蛤科	花蛤	<i>Gomphina aequilatera</i>				v	
簾蛤科	臺灣環簾蛤	<i>Katelysia hiantina</i>		v	v	v	v
簾蛤科	韓國文蛤	<i>Meretrix lamarckii</i>		v			
簾蛤科	文蛤	<i>Meretrix lusoria</i>		v	v		
簾蛤科	橫簾蛤 sp.	<i>Paphia</i> sp.			v	v	
簾蛤科	伊莎貝蛋糕簾蛤	<i>Placamen isabellina</i>		v	v		
簾蛤科	菲律賓簾蛤	<i>Ruditapes philippinarum</i>		v	v	v	v
簾蛤科	小眼花簾蛤	<i>Ruditapes variegata</i>		v			
簾蛤科	短圓綴錦蛤	<i>Tapes deshayesii</i>		v			
唱片蛤科	月光唱片蛤	<i>Abrina lunella</i>		v	v	v	v
織紋螺科	粗紋織紋螺	<i>Reticunassa festiva</i>			v	v	v
腹足綱							
海鹿科	黃斑燕尾海麒麟	<i>Bursatella leachii leachii</i>					v

科	中文名	學名	文獻 1	文獻 2	文獻 3	文獻 4	本研 究
蝾螺科	瘤珠螺	<i>Lunella granulata</i>		v	v		
椎實螺科	小椎實螺	<i>Austropeplea ollula</i>		v			
舟螺科	舟螺科 sp.	<i>Calyptraeidae sp.</i>	v				
山椒蝸牛 科	山椒蝸牛 sp.	<i>Assimineia sp.</i>		v		v	
天螺科	天螺科的一種	<i>Diala semistriata</i>		v			
海蜷螺科	瘦海蜷	<i>Batillaria cumingi</i>					v
海蜷螺科	燒酒海蜷	<i>Batillaria zonalis</i>	v	v	v	v	v
海蜷螺科	栓海蜷	<i>Cerithidea cingulata</i> <i>cingulata</i>	v	v	v	v	v
海蜷螺科	鐵尖海蜷	<i>Cerithidea</i> <i>djadjariensis</i>	v	v	v	v	v
海蜷螺科	網目海蜷	<i>Cerithidea</i> <i>rhizophorarum</i> <i>rhizophorarum</i>		v			
粟螺科	粟螺科 sp.	<i>Stenothyridae sp.</i>		v			
錐蜷科	流紋蜷	<i>Thiara riqueti</i>		v	v	v	v
麥螺科	似長麥螺	<i>Indomitrella martensi</i>			v	v	
織紋螺科	素面織紋螺	<i>Nassarius sufflatus</i>		v			
織紋螺科	粗紋織紋螺	<i>Reticunassa festiva</i>		v			
織紋螺科	斑紋織紋螺	<i>Reticunassa</i> <i>fuscolineata</i>	v	v			
織紋螺科	細紋織紋螺	<i>Varicinassa variciferus</i>		v			
多板綱							
薄石鰲科	大駝石鰲	<i>Liolophura japonica</i>		v			

文獻：

- 1：劉弼仁、謝蕙蓮、林志國、陳朝金、陳章波，1997。慈湖的底棲生態。金門(國家公園)濱海潮間帶動物相調查研究。
- 2：邱郁文，2015。金門濕地動植物資源調查(3/3)。內政部營建署金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 3：林幸助，2018。慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究(3/3)。內政部營建署金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 4：江政人，2022。慈湖水閘門管理對水文、水質及水域生物之影響。內政部營建署金門國家公園管理處委託辦理報告。

附錄九 水域樣點照片



附錄十 評選委員意見與回覆

委員	審查意見	回覆與辦理情況
莊委員 西進	1.本項委託計畫將於2年投入300萬元經費在慈湖基礎調查及生態教育推廣，要如何針對下列問題進行改進或調整，讓執行成果更有價值、更有意義？ (1)本計畫於3年前的生物調查是包含12個月，而本次2年計畫卻僅1~2月、4月、7月及10月等5個月，其餘7個月都未涵蓋，尤其是鳥類過境期間還有3月、9月及11月調查資料更為重要，應如何改進或調整？ (2)生物多樣性指數、豐富度等分析，都需要建立完整、貼近實況的正確數據，接續的分析數值才有意義；而生物調查需要極高辨識專業才能詳實紀錄，尤其是鳥類的調查，貴公司是否具備此等專業人才來擔任？ (3)慈湖濕地的生物資源以鳥類最精彩、也最豐富，建立確實完整的鳥類調查紀錄至關重要。據貴公司協助2016~2018年在此地的鳥類調查，累計3年有43科124種紀錄，但與2019年、2022年重要物種監測的單一年在慈湖各有42科154種、43科163種的紀錄相差頗多。可否以調整調查範圍及調查方法來改進？若能銜接重要物種監測持續本區的鳥類詳實紀錄，執行本計畫將會更有意義。 (4)鳥類調查時間僅設定於日出後4小內完成日間調查，然而慈湖鳥類的棲息與潮汐關係密切，應如何配合潮汐才能掌握此間的鳥況而不遺漏？	(1)2016~2018年之研究雖為4季調查，但調查月份皆有涵蓋到春過境、秋過境之期間。 (2)本計畫調查人員對於金門鳥類調查有豐富經驗，應能順利完成本計畫之調查。根據本研究2023年1月、4月、7月、10月鳥類調查，分別記錄71種、83種、59種、74種鳥類。與歷年調查結果相比，皆介於歷年最低到最高之間，且逼近歷年最高量。詳細年間比較結果請見第三節、生物年間比較結果(p.64)。 (3)調查方法部分，由於2016~2018年之調查方法、範圍與2019年、2022年不同，調查方法之差異可能造成物種數不同。感謝委員建議。已參考丁宗蘇(2018)、莊西進等(2019)、莊曜陽等(2022)之調查方法，納入慈湖東側魚塢、慈堤樣區，將有利於後續資料比較分析。 (4)感謝委員建議。由於慈湖水鳥移動受到潮汐影響，於滿潮時水鳥可能會由慈堤外海處移動至慈湖內休息。因此，鳥類調查時間將考慮潮汐因素，選擇於早上滿潮之時間進行。
	2.調查湖區的魚類採用開口5cm的蛇籠網具採集，雖然可以防止小水獺誤入受害，但於採集大型魚類是否適當？	本計畫考量到為了避免哺乳類誤入網具，造成不必要之傷亡，選擇使用小型蛇籠調查。加上根據林幸助、江政人(2018)之研究，較少捕抓到大型魚類。因此，本計畫以小型

		蛇籠調查應為較佳方法。
	3.對生態教育推廣課程的安排仍有不解之處，是否有調整改進的策略以提昇效益？ (1)若每場次僅 2~3 小時，只能從事鳥類辨識或螺貝類認知...等項目其中一項而已，就戶外體驗課程的時間非常不足，應如何進行調整？ (2)生態教育推廣課程以講述法實施，教學方法傳統且單調，是否有較多元的教學方法？ (3)生態教育推廣課程若能普及緊鄰慈湖的古寧頭、西浦頭及湖下等社區，對慈湖濕地生態的保育更有助益，可否與社區合作以利生態教育的推廣？	(1)本研究考慮到生態推廣課程對象之年齡層涵蓋國小孩童，課程時間若超過 3 小時對孩童可能過長，容易導致專注力不佳、學習效率、意願下降等問題。本計畫在實際執行課程後，亦有進行問券調查。根據問卷調查結果(p.121)顯示，所有參與民眾皆認為課程長度剛剛好，顯示此時長應足夠。 (2)生態推廣課程設計是戶外實地踏查課程。以實際操作為主，搭配講述法為輔，比起僅以室內講述法，應能提升民眾參與意願。 (3)生態推廣課程 2 場對象不同，1 場與古寧國小合作。另 1 場則目標對象定為 10 歲以上之一般民眾。
邱委員 天火	1.本計畫預定作業時程，有關調查為 1 年調查 4 季，每季之間間隔約 90 天，但 112 年時程甘特圖第 1 季與第 2 季之間相差 1 個月，一般研究方法至少每季之間間隔相差 75 天，請廠商注意每季之間間隔不要相差太短，否則失去調查意義。	本計畫最終排定之調查時間為 2023 年 1 月、4 月、7 月、10 月，間隔時間皆有超過 75 天。
	2.有關廠商服務建議書第 2 章第 2 節研究地區環境氣候全年降雨量稀少，多低於 100 mm，應查氣象局金門氣象站紀錄資料，建議更正為多低於 1,000 mm。	已修正。
	3.本計畫服務建議書慈湖生態推廣課程，如果課程教學對象不限，恐難達到預期效果，建議可分為社會組、學生組，另學生組可安排在暑假，辦理課程前應事先行文機關同意後再行辦理較為妥切。	本計畫 2 場生態推廣課程目標對象分別為為國小學童、一般民眾。國小場配合學校可辦理時間，最終於 6 月辦理。一般民眾場時間安排在暑假周末。辦理前皆已行文機關同意。
	4.有關本計畫提出粒徑調查、高程調查、淤積速度調查，對本計畫成果應有所助益，調查預計做全慈湖之系統性底質採樣，頻度為計畫期程內進行 1 次	已補充調查時間，於 2023 年 4 月、7 月完成調查。

	全面採樣，並無確實調查時間，是否可以確定調查時間，請廠商說明。	
	5.甘特圖工作項目菲律賓「連」蛤應修正為「簾」。	已修正。
洪委員 清漳	1.水域樣點的設定從 C1 至 C8 在岸邊，但生物調查在離岸水深的地方和岸際是不一樣的，如果僅在岸際調查可能較不周延。	本計畫之主要目標為建立慈湖長期生態資料，瞭解生物群聚之年間變異。年間變異可能會受到調查方法、樣點、努力量等不同影響。若想精確比較年間變異，需盡量減少研究間之變異。慈湖過去累積許多調查資料，然礙於調查方法、樣點等差異，許多研究間都無法相互比較。使年間變異無法比較，著實相當可惜。 為達到年間生物比較之目的，因此樣點(C1~C8)選擇皆為延續過去研究之樣點，方法亦盡量選擇與過去一致，以利與過去研究比較。 生物之分布應受到環境因子影響。過去研究有針對湖心區水質進行調查，本研究亦已完成全慈湖之底質調查。上述結果皆顯示湖心區之水質、底質與岸邊差別不大，環境相似。另外，本研究在 7、10 月亦補充進行底棲生物樣框之水深調查。分析結果顯示水深與底棲生物豐度無相關性。綜合上述，本計畫仍維持目前調查樣點。
	2.有關生物調查部分，有關魚類使用開口 5 cm 的網具開口不大，魚會不會進去，有沒有可能無法抓到許多魚類。	根據林幸助、江政人(2018)之研究發現，慈湖多以小型魚類為主，如斑尾刺蝦虎、布魯雙邊魚等，少有大型魚類。根據 1 月之調查結果，小型蛇籠皆有捕抓到上述魚類。
	3.螺貝類調查方式為 25 cm x 25 cm 的採樣方格過篩，除二枚貝潛沙以外，其他螺類都不會潛沙，如用過篩的方法有沒有辦法篩到螺類，許多螺貝類是棲息在岩石或是水草上，用目前的方法可能會遺漏許多物種。	本研究使用挖掘法調查，除了底質內之二枚貝外，表面土層亦能有效採集到許多螺類。
	4.慈湖軟體動物除了螺貝類也有許多海蛞蝓，建議將物種調查設定為軟體動物不僅限於螺貝類，過去的文獻物種從未出現有海蛞蝓也是一個問題。	根據過去調查顯示，慈湖之軟體動物以雙殼類、腹足類為主。頭足類過去雖有捕抓到中國小孔蛸，但數量少。因此，本研究著重於雙殼類、腹足類之調查。但若於調查時捕抓到其他軟體動物，可以列入名錄。

		海蛞蝓的部分，本研究 7 月調查已有紀錄海兔目之黃斑燕尾海麒麟。
5.調查蝦蟹的網目太大，有些較小型的蝦蟹可能會跑掉，蝦和蟹的網目應該是不一樣的，調查的網目請廠商必須注意。		蛇籠網目約為 5 mm，根據 1 月之調查結果，較小型之魚類如食蚊魚，甲殼類如東方白蝦等，皆可以捕抓到。
6.本次調查項目有浮游動物、浮游藻類，但未包含大型藻類，在生物調查中，大型藻類較浮游藻類更重要，但一直沒有被調查。		林幸助、江政人(2018)之研究已針對大型藻類進行過調查，已將結果補充於內文前人研究中(p.13)。
7.生物調查除了本案工作項目所列以外，許多物種都被忽視，例如苔蘚蟲、海綿、海鞘等，慈湖生物多樣性是很高的，但歷年的物種調查種類其實很少，可能還不及於慈湖有的物種一半。		本計畫已重新彙整慈湖歷年名錄(附錄八)。過去研究確實有海鞘等生物記錄。本研究調查時若有目擊，可將其列入名錄。
8.淤積調查點位設定沿著閘門水流進來的路徑，水流的路徑會把淤積物帶走，淤積物應會在水流路徑的 2 側堆積，請廠商確認。		根據過去調查顯示，閘門水流進入慈湖後主要朝東北側前進，且經過水位池之彎處後流速均低，無明顯水流。因此，本研究底質淤積穿越線劃設為現場勘查，考慮後劃設。
9.慈湖經濟物種不只菲律賓簾蛤，還有許多貝類，菲律賓簾蛤調查設定是在岸際樣點，但實際上分布區域離岸邊還有一些距離。		由於菲律賓簾蛤分布受到底質影響大。本研究已完成全慈湖之底質調查，並預測菲律賓簾蛤出現機率(詳見 p.97 第六節、底質調查結果)。 根據本計畫之底質調查結果可以對出現機率較高之區域，並於第 2 年計畫規劃臨時樣點進行菲律賓簾蛤調查。
10.慈湖的調查從過去到現在許多專家學者調查經過一段時間，歷年來的文獻資料可以再整理及確認，就本人在慈湖長時間的觀察有些在文獻上物種在慈湖並沒有看到，常見的物種在文獻上也沒有，可見調查可能並沒有很確實。本案為 2 年調查時間，請廠商如果得標必須確實執行。		遵照辦理。本計畫已重新彙整慈湖歷年名錄(附錄八)。
11.淤積的採樣點位如何採樣，如何保證 2 次的調查位置是一樣的。		本研究以牙棒及鋁風管標示長石粉鋪撒之位置，以確保後續採樣能採到相同位置。

蘇委員 芊遐	1.本案有關慈湖生態推廣課程，除了有不同對象如邀請社區以外，也希望跟周邊國中小推廣慈湖重要濕地的重要性，使保育理念向下扎根。	為了使推廣效益更大，2 場生態推廣課程教學對象將針對不同年齡層族群。1 場與古寧國小合作。另 1 場則目標對象定為 10 歲以上之一般民眾。
-----------	--	--

附錄十一 期中審查委員意見與回覆

委員	審查意見	回覆與辦理情況
王委員 一匡	1. 本計畫持續蒐集慈湖資料，可以提供後續經營管理需要的資料。	遵照辦理。
	2. 建議在研究地區環境，說明慈湖資源的利用及歷史。	已補充慈湖歷史漁業資源利用。
	3. 請問慈湖是否有熱分層或密度分層的現象？是否季節性出現？	有關熱分層和密度分層的問題，雖然本次計畫並無調查，但過去調查案在慈湖調查時，發現有密度分層的現象，會有鹽度較高的水團在慈湖中移動(江政人，2022)。
	4. 關於水域樣站，建議呈現照片。	已於附錄補充樣點照片。目前僅差 C8 樣點未拍攝到現地照片，將於成果報告時補足。
	5. 關於水域樣站都在岸邊，請問慈湖湖心區是否在水質與生物上與岸邊不同？過去是否有資料驗證？	本研究之主要目的為延續進行年間差異比較，因此樣點皆為延續過去研究，利於資料比較。過去並無湖心區之生物資料，但有水質調查資料(林幸助、江政人，2018)。本研究亦有進行底質調查。上述結果顯示岸邊樣點已有涵蓋到慈湖內之不同底質環境。目前使用之樣點代表性應足夠。
	6. 建議說明野外水質儀器廠牌與型號。	已補充水質儀器資訊。
	7. 請問野外水質儀器多久校正一次？	本計畫使用之水質儀器每次調查時皆會進行校正。
	8. 建議說明 SS 等水質項目分析地點。	懸浮固體為攜回至本公司實驗室，營養鹽為攜至中興大學實驗室分析。
	9. 有關鳥類調查，請問是否分樣區紀錄？	所有鳥類調查資料皆有分樣區、穿越線記錄。
	10. 有關 MDS 圖，例如圖 4-3，建議標示 XY 軸標題，請問分析方法是 nMDS 或 MDS？	已補充 XY 軸標題。由於本研究資料皆為豐度，因此使用 nMDS 分析。
	11. 有關於淤積速率估算結果，請問與慈湖與亞洲鄰近相似棲地比較，淤積速率是快或慢？	台江國家公園 2020 年淤積速率介於 0.36~7.3 cm/yr(邱郁文等，2020)；墾丁南仁湖 2017 年介於 1.8~5.4 cm/yr(黃守忠等，2017)。與上述研究相比，慈湖之淤積速率並無特別快速。
	12. 部分編輯需做檢查，例如：13 頁，”(七)浮游藻類“；38 頁最後一行，”浮游藻類“；45 頁，魚名有問號；”85 頁，”小節“。	已修正。

	13. 附錄四藻類數量表，建議將 sp1.改為 sp. 1。請問數字的單位？	遵照辦理。藻類單位為 cells/L。
	14. 附錄六鳥數量表，建議依科名排列。	遵照辦理。
莊委員 西進	1. 本期中報告書缺少摘要頁；P.3 第二章、P.58 第三節及 P.75 第六節等章節標題宜移到下一頁...；P.13 (七)浮游藻類項目宜移到下一行...；緒論部分文字敘述一些有待斟酌之處宜再潤飾。以上也請於期末的成果報告多予留意。	遵照辦理，感謝委員提醒。
	2. P.14~16、P.25、P.87、P.88、P.99...等頁有多處引用文獻的著作者錯誤，相關文獻的研究成果報告書都可上網查明，請再檢查改正。	已修正。
	3. 為便於和以前監測資料進行分析比較，本次研究的調查地點延續 2013~2022 年的調查樣點，如此設定固然有其必要，然而，目前慈湖的物化環境已有變化，與此前狀況也有差異，除了此前既有監測點位之外，於本次調查若發現較特殊的點位，宜請增設新監測點位，俾利建立今後再行監測之基礎資料。	本計畫有進行底質粒徑調查，結果詳見請第六節、底質調查(p.97)。根據粒徑調查結果顯示湖心區與岸邊樣點差異不大。過去亦有對湖心區進行水質監測，與岸邊樣點差異亦不大。另由於本計畫之主要目的為進行長期監測利於年間資料比較，因此目前仍以延續先前研究樣點為主。
	4. P.15 保育類鳥種的保育等級會定期調整變動，宜再查詢明確。例如遊隼在國內的保育等級並非 I 級，目前已降為 II 級，前、後(P.53)指述宜就現況一致表述。	已修正，感謝委員提醒。
	5.P.17 指述菲律賓簾蛤為當地居民的俗稱是花蛤？宜再確認鄉親俗稱的花蛤是否就是菲律賓簾蛤？	感謝委員提醒，在臺灣，花蛤包括有等邊淺蛤、菲律賓簾蛤及小眼花簾蛤。但當地居民俗稱的花蛤是等邊淺蛤，已於內文更正。
	6.辦理慈湖之生態推廣課程的戶外踏查活動，可考在慮春、秋兩季舉行，原訂在夏季鳥況不佳，而且過於炎熱。	本計畫生態推廣課程之目標為希望學員能從基本學起，如：瞭解望遠鏡的使用方法、觀察鳥類入門方法等。另外，亦希望能在假日增加民眾參與意願。因此，雖然春、秋季慈湖鳥況較佳，但時間安排上仍以配合學校時間、暑假期間為主，以提升民眾參加率。

	7.期初亦曾提到：P.24:魚類調查採用小型蛇籠雖可避免水獺誤入，惟其開口僅約 5 cm，可能無法捕獲較大型的魚類，因此會遺漏一些魚種紀錄，例如東南區有鰻類魚種活動，卻未能捕獲記錄到。為彌補慈湖魚類物種組成的缺憾，是否有方法可以改進？	本計畫之目的為建立慈湖生態長期監測資料，因此調查方式與樣點皆延續過去研究。雖然可能較難採集到稀有物種，但能有利於與過去資料比較，以瞭解慈湖近年來的變化。 本計畫已重新彙整慈湖歷年魚類調查資料，重新整理名錄(附錄八)，盡可能補充魚類資料。
	8. P.26:鳥類日間調查時間選擇於早上滿潮時(約 9:00-10:00)進行，應該是針對湖區的調查而言，否則僅在 1 小時內無法完成全部範圍內的調查。	潮汐時間為配合湖區調查，完成全部範圍調查需約 4~5 小時。
	9. P.29-34：有關開發以慈湖在地化之生態推廣課程方面，建請： (1)編撰慈湖主題之名稱為“慈湖踏查趣”，宜再行斟酌調整。 (2)P.31~32 望遠鏡使用教學介紹，僅見雙望遠鏡的簡略使用方法，至於調整視差、操作安全事項、放大倍率原理及單筒望遠鏡之操作也都很重要，需要再加以補充。 (3)要學員瞭解慈湖之食物網須先建立食物鏈的概念。 (4)本項課程設計若於期末能提出較完整的教案，則更理想。	(1)生態推廣課程之命名來由為，因課程之重點在於透過實際走訪慈湖，瞭解慈湖有趣的生物及環境。因此，命名為慈湖踏查趣。 (2)課程實際執行時，有教學雙筒望遠鏡之操作安全事項、如何調整視差、放大倍率原理等。單筒望遠鏡則由工作人員協助操作。 (3)本課程之設計於第 1、2 堂鳥類、水域課程時，就會先提及食物鏈之觀念，以利最後食物網課程之銜接。 (4)已補充詳細課程設計。
	10.兩場生態推廣課程的對象不同，一場與古寧國小合作，另一場(P.30、P.75)則教學對象為“國小高年級以上之一般民眾”，設定的對象是學生還是一般民眾？	設定對象為一般民眾，年齡適合至少 10 歲以上。
	11. P.39~40，就已調查冬、春兩季的蝦、蟹類共記錄 5 科 10 種，螺貝類共 7 科 12 種，物種數與慈湖實況可能有些差距，尤其是小型蟹類被低估。請再參考此前保育課出版相關書籍供作比較。	本計畫夏季調查開始，已調整底棲動物之調查方法，新增目視法、徒手捕捉法等。許多小型蟹類如：斑點擬擬相手蟹、平背蜆、四齒大額蟹等均有記錄。
	12. P.41~42，就其他水域生物而言，此前慈湖也曾有海鞘紀錄，可再留意。	本計畫已重新整理歷年慈湖底棲生物名錄(附錄八)，於過去研究確實有海鞘紀錄。若

		本計畫後續有調查到也會留意。
	13.P.43~51，所有長條圖宜補列冬季(白色)、春季(黑色)的圖示。	已修正。
	14. P.55 圖 4-18、P.58 圖 4-22 的座標軸應標示單位為隻次。	已修正。
	15. P.60，指述“由於慈湖之魚類主要是靠閘門引水帶入…”，建請在水閘門處設置監測站，俾能調查建立經閘門引水帶入的魚種及數量之資料，將更有助益提供後續經營管理策略之建議。	本計畫之 C1 樣點即位於水閘門旁，應可採集到由閘門輸入的魚類。後續調查亦可在閘門開啟時，利用待袋網採集由閘門引進之魚類調查。
	16. P.75~81 慈湖生態推廣課程的學習回饋及成果宜加以統計量化。	慈湖生態推廣課程設計活動回饋問卷，瞭解參與民對於活動滿意度。結果請見 p.121。
	17. P.85，第五章、小節標題的語意不明，建請將本章主題改為期中(初步)結論與建議，並且補充相關經營管理的建議等。	感謝委員建議，已將第五章標題改為結論與建議。
保育研究課	18. P.96~98，附錄六的慈湖鳥類數量表請再調整，宜依照科、屬、種的歸類呈現較妥適。關於科、屬、種的排列順序可參考中華鳥會 2023 年臺灣野鳥類名錄。	遵照辦理。
	1. 螺貝類在 p.36 說明共記錄 7 科 12 種，與附錄三 p.89~90 慈湖 2023 年 1 月、4 月螺貝類數量表顯示 13 種不同，請受託單位確認。	已修正。
	2. 浮游藻類 p.38 說明調查到浮游藻類 46 種，各浮游藻類物種數與附錄五 p.91~94 浮游藻類數量表物種數有落差，請受託單位確認。	已修正。
	3. 有關營養鹽調查結果 p.68~69，請補充說明硝酸鹽及銨鹽調查數據，另水質調查結果請補充各樣點及檢測項目每季調查數據表於附錄。	遵照辦理。
	4. 菲律賓簾蛤在各樣點均無調查個體，請問於樣點以外慈湖內是否仍有發現個體數量，報告指出因底質改變，粉泥黏土增加，請問是否有改善底質	本計畫已針對慈湖底質進行菲律賓簾蛤出現機率預測(p.93)。預測結果顯示平均出現機率僅 4.24%。除少數區域，預測出現機率較高，如：慈湖中間、東側沙洲等區域，其

	的建議。	餘大部分區域，預測結果出現機率皆<10%。 本計畫預計明年會再進行 1 次底質高程測量，透過結果可以了解不同區域之淤積速率，針對淤積較快之區域提出改善建議。
	5. 慈湖生態推廣課程經第 1 場次辦理經驗，請受託單位準備醫藥箱及飲用水，並注意參加人員安全。	生態推廣課程已依建議準備醫藥箱及飲用水。
蔡秘書 立安	1. 慈湖周邊有不同來源之排水進入湖中，例如 C5 樣點所監測的生化需氧量、化學需氧量及營養鹽之數值皆為最高，顯示 C5 樣點受周邊環境影響。其他如 C3、C4 過去有漁塭養殖、C8 養殖行為、C5、C6、C7 東側溝渠來自古寧頭雙鯉湖的排水等，皆會影響慈湖的水質狀況，請受託團隊調查監測及經營管理建議應考量慈湖周邊整體環境。	感謝委員建議，遵照辦理。
黃副處 長怡平	1. 本案為慈湖基礎調查及生態教育推廣計畫，基礎資料的調查是否有新的物種發現，相關調查成果提供生態教育推廣以外，也應提出具體建議以作為實際經營管理參考運用。	本計畫重新整理慈湖歷年水域生物調查名錄(附錄八)。本計畫亦有發現慈湖新紀錄之物種，如：阿部氏鰻鰕虎、黃斑燕尾海麒麟等。已於第五章、結論與建議補充經營管理建議。

附錄十二 期末審查委員意見與回覆

委員	審查意見	回覆與辦理情況
王委員 一匡	1. 本計畫期末報告資料豐富完整，建議持續調查慈湖生態環境資料，可以提供後續經營管理需要的需求	感謝委員肯定。
	2. 建議說明慈湖大、小閘門的位置與顯示照片，因為閘門為重要之水位控制的設施。	已補充(p.3)
	3. p.10，倒數第5行，「...多毛類之外其他無脊椎動物種類數量」，文字沒有寫完。	已修正(p.12)。
	4. p.24，建議說明野外水質儀器廠牌。	已補充(p.26)。
	5. p.25，建議說明濁度計廠牌。	已補充(p.27)。
	6. p.26，建議說明分光光度計儀器廠牌。	已補充(p.27)。
	7. p.33，建議說明粒徑分析之濕篩法的參考文獻及方法概述。	已補充濕篩法的參考文獻及方法(p.29)。
	8. 高程調查為瞭解慈湖物理特性之重要調查，建議可以進一步詳述操作細節，以利未來繼續測量，例如：水位計架設水深、操作照片及如何做水位校正等。	已於內文補充詳細操作細節(p.29~31)。
	9. p.38，Pearson 相關分析的結果顯示(R=)，建議改為(r=)。	已修正(p.42)。
	10. 有關鳥類調查結果，請問是否能呈現鳥類分布熱區及保育類鳥類常使用的位置？以幫助後續保育策略或措施的擬定。	感謝委員建議。由於本計畫目前鳥類調查方法為分穿越線、樣區記錄。次年計畫可改以記錄鳥類位置點位方式，預計結果能呈現鳥類分布熱區、保育類鳥類常使用的位置等資訊。透過上述結果，將可利於後續鳥類保育策略或措施的擬定。
	11. 在慈湖鳥類調查範圍內，建議說明現有對鳥類的威脅與擾動，以瞭解後續是否需要保育政策。	本計畫結果顯示慈湖東側淺灘為鳥類主要休息、覓食之棲地。因此，目前主要影響威脅應來自於慈湖水位高低，若水位過高可能導致鳥類無法利用此棲地。 本計畫預計明年開始記錄鳥類位置點位，透過此成果將可利用鳥類跼蹠長，推算慈湖水位應控制之範圍，提供管理單位經營建議。
	15. 建議將第七節高程、粒徑與淤積速率之結果往前移至第一節，因為內容說明慈湖整體物理特性。	遵照辦理，已將底質調查往前調整一節。

莊委員 西進	1. 報告書內頁請加上頁眉，頁碼奇數頁宜編排在正面，偶數頁編排在背面。	遵照辦理。
	2. 摘要頁使用太多文言文助詞「之」，有些地方可改用口語化的助詞「的」；P.VIII 的四、主要建議事項，宜緊接在第三項 VII 後面，與前幾項才會有連貫性。其他各章也有類此情況。	遵照辦理，已修改內文敘述。
	3. p.14 指述「2019~2020 年金門降雨減少」有待斟酌。近幾年金門降雨減少最嚴重的是 2020~2021 年，這 2 年的年雨量各僅 400 mm 而已，2019 年的年雨量則有 831.5 mm。	感謝委員提醒，已修正(p.16)。
	4. p.28~32 (1)表列「單元課程」應改為教學單元較妥當。(2)教學方法採用傳統的講述法較不易引起學習興趣，中小學生的戶外教學宜用以探討式教學法較妥適。	遵照辦理。(1)已修改。(2)後續國小場之生態推廣課程辦理將會加入探討式教學法，利於引起學員學習興趣。
	5. 鄰近慈湖周邊除了古寧國小，還有湖埔國小和金寧中小學，從學生的年齡層包括幼生、初小、高小及國中，還有教師等，都是生態推廣課程極佳的資源，況且這 3 所學校平常於推動生態保育與環境教育都非常熱絡，目前學校每年都會舉辦戶外教學活動，本計畫於明年接續之運作，可考慮和當地學校合作，以提供專業師資協同戶外教學活動，將會提昇更高的效益。	感謝委員建議。本計畫將遵照辦理，與湖埔國小、金寧中小學聯絡，協調是否能合作辦理生態推廣課程。
	6. p.35 相關資料分析應能供作長期監測比較才更有價值，希望本次 2 年計畫的執行，可就歷年不同的調查方法、範圍、樣線(或樣區)、調查的頻度(努力量)進行評估，俾能尋求其中最佳的調查模式，建立標準作業流程可供再次啟動計畫得以遵行照辦。	感謝委員建議。待本計畫完成 2 年之調查後，將會進行歷年資料之比較。本計畫可同時比較歷年不同的調查方法、範圍、樣線、頻度等，並根據努力量進行評估，了解最佳之鳥類調查模式。根據本計畫評估結果提出標準作業流程。
	7. p.48 圖 4-7 螺貝類物種數的總計未顯示在圖上，請再增補；類此狀況也發生在 p.46 圖 4-5、p.50 圖 4-10 的浮游動物統計圖、p.53 圖 4-14 的統計圖也有	統計圖部分(p.47~57)，為避免總合數量過大，納入圖表比較不易的問題，目前改以 2 張圖呈現結果。1 圖為各樣點不同季節之比較，另 1 圖為各季節及 4 季之總和

	相同問題。若是總合數量不會過大，建請應盡量設法納入圖中。	量。
	8. p.51 由圖 4-11 可見十月份浮游動物的組成以夜光蟲居多，此類夜光蟲是否就是藍眼淚的主角？是否以顏色圖示夜光蟲、劍水藻等色調過於接近難以區分而造成誤認？請再妥做調整。	已修正，並於圖上標示數量較多之種類，方便判讀。
	9. p.79 圖 4-33 顯示：慈湖今年 7 月(夏季)鳥類紀錄總隻次與歷年調查的季節性變化有別，往年 7 月(夏季)鳥類紀錄總隻次是全年最少的月份，而今年卻略多於 4 月(春季)鳥類紀錄的總隻次，雖因巧遇一群蒙古鵠所致 p.66，為求慎重起見，請於明年接續計畫時可再行調查確認。	感謝委員提醒。本計畫明年調查會多加注意。
	10. p.66~67、p.81 圖 4-33 顯示鷓鴣數量在 2019 年開始大量驟減，宜再斟酌相關研究的調查數據是否包括鷓鴣林中的紀錄。而探討 2018 年到 2019 年以後慈湖鷓鴣數量大減原因，將可提供尋求經營管理對策。	感謝委員提醒。鷓鴣族群於金門處於動態變化，且近年已有針對金門鷓鴣族群之詳細調查(丁宗蘇，2021)。考量到近年已有更完整之調查，本計畫之目標著重於慈湖整體鳥類群聚，不特別針對鷓鴣進行詳細調查。因此，本計畫調查亦未進入鷓鴣林進行詳細計數。 另外，經查後發現，部分年度調查並未進入鷓鴣林調查，導致鷓鴣年間數量較難以比較。為避免部分年度大量鷓鴣數量影響，本計畫鳥類資料分析將排除鷓鴣，不特別針對鷓鴣數量進行探討。
	11. p.122~123 第二節的建議主題有些過於簡略，請再行補充。每項建議建宜有說明和辦法，負責機關除了主辦單位，也可能需要協辦單位。	遵照辦理。已補充更詳細之建議說明，且新增說明及辦法段落(p.125~128)。
	12. p.124 請將第六章計畫作業時程編排在第三章執行方法及過程的第五節。	已調整章節順序。
	13. 本計畫的生物調查除了鳥類有部分是陸域生物，其餘皆為水域生物，為求建立更完整的慈湖基礎調查資料，今後再啟動本項計畫，應再增列陸域生物(昆蟲、蜘蛛等)。	感謝委員建議。本計畫明年可針對歷年調查項目資料進行努力量比較，並評估最佳調查方法，提出標準調查作業程序。
	14. p.142 附錄六鳥類調查數量表，漏列	附錄六已包含本計畫調查之所有鷓鴣資

	棲息在湖區的鷺鷥。	料。但由於本計畫之目標並非特別針對鷺鷥進行數量調查，因此資料並不包含鷺鷥林內之鷺鷥數量。
鄭處長 瑞昌	1. 本處目前在經營管理慈湖濕地水位以水位池表示，本次研究推估出慈湖水位體積關係式，顯示有水位高度(m)，請本處西區管理站參考，未來水位宜以單位高度表示。	請相關單位參考。
	2. 各項保育研究成果除透過辦理保育研究成果發表會以外，也應讓同仁及解說員了解本處相關資源近況。	請相關單位參考。
	3. 慈湖生態推廣活動可與其他周邊鄰近學校，如湖埔國小、金寧中小學合作辦理。	感謝委員建議。本計畫將遵照辦理，與湖埔國小、金寧中小學聯絡，協調是否能合作辦理生態推廣課程。
黃副處 長怡平	1. 本次計畫科學調查成果，除提供有助慈湖生態環境之建議措施以外，期在維護慈湖生態與民眾之間經營管理提供相關建議。	慈湖生態經營管理與民眾衝突多在水位調控、淤積部分的問題。 針對容量部分，本計畫根據高程調查結果推算各水位池之容量，並計算慈湖有效容量。 結果顯示慈湖水位最低極限為小閘門涵管出口之高程(0.63 m)，代表若僅依靠小閘門進行排水，還是會有部分水體(呆容量)殘留於慈湖內，需靠人工抽水才能移除。因此，慈湖實際有效蓄水量為總容量扣除呆容量。本計畫進一步將有效蓄水量推算在此容量下，慈湖能承受之累積降雨量為<131.3 mm。(詳見第六節、底質調查結果 p.97) 根據上述結果，以補充管理建議(p.125)，本計畫亦以較簡單方式撰寫上述結果新聞稿，供管理處參考。
	2. 有關建議事項如有涉及其他機關單位，應邀集該機關單位與會提供意見。	請相關單位參考。
	3. 參考資料引用本處過去辦理委託計畫文獻，請修改為當時本處機關名稱。	遵照辦理。
蔡秘書 立安	1. 慈湖生態推廣課程對象設定請受託團隊可再斟酌調整。	一般民眾場目標對象改為 10 歲以上，避免誤會。
	2. 有關經營管理建議加強取締非法入為	菲律賓簾蛤數量減少原因可能受到眾多

	採捕菲律賓簾蛤，因調查推論菲律賓簾蛤減少原因為底質改變，減少人為採捕是否能達到避免菲律賓簾蛤數量降低的效果。	因素影響。根據本計畫結果顯示，底質改變可能是導致其數量減少的重要因素之一。非法人為採捕部分，因缺乏數據資料，難以評估其影響程度。本計畫建議針對非法採捕進行取締，是希望能盡量減少可能造成影響之因素。
	3. 本次調查指出與其他地區比較慈湖淤積速率仍屬正常範圍，但與民眾長期在此生活感受不同，是否可以了解慈湖全區淤積速率，在淤積較快的局部區域採取相關措施？請受託單位對於淤積的狀況提供較可被民眾接受的說法。	慈湖淤積情況與民眾感受不符原因可能來自淤積速率不均，慈湖部分區域可能有淤積較快之狀況。本計畫預計明年計畫能再進行 1 次高程調查，推算不同區域之淤積速率。根據結果可能驗證是否為上述原因。若確實為淤積不均，能也針對重點區域提出清淤意見。 另外，一般民眾對於淤積之疑慮乃來自於慈湖蓄水量減少之問題。為利於民眾理解，本計畫已於內文補充有效容量推算（詳見第六節、底質調查結果 p.97）。根據本計畫推算結果，若降至慈湖水位最低極限，估計還能容納 903,676 m³，能承受之降雨量約為 < 131.3 mm。若以 2023 年全年每日降雨量來看，僅 9 月受海葵颱風影響帶來之降雨量超過推算之 131.3 mm 之標準。顯示在大多情況下，慈湖目前之有效容量仍充足，足以應付大多之降雨狀況。 另外，本計畫亦建議能根據氣象預報之降雨量，調整慈湖水位高度（詳見 p.125）。然可能因小閘門結構問題，近年時有慈湖排水不及的問題。因此，建議仍需針對小閘門排水問題進行改善（詳見 p.127），以利即時能將水位降低至本計畫建議之目標水位高度。 本計畫亦以較簡單方式撰寫上述結果新聞稿，供管理處參考。
西區管理站	1. p.115 圖 4-61 慈湖湖區等高線圖請補充數值單位。	感謝委員提醒，已補充(p.101)。
	2. 根據本計畫計算出慈湖水體體積容量，推估慈湖可滯洪蓄積量，如遇汛期來自降雨及東側溝渠排水的輸入水量，推估	感謝委員提供意見。本計畫參考委員意見推算慈湖有效體積及容忍降雨量(p.97~98)。結果顯示，若以小閘門排水至

	降雨在 200 mm 左右就會達到慈湖水位警戒範圍。	極限情況下(水位高程 0.63 m)，有效容量能承受之累積降雨量約為<131.3 mm。若累積降雨量超過此量，代表輸入之水體量將高過慈湖之總體積(至第 10 水池底)。
解說教育科	1.報告書 p.45、p.47 等群聚分析 nMDS 結果圖，圖示較為不清楚，請受託單位參酌修正。	nMDS 為比較資料相似性之分析，因此資料點於圖上相對位置即為資料之相似程度。若資料越相似，於圖上之位置即越接近。本計畫已將資料集中點盡量放大，方便讀者閱讀。
保育研究科	1.經本科初步審查尚符委託工作內容，爰召開本次期末審查會議。	敬悉。
	2. p.41 浮游藻類物種數敘述與附錄五浮游藻類數量表不同，請受託單位確認。	已修正並重新確認相符。
	3. p.37 魚類敘述紀錄 25 種，附錄十之魚類名錄(本研究)為 24 種，請受託單位確認。	已修正並重新確認相符。
	4. p.36 螺貝類說明共記錄 10 科 17 種，與附錄十底棲動物(軟體動物門)名錄 p.163-164 列出 16 種不同，請受託單位確認。	已修正並重新確認相符。
	5. 有關菲律賓簾蛤今年度僅調查出 1 個體，其他螺貝類是否亦有個體數減少的問題。	螺類部分，除流紋蜷有數量減少、海蜷螺科有增加趨勢外，其餘螺類無明顯變化。貝類部分，除菲律賓簾蛤外，文蛤、環文蛤亦有減少趨勢，歪簾蛤、臺灣環簾蛤則無明顯變化。文蛤、環文蛤等減少亦可能與底質改變、非法捕採有關。
	6. p.165 尚缺 C8 樣點照片請在成果報告補充。	已補充。
	7. 第 2 年生態推廣課程可參考學員及審查意見於其他季節辦理。	國小場以學校能配合的課程時間為主。一般民眾場的部分，由於本課程包含水域課程，會讓學員下水學習如何調查底棲生物。考量到若於其他季節辦理，可能導致學員下水意願低。因此，一般民眾場仍以辦理在夏季為主。
	8. 慈湖濕地淤積情形與台江國家公園及墾丁國家公園濕地情況相較尚無淤積速率較快的情形，請受託團隊提供讓一般大眾可簡單明瞭之敘述內容。	為利於民眾理解，本計畫於內文補充淤積率推算結果。搭配容量測量結果，推算每年因淤積減少之體積僅約為 0.6~3.39%(p.100)。和臺灣 2019 年 8 月整

		體水庫淤積率 29.42%相比，應屬相當輕微。
--	--	-------------------------