

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源 之研究(3/3)

金門國家公園管理處委託研究

中華民國 107 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)

科技部 GRB 編號：PG10501-0202
本部計畫編號：107301020600G0001

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源 之研究(3/3)

受委託單位：國立中興大學

研究主持人：林幸助

協同主持人：江政人

研究期程：中華民國 107 年 1 月至 107 年 12 月

研究經費：新臺幣 248 萬元

金門國家公園管理處委託研究

中華民國 107 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)

目次

目次	I
表次	V
圖次	XI
摘要	XIX
Abstract	XXIII
第一章 緒 論	1
第一節、研究緣起與背景	1
第二節、相關研究	5
第三節、課題與對策	12
第四節、研究目標	14
第二章 執行方法與過程	15
第一節、研究地點與時間	15
第二節、調查項目及檢測方法	20
第三節、工作進度說明	42
第三章 調查結果與討論	47
第一節、水質分析	47
第二節、水文收支	69
第三節、基礎生產者調查	87
第四節、水生動物定量調查	107

第五節、鳥類棲地利用分析	136
第六節、周遭土地利用現況與人為活動情形	146
第七節、生態系尺度整合分析	152
第四章 結論與建議	169
第一節、結論	169
第二節、建議	178
附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果	189
附錄 2 水文調查研究結果	217
附錄 3 基礎生產者調查結果	219
附錄 4 水生動物調查結果	237
附錄 5 鳥類調查結果	281
附錄 6 生態系統尺度調查結果	303
附錄 7 105 年度評選委員意見與說明	319
附錄 8 105 年度工作計畫書審查委員意見與說明	321
附錄 9 105 年度期中審查委員意見與說明	323
附錄 10 105 年度期末審查委員意見與說明	333
附錄 11 106 年度工作計畫書審查委員意見與說明	343
附錄 12 106 年度期中審查委員意見與說明	347
附錄 13 106 年度期末審查委員意見與說明	353
附錄 14 107 年度期初工作會議審查委員意見與說明	359

附錄 15	107 年度期中審查委員意見與說明.....	363
附錄 16	107 年度期末審查委員意見與說明.....	371
附錄 17	慈湖菲律賓簾蛤族群監測項目及方法.....	377
附錄 18	採捕管理保護利用管制原則.....	381
附錄 19	太武池生態調查名錄.....	383
附錄 20	慈湖、陵水湖稀有動物基礎資料.....	387
參考書目	395

表次

表 1-1	金門植物群落類型及其演替分析	10
表 2-1	各樣點座標位置.....	16
表 2-2	水質項目及檢驗方法.....	40
表 2-3	工作進度甘特圖.....	43
表 2-4	2016~2018 年工作項目列表	44
表 3-1	2016 年慈湖水收支模式輸出參數	75
表 3-2	2017 年慈湖水收支模式輸出參數	75
表 3-3	2018 年慈湖水收支模式輸出參數	75
表 3-4	2016 年陵水湖水收支模式輸出參數	76
表 3-5	2017 年陵水湖水收支模式輸出參數	76
表 3-6	2018 年陵水湖水收支模式輸出參數	76
表 3-7	2016 年 2 月至 2017 年 5 月慈湖(慈 1~慈 8)優勢草本植物	94
表 3-8	2016 年 2 月至 2017 年 5 月陵水湖(陵 1~陵 6)優勢草本植物	95
表 3-9	陵水湖第 4 池水生植物覆蓋等級及其分類標準	95
表 3-10	1999~2018 年陵水湖第 4 池水生植物覆蓋變化	96
表 3-11	金門測站 2010 年 10 月至 2018 年 7 月間累積雨量與蒸發散量	97
表 3-12	慈湖菲律賓簾蛤總採捕量及監測站(C1、C2 測站)生物量限制.....	121
表 3-13	慈湖經濟性貝類總採捕量及監測站(C1、C2 測站)生物量限制.....	121

表 4-1	本研究慈湖生態調查物種數、優勢物種及保育物種	175
表 4-2	香港米埔自然保護區水鳥偏好環境與棲地規劃原則	176
表 4-3	本研究陵水湖生態調查物種數、優勢物種及保育物種	177
表 4-4	採捕計畫時程表.....	179
表 4-5	處理鋪地黍之可行方式及其優缺點	185
表附錄 1-1	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖各測站現地檢測水質	189
表附錄 1-2	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖室內檢測水質	193
表附錄 1-3	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖現場檢測水質	199
表附錄 1-4	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖室內檢測水質	202
表附錄 1-5	2016 年 3~12 月蘭湖水庫(Lan)現地檢測水質.....	207
表附錄 1-6	2016 年 3~12 月蘭湖水庫(Lan)之室內檢測水質.....	208
表附錄 1-7	2016 年 3~12 月瓊林水庫(Joan)現地檢測水質	210
表附錄 1-8	2016 年 3~12 月瓊林水庫(Joan)之室內檢測水質	211
表附錄 1-9	2016 年 3~12 月擎天水庫(Qing)現地檢測水質	213
表附錄 1-10	2016 年 3~12 月擎天水庫(Qing)之室內檢測水質	214
表附錄 1-11	2016~2018 年金門地區降雨資料.....	216
表附錄 2-1	陵水湖水文資料.....	217
表附錄 3-1	2017 年 2 月、5 月慈湖 C1~C8 測站浮游藻類調查豐度	219
表附錄 3-2	2017 年 8 月、11 月慈湖 C1~C8 測站浮游藻類調查豐度.....	222
表附錄 3-3	2017 年 3 月、5 月陵水湖各測站浮游藻類豐度	225

表附錄 3-4	2017 年 8 月、11 月陵水湖各測站浮游藻類豐度	227
表附錄 3-5	2017 年 2 月、5 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量	229
表附錄 3-6	2017 年 8 月、11 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量.....	230
表附錄 3-7	植物名錄.....	231
表附錄 4-1	2016 年 3 月、6 月慈湖魚類調查物種與數量(蛇籠法).....	237
表附錄 4-2	2016 年 9 月、12 月慈湖魚類調查物種與數量(蛇籠法).....	239
表附錄 4-3	2016 年 3 月、6 月陵水湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)	241
表附錄 4-4	2016 年 10 月、12 月陵水湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)	242
表附錄 4-5	慈湖(C2)、陵水湖魚類(L3、L4、L5、L7)數量(手抄網、流刺網)	243
表附錄 4-6	2016 年 3 月、6 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	244
表附錄 4-7	2016 年 9 月、12 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	246
表附錄 4-8	2017 年 2 月、5 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	248
表附錄 4-9	2017 年 8 月、11 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法).....	250
表附錄 4-10	2018 年 1 月、4 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	252
表附錄 4-11	2018 年 7 月、10 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法).....	254
表附錄 4-12	2016 年 3~12 月陵水湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	256
表附錄 4-13	慈湖 2016 年 3 月至 2017 年 11 月螺貝類調查數量(蛇籠).....	257
表附錄 4-14	陵水湖 2016 年 3~12 月螺貝類調查數量(手抄網、蛇籠)	257
表附錄 4-15	2017 年 2 月、5 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量	258

表附錄 4-16	2017 年 8 月、11 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量	260
表附錄 4-17	2017 年 3~11 月陵水湖蝦蟹類調查種類與數量(蝦籠).....	262
表附錄 4-18	2017 年 2 月、5 月慈湖多毛類調查種類與豐度	263
表附錄 4-19	2017 年 8 月、11 月慈湖多毛類調查種類與豐度	264
表附錄 4-20	2017 年 2~11 月陵水湖水棲昆蟲類調查種類與豐度	265
表附錄 4-21	2017 年 2 月、5 月慈湖浮游動物大類與豐度	266
表附錄 4-22	2017 年 8 月、11 月慈湖浮游動物大類與豐度	268
表附錄 4-23	2017 年 3 月、5 月陵水湖浮游動物大類與豐度	270
表附錄 4-24	2017 年 8 月、11 月陵水湖浮游動物大類與豐度	271
表附錄 4-25	2018 年 1 月、4 月慈湖寄居蟹個體數	272
表附錄 4-26	2018 年 7 月、10 月慈湖寄居蟹個體數	273
表附錄 4-27	2016~2018 年慈湖水域爬蟲類個體數	274
表附錄 4-28	2016~2018 年陵水湖水域爬蟲類個體數	274
表附錄 4-29	2018 年 1 月、4 月慈湖小型哺乳類	275
表附錄 4-30	2018 年 7 月、10 月慈湖小型哺乳類	275
表附錄 4-31	2016 年 3 月至 2017 年 4 月菲律賓簾蛤族群量與形質調查	276
表附錄 5-1	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖鳥類調查結果	281
表附錄 5-2	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖鳥類調查結果	287
表附錄 5-3	2016 年 3~12 月蘭湖水庫鳥類調查結果	292
表附錄 5-4	2016 年 3~12 月瓊林水庫鳥類調查結果	294

表附錄 5-5	2016 年 3~12 月擎天水庫鳥類調查結果	297
表附錄 5-6	2016 年金門湖庫鳥類調查時間	299
表附錄 5-7	2017 年金門湖庫鳥類調查時間	300
表附錄 5-8	2018 年金門湖庫日間鳥類調查時間	300
表附錄 5-9	2016 年陸域環境因子.....	301
表附錄 5-10	2017 年陸域環境因子	301
表附錄 5-11	2018 年陸域環境因子.....	302
表附錄 6-1	慈湖食物網功能群物種列表	303
表附錄 6-2	慈湖食物網模式輸入參數與輸出結果	304
表附錄 6-3	慈湖食物網模式個功能群食性組成	305
表附錄 6-4	慈湖食物網參數資料來源	307
表附錄 6-5	慈湖食物網模式營養階層組成	308
表附錄 6-6	陵水湖食物網功能群物種列表	309
表附錄 6-7	陵水湖食物網模式輸入參數與輸出結果	310
表附錄 6-8	陵水湖食物網模式各功能群食性組成	311
表附錄 6-9	陵水湖食物網模式參數資料來源	312
表附錄 6-10	陵水湖食物網模式營養階層組成	313
表附錄 17-1	生殖腺切片製作流程	378
表附錄 17-2	生殖腺之發育及分期判別標準如下：	379

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

表附錄 19-1 太武山植物調查..... 383

表附錄 19-2 2018 年 4~10 月太武山動物調查結果 386

圖次

圖 1-1	研究地點分布圖.....	2
圖 2-1	慈湖測站位置圖.....	17
圖 2-2	陵水湖測站位置圖.....	17
圖 2-3	蘭湖水庫測站位置圖.....	18
圖 2-4	瓊林水庫測站位置圖.....	18
圖 2-5	擎天水庫測站位置圖.....	19
圖 2-6	慈湖食物網模式範圍.....	41
圖 2-7	陵水湖食物網模式範圍.....	41
圖 3-1	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站磷酸鹽濃度	58
圖 3-2	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站硝酸鹽濃度	58
圖 3-3	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站銨鹽濃度	59
圖 3-4	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站葉綠素 <i>a</i> 濃度	59
圖 3-5	2017~2018 年防潮閘門每月開啟日數	60
圖 3-6	2017~2018 年防潮閘門每月平均開啟高度	60
圖 3-7	2016~2018 年慈湖西區溶解性無機氮、鹽度與兩週累計雨量	61
圖 3-8	2016~2018 年慈湖中區溶解性無機氮、鹽度與兩週累計雨量	61
圖 3-9	2016~2018 年慈湖 C5 測站溶解性無機氮、鹽度與兩週累計雨量	62
圖 3-10	2016~2018 年慈湖 C7 測站溶解性無機氮、鹽度與兩 2 週累計雨量	62

圖 3-11	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站磷酸鹽	63
圖 3-12	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站硝酸鹽	63
圖 3-13	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站銨鹽	64
圖 3-14	2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖葉綠素 <i>a</i> 濃度	64
圖 3-15	2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫總磷濃度	65
圖 3-16	2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫葉綠素 <i>a</i> 濃度	65
圖 3-17	2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫透明度	66
圖 3-18	2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫卡爾森指數	66
圖 3-19	2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫總磷濃度	67
圖 3-20	2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫葉綠素 <i>a</i> 濃度	67
圖 3-21	2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫透明度	68
圖 3-22	2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫卡爾森指數	68
圖 3-23	2009/10/29 慈湖衛星航照圖	77
圖 3-24	2013/3/16 慈湖衛星航照圖	77
圖 3-25	2016/7/23 慈湖衛星航照圖	77
圖 3-26	慈湖等深線圖。本圖以水面高程 0.96 m 為基準繪製	78
圖 3-27	慈湖平均水深變化.....	78
圖 3-28	2016 年慈湖水文收支模式($R_p=1$).....	79
圖 3-29	2017 年慈湖水文收支模式($R_p=1$).....	79

圖 3-30	2017 年慈湖水文收支模式($R_p=1$).....	80
圖 3-31	慈湖流向圖.....	81
圖 3-32	陵水湖平均水深變化.....	82
圖 3-33	2016 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$).....	82
圖 3-34	2017 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$).....	83
圖 3-35	2018 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$)	83
圖 3-36	2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質粒徑中值	84
圖 3-37	2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質粉泥黏土含量	84
圖 3-38	2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質篩選係數	85
圖 3-39	2016 年 9 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站氧化還原電位	85
圖 3-40	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站底質葉綠素 <i>a</i> 濃度.....	86
圖 3-41	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站底質有機質.....	86
圖 3-42	慈湖植物樣區位置.....	98
圖 3-43	陵水湖植物樣區位置.....	98
圖 3-44	慈湖植物矩陣群團分析.....	99
圖 3-45	陵水湖植物矩陣群團分析	100
圖 3-46	2017 年 2 月至 2018 年 1 月陵水湖第 4 池水生植物生物量	101
圖 3-47	2017 年 2 月至 2018 年 1 月陵水湖第 4 池水生植物生產量	101
圖 3-48	水燭分解曲線.....	102

圖 3-49	蘆葦分解曲線.....	102
圖 3-50	鋪地黍分解曲線.....	103
圖 3-51	陵水湖第 4 池水生植物生物量於不同早期長度情境模擬.....	103
圖 3-52	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站浮游藻屬豐度.....	104
圖 3-53	2017 年 2~11 月慈湖浮游藻屬歸群分析.....	104
圖 3-54	2017 年 3~11 月陵水湖各測站浮游藻屬豐度.....	105
圖 3-55	2017 年 3~11 月陵水湖浮游藻屬歸群分析.....	105
圖 3-56	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量.....	106
圖 3-57	2016 年 3~12 月慈湖 C1~C8 測站魚類個體數.....	122
圖 3-58	2016 年 3~12 月慈湖魚類歸群分析.....	122
圖 3-59	2016 年 3~12 月陵水湖各測站魚類個體數.....	123
圖 3-60	2016 年 3~12 月陵水湖魚類歸群分析.....	123
圖 3-61	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站螺貝類豐度.....	124
圖 3-62	2016 年 3 月至 2018 年 4 月慈湖螺貝類歸群分析.....	125
圖 3-63	2016 年 3~12 月陵水湖各測站螺貝類個體數.....	126
圖 3-64	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站蝦蟹類個體數.....	126
圖 3-65	2017 年 2~11 月慈湖蝦蟹類歸群分析.....	127
圖 3-66	2017 年 3~11 月陵水湖各測站蝦蟹類個體數.....	127
圖 3-67	2017 年 3~11 月陵水湖蝦蟹類歸群分析.....	128

圖 3-68	2017 年 2~11 月 C1~C8 測站慈湖多毛類豐度.....	128
圖 3-69	2017 年 2~11 月慈湖多毛類歸群分析.....	129
圖 3-70	2017 年 3~11 月陵水湖各測站水棲昆蟲豐度	129
圖 3-71	2017 年 3~11 月陵水湖水棲昆蟲歸群分析	130
圖 3-72	2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站浮游動物豐度.....	130
圖 3-73	2017 年 2~11 月慈湖浮游動物歸群分析.....	131
圖 3-74	2017 年 3~11 月陵水湖各測站浮游動物豐度	131
圖 3-75	2017 年 3~11 月陵水湖浮游動物歸群分析	132
圖 3-76	2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站菲律賓簾蛤豐度	132
圖 3-77	2016 年 4 月至 2017 年 3 月慈湖菲律賓簾蛤蛤肥滿度指數	133
圖 3-78	2016 年 4 月至 2017 年 4 月慈湖菲律賓簾蛤殼長頻度分布	133
圖 3-79	菲律賓簾蛤殼長-濕重曲線.....	134
圖 3-80	慈湖經濟性貝類於不同採捕強度情境下之相對生物量變化	134
圖 3-81	慈湖菲律賓簾蛤於不同採捕強度下之相對生物量變化	135
圖 3-82	慈湖不同採捕強度下之漁業採捕量變化	135
圖 3-83	慈湖鳥類調查區段.....	140
圖 3-84	2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類覓食行為分布圖	140
圖 3-85	2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類休息行為分布圖	141
圖 3-86	2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外雁鴨科鳥類個體數與水深	141

圖 3-87	2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外鷺科鳥類個體數與水深	142
圖 3-88	2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外鵲科鳥類個體數與水深	142
圖 3-89	陵水湖鳥類調查區段.....	143
圖 3-90	2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類覓食行為分布圖	143
圖 3-91	2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類休息行為分布圖	144
圖 3-92	蘭湖水庫鳥類調查區段.....	144
圖 3-93	瓊林水庫鳥類調查區段.....	145
圖 3-94	擎天水庫鳥類調查區段.....	145
圖 3-92	慈湖土地利用調查.....	149
圖 3-93	陵水湖土地利用調查.....	149
圖 3-94	蘭湖水庫土地利用調查.....	150
圖 3-95	瓊林水庫土地利用調查.....	150
圖 3-96	擎天水庫土地利用調查.....	151
圖 3-97	2016 年春季至冬季慈湖基礎生產量	157
圖 3-98	2016 年春季至冬季慈湖系統呼吸量	157
圖 3-99	2016 年春季至冬季慈湖淨系統生產量	158
圖 3-100	2016 年春季至冬季陵水湖基礎生產量	158
圖 3-101	2016 年春季至冬季陵水湖系統呼吸量	159
圖 3-102	2016 年春季至冬季陵水湖淨系統生產量	159

圖 3-103	慈湖生態系統能流圖.....	160
圖 3-104	慈湖之 Lindeman 營養階層物質傳輸模式.....	161
圖 3-105	慈湖綜合營養衝擊分析.....	162
圖 3-106	慈湖關鍵指數分析.....	163
圖 3-107	陵水湖生態系統能流圖.....	164
圖 3-108	陵水湖之 Lindeman 營養階層物質傳輸模式.....	165
圖 3-109	陵水湖綜合營養衝擊分析	166
圖 3-110	慈湖關鍵指數分析.....	167
圖附錄 3-1	2010~2015 年陵水湖航照圖	234
圖附錄 3-2	陵水湖空拍圖.....	235
圖附錄 3-3	2017 年 5 月陵水湖第 1~3 池空拍圖	236
圖附錄 6-1	2016 年春季慈湖 1 日溶氧變化	314
圖附錄 6-2	2016 年夏季慈湖 1 日溶氧變化	314
圖附錄 6-3	2016 年秋季慈湖 1 日溶氧變化	315
圖附錄 6-4	2016 年冬季慈湖 1 日溶氧變化	315
圖附錄 6-5	2016 年春季陵水湖 1 日溶氧變化	316
圖附錄 6-6	2016 年夏季陵水湖 1 日溶氧變化	316
圖附錄 6-7	2016 年秋季陵水湖 1 日溶氧變化	317
圖附錄 6-8	2016 年冬季陵水湖 1 日溶氧變化	317

摘要

關鍵詞：優養化、生態系統代謝、生態系食物網模式

一、研究緣起

金門地區生物資源豐沛，慈湖與陵水湖均為生物棲息之重要濕地，而蘭湖、瓊林、擎天水庫則為生物遷徙活動之重要連結點。然而，過去研究多著重於鳥類、水獺或植物等自然資源調查，較少以生態系觀點針對水域棲地及水生生物做統合性分析，更遑論周邊人類利用方式與濕地關聯性之探討。因此，為瞭解影響各濕地生態系之重要因子，本研究將以生態系角度探討各濕地之棲地環境現況。除了生物與環境之相互關係外，更融入周遭土地利用現況及人為活動調查，以探討人類影響這些濕地生態系之生物多樣性與功能，藉由改善不當之利用行為，達成濕地生態系之明智利用與永續。

二、研究方法及過程

本研究於 2016~2018 年間執行慈湖與陵水湖之水質、水文、基礎生產者、水生動物、鳥類、土地利用等調查工作。蘭湖、瓊林、擎天水庫之水質、鳥類及土地利用等項目之野外調查已於 2016 年完成，自 2017 年起以資料分析工作為主。綜合上述環境因子與生物量化資料，本研究於 3 年計畫中逐步提出棲地改善建議，並在今年建構生態系食物網模式以提出完整之經營管理方案。

三、重要發現

(一)慈湖生態系

慈湖東側營養鹽與藻類豐富，且因溝渠輸入之有機物質，使此區聚集許多蝦蟹與魚類；而淺水深則使水鳥類時常於此覓食、休息。然而，此區底質泥濘、厭氧且水體交換不良，使二枚貝不易生存，且於冬末春初常有大量綠藻覆蓋湖面。相對而言，慈湖西側因鄰近水閘門，故常發現可隨潮汐進入之魚類；而水體流動強及底質含砂量高等因素，則使螺貝類資源豐富。在慈湖食物網中，水獺與肉食性鳥類對其獵物之影響力甚強，為影響食物網結構之關鍵物種。在環境面上，慈湖東側之營養雖蘊含許多水生動物資源，

卻同時造成優養化問題。金管處於 2017 年 1 月起操作防潮閘門以改善水質，結果顯示，此操作不僅增強慈湖對污染之緩衝能力，亦改善底質厭氧程度並提升螺貝類多樣性。

(二)陵水湖

相對於東側之第 4 池而言，第 1、2、3 池之營養豐富，基礎生產力高，故魚蝦數量較多。其中，第 2、3 池因屏蔽性佳，為雁鴨科、鸕鶿科、秧雞科與鷺科等鳥類之覓食場所，而 I 級保育類之金龜則亦多分布於第 2 池。在陵水湖食物網中，肉食性鳥類對魚類之掠食壓力甚強，使其成為此生態系之關鍵物種。

陵水湖第 4 池因水生植物密布而有陸化疑慮。調查顯示，深水處之水生植物僅在嚴重乾旱時出現；但東側淺水處卻長期分布水燭、蘆葦、鋪地黍等植物。本研究認為每逢嚴重乾旱均有利於水生植物擴張，故於衛星與航照影像可見 2003~2016 年期間東側水生植物持續朝西南側延伸。但約於 2016 年 10 月後，由於金管處在第 4 池之 2 處水門放置之不鏽鋼擋板有效控制水位，抑制水生植物生長，故迄今陵水湖第 4 池之陸化速度已趨緩，並維持 26% 之水生植物覆蓋率。

(三)蘭湖、瓊林、擎天水庫

蘭湖、瓊林、擎天水庫均屬優養水域。在蘭湖水庫，總磷多隨雨水進入水體，故雨季時水質較差，而 2017 年雨水不豐即可見其水質大幅改善，建議應設法降低入流水之營養濃度。擎天水庫之總磷濃度在早期高於雨期，顯示降雨稀釋影響大於營養輸入，可見水庫中蓄積之總磷為優養化之主因，建議可適度清除累積底泥。瓊林水庫因水位過淺，缺乏稀釋能力，導致水體優養化最嚴重，建議亦應設法降低入流水之營養濃度。

四、主要建議事項

建議一：立即可行建議—菲律賓簾蛤採捕管理計畫研擬及相關措施

主辦單位：金門國家公園管理處

本研究草擬「菲律賓簾蛤採捕管理計畫草案」，並呈現部分條例如下：

1. 每年以菲律賓簾蛤生殖季之 9~11 月為禁捕期。

2. 採捕之菲律賓簾蛤需為已具生殖力之個體，同時考量現場操作之便利性，實際以 31.5 mm 以上之菲律賓簾蛤個體為開放採捕殼長。
3. 若於 C1、C2 監測站所得之年平均菲律賓簾蛤生物量低於 35.6~56.9 g WW m⁻²，金管處得立即停止當年度之採捕季，以確保菲律賓簾蛤族群可維持資源永續利用所需之最小族群量。

建議二：立即可行建議—陵水湖第 4 池陸化狀態監測

主辦單位：金門國家公園管理處

雖然目前陵水湖第 4 池之水生植物在水位之控制下(平均水深多於 40 cm)，已無明顯擴張傾向，但若當水深長期(>3 個月)低於此值，仍應密切注意植生擴散與否。此外，本研究建議金管處可以航拍器每月監測第 4 池中各水生植物之覆蓋比例，並利用長石粉標記法量化沉積物之累積速率(厚度)；此外，亦須每月監測水位以瞭解陵水湖水生植物擴張、累積與水位之關係，進而作為濕地生態研究之重要參考資料。

建議三：中長期可行建議—蘭湖、擎天與瓊林水庫水質改善計畫(建議成果報告提供金門縣自來水廠以供蘭湖、擎天與瓊林水庫參考)

主辦單位：金門縣自來水廠

在蘭湖水庫，總磷多隨雨水進入水體，使雨季時水質較差，故建議應設法降低入流水之營養濃度。然而，擎天水庫之總磷濃度卻於旱季較高，顯示水庫中蓄積之總磷為優養化之主因，故建議可適度清除底部淤泥。瓊林水庫因水位過淺，缺乏稀釋能力，導致水體優養化最嚴重，建議亦應設法降低入流水之營養濃度。

建議四：中長期可行建議－慈湖生物多樣性維護

主辦單位：金門國家公園管理處

本研究認為在未來慈湖之水質管理上，應由污染源削減(C7 測站上游)為主，防潮閘門操作為輔著手改善優養化問題；其成效則可由每年之大型藻類覆蓋率或底棲微藻生物量量化之。而為瞭解慈湖水質改善對生物多樣性之影響，則應每 3~5 年執行水生動物與水鳥監測，並探討其關聯性。此外，慈湖周邊廢棄魚塭為金龜、唐水蛇及水鳥等生物之重要棲地，應另案執行此區之環境與生態調查，以瞭解棲地利用概況及劣化與否。

建議五：中長期可行建議－陵水湖生物多樣性維護

主辦單位：金門國家公園管理處

本研究調查成果顯示，陵水湖第 1~3 池因藻類、營養累積而水質不佳，故建議可於雨季調整水門高度以儘可能促進水體流動；第 4 池水質較佳，但在低水位(水深< 40 cm)下水生植物將快速擴張，故應以維持水位高於 40 cm 為首要目標。在各池之間，第 2 池為 I 級保育類金龜之主要棲地，故在久旱未雨之狀態下，應以維持此池水深為優先，以避免金龜棲地喪失。

Abstract

Keywords: eutrophication, water budget, ecosystem metabolism, ecosystem trophic model

1. Introduction

Ci Lake and Lingshui Lake are important habitats for many organisms, and reservoirs were connecting points between several important wetlands. There were some researches quantifying biological resources such as plants, birds and otters in Kinmen, but much less focusing on the relationships between wetlands and human impacts. In recent years, the water quality reports revealed that nutrient and sediment input are causing habitat degradation at Ci Lake and Lingshui Lake.

2. Research methods

In order to clarify the source of pollution, water quality, hydrological parameters and land use in Ci Lake and Lingshui Lake were determined every three months during 2016-2018. Besides, survey of plants, birds, fish, benthic invertebrates, and ecosystem metabolism were conducted to examine the structure and functioning of these ecosystems. Reservoir water was associated with human health, so we also evaluated the water quality at and land use around Lan-Hu Reservoir, Joani-Lin Reservoir, and Qing-Tian Reservoir.

3. Important results

(1) Ci Lake

Water quality in the Ci Lake became worse due to agriculture, husbandry and domestic sewage, especially at the eastern side. These polluted water also led to sediment deposition, and resulted in lower mollusk's diversity. However, crabs and small fish were attracted by the rich organic matter, and then were the food resources for birds. In contrast, better water quality and sandy substrate at the western side led to more species richness of mollusks. The trophic model of the Ci Lake shows that otters and carnivorous birds were the keystone

species and deserve conservation in the Ci Lake. Kinmen National Park Headquarters started to adjust the floodgate to improve the water exchange in the Ci Lake since 2017. As a result, the water quality in the western side of the Ci Lake has been improved, and the sediment condition and diversity of mollusks in the middle of the Ci Lake have been improved.

(2) Lingshui Lake

Higher nutrient concentrations increased primary production in the inner, middle and outer pond (L3, L5, L7), and resulted in more abundance of fish and shrimp. Among these sites, the middle and outer ponds were important foraging sites for waterfowl, due to better shielding. The trophic model indicated carnivorous birds were the keystone species in the Lingshui Lake.

The terrestrialization of the eastern pond (L4) of the Lingshui Lake is now in question. According to our research, the aquatic plants near the deep water region only grew during the draught, yet the vegetations such as narrowleaf cat-tail, common reed and torpedograss are long-term inhabitants near the shallow water in the eastern side of the lake. We consider the occasional draught is the cause for the coverage expansion of aquatic plants. The image from 2003 to 2016 shows extensive growth of aquatic plants in the east side have been spreading toward the side of west-south. However, around October 2016, KNPH set a steel baffle at two watergates which effectively moderating water level and preventing aquatic plants expansion, therefore the coverage maintains at 26%.

(3) Reservoirs

The Lan-Hu Reservoir, Joani-Lin Reservoir and Qing-Tian Reservoir are all eutrophic systems. The water quality of the Lanhu Reservoir became worse during the wet season because the total phosphorus runs off to the reservoir with rainfall; and then the water quality was much improved in 2017 due to less precipitation during the wet season. This suggests that the runoff needs to be treated before flowing into the reservoir. Total phosphorus

concentration in the Qingtian Reservoir was higher in the dry season than in the wet season, showing that dilution by rainfall was stronger than nutrient inputs. This suggests dredging is needed to reduce the eutrophication as soil phosphorus in reservoir was the main cause of eutrophication. About the Joanilin Reservoir, the very shallow water cannot afford to dilute the nutrient runoff. This suggests that the runoff needs to be treated before flowing into the reservoir as well.

4. Suggestions

(1) Results of this project show that the suitable catchable size of *Ruditapes philippinarum* is 31.1 mm of shell length, and no catch period for the reproductive period during September to November. If the averaged biomass of *R. philippinarum* is lower than 35.6~56.9 g WW m⁻², KNPH has the authority to immediately stop the fishing to maintain sustainable use of the natural resources.

(2) Though aquatic plants expansion were controlled by water depth (>40 cm) at the eastern pond of Lingshui Lake, a long-term monitoring on coverage of aquatic plants is required. Furthermore, the project suggests a consistent monitoring of water level and aquatic plant coverage in order to further understanding of the relating factors contributing to the terrestrialization of the Lingshui Lake.

(3) It is suggested that reduction of nutrient concentration of the inflow from the Lan-Hu Reservoir is necessary because total phosphorus would enter the waterbody during the rain season. Nevertheless, the Qingtian Reservoir yet has the higher concentration of total phosphorus in the dry season indicating the accumulation of phosphorus in the reservoir.

(4) We suggested that nutrient reduced from C7 station and floodgate treatment should be continued to avoid eutrophication. The effectiveness of these operation can be quantified by benthic algae biomass or macroalgae coverage. In order to realized the impact on ecosystem, aquatic organism and waterfowl monitor should be conducted every 3~5 years. Besides, the

fishing ponds around Ci Lake was the important habitats for *Mauremys reevesii*, *Enhydris chinensis* and waterfowls, thus environment and ecological survey should be conducted to understand the utilization of these area.

(5) Water quality was poor in 1st~3rd pond due to algae and nutrient accumulation in Lingshui Lake, so it was recommended to promote water flow by gate between each pond. In contrast, water depth at 4th pond should be deeper than 40 cm to avoid aquatic plants expansion.

Among these ponds, 2nd pond was most important because of *M. reevesii*, therefore, the water depth of this pond should be maintained during drought to avoid habitats loss.

第一章 緒 論

第一節、研究緣起與背景

壹、研究緣起

金門地區四面環海，陸域部分湖泊及池塘眾多，屬濕地之棲地類型占金門野生動植物棲地比率頗高，歷年之研究成果均指出金門濕地之自然生態資源豐富。其中慈湖屬國家級重要濕地，陵水湖為烈嶼地區之重要濕地，而蘭湖、瓊林、擎天水庫位於金門中央地帶，作為生物遷徙活動之重要連結點。但過去研究多著重於鳥類、水獺或植物方面調查，較少以生態系觀點針對各水域之棲地環境及水生生物做一統合性分析，更遑論探討周邊人類利用方式與濕地之關聯性。

為整體性瞭解各濕地生態系，本研究以生態系角度探討各濕地之棲地環境現況。調查項目包含水文及水質現況等棲地環境因子，及基礎生產者、水生動物組成、鳥類棲地利用等生物因子；除了生物與環境之相互關係外，更融入周遭土地利用現況及人為活動調查，以釐清人類在此生態系所扮演之角色，是否可支持濕地生態系之永續，或是否有不當利用須改善之行為。

本研究在以文獻蒐集、現地調查建構濕地生態系後，最終提出慈湖、陵水湖、蘭湖、瓊林、擎天水庫之棲地與水質改善建議，並規劃合適之經營管理及公私部門協力策略，加強在地夥伴關係，維護濕地之生物多樣性。簡言之，本研究主旨為：

1. 整合慈湖及陵水湖之生物資源、環境影響因子及人為活動現況等資料，以生態系統尺度評估兩棲地之改善方式。
2. 整合蘭湖、瓊林及擎天水庫之水質及人為活動現況，評估水質改善之建議。

貳、研究背景

金門為一大陸型島嶼，除了烈嶼外，尚有大膽、二膽、東碇、北碇等島嶼，鄰近中國九龍江口的廈門灣，具有廣大之沿海濕地及豐富之生物資源。沿海濕地位於陸地與海洋交會處，提供多樣性棲地予生物生存繁衍。除了沿海濕地外，由於金門降雨量少，水資源保存不易，使各聚落幾乎都有自己的埤塘，為聚落生活中心，過去駐軍時期亦興建多個湖庫等水利設施，以至於金門地區湖泊、埤塘型濕地遍布。2016~2018 年期間，本研究陸續提出慈湖與陵水湖之棲地、水質改善建議，並於此次報告探討其改善成效，最終提出整體棲地及生物資源之維護辦法。研究地點分布圖如圖 1-1，實際執行範圍詳見「第 2 章、執行方法及過程」，各研究地點概況如下：



圖 1-1 研究地點分布圖

資料來源：Google Earth

一、慈湖

慈湖位於金門本島西北角金寧鄉，屬於國家公園範圍內之特別景觀區。原為雙鯉湖逕流注海之海灣，於 1969 年因軍事目的築堤而形成今日之瀉湖地形。慈堤長 550 m，

南端設有一水閘門與海相通，故慈湖屬於半淡鹹水濕地；但因閘門通道極窄，使潮汐漲退對慈湖水位之影響甚微。慈湖東側養殖魚塭遍布，並有兩條水道接引地表水流入湖中，分別連接於雙鯉湖與養殖水渠，為主要之淡水來源。堤外為慈堤外海，為泥灘及沙灘之混合底質，底棲生物數量多，吸引許多水鳥覓食；堤內慈湖除為鳥類覓食重要地點外，周邊森林亦提供鳥類之重要棲息地，如北側之木麻黃林，每年10月至隔年4月均有大量鷗鷺於此度冬(莊西進與周志強，2006)，可見其棲地重要性。

二、陵水湖

陵水湖位於烈嶼鄉西南側之上庫與上林村之間，原為海埔窪地，漲潮時會淹沒田地成災，1961年由駐軍築2道分水堤，將湖分割為3池，主要用途為軍事防禦及水利灌溉。另外東側亦有一相連通之池塘，此4池合稱陵水湖內湖(第1、2、3、4池)，北側水塘則以外湖稱之。陵水湖外湖有溝渠與外海相通，但因各池之高程差異使其受海水影響程度不一。與西湖(亦可歸類於瀉湖地形)因鄰近海邊潮間帶，為許多水鳥覓食之地點，也成為重要鳥類棲息地。

三、蘭湖水庫

蘭湖水庫位於金湖鎮，建於1968年8月，屬天然積水，集水區面積120.39 ha，滿水位面積5.4 ha，滿水位高程27.5 m，設計容量 $3.7 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，有效容量 $2.9 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。庫內曾記錄羅漢魚(*Pseudorasbora parva*)、極樂吻鰕虎(*Rhinogobius giurinus*)及鯽魚(*Carassius auratus*)等魚類(陳義雄，2001)。蘭湖水庫2013~2015年之平均溶氧為 10.6 mg L^{-1} (介於 $6.6\sim 15.9 \text{ mg L}^{-1}$)；懸浮固體為 12.1 mg L^{-1} (介於 $7.6\sim 16.5 \text{ mg L}^{-1}$)；化學需氧量為 41.0 mg L^{-1} (介於 $30.5\sim 62.8 \text{ mg L}^{-1}$)；卡爾森指數為67.8(介於61.0~71.0)。整體而言，蘭湖水庫水質呈現優養狀態。

四、瓊林水庫

瓊林水庫位於金湖鎮，建於1982年3月，屬瓊林溪集水區，集水區面積125.42 ha，滿水位面積9.9 ha，滿水位高程26.5 m，設計容量 $3.4 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，有效容量 $2.9 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。瓊林水庫2008~2010年之溶氧為 9.7 mg L^{-1} (介於 $7.1\sim 12.2 \text{ mg L}^{-1}$)；懸浮固體為 48.7 mg

L^{-1} (介於 20.5~144.0 $mg L^{-1}$)，監測數據頗高；化學需氧量為 59.7 $mg L^{-1}$ (介於 15.3~107.0 $mg L^{-1}$)；總有機碳濃度為 17.1 $mg L^{-1}$ (介於 4.2~33.0 $mg L^{-1}$)。整體而言，瓊林水庫為金門各水庫中水質狀況最差者(技佳工程顧問有限公司，2011)。

五、擎天水庫

擎天水庫位於大武山西北山麓，建於 1969 年 2 月，屬於軍管區湖庫。水源來自於金沙溪上游，集水區面積 146.14 ha，滿水位面積 3.9 ha，滿水位高程 31.06 m，設計容量 $2.5 \times 10^5 m^3$ ，有效容量 $2.3 \times 10^5 m^3$ 。可能之營養來源為大武山公墓之排水及邊坡之零星逕流(黃生，2007)。擎天水庫 2008~2010 年之溶氧為 9.5 $mg L^{-1}$ (介於 6.0~12.4 $mg L^{-1}$)；懸浮固體平均值為 7.5 $mg L^{-1}$ (介於 5.0~13.5 $mg L^{-1}$)；化學需氧量為 21.1 $mg L^{-1}$ (介於 10.0~34.2 $mg L^{-1}$)；有機氮濃度為 6.7 $mg L^{-1}$ (介於 4.9~10.6 $mg L^{-1}$)。整體而言，擎天水庫之水質狀況為金門各水庫中最佳者(技佳工程顧問有限公司，2011)。

第二節、相關研究

壹、水質

在水質方面，黃生等人(2007)指出金門地區的湖泊導電度極高，顯示污染普遍且嚴重。造成水體高導電度之可能原因包含大氣沉降、人為污水排放及集水區土壤釋出等。其中，慈湖與陵水湖皆受海水潮汐影響，故其導電度偏高應為海水流入所致，並不能代表水體遭受污染。然而，孟培傑(2002)之水質檢測結果中，慈湖與陵水湖之營養鹽、葉綠素 *a* 濃度及濁度均呈偏高狀態，且卡爾森指數亦高於 50，可見兩湖泊均屬於優養水質。在鋅、鉛、鉻、銅、汞等重金屬濃度方面，則未發現超出環保署水質標準之案例。胡惠宇(2012)整合 2002~2012 年之環保署水質資料顯示，金門縣各水庫(太湖、田浦、金沙、榮湖、瓊林、山西、陽明湖、擎天、西湖、菱湖、蓮湖)均呈優養狀態，其中以瓊林水庫之懸浮固體、銨根及總磷濃度不符合水質標準之機率最高；擎天水庫之水質則相對優良，其銨根濃度與化學需氧量偏低，但總有機碳仍有過高之情形。此外，各湖泊硫酸根含量甚高，但因為鹽基陽離子含量亦高，故短期內沒有酸化的危機。

貳、水文

營養鹽是基礎生產者成長所需之重要元素，適度的營養使水生植物生生不息，但過量的營養卻導致藻類過度繁殖，衍生優養化問題。人為活動產出之污水常增加濕地的營養鹽輸入，而水量收支則會影響濕地生態整體的營養鹽變化(洪佩瑩，2001)。慈湖與陵水湖均有地表水藉由溝渠排入湖中，而綜合地下水流量、降雨量、蒸發量等水文項目即可建立湖水之收支平衡模式。但由於慈湖為海灣築堤而成，慈堤最南端設有水閘門與外海相通，使潮汐作用帶動海水進行水體交換，故尚需配合鹽收支模式方可估算海水交換量。上述之收支模式均屬於保守性物質的盒子模式(box model)，而利用此模式不僅可估算水體停留時間，亦可用於非保守性物質如 C、N、P 之通量計算(郭芳旭，2000)。洪佩瑩(2001)即利用盒子模式估算大鵬灣之海水交換量與停留時間，而其估算結果顯示大鵬灣因停留時間長達 10.6 天，高於七股瀉湖 4.8 天，使其棲地品質劣於七股瀉湖。

參、植物

根據王鑫等人(1994)之調查成果，可將金門植被分為 12 種類型。若依其性質，可以區分成屬於自然植群的海岸植群(包括白茅-鹽地鼠尾粟型、濱刺麥-白茅型、牡荊-朴樹型、海桐-鹽膚木型、鋪地黍-紅梅消型、茵陳蒿-鯽魚膽型等 6 型)和山地植群(包括小葉赤楠-山相思(車桑子)型、萱-俄氏胡頹子型、潺槁樹-朴樹型、薜荔-雀梅藤呂勝由型等 4 型)，以及銀合歡造林地(銀合歡-槭葉牽牛型、馬櫻丹-銀合歡型 2 型)。楊遠波與呂勝由(1997)、楊遠波等人(1998)則將金門現況植被區分成海邊、平原-山地兩區，並各具 4 大類型植群，每 1 類群包含數種不同的植物群落(表 1-1)。金門植物誌(2011)指出，金門地區原生及馴化之維管束植物共有 820 種，包含蕨類 52 種，裸子植物 1 種，雙子葉植物 529 種，單子葉植物 238 種，其中馴化引進之種類約占 15.4%，顯示此地受人為干擾甚為嚴重。從水生植物帶的多樣性可以看出，金門地區的濕地環境十分發達。此外，森林部分主要是造林樹種及部分原生種類所組成，顯示土壤種子庫逐漸復甦的趨勢。

肆、水生生物

陳義雄等人(2001)在金門 12 個水系之魚類調查共記錄淡水及河口魚類 25 科 39 屬 47 種，其中初級淡水魚有 7 科 11 屬 11 種，包含鯽(*Carassius auratus*)、鯉(*Cyprinus carpio*)、羅漢魚(*Pseudorasbora parva*)、斯奈德小鰾(*Puntius snyderi*)、大鱗梅氏鰱(*Metzia mesembrinum*)、泥鰱(*Misgurnus anguillicaudatus*)、食蚊魚(*Gambusia affinis*)、黃鱔(*Monopterus albus*)、黏皮鰻鰕虎(*Mugilogobius myxodermus*)、蓋斑鬥魚(*Macropodus opercularis*)、斑鱧(*Channa maculate*)及吳郭魚(*Cichlidae* spp.)等，其中大鱗梅氏鰱已自臺灣本島絕跡，僅存於金門水系，並經行政院農委會於 2009 年公告為「其他應予保育之野生動物」。

邱郁文(2015)在 2013~2015 年之慈湖魚類及底棲動物調查，共記錄到 13 科 28 種魚類，包含窩斑鰱(*Konosirus punctatus*)、前鱗龜鰻(*Chelon affinis*)、綠背龜鰻(*Chelon subviridis*)、鰻(*Mugil cephalus*)、布魯雙邊魚(*Ambassis buruensis*)、大棘雙邊魚(*Ambassis macracanthus*)、日本花鱸(*Lateolabrax japonicus*)、項斑項鰻(*Nuchequula nuchalis*)、勒氏

笛鯛(*Lutjanus russellii*)、斑雞魚(*Pomadasy maculatus*)、黃鰭棘鯛(*Acanthopagrus latus*)、黑棘鯛(*Acanthopagrus schlegelii*)、臺灣棘鯛(*Acanthopagrus taiwanensis*)、平鯛(*Rhabdosargus sarba*)、四帶牙鰱(*Pelates quadrilineatus*)、花身鰱(*Terapon jarbua*)、尼羅口孵非鯽(*Oreochromis niloticus*)、吉利非鰱(*Tilapia zillii*)、中華烏塘鱧(*Bostrychus sinensis*)、斑尾刺鰕虎(*Acanthogobius ommaturus*)、點帶叉舌鰕虎(*Glossogobius olivaceus*)、彈塗魚(*Periophthalmus modestus*)、雙眼斑砂鰕虎(*Psammogobius biocellatus*)、髭縞鰕虎(*Tridentiger barbatus*)、雙帶縞鰕虎(*Tridentiger bifasciatus*)、褐臭肚魚(*Siganus fuscescens*)、中華單棘魨(*Monacanthus chinensis*)等河口魚類，並以斑尾刺鰕虎為最優勢物種。該研究綜合陳義雄等人(2001)之魚類調查，顯示慈湖目前記錄之魚類已累積達21科41種。慈湖底棲動物調查共發現16科32種螺貝類，包含海蜷螺科、錐蜷科、山椒蝸牛科、粟螺科、織紋螺科、椎實螺科、縈螺科、天螺科、魁蛤科、雲母蛤科、纓蛤科、紫雲蛤科、曇蛤科、牡蠣科、簾蛤科及唱片蛤科，其中以海蜷螺科之鐵尖海蜷及燒酒海蜷最為優勢。

邱郁文(2013)指出，陵水湖共發現5科6種魚類，包含鯉、食蚊魚、尼羅口孵非鯽、諸氏鰕鰕虎(*Mugilogobius chulae*)、極樂吻鰕虎(*Rhinogobius giurinus*)及攀鱸(*Anabas testudineus*)。其中諸氏鰕鰕虎僅存於臺灣北部與金門前埔溪口；攀鱸則已於臺灣本島滅絕，可見陵水魚雖受外來種入侵嚴峻，但仍孕育部分罕見物種。底棲動物方面，曾記錄6科10種螺貝類，包含錐蜷科、網蜷科、椎實螺科、小椎實螺科、扁蜷科及圓口扁蜷科，並以小椎實螺較為常見。

金門島嶼鄰近中國福建省九龍江口，杜建國等人(2012)之研究於九龍江口共記錄魚類22科35種，其中以中華海鯰(*Arius sinensis*)、鳳鱗(*Coilia mystus*)、紅狼牙鰕虎魚(*Odontamblyopus rubicundus*)及叫姑魚(*Johnius grypotus*)較為優勢。常國芳(2013)則於九龍江口記錄魚類63科169種，其中以鱸形目占有比例最高。周時強(2001)之研究表示，福建沿海潮間帶之常見大型底棲生物包含亞熱帶、熱帶暖水性種類，如緣管澁苔(*Ulva linza*)、亨氏馬尾藻(*Sargassum henslowianum*)、鐵釘菜(*Ishige okamurai*)、大蛇螺(*Serpulorbis imbricatus*)、珠螺(*Lunella coronata*)、棘刺牡蠣(*Saccostrea echinata*)、丹氏偏

口蛤(*Chama dunkeri*)、紫孔雀殼菜蛤(*Septifer virgatus*)、大駝石蟹(*Liolophura japonica*)、鱗笠藤壺(*Tetraclita squamosa*)、斯氏沙蟹(*Ocypode stimpsoni*)、萊氏異額蟹(*Anomalifrons lightana*)、大彈塗魚(*Boleophthalmus pectinirostris*)，以及廣溫、廣分布種類，包含不倒翁蟲(*Sternaspis scutata*)、全刺銳足沙蠶(*Nectoneanthes oxypoda*)、圍沙蠶(*Perinereis* spp.)、紅條毛膚石蟹(*Acanthochitona rubrolineata*)、花青螺(*Notoacmea schrenckii*)、齒紋蜆螺(*Neritina yoldi*)、珠帶擬蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)、僧帽牡蠣(*Saccostrea cucullata*)、竹蛭(*Solen strictus*)、白脊管藤壺(*Balanus albicostatus*)、弧邊招潮蟹(*Uca arcuata*)、日本大眼蟹(*Macrophthalmus japonicus*)、棘刺錨參(*Protankyra bidentata*)和卵圓血苔蟲(*Watersipora subovoidea*)等。此外，還有溫帶或冷溫帶之海藻，如許苔(*Ulva prolifera*)、腸石髮(*Ulva intestinalis*)和孔石蓴(*Ulva pertusa*)等。

伍、鳥類

金門在動物地理上，與印度、中南半島及中國華南等地同為東洋區，同時也位於東亞地區候鳥遷徙之途徑上，使其蘊含豐富之鳥類資源。金門與臺灣本島以海峽相隔，雖然緯度相當，但兩地鳥類相差異甚大。鳥類是金門最具特色的野生動物資源，舉凡鹹淡水濕地、潮間帶以及陸地田野、樹林、灌叢間，均可看到多樣且豐富的鳥類資源(金門國家公園網站)。迄今金門地區已被列入紀錄的鳥種約有 387 種，其中過境鳥占 34% 為最大宗，冬候鳥占 27% 次之，迷鳥占 19%，留鳥占 12%，夏候鳥占 4%(中華民國野鳥學會，2017)。許育誠與劉小如(2010)之金門全區鳥類普查指出，2010 年共記錄 44 科 158 種鳥類，在各種棲地類型間，以鹹水濕地及潮間帶發現之鳥類數量最高，而其中無論在種類數或數量方面，均以慈湖為記錄數量最高之地點，共發現 89 種鳥類。莊西進等人(2012)之監測顯示，2012 年於慈湖與陵水湖分別記錄 116 與 99 種鳥類，且以 1~4 月與 9~12 月為過境鳥類主要之停棲月份。

陸、生態系食物網模式

生態系食物網模式係指整合生態系中各生物類群營養交互作用之網絡分析方法。Ecopath with Ecosim (EwE)為近年來被廣泛使用的套裝軟體，可用於建構食物網模式並

探討生態系結構與功能。此軟體中 Ecopath 旨於建立食物網架構，其基礎建立於 Polovina (1984)發展的簡易模式，在結合 Ulanowicz (1986)的生態學理論後，至今已發展至版本 6.5。Ecopath 除了將複雜的食物網參數化、具體化外，更提供網絡分析(Network analysis)功能，清楚描繪食物網中的能量流向、流量、傳輸效率以及生物交互作用等生態功能。近年來，將 EwE 應用於漁業經營管理的研究陸續增加，諸多如休漁(Fouzai et al. 2012)、設置海洋保護區(Colléter et al. 2012)等漁業政策，均可運用 EwE 模擬未來成效。Morissette et al. (2010)則將 EwE 用於釐清海洋哺乳類與漁業間的衝突關係。此外，亦有部分研究著重於高階掠食者的保育、復育政策(Piroddi et al. 2011)等。現今國內亦有許多以 EwE 建構的生態系食物網模式，如淡水河口(Lin et al. 2007)、七股潟湖(Lin et al. 1999)與大鵬灣(Lin et al. 2006)等等。其中亦不乏探討人為因素對食物網影響之研究，例如(Lin et al. 2004)即曾以 EwE 探討核能發電廠排放之溫排水對國聖灣食物網之影響。

表 1-1 金門植物群落類型及其演替分析

植物群落	植物帶	演替初期	中期→近成熟期
濱海植物群落	水生植物帶	1.甘藻(草)型 2.單脈二藥藻(草)型 3.流蘇菜型 4.鋪地黍-細葉畫眉草型 5.蘆葦-鹽地鼠尾粟-裸花鹼蓬型	1.海茄苳型(泥灘地)
	草原植物帶(沙灘)	1.濱刺麥-白茅型 2.濱刺麥-鋪地黍型 3.白茅-鹽地鼠尾粟型	1.鋪地黍-五節芒-蘆竹型
	灌叢植物帶	1.白花苦林盤-馬櫻丹型 2.林投-蔓荊型(砂地) 3.羊角藤-雀梅藤型 4.海桐-宜梧型(岩石)	1.白花苦林盤-林投-蔓荊型 2.潺槁樹-海桐-宜梧型(砂地) 3.草海桐-凹葉柃木型(岩石) 4.潺槁樹-相思樹型(岩石)
	森林植物帶	1.相思樹型 2.相思樹-朴樹-潺槁樹型 3.朴樹-海桐型(砂地) 4.正榕型(岩石)	1.朴樹-潺槁樹型 2.朴樹-海桐型 3.正榕型
植物群落	植物帶	演替初期	中期→近成熟期
平原及丘陵植物群落	水生植物帶	1.蘆葦型 2.水燭型 3.布袋蓮型 4.滿江紅-紫萍型 5.紅辣蓼-李氏禾型 6.羊茅-鋪地黍型 7.聚藻型(河流) 8.荸薺-鋪地黍型 9.蘆竹型	1.蘆葦-水燭-滿江紅-紫萍型 2.紅辣蓼-李氏禾-羊茅-鋪地黍型 3.聚藻型
	草原植物帶	1.茵陳蒿-千里光型(砂土、耕地) 2.鋪地黍-紅莓消型(壤土、耕地) 3.白茅-蘆竹型	
	灌叢植物帶	1.胡頹子-雀梅藤型 2.小葉赤楠-白背木薑子型(岩石) 3.糯米條-桃金娘型(岩石) 4.黃荊-菱葉捕魚木型(平原地區)	1.小葉赤楠-白背木薑子型 2.凹葉柃木-山黃梔型(岩石)

森林 植物帶	1.馬尾松-相思樹型(岩石) 2.正榕-相思樹型(谷地) 3.海桐-鹽膚木型(向陽坡地) 4.相思樹-朴樹型(平原)	1.正榕-朴樹型(谷地) 2.朴樹-牡荊型(向陰坡地)
-----------	---------------------------------------------------------------------	--------------------------------

資料來源：楊遠波與呂勝由(1997)；楊遠波等人(1998)

第三節、課題與對策

壹、慈湖、陵水湖之水質劣化

慈湖之海水交換不佳，且周圍湖泊多為養殖魚塭、農田與住宅用地，雖部分城鎮污水經古寧頭污水處理廠淨化，但邱郁文(2015)指出慈湖北側與東側分別有磷酸鹽與化學需氧量(COD)過高之狀況。此外，其內陸區底質因厭氧發酵呈現黑色，且發出硫化氫臭味，均顯示慈湖東側已出現水質劣化問題。陵水湖缺乏近年之水質資料，但孟培傑(2002)之調查指出，陵水湖之卡爾森指數(CTSI)介於 58.0 至 85.5 間，顯示其屬於極度優養水域，亟需思考對策。因此，持續監測慈湖、陵水湖水質，探討其劣化根源，並提出可行之經營管理辦法為本研究之主要目標之一。人為活動(如污水排放)常是造成自然棲地劣化之主因，故本研究亦調查慈湖與陵水湖周遭之土地利用方式，並瞭解其關聯性。

貳、慈湖、陵水湖淤積陸化

慈湖為許多水鳥、魚類與底棲生物之重要棲地，且亦有瀕絕物種歐亞水獺之發現紀錄。然而，近年來湖中小島疑有擴大傾向，顯示慈湖可能正面臨陸化問題。一般而言，沿海湖泊淤積常與其入水流量及海水交換量等水文狀態息息相關，故本研究將建構慈湖之水文收支模式，並結合懸浮固體數據以瞭解其陸化程度。此外，同時亦調查慈湖周遭之土地利用與居民使用方式以釐清陸化主因。

陵水湖雖受外來種入侵嚴重，但近年來卻發現已於臺灣滅絕之攀鱸，可見其棲地重要性。然而，在 2016 年陵水湖內湖區除最南側之第 1 池外，均覆蓋一定面積之水生植物，其中又以東側之第 4 池最為嚴重。湖中水生植物多為水燭、布袋蓮、蘆葦與鋪地黍，每年植株枯萎留下之有機碎屑可能沉積於湖底，進而逐漸加劇陵水湖淤積陸化程度。因此，為避免陵水湖陸化造成棲地流失，本研究調查水生植物之種類並量化其覆蓋度、基礎生產量等數據，以供相關單位制定未來之經營管理對策。

參、慈湖菲律賓簾蛤採捕管理

慈湖蘊育豐富的水生動物，其中菲律賓簾蛤(*Ruditapes philippinarum*)為當地居民長

久利用之重要資源。在符合國家公園保育前提下，適度開放採捕並擬定合宜之管理規範不僅可維持慈湖菲律賓簾蛤族群之穩定發展，亦有利於當地居民之傳統漁業文化保存。因此，為兼顧資源保育與永續利用之願景，本研究調查慈湖菲律賓簾蛤族群量，並量測其外殼形質，以作為後續資料分析之基礎數據。此外，由於二枚貝之生殖腺位於內臟團中，故許多研究均將肥滿度指數(condition index, CI)作為貝類性腺成熟度之指標(台灣檢驗科技股份有限公司高雄分公司，2013)，因此本研究量亦測量菲律賓簾蛤之肥滿度指數，用以判斷其性成熟年齡。

肆、水庫水質管理

金門地區降雨集中，且河川流短，故於 1995 年起興建許多蓄水設施。然而，水庫水體量過少，使其對污染物質之稀釋能力相對較差。雖目前金門縣政府已於 2004 年完成太湖、榮湖、擎天、金城及東林水庫之污水處理廠設立及用戶接管工作(技佳工程顧問有限公司，2011)，但各水庫之水質仍未脫離優養狀態(行政院環保署環境資料庫)。其中，曾被論及水庫污染源者卻僅有太湖、榮湖及金沙水庫。因此，本研究於 2016 年進行蘭湖、瓊林及擎天水庫之水質調查工作，並自 2017 年起蒐集水庫監測數據，以探討其優養化主因。此外，金門水庫因戰地關係可能曾遭砲彈污染，故本研究亦針對蘭湖、瓊林及擎天水庫，檢測其魚類體內之汞濃度。

伍、生態系統尺度研究

生態系統意指「在一定空間內，生物與非生物構成之整體」，故本研究調查項目包含基礎生產者、水生動物及鳥類等生物因子，與水質、水文等非生物因子。生態系統研究有利於我們由大尺度面向瞭解生物與環境間之交互作用，因此本研究今年著重於整合前 2 年之量化資料，並提出完整之經營管理方案。

第四節、研究目標

105 年度：執行第 1 年度之水文、水質及生物監測工作，並調查周遭土地利用及人為活動現況。整合各項研究文獻，瞭解慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源現況及利用情形，並逐步提出可行之經營管理建議。

106 年度：延續 105 年之資料，進行第 2 年度之現地調查及文獻收集，評估慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭棲地改善及自然資源利用方式，並提出可行之經營管理建議。

107 年度：延續 106 年之資料，進行重點目標物種之持續性調查及文獻收集；整合 3 年結果進行生態系分析，並由生態系研究、指標生物及公私部門基礎資料等面向規畫合適之整體經營管理策略。

第二章 執行方法與過程

第一節、研究地點與時間

壹、研究地點

慈湖共設置 10 處測站(C1~C10, 圖 2-1), 其中 C1~C8 測站延續邱郁文(2015)之調查樣點, 並另於慈湖中央增加 C9、C10 測站。陵水湖共設置 9 處測站(L1~L9 圖 2-2), 考慮內外湖間可能存在水文交換情形, 故於外湖區設置兩處測站(L1、L2); 內湖區則在各池均設置 1 測站, 分別為第 3 池(L3)、第 2 池(L5)與第 1 池(L7); 第 4 池亦設置 2 測站(L4、L6); 水源處包含上庫水池(L8)與水上餐廳水池(L9)亦各設置 1 測站。

貳、採樣日期

2016~2018 年每年分別採樣 4 次(春、夏、秋、冬), 調查月份涵蓋全年各月份。本研究已於 2016 年 3 月(春)、6 月(夏)、9 月(秋)、12 月(冬); 2017 年 2 月(冬)、5 月(春)、8 月(夏)、11 月(秋)及 2018 年 1 月(冬)、4 月(春)、7 月(夏)、10 月(秋)完成共 12 季之調查工作。

表 2-1 各樣點座標位置

樣區	樣點	座標	
		緯度	經度
慈湖	C1	24° 27.741'	118° 18.176'
	C2	24° 28.065'	118° 17.812'
	C3	24° 28.254'	118° 17.954'
	C4	24° 28.284'	118° 18.418'
	C5	24° 28.352'	118° 18.586'
	C6	24° 28.239'	118° 18.599'
	C7	24° 28.072'	118° 18.622'
	C8	24° 27.935'	118° 18.535'
	C9	24° 28.027'	118° 18.045'
	C10	24° 28.073'	118° 18.349'
陵水湖	L1	24° 25.523'	118° 13.497'
	L2	24° 25.538'	118° 13.524'
	L3	24° 25.439'	118° 13.609'
	L4	24° 25.458'	118° 13.708'
	L5	24° 25.372'	118° 13.665'
	L6	24° 25.405'	118° 13.661'
	L7	24° 25.296'	118° 13.667'
	L8	24° 25.319'	118° 13.745'
	L9	24° 25.166'	118° 13.797'
蘭湖水庫	N	24° 27.165'	118° 22.978'
	C	24° 27.113'	118° 22.965'
	S	24° 27.068'	118° 22.939'
瓊林水庫	W	24° 26.950'	118° 22.254'
	C	24° 26.980'	118° 22.307'
	E	24° 26.983'	118° 22.356'
擎天水庫	W	24° 27.723'	118° 23.800'
	C	24° 27.750'	118° 23.842'
	E	24° 27.790'	118° 23.898'

資料來源：本研究

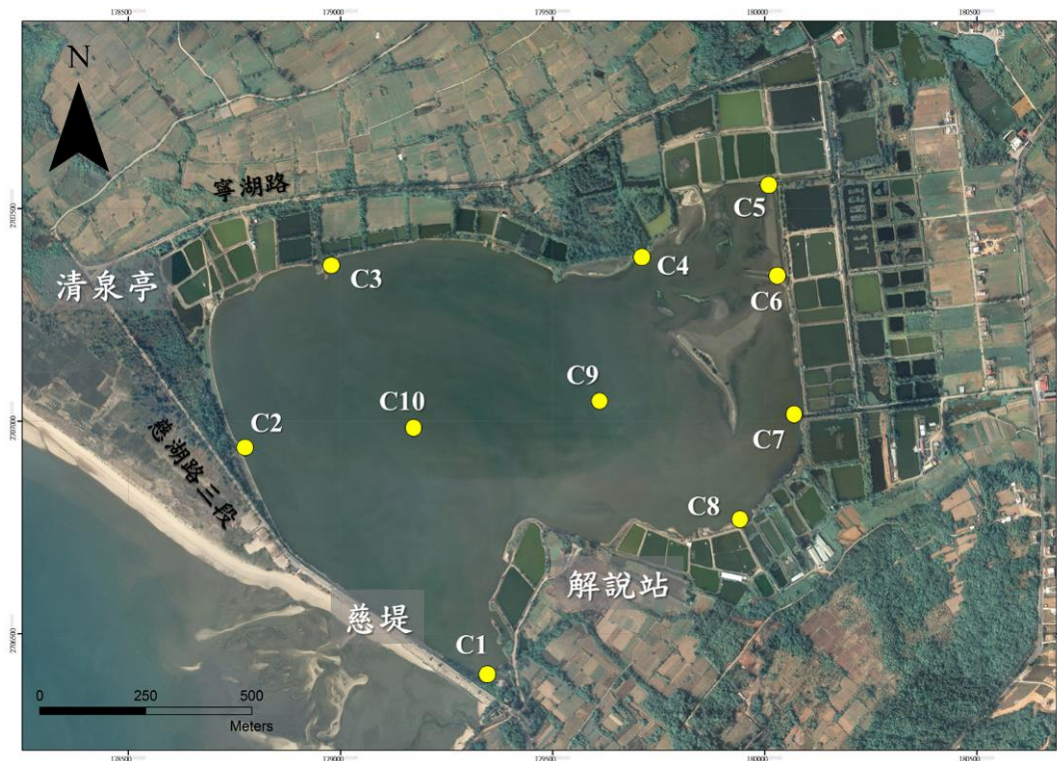


圖 2-1 慈湖測站位置圖
資料來源：本研究

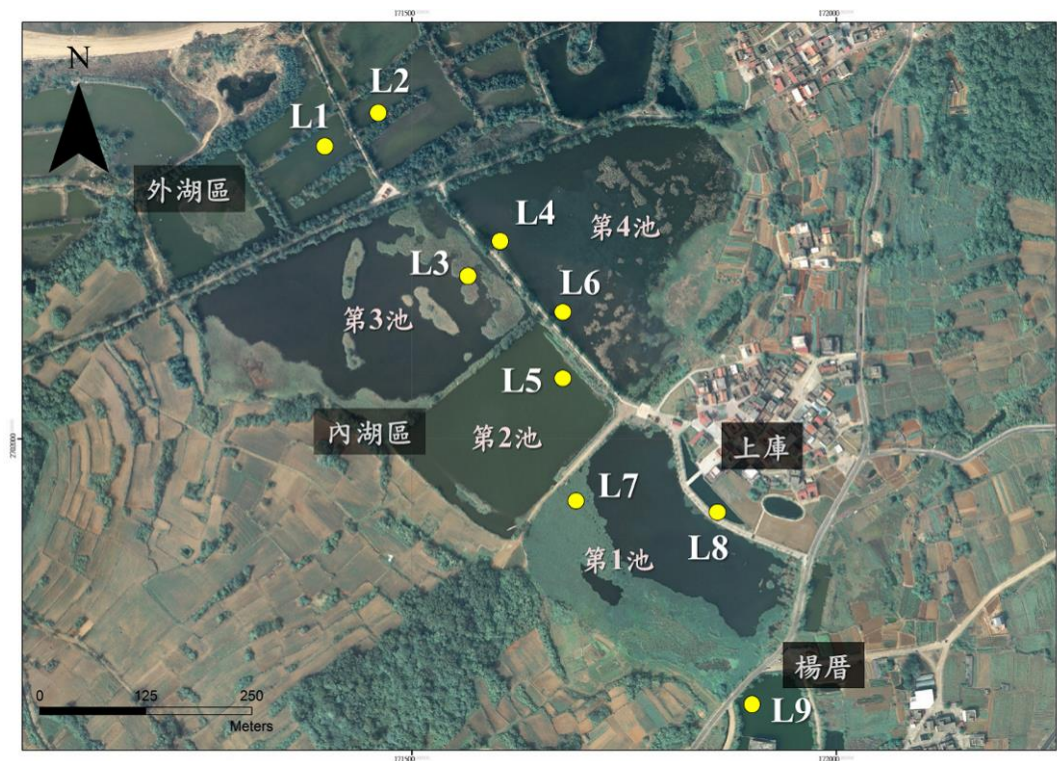


圖 2-2 陵水湖測站位置圖
資料來源：本研究

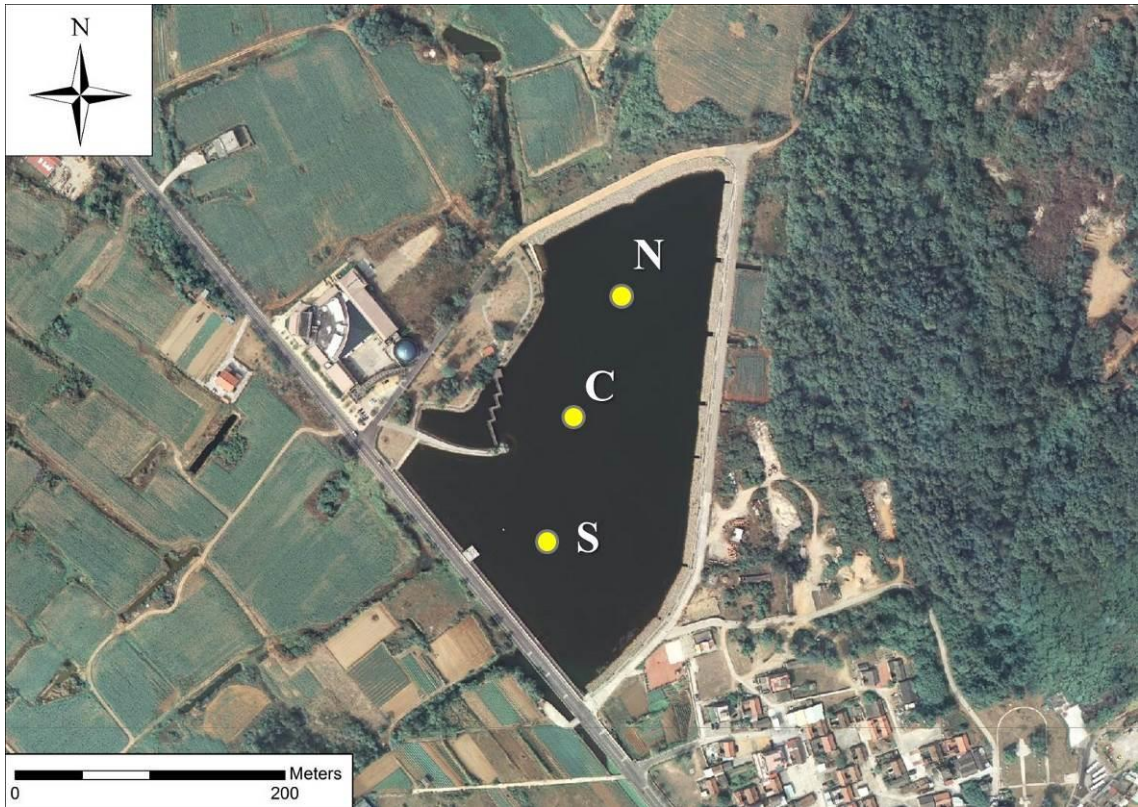


圖 2-3 蘭湖水庫測站位置圖

資料來源：本研究

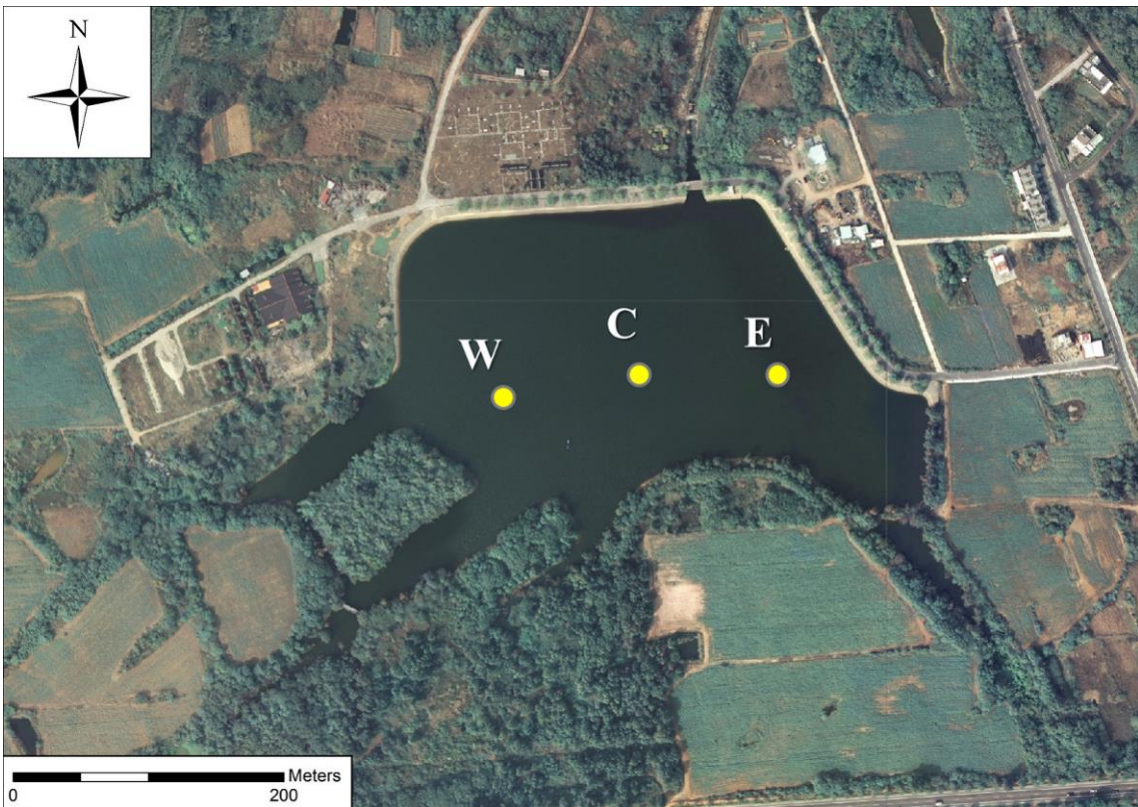


圖 2-4 瓊林水庫測站位置圖

資料來源：本研究

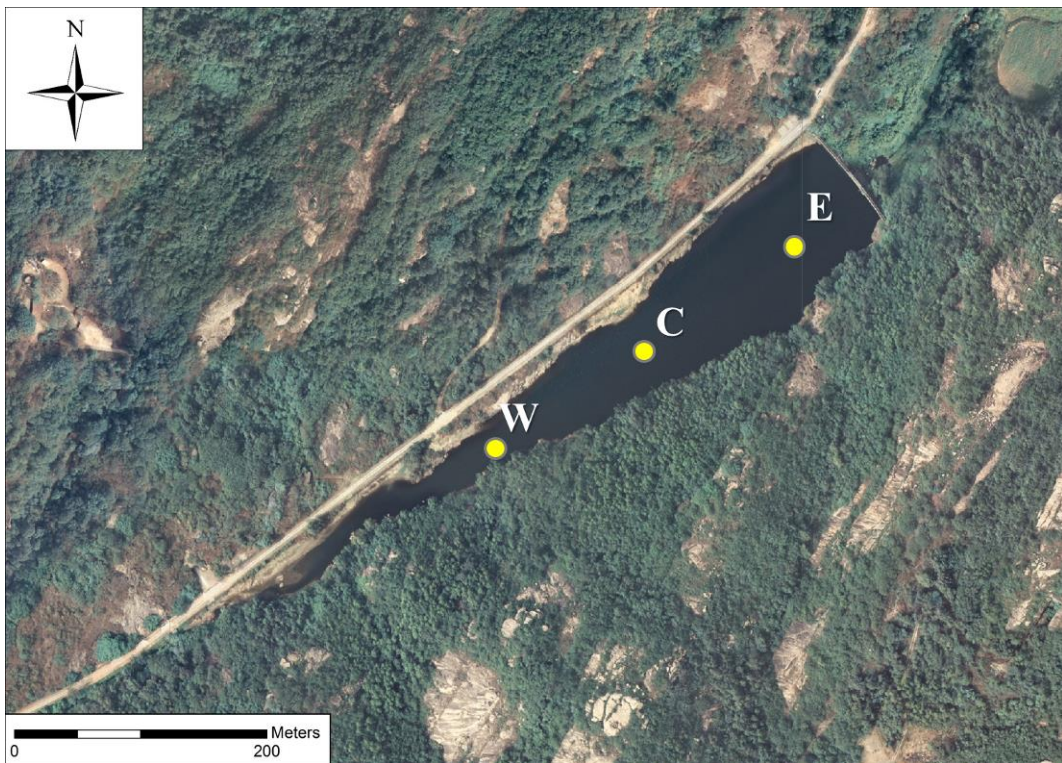


圖 2-5 擎天水庫測站位置圖
資料來源：本研究

第二節、調查項目及檢測方法

壹、水質分析

本研究於 2016 年每季執行慈湖 10 處(C1~C10 測站)、陵水湖 9 處(L1~L9 測站)與蘭湖、瓊林及擎天水庫各 6 測站之水質調查；2017~2018 年執行慈湖 10 處與陵水湖 6 處(L3、L4、L5、L7、L8、L9 測站)之水質調查。檢測方法根據行政院環保署公告，現場量測水溫、溶氧、酸鹼值、鹽度、導電度及濁度。再取水樣裝至棕色瓶，攜至實驗室進行檢驗分析，檢驗項目包括總懸浮固體(SS)、水中顆粒性有機質(POM)、葉綠素 *a* 濃度(Chl *a*)、硝酸鹽(NO₃)、亞硝酸鹽(NO₂)、銨鹽(NH₄)、磷酸鹽(PO₄)。生化需氧量(BOD)與化學需氧量(COD)為 2016 年 10 月後於慈湖新增之水質調查項目。各項水質檢驗方法依據列於表 2-2。

此外，為量化金門水庫之優養程度，本研究亦測量水體透明度(SD)及總磷濃度(TP)，用以計算卡爾森指數(Carlson trophic state index, CTSI)。CTSI 小於 40 表示水體呈寡養狀態；大於 40 且小於 50 者為普養狀態；高於 50 則呈現優養狀態。其估算方式如下：

$$CTSI = [TSI(SD) + TSI(Chl\ a) + TSI(TP)] / 3$$

$$TSI(SD) = 60 - 14.41 \times \ln SD$$

$$TSI(Chl\ a) = 9.81 \times \ln Chl\ a + 30.6$$

$$TSI(TP) = 14.42 \times \ln TP + 4.15$$

SD：透明度(m)

Chl *a*：葉綠素 *a* 濃度($\mu\text{g L}^{-1}$)

TP：總磷濃度($\mu\text{g L}^{-1}$)

自 2017 年起為避免重複性調查，本研究依據行政院環保署公布之水質監測數據，整合過去蘭湖、瓊林及擎天水庫之水質資料，並探討其劣化原因。另一方面，金門水庫因戰地關係可能遭受砲彈污染，導致水中汞濃度偏高，故本研究於蘭湖、瓊林及擎天水庫分別採取 1 個魚體樣本測定汞含量，以釐清水體是否有遭受汞污染。

貳、水文分析

一、水收支模式

慈湖東側與陵水湖均面臨水體優養化與湖泊陸化問題，而建立水收支模式(water budget)有利於相關單位之經營管理，其意涵表述濕地水文之平衡狀態，即入流量與出流量間之平衡。本研究依據 LOICZ 生地化模式原則(Gordon *et al.*, 1996)，建構慈湖與陵水湖之水收支模式，藉此瞭解濕地水體之流動程度。其原理參照 steady-state 原則，將湖區當作一盒子(box)，藉由降雨、蒸發、逕流及廢水注入等流量，估算水體殘餘流(residual flow, V_R)，亦即最終進入或離開水域之水流量。其計算方式如下：

$$dV_L/dt = V_Q + V_P + V_G + V_O + V_{in} - V_E - V_{out}$$

dV_L/dt ：水域體積變化量

V_L ：水域水體積

V_Q ：淡水注入量(stream runoff)

V_P ：水域上的降雨量

V_E ：水域的蒸發量

V_G ：地下水(ground water)

V_O ：其他的注入流量(如廢水)

V_{in} ：進入系統的流量

V_{out} ：離開系統的流量

$$V_{in} - V_{out} = dV_L/dt - (V_Q + V_P + V_G + V_O - V_E)$$

$$V_Q^* = V_Q + V_P + V_G + V_O - V_E$$

$$V_R = V_{in} - V_{out} = dV_L/dt - V_Q^*$$

V_R ：殘餘流(residual flow)

若整個系統維持 steady-state，則 $dV_L/dt = 0$

$$V_R = -V_Q^*$$

為量化慈湖與陵水湖之淡水注入量(V_Q)，本研究於 2016 年每季於入水溝渠量測流速、水深、幅寬並估算流量。慈湖之流量測站位於東側 2 溝渠(C5、C7 測站)；陵水湖則位於南側之 L8、L9 測站。然而，該年調查成果顯示，由於金門地區水域集流時間短，使本研究於慈湖、陵水湖量測之流速、流量趨近於 0，而無法反映颱風、暴雨等逕流淡水輸入，導致水體停留時間之嚴重高估。因此，為建構合理之水收支模式，本研究改以

Mitsch and Gosselink(1994)之方法，利用集水區面積(A_w)與暴雨量(P ，日降雨量大於 25 mm)之乘積，並配合水文反應係數(hydrologic response coefficient, R_p)粗估淡水逕流量(S_i)範圍，其公式如下：

$$S_i = R_p \times P \times A_w$$

水文反應係數之範圍介於 0 至 1 間，由於金門地區缺乏該數據，故本研究結果僅以範圍呈現。

二、鹽收支模式

慈湖水文亦受到海水潮流影響。鹽收支模式(salt budget)除水量外亦考慮鹽分之輸入與輸出，而有助於瞭解濕地之海水交換程度，故本研究亦建構慈湖之鹽收支模式。其原理延伸於上述之水收支模式，加入鹽度後即可得出鹽收支平衡方程式，公式如下：

$$d(V_L S_1) / dt = V_Q \times S_Q \times + V_{in} \times S_2 - V_{out} \times S_1$$

S_Q 、 S_2 與 S_1 分別代表淡水逕流、系統內與系統外之鹽度。理論而言，淡水逕流不具有鹽分，故在此將 S_Q 假設為零。利用上述公式可將 V_{in} 與 V_{out} 轉換為下列形式表示，而若水域體積維持不變，則 V_{in} 與 V_R 分別代表海水流入與淡水流出之流量，故可將 V_{in} 作為進出水域之海水交換量(V_X)。

$$V_{in} = [V_Q * S_1 + V_L(dS_1/dt)] / (S_2 - S_1)$$

$$V_{out} = [V_Q * S_1 + V_L(dS_1/dt)] / (S_2 - S_1) - dV_L/dt + V_Q *$$

V_R 之鹽度(S_R)可視為系統內外之介面值(boundary salinity)，本研究依 LOICZ(1996)之建議將 S_R 視為 $(S_1 + S_2) / 2$ 。接著將 V_R 與 S_R 置換於上述之 V_{in} 式中，即可得出下列公式，用以估算海水交換量(V_X)：

$$V_X = [V_L(dS_1/dt) - V_R S_R] / (S_2 - S_1)$$

最終，本研究由上述參數估算淡水停留時間(freshwater residence time, FRT)，與總水體交換時間(total water exchange time, τ)，提供予相關單位作為未來經營管理之依據。

$$FRT = |V_L / V_R|$$

$$\tau = V_L / (V_R + V_X)$$

三、慈湖等深線圖繪製與水位量測

瞭解慈湖之水體深淺有利於探討其淤積程度與鳥類棲地使用方式。因此，本研究以系統採樣方法，每 100 公尺量測水深，並利用地理資訊系統繪製等深線圖，作為未來制定經營管理辦法之依據。

四、慈湖陸化評估及改善對策

藉由水收支模式估算之水體殘餘流(V_R)與海水交換量(V_X)，輔以懸浮固體濃度，可粗估進出慈湖之泥沙量。而為考慮風砂及邊坡之影響，本研究將另以集砂器及土壤流失公式(universal soil loss equation, USLE)估算泥沙輸入量，土壤流失公式如下：

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中， A_m 為土壤流失量($t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)， R_m 為降雨沖蝕指數($10^6\ J\ mm\ ha^{-1}\ hr^{-1}\ yr^{-1}$)， K_m 為土壤沖蝕指數($t\ ha\ hr\ yr\ 10^{-6}\ J^{-1}\ mm^{-1}\ ha^{-1}\ yr^{-1}$)， L 為坡長因子， S 為坡度因子， C 為覆蓋與管理因子， P 為水土保持處理因子。

五、流向

水體流向為影響慈湖泥沙淤積之因子之一，故本研究於 2017~2018 年在慈湖周邊及中央以流速計(Flow tracker, SonTek, USA)量測水流方向。

六、底質分析

本研究於 2016 年 5~12 月每季執行慈湖 C1~C8 測站之底質粒徑分析，共 4 季次；2016 年 9 月至 2018 年 10 月每季量測慈湖 C1~C8 測站底層表面 10 cm 之氧化還原電位，共 10 季次；2017 年 2~11 月起每季採集表層底泥，並檢測底質有機質與葉綠素 a 濃度，共 4 季次。

參、基礎生產者調查

一、水、陸域植物

(一)調查方法

本研究於 2016 年 6 月、11 月及 2017 年 2 月、5 月執行水、陸域植物調查，共計 4 季次。調查時於慈湖、陵水湖周邊先行踏勘，選擇不同類型但植物組成均勻之地點設置永久樣區，分別於慈湖及陵水湖設置 8 個及 6 個樣區。樣區大小 10×10 m，分割成 4 個 5×5 m 之小區以作為重複，調查時記錄各小區區中植物中文名及覆蓋面積。

(二)重要值指數

數據攜回後計算其重要值指數，計算方式如下：

頻度 = 某種植物出現之小區數 / 總小區數

優勢度 = 某種植物之總覆蓋面積 / 樣區總面積

相對頻度 = 某種植物之頻度 / 所有植物之頻度總和 × 100

相對優勢度 = 某總植物之優勢度 / 所有植物之優勢度總和 × 100

重要值指數 = 相對頻度 + 相對優勢度

(三)植群分類

採用矩陣群團分析法(matrix cluster analysis, MCA)，以各植物於各樣區中之重要值指數為基礎，首先計算各樣區間之 Motyka 相似性指數(公式如下)，將相似性最高之 2 樣區合併為合成樣區，再計算合併後之合成樣區與其他樣區間之相似性指數，如此依次合併，直到所有樣區合併至 1 合成樣區為止。最後以現地觀察經驗主觀判斷將所有樣區分成若干植群型。

Motyka 相似性指數 $IS_{mo} = 2M_w / (MA + MB) \times 100\%$

式中 M_w 為 2 樣區共同種較小重要值指數之總和， MA 為其中 1 樣區所有植物之重要值指數總和， MB 為另 1 樣區所有植物之重要值指數總和。

(四)演替分析

使用文獻法對照現地調查資料判斷未來可能演替成為何種植群類型，主要參考文獻如表 1-1(整理自楊遠波與呂勝由，1997；楊遠波等人，1998)。另外同時蒐集歷年衛星影像，以瞭解植群隨時空之變化情形。

(五)水生植物基礎生產量

2017 年 3 月至 2018 年 1 月期間，每季以收割法(harvest method, Wiegert and Evans, 1964)量化陵水湖第 4 池中蘆葦、水燭及鋪地黍之基礎生產量。每季記錄 $2 \times 2 \text{ m}^2$ 樣區內之蘆葦、水燭密度，並採集植生地上部、地下部(1 株)；此外，亦採集 $15 \times 15 \text{ cm}^2$ 樣區內之鋪地黍地上部、地下部。樣品攜回實驗後分為鮮葉、枯葉、地下部後烘乾稱重，用以估算地上部生物量(b_i)、枯葉量(a_i)與地下部生物量。此外，為避免低估植物淨生產量(net production)，本研究亦以分解袋實驗量化植株分解量。將鮮重 20 g 之植物樣品放入孔徑 2 mm 之網袋中，於該植物周邊水域放置 1 季。樣品回收後於孔徑 0.5 mm 之篩網上清洗並烘乾稱重。綜合水生植物之生物量變化量與分解量即可估算其基礎生產量，其公式如下：

$$\text{NPP}_i = \Delta b_i + d_i$$

NPP_i ：植物第 i 次之淨基礎生產量(net primary production, $\text{g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)

Δb_i ：2 次採集期間之生物量變化量， $\Delta b_i = b_i - b_{i-1}$ 。若 Δb_i 小於 0 時以 0 計算

d_i = 枯葉變化量。 $d_i = x_i + \Delta a_i$

x_i ：2 次採集間被分解之枯葉乾重

Δa_i ：2 次採集間之枯葉變化量， $\Delta a_i = a_i - a_{i-1}$ 。當 Δa_i 小於 0 時以 0 計算

(六)水生植物分解量

2017 年 8 月至 2018 年 3 月期間，為量化水生植物之分解比例，本研究將鮮重 20 g 之水燭、蘆葦、鋪地黍分別放入孔徑 2 mm 之網袋中，並長期置於陵水湖第 4 池。在放置後第 9 天、16 天、23 天、37 天、58 天、86 天、121 天、163 天、212 天逐漸收回樣

本。樣品回收後於孔徑 0.5 mm 之篩網上清洗並烘乾秤重，藉由其分解前後之重量差值與放置時間之迴歸式即可推估 1 年之植物分解比例。

二、大型藻類

2017 年 2~11 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站以穿越線法調查大型藻類。每測站均設立 1 垂直海岸之穿越線，於離岸距離 0 m、5 m、10 m 處放置 $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ 之樣框，採集框內藻類並攜回實驗室烘乾秤重，用以計算生物量。

三、浮游藻類

2017 年 2~11 月期間，本研究每季於慈湖 C1~C8 測站與陵水湖 L3(第 3 池)、L4(第 4 池)、L5(第 2 池)、L7 測站(第 1 池)，採集 1 公升水樣，加入魯戈氏液(lugo)至最終濃度 10%，並於 4°C 避光冷藏。採集之水樣攜回實驗室後，靜置 16 至 24 小時，去除上清液，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。

四、水生植物覆蓋面積

以航拍器拍攝陵水湖第 1~4 池之空拍影像，用以推估水生植物於各池之覆蓋度。

肆、水生動物定量調查

除下列各項調查外，若於調查期間發現兩生類、爬蟲類、哺乳類等陸域動物，亦一併記錄之。記錄之物種中文名與學名均依據「台灣生物多樣性資訊入口網」與「台灣魚類資料庫」之名錄。

一、魚類

2016 年 3~12 月期間，每季於慈湖及陵水湖選擇 5 處以上測站進行調查，共 4 季次。調查期間依據現場棲地狀況與水深選擇採集漁法，並依據「台灣魚類資料庫」、「台灣淡水及河口魚類誌」(陳義雄與方力行，1999)及「魚類鑑定」(邵廣昭與陳靜怡，2003)記錄魚類物種。各漁法之操作方式詳述如下：

(一)蛇籠誘捕：使用 4 m 長之蛇籠，籠中放置秋刀魚肉塊作為誘餌，每次調查連續放置至少 2 夜 3 日，本法之蛇籠適宜設置於地面平坦或有水流之水域。

(二)流刺網：使用網目 1.59 cm，長度 9.09 m 之流刺網，本法可彌補蛇籠長度不足，但下網後須在 2 小時內起網，避免捕獲之魚類死亡。

(三)手抄網：適用於岸邊有植物生長之環境，手抄網可捕獲藏身於草堆中之仔稚魚。

二、螺貝類

2016 年 3~12 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站與陵水湖 L2(外湖)、L3(第 3 池)、L4(第 4 池)、L5(第 2 池)、L7(第 1 池)測站採集螺貝類，其中 2016 年 9 月因陵水湖水深過深，故僅於 L2 測站採集。本研究原預定以穿越線法進行調查，預計採集面積達 2.26 m²，然因實際操作下發現採集量龐大，為免對當地物種族群造成危害，故於 2016 年 4 月減少採集量，僅隨機選取 9 個 0.25×0.25 m² 之採樣方格，挖取底質過篩後(深度 20 cm)，檢視底質中之螺貝類。2017 年 2 月起至 2018 年 10 月，為探討水閘門操作方式改變對水生動物之影響，本研究延續慈湖 C1~C8 測站之螺貝類調查，並將採樣面積減至 3 個 0.25×0.25 m² 之採樣方格。本研究鑑定依據主要為「臺灣貝類資料庫」。

三、蝦蟹類

2017 年 2~11 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站與陵水湖 L3(第 3 池)、L4(第 4 池)、L5(第 2 池)、L7(第 1 池)測站採集蝦蟹類，共 4 季次。調查時依地形與現地狀況選擇使用下列 5 種方法：

(一)蛇籠誘捕：放置 4 m 長之蛇籠，籠內放置秋刀魚肉塊作為誘餌，每次調查需持續至少 2 夜 3 日。本法之蛇籠適宜設置於地面平坦或有水流之水域。

(二)蝦籠誘捕：放置直徑 10 公分之蝦籠 4 具，籠內放置魚飼料與秋刀魚作為誘餌，每次調查需持續至少 2 夜 3 日。本法之蝦籠可放置於湖底有雜草或石堆之環境，以補充蛇籠法之不足。

(三)流刺網：使用網目 1.59 公分，長度 9.09 公尺之流刺網，本法可彌補蛇籠長度不足，但下網後須在 2 小時內起網，避免捕獲之生物死亡。

(四)定點計數法：於測站周圍選擇固定之觀測點，以望遠鏡觀察並記錄大型蟹類之物種與數量。

(五)徒手捕捉法：於測站周圍 50 公尺濱岸範圍翻找石塊下方之蟹類。

四、多毛類

2017 年 2~11 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站採集底質中之多毛類，共 4 季次。調查時於測站周圍設置 0.25×0.25 m² 之樣框，挖取底泥以網目 0.5 mm 之篩網過篩(深度 20 cm)。過篩之樣本置於 75% 之乙醇保存，攜回實驗室後於解剖顯微鏡下鑑定至科，並記錄其數量。

五、水棲昆蟲

2017 年 2~11 月期間，每季於陵水湖 L3(第 3 池)、L4(第 4 池)、L5(第 2 池)、L7(第 1 池)測站採集水棲昆蟲，共 4 季次。調查時以 D 型網(D-frame dip net)在具有植生之淺水域撈捕 3 次。採集之樣本置於 75% 之乙醇保存，攜回實驗室後於解剖顯微鏡下鑑定至科，並記錄其數量。

六、浮游動物

2017 年 2~11 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站與陵水湖 L3(第 3 池)、L4(第 4 池)、L5(第 2 池)、L7(第 1 池)測站採集浮游動物，共 4 季次。調查時採取水樣 100 公升，並以孔徑 80 μm 之小型浮游生物網過篩。過篩之樣本加入中性福馬林至最終濃度 5%，攜回實驗室後於顯微鏡下鑑定並記錄其數量。

七、水母

2018 年 1~10 月期間，每季於慈湖 C1~C8 測站以穿越線法量化水母豐度，共 4 季次。每次調查於各測站平行湖岸步行 20 m，記錄兩側可視範圍內之水母數量。

八、寄居蟹

2018年1~10月期間，每季於慈湖C1~C8測站，以陷阱法捕捉寄居蟹，共4季次。在各測站埋設 $0.15 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之塑膠籃，於籃內放置秋刀魚誘餌，3日2夜後收回。此外，於水域清澈處增加補充調查，記錄 $1 \times 1 \text{ m}^2$ 範圍內之寄居蟹數量。

九、頭足類

2018年1~10月期間，每季於慈湖C1~C8測站，以蟹籠或蛸壺誘捕頭足類，共4季次。每測站均設置長度0.6 m、寬度0.45 m之長方形蟹籠1具與蛸壺5個，其中於蟹籠中放置秋刀魚作為誘餌，3日2夜後收回。此外，本研究於2018年7月、10月新增蛇籠調查以增加調查努力量。

十、水域爬行類

2018年1~10月期間，每季於慈湖C1~C8測站與陵水湖L3(第3池)、L4(第4池)、L5(第2池)、L7(第1池)測站，以浮式蟹籠捕捉水域中之龜鱉類及水蛇，共4季次。每測站均設置蟹籠1具，並於籠內放置秋刀魚誘餌，3日2夜後收回。

十一、草魚族群量

每季以流刺網、垂釣法、水下攝影法等方法記錄陵水湖第4池內之草魚數量，以量化草魚抑制水生植物擴散之成效。

十二、菲律賓簾蛤

(一)族群與生物學調查

2016年3月至2017年4月，每月於慈湖C1~C8測站調查菲律賓簾蛤(*Ruditapes philippinarum*)族群量。採集方法與底棲生物相同。於各測站隨意選取9個 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之採樣方格，挖取表層20 cm之底質過篩後，採集底質中之菲律賓簾蛤，並記錄其伴生螺貝種類。攜回實驗室之樣品均以精確值至0.1 mm之電子游標尺測量殼長、殼高、殼寬，作為後續配適VBGF生長曲線之基礎數據。自2017年5月起改以每季調查菲律賓

簾蛤之族群量，並將採樣面積減至 3 個 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之採樣方格。。

(二)肥滿度指數

肥滿度指數(condition index, CI)為貝類健康程度指標，且其變化趨勢可反映貝類之生殖週期，故本研究測量此數據以作為判斷菲律賓簾蛤繁殖期之依據。將攜回之樣品外殼與組織分離，分別於置於 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ 之烘箱 24 小時後，以最小精確值 0.001 g 之電子天平秤量殼乾重與肉乾重。並由常亞青(2007)提出之計算方式求得肥滿度指數(殼乾重/肉乾重 $\times 100\%$)。

伍、鳥類棲地利用分析

2016 年 3~12 月期間，本研究每季於慈湖、陵水湖、蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水庫執行鳥類調查，共 4 季次；2017 年 2 月至 2018 年 10 月，延續慈湖與陵水湖之鳥類調查工作，共 8 季次。本研究採用沿線調查法進行調查，實際調查路線請見第 3 章第 5 節之圖 3-83、3-89、3-92~94。調查期間人員於樣區周圍移動以便找到良好之觀察點，以目視配合雙筒、單筒望遠鏡觀察湖域及周遭森林、農田、漁塭、道路、海岸、聚落等範圍，調查鳥類出現之種類組成、數量、出現時間及季節，另記錄各鳥種利用棲地之情形。

調查時段每次於日間及夜間各調查 1 次，日間調查於中央氣象局公布之日出時間後 4 小時內完成；夜間調查則於日落後半小時後開始，作為夜間鳥類之補充資料。本研究實際鳥類調查時間請參閱附錄表 5-6~5-8。調查時同時進行鳥類棲地利用調查記錄，依據鳥類當時表現之行為，分別記錄如覓食、休息、鳴唱、盤旋、飛越及營巢等，並於樣區地形地貌圖中標示發生地點，對應各鳥種使用該棲地之情形。生態同功群係指利用同一類資源的物種(棲地、覓食或行為等)類群，以利簡化群聚內的物種組成，來解析其群聚結構。本研究將調查期間於慈湖、陵水湖水域內記錄之鳥種以科別分群，並探討其棲地利用方式。

陸、土地利用與人為活動情形

在 2016 年 3~12 月期間，調查人員每季騎乘機車對照地面遙測影像進行土地利用現況調查，利用現況除分大項如農田、森林、房舍外，亦進行更細部之調查，如農田之栽

植種類會與周遭之生物組成有相關，因此必須深入調查栽植種類及栽植季節。人力難以靠近之地區採用航拍器輔助調查。自 2017 年 2 月起，本研究訪談慈湖、陵水湖周遭居民，瞭解濕地周圍農、牧概況與耕作時序。

柒、生態系尺度整合分析

一、生態系統代謝

本研究於 2016 年每季量化慈湖與陵水湖之生態系統代謝量，共 4 季次。生態系統代謝(ecosystem metabolism)意指生態系統產出或消耗能量之狀態，包含總基礎生產量(gross primary production, GPP)、系統呼吸量(ecosystem respiration, ER)與淨系統生產量(net ecosystem production, NEP)。基礎生產量為生產者(如：水生植物、大型藻類、微藻)藉由光合作用轉化之有機碳量(或氧氣量)；反之，系統呼吸量則為生物於呼吸過程中消耗之有機碳量(或氧氣量)；而兩者之差值(GPP-ER)即是淨系統生產量。Odum(1956)指出，當 NEP 為負值(GPP<ER)，表示此系統之生產量低於呼吸量，屬於異營生態系(heterotrophic ecosystem)；反之，NEP 為正值(GPP>ER)則代表系統為自營生態系(autotrophic ecosystem)。量化生態系統代謝有利於生態系統尺度之分析與探討，故本研究在 2016 年每季於慈湖、陵水湖量化 NEP、GPP 與 ER。本研究參考 Odum(1956)之調查方法，以溶氧監測儀(HOBO, U26-001, USA)連續記錄 24 小時溶氧變化，並由下列公式推估 NEP：

$$\Delta O_2/\Delta t \text{ (NEP)} = GPP - ER - F - A$$

式中 $\Delta O_2/\Delta t$ 為每小時之氧氣變化量；GPP 為基礎生產量；ER 為系統呼吸量；F 為水體與大氣之氧氣交換量，本研究 F 值參考 Staehr *et al.*(2010)之方式計算；A 為由底表逕流或地下水輸入之氧氣量，因其對 NEP 之影響極小，故假設為零。各變數之單位均為 $g O_2 m^{-3} hr^{-1}$ 。每小時淨系統生產量(NEP_{hr})係指每小時溶氧變化量與氣體交換量(F)之差值。日間平均 NEP_{hr} 與日間時數相乘可得日間淨生產量(NEP_{daytime})；夜間平均 NEP_{hr} 為每小時呼吸量(ER_{hr})，與日間時數相乘可求出日間呼吸量(ER_{daytime})。NEP_{daytime} 與 ER_{daytime} 相加即為一日總基礎生產量(GPP_{day})。ER_{hr} 乘與 24 小時為一日呼吸量(ER_{day})，

而將 GPP_{day} 扣除 ER_{day} 後則可求出一日淨系統生產量(NEP_{day})。以公式表示如下：

$$NEP_{hr} = \Delta O_2 - F$$

$$NEP_{daytime} = \sum NEP_{hr} \text{ during daylight}$$

$$ER_{hr} = \text{mean } NEP_{hr} \text{ during darkness}$$

$$ER_{daytime} = ER_{hr} \times \text{daytime hours}$$

$$GPP_{day} = NEP_{daytime} + ER_{daytime}$$

$$ER_{day} = ER_{hr} \times 24$$

$$NEP_{day} = GPP_{day} - ER_{day}$$

二、生態系食物網模式

(一) Ecopath 食物網模式原理

本研究以 Ecopath with Ecosim 軟體(EWE, version 6.5: Fisheries Centre, University of British Columbia, <http://www.ecopath.org>)中之質量平衡模式(Ecopath)建構慈湖與陵水湖之食物網模式。模式假設系統處於穩定狀態(steady state)，意即於研究期間內各功能群之生物量維持不變，因此模式的建構原理可以下列公式表示(Christensen et al. 2005)。其代表的意涵為，在研究期間內各功能群的生產量最終皆會以被掠食、漁獲、自然死亡或遷移的形式離開系統。

生產 = 被掠食死亡 + 漁獲死亡 + 自然死亡 (含老、病死) + 淨遷移 + 生物累積量

$$B_i \times P_i/B_i = \sum B_j \times Q_j/B_j \times DC_{ij} + B_i \times P_i/B_i \times (1-EE_i) + Y_i + E_i + BA_i$$

其中， n 表示模式中功能群的數量； B_i 為 i 功能群的生物量(Biomass)， P_i/B_i 為 i 功能群之單位生產量(production/biomass, P/B)，因此 $B_i \times P_i/B_i$ 表示 i 功能群的生產量； B_j 為 j 功能群(掠食者)之生物量， Q_j/B_j 為 j 功能群之單位攝食量(consumption/biomass, Q/B)， DC_{ij} 為 i 功能群在 j 功能群的食性組成中佔有的比例(diet composition, DC)，因此 $\sum B_j \times Q_j/B_j \times DC_{ij}$ 表示 i 功能群的被掠食死亡量； EE_i 為生態營養效率(ecotrophic efficiency, EE)，表示 i 功能群生產的能量在系統中被利用比例，因此 $B_i \times P_i/B_i \times (1-EE_i)$ 表示 i 功能群之自然死亡量； Y_i 為 i 功能群之漁獲死亡量(catch rate)； E_i 為 i 功能群之淨

遷移量(net migration rate)； BA_i 為 i 功能群之生物累積量(biomass accumulation rate)。某功能群攝食後能量分配的情形則可以下列公式表示，表示各功能群經由攝食同化所獲得之能量，部分將用於維持生理代謝所需(呼吸量)，剩餘的能量方可用於生產，至於無法同化的食物，則將以排泄物的形式進入碎屑庫中。

攝食量=生產量+呼吸量+未同化食物量

$$B_i \times Q_i/B_i = B_i \times P_i/B_i + B_i \times R_i/B_i + U_i/Q_i \times B_i \times Q_i/B_i$$

其中， $B_i \times Q_i/B_i$ 與 $B_i \times P_i/B_i$ 分別代表 i 功能群的攝食量與生產量； R_i/B_i 為 i 功能群的單位呼吸量(respiration/biomass, R/B)，因此 $B_i \times R_i/B_i$ 表示 i 功能群的呼吸量； U_i/Q_i 為 i 功能群攝食量中未同化的比例(unassimilated/consumption, U/Q)，因此 $U_i/Q_i \times B_i \times Q_i/B_i$ 表示未同化食物量。

由上述 2 公式可知，模式中需要輸入的基本參數為各功能群之生物量(B)、單位生產量(P/B)、單位攝食量(Q/B)、食性組成(DC)與生態營養效率(EE)，此 5 項參數中可選擇 4 項參數輸入模式。一般而言，因各功能群之 EE 值較難以估計，故通常將 EE 值作為未知數以模式計算。本研究假設系統處於穩定的狀態，且生物遷入率等於遷出率，因此生物累積量(BA)與淨遷移量(E)皆設定為 0。未同化食物比例(UQ)使用系統內定值，將 UQ 設定為 0.2，使模式可計算呼吸量(R)。模式中生物量的單位為每平方公尺克濕重(g WW m⁻²)，能量流單位則為每年每平方公尺克濕重(g WW m⁻² yr⁻¹)。

(二)Ecosim 時間動態模擬

為由生態系統尺度提出適宜之棲地經營管理方法，本研究以 EwE 中的 Ecosim 功能模擬慈湖、陵水湖在不同情境下各功能群之生物量變化。其中，於慈湖及陵水湖各執行 1 項模擬，分別為「不同漁獲採捕強度對經濟性貝類(含菲律賓簾蛤)之影響」；及則針對第 4 池陸化疑慮模擬之「不同早期長度對水生植物生物量之影響」。Ecosim 之原理係以 Ecopath 為基準去模擬一段時間內生物量的變化情形。其公式由 Ecopath 之質量平衡方程式移項後微分而得，表示如下：

$$dB_i/dt = g_i \times \sum Q_{ji} - \sum Q_{ij} + I_i - (M_i + F_i + e_i) \times B_i$$

式中 dBi/dt 表示單位時間內 i 功能群的生物量變化； g_i 為總食物轉換效率(gross food conversion efficiency, GE; production/consumption, P/Q)； M_i 為 i 功能群的自然死亡率； F_i 為 i 功能群的魚獲死亡率； e_i 為 i 功能群的遷出率； I_i 為 i 功能群的遷入率； $\sum Q_{ji}$ 為 i 功能群的總攝食率； $\sum Q_{ij}$ 為捕食 i 功能群之掠食者總攝食率。

(三)模式時間與空間範圍

本研究建立之慈湖、陵水湖模式時間範圍介於 2016~2018 年。慈湖食物網模式範圍僅包含水域部分(圖 2-6)，周遭之魚塢、木麻黃林等均未涵蓋於此模式，面積約為 992,126 m^2 。陵水湖之模式包含內湖區之第 1、2、3、4 池(圖 2-7)，並將其視為 1 主體，面積約為 244,470 m^2 。此外，為尋求適用於陵水湖第 4 池水生植物之管理方法，本研究亦建構此區之獨立模式。

(四)功能群設定與參數輸入

依照各物種之分類學、棲地與食性之差異，本研究將慈湖之生物類群區分為 23 項功能群，包含水獺、小型哺乳類、肉食性鳥類、雜食性鳥類、水域爬蟲類、頭足類、水層肉食性魚類、水層植食性魚類、水層雜食性魚類、底棲肉食性魚類、浮游食性魚類、梭子蟹與蝦蛄、蝦蟹類、腹足類、雙殼類、經濟性貝類、多毛類、端足類、水母、水棲昆蟲、浮游動物、基礎生產者與有機碎屑。陵水湖則包含 15 項功能群，分別為肉食性鳥類、雜食性鳥類、水域爬蟲類、草魚、水層碎屑食性魚類、水層植食性魚類、底棲肉食性魚類、底棲雜食性魚類、浮游食性魚類、蝦蟹類、水棲昆蟲、浮游動物、浮游藻類、水生植物、有機碎屑。各功能群之參數來源如下：

1. 水獺

本模式中之水獺為歐亞水獺(*Lutra lutra*)，其數量參考「2014 金門水獺分布變遷與族群生態研究」(李玲玲等人，2014)中，慈湖與雙鯉湖一帶之排遺 DNA 結果，共記錄雄性水獺 1 隻與雌性水獺 2 隻。平均體重參考 Encyclopedia of Life 網站之數據。由於水獺之活動範圍不易量化，故其分布面積以慈湖與雙鯉湖之水域範圍粗略估計，並注意此狀況可能造成水獺生物量高估。本研究將水獺數量與平均體重後相乘後，將此值除以分

布面積即為模式中水獺之生物量。P/B(Kruuk and Conroy 1991)、Q/B(Heggberget 1995)及食性組成(Jędrzejewska 2001; Harna 1993; Claverot et al. 2003)則參考與慈湖棲地相似之水獺相關研究。

2. 小型哺乳類

本模式中小型哺乳類之生物量由 2018 年於慈湖調查之哺乳類數量與體重計算，Q/B(劉等人，2010)及食性組成(Bettesworth and Anderson 1972; Phung et al. 2011)則參考優勢物種及其親緣相近種之生理研究。由於小型哺乳類 P/B 相關之研究甚少，故本模式改以輸入 P/Q(秦耀亮與林詩興，1996)估算之。

3. 水域爬蟲類

本模式中水域爬蟲類之生物量由 2016~2018 年於慈湖、陵水湖發現之龜鱉類及水蛇數量與體重計算。Q/B(Wang et al. 2011)、P/Q(Wang et al. 2011)及食性組成(Santigosa et al. 2011)則參考優勢物種之生理研究。

4. 鳥類

本模式中之肉食性鳥類係指以魚類、兩棲類、爬蟲類、哺乳類、昆蟲為食之高階掠食性鳥類。雜食性鳥類則主要以蝦蟹類、螺貝類、多毛類等底棲生物與水生植物為食。二者之生物量以本研究 2016~2018 年於慈湖、陵水湖水域內記錄之鳥類豐度，乘以平均體重計算。P/B(Opitz, 1996)、Q/B(Opitz, 1996)參考與慈湖、陵水湖棲地相似之食物網模式中使用的鳥類參數。食性組成參考主要優勢物種之食性研究(Jakubas & Mioduszewska 2005; Karmiris et al. 2010)或其他食物網之數據(Vasslides et al. 2017)。

5. 魚類

本模式魚類主要依據棲位與食性區分功能群。生物量由本研究 2016 年調查之魚類數量與濕重計算。各漁法之調查面積不同，其中蛇籠約為 50 m²，蝦籠為 20 m²，手抄網為約 1 m²，流刺網則以流速與放置時間估算。各魚類功能群之 P/B、Q/B 及食性組成均參考 FishBase 網站，並以主要優勢物種之參數依生物量加權估算之。若 FishBase 網站

中無優勢物種之相關參數，則參考親緣與棲地相近之物種參數。

6. 底棲生物

本模式中之底棲生物包含頭足類、梭子蟹與蝦蛄、蝦蟹類、腹足類、雙殼類、多毛類、端足類及水棲昆蟲。其中頭足類、梭子蟹與蝦蛄為掠食性較強之功能群，其他底棲生物則多以有機碎屑與藻類為食。在生物量估算方面，梭子蟹與蝦蛄、蝦蟹類、腹足類、雙殼類、多毛類均由本研究 2016~2018 年之量化之數量與濕重估算之，其中梭子蟹與蝦蛄、蝦蟹類因主要以蛇籠、蝦籠調查，故其調查面積與魚類相同。腹足類、雙殼類、多毛類及水棲昆蟲均以樣框法調查，故其生物量可直接估算。慈湖缺少端足類與水棲昆蟲之調查資料，因此本模式將二者之 EE 均設定為 0.95，並藉由 Ecopath 估算其生物量。各底棲生物功能群之 P/B 主要由 Brey (2012) 之經驗方程式估算，僅頭足類之 P/B 參考 SeaLifeBase；Q/B(Han et al. 2017; Hong et al. 2008; Lin et al. 1999; Lin et al. 2006; Liu et al. 2007; Jia et al. 2012; Vasslides et al. 2017) 與食性組成(Lin et al. 1999; Lin et al. 2004; Lin et al. 2006; Liu et al. 2006; Sundaram and Deshmukh 2011, 李雲凱等人 2014) 則參考棲地、物種相似之食物網模式及各別物種之食性研究。

7. 浮游動物

本模式浮游動物生物量由 2017 年調查之豐度與乾重估算，再經由 Opitz(1996) 之有機物質乾濕重轉換公式(Organic tissue : 1 g DW = 4.5 g WW) 可得出其生物量(濕重)。浮游動物之 P/B(Han et al. 2017; Liu et al. 2007)、Q/B(Han et al. 2017; Liu et al. 2007) 及食性組成(Feng et al. 2017; Lin et al. 1999; Lin et al. 2006; Liu et al., 2007; 李雲凱等人, 2014) 均參考棲地環境與物種組成相似之食物網模式。水母生物量由 2017 年之調查發現紀錄粗估，P/B 參考 SeaLifeBase 中之同科物種，Q/B 則以 Purcell et al. (2010) 及 Skjoldal and Huntley (2000) 之經驗方程式估算。食性組成參考棲地相似之食物網模式(Heymans and Baird 2000) 及 Pauly (2009) 由 Ecopath 及 SeaLifeBase 整合之相關資料。

8. 基礎生產者

本研究中慈湖之基礎生產者包含浮游藻類、底棲微藻及大型藻類；陵水湖則包含浮

游藻類與水生植物。各基礎生產者之生物量需經由公式轉換為每平方公尺濕重，其中藻類之轉換公式為 $1 \text{ g chl } a = 25 \text{ g C}$ (Parsons et al. 1984)； $1 \text{ g C} = 16.7 \text{ g WW}$ (Opitz 1996)； $1 \text{ g DW} = 5.71 \text{ g WW}$ (Opitz 1996)。水生植物之轉換公式則為 $1 \text{ g DW} = 4.5 \text{ g WW}$ (Organic tissue, Opitz 1996)。慈湖基礎生產者之 P/B 可由生態系統代謝中之 NEP 除以生物量求出；陵水湖 P/B 則需將生態系統代謝之 NEP 與水生植物收割法之淨生產量(NPP)加總後，除以基礎生產者(藻類+水生植物)之總生物量後得出。

9. 有機碎屑

有機碎屑意指生物屍體腐敗或排泄物分解出之有機物質，可由本研究 2016~2018 年量化之水體有機質濃度及底質有機質比例估算。經由有機物質之乾濕重轉換(Organic tissue: $1 \text{ g DW} = 4.5 \text{ g WW}$, Opitz 1996)即可求出有機碎屑每平方公尺之濕重。此外，系統外之有機質輸入亦可由本研究之流量與有機質濃度估算之。

(四)模式平衡與驗證

由於食性組成相對於其他參數有較大的不確定性，因此在平衡模式的過程中，以食性為主要調整的參數。透過檢視各功能群之 EE 值與總食物轉換效率(gross efficiency, GE; P/Q)可判斷模式是否合理。首先，因模式的基本假設為於研究期間系統處於穩定的狀態，生物量維持不變，因此各功能群的 EE 值不得大於 1，表示各功能群於生態系中的被利用量(攝食、漁獲)不得超過生產量。另一方面，大部分功能群之 P/Q 值應介於 0.05 至 0.3 間(Christensen et al. 2005)，但以頂級掠食者(如海洋哺乳類)之 P/Q 值較低；而體型較小的物種 P/Q 值較高，如細菌之 P/Q 值可達 0.5。除了 EE 值與 P/Q 值外，亦可檢視功能群之呼吸量是否為正值，以及 P/Q 值是否低於淨轉換效率(net transfer efficiency, production/assimilated, NE)，以確保模式之合理性。

(五)模式輸出

1. 生物營養階層

Ecopath 軟體可計算各功能群在系統中的營養階層(trophic level, TL)，用以探討食物網結構的差異。計算方法為將基礎生產者與有機碎屑的營養階層視為 1，再依照掠食者攝食其獵物的比例，即可計算該掠食者的營養階層。其公式如下(Odum and Heald 1975)：

$$TL_i = 1 + \sum_{j=1}^n DC_{ij} \times TL_j$$

式中 TL_i 為 i 功能群之營養階層； DC_{ij} 為 i 功能群的食性組成中 j 功能群佔有的比例； TL_j 為 j 功能群之營養階層。

2. 食物鏈物質傳輸模式

Ecopath 結合理論生態學的概念，以網絡分析(Network analysis)描述食物網中能量流動與生物間交互作用的關係。其中，Lindeman spine 依據各功能群的營養階層，將其依比例切割後再加以聚合(aggregation)，可將食物網轉換為食物鏈之形式表現，簡單呈現能量在營養階層間傳輸的情形。Lindeman spine 中共有 4 種能量流(flow)，分別為攝食、呼吸、輸出與漁獲(export and catch)以及流入碎屑(flow to detritus)，而能量流之總和即為總系統通量(total system throughput, TST)，可代表食物網的活力(Ulanowicz 1986)。此外，將各階層之輸出量與被掠食量加總後除以攝食量，可計算出營養階層間的傳輸效率(transfer efficiency, TE)。

3. 綜合營養衝擊

在 Ecopath 的網絡分析中，綜合營養衝擊(mixed trophic impact, MTI)可用來探討功能群間直接或間接的交互作用。其指數計算方式如下：

$$MTI_{ij} = DC_{ij} - FC_{ij}$$

式中 MTI_{ij} 為 i 功能群對 j 功能群的影響； DC_{ij} 為 i 功能群食性組成中 j 功能佔有的比例； FC_{ij} 為在 j 功能群被掠食死亡率中， i 功能捕食 j 功能群使其死亡之比例。若 MTI_{ij} 為正值，表示當 i 功能群生物量增加時， j 功能群生物量將隨之增加為；反之，若 MTI_{ij}

為負值，則 i 功能群生物量上升時將導致 j 功能群生物量下降。

關鍵物種是在系統中比例相對較低，但對食物網結構影響力大的物種(Power et al. 1996)。Ecopath 利用 MTI 結果可找出食物網中的關鍵功能群。各功能群的重要性以總衝擊指數(overall impact, ϵ_i)與關鍵指數(keystone, KS_i)表示，其計算方式如下：

$$\epsilon_i = \sqrt{\sum_{j \neq i}^n MTI_{ij}^2}$$

$$KS_i = \log [\epsilon_i (1-p_i)]$$

式中 p_i 表示 i 功能群在系統中的生物量比例。當功能群的 KS_i 接近 0 或大於 0，表示該功能群為食物網中的關鍵生物。

表 2-2 水質項目及檢驗方法

檢驗項目	檢測方法
總懸浮固體(SS)	NIEA W210.58A
水中顆粒性有機質(POM)	Lind (1979)
葉綠素 <i>a</i> 濃度(Chl <i>a</i>)	NIEA E507.03B
硝酸鹽(NO ₃)	Jenkin and Medsker (1964)
亞硝酸鹽(NO ₂)	NIEA W418.53C
銨鹽(NH ₄)	NIEA W448.51B
磷酸鹽(PO ₄)	NIEA W427.53B
水體透明度(SD)	NIEA E220.51C
總磷濃度(TP)	NIEA W427.53B
生化需氧量(BOD)	NIEA W510.55B
化學需氧量(COD)	NIEA W514.21B

資料來源：環境檢驗所



圖 2-6 慈湖食物網模式範圍
資料來源：本研究



圖 2-7 陵水湖食物網模式範圍
資料來源：本研究

第三節、工作進度說明

本研究調查工作共包含「水質分析」、「水文收支」、「基礎生產者調查」、「水生動物定量調查」、「鳥類棲地利用分析」、「周遭土地利用現況及人為活動情形」與「生態系統尺度整合分析」等 7 大項目，其中除「水生生物定量調查」內之「慈湖菲律賓簾蛤族群與生態學研究」之調查頻度為在 2017 年 5 月前為每月 1 次外，其餘調查工作頻度均為每季 1 次。本研究已完成 12 季調查(2016 年 3、6、9 月；2017 年 2、5、8、11 月；2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月)，並建構慈湖與陵水湖之食物網模式。本研究調查進度甘特圖與歷年工作項目列於表 2-3、2-4。

表 2-3 工作進度甘特圖

工作項目	執行年度	105 年												106 年												107 年											
	執行月份	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. 資料蒐集及彙整分析																																					
2. 水質調查																																					
3. 水文收支																																					
4. 基礎生產者調查																																					
5. 水生動物定量調查																																					
6. 慈湖菲律賓簾蛤族群與生態學研究																																					
7. 鳥類棲地利用分析																																					
8. 土地利用及人為活動調查																																					
9. 生態系統尺度整合分析																																					
10. 提供具體永續之經營管理策略																																					
11. 生物資源納入國家公園 GIS																																					
12. 報告撰寫																																					
13. 投稿國家公園學報或電子報稿件																																					
執行進度(%)		1	2	7	9	10	16	18	19	24	26	29	35	37	42	43	45	49	51	52	57	58	60	66	70	74	76	77	81	82	84	88	90	91	96	98	100
檢核點		工作計畫					期中報告						期末報告	工作計畫					期中報告					期末報告	工作計畫					期中報告						期末報告	

資料來源：本研究

註：黑色方格表示已完成；灰色方格表示待完成

表 2-4 2016~2018 年工作項目列表

工作項目	2016 年	2017 年	2018 年
一、水質分析	<ol style="list-style-type: none"> 13 項水質檢測(慈湖 10 測站、陵水湖 9 測站、蘭湖水庫 6 測站、瓊林水庫 6 測站、擎天水庫 6 測站) 汞汙染調查(蘭湖、瓊林及擎天水庫) 	<ol style="list-style-type: none"> 13 項水質檢測(慈湖 10 測站、陵水湖 6 測站) 環保署水庫水質分析(蘭湖、瓊林及擎天水庫) 	<ol style="list-style-type: none"> 13 項水質檢測(慈湖 10 測站、陵水湖 6 測站) 環保署水庫水質分析(蘭湖、瓊林及擎天水庫)
二、水文分析	<ol style="list-style-type: none"> 水文收支(慈湖、陵水湖) 底質分析(慈湖：粒徑分析、氧化還原電位) 	<ol style="list-style-type: none"> 水文收支(慈湖、陵水湖) 等深線繪製(慈湖) 流向測量(慈湖) 陸化評估(慈湖) 底質分析(慈湖：氧化還原電位、底質葉綠素 <i>a</i>、底質有機質) 	<ol style="list-style-type: none"> 水文收支(慈湖、陵水湖) 流向測量(慈湖) 底質分析(慈湖：氧化還原電位)
三、基礎生產者調查	<ol style="list-style-type: none"> 水、陸域植物(慈湖、陵水湖) 水生植物覆蓋面積(陵水湖) 	<ol style="list-style-type: none"> 浮游藻類(慈湖、陵水湖) 大型藻類(慈湖) 水生植物生產量(陵水湖) 水生生物覆蓋面積(陵水湖) 草魚(陵水湖) 	<ol style="list-style-type: none"> 水生生物覆蓋面積(陵水湖) 草魚(陵水湖)
四、水生動物定量調查	<ol style="list-style-type: none"> 魚類(慈湖、陵水湖) 螺貝類(慈湖、陵水湖) 	<ol style="list-style-type: none"> 螺貝類(慈湖) 蝦蟹類(慈湖、陵水湖) 多毛類(慈湖) 水棲昆蟲(陵水湖) 	<ol style="list-style-type: none"> 螺貝類(慈湖) 菲律賓簾蛤(慈湖) 水母(慈湖) 寄居蟹(慈湖)

工作項目	2016 年	2017 年	2018 年
		5. 浮游動物(慈湖、陵水湖) 6. 菲律賓簾蛤(慈湖)	5. 頭足類(慈湖) 6. 水域爬蟲類(慈湖、陵水湖)
五、鳥類棲地利用分析	1. 鳥類物種調查(慈湖、陵水湖、 蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水 庫) 2. 棲地利用分析(慈湖、陵水湖)	1. 鳥類物種調查(慈湖、陵水湖) 2. 棲地利用分析(慈湖、陵水湖)	1. 鳥類物種調查(慈湖、陵水湖) 2. 棲地利用分析(慈湖、陵水湖)
六、土地利用與人為活動情形	1. 土地利用調查(慈湖、陵水湖、 蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水 庫)	1. 人為活動調查(慈湖、陵水湖、 蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水 庫)	
七、生態系尺度整合分析	1. 生態系統代謝(慈湖、陵水湖)		1. Ecopath 食物網模式(慈湖、 陵水湖)

資料來源：本研究

第三章 調查結果與討論

第一節、水質分析

壹、慈湖

本研究原擬於慈湖中央設置 1 樣站，然因湖中央水深過深且底質泥濘不易行走，考慮調查人員之人身安全，於第 2 季始搭乘橡皮艇至慈湖中央檢測水質。本研究已完成 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月與 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月，共計 12 季次之水質調查。生化需氧量與化學需氧量方面，則已於 2016 年 10 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月，完成共 12 季次之調查工作。

一、水質結果概述

本研究 12 季之現場檢測水質結果顯示，慈湖 C1~C10 處測站之水溫介於 11.3°C 至 37.8°C(表附錄 1-1)，以 1~3 月最低，平均低於 15.6°C；5~8 月水溫最高，平均高於 32.2°C。溶氧介於 2.5 mg L⁻¹ 至 13.2 mg L⁻¹，以 2016 年 6 月之溶氧最低，均低於 3.2 mg L⁻¹；C5~C8 測站在部分季節溶氧大於 9 mg L⁻¹，顯示溶氧過飽和狀態。酸鹼值介於 5.1 至 9.4 間，2016 年各季之平均酸鹼值多低於 8.0，2017~2018 年酸鹼值受海水影響，水體多呈弱鹼性(>8.0)；測站之間，C5~C8 測站之平均酸鹼值相對較高，本研究推測此現象應為此區底棲微藻豐富(見第 3 章第 2 節)，在光合作用過程中消耗大量氫離子之結果(反應式： $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow (\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2$)。鹽度介於 1.0 至 38.6，以降雨量豐富之 2016 年之鹽度較低(年平均：19.8±6.0)；2017~2018 年起鹽度逐漸由 21.9 提升至 34.8，除 2 年之降雨量較少外，自 2017 年起以防潮閘門引入海水亦使慈湖整體之鹽度增加。測站間，以 C1、C2、C3、C9、C10 測站鹽度較高且變異較小，C4、C6、C8 測站次之，C5、C7 測站最低，可見以緊鄰東側溝渠之 C5、C7 測站最易受淡水影響。導電度介於 2.1 μS cm⁻¹ 至 57.7 μS cm⁻¹，其趨勢與鹽度相符。濁度介於 0.0 NTU 至 91.0 NTU，於測站與季節間無明顯變化趨勢；僅在 2016 年 6 月因水深過淺，使 C6、C7、C8 測站之濁度偏高；2017 年 2

月 C9、C10 測站採集當下風浪極強，使濁度分別高達 73 NTU 與 91 NTU。

本研究 12 季之實驗室檢測水質結果顯示，慈湖 C1~C10 測站之懸浮固體介於 26.4 mg L⁻¹ 至 311.5 mg L⁻¹(表附錄 1-2)，水中顆粒性有機質介於 4.5 mg L⁻¹ 至 61.4 mg L⁻¹，二者之趨勢皆與濁度相似。磷酸鹽介於 0.01 mg L⁻¹ 至 2.15 mg L⁻¹(圖 3-1)，測站間以 C7 測站因承接畜牧污水而最高(平均 0.74±0.26 mg L⁻¹)，C4、C5、C6、C8 測站次之(0.25~0.34 mg L⁻¹)，C1、C2、C3、C9、C10 測站最低(0.12~0.20 mg L⁻¹)。硝酸鹽介於 0.03 mg L⁻¹ 至 7.72 mg L⁻¹(圖 3-2)，在 2016 年 3 月後，僅 C1、C5、C7 測站偶有偏高之硝酸鹽濃度；測站間以 C5、C7 測站之濃度最高，分別為 0.85±1.57 mg L⁻¹ 及 0.96±2.48 mg L⁻¹。銨鹽介於 0.00 mg L⁻¹ 至 0.81 mg L⁻¹(圖 3-3)，整體濃度於 2016 年 3 月最高(0.49±0.15 mg L⁻¹)，2016 年 6 月、2017 年 2 月及 2017 年 10 月次之(0.18~0.22 mg L⁻¹)；測站間以 C7 測站最高，約為其餘測站之 3~5 倍。葉綠素 *a* 濃度介於 0.0~193.7 mg m⁻³(圖 3-4)，測站間以 C1、C2、C3、C9 測站之葉綠素 *a* 最低(2.8~4.7 mg m⁻³)；C4、C6、C7、C8、C10 測站次之(6.1~10.4 mg m⁻³)；C5 測站最高(41.4±59.2 mg m⁻³)，尤其在 2017 年 2 月、5 月及 2018 年 1 月大雨後均有極端高值，本研究認為此現象應為降雨逕流將上游水域累積之藻類沖刷至此所致。生化需氧量介於 2.0 mg L⁻¹ 至 19.0 mg L⁻¹，測站間以 C5 測站最高，顯示水體中有機質較多；化學需氧量介於 14.0 mg L⁻¹ 至 84.7 mg L⁻¹，趨勢與生化需氧量一致。

二、優養化程度

為量化金門湖庫之優養化程度，本研究原擬以透明度、總磷與葉綠素 *a* 濃度估算卡爾森指數。然而，在實際測量慈湖與陵水湖透明度時，常因水深過淺或擾動底質淤泥而造成測量誤差。因此，本研究另以 Nixon(1995)之方法量化慈湖優養化程度，該文指出優養化(eutrophication)意指生態系中增加的有機質供應速率，並強調優養化代表系統過程(process)而非營養狀態，故可將系統之有機碳供應量(organic carbon supply, 即為總基礎生產量)作為優養化指標。以生產量小於 100 g C m⁻² yr⁻¹ 者為寡養系統(oligotrophic)；高於 100 但低於 300 g C m⁻² yr⁻¹ 者為普養系統(mesotrophic)；高於 301 但低於 500 g C m⁻² yr⁻¹ 者為優養系統(eutrophic)；大於 501 g C m⁻² yr⁻¹ 者則為超養系統(hypertrophic)。

本研究於 2016 年 3 月以溶氧代謝方法量化之慈湖總基礎生產量(GPP)約為 381 g C

m^{-2} (詳見第 2、3 章第 7 節), 可見慈湖為優養系統, 與此時之卡爾森指數相符(47.8, 優養狀態)。綜合而言, 兩種判斷依據之結果相似, 且以 Nixon(1995)之準則更為精確, 因此本研究選擇以基礎生產量作為優養化程度之判斷依據。彙整 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月之生產量數據, 慈湖之平均總基礎生產量約為 $387.62 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$, 屬於輕微優養水域。

三、降雨與防潮閘門操作之影響

水體過度優養化可能致使水生生物死亡, 如慈湖冬末春初快速生長之腸石髮與剛毛藻(見第 3 章第 3 節), 即可能於夏季促成環境缺氧, 進而不利於生物多樣性與水生資源維持。根據 Redfield (1958)之研究顯示, 當水體中 N:P ratio 等於 16 時最適合單細胞藻類(簡稱微藻)生長, 而大型藻類則適合生長於 N:P ratio 等於 30 之環境(Christopher et al. 2014), 意即藻類對於氮之需求約為磷元素之 16~30 倍。在本研究水質調查之 118 筆資料中, N:P ratio 低於 30 與 16 者分別占 90%與 97%, 表示慈湖屬於氮限制環境, 故在經營管理上應更著重於氮源之控制。Spearman 相關分析結果顯示, 慈湖之硝酸鹽($r = -0.50, p < 0.001$)、銨鹽濃度($r = -0.22, p < 0.05$)與鹽度呈顯著負相關, 可知慈湖東側淡水溝渠為溶解性無機氮(dissolved inorganic nitrogen, DIN, 即硝酸鹽與銨鹽總和)之主要來源。因此, 在本研究結果中亦可見各測站 DIN 依與東側溝渠之距離而有梯度差異。綜合黎明工程顧問有限公司(2016)之水質及洪峰流量資料顯示, 東北側(C5 測站上游)及東南側溝渠(C7 測站上游)每日之銨鹽輸入分別為 184.7 g d^{-1} 及 708.0 g d^{-1} , 可見在兩溝渠中以東南側溝渠之氮輸入量更多。另一方面, 海水比例與水體流動力亦為影響 DIN 濃度之因子之一, 故於慈湖西側近水閘門測站之 DIN 濃度最低且變化最穩定。

2017 年 1 月起, 金門國家公園管理處(簡稱金管處)增加防潮閘門開啟頻率, 期望以海水流動與稀釋效應改善水質。本研究整理金管處西區工作站於 2017~2018 年之防潮閘門操作紀錄顯示, 2017 年 1 月至 2018 年 7 月防潮閘門共開啟 106 日(圖 3-5), 操作初期(2017 年 1~3 月)每月閘門約開啟 1~3 天; 2017 年 4 月起, 每月閘門之開啟日數多高於 5 天, 且整體呈漸增趨勢, 最高達 11 天(2018 年 3 月)。在防潮閘門開啟之 106 日中, 閘門開啟高度多低於 300 mm(占整體之 69%, 圖 3-6); 而於 2018 年 2 月後, 閘門

開啟高度呈驟升趨勢。為量化此操作之成效，本研究將慈湖各測站依受淡水影響程度劃分為慈湖西區(C1、C2、C3、C10)、慈湖中區(C4、C6、C8、C9)、C5 測站及 C7 測站，並比較各區 DIN 濃度於 2016~2018 年間與鹽度、累積雨量(採樣前 2 週)間之時序變化關係。

(一)防潮閘門操作前(2016 年 3~12 月)

2016 年慈湖西區、中區、C5 測站、C7 測站之 DIN 濃度變化趨勢相似(圖 3-7~3-10)，均於降雨豐富之 3 月濃度極高，至 6 月隨鹽度增加而驟降；9 月在莫蘭蒂颱風(2016/9/15，日降雨量 116 mm)影響下，各區鹽度大幅降低，但於 DIN 卻無明顯增加。本研究推測此現象成因可能有二：(1)颱風豪雨造成之稀釋效應；(2)颱風過後藻類增生，大量吸收營養鹽，故亦可見此時慈湖之葉綠素 *a* 濃度達到最高值。12 月始進入乾季，此時各區整體鹽度偏高，僅 C5 測站、C7 測站仍稍受淡水影響，故 DIN 濃度偏高。

(二)防潮閘門操作中(2017 年 2 月~2018 年 4 月)

在防潮閘門之操作下，慈湖西區、中區之鹽度自 2017 年 2 月起緩慢上升，且至 2018 年 4 月已分別由 27.6、21.5 增加至 33.4、33.4。在此海水比例甚高之狀態下，DIN 濃度多控制於 6 μM 以下，僅於操作初期偏高(14 μM)。C5 測站於 2017 年 2 月幾乎為純淡水環境，DIN 濃度高達 79 μM ；2017 年 5 月至 2018 年 4 月鹽度由 11.8 遽升至 35.1，使 DIN 濃度多維持於 12 μM 以下。C7 測站在枯水期亦維持極高之 DIN 濃度(>20 μM)，且於豐雨期 DIN 濃度約提升至 2~3 倍。綜合而言，藉由防潮閘門引入海水可提升慈湖西區、中區及 C5 測站對 DIN 之緩衝能力，使其 DIN 濃度在累積降雨達 130 mm 時仍可維持於 6 μM 以下；比較操作始末之 DIN 濃度顯示，慈湖西區、中區及 C5 測站之 DIN 濃度由操作初期至 2018 年 4 月分別降低 60%、62%、92%，可見防潮閘門引入海水之成效。然而，此操作對 C7 測站之水質改善能力仍十分有限。

(三)防潮閘門操作後(2018 年 7~10 月)

2018 年 7 月起，防潮與排砂閘門因堤外水道施工而暫時封閉。雖然此工程已預留一函管供慈堤內外海水交換，但其水體流通率仍不及現有閘門。在閘門封閉初期曾發

現慈湖水位大降，湖畔逐漸乾涸之狀況。管處於當時即刻開啟防潮閘門以維持水深，但於 2018 年 10 月，慈湖水位仍下降 18 cm，並使慈湖東側灘地裸露。對慈湖水體之 DIN 而言，閘門封閉使海水量減少，進而導致各區在無降雨之狀態下鹽度降低，DIN 濃度升高。而在各區間，閘門封閉之影響依與東側溝渠間之距離不同，上升幅度以慈湖西區最低，中區次之，由 6 μM 分別上升至 9、12 μM ；C5、C7 測站 DIN 濃度則分別由 6 μM 、26 μM 上升至 17 μM 、43 μM 。綜合而言，閘門封閉降低慈湖水域對 DIN 之緩衝能力，而由此亦可驗證提升海水交換率確實可達到污染稀釋效果。

貳、陵水湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月，2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月完成 12 季之水質採樣調查。2016 年秋季採樣原預計於 9 月執行，然因莫蘭蒂颱風影響無法進入，故延至 2016 年 10 月調查；2017 年冬季採樣原預計於 2 月執行，然因暴雨延至 2017 年 3 月。

一、水質結果概述

本研究 12 季之現場檢測水質結果顯示，陵水湖 L1~L9 處測站之水溫介於 14.3°C 至 36.0°C(表附錄 1-3)，以夏季最高，冬季最低。溶氧介於 2.7 mg L^{-1} 至 12.8 mg L^{-1} ，2017 年 11 月至 2018 年 10 月溶氧偏高，多呈過飽和狀態；本研究認為此現象應與逐漸升高之葉綠素 *a* 濃度有關。酸鹼值介於 6.5 至 11.0 間，除 2016 年 6 月之外湖區(L1、L2 測站)及 2017 年 3 月之第 1、2 池(L7、L5 測站)外，其餘測站酸鹼值均大於 8，顯示陵水湖水體偏鹼，並以近內陸之第 1 池、上庫水池(L8 測站)及水上餐廳水池(L9 測站)酸鹼值最高，如同上文所言(慈湖水質)，此現象為藻類光合作用旺盛，大量消耗氫離子之結果。鹽度介於 0.0 至 26.1，外湖水體屬於半淡鹹水，鹽度介於 7.0 至 26.1；車轍道以南之第 1~4 池、上庫水池及水上餐廳水池則均為淡水水域，鹽度介於 0.0 至 1.4；導電度介於 0.2 m S cm^{-1} 至 43.4 m S cm^{-1} ，趨勢與鹽度一致，以外湖區較高；濁度介於 0.0 NTU 至 135.0 NTU，以第 1 池、上庫水池與水上餐廳水池濁度最高，第 4 池(L4、L6 測站)最低，其趨勢與葉綠素 *a* 濃度相同，顯示浮游藻類為造成水體濁度高之主因。

本研究 12 季之實驗室檢測水質結果顯示，陵水湖 L1~L9 處測站之懸浮固體介於 5.7 mg L^{-1} 至 330.0 mg L^{-1} (表附錄 1-4)。水中顆粒性有機質介於 2.0 mg L^{-1} 至 316.2 mg L^{-1} 。磷酸鹽介於 0.001 mg L^{-1} 至 0.451 mg L^{-1} (圖 3-11)，以低水位之 2018 年 1 月、4 月較高，測站間則以第 2 池最高。硝酸鹽介於 0.04 mg L^{-1} 至 2.64 mg L^{-1} (圖 3-12)，以降雨後(2016 年 3 月、2018 年 1 月)之上庫水池及水上餐廳水池最高；此外，2016 年期間，外湖區之硝酸鹽濃度亦高於第 1~4 池。銨鹽介於 0.00 mg L^{-1} 至 2.64 mg L^{-1} (圖 3-13)，測站間以外湖區較高；另外於第 2 池與上庫水池亦偶有極高之銨鹽濃度，其中上庫水池於 2018 年 10 月之銨鹽濃度極高，約為過去平均之 33.5 倍。葉綠素 *a* 濃度介於 0.7 mg m^{-3} 至 468.4 mg m^{-3} (圖 3-14)，以第 1 池、上庫水池及水上餐廳水池最高；第 2、3 池次之；外湖區及第 4 池則於調查期間維持偏低之葉綠素 *a* 濃度。自 2016 年起葉綠素 *a* 逐漸上升，至 2018 年 7 月方有小幅降低趨勢。

二、優養化程度

本研究以總基礎生產量作為優養化程度之判斷依據。結果顯示，彙整 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月之溶氧代謝數據，陵水湖之平均總基礎生產量為 $913.10 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於超養水域。其中第 1、2、3、4 池之總基礎生產量依序為 $1,184.2 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、 $966.0 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、 $1,040.5 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、 $461.7 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。可見第 4 池屬優養水域，第 1~3 池則均為超養水域。

三、污染源、水文、水生植物影響

綜合上述水質結果，本研究認為陵水湖之硝酸鹽應源於上庫與水上餐廳一帶，但銨鹽、磷酸鹽除上游輸入外，亦可能來自於鳥類之糞尿，故可見第 2、3 池時有極高之銨鹽、磷酸鹽濃度。浮游藻類之生長速率除受營養鹽、光度等因素影響外，水體停留時間亦與其生物量累積相關。在本研究中陵水湖內湖區之葉綠素 *a* 濃度在 2018 年 4 月較調查初期約提升 3.7 倍。本研究認為自 2016 年 10 月後，金門整體降雨不豐與水門堵塞等因素，不僅造成水位下降，亦導致水體流動力降低。此狀態有利於浮游藻類與營養鹽累積，而易使葉綠素 *a* 濃度大幅提升，在各池間尤以第 1~3 池最為嚴峻。適度之水體流動

可減緩水域優養化，如 2018 年 1 月第 1 池之葉綠素 *a* 濃度在雨後大幅降低。因此若可於強降雨時盡可能讓第 1~3 池之水體流動，將有利於藻類與營養輸出，但同時須注意低水位(水深 < 0.4 m，見第 3 章第 3 節)可能促進水生植物生長而導致其擴散。

水生植物可與浮游藻類競爭營養而達到抑制優養化之效果。如第 4 池之水生植物吸收、攔截逕流輸入之營養，為此區葉綠素 *a* 濃度大幅低於第 1~3 池之原因之一。另一方面，2018 年 7 月陵水湖第 2 池分布少許布袋蓮，使其溶氧不再呈過飽和狀態，酸鹼值亦隨之降低；而至 2018 年 10 月(布袋蓮覆蓋度高)，除溶氧與酸鹼值外，第 2 池之濁度、葉綠素 *a* 濃度、硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽均優於第 1、3 池，而與第 4 池相仿，可見在布袋蓮處理下可達到抑制藻類增生之效果。綜合而言，第 2 池布袋蓮之水質淨化效果甚佳，然因缺乏降雨逕流，故目前影響僅侷限於此池。

參、蘭湖水庫

本研究已完成 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，共 4 季之蘭湖水庫水質分析工作。並於 2017 年起以行政院環保署之水質監測數據進行資料分析。

本研究 4 季現場檢測水質結果顯示，蘭湖水庫之水溫介於 14.9°C 至 32.3°C(表附錄 1-5)，以夏季(6 月)最高，秋季(9 月)次之；酸鹼值介於 6.5 至 8.8 間；溶氧介於 0.2 mg L⁻¹ 至 8.7 mg L⁻¹；鹽度介於 0.1 至 0.2；導電度介於 0.3 μS cm⁻¹ 至 0.4 μS cm⁻¹；濁度介於 2.3 NTU 至 41.4 NTU；懸浮固體介於 8.9 mg L⁻¹ 至 51.3 mg L⁻¹(表附錄 1-6)；水中顆粒性有機質介於 2.5 mg L⁻¹ 至 12.0 mg L⁻¹；透明度介於 42.0 cm 至 122.5 cm；葉綠素 *a* 濃度介於 1.2 mg m⁻³ 至 60.9 mg m⁻³。營養鹽濃度方面，硝酸鹽介於 0.04 mg L⁻¹ 至 3.39 mg L⁻¹；銨鹽介於 0.00 mg L⁻¹ 至 3.19 mg L⁻¹；磷酸鹽介於 0.01 mg L⁻¹ 至 0.39 mg L⁻¹；總磷介於 0.0001 mg L⁻¹ 至 0.35 mg L⁻¹。

2016 年 3 月採集蘭湖水庫南側表層水時，疑似有異常水色之排水進入水庫，導致此區之磷酸鹽、硝酸鹽極高。除此之外，各水質項目在北側、中央、南側間均無明顯差異。表、底層水則僅在 2016 年 9 月有明顯差異，以底層水之溶氧、酸鹼值、葉綠素 *a* 濃度較低，濁度、懸浮固體、營養鹽濃度較高。在季節間，蘭湖水庫之總磷、葉綠素 *a* 濃度

與卡爾森指數之季節變化趨勢一致(圖 3-15、3-17、3-18)，皆於 2016 年 6 月微幅下降後，至 9 月後上升，並在 12 月再次降低；透明度則呈現相反趨勢(圖 3-16)。蘭湖水庫之 N:P ratio 介於 0.1 至 34,744.4，其中約有 81% 高於 16。由此可知，磷為限制蘭湖水庫藻類生長之主要因子，因此在莫蘭蒂颱風過後，總磷濃度提升使水庫中之浮游藻類大幅增加，進而導致水體透明度降低。在硝酸鹽之結果中亦可發現，2016 年 9 月藻類爆發時，硝酸鹽大幅降低，顯示浮游藻類在磷充足之情況下，才開始大量吸收硝酸鹽。整體而言，蘭湖水庫之卡爾森指數介於 35.2 至 74.9 間，除 2016 年 6 月屬於寡養、近普養狀態外，2016 年 3 月、9 月、12 月均呈優養狀態。

本研究彙整蘭湖水庫 2013 年 2 月至 2018 年 2 月，共 21 筆之環保署水質監測數據。結果顯示，近 5 年蘭湖水庫之卡爾森指數介於 52 至 71 間(圖 3-22)，呈優養狀態，但略有緩慢降低趨勢，尤其可見至 2017 年後總磷(圖 3-19)、葉綠素 *a*(圖 3-20)與透明度(圖 3-21)均有明顯改善。Pearson 相關分析結果顯示，蘭湖水庫之葉綠素 *a* 與總磷($r = 0.656$, $p < 0.01$)呈正相關，指出總磷為限制浮游藻類生長之主要因子，與本研究現場檢測水質之結果相符。另一方面，月累積雨量與總磷($r = 0.450$, $p < 0.05$)、懸浮固體($r = 0.441$, $p < 0.05$)、化學需氧量($r = 0.434$, $p < 0.05$)呈正相關，可見總磷主要隨雨水逕流進入蘭湖水庫，而 2017 年之雨水不豐，使此時之水質漸佳。

肆、瓊林水庫

本研究已完成 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，共 4 季之瓊林水庫水質分析工作。並於 2017 年起以行政院環保署之水質監測數據進行資料分析。

本研究 4 季現場檢測之水質結果顯示，瓊林水庫之水溫介於 11.9°C 至 34.7°C(表附錄 1-7)，以夏秋季最高；酸鹼值介於 7.15 至 9.59 間；溶氧介於 0.9 mg L⁻¹ 至 9.3 mg L⁻¹；鹽度介於 0.0 至 0.2；導電度介於 0.15 μS cm⁻¹ 至 0.30 μS cm⁻¹；濁度介於 26.4 NTU 至 67.0 NTU；懸浮固體介於 19.6 mg L⁻¹ 至 194.6 mg L⁻¹(表附錄 1-8)；水中顆粒性有機質介於 14.3 mg L⁻¹ 至 64.8 mg L⁻¹；透明度介於 9.0 cm 至 29.5 cm；葉綠素 *a* 濃度介於 4.6 mg m⁻³ 至 149.9 mg m⁻³。營養鹽濃度方面，硝酸鹽介於 0.2 mg L⁻¹ 至 2.80 mg L⁻¹；銨鹽介於 0.007 mg L⁻¹ 至 17.3 mg L⁻¹；磷酸鹽介於 0.001 mg L⁻¹ 至 2.271 mg L⁻¹；總磷介於介於 0.003 mg L⁻¹

至 0.639 mg L^{-1} 。

瓊林水庫之水質於西側、中央、東側間無明顯差異。但由於葉綠素 *a* 濃度極高造成自體遮蔽效應，使底層水之酸鹼值、溶氧與葉綠素 *a* 濃度相對較低；營養鹽方面則以底層水之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽、總磷均略高於表層水，顯示營養多沉積於底質。本研究於調查期間發現，瓊林水庫之水位極淺，水深約僅有 1~2 m。淺水域一般之稀釋能力較差，且其底部沉積物易受氣流擾動揚起，而使蓄積在底質之營養鹽釋放於水體，導致水質劣化，故本研究推測瓊林水庫之高濁度、懸浮固體與營養鹽濃度應與其低水位有關。另一方面，低水位水域因水體垂直混和(vertical mixing)深度較淺，使浮游藻類可長時間停留於有光層中(photoic depth)，進而促進其生長(Koseff *et al.* 1993)，故瓊林水庫之高葉綠素 *a* 與有機質濃度亦可能導因於水位過淺所致。卡爾森指數方面，瓊林水庫之總磷、葉綠素 *a* 濃度與卡爾森指數均以 2016 年 9 月最高，6 月最低。瓊林水庫之 N:P ratio 介於 1.7 至 307.1，其中 2016 年 3 月、6 月多屬磷限制環境，但在 2016 年 9 月過後，因颱風造成大量總磷輸入，促進藻類生長而消耗氮鹽，使水體轉變為氮限制環境。整體而言，瓊林水庫之卡爾森指數介於 57.7 至 82.2，均呈優養狀態。

本研究彙整瓊林水庫 2002 至 2012 年，共 42 筆之環保署水質監測數據。結果顯示，10 年間瓊林水庫之卡爾森指數介於 59.1 至 82.4 間，呈優養狀態，與本研究 2016 年之結果相較之下，未有明顯上升或下降趨勢。相對於蘭湖與擎天水庫而言，瓊林水庫之優養化程度更嚴峻，尤其在總磷與葉綠素 *a* 方面，疑因水量過少使兩者濃度與變異程度極高。Pearson 相關分析結果顯示，瓊林水庫之葉綠素 *a* 濃度與總磷($r = 0.341, p < 0.05$)、總有機碳($r = 0.551, p < 0.01$)、有機氮($r = 0.505, p < 0.05$)呈正相關，指出除了總磷之外，有機氮之輸入亦可能促進瓊林水庫之藻類增加，導致水質更加惡化。

伍、擎天水庫

本研究已完成 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月，共 4 季之擎天水庫水質分析工作。2016 年秋季採樣原預定於 9 月執行，然因莫蘭蒂颱風影響無法進入水庫，故延至 10 月調查。此外，自 2017 年起本研究以行政院環保署之水質監測數據進行資料分析。

本研究 4 季現場檢測之水質結果顯示，擎天水庫之水溫介於 13.4°C 至 31.8°C(表附錄 1-9)，以夏秋季最高；酸鹼值介於 6.94 至 9.04 間；溶氧介於 0.8 mg L⁻¹ 至 9.3 mg L⁻¹；鹽度介於 0.0 至 0.1；導電度介於 0.22 μS cm⁻¹ 至 0.31 μS cm⁻¹；濁度介於 3.3 NTU 至 13.3 NTU；懸浮固體介於 3.3 mg L⁻¹ 至 32.3 mg L⁻¹(表附錄 1-10)；水中顆粒性有機質介於 3.3 mg L⁻¹ 至 19.0 mg L⁻¹；透明度介於 34.0 cm 至 125.5 cm；葉綠素 *a* 濃度介於 1.2 mg m⁻³ 至 97.7 mg m⁻³。營養鹽濃度方面，硝酸鹽介於 0.32 mg L⁻¹ 至 3.01 mg L⁻¹；銨鹽介於 0.00 mg L⁻¹ 至 1.43 mg L⁻¹；磷酸鹽介於 0.01 mg L⁻¹ 至 0.37 mg L⁻¹；總磷介於 0.01 mg L⁻¹ 至 0.52 mg L⁻¹。

擎天水庫之水質在西側、中央、東側間無明顯差異。但以底層水之酸鹼值、溶氧與葉綠素 *a* 濃度相對較低；總磷濃度以 2016 年 10 月最高，但葉綠素 *a* 濃度未有明顯之季節趨勢，僅在 2016 年 12 月略微提升。然而，2016 年 10 月高濃度之總磷仍使該月之卡爾森指數偏高。擎天水庫之 N:P ratio 介於 3.4 至 639.2，其中 2016 年 3 月屬磷限制環境，但自 2016 年 6 月後多呈氮限制環境。2016 年 12 月之 N:P ratio 最接近 16，使該季之葉綠素 *a* 濃度達到最高。整體而言，擎天水庫之卡爾森指數介於 42.9 至 74.2 間，除 2016 年之東側表層水外，均屬於優養水域。

本研究彙整擎天水庫 2002 年 5 月至 2018 年 2 月，共 60 筆之環保署水質監測數據。結果顯示，近 16 年擎天水庫之卡爾森指數介於 47.9 至 71.0 間，除 2002 年 11 月外，均呈優養狀態，且略有緩慢增加趨勢，尤其又以葉綠素 *a* 濃度之上升趨勢最明顯；至 2017 年 5 月，擎天水庫之葉綠素 *a* 之大幅降低，但隨即於 10 月再度上升。Pearson 相關分析結果顯示，擎天水庫之葉綠素 *a* 濃度與總磷($r = 0.333, p < 0.01$)、濁度($r = 0.348, p < 0.01$)、懸浮固體($r = 0.469, p < 0.001$)、化學需氧量($r = 0.422, p < 0.001$)及總有機碳($r = 0.479, p < 0.01$)呈正相關，指出總磷為影響擎天水庫浮游藻類生長之限制因子，而總磷上升將促進浮游藻類生長，致使水體濁度、懸浮固體、化學需氧量及總有機碳增加。一般而言，營養鹽時常伴隨雨水逕流進入水庫，但擎天水庫之總磷卻與月累積降雨量呈負相關($r = -0.413, p < 0.01$)。本研究推測此現象應與擎天水庫集水區內人為開發程度極低有關，因集水區內無農業、住宅區等常見污染源，降雨後營養輸入之影響低於雨水稀釋

效應，故此時總磷濃度較低；反之，早期蒸發量高則可能造成濃縮效應，加上低水位容易使底部營養再懸浮，故反而總磷濃度較高。由此可知，本研究推測擎天水庫蓄積之營養較雨水輸入之影響力更大，故建議應由此面向改善水質。

陸、汞污染調查

水體汞污染調查部分，本研究已於蘭湖、瓊林與擎天水庫各採集魚類 1 尾(吳郭魚、鯽魚、鯉魚)，並委託國立臺灣海洋大學水產養殖學系水產品檢驗中心檢驗魚體之汞濃度。本研究原預定之檢驗項目包含底泥汞濃度，然而因水庫水深限制不利採樣，故僅檢測魚體部分。結果顯示，蘭湖水庫魚體之汞濃度低於偵測下限(20 ppb)，瓊林及擎天水庫魚體則分別為 41.32 與 84.29 ppb，均低於歐洲食品安全局(European Food Safety Authority, EFSA, 500 ppb)與美國食品暨藥物管理局(U.S. Food and Drug Administration, FDA, 1000 ppb)之漁業產品總汞限值。韓柏樑(2006)指出，臺北都會區及臺南臺鹼安順廠舊址周遭之魚類總汞濃度分別為 113 ppb (3.7~773.2 ppb)及 202 ppb (18~3,106 ppb)；施如佳等人(2006)之調查則顯示，臺灣市售海洋魚類之總汞濃度平均值為 188 ppb，介於 1 至 1,515 ppb 之間，可見金門水庫魚體之總汞濃度極低。目前我國食藥署之水產動物類衛生標準僅規範水產品之甲基汞含量不可高於 500 ppb，而賴文正(2014)之研究指出，魚類之甲基汞比例約占總汞濃度之 95%，故可知金門水庫魚類之甲基汞濃度亦低於規範限值。綜合而言，蘭湖、瓊林與擎天水庫之魚類並無汞污染現象。



圖 3-1 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站磷酸鹽濃度(mg L⁻¹)。圖示為相對基準值
資料來源：本研究



圖 3-2 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站硝酸鹽濃度(mg L⁻¹)。圖示為相對基準值
資料來源：本研究

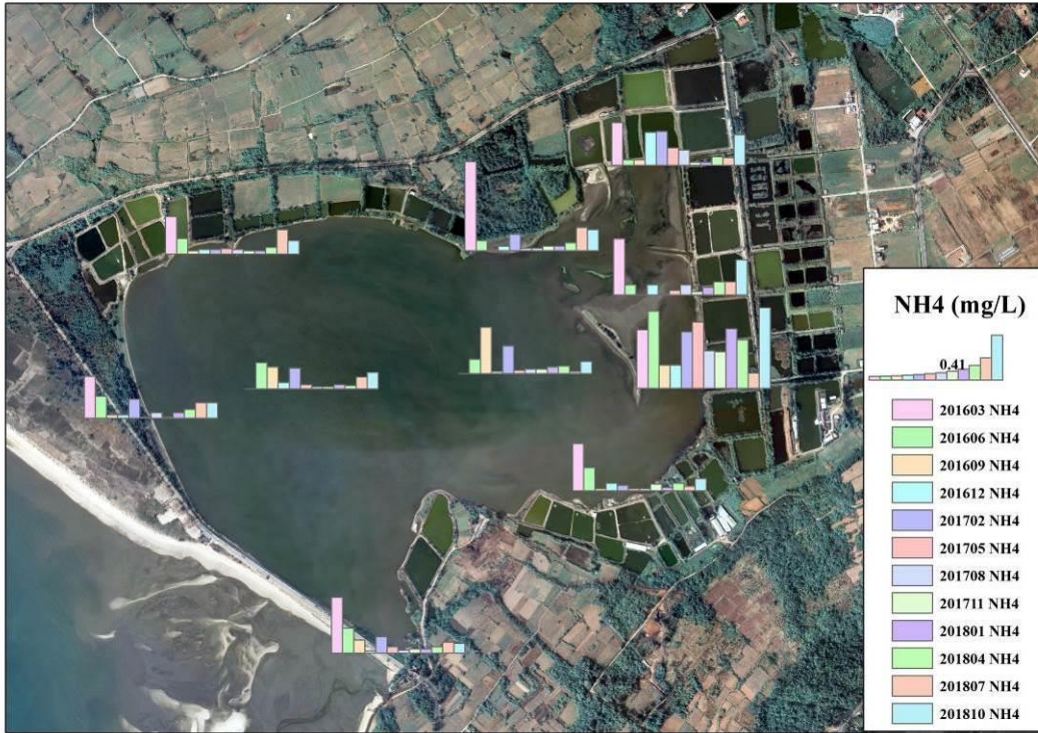


圖 3-3 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站銨鹽濃度(mg L^{-1})。圖示為相對基準值
資料來源：本研究



圖 3-4 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C10 測站葉綠素 a 濃度(mg m^{-3})。圖示為相對基準值
資料來源：本研究

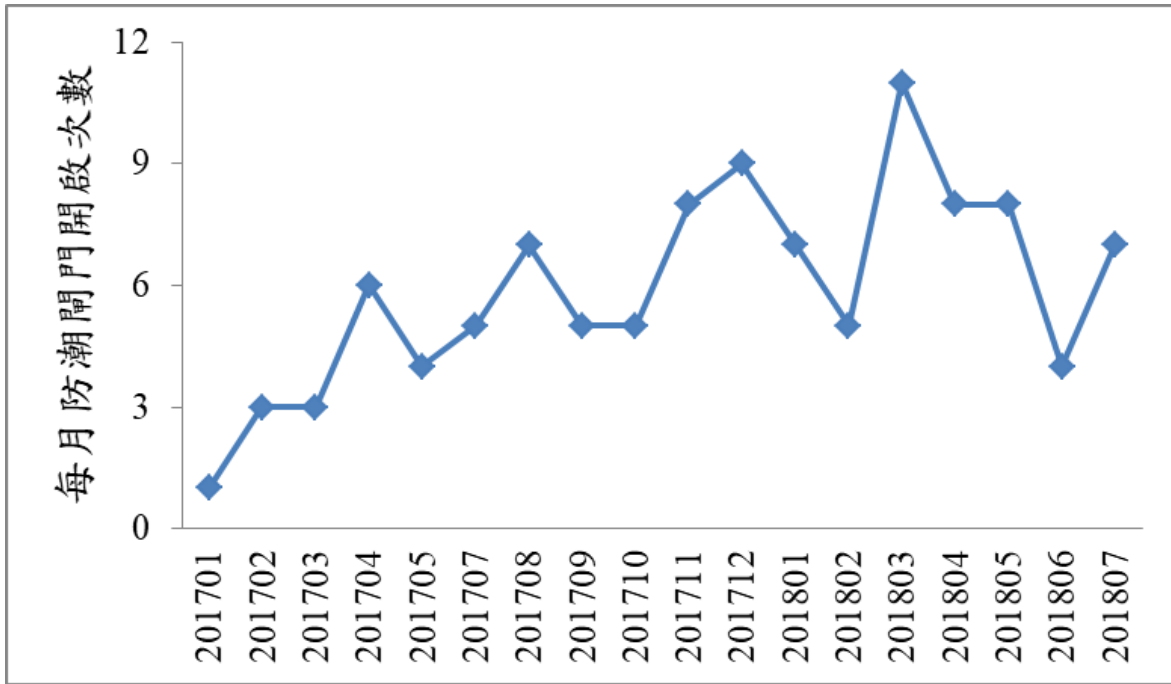


圖 3-5 2017~2018 年防潮閘門每月開啟日數
資料來源：本研究

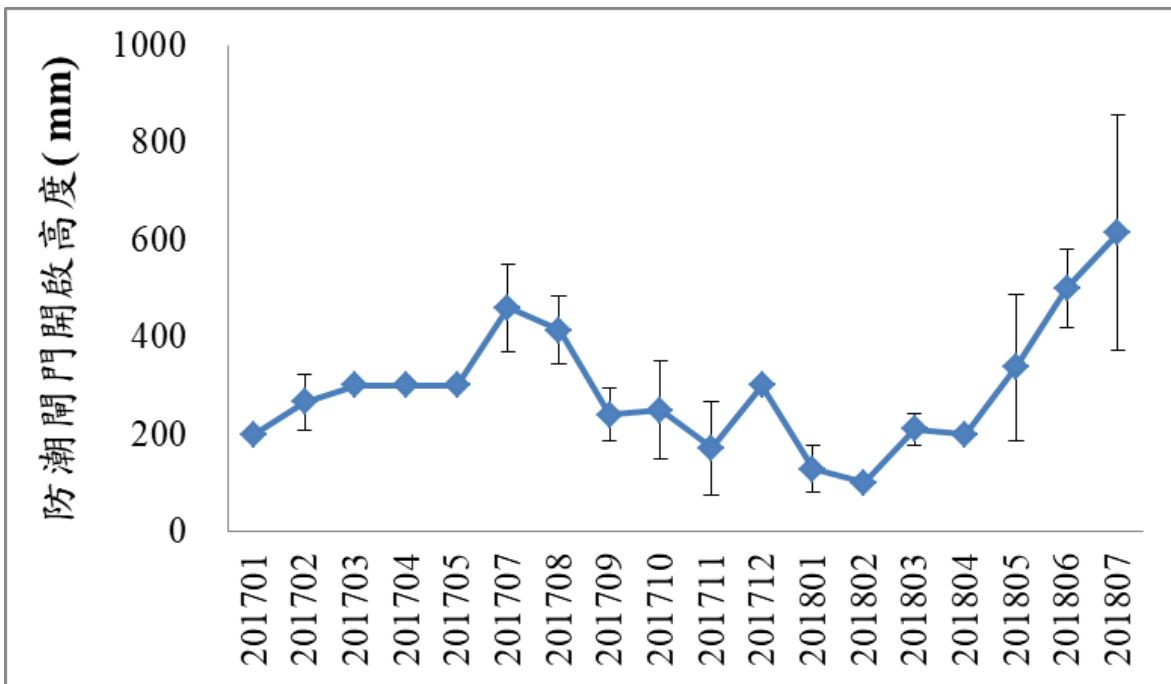


圖 3-6 2017~2018 年防潮閘門每月平均開啟高度
資料來源：本研究

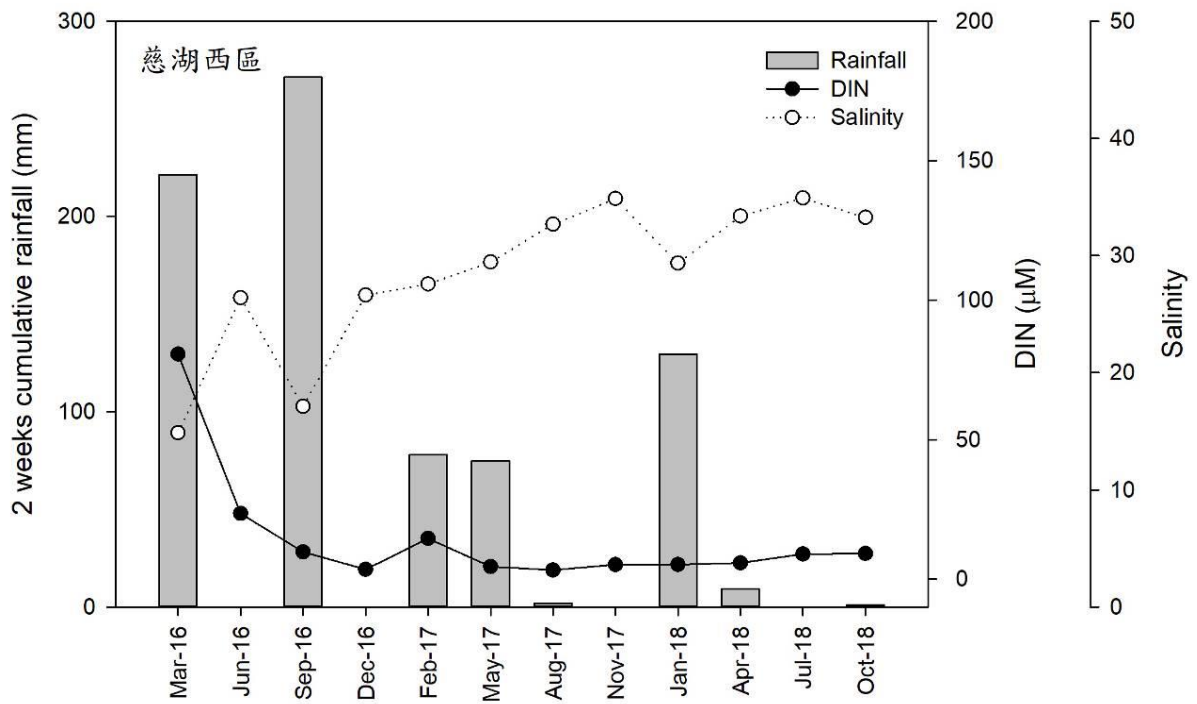


圖 3-7 2016~2018 年慈湖西區(C1、C2、C3、C10 測站)溶解性無機氮(DIN)、鹽度與兩週累計雨量
資料來源：本研究

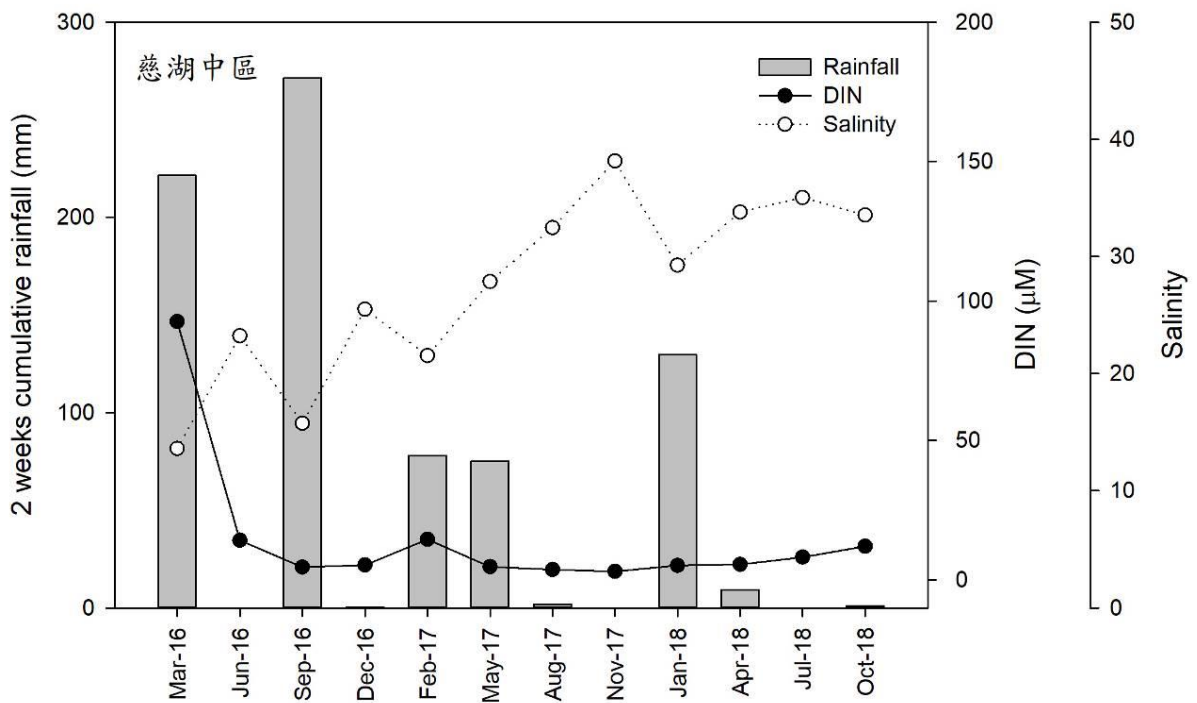


圖 3-8 2016~2018 年慈湖中區(C4、C6、C8、C9 測站)溶解性無機氮(DIN)、鹽度與兩週累計雨量
資料來源：本研究

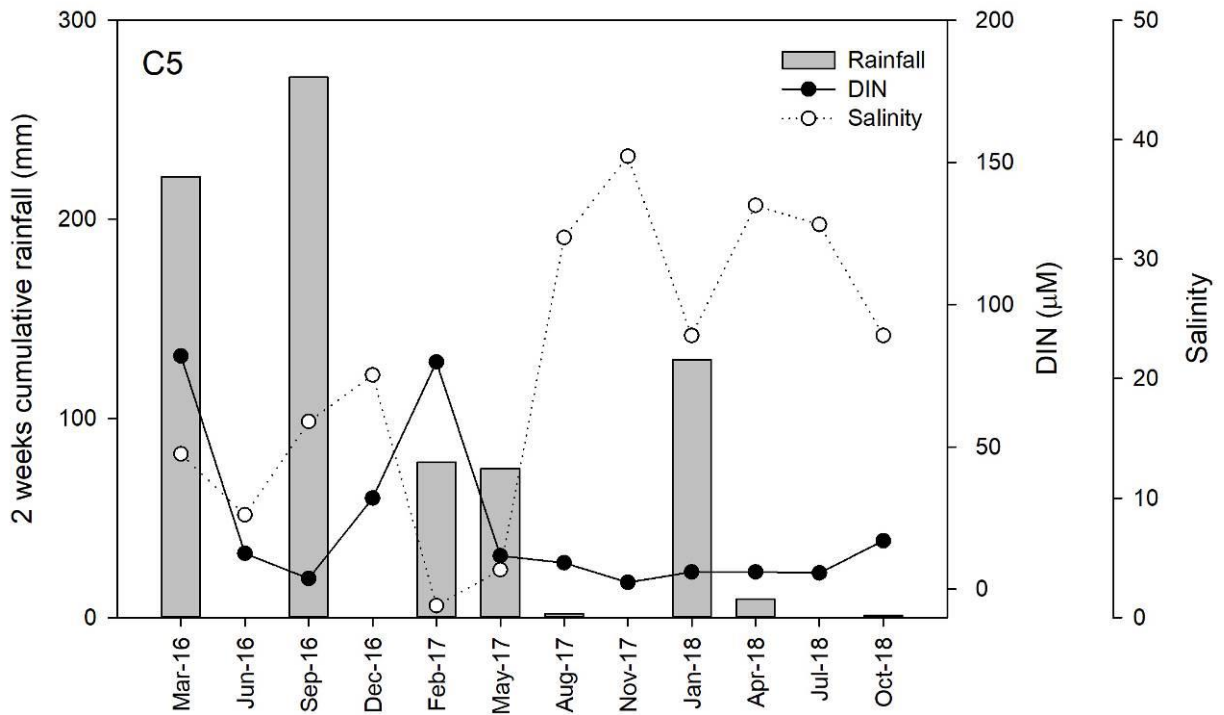


圖 3-9 2016~2018 年慈湖 C5 測站溶解性無機氮(DIN)、鹽度與兩週累計雨量
資料來源：本研究

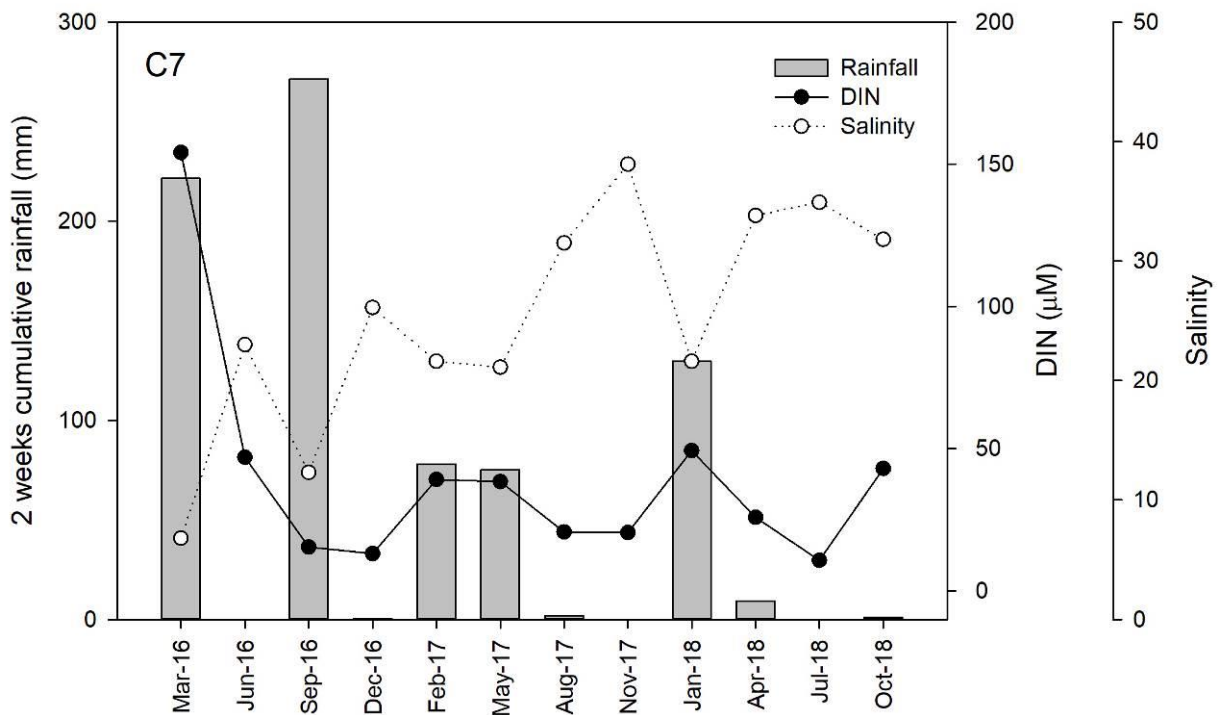


圖 3-10 2016~2018 年慈湖 C7 測站溶解性無機氮(DIN)、鹽度與兩週累計雨量
資料來源：本研究

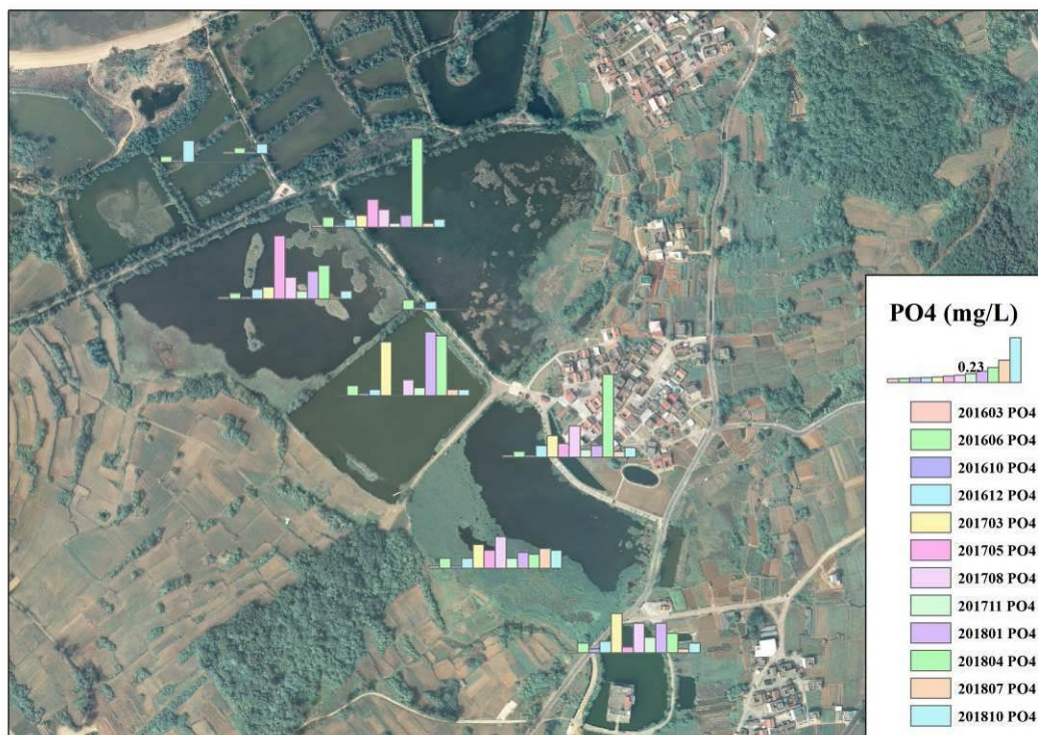


圖 3-11 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站磷酸鹽(mg L^{-1})。圖示為相對基準值

資料來源：本研究

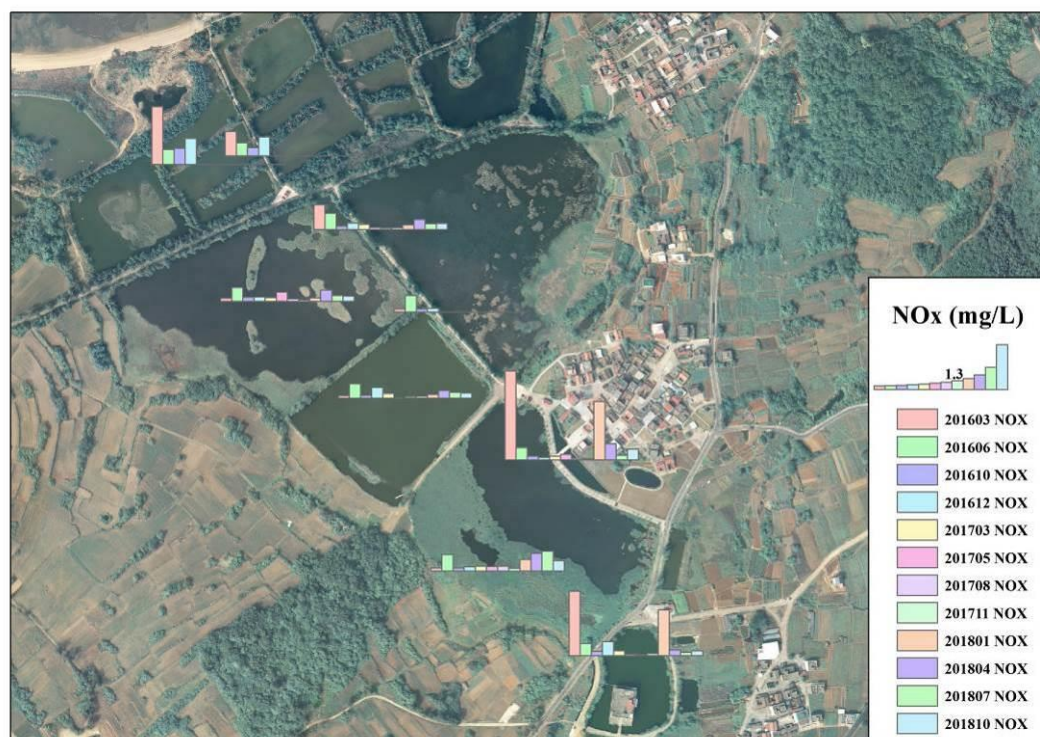


圖 3-12 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站硝酸鹽(mg L^{-1})。圖示為相對基準值

資料來源：本研究

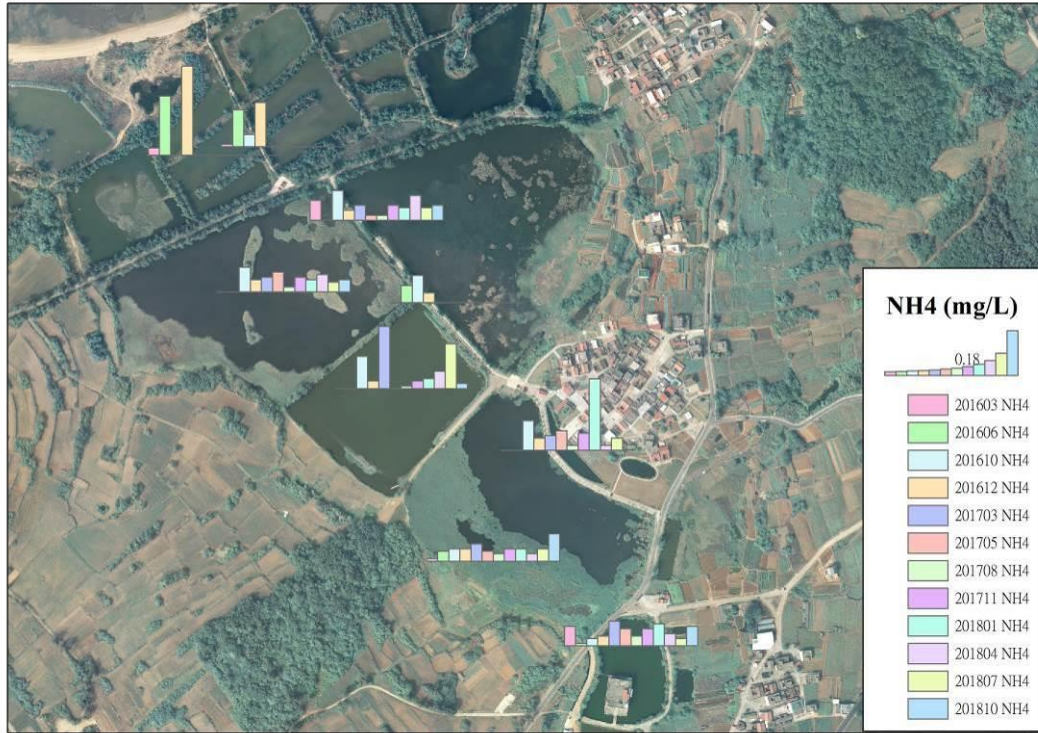


圖 3-13 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖各測站銨鹽(mg L^{-1})。圖示為相對基準值

資料來源：本研究



圖 3-14 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖葉綠素 *a* 濃度(mg m^{-3})。圖示為相對基準值

資料來源：本研究

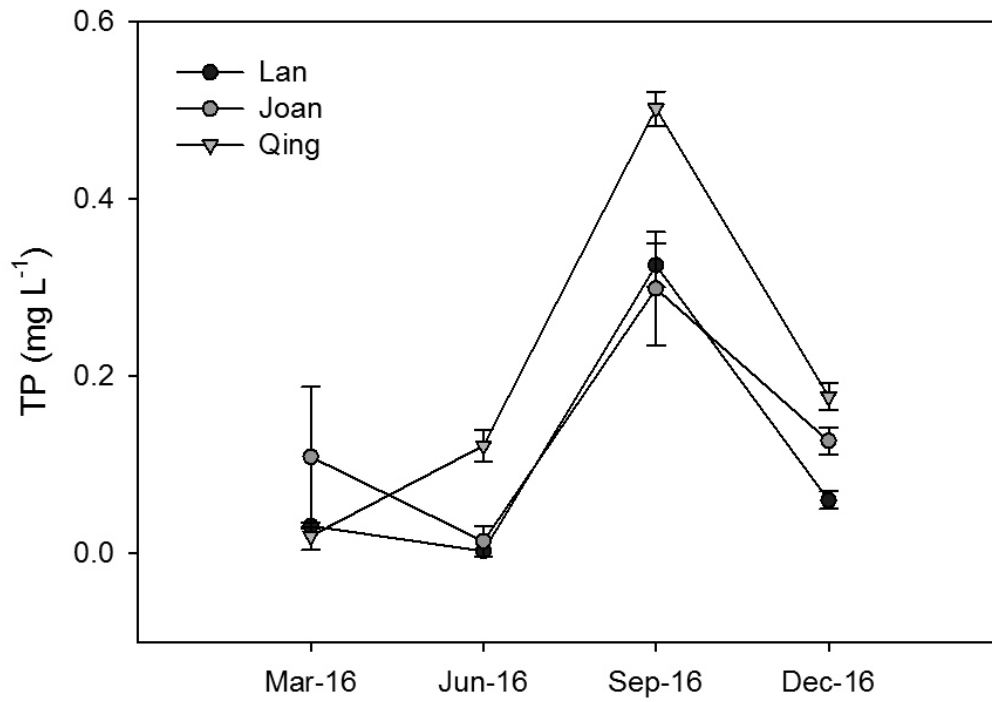


圖 3-15 2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫總磷濃度
資料來源：本研究

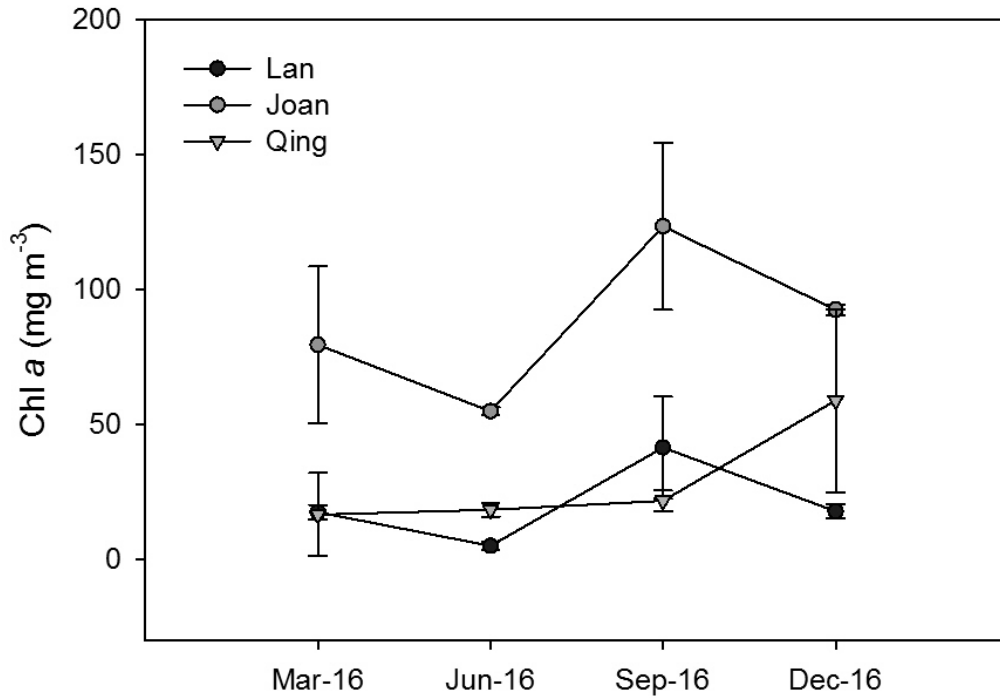


圖 3-16 2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫葉綠素 *a* 濃度
資料來源：本研究

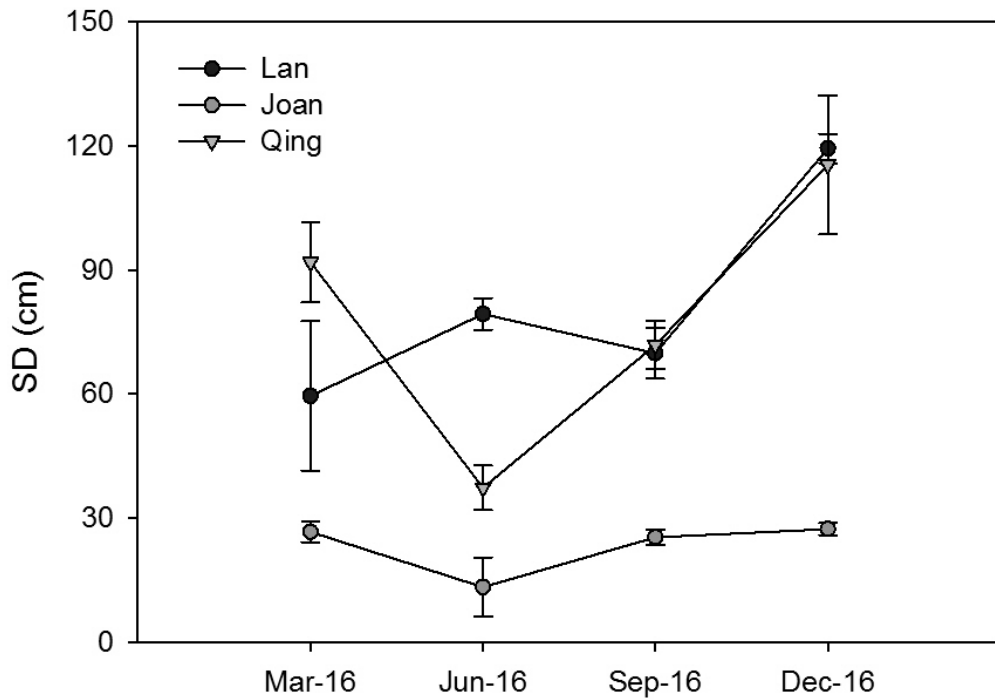


圖 3-17 2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫透明度
資料來源：本研究

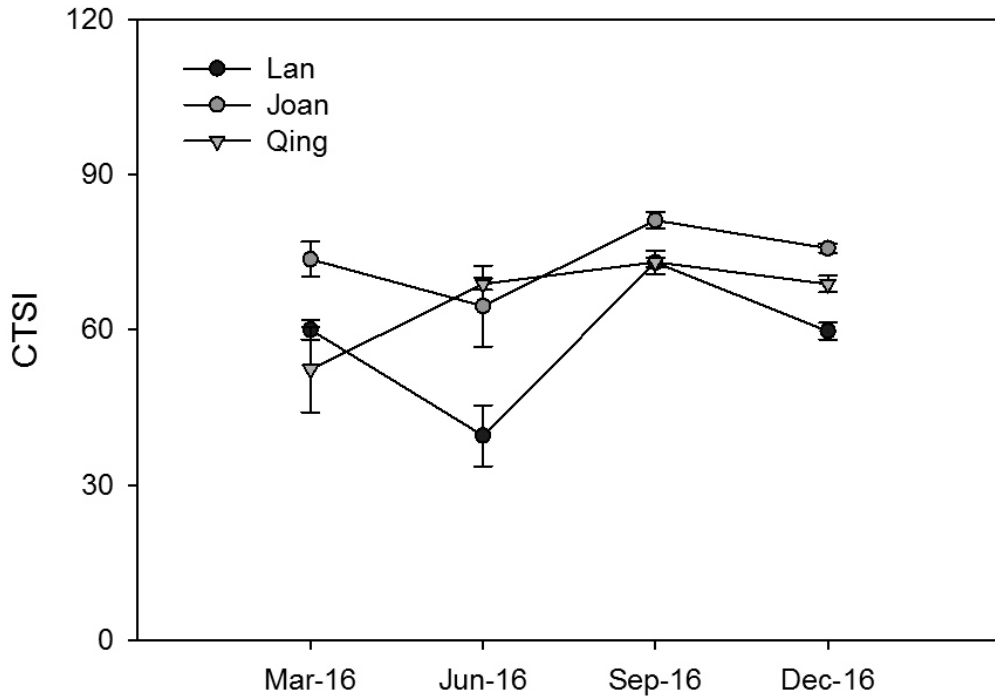


圖 3-18 2016 年 3~12 月蘭湖、瓊林及擎天水庫卡爾森指數
資料來源：本研究

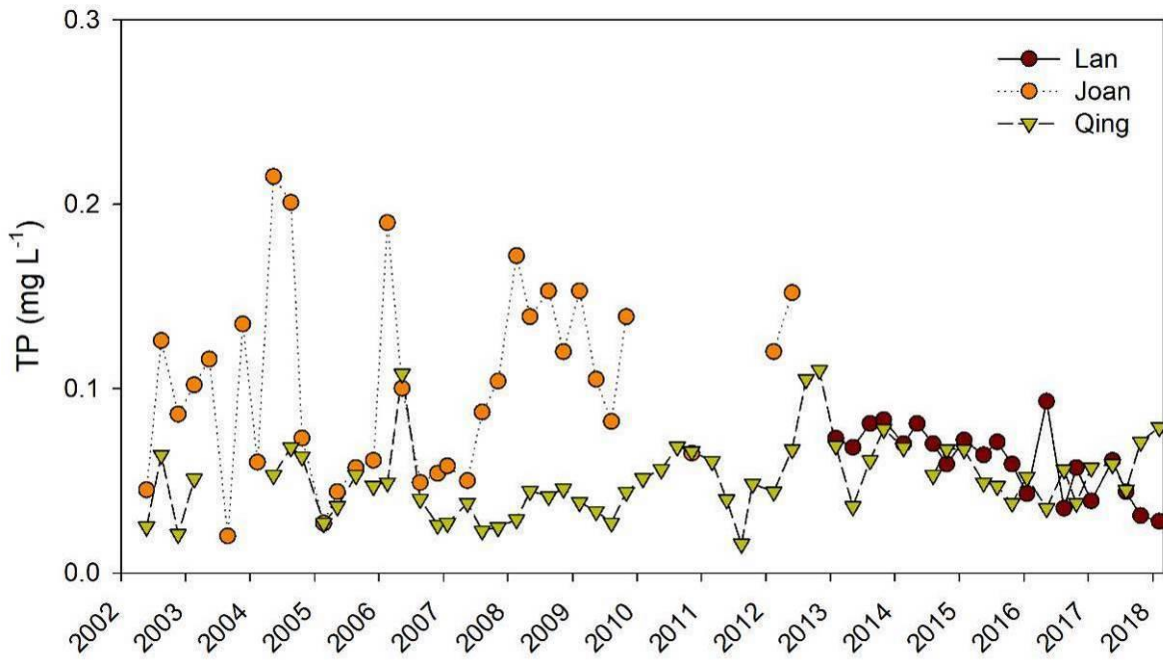


圖 3-19 2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫總磷濃度
資料來源：全國環境水質監測資訊網

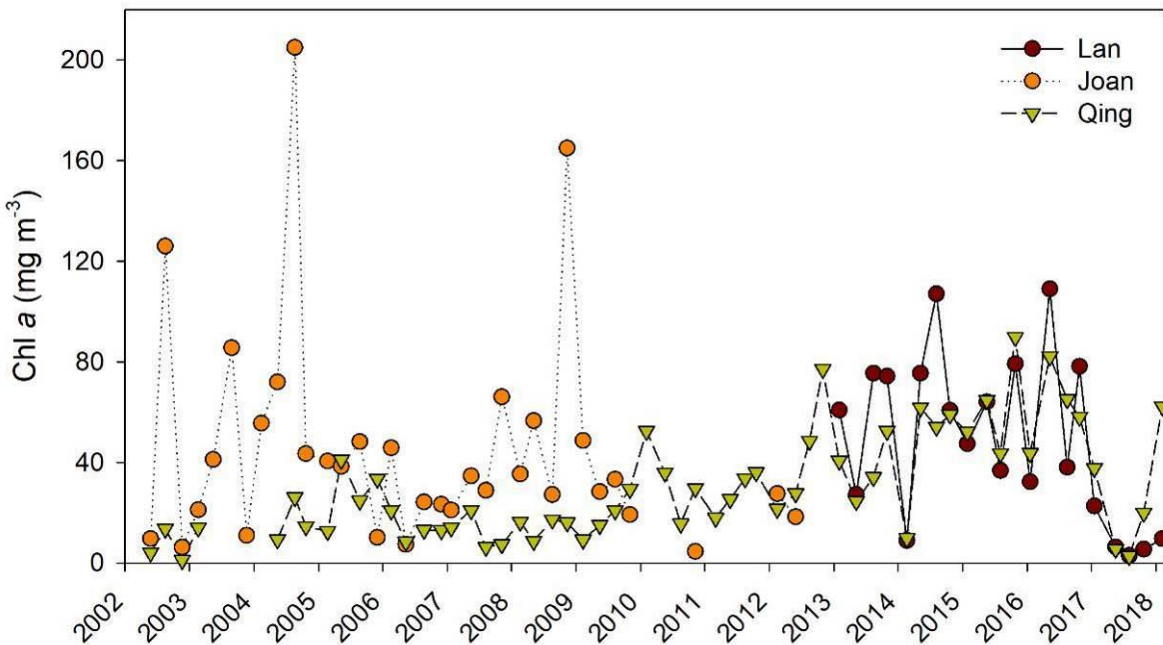


圖 3-20 2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫葉綠素 a 濃度
資料來源：全國環境水質監測資訊網

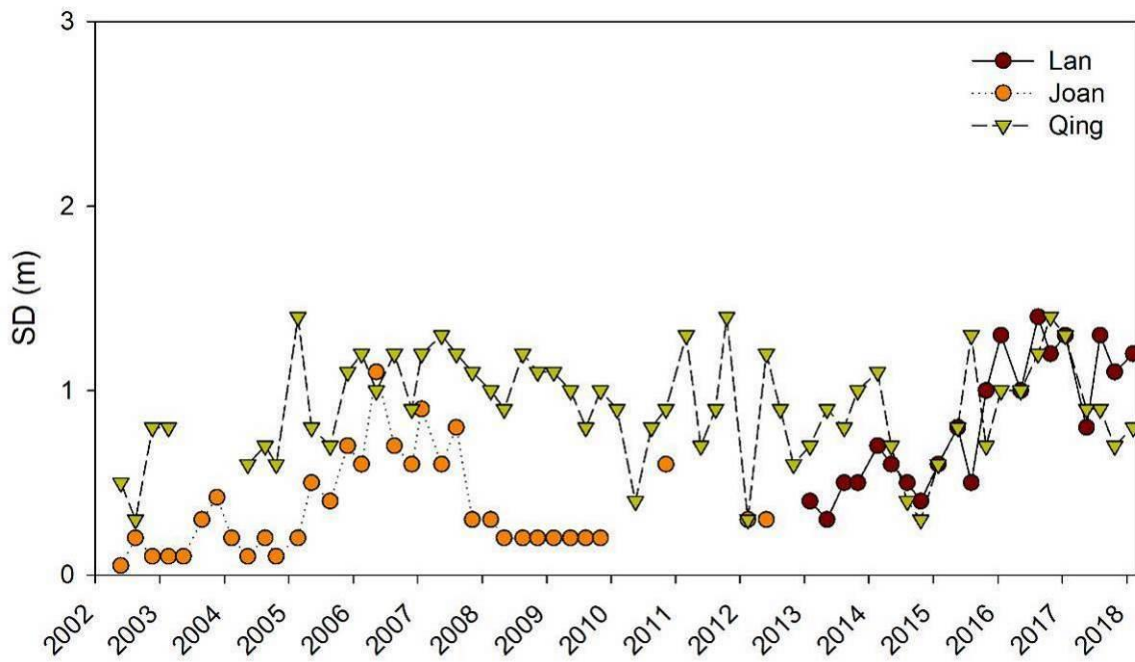


圖 3-21 2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫透明度
資料來源：全國環境水質監測資訊網

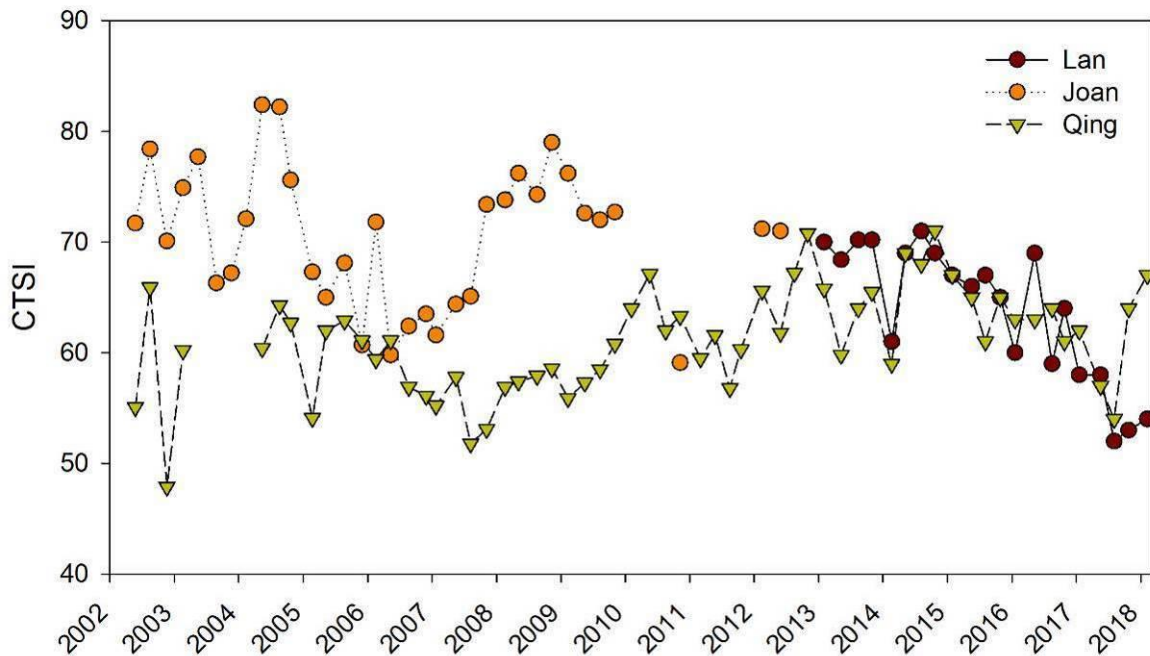


圖 3-22 2002~2018 年蘭湖、瓊林及擎天水庫卡爾森指數
資料來源：全國環境水質監測資訊網

第二節、水文收支

壹、水文收支

一、慈湖

為量化慈湖水體交換之程度，本研究於 2016~2018 年持續蒐集慈湖水位、降雨、蒸發量(中央氣象局，金門氣象站)等數據，並粗估東側 2 淡水溝渠之逕流量，以建構水文收支模式。由此模式可推估水體殘餘流量(V_R)、海水交換量(V_X)、淡水停留時間(FRT)與總水體交換時間(τ)等參數作為未來之水文管理依據。

(一)水位

本研究原預計於慈湖放置水位計監測每日水位變化，然因儀器遺失故僅記錄每季之慈湖水位。為此，本研究另以縮時攝影機於 2017 年 8 月 4 日至 8 月 22 日記錄慈湖短期之水位變化。本研究結果顯示，慈湖之水域面積約為 99 ha，集水區面積 589 ha，平均水深 0.80 m(即水面高程 0.92 m)，由東北向西南漸深(圖 3-26)。慈湖平均水位變化介於 0.60 m 至 1.03 m(圖 3-27)，以 2016 年 9 月最高(莫蘭蒂颱風過後)，且至 2017 年 1 月前均維持偏高水位；2017 年 2 月至 2018 年 8 月慈湖水位變化穩定，平均水深介於 0.67 m 至 0.78 m；2018 年 10 月慈湖水位因閘門封閉之故降至最低。日水位方面，慈湖之平均水深於 2017 年 8 月 4 日約為 0.74 m，而後於 8~9 日(農曆 17~18 日，大潮)大幅上升至 0.81 m 後持續緩慢上升，並於 21 日達到 0.90 m，顯示慈湖在大潮期間水位快速升高，但短時間內之出水不易。

(二)水文收支模式

本研究 2016 年全年之水文收支模式顯示，慈湖水體之平均變化量為 $959 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-28)，降雨量與蒸發量分別為 $5,091 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $2,916 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $1,983\sim 19,828 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-1)，水體殘餘流量介於 $-21,044 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $-3,199 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，顯示慈湖之出流量大於入流量；鹽收支模式之結果則顯示，慈湖之海水交換量介於 $10,675\sim 70,220 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，總水體

交換時間介於 17~110 天。相較於七股潟湖(5.8 天；郭芳旭，2000)與大鵬灣(10.6 天；洪佩瑩，2001)而言，慈湖之水體交換時偏長。

為加強慈湖之水體交換，金管處於 2017 年 1 月起增加防潮閘門之開啟頻率。2017 年全年水文收支結果顯示，慈湖水體之平均變化量為 $-284 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-29)，降雨量與蒸發量分別為 $1,765 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $3,365 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $404\sim 4,044 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-2)，水體殘餘流量介於 $-2,728\sim 912 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 。其中，在水文反應係數(R_p) $0.1\sim 0.3$ 之狀況下，水體殘餘流大於 0 表示慈湖入流量大於出流量。鹽收支模式結果顯示，慈湖之海水交換量介於 $10,541\sim 40,741 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，總水體交換時間為最短為 22 天，最長則超過 84 天。

2018 年水文收支(1 月 1 日至 10 月 25 日)結果顯示，慈湖水體之平均變化量為 $-1,338 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-30)，降雨量與蒸發量分別為 $2,620 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $3,752 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $929 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}\sim 9,291 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-3)，水體殘餘流量介於 $-9,497 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $-1,135 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，此值大於 0 表示慈湖出流量大於入流量。鹽收支模式結果顯示，慈湖之海水交換量介於 $36,926\sim 308,935 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，總水體交換時間為介於 3~23 天。

綜合 3 年度之水文收支模式，可見慈湖 2017 年之水體交換時間極長。本研究認為此現象應與該年雨水不豐，蒸發散強有關。2016 年之降雨量豐富，但與堤外海水之流通率較差，故水體交換時間居中。至 2018 年，在降雨小幅增加與防潮閘門引入海水之共同影響下，總水體交換時間約縮減至 2016 年之 16~21%。

(三)流向

為瞭解慈湖之水體流動方向，本研究於 2017 年 9 月 26 日、11 月 7 日、11 月 8 日、及 2018 年 4 月 18 日，在滿潮前 2 小時測量水體流速、流向。結果顯示，慈湖之水流主要分為兩迴圈(圖 3-31)，其一自閘門流經東側魚塢沿岸後朝東北方向前進，至慈湖北側轉向再沿岸流至慈堤；其二則於流至中央沙洲後流向東南，並沿南側魚塢形成一小迴圈。整體而言，慈湖中僅水閘門一帶之水流較強($0.01\sim 0.38 \text{ m s}^{-1}$)且有明顯之沿岸流，其餘區域之流速均低於 0.07 m s^{-1} ，而水深較淺之慈湖東側流向紊亂，水體循環不明顯。

(四) 淤積程度

由 2009~2016 年之衛星航照圖可見慈湖東北側底質曾於低水位時期暴露(圖 3-23~3-25)。為探討慈湖之淤積程度，本研究根據水文收支模式參數與懸浮固體濃度粗估慈湖之輸砂、排砂量，並估算邊坡土壤流失量與風砂量。結果顯示，慈湖東側溝渠之輸砂量介於 23.6 t yr^{-1} 至 236.3 t yr^{-1} ，邊坡土壤流失量為 7.9 t yr^{-1} ，風砂量為 43.5 t yr^{-1} 。綜合以上泥砂來源，慈湖每年之泥砂輸入量介於 75.0 t yr^{-1} 至 287.7 t yr^{-1} ，輸出量則介於 287.2 t yr^{-1} 至 573.5 t yr^{-1} 。在海水交換方面，隨潮汐漲退進出之泥砂量範圍介於 873.2 t yr^{-1} 至 2627.5 t yr^{-1} 。整體而言，慈湖之泥砂輸出量遠高於輸入量，淨輸出量介於 212.2 t yr^{-1} 至 285.8 t yr^{-1} ，然而，此收支模式係以慈湖視作 1 主體推估，由前文流向結果可知，慈湖內之水體流動極不均勻，是以形成現今東側淤積之情況。於生態面向而言，慈湖東側因水深較淺而利於水鳥覓食、休憩(見第 3 章第 5 節)，故本研究認為維持現狀為較佳之管理方式。

二、陵水湖

本研究嘗試將陵水湖之第 1、2、3、4 池分別建構水收支模式，然而於 2016 年 9 月調查期間發現，陵水湖各池間之水門嚴重堵塞，導致水體流通性差。且陵水湖之進水除上游之溝渠外，亦可能由各池邊坡流入，使其淡水入流量不易計算，故仍以陵水湖為一主體建構水文模式。本研究結果顯示，陵水湖之集水區面積約為 105 ha，水域面積約為 24 ha，各池間以第 4 池之面積最大(附錄表 2-1)，第 3 池次之。平均水深介於 0.75 m 與 0.93 m，以第 3 池最深，第 4 池最淺。2016 年整體水位較高(圖 3-32)；2017 年 9 月起各池水位持續下降(蒸發>降雨)，並於 2018 年 4 月達到最低；至 2018 年 5 月因暴雨使水位大幅上升，但於 7 月後再次快速下降。水文收支模式顯示，由於陵水湖之水域面積較小，故各流量均低於慈湖。2016 年陵水湖之水體變化量約為 $110 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-33)，降雨量與蒸發量分別為 $1,255 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $719 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $354\sim 3,542 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-4)，淡水停留時間介於 53~270 天，整體上水體流動力不佳。2017 年陵水湖之水體變化量約為 $-519 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-34)，降雨量與蒸發量分別為 $435 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $829 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $72\sim 722 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 間(表 3-5)，淡水停留時間介於 248~1,071 天。2018 年陵水湖之水體變化量約為 670 m^3

d^{-1} (圖 3-35)，降雨量與蒸發量分別為 $646 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $925 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $166\sim 1,660 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 間(表 3-6)，淡水停留時間最短為 296 天，最長則大於 991 天。綜合 3 年度之水文收支結果，2017~2018 年因降雨遠低於蒸發量之故，使其淡水停留時間延長至 2016 年之 4 倍以上。比對前文水質結果可發現，此狀況已造成藻類與營養滯留，進而導致溶氧過飽和、酸鹼值提升，尤以優養化程度高之第 1~3 池相對嚴峻。

貳、底質分析

一、粒徑分析

本研究於 2016 年 5 月、6 月、9 月、12 月採集慈湖 C1~C8 測站之底質，並分析其粒徑大小。結果顯示，各測站間之粒徑中值、粉泥黏土含量及篩選係數均有明顯差異(圖 3-36~3-38)。其中 C1、C2 測站之粒徑中值較高($0.42\sim 0.75 \text{ mm}$)，底質屬於粗砂、中等粗砂；其次為 C3、C4、C6 測站($0.17\sim 0.50 \text{ mm}$)，底質屬於細砂、中等粗砂；最低為 C5、C7、C8 測站($0.05\sim 0.32 \text{ mm}$)，底質屬於細砂、極細砂至粉泥。粉泥黏土含量之趨勢與粒徑中值相反，因慈湖東側靠近入水溝渠，污泥多淤積於此，故以 C5、C7、C8 測站之粉泥黏土含量較高(15~50%)；至 C3、C4、C6 測站，溝渠之影響減輕，粉泥黏土含量下降(6~21%)；C1、C2 測站距離溝渠較遠，且鄰近水閘門，故粉泥黏土含量最低(1~8%)。篩選係數之結果則與粉泥黏土含量相似，以 C1、C2 測站較低(篩選度不佳)，C3~C8 測站較高(篩選度非常不佳)。整體而言，C1、C2 測站之底質顆粒較大，以砂質為主，粉泥量低；C5、C7、C8 測站之底質顆粒較小，以泥質為主，粉泥量高；C3、C4、C6 測站之底質則介於兩者之間。

二、氧化還原電位

本研究於 2016 年 9 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月檢測之底質氧化還原電位結果顯示，在各測站間以 C2 之氧化還原電位最高(圖 3-39)，C1、C3、C4 測站次之，C5~C8 測站最低。Mitsch and Gosselink(1994)

指出，濕地土壤之氧化層厚度取決於 4 項因素：(1)氧氣在大氣-表層水介面之傳輸速率；(2)耗氧性微生物數量；(3)藻類光合作用產出之氧氣量；(4)水流與風浪攪動水體之程度。綜合而言，本研究認為 C5、C7 測站因鄰近溝渠，淡水注入後流速減緩，水中顆粒沉降於此形成淤泥，加上底質有機質含量高(見下文)，使其 ORP 極低；C6、C8 測站雖未緊鄰入水口，但水流緩且水體交換不易，使其 ORP 亦偏低；反之，C1~C4 測站因鄰近水閘門，水體交換程度較佳，底質有機質含量較少，故 ORP 略高於 C5~C8 測站，其中 C2 測站之波浪作用強，更使其 ORP 最高。

為改善慈湖之水體交換程度，自 2017 年 1 月起金管處提高防潮閘門之開啟頻率，以維持水體流動狀態。而由本研究氧化還原電位之結果可見，在 2017 年後雖然 C5~C7 測站底質仍維持高度厭氧狀態，但位於慈湖西側與中央地帶之 C1~C4 測站、C8 測站可見其 ORP 明顯提升。反之，2018 年 7 月起閘門封閉使慈湖內之水流減弱，則導致 C2、C3、C4、C8 等測站之 ORP 大幅降低。因此，本研究認為水體流動對底質厭氧程度之影響甚鉅，由此可見防潮閘門操作對底質之改善成效。

三、底質葉綠素 *a* 濃度

底質葉綠素 *a* 濃度可作為底棲微藻之生物量指標。本研究已完成 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月，共 4 季次之底質葉綠素 *a* 濃度分析。結果顯示，慈湖之底質葉綠素 *a* 濃度介於 15.62 mg m^{-2} 至 283.62 mg m^{-2} (圖 3-40)，測站間以 C5、C7 測站之底質葉綠素 *a* 濃度較高，C2、C3 測站較低；季節間則以 2017 年 5 月最高。此外，2017 年 2 月 C5、C7 測站亦有極高之底質葉綠素 *a* 濃度。本研究認為 C5、C7 測站鄰近入水溝渠，營養豐富方導致底質葉綠素 *a* 濃度高於其餘測站。整體而言，慈湖底棲微藻之結果與浮游藻類相似，但其生物量遠高於浮游藻類(約 $7.2 \text{ mg chl}a \text{ m}^{-2}$)與大型藻類，為慈湖中主要之基礎生產者。

四、底質有機質

本研究已完成 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月，共 4 季次之底質有機質分析。結果顯示，慈湖底質有機質之比例介於 0.28% 至 6.97%(圖 3-41)，季節間之變異不明顯，測

站間則以 C5、C7、C8 測站最高，C3、C4、C6 測站次之，C1、C2 測站最低。此測站差異與粉泥黏土含量之結果相符，顯示泥底質之有機質含量較高。本研究認為慈湖底質中之有機質多來自於東側溝渠，且因水體交換不易，故多沉積於慈湖東側。

表 3-1 2016 年慈湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	19,828	17,845	15,862	13,879	9,914	5,948	3,966	1,983
V _R	m ³ d ⁻¹	-21,044	-19,061	-17,078	-15,096	-11,130	-7,165	-5,182	-3,199
FRT	d	39	43	48	55	74	115	159	257
V _X	m ³ d ⁻¹	70,220	63,604	56,988	50,372	37,139	23,907	17,291	10,675
τ	d	17	18	21	23	32	49	68	110

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間；V_x 為海水交換量；τ 表示總水體交換時間。

表 3-2 2017 年慈湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	4,044	3,640	3,235	2,831	2,022	1,213	809	404
V _R	m ³ d ⁻¹	-2,728	-2,323	-1,919	-1,515	-706	103	507	912
FRT	d	302	354	429	544	1167	--	--	--
V _X	m ³ d ⁻¹	40,741	34,701	28,661	22,621	10,541	--	--	--
τ	d	22	25	31	39	84	--	--	--

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間；V_x 為海水交換量；τ 表示總水體交換時間。

表 3-3 2018 年慈湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	9,291	8,362	7,433	6,504	4,646	2,787	1,858	929
V _R	m ³ d ⁻¹	-9,497	-8,568	-7,639	-6,710	-4,852	-2,993	-2,064	-1,135
FRT	d	87	96	108	123	170	275	399	725
V _X	m ³ d ⁻¹	308,935	278,711	248,488	218,265	57,819	97,372	67,149	36,926
τ	d	3	3	3	4	5	9	13	23

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間；V_x 為海水交換量；τ 表示總水體交換時間。

表 3-4 2016 年陵水湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	3,542	3,188	2,833	2,479	1,771	1,063	1,063	354
V _R	m ³ d ⁻¹	-3,968	-3,614	-3,260	-2,906	-2,197	-1,489	-1,489	-781
FRT	d	53	58	65	72	96	141	141	270

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間。

表 3-5 2017 年陵水湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	722	650	578	506	361	217	217	72
V _R	m ³ d ⁻¹	-847	-775	-702	-630	-486	-341	-341	-197
FRT	d	248	272	300	334	433	617	617	1,070

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間。

表 3-6 2018 年陵水湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	Rp							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V _Q	m ³ d ⁻¹	1,660	1,494	1,328	1,162	830	498	498	166
V _R	m ³ d ⁻¹	-710	-544	-378	-212	120	452	452	783
FRT	d	296	387	556	991	--	--	--	--

資料來源：本研究

註：Rp 為水文反應係數(hydrologic response coefficient)；V_Q 為淡水逕流量；V_R 為殘餘流量；FRT 為淡水停留時間。

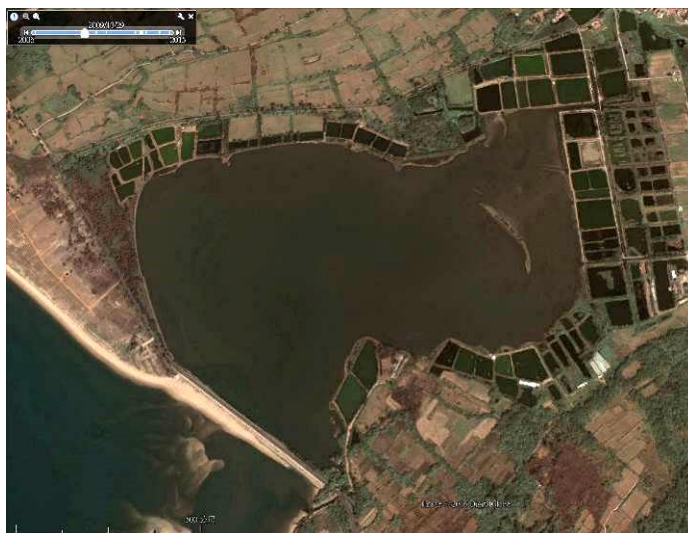


圖 3-23 2009/10/29 慈湖衛星航照圖
資料來源:Google Earth



圖 3-24 2013/3/16 慈湖衛星航照圖
資料來源:Google Earth



圖 3-25 2016/7/23 慈湖衛星航照圖
資料來源:Google Earth

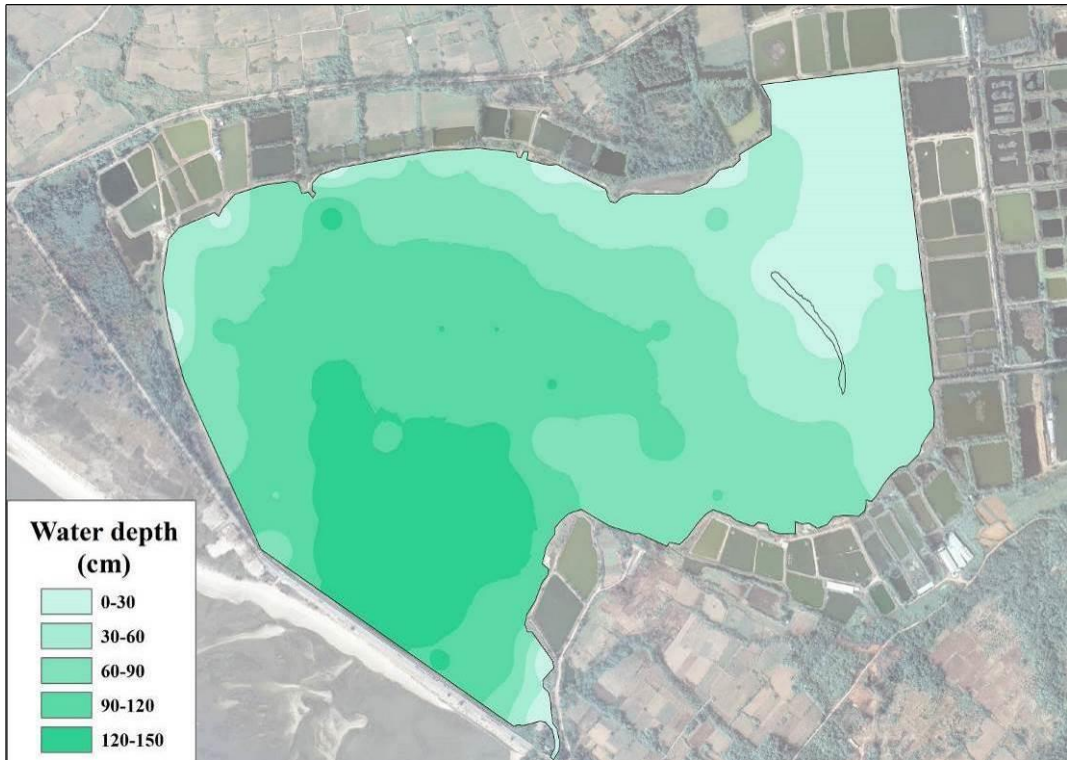


圖 3-26 慈湖等深線圖(cm)。本圖以水面高程 0.96 m 為基準繪製
資料來源：本研究

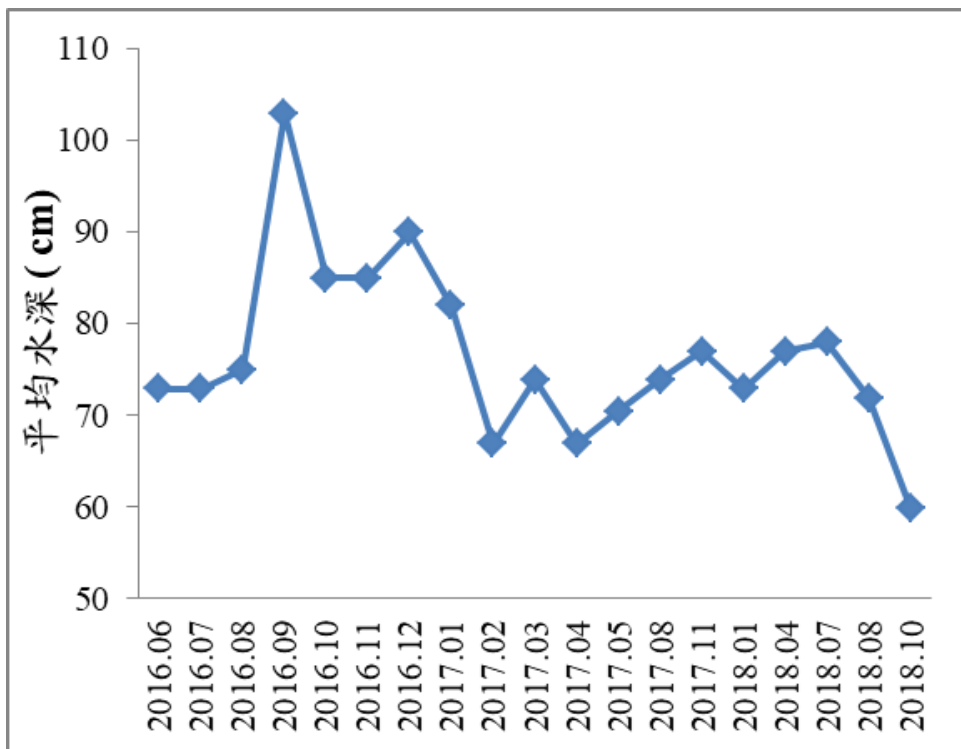


圖 3-27 慈湖平均水深變化
資料來源：本研究

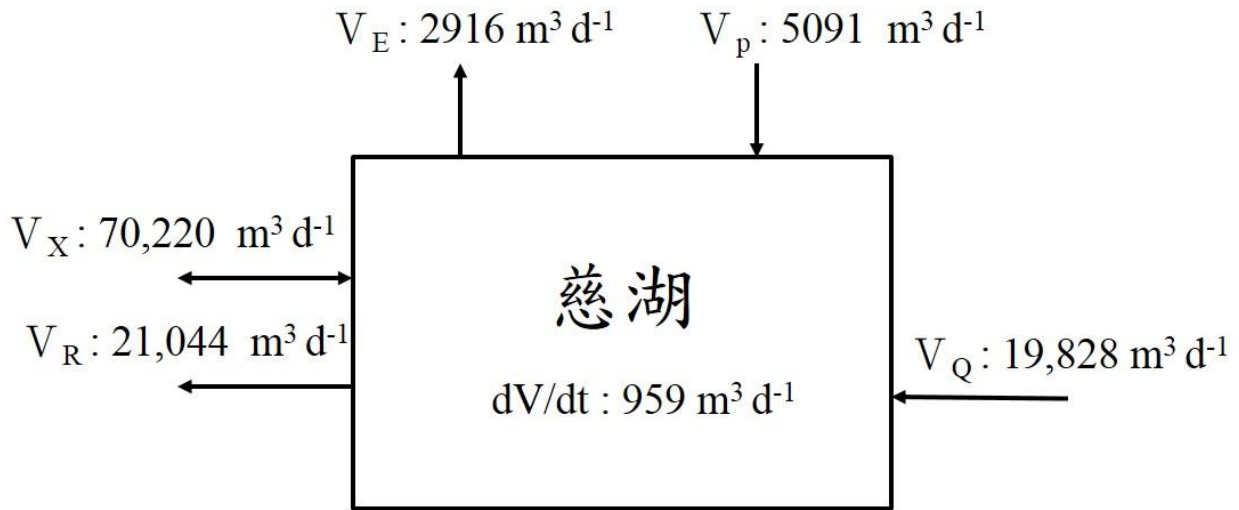


圖 3-28 2016 年慈湖水文收支模式($Rp=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。
資料來源：本研究

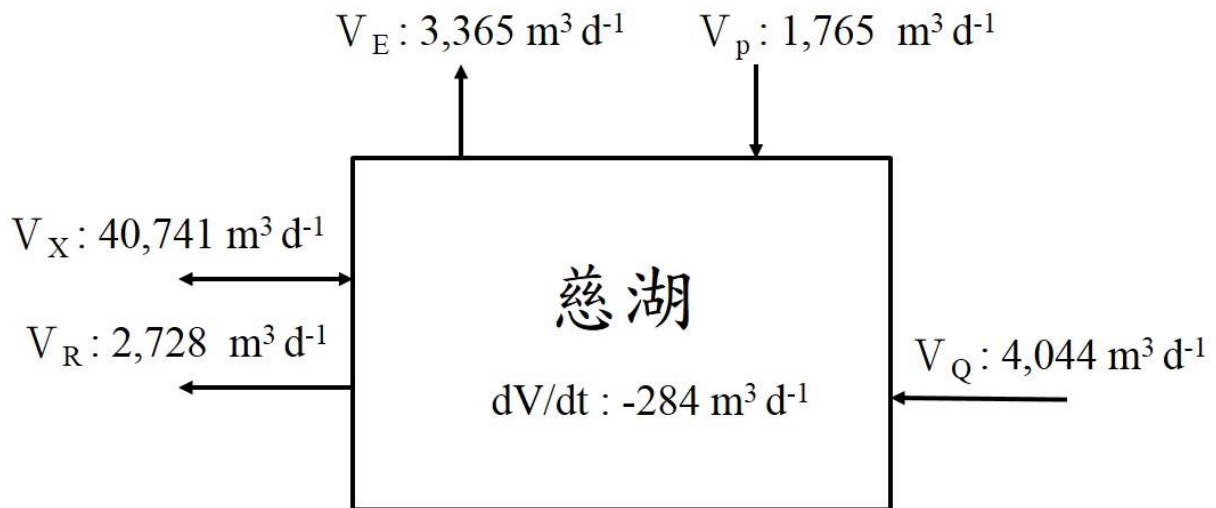


圖 3-29 2017 年慈湖水文收支模式($Rp=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。
資料來源：本研究

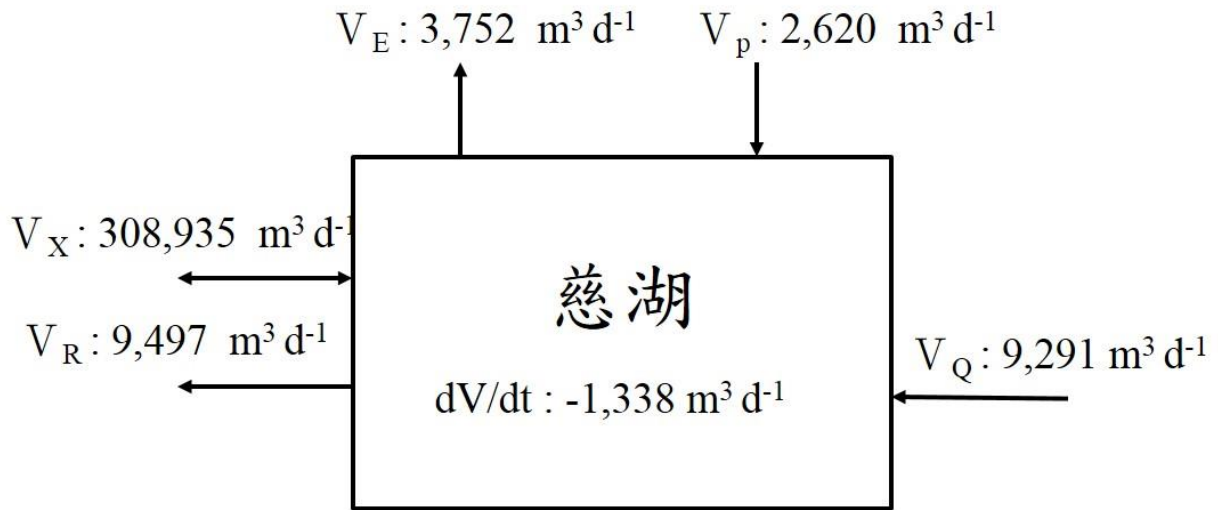


圖 3-30 2017 年慈湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。

資料來源：本研究

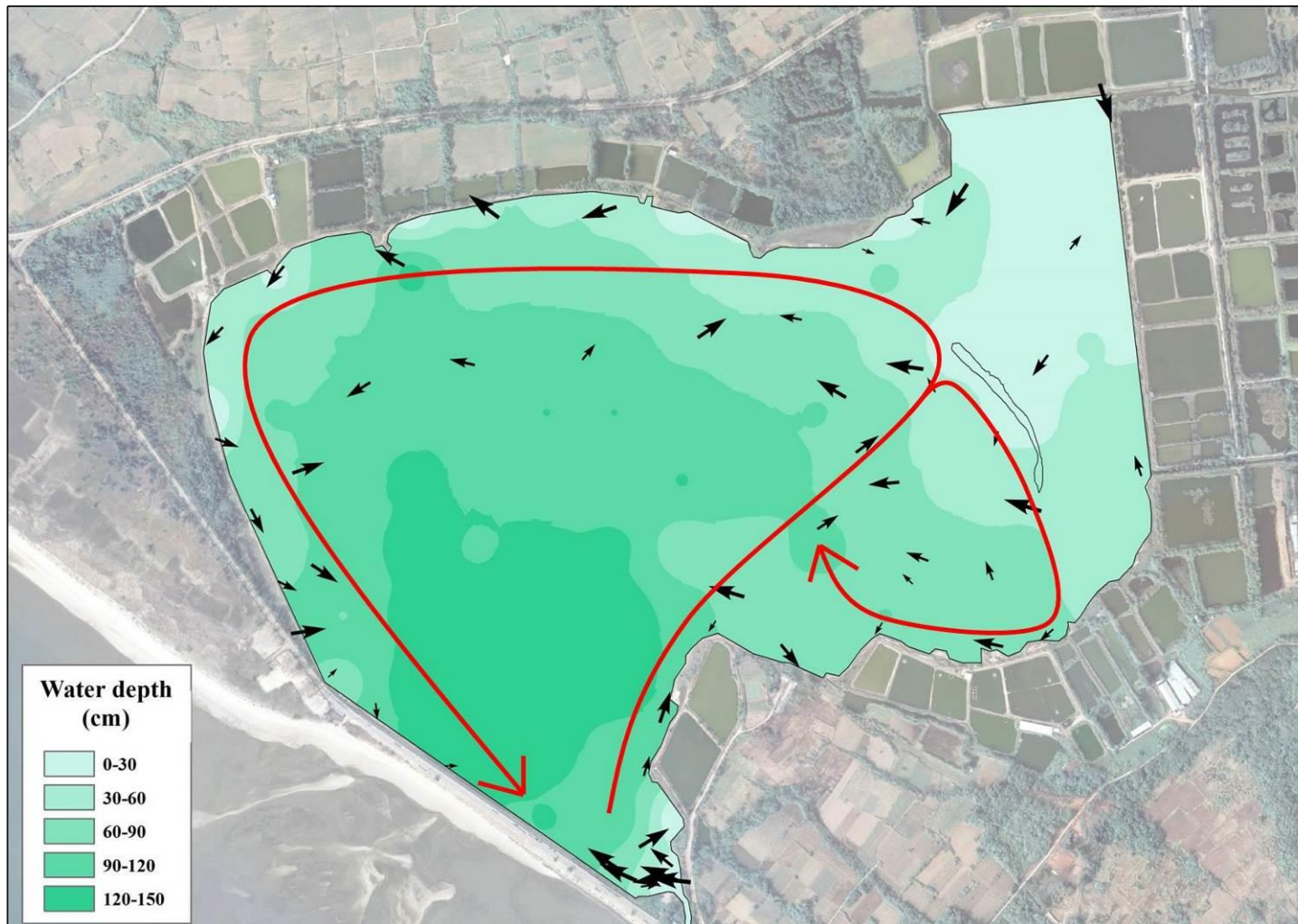


圖 3-31 慈湖流向圖。箭頭大小表示流速快慢。紅線為水流示意方向。
資料來源：本研究

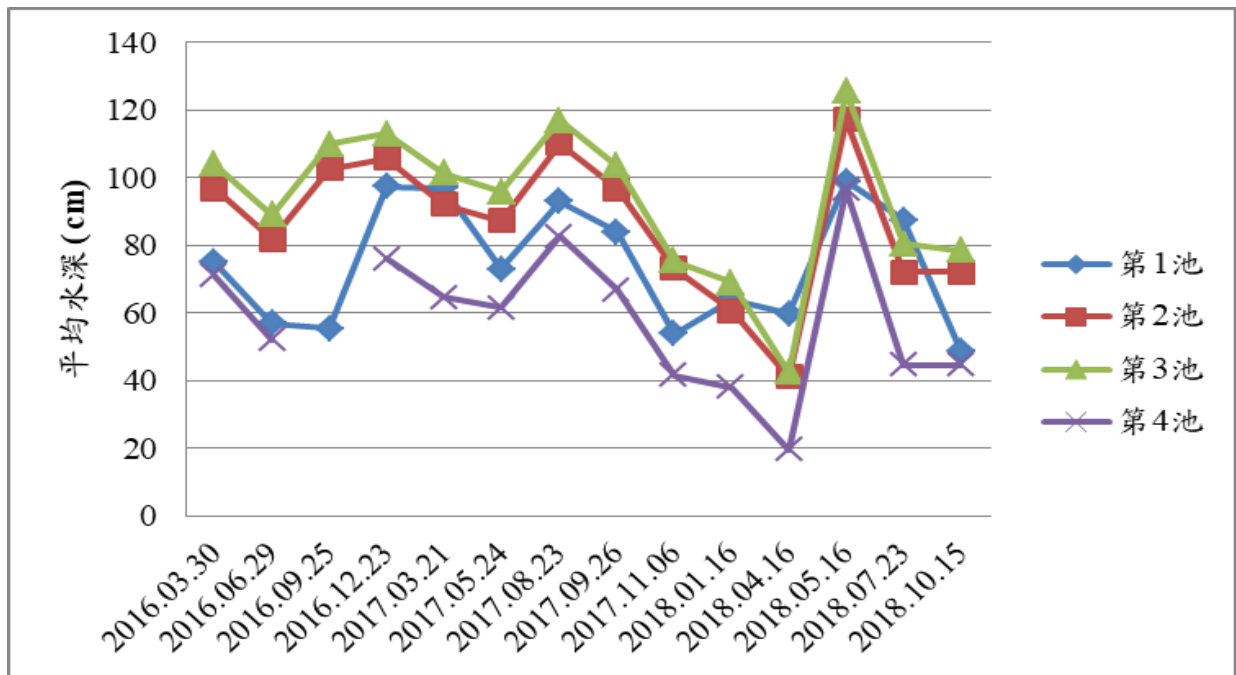


圖 3-32 陵水湖平均水深變化
資料來源：本研究

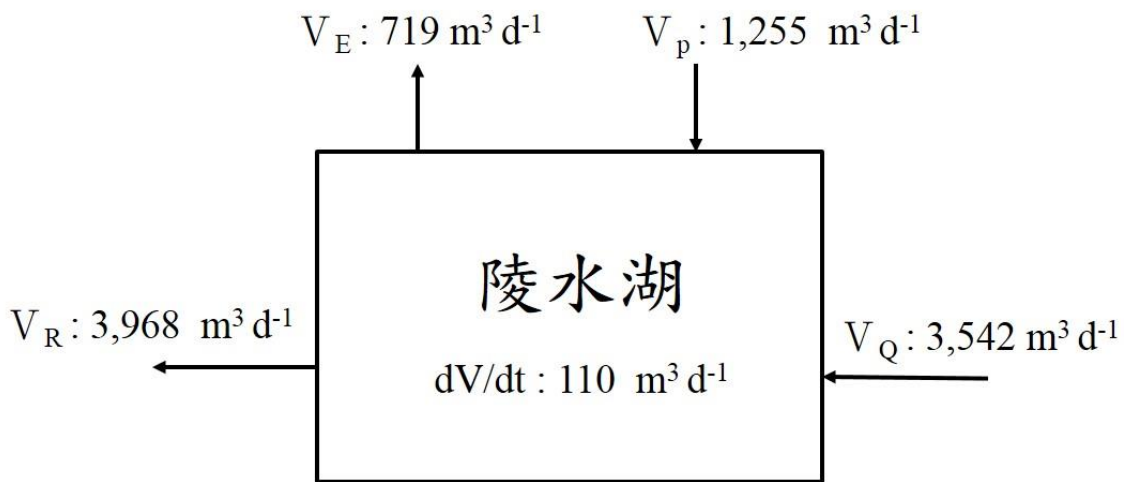


圖 3-33 2016 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量。
資料來源：本研究

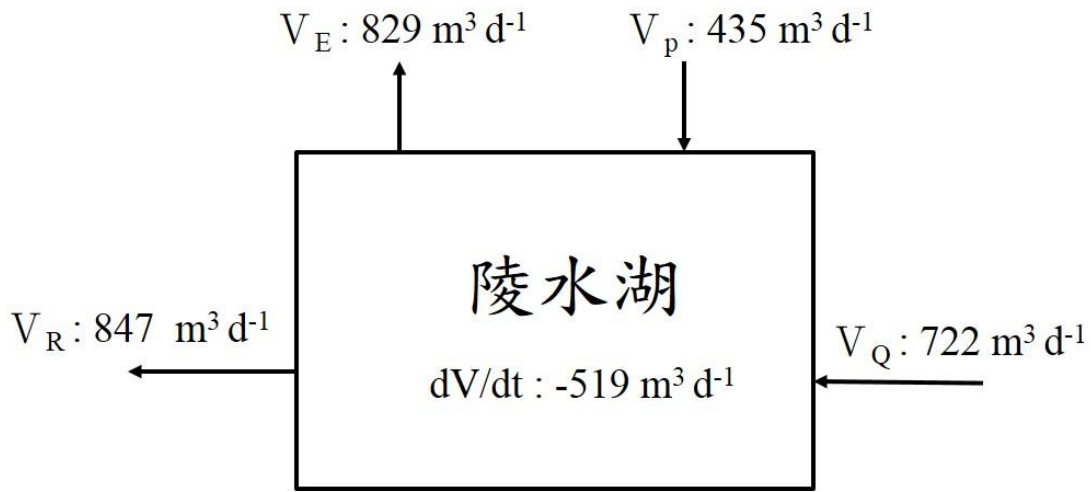


圖 3-34 2017 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量。

資料來源：本研究

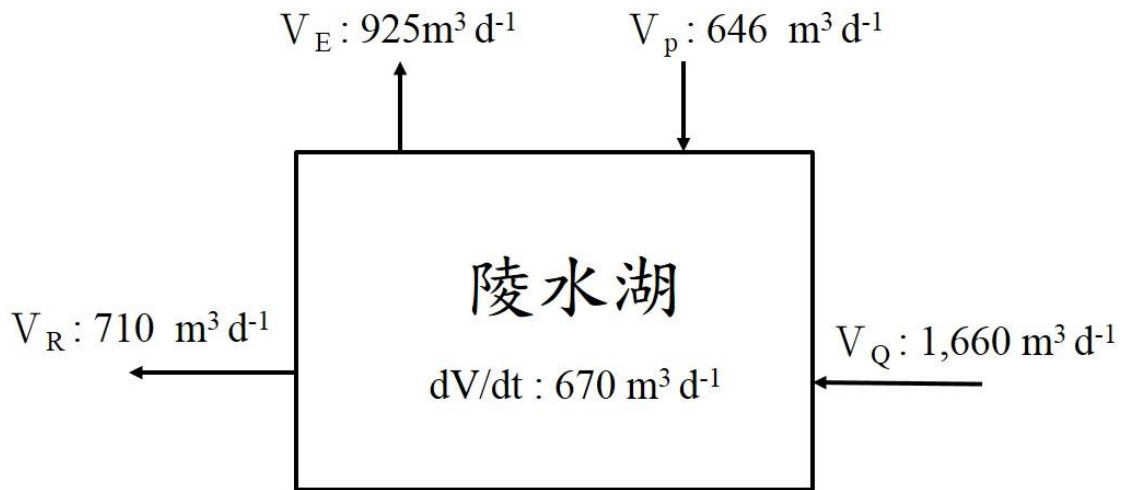


圖 3-35 2018 年陵水湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量。

資料來源：本研究

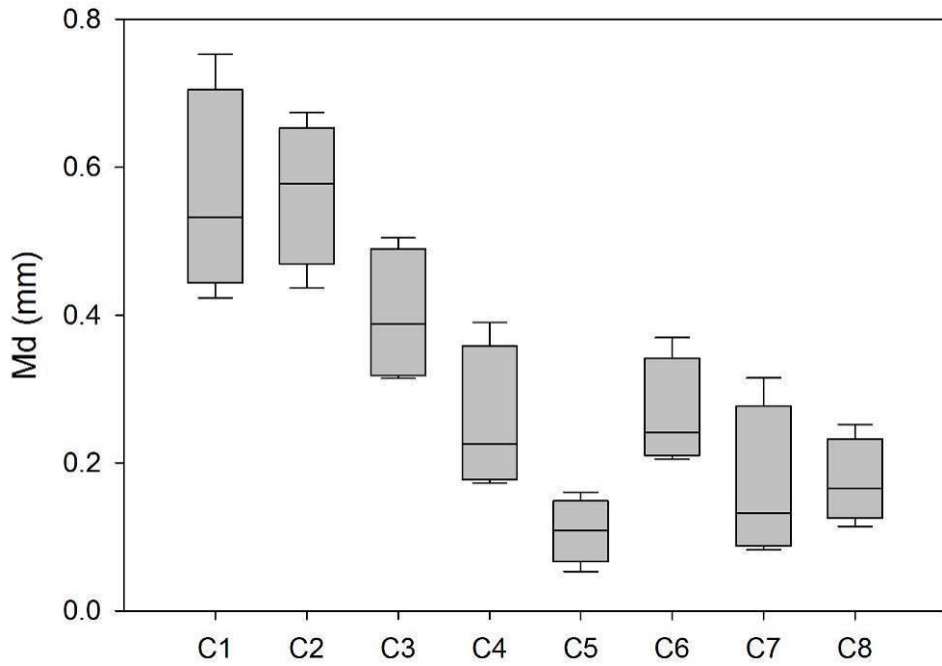


圖 3-36 2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質粒徑中值
資料來源：本研究

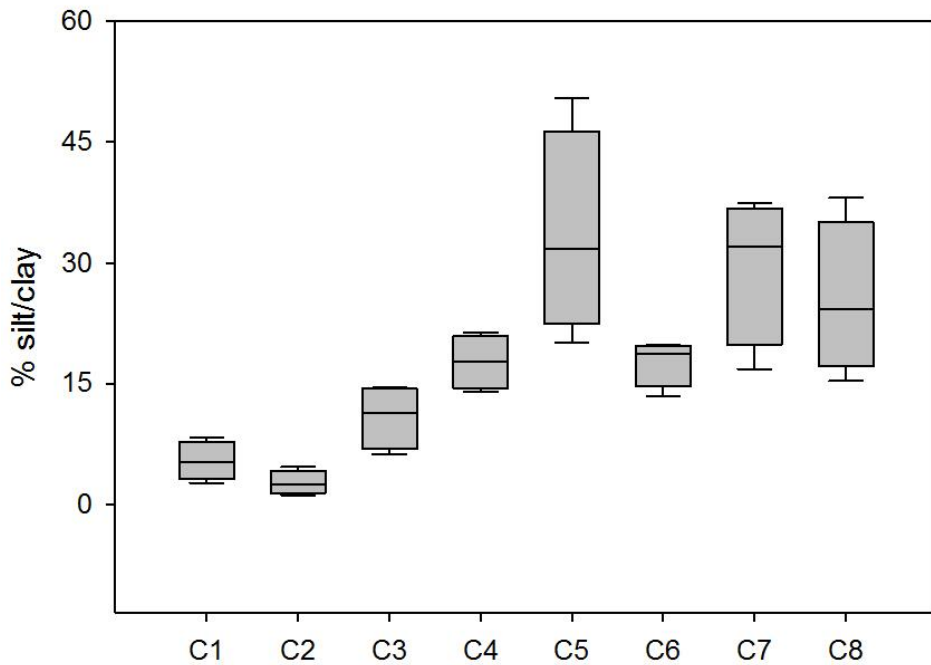


圖 3-37 2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質粉泥黏土含量
資料來源：本研究

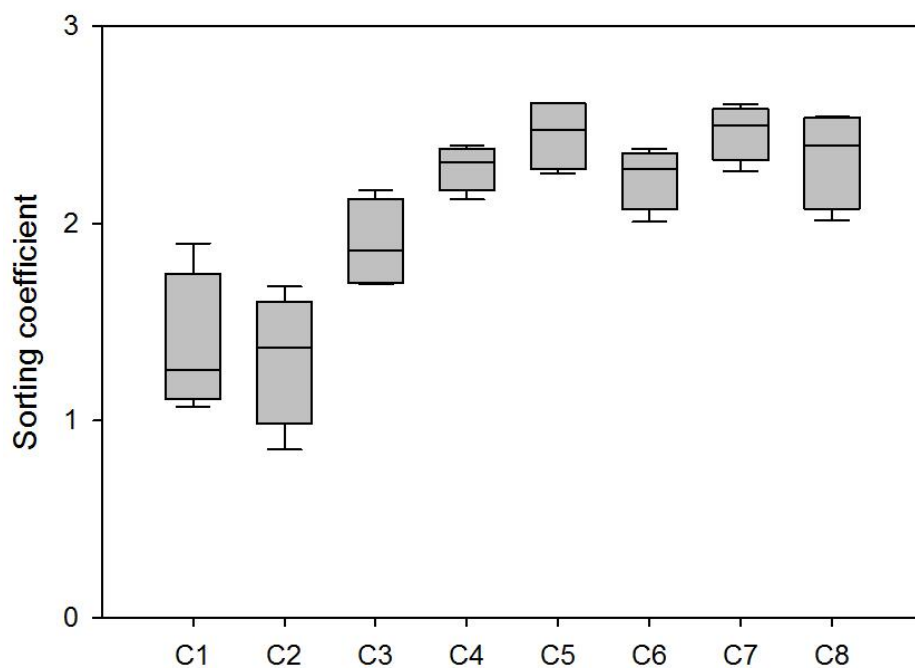


圖 3-38 2016 年 5~12 月慈湖 C1~C8 測站底質篩選係數
資料來源：本研究

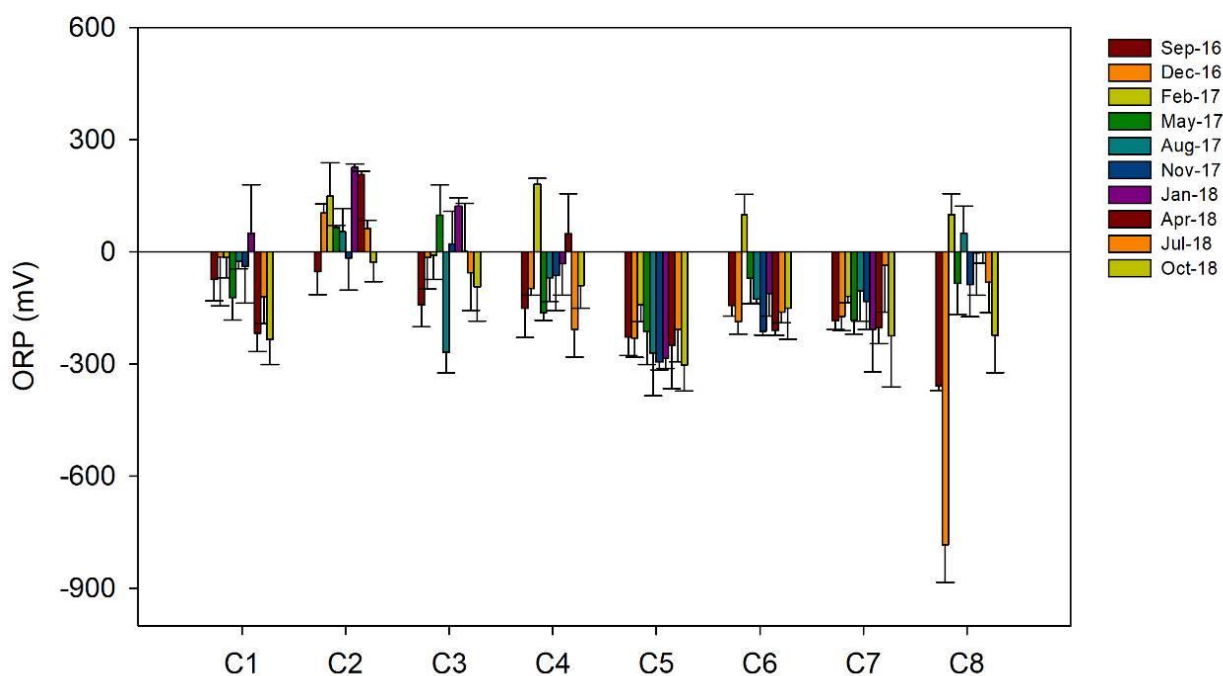


圖 3-39 2016 年 9 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站氧化還原電位
資料來源：本研究

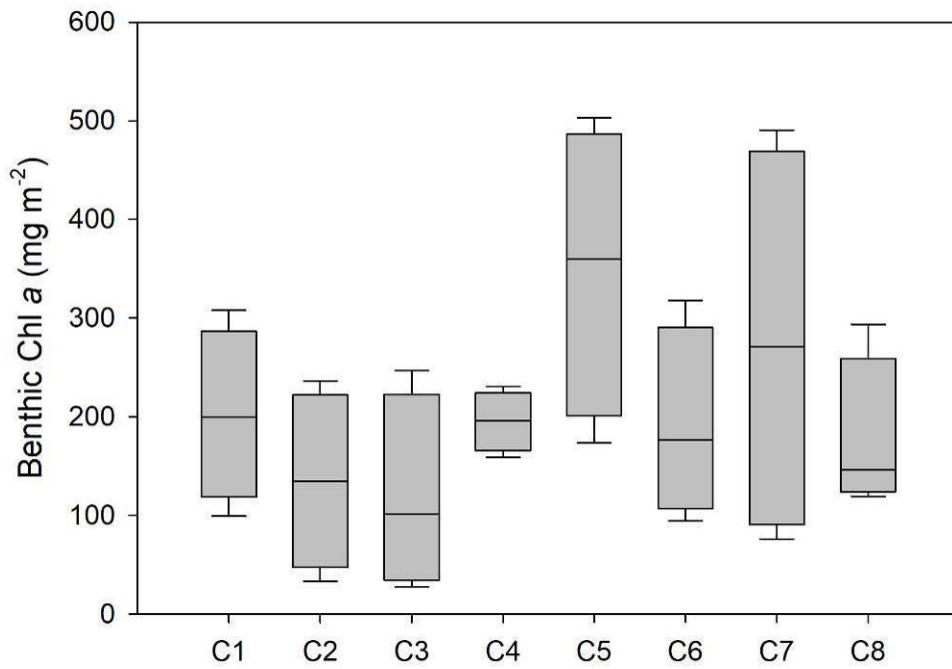


圖 3-40 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站底質葉綠素 *a* 濃度
資料來源：本研究

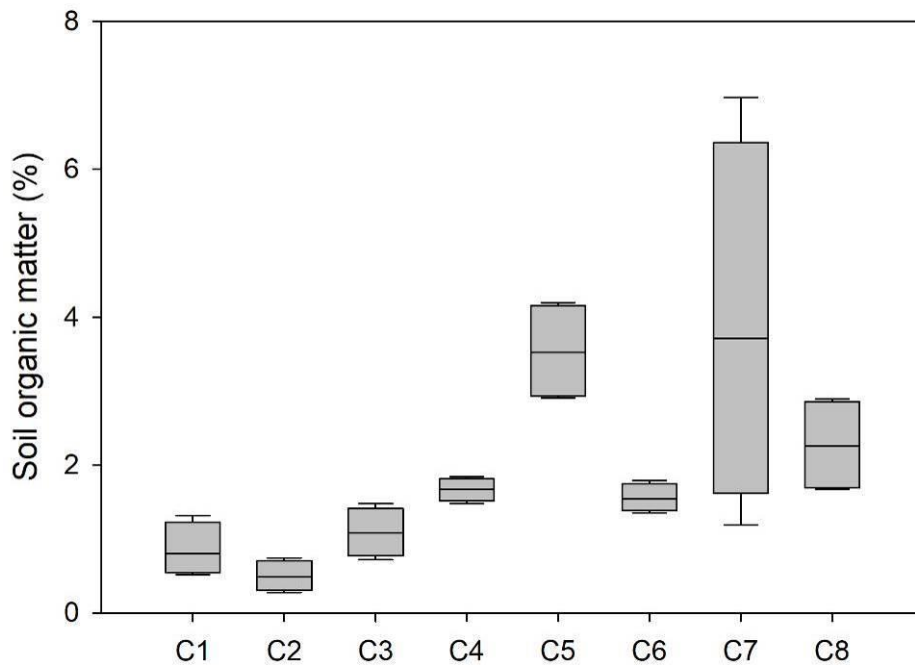


圖 3-41 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站底質有機質
資料來源：本研究

第三節、基礎生產者調查

壹、水、陸域植物

一、慈湖

(一)陸域植物演替分析

本研究於慈湖周邊陸域設置 8 處樣區(慈 1~8, 圖 3-42), 並於 2016 年 6 月、11 月及 2017 年 2 月、5 月完成 4 季調查。共記錄植物 33 科 86 種。重要值結果顯示, 慈湖各測站間, 除慈 1、慈 4、慈 5 分布較多山木麻黃、棟、銀合歡、潺槁樹等木本植物外, 其餘測站均以草本植物較優勢, 並以大花咸豐草最為常見(表 3-7)。其餘優勢草本植物則包含馬櫻丹、馬鞍藤、槭葉牽牛、短角苦瓜、雀梅藤、印度草木樨、番杏、擬漆姑草及禾本科之狗牙根、蘆葦、鋪地黍、海雀稗、象草等。季節之間, 植物群落之變異小, 除慈 6 測站於 2016 年 11 月至 2017 年 2 月由大花咸豐草、槭葉牽牛、馬櫻丹較優勢, 轉為擬漆姑草較優勢; 及慈 4 測站於 2016 年 6 月至 2017 年 2 月由番杏、擬漆姑草較優勢, 轉為大花咸豐草較優勢外, 其餘測站之植物相無明顯變化。矩陣群團分析顯示, 慈湖周邊陸域植物可分為慈 1、慈 4、慈 5 之山木麻黃型(圖 3-44); 與慈 2、慈 3、慈 6、慈 7、慈 8 之大花咸豐草群。整體而言, 慈湖周圍高度受人為管理, 故未有自然演替之趨勢。在上述優勢植物中, 大花咸豐草、馬櫻丹、槭葉牽牛、象草及銀合歡均屬外來入侵種, 目前大花咸豐草已廣泛分布在慈湖各地, 較難以移除, 而其他植物則可以人工移除方式阻止其繼續擴張生長範圍。

二、陵水湖

(一)水、陸域植物演替分析

本研究於陵水湖周邊水、陸域設置 6 處樣區(陵 1~6, 圖 3-43), 並於 2016 年 6 月、11 月及 2017 年 2 月、5 月完成 4 季調查。共記錄植物 17 科 41 種。優勢之草本植物包含鋪地黍、雙穗雀稗、海雀稗、布袋蓮、槭葉牽牛及鴨跖草(表 3-8); 木本植物則包含山

木麻黃、肯氏木麻黃及棟。矩陣群團分析顯示，陵水湖周邊植物可分為陵 1、陵 6 之鴨跖草型(圖 3-45)；陵 4、陵 5 之鋪地黍型；陵 2 之布袋蓮型及陵 3 之槭葉牽牛型。在季節之間，除陵 2 測站之布袋蓮隨人為撈除逐漸減少，並於翌年春季再次增加外，陵水湖之植物組成無明顯變異。演替分析結果顯示，陵水湖之植物相僅布袋蓮型仍屬初期，根據過去金門地區之植物調查(表 1-1)，布袋蓮型植群未來可能演替為蘆葦-水燭-滿江紅-紫萍型、紅辣蓼-李氏禾-羊茅-鋪地黍型或聚藻型。

(二)第 1~3 池水生植物覆蓋比例

在 2017 年 5 月至 2018 年 8 月間，陵水湖第 1 池水生植物覆蓋度無明顯變化，主要以布袋蓮、鴨跖草及禾本科植物集中於水上餐廳入水口一帶(圖附錄 3-3)，覆蓋比例約為 7~8%。陵水湖第 2 池以布袋蓮為優勢水生植物，主要分布於西側；另有少量之甕菜、鴨跖草、水燭及禾本科植物分布於東北側水門前。2018 年 1 月，第 2 池布袋蓮小幅擴散至南側池畔與東北側水門，使水生植物覆蓋比例達 32%；至 2018 年 4 月，部分布袋蓮已清除，僅餘西側族群，使整體水生植物比例約達 26%；2018 年 8 月布袋蓮大幅擴散並集中分布於湖畔，使水生植物覆蓋比例成長至 40%。陵水湖第 3 池在計畫初期原有水燭、蘆葦等挺水植物分布，然至莫蘭蒂颱風後已淹沒死亡，迄今僅有少量水生植物生長於西側(1~2%)。

(三)第 4 池水生植物覆蓋比例

2016 年 4~9 月第 4 池空拍影像結果顯示，除道路周邊之深水處(峻深區)，此時水生植物幾乎遍布全池(圖附錄 3-2)。但在莫蘭蒂颱風後，持續之高水位壓力(平均水深 > 75 cm)使水生植物於 2017 年 2 月大量枯萎，迄今面積仍維持於第 4 池水域面積之 26%。2018 年 1 月本研究以航拍器製作第 4 池之正射影像圖，用以分析水生植物組成，該結果顯示此區之水生植物多分布於東側，且以水燭最優勢(覆蓋比例約 13%)，鋪地黍次之(9%)，蘆葦最低(4%)，其中以鋪地黍之分布位置最接近陸地，水燭近於深水處，蘆葦則零星分布與兩者之間。

本研究比對「湖沼生態系統之調查與評估」(黃生等人, 2007)中 1999~2003 年之

SPOT 衛星影像圖、歷史航照圖(Google Earth, 2006~2018), 及本研究拍攝之空拍圖(2016~2018 年), 共計 31 份陵水湖第 4 池於不同時間點之湖面影像紀錄, 將其湖面植生覆蓋狀況由少至多約略分為 0~4 等 5 個等級(表 3-9)。據此等級分類, 過去 20 年來(1999~2018 年)陵水湖第 4 池植生覆蓋共有 9 個不同階段的變化(表 3-10), 其中植生覆蓋最少與最多的 0 級與 4 級各出現 1 次, 分別是 1999~2003 年間幾乎不見植生, 及 2015 年 8 月 1 日幾乎覆滿植生。近 10 年來, 植生覆蓋僅有 2 次擴張, 分別是 2010 年 8 月到 2011 年 9 月由 2 級覆蓋到 3 級覆蓋; 以及 2014 年 10 月至 2015 年 8 月 1 日, 僅 9 個多月即由 2 級覆蓋擴張到湖面幾乎全滿的 4 級覆蓋。檢視金門測站 2010 年起之降雨及蒸發散量資料(資料來源: 中央氣象局), 可發現植生覆蓋範圍擴張的 2 段區間, 都是蒸發散量遠大於降雨量(表 3-11), 顯示深水處之植生(第 4 池西側)僅在極度乾旱之狀態下擴張。然而, 由此表亦可發現自 2017 年 10 月到 2018 年 7 月, 降雨量與蒸發散量的負差為近年來最大, 且 2017 年降雨量僅有 649.2 mm, 為近 10 年來最低者; 但 2017 年 7 月迄今, 陵水湖第 4 池水生植物覆蓋範圍幾乎維持不變, 並無擴張之傾向。本研究認為金管處約於 2016 年 10 月在第 4 池 2 處水門放置之不鏽鋼擋板發揮作用, 有效攔阻湖水流出, 方使其水位在強蒸發之影響下仍能維持在一定的高度(水深 20~97 cm, 平均 54 cm), 進而控制水生植物之擴張趨勢。對水質與水生動物而言, 在此操作及降雨不豐之共同影響下, 第 4 池之營養與藻類小幅上升(見第 3 章第 1 節), 但因此區以往之水質均相對較佳, 且生物多為耐污物種(吳郭魚、食蚊魚), 故迄今未見明顯之生態負面影響。因此, 本研究建議在陵水湖第 4 池之管理上, 仍應以維持水位為首要目標。

(三)水生植物生產量

本研究已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月與 2018 年 1 月完成陵水湖第 4 池中水燭、蘆葦、鋪地黍之生物量、生產量調查。結果顯示, 水燭生物量介於 459.5 g DW m⁻² 至 1138.2 g DW m⁻²(圖 3-46), 蘆葦生物量介於 73.5 g DW m⁻² 至 384.7 g DW m⁻², 鋪地黍生物量則介於 321.3 g DW m⁻² 至 1688.0 g DW m⁻²。3 者間以水燭生物量變化最穩定, 並以夏季生物量最高; 蘆葦之生物量自春季開始逐漸上升, 可見其枯死後逐漸復甦之趨勢; 鋪地黍生物量則自春季即開始下降, 並至翌年才重新上升。生產量方面, 水燭

生產量介於 $-4.86 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $33.12 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (圖 3-47), 蘆葦生產量介於 $0.03 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $25.67 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 鋪地黍生產量則介於 $1.24 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $2.21 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, 3 者均於冬季最高。本研究推測第 4 池水生植物之生產量隨受水位影響, 尤其以近陸地之鋪地黍對水深變化最敏感, 故可見於高水位之 2017 年 3~8 月(平均水深 $0.62\sim 0.83 \text{ m}$), 其生物量與生產量均呈降低趨勢。而當平均水深降至約 $0.38\sim 0.42 \text{ m}$ 時, 水燭、蘆葦、鋪地黍之生產量均大幅增加。由此可知, 當陵水湖平均水深高於 0.6 m 時, 可有效抑制水生植物生長; 而當水深淺於 0.4 m 時, 水生植物生長加速, 須注意其擴散與否。

(四)水生植物分解量

本研究水燭、蘆葦、鋪地黍之分解速率結果顯示, 3 種水生植物中以鋪地黍之分解速率遠高於水燭及蘆葦(圖 3-48~3-50), 其方程式如下:

$$\text{水燭: } y = 5.06 \times e^{-0.068x}, R^2 = 0.95, p < 0.001$$

$$\text{蘆葦: } y = 6.46 \times e^{-0.076x}, R^2 = 0.92, p < 0.001$$

$$\text{鋪地黍: } y = 4.12 \times e^{-0.011x}, R^2 = 0.84, p < 0.001$$

式中 y 值表示有機碎屑剩餘量(g DW), x 值為分解天數。依此公式可估算水生植物碎屑各時期之分解比例。在碎屑浸泡於水中半年至 1 年之狀態下, 水燭碎屑之分解比例介於 $75\sim 93\%$, 蘆葦碎屑介於 $76\sim 94\%$, 鋪地黍碎屑介於 $91\sim 99\%$ 。

(五)第 4 池東側水生植物生物量模擬與陸化探討

陸化為湖泊濕地自然演替之最終結果, 而此速率則與浸淹時間息息相關。在陵水湖第 4 池中, 東側因水深較淺而為水燭、蘆葦、鋪地黍等水生植物之主要分布區。由上述結果可知, 此區水生植物生產量受水位影響, 以早期(平均水深約 40 cm)時生產量極高。為模擬此區水生植物生物量在不同早期長度下之生物量變化, 本研究建立陵水湖第 4 池之食物網模式; 並藉由 Ecosim 時間動態模擬功能, 在以 4 季生產量作為驅動方程式(forcing function)之前提下, 設定早期 1 季(正常狀況)、早期半年、早期 1 年、早期 2 年等情境。結果顯示, 相比於正常狀況下, 水生植物於早期半年後之生物量達到 1.68 倍(圖 3-51), 並在將近 2 年後恢復到一般生物量。而在早期 1 年與 2 年後, 水生植物生物量最

高分別達 2.16 倍及 2.20 倍，顯示即使長年水深維持於 40 cm 之狀態下，陵水湖 4 池之水生植物生物量因營養限制最多僅將成長至現況之 2 倍；此外，在水深提升至 60 cm 後，由於水生植物淨生產量遠不及基礎代謝所需，故其生物量將於 2 個月至 1 年內恢復至一般狀況。由本研究模擬結果可知，陵水湖第 4 池東側之水生植物生物量隨水位自然消長，且儘管在生物量達到最高峰時(水深 40 cm)，將水深維持於 60 cm 即可達到良好之控制成效。換言之，現行之水位操作對此區水生植物之控制成效良好；然而，若水深長期低於 40 cm，則可預期水生植物生物量將高於此模式模擬之高峰值。

雖然透過水位可控制水生植物生物量，但由於陵水湖第 4 池中各功能群對水生植物之利用率不高，故當水生植物大幅成長時，大量之有機碎屑沉積仍可能加速濕地陸化。為釐清此區水生植物貢獻之有機碎屑促成陸化與否，本研究亦量化其累積速率。結果顯示，水燭、蘆葦、鋪地黍在浸淹狀態下 1 年後之分解率分別為 93%、94%、99%，可見大多碎屑在水中均可被分解後供生物利用。然而，由於鋪地黍一帶之水深極淺，使其基部在本研究調查期間遭淹沒之時間僅約 275 天，故實際分解率應約為 97%。將水生植物淨生產量扣除生物攝食量(由 Ecopath 估算)後與未分解率相乘，可知本研究調查期間水燭、蘆葦、鋪地黍之有機碎屑累積速率分別為 1.39、0.89、0.76 kg WW m⁻² yr⁻¹，3 者間以水燭之碎屑貢獻量最高。將此值與水生植物分布面積相乘，可推估在本研究調查期間陵水湖第 4 池中由水生植物貢獻之碎屑量，水燭、蘆葦、鋪地黍分別為 13.3、2.6、5.3 t WW yr⁻¹。

綜合而言，本研究認為第 4 池東側雖長期分布水生植物，但在現行之水位操作下，有機碎屑累積速率不高而無急遽陸化之隱憂。但可預期若水位長期低於 40 cm 將使水生植物擴散、淨生產量驟升，且有機碎屑在未浸淹之狀態下，將因不易分解而逐漸累積。此狀況可能導致第 4 池東側水深漸淺而有利於水燭、蘆葦向外擴張；鋪地黍則可能加速現有植生帶之碎屑累積並加速陸化。本研究蒐集之相關影像顯示，在 2011 年及 2015 年嚴重乾旱後，即可見東側植生向西南側小幅擴張，甚至建立穩定族群。由此可知，此區水生植物之擴張，取決於嚴重乾旱與否，意即水生植物在每逢嚴重乾旱後均向前推進。以長期尺度而言，陵水湖第 4 池深水處之水生植物覆蓋比例隨水位消長。但於東側淺水

處，無論水位高低均有植生覆蓋，此區塊在 2003~2016 年持續朝西南側擴張；但在 2016 年迄今已無擴張趨勢。因此，本研究認為在固有地形及現行水位操作之影響下，陵水湖第 4 池之陸化速度已趨緩。

貳、浮游藻類

一、慈湖

本研究已於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之慈湖浮游藻類調查。結果顯示，本研究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(表附錄 3-1~3-4)。浮游藻類豐度介於 0.3×10^7 cells mL⁻¹ 至 3.1×10^8 cells mL⁻¹，趨勢與水中葉綠素 *a* 濃度相似(圖 3-52)，以慈湖東側(C4、C5、C6、C7、C8)高於西側(C1、C2、C3)。歸群分析顯示，慈湖之浮游藻類組成大致上隨季節顯著變化(圖 3-53)，2017 年 2 月以平裂藻屬(*Merismopedia* spp., 50%)最為優勢；5 月以菱形藻屬(*Nitzschia* spp., 20%)、舟形藻屬(*Navicula* spp., 9%)較優勢；8 月以海線藻屬(*Thalassionema* spp., 28%)、平裂藻屬(24%)較優勢；11 月則以菱形藻屬(31%)、扁藻屬(*Platymonas* spp., 24%)最為優勢。測站間雖無顯著分群，但大致上仍可見綠藻、藍綠藻於慈湖東側 C5、C6、C7 測站出現之機率較高，C4、C8 測站次之，C1、C2、C3 測站最低，反應出慈湖東側易受淡水影響、營養鹽豐富等特性。

二、陵水湖

本研究已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成陵水湖 4 季之浮游藻類調查。結果顯示，本研究於陵水湖共記錄浮游藻類 42 屬，包含藍綠藻 9 屬、綠藻 21 屬、矽藻 8 屬、甲藻 1 屬及裸藻 3 屬(表附錄 3-5~3-8)。浮游藻類豐度介於 4.7×10^7 cells mL⁻¹ 至 3.0×10^8 cells mL⁻¹(圖 3-54)，其中以 2017 年 3 月最高，測站間則以 L7 測站略為高於 L3、L4、L5 測站。優勢藻類為隱球藻屬(*Aphanocapsa* spp., 42%-66%)。歸群分析顯示，陵水湖之浮游藻類組成大致上可將 2017 年 3 月與 5 月之 L4 測站歸為 1 群(簡稱 A 群)(圖 3-55)；2017 年 5 月、8 月、11 月共同歸為 1 群(簡稱 B 群)。SIMPER 分析進一步顯示，A 群中平裂藻屬、十字藻屬(*Crucigenia* spp.)、轉板藻屬(*Mougeotia* spp.)、眼蟲屬、螺旋

藻屬(*Spirulina* spp.)相對較多；B群則以亮殼縫藻屬(*Hyaloraphidium* spp.)、盤星藻屬(*Pediastrum* spp.)、柱孢藻屬(*Cylindrospermopsis* spp.)、單殼縫藻屬(*Monoraphidium* spp.)、顫藻屬較多(*Oscillatoria* spp.)之豐度相對較高，但整體而言，A、B群之浮游藻類組成之相似度仍高於55%。

參、大型藻類

本研究已於2017年2月、5月、8月、11月完成4季之慈湖大型藻類調查。結果顯示，本研究共記錄6科7種大型藻類(表附錄3-9~3-10)，生物量介於0.0 g DW m⁻²至292.6 g DW m⁻²(圖3-56)，以2017年2月、5月較高；覆蓋度則以2017年5月最高，8月最低。慈湖各季節、測站常見之大型藻種類不一，2017年2月，腸石髮(*Ulva intestinalis*)大量堆積於C2、C3測站湖畔，因採集之樣品多附著於螺殼、貝殼、碎石上，且東北季風強盛，故本研究推測此現象可能為強風與波浪作用之結果。2017年5月，石蓴(*Ulva lactuca*)與雙叉松藻(*Codium dichotomum*)因需附著於較大之石塊、木頭上，故僅分布於C1測站；繩龍鬚菜(*Gracilaria chorda*)於C3測站生物量較多；墊狀剛毛藻(*Cladophora patentiramea*)則大量堆積於C4、C6、C8等水流較緩之測站，並形成大面積之藻塊。2017年8月非大型藻類之繁盛期，故各藻類之生物量偏低。2017年11月，腸石髮之生物量重升，並於C8測站分布最多，C1、C3測站次之；本研究認為此時之大型藻類多寡亦與水流有關，使藻類多累積於流速緩之C8測站。綜合而言，慈湖之大型藻類多附著於體積小之基質上，使其分布位置較易受水流、風力、波浪等物理因子影響。另一方面，Lapointe & O'Connell (1989)指出，剛毛藻常大量爆發於營養豐富之沿岸水域。在本研究結果中，春季墊狀剛毛藻大面積覆蓋於氮、磷豐富之東側水域(C4、C6、C8測站)，顯示慈湖之優養化疑慮。大型藻類過度生長覆蓋水面可能促成缺氧環境導致水生生物死亡(Teichberg et al. 2010)，且此處之水體流動力差，藻類衰敗釋出之營養不易流出，可能造成惡性循環。然而，以人工移除方法所需之人力、物力甚高，故本研究建議應由污染源削減(C7測站上游)為主，防潮閘門操作為輔著手改善。

表 3-7 2016 年 2 月至 2017 年 5 月慈湖(慈 1~慈 8)優勢草本植物

科中文名	中文名	慈 1	慈 2	慈 3	慈 4	慈 5	慈 6	慈 7	慈 8
番杏科	番杏				•		•		
豆科	印度草木樨			•					•
鼠李科	雀梅藤	•							•
葫蘆科	短角苦瓜				•				
旋花科	槭葉牽牛					•	•		
旋花科	馬鞍藤		•						•
馬鞭草科	馬櫻丹	•		•	•		•		
菊科	大花咸豐草	•	•	•	•	•	•	•	•
石竹科	擬漆姑草				•		•		
禾本科	狗牙根							•	
禾本科	五節芒						•		•
禾本科	類蘆						•		
禾本科	鋪地黍		•	•					
禾本科	雙穗雀稗			•					
禾本科	海雀稗		•	•					
禾本科	象草							•	
禾本科	蘆葦							•	

資料來源：本研究

表 3-8 2016 年 2 月至 2017 年 5 月陵水湖(陵 1~陵 6)優勢草本植物

科中文名	中文名	陵 1	陵 2	陵 3	陵 4	陵 5	陵 6
蓼科	小羊蹄		•				
旋花科	甕菜						•
旋花科	白花牽牛			•			
旋花科	槭葉牽牛	•	•	•			
旋花科	紅花野牽牛			•			
馬鞭草科	馬櫻丹			•			
菊科	掃帚菊					•	
菊科	大花咸豐草		•				
兩久花科	布袋蓮	•	•	•			•
鴨跖草科	鴨跖草	•		•			•
莎草科	碎米莎草					•	
禾本科	狗牙根				•	•	
禾本科	李氏禾	•		•			
禾本科	鋪地黍	•		•	•	•	•
禾本科	雙穗雀稗			•	•	•	•
禾本科	海雀稗				•	•	•
禾本科	蘆葦	•			•		
浮萍科	青萍			•			
香蒲科	水燭				•		•

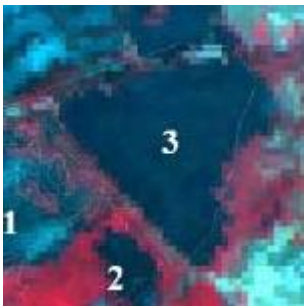
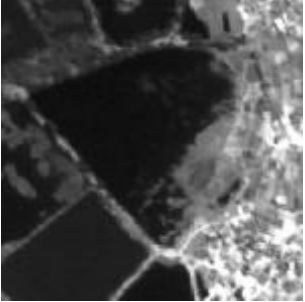








資料來源：本研究

表 3-9 陵水湖第 4 池水生植物覆蓋等級及其分類標準

植生覆蓋等級	陵水湖第 4 池水生植物分布
0 級	湖東側中間可見弧狀陸塊，湖面幾無草本植物
1 級	湖東北至東南有區塊狀或團狀散布的植生，湖西則幾無植生
2 級	湖東北至東南有區塊狀或團狀散布的植生，湖西植生呈區塊狀散布
3 級	湖東北至東南有區塊狀或團狀散布的植生，湖西植生相連成帶狀，植生整體呈環狀
4 級	湖面幾乎覆滿植生

資料來源：本研究

表 3-10 1999~2018 年陵水湖第 4 池水生植物覆蓋變化

				
<p>第 1 階段，1999~2003 年， 0 級覆蓋</p>	<p>第 2 階段，2006~2007 年， 1 級覆蓋</p>	<p>第 3 階段，2008~2010 年， 2 級覆蓋</p>	<p>第 4 階段，2011 年， 3 級覆蓋</p>	<p>第 5 階段，2013~2014 年， 2 級覆蓋</p>
				
<p>第 6 階段，2015 年， 4 級覆蓋</p>	<p>第 7 階段，2016 年， 3 級覆蓋</p>	<p>第 8 階段，2017 年 2~5 月， 2 級覆蓋(平均水深 62~65 cm)</p>	<p>第 9 階段，2017 年 7 月迄 今，1 級覆蓋(平均水深 45 cm)</p>	<p>第 9 階段，2018 年 8 月 28 日， 1 級覆蓋</p>

資料來源：黃生等人(2007)；Google Earth；本研究

表 3-11 金門測站 2010 年 10 月至 2018 年 7 月間累積雨量與蒸發散量

觀測期間	累積雨量	累積蒸發散量	雨量-蒸發散量之差
2010/10~2011/07	565.5 mm	891.7 mm	-326.2 mm
2011/10~2012/07	751.5 mm	815.6 mm	-64.1 mm
2012/10~2013/07	1298.3 mm	844.8 mm	453.5 mm
2013/10~2014/07	852.8 mm	855.5 mm	-2.7 mm
2014/10~2015/07	563.4 mm	920.5 mm	-357.1 mm
2015/10~2016/07	1369 mm	864.7 mm	504.3 mm
2016/10~2017/07	784.5 mm	855.4 mm	-50.9 mm
2017/10~2018/07	595.8 mm	1109.1 mm	-513.3 mm

資料來源：中央氣象局

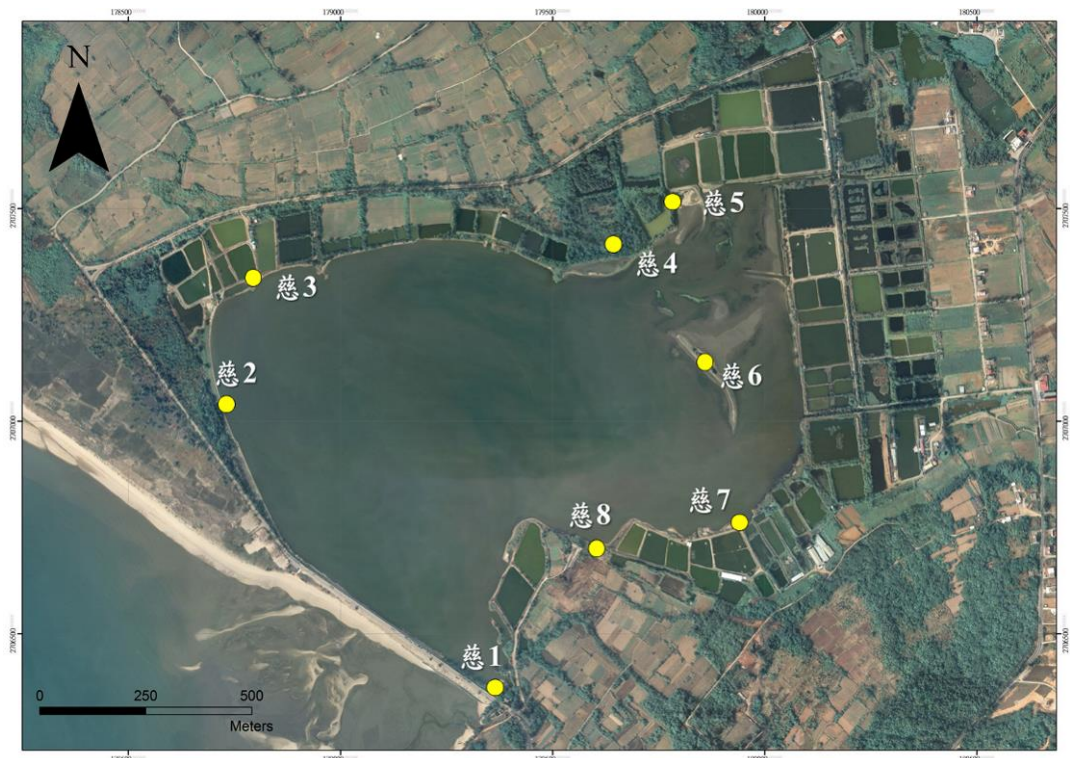


圖 3-42 慈湖植物樣區位置
資料來源：本研究

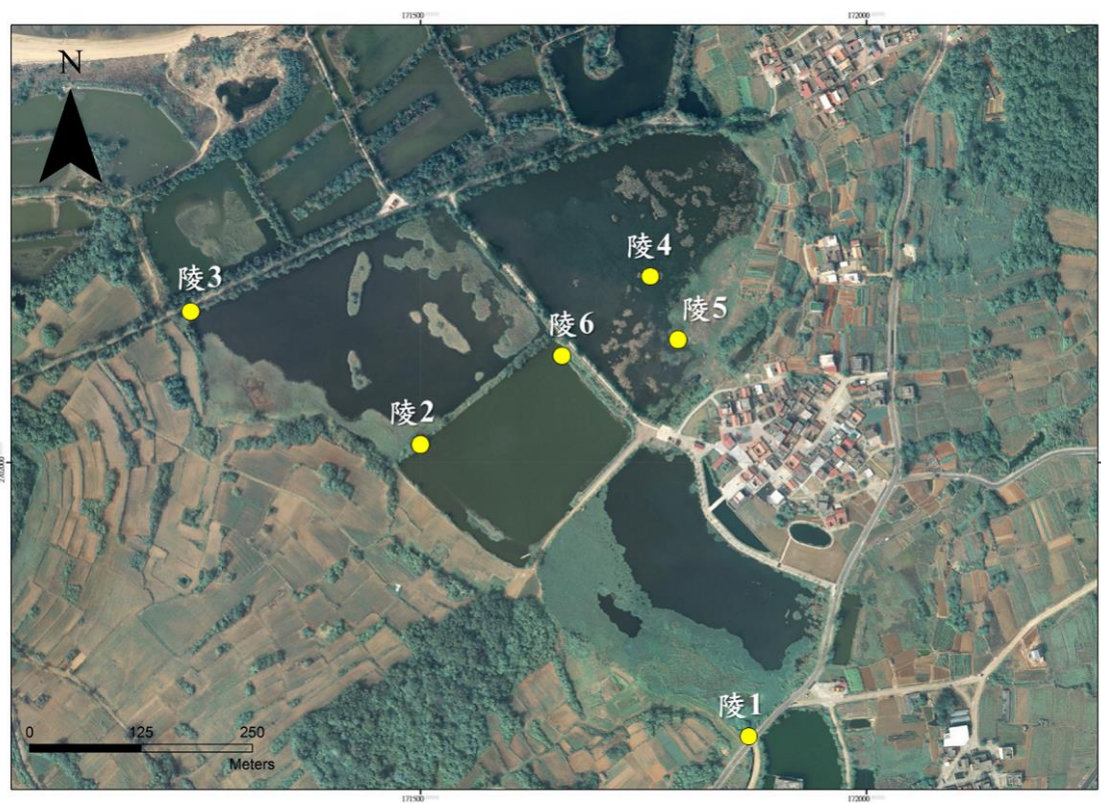


圖 3-43 陵水湖植物樣區位置
資料來源：本研究

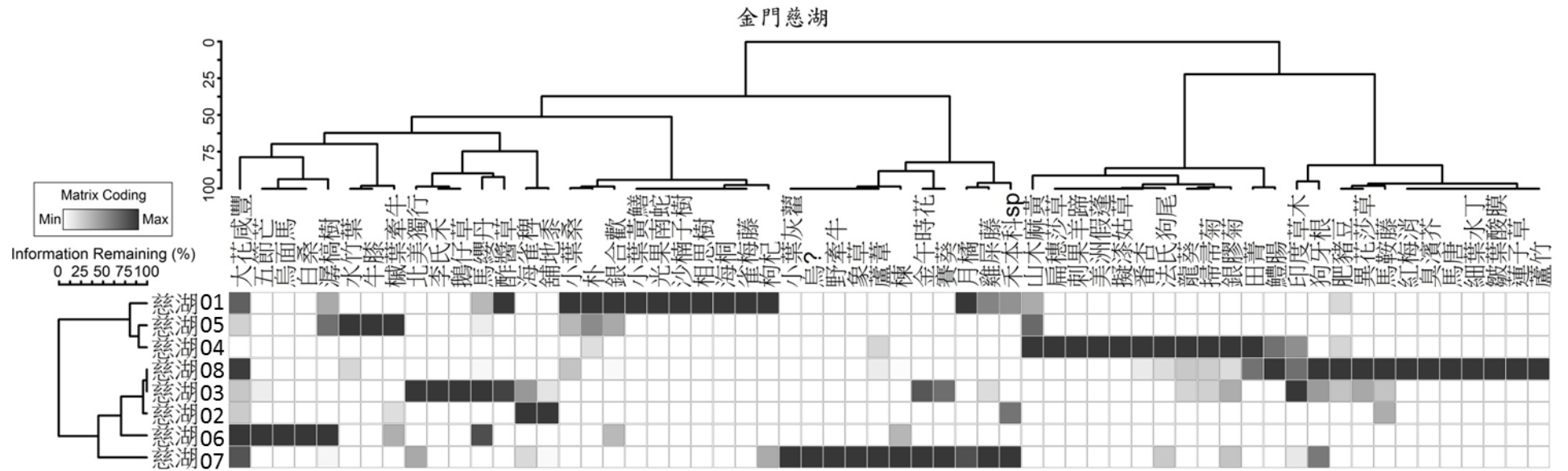


圖 3-44 慈湖植物矩陣群團分析
資料來源：本研究

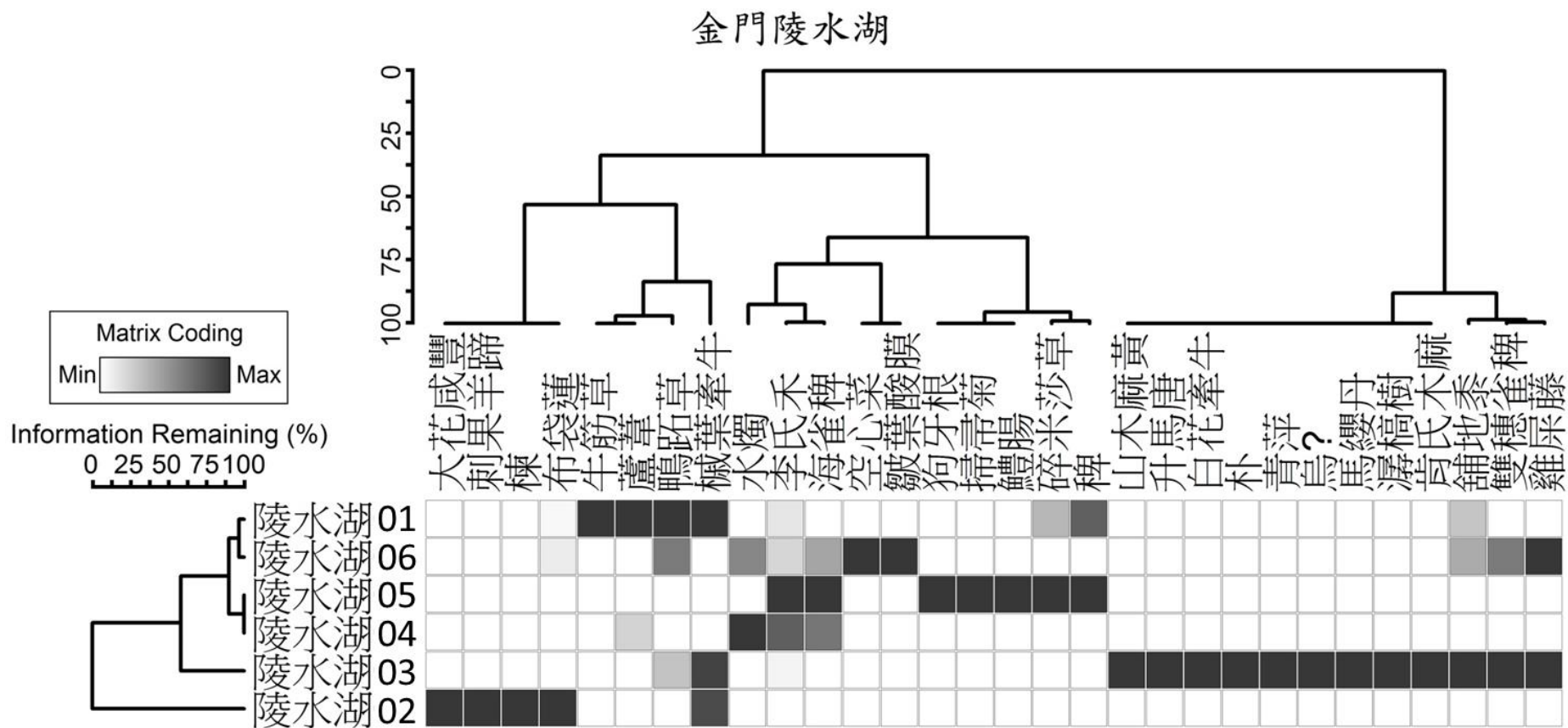


圖 3-45 陵水湖植物矩陣群團分析
資料來源：本研究

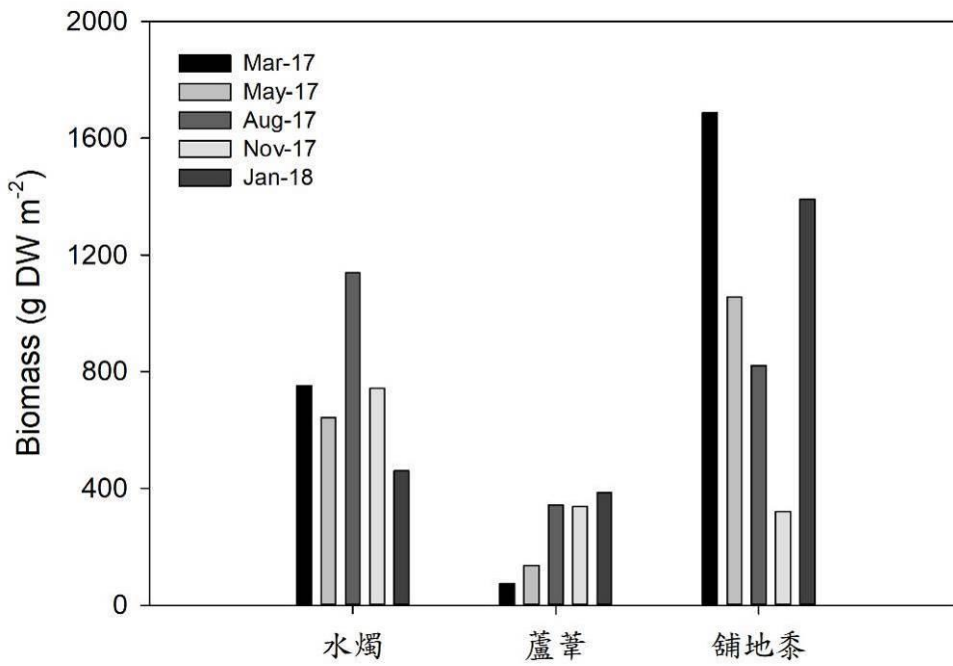


圖 3-46 2017 年 2 月至 2018 年 1 月陵水湖第 4 池水生植物生物量(g DW m⁻²)
資料來源：本研究

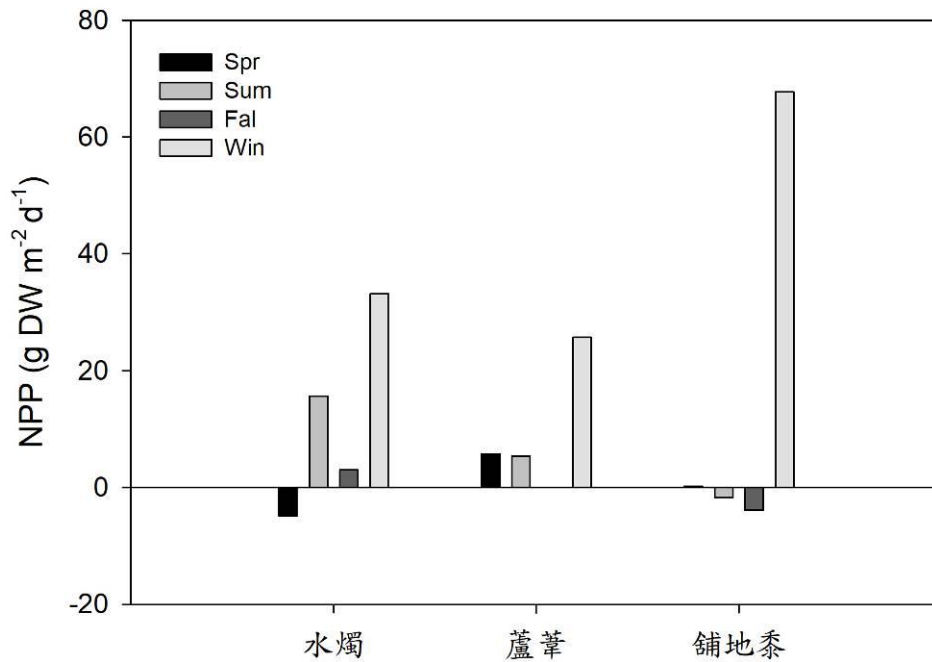


圖 3-47 2017 年 2 月至 2018 年 1 月陵水湖第 4 池水生植物生產量(g DW m⁻² d⁻¹)
資料來源：本研究

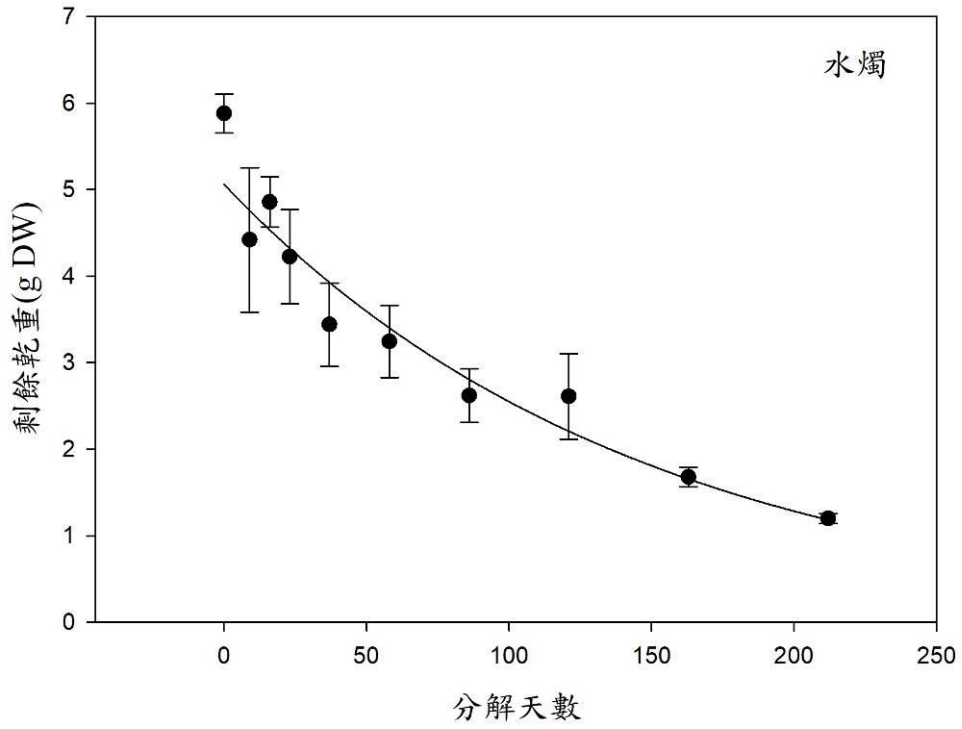


圖 3-48 水燭分解曲線
資料來源：本研究

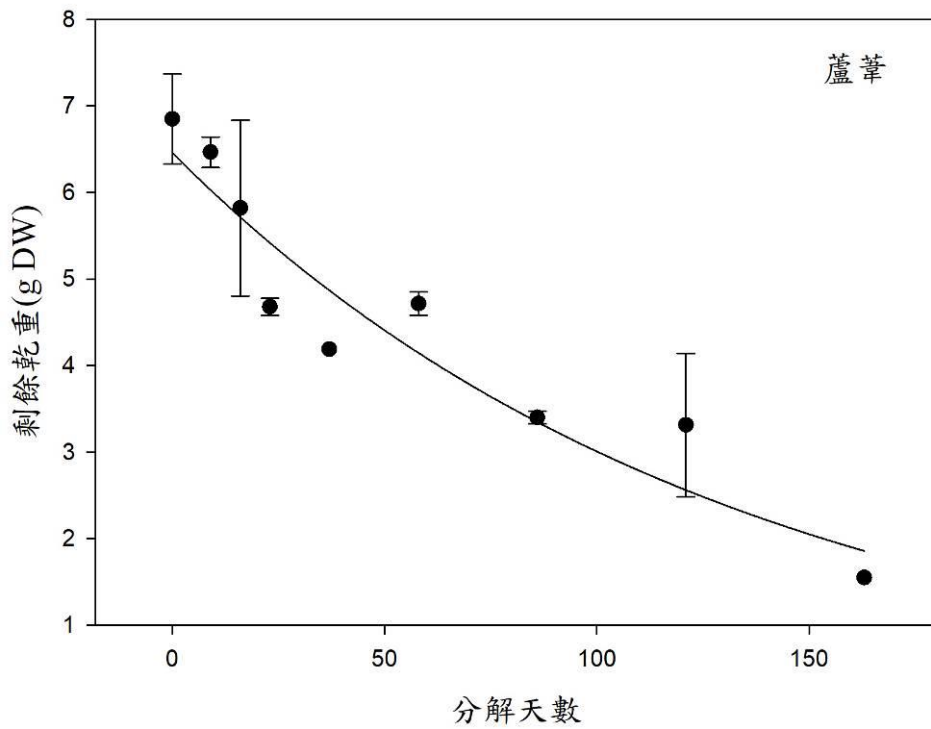


圖 3-49 蘆葦分解曲線
資料來源：本研究

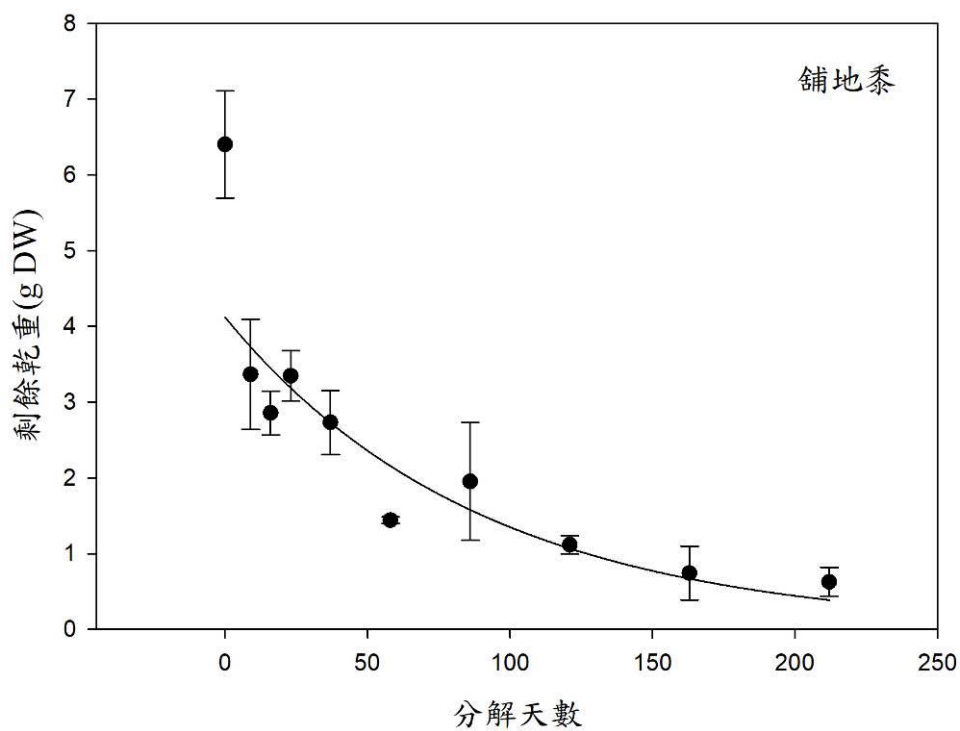


圖 3-50 鋪地黍分解曲線
資料來源：本研究

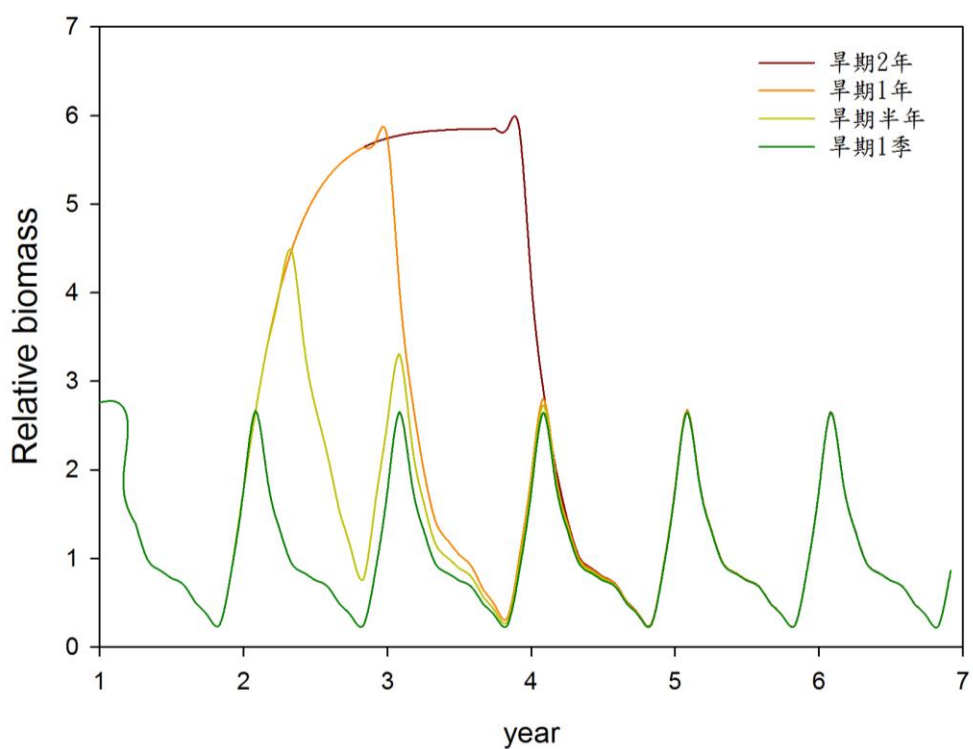


圖 3-51 陵水湖第 4 池水生植物生物量於不同早期長度情境模擬
資料來源：本研究

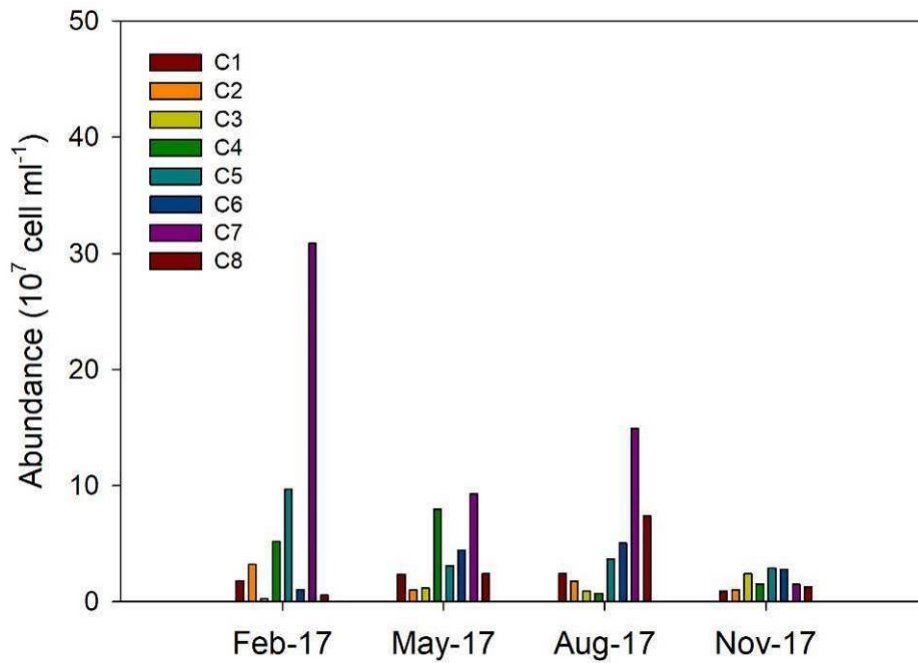


圖 3-52 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站浮游藻屬豐度(10⁴ cells ml⁻¹)
資料來源：本研究

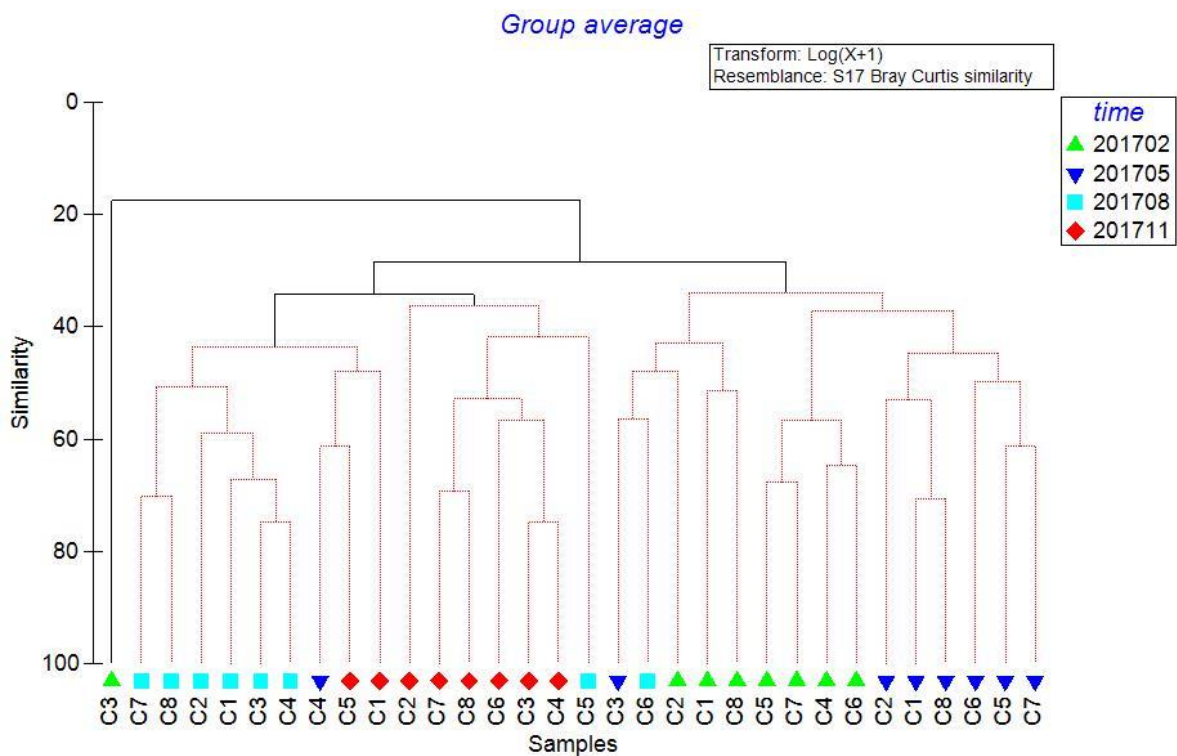


圖 3-53 2017 年 2~11 月慈湖浮游藻屬歸群分析。紅線表示顯著分群。
資料來源：本研究

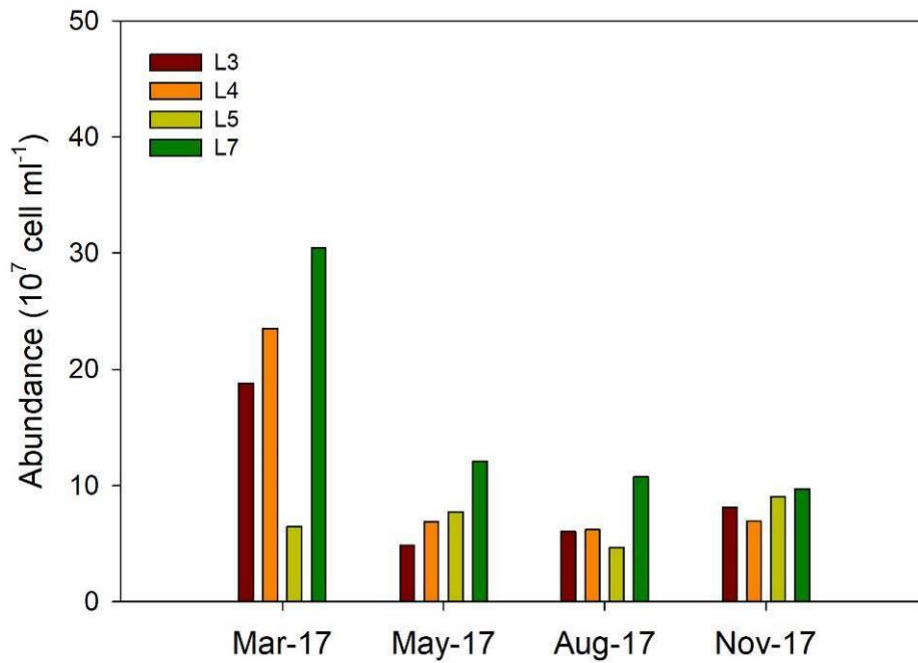


圖 3-54 2017 年 3~11 月陵水湖各測站浮游藻屬豐度(10⁴ cells ml⁻¹)
資料來源：本研究

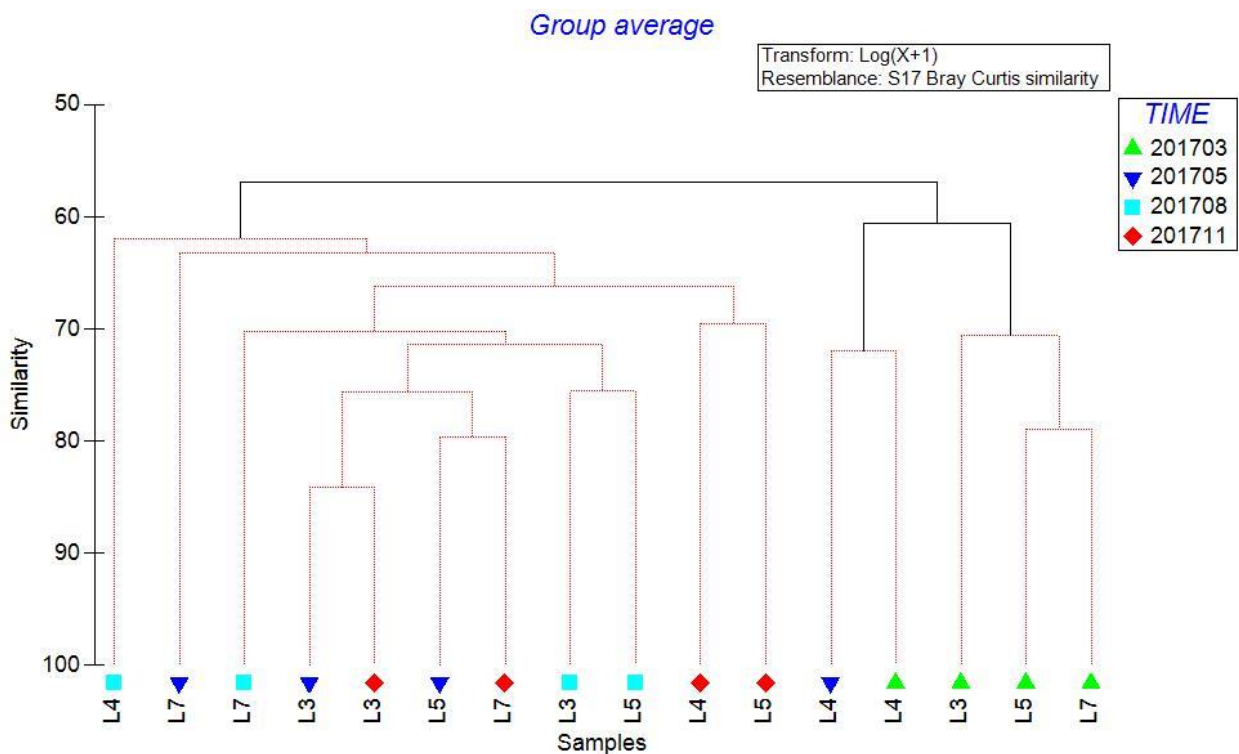


圖 3-55 2017 年 3~11 月陵水湖浮游藻屬歸群分析。紅線表示顯著分群。
資料來源：本研究

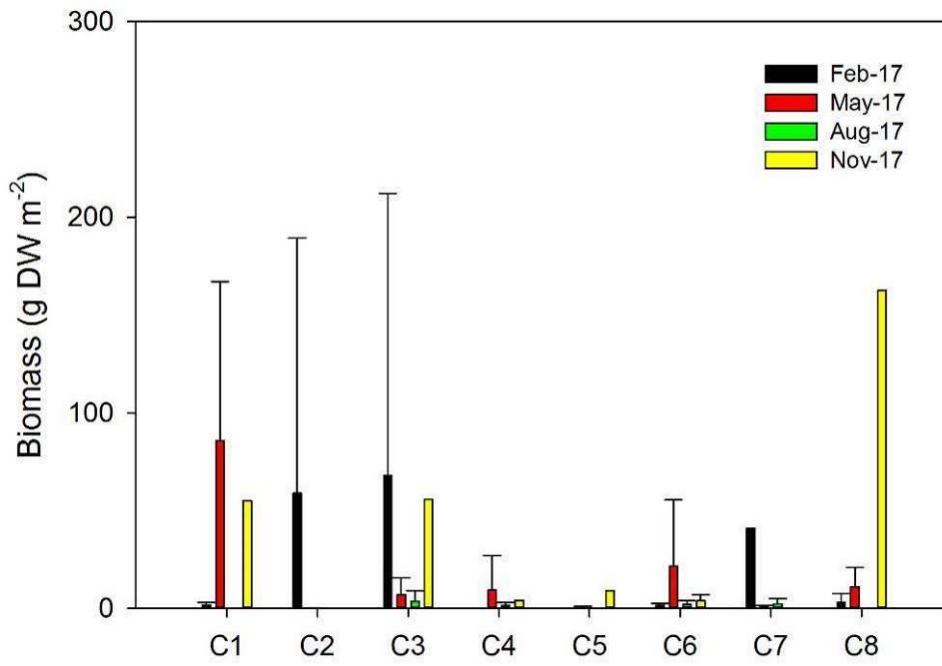


圖 3-56 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量
資料來源：本研究

第四節、水生動物定量調查

壹、魚類

一、慈湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月完成慈湖 4 季之魚類調查，共捕獲 11 科 22 種 715 隻魚類(表附錄 4-1~4-2)，優勢物種包含鰕虎科之斑尾刺鰕虎(*Acanthogobius ommaturus*, 41.7%)、麗魚科之吉利非鯽(*Tilapia zillii*, 27%)及雙邊魚科之布魯雙邊魚(*Ambassis buruensis*, 15.5%)。採集之物種數與個體數均以夏秋季較高(圖 3-57)，尤其以 2016 年 6 月達 15 種 405 尾魚類；冬春季之魚類個體數均低於 50 尾，物種數則低於 10 種。在測站間，C4、C5 及 C7 測站於夏秋季捕捉到較多成群之小型魚類，包含布魯雙邊魚、吉利非鯽幼魚及鯿科幼魚等。慈湖東側之營養鹽豐富且緊鄰淡水溝渠，故本研究推測此處可能有較多之食物資源，方吸引魚類於此覓食。歸群分析結果顯示，由於各測站均以斑尾刺鰕虎最為優勢，故慈湖之魚類組成無顯著分群(圖 3-58)。多樣性指數結果顯示，慈湖各測站 4 季之歧異度介於 0.00 至 1.57，且各測站之歧異度變化大，其中 C1 測站因鄰近水閘門，魚類物種數較多，故歧異度略高於其他測站。本研究 4 季捕獲之經濟魚種包含日本花鱸(*Lateolabrax japonicus*)、長鰭臭肚魚(*Siganus canaliculatus*)、黃鰭鯛(*Acanthopagrus latus*)、黑棘鯛(*Acanthopagrus schlegelii*)、花身雞魚(*Terapon jarbua*)、前鱗龜鰻(*Chelon affinis*)與鰻(*Mugil cephalus*)等魚類，但除鰻之體型較大外，其餘個體體長均不及 15 cm，顯示慈湖可能是上述經濟性魚類之重要育幼場所。外來種方面，共記錄食蚊魚(*Gambusia affinis*)、吉利非鯽與尼羅口孵非鯽(*Oreochromis niloticus*)3 種，其個體數約占慈湖魚類之 28.2%。

二、陵水湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月完成 4 季之陵水湖魚類調查，共捕獲 11 科 20 種 1,176 隻次魚類(表附錄 4-3~4-4)，以極樂吻鰕虎(*Rhinogobius giurinus*, 40.1%)與食蚊魚(36.4%)為主要優勢物種。魚類個體數以 2016 年 6 月最高(圖 3-59)，尤其在 L5

與 L7 測站分別記錄到數量極多之食蚊魚與極樂吻鰕虎。測站之間，L1、L2 測站屬半淡鹹水水域，故谷津氏絲鰕虎(*Cryptocentrus yatsui*)、彈塗魚(*Periophthalmus modestus*)與雷氏蜂巢鰕虎(*Favonigobius reichei*)等河口常見鰕虎均僅出現於此；爪哇擬鰕虎(*Pseudogobius javanicus*)亦屬於河口魚類，主要棲息於外湖區，但亦有少部分記錄於 L3、L4 測站。歸群分析顯示，陵水湖之魚類組成依內、外湖顯著分為 2 群，主要以 L1、L2 測站因出現許多河口魚類而異於 L3、L4、L5、L6 測站(圖 3-60)，但在 2016 年 3 月 L2 測站因記錄許多極樂吻鰕虎，使其組成與內湖測站較相似。多樣性指數結果方面，陵水湖各測站 4 季之歧異度介於 0.00 至 1.76，以 L5 測站之多樣性最低。攀鱸科之攀鱸(*Anabas testudineus*, Bloch, 1792)俗稱過山鯽、攀魚，常見於熱帶、亞熱帶之河溝與池塘，目前已滅絕於臺灣本島。「金門濕地動植物資源調查」(邱郁文，2013)指出，該團隊曾於陵水湖捕獲 5 隻攀鱸，顯示陵水湖應有穩定族群。然而，本研究執行 4 季調查僅於 L7 測站(第 1 池)記錄攀鱸 1 隻，顯示其族群量不高。外來種方面，共記錄食蚊魚、孔雀花鱗(*Poecilia reticulata*)、吉利非鯽及尼羅口孵非鯽等外來魚種，共占魚類個體數之 49.74%，顯示陵水湖已受外來種入侵嚴峻。

貳、螺貝類

一、慈湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月完成 12 季之慈湖螺貝類調查。結果顯示，本研究共記錄 13 科 23 種 7,260 隻螺貝類(表附錄 4-6~4-11)。其中，腹足類在季節間以 2018 年 10 月因 C4、C6 測站之燒酒海蜷數量極多，使該季豐度最高(圖 3-61)；2016 年 12 月則因 C5~C7 測站之流紋蜷(*Thiara riqueti*)而有極高之豐度；測站間則以 C6、C7 測站之腹足綱豐度最高。雙殼綱在季節間以 1~4 月因記錄許多小型貝類而豐度最高；測站間則以 C1~C3 測站較高，C4、C6 測站次之，C5、C7、C8 測站最低。多樣性指數方面，慈湖螺貝類各測站之歧異度指數介於 0.09 至 2.22，以 C1~C3 測站較高(1.97~2.22)，C4、C6~C8 測站次之(0.93~1.53)，C5 測站最低(0.09)。

Pearson 相關分析結果顯示，腹足綱之豐度與底質葉綠素 *a*、有機質含量、氧化還原電位、粒徑中值、粉泥黏土含量及篩選係數均無顯著相關性；但雙殼綱豐度與氧化還原電位呈顯著正相關($r = 0.45, p < 0.01$)，與有機質含量($r = -0.76, p < 0.05$)、粉泥黏土含量($r = -0.76, p < 0.05$)呈顯著負相關，顯示慈湖之二枚貝類偏好含泥量低、氧化還原電位較高之棲地，故多分布於慈湖西側。

歸群分析顯示，慈湖之螺貝類組成主要可分為 3 群(圖 3-62)，分別為 C1、C2、C3 測站之近海型，C5、C7、C8 測站之近陸型以及 C4、C6 測站之中間型。其中近海型主要以粗紋織紋螺(*Reticunassa festiva*)、栓海蜷(*Cerithidea cingulate*)及歪簾蛤(*Anomalocardia squamosa*)較為優勢；近陸型主要由流紋蜷及栓海蜷組成；中間型則以栓海蜷與燒酒海蜷(*Batillaria zonalis*)較為優勢。整體而言，栓海蜷廣泛分布於慈湖，近陸型之螺貝類因流紋蜷極度優勢而與其他兩型差異甚大(相似性約 20%)；近海型與中間型之相似性約為 40%，主要差異在於近海型包含歪簾蛤、月光唱片蛤與菲律賓簾蛤等貝類，中間型則以燒酒海蜷與栓海蜷等腹足類數量較多。換言之，近海型、中間型、近陸型之代表物種分別為歪簾蛤、燒酒海蜷與流紋蜷。本研究認為螺貝類種類可反映水體交換、底質厭氧等棲地概況，且其數量穩定易於調查，故可作為未來棲地品質之評估指標。

2017 年 1 月起金管處增加防潮閘門進水頻率以加強慈湖水體交換。在前文底質結果顯示，C4、C8 測站在此操作下底質厭氧狀態大幅減輕。而在螺貝類方面，則可發現 C4、C8 測站之腹足類、雙殼類豐度呈逐漸上升趨勢；物種方面，C8 測站雙殼類物種持續增加，故於歸群分析中亦可見 C8 測站之螺貝類組成在 2018 年 1 月、4 月時由近陸型轉變為中間型。本研究認為慈湖水體交換加強除改善底質厭氧程度外，亦可能提升底棲生物幼生於慈湖內側之著生機率，進而使位於中央區域之 C4、C8 測站有明顯之螺貝類變化。然而，此方法影響層面有限，故可見 C5、C7 測站仍維持螺貝類種類極少之狀態，甚至於 2018 年 4 月，C5 測站疑因鹽度過高導致流紋蜷死亡，而無任何螺貝類之發現紀錄。

二、陵水湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月完成 4 季之陵水湖螺貝類調查，共記錄 6 科 7 種 1,014 隻螺貝類(表附錄 4-12)，豐度介於 0 ind. m⁻² 至 487 ind. m⁻²(圖 3-63)。本

研究僅於外湖區之 L1、L2 測站發現螺貝類，主要以燒酒海蜷(58%)及栓海蜷(37%)較為優勢；內湖測站(L4、L5)則僅在以手抄網採集時發現囊螺科之囊螺(*Physa acuta*, 表附錄 4-14)，且個體數極少。本研究推測此現象可能與內湖水域過深且土壤密實有關。在季節之間，L1、L2 測站以 2016 年 3 月之螺貝類數量最少，2016 年 9 月、12 月最多。多樣性指數顯示，歧異度介於 0 至 0.89，除 L1、L2 測站外因無螺貝類紀錄均為 0，季節間亦無變化。

參、蝦蟹類

一、慈湖

本研究已於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之慈湖蝦蟹類調查。本研究於慈湖主要以蛇籠捕捉蝦蟹類，共記錄 6 科 21 種 1,068 隻蝦蟹類(表附錄 4-15~4-16)，其中以字紋弓蟹(*Varuna litterata*, 54%)、中國對蝦(*Penaeus chinensis*, 19%)與側足厚蟹(*Helice latimera*, 11%)最為常見。總個體數以 2017 年 8 月最高(圖 3-64)，測站間以 C5、C6、C7、C8 測站較多，C2 測站最少。總物種數亦以 2017 年 8 月略為高於其他季節，測站間則以 C5、C7 測站較多。歸群分析顯示，除 2017 年 2 月之 C1、C2 測站外(圖 3-65)，其餘季節、測站因中國對蝦廣泛分布於慈湖，故顯著分為 1 群。多樣性指數方面，慈湖之蝦蟹類歧異度介於 0.00 至 1.89；在 2017 年 2 月、5 月均以 C7 測站最高，2017 年 8 月、11 月則分別以 C4、C7 測站最高。Person 相關分析結果顯示，蝦蟹類豐度與底質有機質($r = 0.81, p < 0.05$)、粉泥黏土含量($r = 0.72, p < 0.05$)呈正相關，可見慈湖之蝦蟹類偏好有機質豐富之泥質環境，故多分布於慈湖東側。

二、陵水湖

本研究已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之陵水湖蝦蟹類調查。本研究於陵水湖主要以蝦籠捕捉蝦蟹類，共記錄 2 科 3 種 2,632 隻(表附錄 4-17)，其中以日本沼蝦(*Macrobrachium nipponense*, 69%)最為優勢。總個體數以 2017 年 5 月最高(圖 3-66)，測站間以 L7 測站之蝦蟹類最多，L4 測站最少。總物種數則以 2017 年 3 月少於 5 月、8 月、11 月，各測站記錄之物種數相同，均為 3 種。歸群分析顯示，陵水湖之蝦蟹類顯著

分為 1 群(圖 3-67)，其中 2017 年 8 月、11 月因記錄較多之字紋弓蟹，使其組成略異於 3 月、5 月。多樣性指數方面，陵水湖之蝦蟹類歧異度介於 0.00 至 1.02，2017 年 3 月各測站歧異度均為 0；2017 年 5 月以 L5 測站最高；2017 年 8 月、11 月則以 L3 測站最高。

肆、多毛類

本研究已於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之慈湖多毛類調查。其中，部分標本因碎裂或斷頭，無法鑑定至科級，故僅以多毛綱之 1 種表示。本研究於慈湖共記錄多毛類 6 科 1,258 隻(表附錄 4-18~4-19)，其中以沙蠶科(Nereididae)極為優勢，占每季總個體數之 90~99%。多毛類之豐度介於 0 ind. m⁻² 至 2,960 ind. m⁻²(圖 3-68)，在季節間 2017 年 5 月因 C3~C8 測站之多毛類數量極多(>1000 ind. m⁻²)，使該季豐度最高；在測站間以 C3 測站之豐度最高，但 C5~C8 測站於春季亦有極高之多毛類豐度。一般而言，多毛類常偏好有機質豐富之環境，但在本研究中底質有機質含量高之慈湖東側(C5~C8 測站)卻僅於春季發現較多個體。本研究推測此現象可能與其被掠食壓力有關，因慈湖東側之水鳥、魚類、蝦蟹類等掠食者數量豐富，故多毛類可能因被捕食而豐度不高。歸群分析結果顯示，沙蠶科於各季節、測站均極度優勢，故無顯著分群(圖 3-69)，整體之多毛類組成相似度大於 50%。多樣性指數方面，慈湖多毛類之歧異度介於 0.00 至 0.69，其中以 C2、C4 測站最高，C7、C8 測站最低。

伍、水棲昆蟲

本研究已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之陵水湖水棲昆蟲調查，共記錄水棲昆蟲類 3 科 88 隻(表附錄 4-20)，其中以雙翅目之搖蚊科(Chironomidae)最為優勢，占每季總個體數之 71% 至 94%。水棲昆蟲之豐富介於 0 ind. m⁻² 至 96 ind. m⁻²(圖 3-70)，地點間以 L3、L4 測站高於 L5、L7 測站；季節則以 2017 年 11 月最高，2017 年 8 月未發現水棲昆蟲，故各測站之豐度為 0 ind. m⁻²。歸群分析結果顯示，因搖蚊科幼蟲於各季節、測站均極度優勢，故無顯著歸群，整體相似度大於 55%(圖 3-71)；蜻蛉目之弓蜓科(Corduliidae)、絲蟴科(Lestidae)僅於 2017 年 3 月之 L3 測站發現，使其組成略異於其他測站，但於統計上並不顯著。多樣性指數方面，除 2017 年 3 月 L3 測站之歧異度為 0.79

外，各季節、測站均僅採集到 1 種水棲昆蟲，故歧異度為 0。

陸、浮游動物

一、慈湖

本研究已於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之慈湖浮游動物調查。共記錄浮游動物 27 類(表附錄 4-21~4-22)，其中以劍水蚤(37%)及橈足類幼生(33%)較為優勢。浮游動物單季各測站之豐度介於 730 ind. m^{-3} 至 $1,086,560 \text{ ind. m}^{-3}$ (圖 3-72)，季節間以 2017 年 5 月、8 月之豐度較高；測站間則以 C3~C8 測站高於 C1、C2 測站。其中，C6 測站因 2017 年 5 月之劍水蚤豐度極高，使其季節變化趨勢與其餘測站不同。歸群分析顯示，慈湖之浮游動物大致上以 2017 年 2 月為 1 群(圖 3-73)，其他季節為 1 群。主要差異在於 2017 年 2 月之橈足類幼生、纖毛蟲與異足類豐度遠少於其他季節，且該季之輪蟲豐度相對較高。由於輪蟲為淡水域常見之浮游動物，本研究推測在 2017 年水閘門開啟頻率增加之情況下，海水比例增加可能使慈湖之浮游動物由淡水物種優勢逐漸轉變為海水物種優勢。而在 2017 年 5 月，易受淡水影響之東側測站(C5~C8 測站)亦有相似結果，故可見其輪蟲豐度偏高而使其組成異於其他測站。多樣性指數方面，慈湖浮游動物之歧異度介於 0.26 至 1.81，其中以 C1 測站最高。

二、陵水湖

本研究已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之陵水湖浮游動物調查。共記錄浮游動物 18 類(表附錄 4-23~4-24)，其中以輪蟲(55%)與劍水蚤(34%)較為優勢。浮游動物單季各測站之豐度介於 $11,610 \text{ ind. m}^{-3}$ 至 $629,760 \text{ ind. m}^{-3}$ (圖 3-74)，季節間以 2017 年 8 月、11 月最高；測站間則以 L3、L5 測站較高。歸群分析顯示，陵水湖之浮游動物顯著分為 1 群(圖 3-75)，可見陵水湖各池、各季節之浮游動物組成相似。多樣性指數方面，陵水湖浮游動物之歧異度介於 0.74 至 1.47，平均以 L4 測站較高。

柒、水母

本研究已於 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月執行 4 季之慈湖水母調查。根據過去觀

察經驗，2016、2017 年春季在慈湖西側均曾發現端鞭水母(*Acromitus flagellatus*)，且於東岸亦曾見擱淺個體。由於水母大發生為偶發短期現象，為避免錯過水母出現時機，本研究除預定調查外亦委請金管處協助觀察水母出現與否，但本年度迄今並尚未發現水母蹤跡。由於水母調查之目的旨於增加本研究生態系食物網模式之完整性，故本研究於 Ecopath 模式中改以前兩年之觀察數據粗估水母生物量。

捌、寄居蟹

本研究已於 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月執行 4 季之慈湖寄居蟹調查，共發現寄居蟹 2 科 3 種 248 隻次(附錄表 4-25~4-26)，分別為寄居蟹科之小形寄居蟹(*Pagurus minutus*)與活額寄居蟹科之長指細螯寄居蟹(*Clibanarius longitarsus*)、寬胸細螯寄居蟹(*Clibanarius eurysternus*)。其中以小形寄居蟹極為優勢，占總個體數之 96%。測站間以 C1 測站之寄居蟹豐度最高，C2、C3 測站次之，其餘測站則均未發現寄居蟹。本研究推測小形寄居蟹應較偏好砂底質環境，故多分布於慈湖西側。

玖、頭足類

本研究已於 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月執行 4 季之慈湖頭足類調查，但迄今蛸壺、蟹籠、蛇籠等漁法均僅捕捉到蟹類而無頭足類紀錄。本研究過去以蛇籠法調查期間，曾於 2016 年 3 月在 C5 測站發現頭足類 1 隻；於 2017 年 11 月則在 C3、C4、C8 測站紀錄 5 隻中國小孔蛸(*Cistopus chinensis*)，故本研究於 Ecopath 模式中改以前兩年之觀察數據粗估頭足類生物量。

拾、水域爬行類

本研究已於 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月執行 4 季之慈湖、陵水湖水域爬蟲類調查。慈湖方面，迄今共記錄水域爬行類 3 科 4 種(附錄表 4-27)，但於今年度未發現任何水蛇與龜鱉類。在本研究 2016 年至 2017 年調查期間，曾以蛇籠於 C5 測站捕捉到金龜(*Mauremys reevesii*)3 隻及紅耳龜(*Trachemys scripta*)、斑龜(*Mauremys sinensis*)數隻，在 C7 測站發現蛇類骨骼，並於 C8 測站記錄唐水蛇(*Myrrophis chinensis*)5 隻次。本研究多於 C5 測站鹽度極低時才發現龜鱉類出沒，故推測水體鹽度可能影響龜鱉類棲地選擇，

而自 2017 年起慈湖整體鹽度逐漸上升，即可能為今年度未捕捉到龜鱉類之原因之一。

陵水湖方面，共記錄水域爬蟲類 4 科 5 種(附錄表 4-28)，包含金龜、斑龜、紅耳龜、中華鱉(*Pelodiscus sinensis*)與草花蛇(*Xenochrophis piscator*)。在 2016 年調查期間，本研究主要於陵水湖第 2、3 池最常發現水域爬蟲類，而今年度 4 月、7 月調查亦於第 2 池發現金龜與中華鱉。本研究推測，陵水湖第 2 池基礎生產量高、食物資源豐富，且於池畔及水域中之植被覆蓋度高，可能為龜鱉類多於此棲息之可能原因。

拾壹、兩棲類、爬行類、哺乳類

除上述之水域爬行類外，本研究亦於慈湖發現緬甸蟒(*Python bivittatus*)與黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)，並在陵水湖記錄貢德氏赤蛙(*Hylarana guentheri*)、澤蛙(*Fejervarya limnocharis*)等兩棲類。在哺乳類方面，本研究於 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月增加慈湖水域周邊之小型哺乳類調查，每季在 C1~C8 測站放置捕鼠籠 2 具，以香腸與餅乾作為誘餌(椰香乖乖)，放置 3 天 2 夜後收回。結果顯示，於慈湖共記錄哺乳類 2 目 2 科 2 種，28 隻次(附錄表 4-29~4-30)，包含啮齒目之小黃腹鼠(*Rattus losea*)及食蟲目之臭鼩(*Suncus murinus*)，除 C3 測站外，其餘測站均曾有哺乳類發現紀錄，整體捕獲率達 41%，顯示慈湖周邊之小型哺乳類數量豐富。

拾貳、草魚族群量

為避免陵水湖第 4 池淤積陸化，金門國家公園管理處於 2017 年 5 月 17 日放流草魚以抑制水生植物生長。為量化此方法之成效，本研究目前已於 2017 年 8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、5 月嘗試以流刺網、手拋網、垂釣法、水下攝影等方法追蹤草魚族群量，惟至今仍尚未採集到草魚個體。而根據本研究航拍圖與基礎生產量結果顯示，無論淨生產量高低與否，2017 年 5 月至 2018 年 8 月水生植物之覆蓋度均無擴散或退縮趨勢。可見儘管在水生植物因高水位(> 60 cm)而生長緩慢(或負生長)期間，其覆蓋面積仍未減少。因此，本研究認為現行草魚放流之處理(生物量： 0.13 g WW m^{-2} ；豐度： $0.007 \text{ ind. m}^{-2}$)對陵水湖第 4 池東側水生植物之控制能力相當有限。在陵水湖第 4 池之 Ecopath 模式中(見第 3 章第 7 節)，陵水湖第 4 池水生植物淨生產量僅被使用 0.2%，亦顯示草

魚與其他草食動物之攝食量對水生植物之影響甚微。在本研究整理之相關文獻中，由於草魚對沉水植物與大型藻類之偏好性，及挺水植物不易攝食、纖維難以消化等因素，使本研究未發現以草魚成功控制挺水植物擴散之案例。而在3倍體草魚無繁殖能力之條件下，掠食行為亦不利於此操作。本研究以Ecosim模擬之結果顯示，在陵水湖以鷺科鳥類為主之攝食壓力下，放流草魚之生物量於第2、3、4年分別僅餘起始之63%、46%、36%。而當草魚生物量達現況32~53倍之情境下，才可使水生植物生物量降低14~26%，意即放流草魚總重須達307~509 kg WW(體長10 cm草魚18,943~31,374隻或25 cm草魚1,269~2,102隻)方有控制成效。綜合而言，本研究認為此法執行困難度甚高，故不建議作為控制水生植物覆蓋度之管理方法。

拾參、慈湖菲律賓簾蛤族群與生物學研究

一、族群量調查

本研究原擬於慈堤外灘地針對等邊淺蛤(當地居民俗稱之「花蛤」, *Gomphina veneriformis*)調查其族群數量，然因2016年2月未採集到其個體，且花蛤種類與慈湖內之菲律賓簾蛤不同，故與金門國家公園管理處協議後於2016年3月將調查地點改為慈湖內8處測站，並以菲律賓簾蛤為調查對象。本研究已完成2016年3月至2017年4月每月1次之採集工作，並於2017年5月至2018年10月每季調查菲律賓簾蛤豐度。然而，2016年3月因初次調查未擬定完善調查方法，使採集之菲律賓簾蛤數量極少(20 ind.)且均屬於極小個體(7.3~12.2 mm)，因此後續之資料分析將剔除此數據以避免造成誤差。而在2016年4月，本研究為免採集量過大對當地底棲生物族群造成危害，故更換採集方法。其中，除於1號站採樣區域共採集12個 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之採樣方格外，其餘測站均採集9個採樣方格。

本研究於2016年3月至2017年4月共採集菲律賓簾蛤1,103隻，總重2,423 g，各季各測站之豐度介於 0.0 ind. m^{-2} 至 $510.2 \text{ ind. m}^{-2}$ 。豐度於季節與測站間有顯著差異且交互影響(2-way ANOVA, $F = 37.22$, interaction, $p < 0.001$)。2016年3月至2018年10月期間，除C5、C7測站外，其餘測站均曾發現菲律賓簾蛤(圖3-76)，但族群量僅於C1、C2

測站相對穩定，可見其分布多侷限於水閘門一帶。C3 測站之菲律賓簾蛤豐度偏低，多低於 40 ind. m^{-2} ，且在 2016 年 8 月至 12 月時均為 0 ind. m^{-2} ；然而，2018 年 4 月豐度卻高達 277 ind. m^{-2} ，顯示新生族群加入。C4、C6、C8 測站則僅在 2017 年 2 月後才發現極少之小型個體($< 11 \text{ ind. m}^{-2}$)。菲律賓簾蛤豐度之季節變化明顯，以 2016 年 5 月之豐度最高，在 6~8 月大幅下降後，持續維持極低之豐度，直至 2017 年 3、4 月才重新回升，但豐度遠不及前年；進入夏季後豐度再次降低，並於 2018 年 4 月大幅上升。整體而言，菲律賓簾蛤之族群量極不穩定，尤其每逢夏季豐度下降，且僅於春季(4 月)可發現明顯新生族群。

二、族群量時空變化探討

埋棲性貝類之生存率受潛砂行為之影響甚鉅，故底質狀態常為影響貝類分布之重要因子。李明雲(1989)指出，粉泥 10%、細砂 14%、貝殼碎末和粗砂 75.57%之環境較適合菲律賓簾蛤棲息；張國范與閔喜武(2010)則表示菲律賓簾蛤偏好含砂量 70~80%之底質，於泥質或礫石棲地之分布較少。孫詩萌等人(2017)之研究進一步比較不同泥砂比例對菲律賓簾蛤潛砂行為之影響，其結果顯示菲律賓簾蛤在全砂環境中之潛砂率顯著較高；泥質增加可能使底質更加緻密，導致貝類潛砂阻力上升。而在本研究結果中，菲律賓簾蛤豐度亦與底質粒徑有顯著相關性(粒徑中值： $r = 0.552, p < 0.01$ ，粉泥黏土含量： $r = -0.42, p < 0.05$)。整體而言，菲律賓簾蛤多集中於粗砂量大於 80%之水閘門一帶(C1、C2 測站)；當粗砂量降至 60~75%時，雖仍有菲律賓簾蛤分布，但豐度僅有上述測站之 7%(C3、C4、C6 測站)；而在粗砂量約為 50%之東側一帶(C5、C7、C8)測站，則少有菲律賓簾蛤發現紀錄。綜合而言，本研究結果顯示慈湖之菲律賓簾蛤偏好含砂量極高之底質，尤其當粉泥黏土含量大於 10%時，幾乎無菲律賓簾蛤可棲息。

溫度為影響貝類生長代謝之重要因子。過去研究顯示，菲律賓簾蛤幼生適合生長之溫度範圍介於 25.4°C 至 32.5°C ，並以 30°C 為最適生長溫度(包永波與尤仲傑，2004)。以成貝而言，菲律賓簾蛤之耗氧率隨溫度升高而增加(姜宏波等人，2014)；而當水溫高於 30°C 時，即可能造成代謝失調(聶鴻濤等人，2017)、免疫力下降(楊東敏等人，2017)與離水存活時間縮短(Munari et al. 2011)等問題。然而，現今溫度對菲律賓簾蛤生長影響之

關研究多集中於溫帶地區，或使用溫帶區之育成種為實驗對象，故副熱帶、熱帶區域之菲律賓簾蛤對溫度之適應性可能與上述研究略有不同。在本研究結果中，慈湖之菲律賓簾蛤自 6 月開始大幅減少，此時之水溫最高達 34.1°C，但其成貝肥滿度仍呈正向趨勢，顯示簾蛤生長狀態無異常。因此，本研究認為夏季高溫對菲律賓簾蛤是否造成負面影響仍未能定論；尤其以溫度適應範圍較狹窄之幼期而言，其高溫下之孵化率、幼蟲死亡率影響與否，則尚須有進一步實驗方能驗證。

鹽度亦為影響貝類生存與否之關鍵因子之一，尤其在雨季淡水輸入之衝擊下，貝類常以閉殼與關閉進、出水管等行為避免低鹽度下滲透壓失調造成之傷害(Navarro et al. 1988; Palmer 1980)。至今已有研究證實，鹽度降低會影響貝類之免疫能力，並可能引起疾病爆發(Matozza et al. 2007；楊東敏等人，2017)。過去文獻指出，25~30 為菲律賓簾蛤之最適生長鹽度(吳桂漢與楊聖雲，2002；陳麗梅等人，2007)。丁鑑鋒等人(2013)之研究顯示，在鹽度 15 之環境下，菲律賓簾蛤在 48 小時內之死亡率可達 18%；而宋曉楠等人(2013)將菲律賓簾蛤在低鹽(15)環境中培養 6 天後，發現其鰓絲、鰓表面、肝胰腺、水管、外套膜均出現組織異常現象，顯示低鹽環境對菲律賓簾蛤之威脅。在本研究結果中，菲律賓簾蛤豐度自 9 月降至最低(0~12 ind. m⁻²)，此時慈湖受莫蘭蒂颱風豪雨影響，水閘門一帶之鹽度降至 16.0~17.0。因此，本研究認為鹽度過低可能為慈湖菲律賓簾蛤豐度在 2016 年 9 月極低之原因之一。但鹽度卻無法解釋夏季族群量降低之原因，可見仍有其他因子影響菲律賓簾蛤之豐度變化。

菲律賓簾蛤為慈湖之主要漁獲對象，是以採捕行為亦可能影響簾蛤族群量，尤其以每年春夏季(4~9 月)為漁民主要採捕季節。但由於慈湖長期缺乏採捕量、採捕人數、努力量等量化數據，故本研究尚無法探討漁獲行為對菲律賓簾蛤數量之影響。

三、生殖週期

本研究依肥滿度指數作為菲律賓簾蛤生殖週期之判斷依據。2016 年 3 月，因各測站採集之數量極低，且個體極小不利於實驗操作，導致部分結果變異度極高。考慮此次數據品質欠佳，故未來制定採捕管理方法時應剔除此次數據，以免造成誤判。慈湖菲律賓簾蛤之肥滿度指數介於 6.2~12.2%(圖 3-77)，其季節變異顯著($F = 36.2, p < 0.001$)。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。Lucas and Beninger (1985)指出，二枚貝於生殖腺發育期間體重逐漸上升，至釋卵後大幅下降，故可將肥滿度指數作為釋卵期之判斷依據。由此可知，慈湖菲律賓簾蛤之釋卵期約在4~6月及9~10月，且此結果亦與大連(6~7月、9月；閔等人，2005)、膠州灣(6~7月、9月；Liang and Fang 1998)、福建(9~11月，Qi 1987)等地區之繁殖期相近。然而，本研究結果中，9~11月繁殖期之新生個體可於翌年4月被發現，但卻未曾發現4~6月之新生族群。因此，本研究故推測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。

迄今諸多研究結果顯示，菲律賓簾蛤在不同環境之生殖條件及週期不一，在與本研究緯度相當之福建一帶，其稚貝生長的適宜溫度範圍在15~30°C之間，且於25°C時生長發育情形最佳；當水溫超過30°C時稚貝存活率即開始下降，至35°C存活率僅餘40%，約為30°C之一半(林筆水等人，1983)。菲律賓簾蛤幼體適宜的孵化及生長鹽度為23~35.5(王軍等人，2003)，浮游幼生適宜的培育酸鹼值則為8.2~8.7之間(謝章源，2015)。為釐清慈湖菲律賓簾蛤於潛在繁殖期無新生個體之可能原因，本研究量化C1~C3測站(主要棲地)水質在2繁殖期後超出幼生適宜生長條件之機率，結果顯示，主要繁殖期後(9月至翌年4月)與潛在繁殖期後(4~9月)任一條件(水溫、鹽度、酸鹼值)不適宜幼生存活之機率分別為54%及78%，可見潛在繁殖期後之環境條件相對不利於新生個體生長。而依各生長條件而言，主要繁殖期後水溫低於15°C之紀錄筆數約占整體之17%；鹽度低於23之紀錄筆數占整體之25%；酸鹼值低於8.2之紀錄筆數占整體之42%。在潛在繁殖期後水溫高於30°C之紀錄筆數約占整體之60%；鹽度低於23及高於35.5之紀錄筆數占整體之0%；酸鹼值低於8.2之紀錄筆數占整體之67%。整體而言，兩時期主要差異於潛在繁殖期之水溫多高於30°C且酸鹼值低於8.2，故推測此時期之高溫與低酸鹼值可能並不適合幼體生存。此現象亦與福建自然海區之菲律賓簾蛤生殖狀態大抵相符(齊秋貞與楊明月，1988)。然而，由於本研究測得之肥滿度指數無法直接證明貝類之性腺發育與否，如欲瞭解4~6月菲律賓簾蛤實際是否釋卵，建議後續可利用生殖腺切片方法釐清菲律賓簾蛤於4~6月是否有釋卵行為，以健全採捕規範之制定。

四、形質調查與生長參數推估

本研究捕獲個體之殼長介於 7.30~47.13 mm(表附錄 4-31)，殼高介於 4.86~35.74 mm，殼寬介於 2.74~23.03 mm。殼長頻度分布圖顯示(圖 3-78)，2016 年 4 月以殼長 20~22 mm 之菲律賓簾蛤最多，族群呈單峰分布；至 2016 年 8 月雖個體數量減少，但整體仍成長至 28~30 mm。2016 年 9 月起因族群量驟減，使頻度分布無明顯峰值；直至 2017 年 1 月，方有小個體族群出現。

利用上述之殼長頻度資料，本研究以 FiSAT II 之 ELEFAN I 功能估算菲律賓簾蛤之生長速率(K)與極限體長(L_{∞})。結果顯示，在季節震盪指數(C)為 1，冬季低迷點(WP)為 0.2 之前提下，慈湖菲律賓簾蛤之生長速率為 0.89，極限體長為 49.88 mm。將 t_0 假設為 0，則可得出下列 VBGF 方程式：

$$L_t = 49.88 \times \{1 - e^{[-0.89(t) + S_{ts} + S_{t0}]}\}$$

$$S_{ts} = (0.89 / 2\pi) \times \{\sin [2\pi(t+0.3)]\}$$

$$S_{t0} = (0.89 / 2\pi) \times [\sin (2\pi \times 0.3)]$$

藉由上述方程式，則可求出菲律賓簾蛤之 1 齡殼長為 25.72 mm，2 齡殼長為 39.96 mm，3 齡殼長為 48.80 mm。菲律賓簾蛤殼長(x, mm)可由以下列方程式轉換為濕重(y, g WW, 圖 3-79)以利於未來之族群監測：

$$y = 3.1208 - 0.4262 x + 0.0161 x^2, R^2 = 0.94, p < 0.001$$

依此公式推估菲律賓簾蛤 1、2、3 齡個體之濕重分別為 2.81、11.80、20.66 g WW。綜合以上，可知本研究 2016 年 3 月至 2017 年 4 月採集之菲律賓簾蛤中 1 齡、2 齡、3 齡個體之比例分別約為 75%、24%、1%。另一方面，本研究以 FiSAT 之 Length-converted catch curve 估算菲律賓簾蛤總死亡率(total mortality, Z)；以 Pauly's M Equation 推估其自然死亡率(natural mortality, M)。2 者之差值即為漁獲死亡率(fishing mortality, F, $F = Z - M$)。結果顯示，慈湖菲律賓簾蛤之總死亡率為 2.08 yr^{-1} ，自然死亡率為 1.36 yr^{-1} ，漁獲死亡率為 0.72 yr^{-1} 。由漁獲死亡率可粗估慈湖 1 年之菲律賓簾蛤採集量約為 17 t WW yr^{-1} 。

五、慈湖經濟性貝類與菲律賓簾蛤採捕方式模擬

為制定適宜之慈湖經濟性貝類採捕方式，本研究在慈湖 Ecopath 食物網之基礎下(見第 3 章第 7 節)，藉由 Ecosim 模擬不同採捕強度對慈湖經濟性貝類之生物量影響。共設立 4 種情境，分別為現今狀況(採捕強度 100%)及採捕強度 75%、50%、30%。根據本研究菲律賓簾蛤漁業死亡率結果可粗估，目前慈湖摸蚶行為之年漁獲量約為 $42.20 \text{ g WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，在此採捕強度下，貝類生物量在將 2~3 年內將持續緩慢下降(圖 3-80)，並至現存量剩餘 70% 後達到平衡。當採捕強度 30~50% 時，貝類生物類在經過 3 年波動期後將維持於現況之 90~96%。綜合言之，慈湖目前對經濟性貝類之採捕壓力將持續造成其生物量下降，而將採捕強度維持於現況之 50% 可達到採捕強度 30% 之 9 成效果，故建議可依此作為未來之採捕管理依據。在採捕強度 50% 之方案下，慈湖經濟性貝類之每年總採捕量隨時間變化(表 3-13)，原則上應低於 $17.7\sim 19.3 \text{ t WW yr}^{-1}$ 。此外，本研究亦依採捕強度 50% 方案粗估可容許之生物量下限，即當監測期間 C1、C2 測站等主要採捕區每年之經濟性貝類平均生物量低於 $105.9\sim 113.3 \text{ g WW m}^{-2}$ 時應停止採捕行為。

針對菲律賓簾蛤而言，本研究過去發現其 2016 年之生物量約為 $34.6\pm 10.9 \text{ g WW m}^{-2}$ ，但於 2017、2018 年時僅餘 2016 年之 22%，可見族群量快速減少。Ecosim 模擬亦顯示現行採捕量(採捕強度 100%)將導致菲律賓簾蛤生物量持續減少(圖 3-81)，並至第 10 年僅餘現況之 20%。在採捕強度 30%、50% 之情境中均可見菲律賓簾蛤生物量復甦，並至 3~4 年後分別維持於現況之 64% (15.6 g WW m^{-2}) 及 77% (18.7 g WW m^{-2})。漁業採捕量模擬結果顯示，現行採捕強度將導致未來採捕量逐漸減少(圖 3-82)；採捕強度 50% 之採捕量將於方案實施後第 5 年超過現行採捕方案。因此，本研究認為採捕強度 50% 方案同時維持簾蛤生物量與漁業採捕量，為較佳之管理方案；故建議慈湖菲律賓簾蛤每年之總採捕量應低於 $5.8\sim 7.2 \text{ t WW yr}^{-1}$ (表 3-12)。此外，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，並至生物量恢復此值以上時重新開放。然而，本研究強調上述模擬使用之漁業採捕量係由簾蛤生長理論值推估，為避免此值與實際值差異造成誤判，建議總採捕量限制規範應於實際量化漁業採捕量後，重新納入食物網模式模擬再行公告，以避免造成管理單位與民眾之混亂。

表 3-12 慈湖菲律賓簾蛤總採捕量及監測站(C1、C2 測站)生物量限制

年份	漁業總採捕量			監測站生物量
	(g WW m ⁻² yr ⁻¹)	(t WW yr ⁻¹)	(1000 ind. yr ⁻¹)	(g WW m ⁻²)
2019	6.43	5.8	2.1	35.55
2020	7.25	6.5	2.3	45.67
2021	7.71	7.0	2.5	51.45
2022	7.91	7.1	2.5	54.75
2023	7.98	7.2	2.6	56.21
2024	8.01	7.2	2.6	56.66
2025	8.01	7.2	2.6	56.87

資料來源：本研究

表 3-13 慈湖經濟性貝類總採捕量及監測站(C1、C2 測站)生物量限制

年份	漁業總採捕量		監測站生物量
	(g WW m ⁻² yr ⁻¹)	(t WW yr ⁻¹)	(g WW m ⁻²)
2019	17.86	17.7	105.93
2020	19.48	19.3	115.57
2021	19.00	18.9	112.70
2022	19.11	19.0	113.33
2023	19.12	19.0	113.41
2024	19.05	18.9	113.00
2025	19.10	18.9	113.26

資料來源：本研究

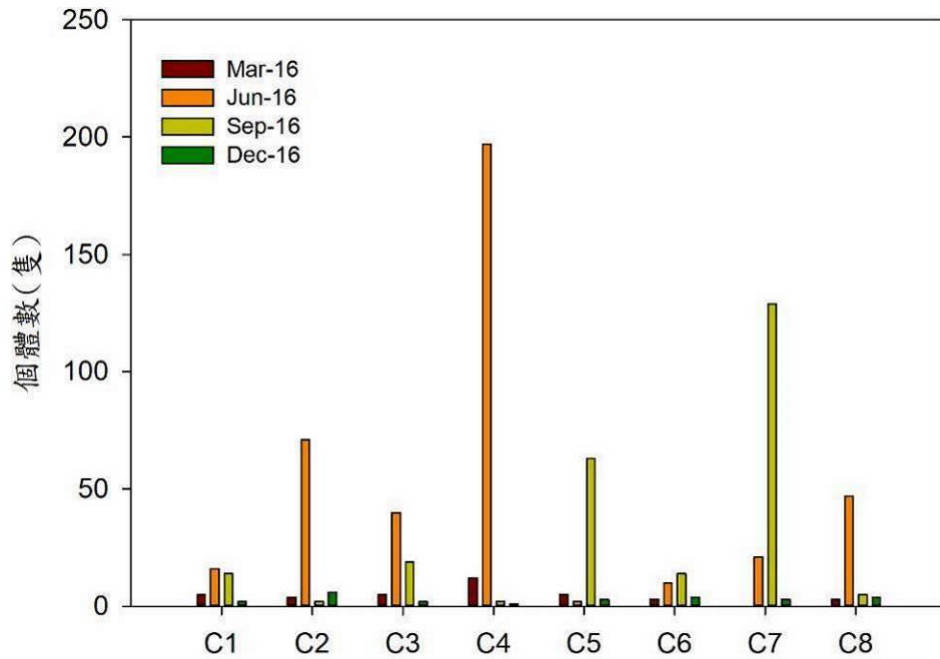


圖 3-57 2016 年 3~12 月慈湖 C1~C8 測站魚類個體數
資料來源：本研究

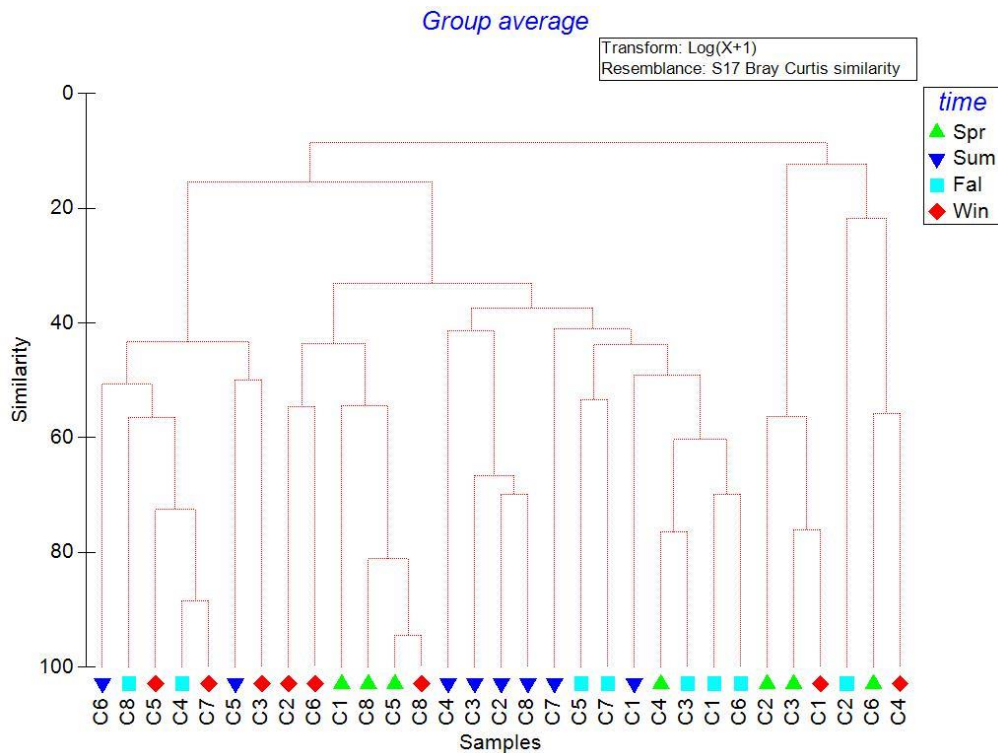


圖 3-58 2016 年 3~12 月慈湖魚類歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

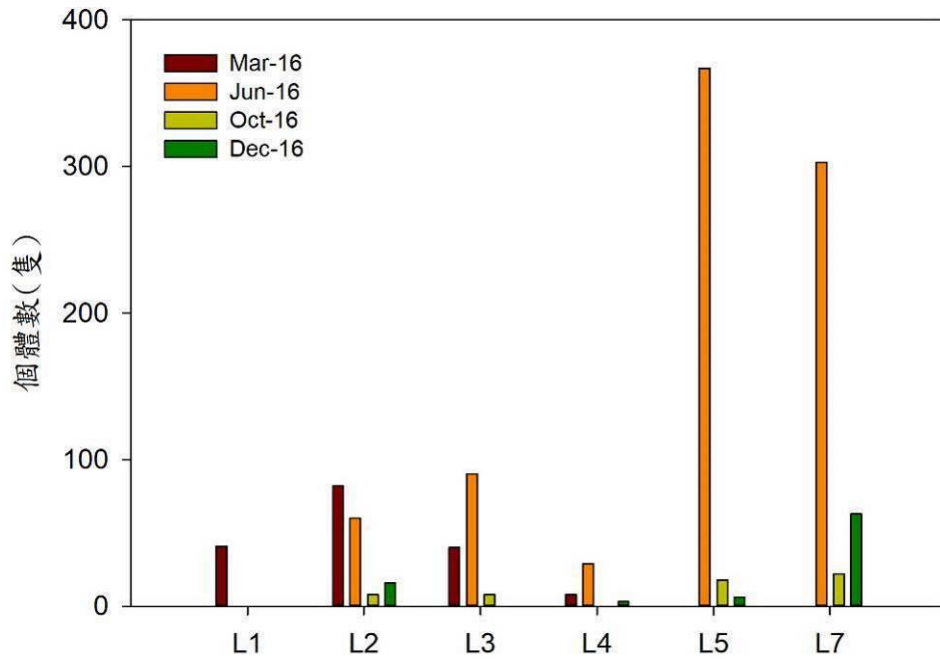


圖 3-59 2016 年 3~12 月陵水湖各測站魚類個體數
資料來源：本研究

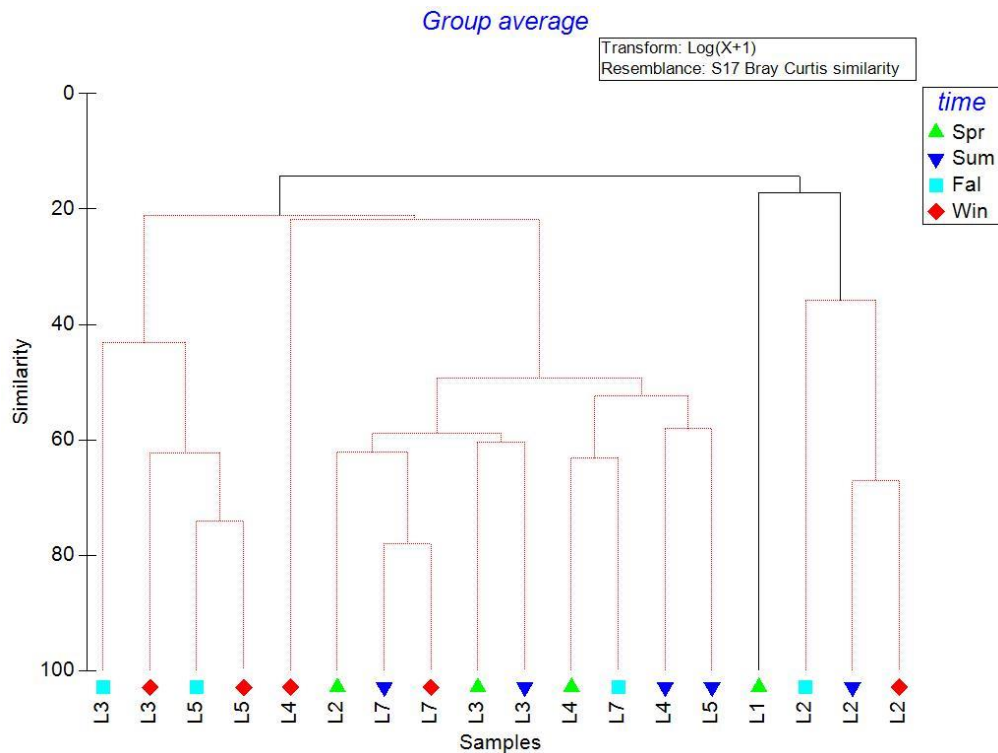


圖 3-60 2016 年 3~12 月陵水湖魚類歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

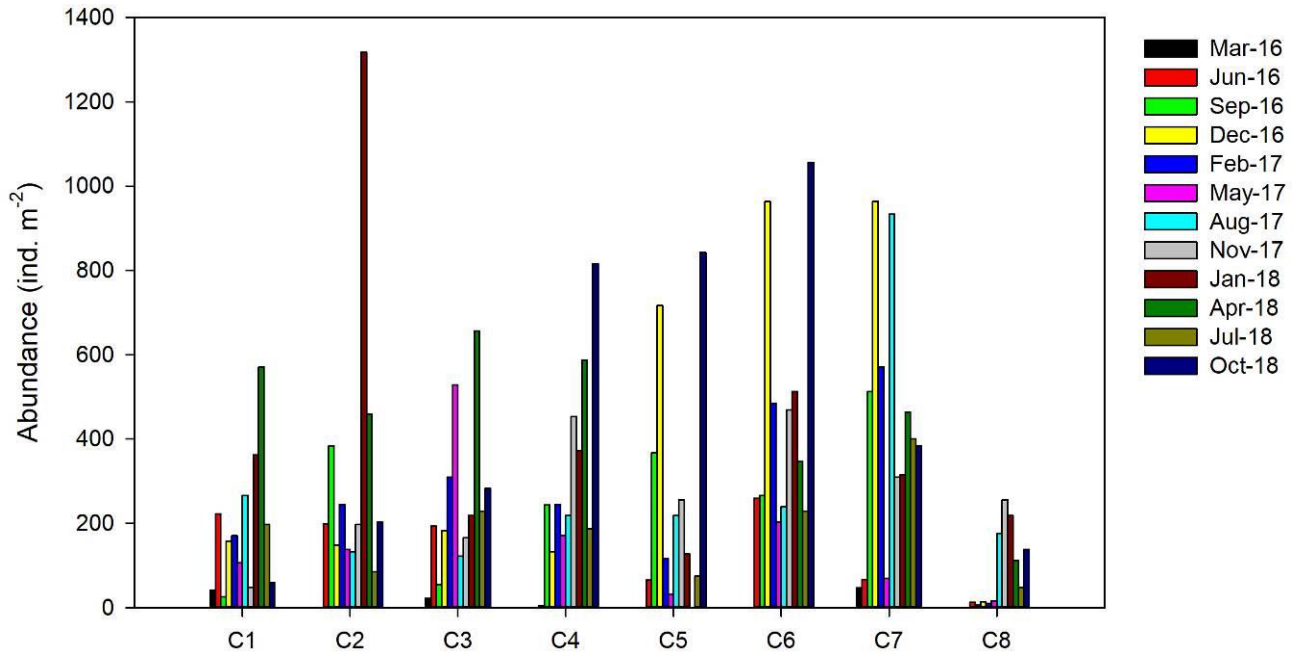


圖 3-61 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站螺貝類豐度
資料來源：本研究

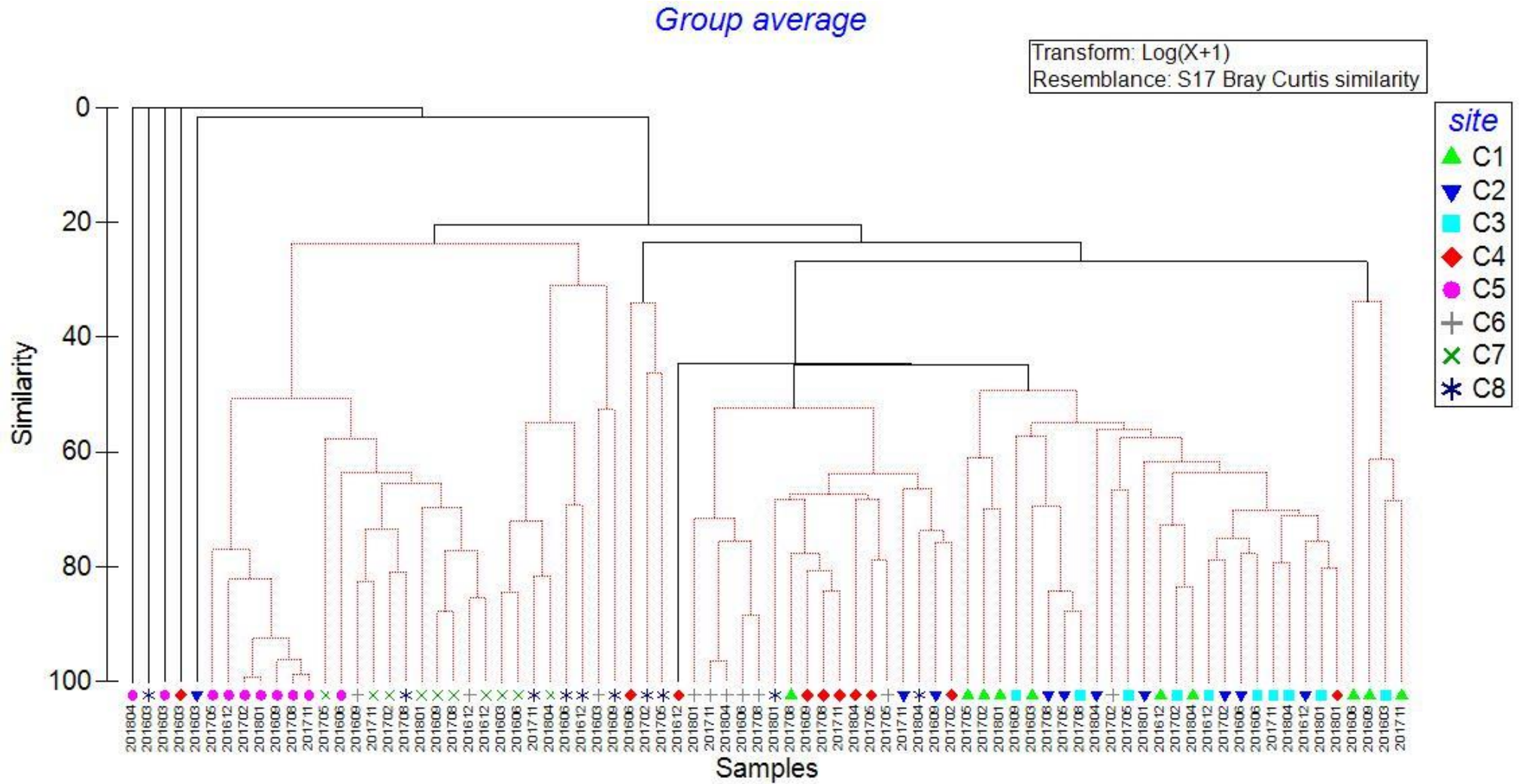


圖 3-62 2016 年 3 月至 2018 年 4 月慈湖螺貝類歸群分析。紅線表示顯著歸群
 資料來源：本研究

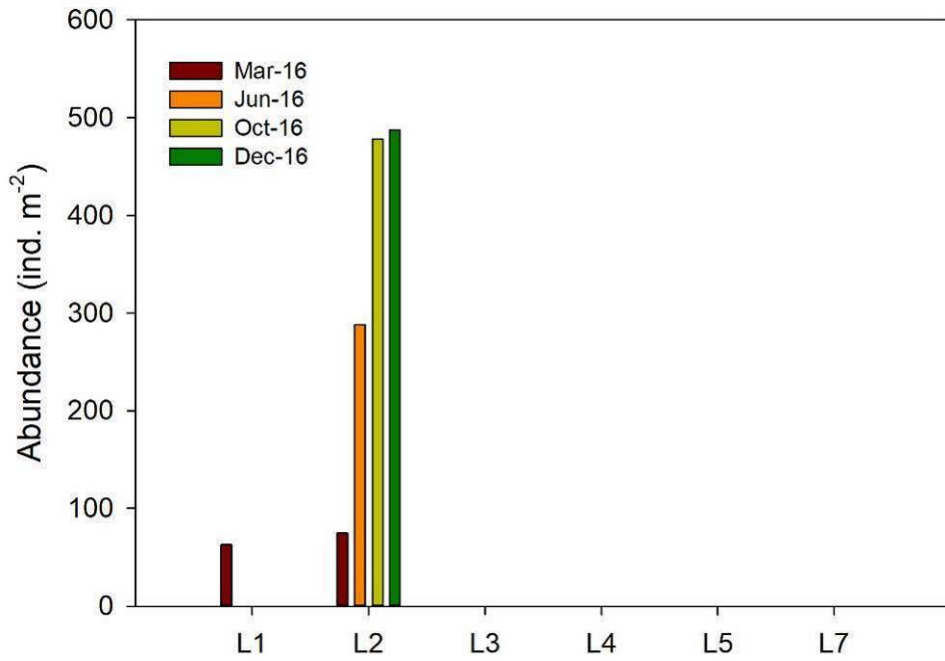


圖 3-63 2016 年 3~12 月陵水湖各測站螺貝類個體數
資料來源：本研究

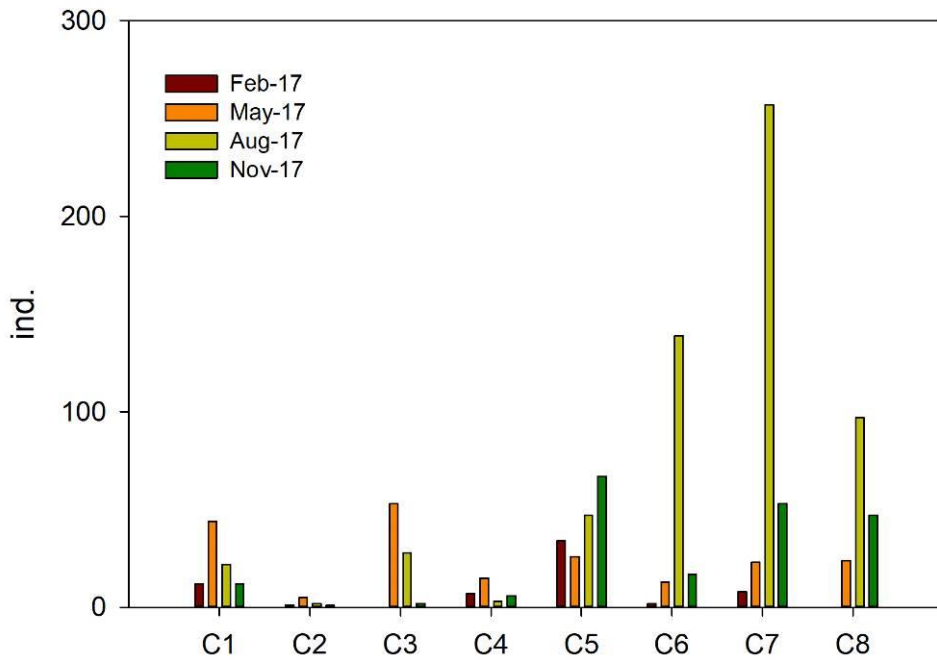


圖 3-64 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站蝦蟹類個體數
資料來源：本研究

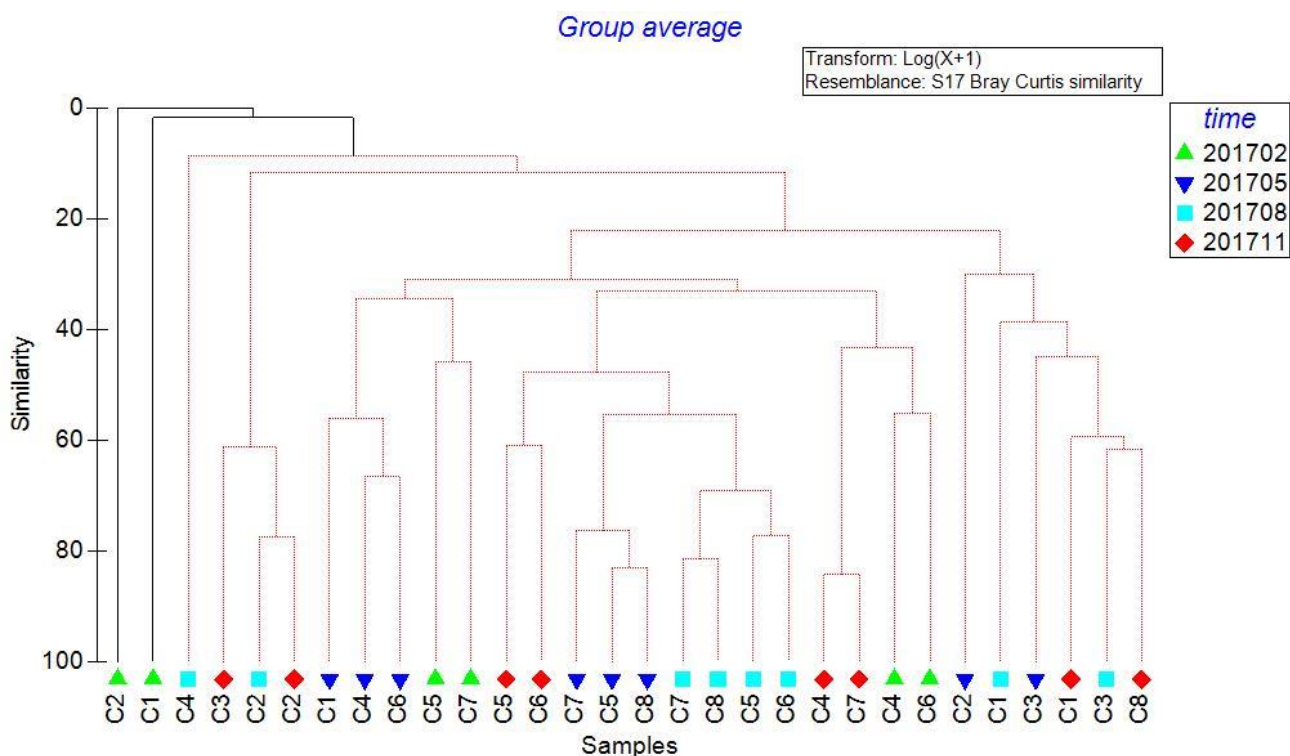


圖 3-65 2017 年 2~11 月慈湖蝦蟹類歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

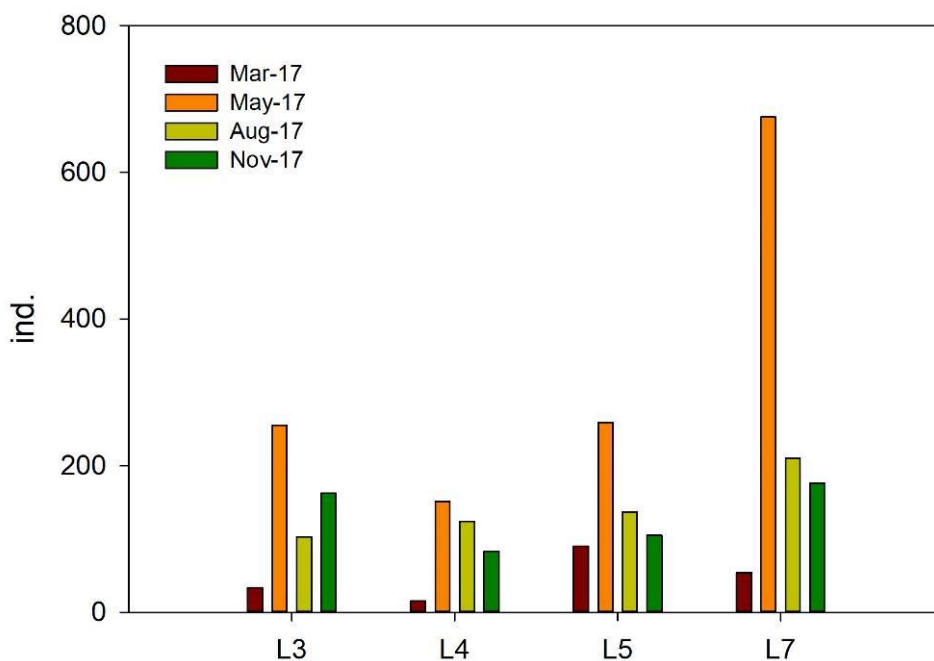


圖 3-66 2017 年 3~11 月陵水湖各測站蝦蟹類個體數
資料來源：本研究

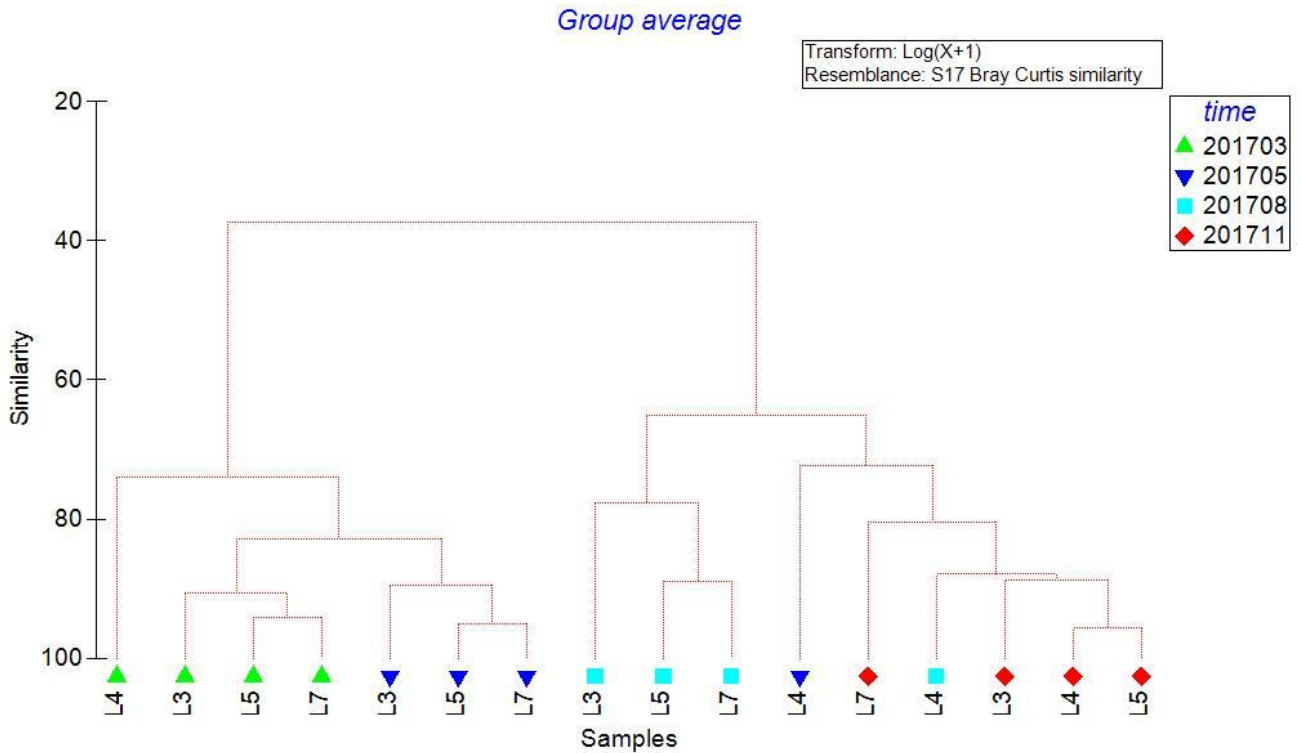


圖 3-67 2017 年 3~11 月陵水湖蝦蟹類歸群分析。紅線表示顯著歸群
 資料來源：本研究

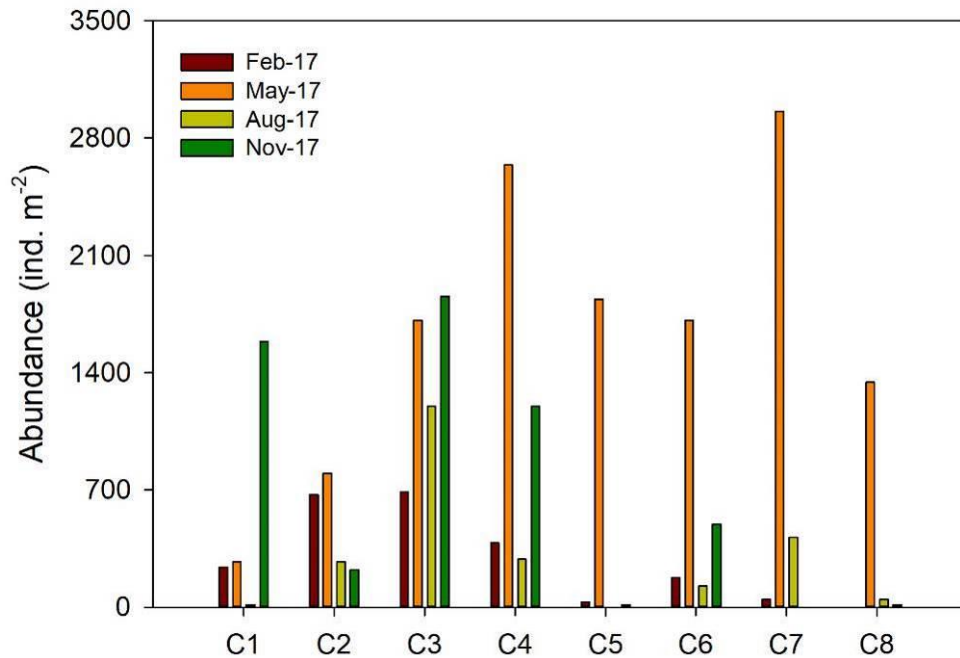


圖 3-68 2017 年 2~11 月 C1~C8 測站慈湖多毛類豐度
 資料來源：本研究

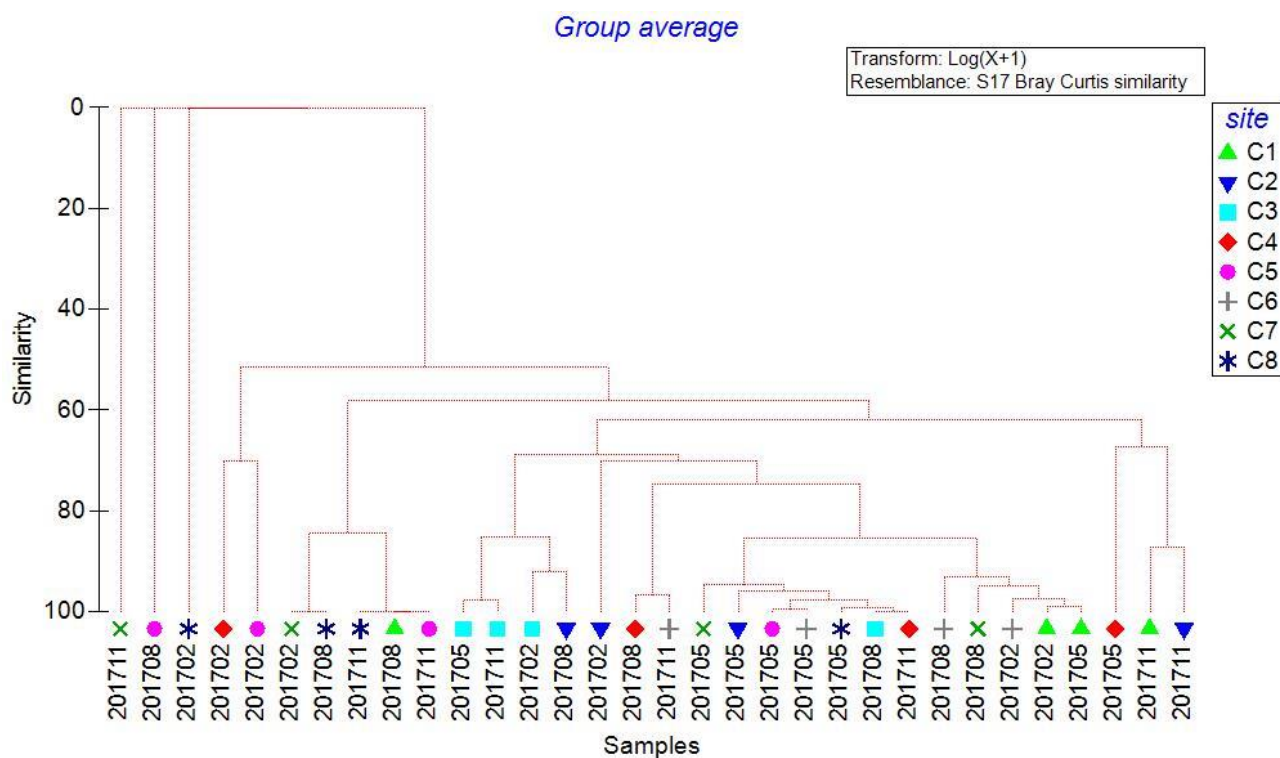


圖 3-69 2017 年 2~11 月慈湖多毛類歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

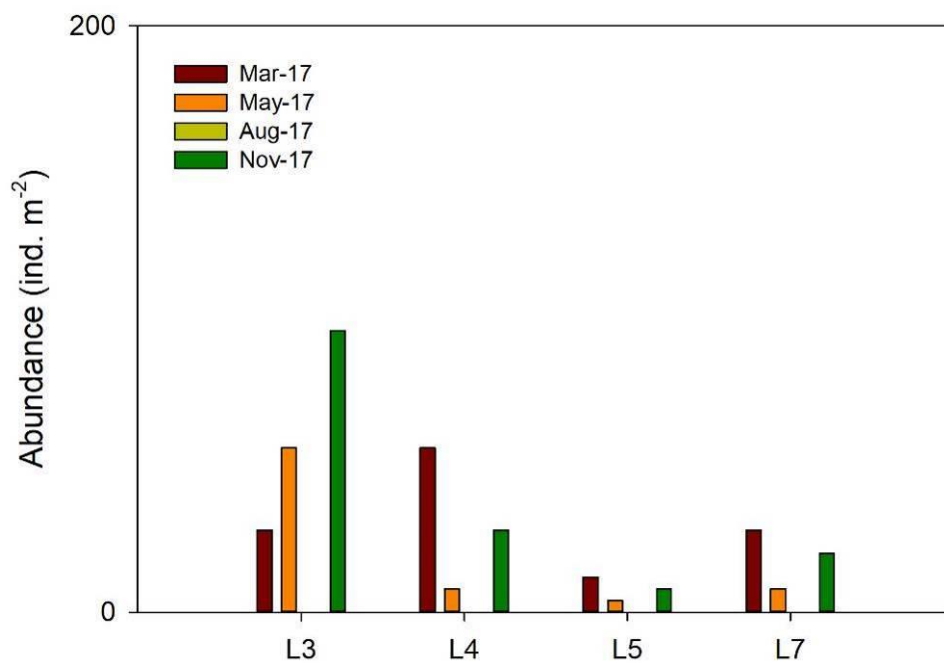


圖 3-70 2017 年 3~11 月陵水湖各測站水棲昆蟲豐度
資料來源：本研究

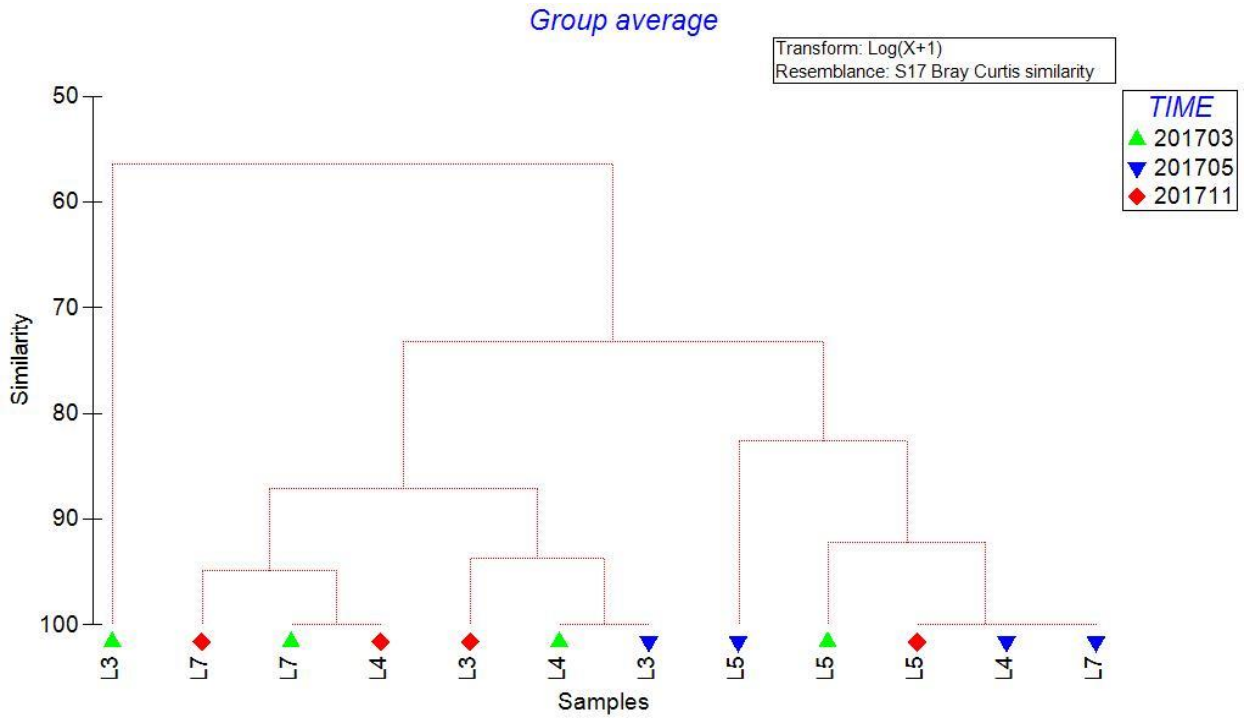


圖 3-71 2017 年 3~11 月陵水湖水棲昆蟲歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

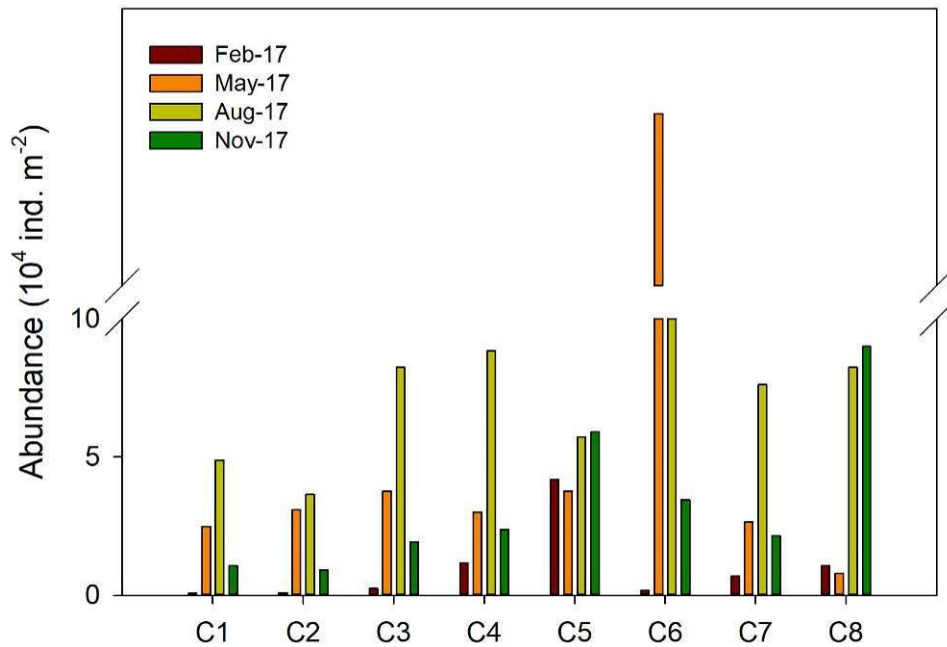


圖 3-72 2017 年 2~11 月慈湖 C1~C8 測站浮游動物豐度
資料來源：本研究

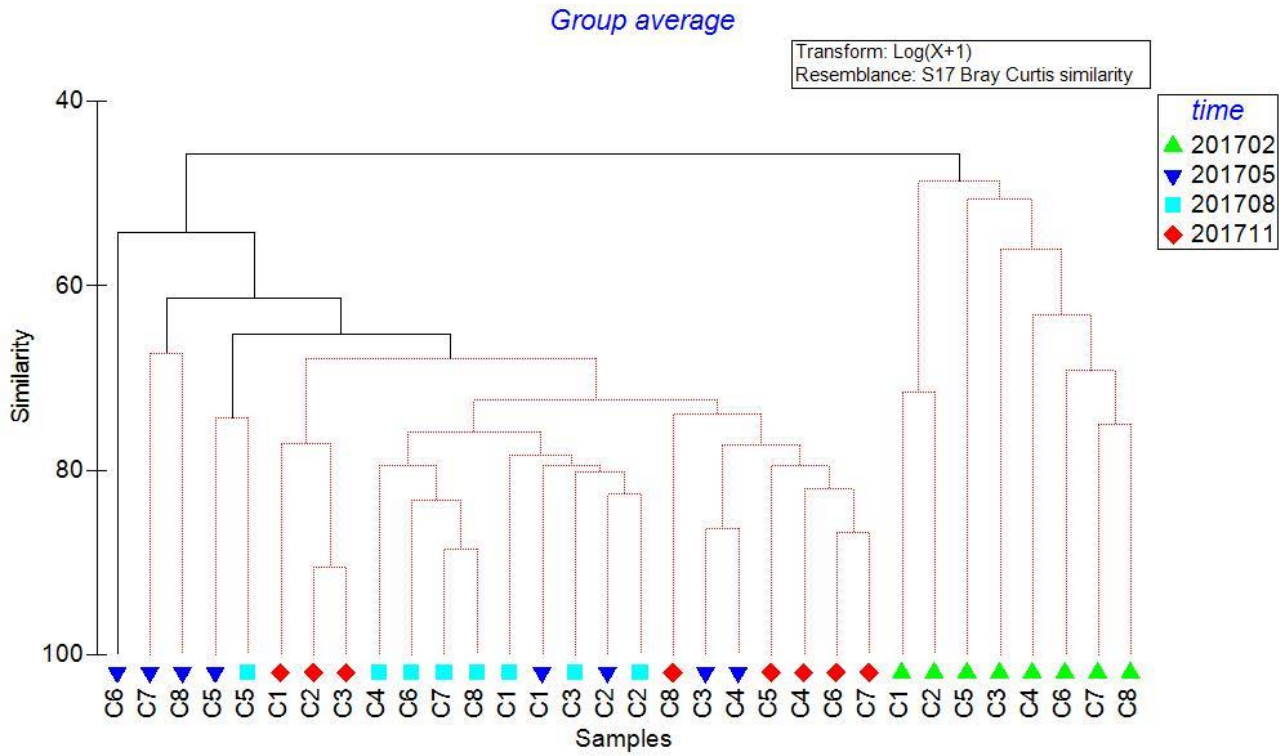


圖 3-73 2017 年 2~11 月慈湖浮游動物歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

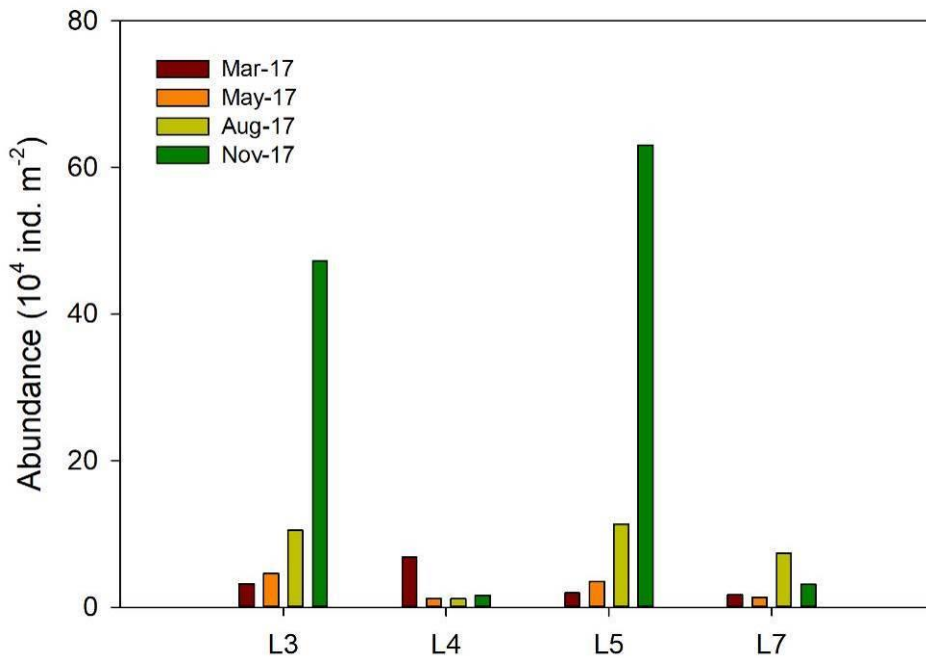


圖 3-74 2017 年 3~11 月陵水湖各測站浮游動物豐度
資料來源：本研究

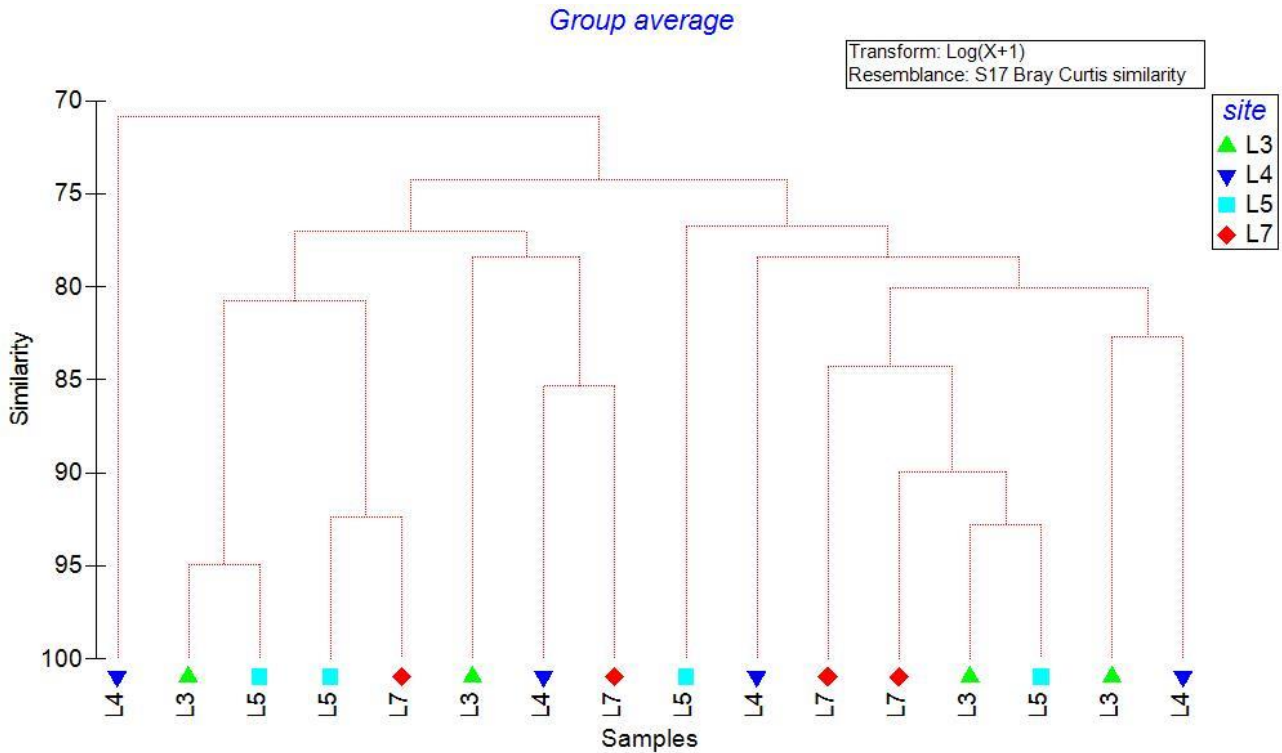


圖 3-75 2017 年 3~11 月陵水湖浮游動物歸群分析。紅線表示顯著歸群
資料來源：本研究

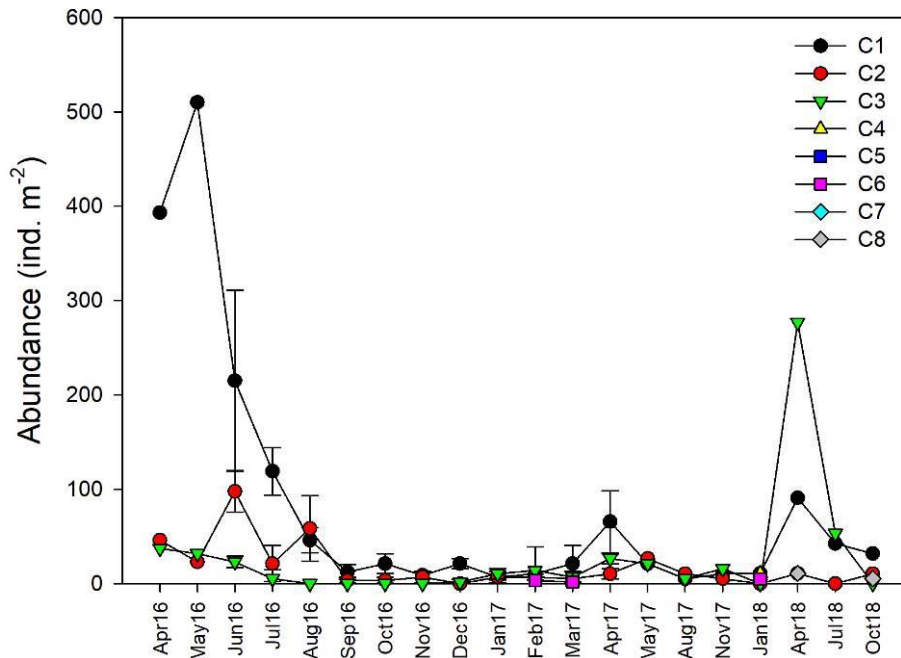


圖 3-76 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖 C1~C8 測站菲律賓簾蛤豐度
資料來源：本研究

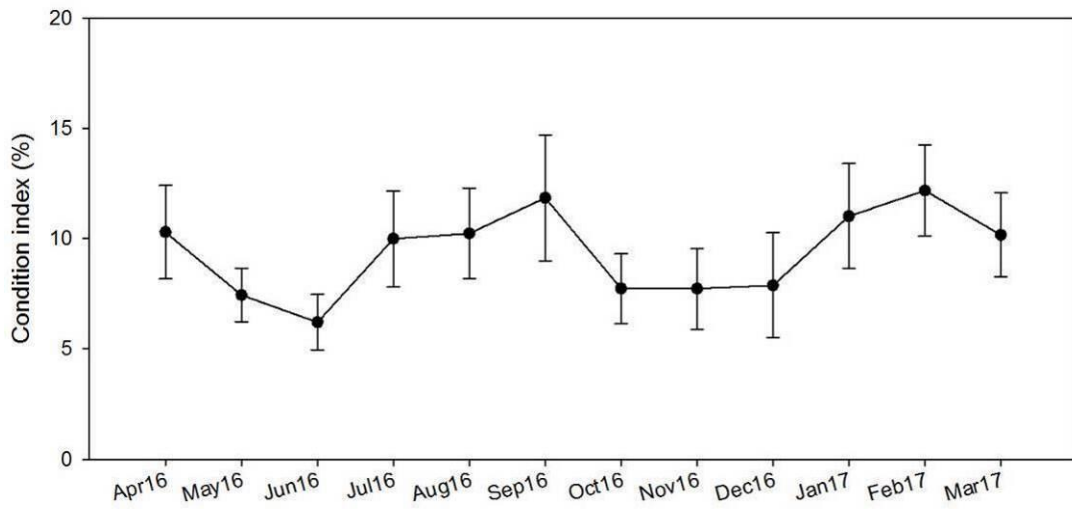


圖 3-77 2016 年 4 月至 2017 年 3 月慈湖菲律賓簾蛤肥滿度指數
資料來源：本研究

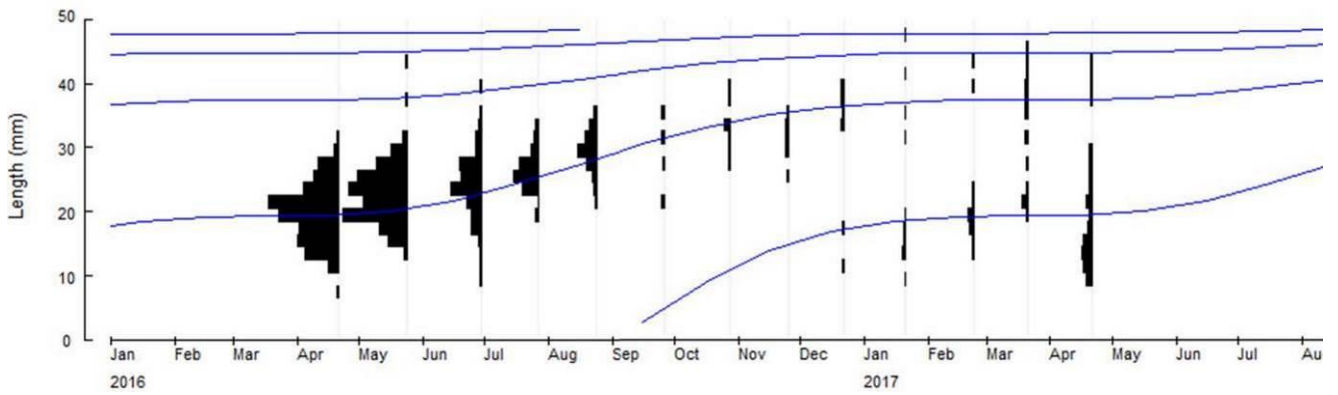


圖 3-78 2016 年 4 月至 2017 年 4 月慈湖菲律賓簾蛤殼長頻度分布
資料來源：本研究

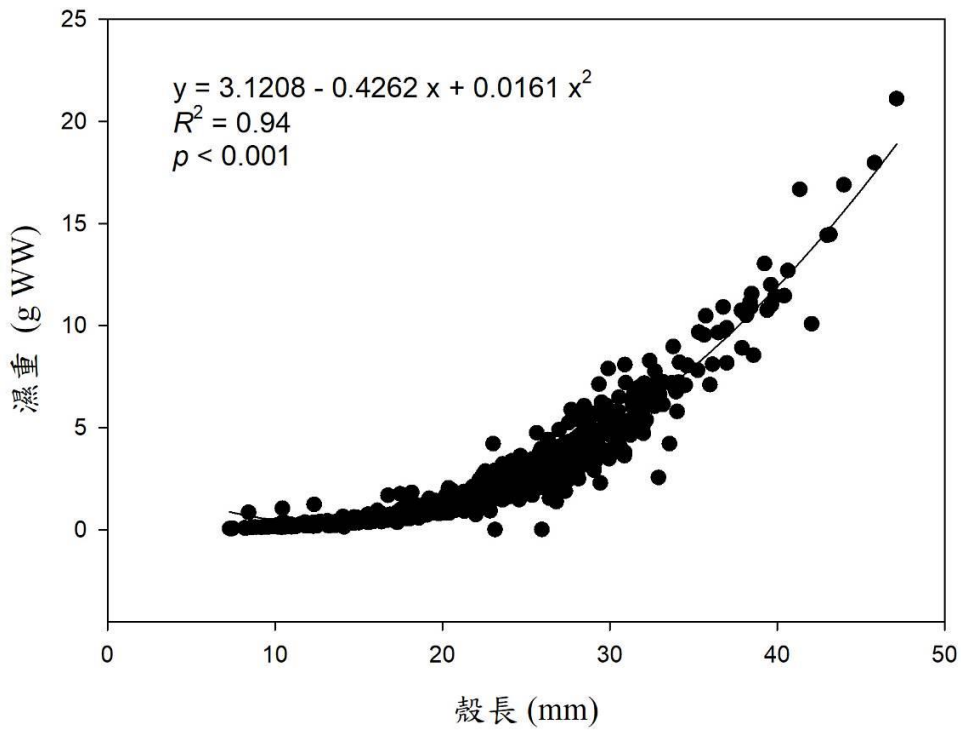


圖 3-79 菲律賓簾蛤殼長-濕重曲線
資料來源：本研究

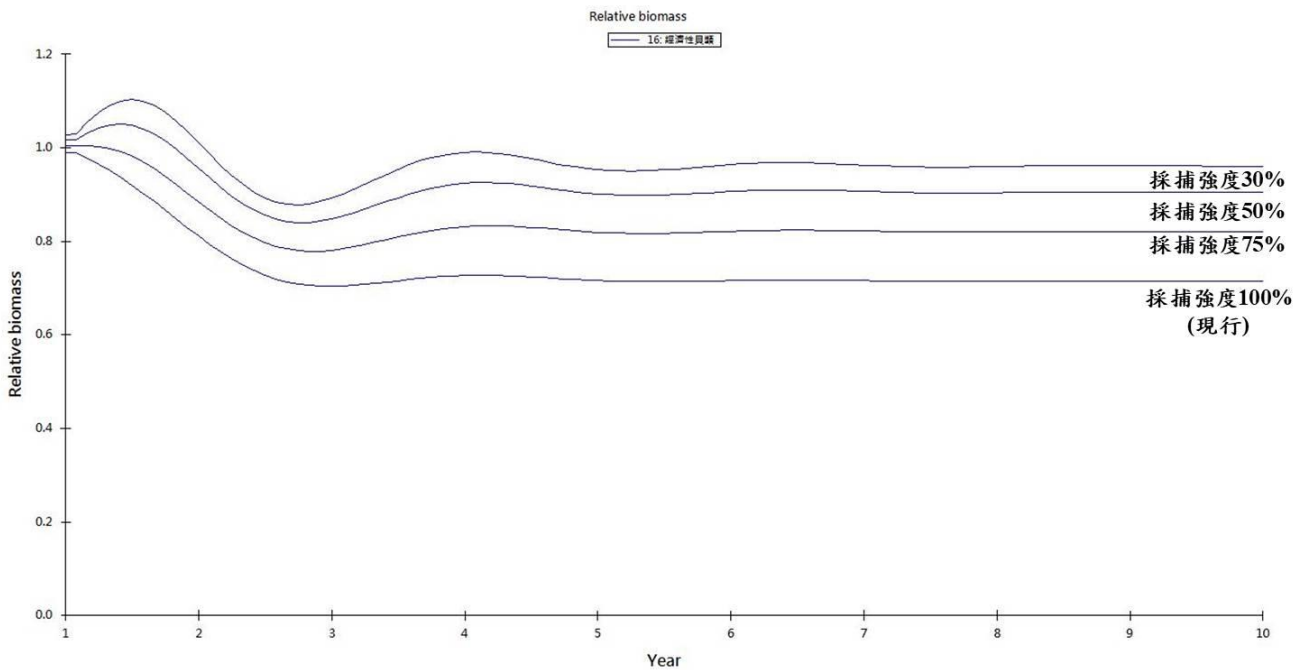


圖 3-80 慈湖經濟性貝類於不同採捕強度情境下之相對生物量變化
資料來源：本研究

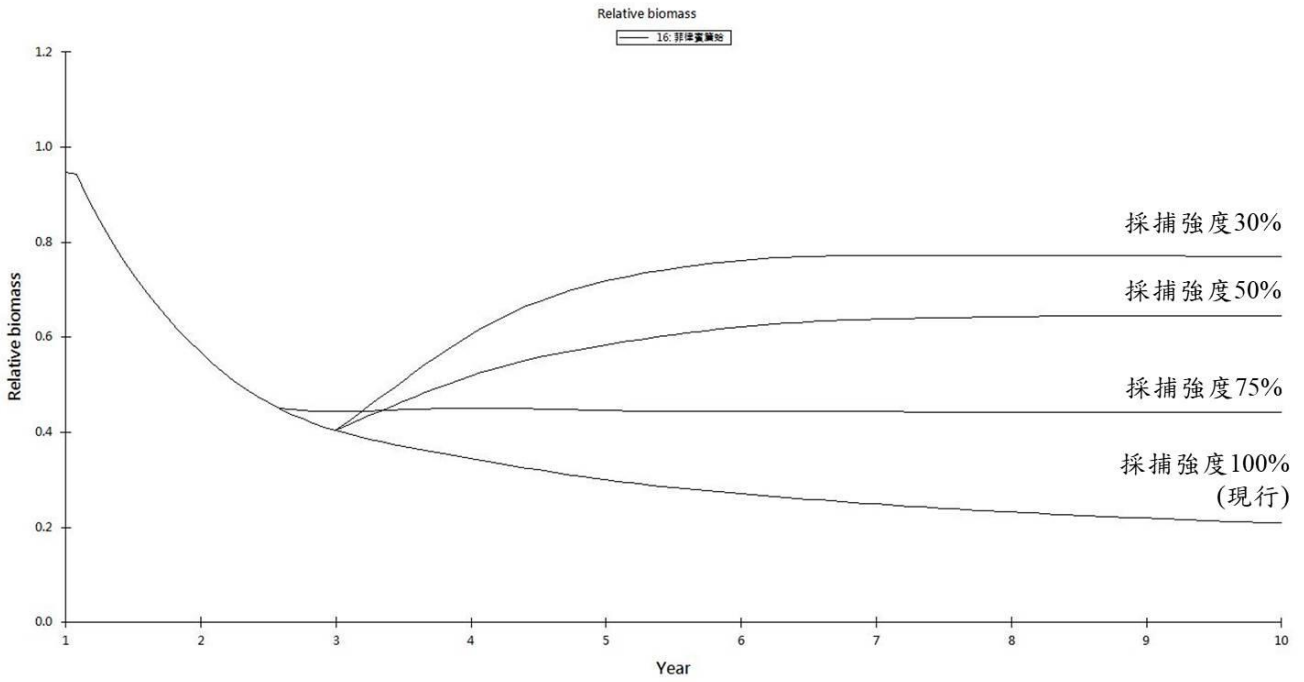


圖 3-81 慈湖菲律賓簾蛤於不同採捕強度下之相對生物量變化
資料來源：本研究

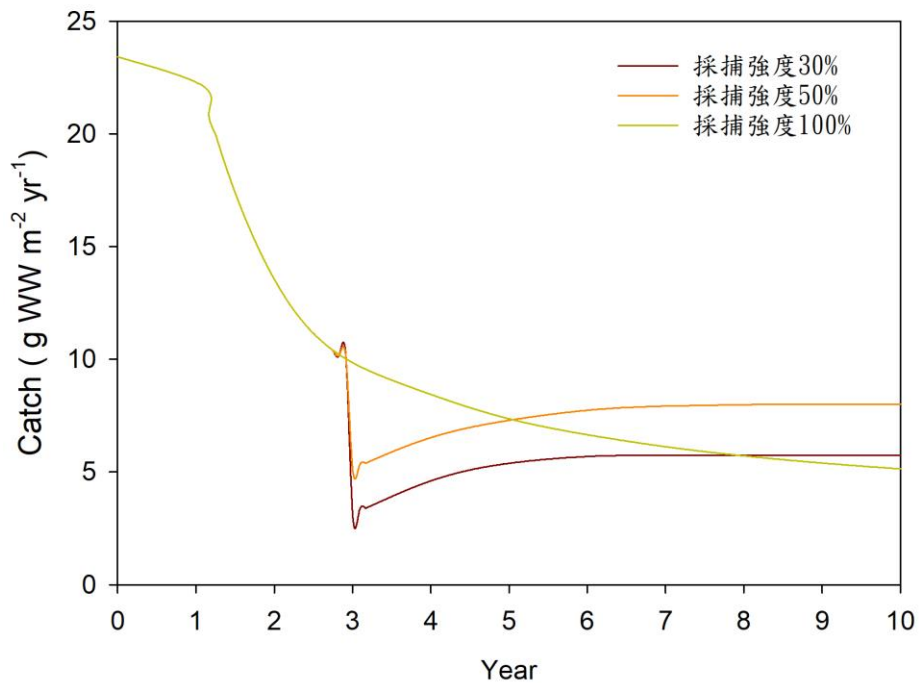


圖 3-82 慈湖不同採捕強度下之漁業採捕量變化
資料來源：本研究

第五節、鳥類棲地利用分析

壹、慈湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月完成慈湖 12 季之鳥類調查。共發現鳥類 43 科 124 種 27,303 隻次(附錄表 5-1)。每季調查之個體數介於 433 至 6,119 隻，其中調查期間之 1~3 月及 11~12 月因鸕鷀(*Phalacrocorax carbo*)度冬之故，鳥類個體數均高於 2000 隻次。每季鳥類物種數介於 39 至 59 種，亦以度冬期之鳥種數較多。優勢鳥種隨季節變化，在鸕鷀度冬期間(1~3 月；11~12 月)，其個體數比例高達 65%至 79%；調查期間之 4~6 月，優勢鳥種為栗喉蜂虎(*Merops philippinus*)及八哥(*Acridotheres cristatellus*)；7~10 月則以八哥、花嘴鴨(*Anas poecilorhyncha*)、小鸕鷀(*Tachybaptus ruficollis*)、小白鷺(*Egretta garzetta*)、紅鳩(*Acridotheres cristatellus*)等鳥類最為常見。在保育物種方面，本研究於慈湖曾記錄 I 級保育類之黑面琵鷺(*Platalea minor*)、遊隼(*Falco peregrinus*)、白肩鷲(*Aquila heliaca*)，II 級保育類之唐白鷺(*Egretta eulophotes*)、白琵鷺(*Platalea leucorodia*)、魚鷹(*Pandion haliaetus*)、黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)、東方澤鳶(*Buteo buteo*)、日本松雀鷹(*Accipiter gularis*)、鳶(*Buteo buteo*)、小燕鷗(*Sternula albifrons*)、紅隼(*Falco tinnunculus*)、大陸畫眉(*Garrulax canorus*)、八哥，及 III 級保育類之大杓鷗(*Numenius arquata*)、紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)等共計 17 種保育鳥種，可見慈湖之棲地重要性。在外來種方面，則曾記錄藍孔雀(*Pavo cristatus*)1 種。

鳥類棲地分析方面，在 2016 年 6 月至 2018 年 10 月，記錄之水鳥高達 80%分布於慈湖周邊魚塢、木麻黃林及堤外淺灘；慈湖水域內之水鳥僅占 20%。在慈湖水域部分，共記錄水鳥及猛禽 14 科 44 種 1,382 隻次，其中以赤頸鴨(*Anas penelope*)、花嘴鴨及大白鷺(*Ardea alba*)數量最多。空間上以慈湖東側淺水處、沙洲與湖畔淺灘為水鳥主要覓食、休息區(圖 3-84、3-85)，其中東北側之水深最淺，故為鳥類出沒機率最高之區域。於慈湖內覓食者包含長腳鷸科、鸕鷀科、秧雞科、鶺鴒科、鵝科(魚鷹)、隼科(遊隼)、及鴈鵝科等鳥類，雁鴨科、鷺科、鷗科等鳥類除覓食外亦多於此休憩；鷗科、鸕鷀、鶺鴒科

(白琵鷺、黑面琵鷺)及鷹科(白肩鷗)鳥類則主要將此作為休息區利用。整體而言，慈湖水域中之鳥類行為以覓食最高(52%)，休息次之(40%)。

由前文結果可知，在 2017 年防潮閘門開啟頻率增加後，慈湖部分區域之水質、底質改善，螺貝類多樣性提升。為探討閘門操作增加食物資源對慈湖水鳥之影響力，本研究亦量化雁鴨科、鷺科、鶻科等優勢水鳥之時序資料。結果顯示，在防潮閘門操作後，可見雁鴨科鳥類於慈湖水域內停棲之比例略微增加(圖 3-86)，但鷺科、鶻科鳥類數量均無明顯變化(圖 3-87、3-88)；在閘門封閉後，鶻科鳥類反而因水位極淺而數量增加。綜合而言，由於水鳥在各年間之變異極大，故此成效仍待蒐集長期水鳥數據方能定論。

貳、陵水湖

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月，2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月及 2018 年 1 月、4 月、7 月、10 月完成 12 季之陵水湖鳥類調查。共發現鳥類 39 科 93 種 5,821 隻次(附錄表 5-2)，每季調查之個體數介於 168 至 1,045 隻，以鷓鴣度冬期之鳥類數量較多(1~3 月及 11~12 月)；物種數介於 27 至 48 種，亦於度冬期較高。優勢鳥種隨季節變化，在候鳥度冬期鷓鴣極為優勢(35~71%)，赤頸鴨主要出現於 1~3 月(13~24%)；在其餘季節則以小白鷺、八哥、栗喉蜂虎、蒼鷺(*Ardea cinerea*)及家燕(*Hirundo rustica*)等鳥類較為常見。在保育物種方面，本研究於陵水湖共發現 I 級保育類之遊隼、黑面琵鷺，II 級保育類之白琵鷺、魚鷹、黑翅鳶、東方澤鷺、黑鳶(*Milvus migrans*)、小燕鷗、紅腳隼(*Falco amurensis*)、大陸畫眉、八哥，及 III 級保育類之紅尾伯勞等共計 12 種保育鳥類。外來種則記錄和尚鸚鵡(*Myiopsitta monachus*)、紅領綠鸚鵡(*Psittacula krameri*)2 種。馴化種記錄鴻雁(*Anser cygnoide*)1 種。

鳥類棲地分析方面，在 2016 年 6 月至 2018 年 4 月，本研究於陵水湖內湖區共記錄水鳥及猛禽 13 科 31 種 2,889 隻次，其中以鷓鴣、赤頸鴨、大白鷺、蒼鷺、小鴨鵝數量最多。陵水湖內湖區水域為秧雞科、雁鴨科、鶻科、鶻科(魚鷹)、鴨鵝科等鳥類之主要覓食區(圖 3-90、3-91)，鷺科、鶻科(白琵鷺、黑面琵鷺)、鷹科(黑鳶)等鳥類除覓食外亦多於湖畔邊坡、石堤及湖中倒樹上休憩，長腳鶻科、鶻科、鷓鴣科鳥類則主要將此作為休息區利用。整體而言，陵水湖內湖區之鳥類行為以休息最多(57%)，覓食次之(33%)。

參、蘭湖水庫

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月完成 4 季之蘭湖水庫鳥類調查，共發現鳥類 30 科 47 種 838 隻次(附錄表 5-3)，以 2016 年 3 月調查之鳥類數量及種數最多，然因紅鳩(*Streptopelia tranquebarica*, 58%)極為優勢，使此季之鳥類歧異度(1.83)較低。於 2016 年 6 月至 12 月，鳥類數量與物種數降低，以麻雀(*Passer montanus*, 21~38%)為主要優勢種，歧異度介於 2.01 至 2.74 間。蘭湖水庫之鳥類多棲息於周圍公園、旱田或樹林當中，水域中僅記錄小鸕鶿、小白鷺與翠鳥(*Alcedo atthis*)於此覓食。在保育物種方面，本研究於蘭湖水庫曾記錄 II 級保育類之魚鷹、松雀鷹(*Accipiter virgatus*)、大陸畫眉、八哥，及 III 級保育類之紅尾伯勞。

肆、瓊林水庫

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月完成 4 季之瓊林水庫鳥類調查，共發現鳥類 34 科 58 種 1,072 隻次(附錄表 5-4)，2016 年 12 月因大批鸕鶿成群棲息於南側木麻黃林中，故此時之鳥類數量高達 521 隻，但因鸕鶿極度優勢，故此時瓊林水庫之鳥類歧異度達到最低(1.81)；2016 年 3 月因記錄到小水鴨(*Anas crecca*)、蒼鷺、白腰草鷗(*Tringa ochropus*)、東方澤鶩等冬候鳥，且鳥類組成較均勻，使此季之歧異度最高(3.04)。整體而言，以珠頸斑鳩(*Streptopelia chinensis*)、紅鳩、八哥及灰背椋鳥(*Sturnia sinensis*)為瓊林水庫之優勢鳥類，多棲息於周圍之樹林中。瓊林水庫為許多水鳥之覓食場所，尤其以花嘴鴨、小水鴨等雁鴨科鳥類最為常見，另外磯鷗、小燕鷗(*Sternula albifrons*)與小白鷺亦曾有於此覓食之紀錄。在保育物種方面，本研究於瓊林水庫曾記錄 II 級保育類之黑翅鳶、東方澤鶩、小燕鷗、紅隼、大陸畫眉、八哥，及 III 級保育類之燕鵒(*Glareola maldivarum*)與紅尾伯勞。

伍、擎天水庫

本研究已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月完成 4 季之擎天水庫鳥類調查，共發現鳥類 23 科 36 種 200 隻次(附錄表 5-5)，相較於蘭湖與瓊林水庫而言，因地形限制不易調查，故記錄之鳥種數與數量均較上述 2 水庫低。鳥類數量以 2016 年 9 月最多，物種數

則以 12 月較高，歧異度介於 1.99 至 2.55。珠頸斑鳩與白頭翁為此區之優勢鳥種，多棲息於周邊之樹林中，水域中僅記錄小鸛鷗、鸕鷀與 2 種水鳥。在保育物種方面，本研究於擎天水庫曾記錄 II 級保育類之魚鷹、松雀鷹、東方澤鶩、大陸畫眉與八哥。



圖 3-83 慈湖鳥類調查區段(紅線表示)
資料來源：本研究

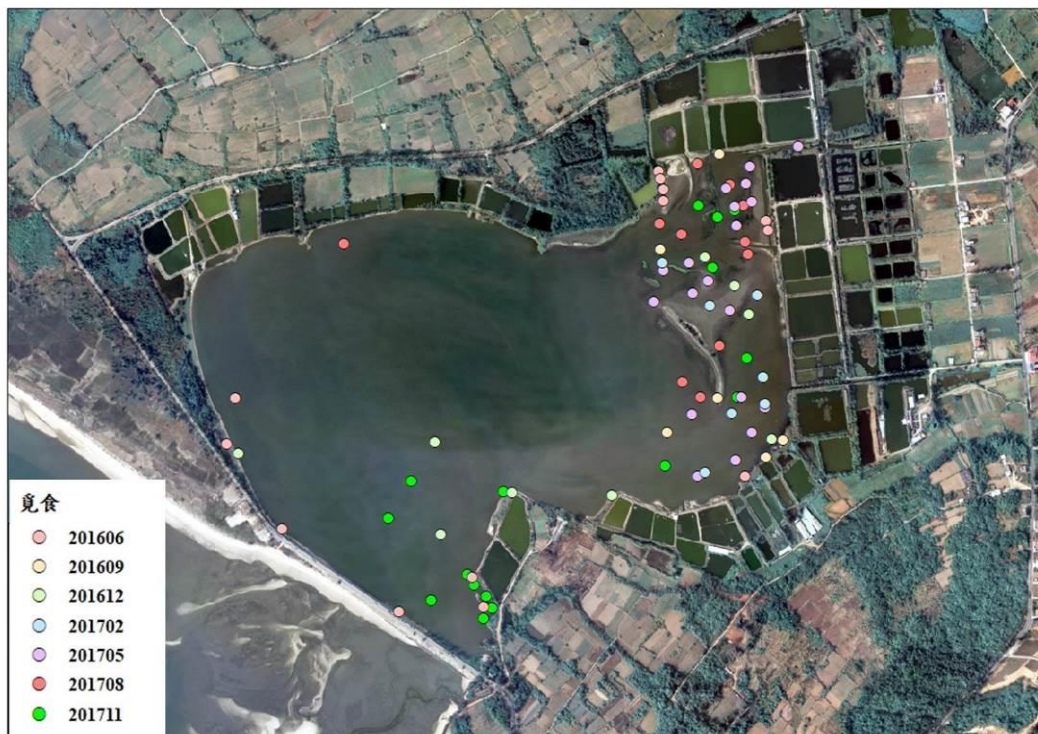


圖 3-84 2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類覓食行為分布圖
資料來源：本研究



圖 3-85 2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類休息行為分布圖
資料來源：本研究

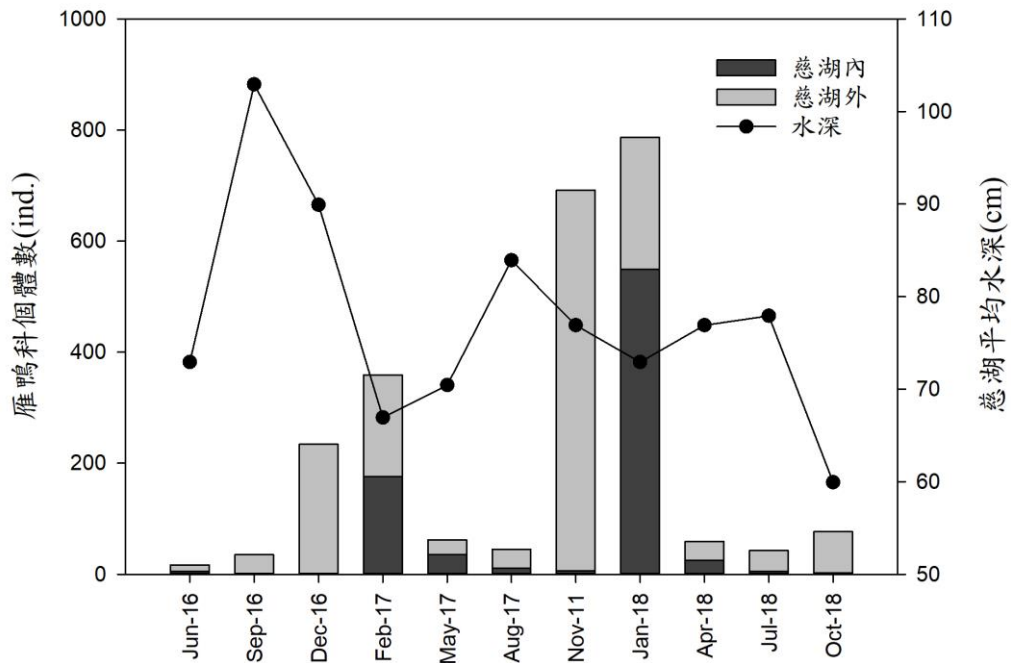


圖 3-86 2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外雁鴨科鳥類個體數與水深
資料來源：本研究

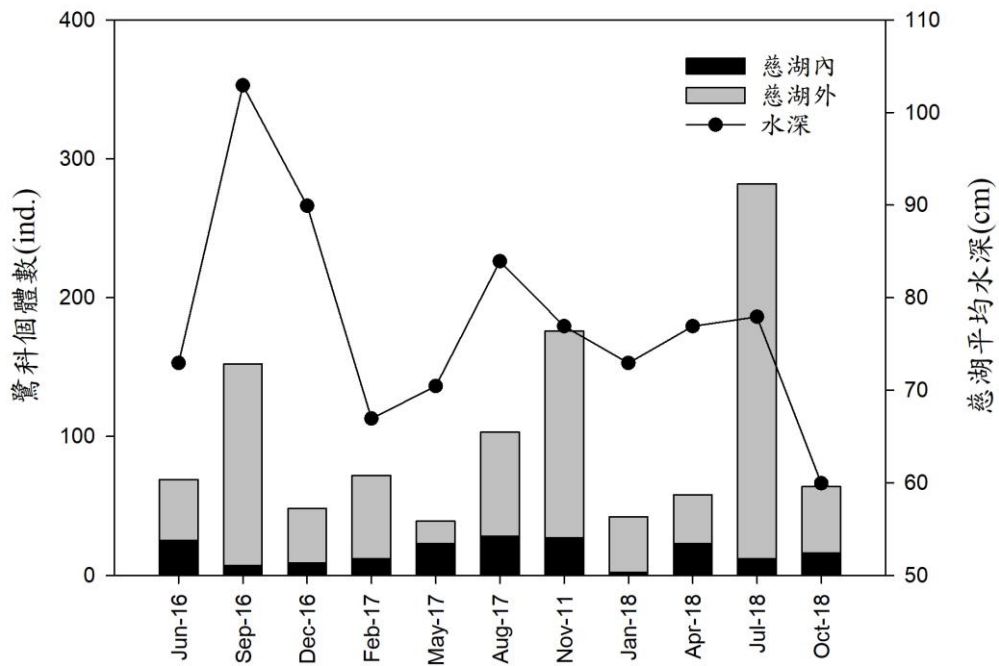


圖 3-87 2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外鷺科鳥類個體數與水深
資料來源：本研究

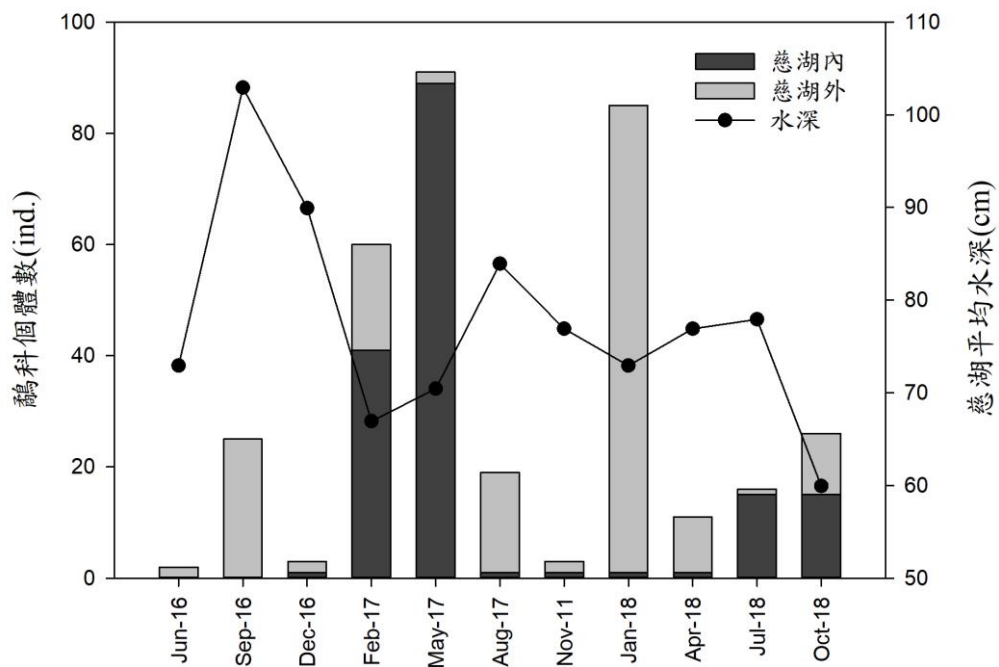


圖 3-88 2016 年 6 月至 2018 年 10 月慈湖水域內外鷸科鳥類個體數與水深
資料來源：本研究



圖 3-89 陵水湖鳥類調查區段(紅線表示)
資料來源：本研究



圖 3-90 2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類覓食行為分布圖
資料來源：本研究

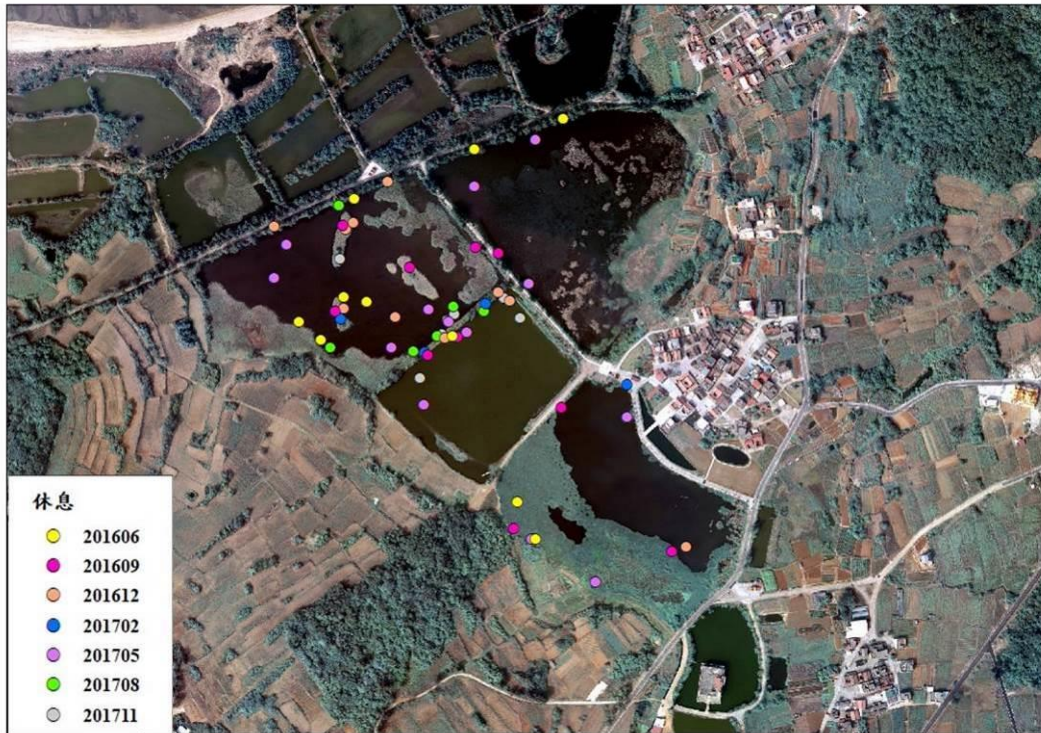


圖 3-91 2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類休息行為分布圖
資料來源：本研究



圖 3-92 蘭湖水庫鳥類調查區段(紅線表示)
資料來源：本研究



圖 3-93 瓊林水庫鳥類調查區段(紅線表示)
資料來源：本研究

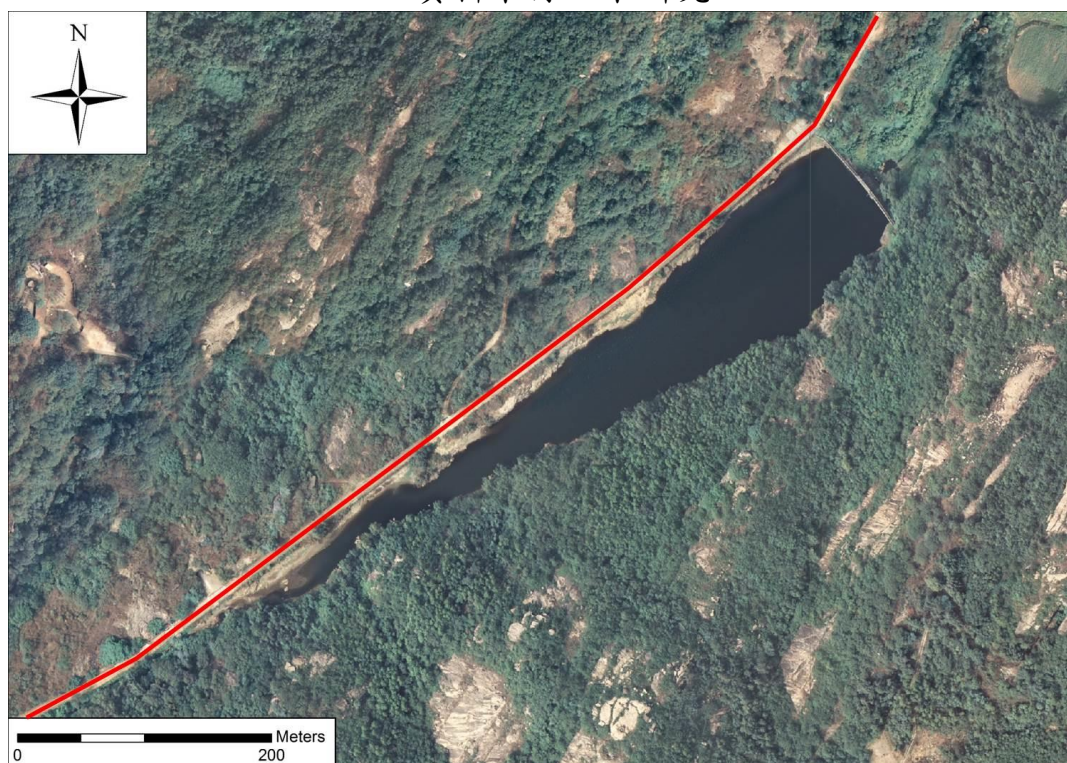


圖 3-94 擎天水庫鳥類調查區段(紅線表示)
資料來源：本研究

第六節、周遭土地利用現況與人為活動情形

壹、周遭土地利用現況

本研究於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月調查慈湖、陵水湖、蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水庫等 5 湖庫周邊之土地利用類型，其結果分述如下：

一、慈湖

本研究以集水區作為土地利用之調查範圍，總面積約 5.89 km²(圖 3-92)，集水區劃設參考「慈湖農莊地區排水系統規畫及治理計畫」(黎明工程顧問股份有限公司，2016)。結果顯示，慈湖之土地利用類型以農地之面積最廣，約占總面積之 61.9%，其次為森林(15.4%)與魚塭(8.6%)。慈湖集水區之農作以春小麥與秋高粱為大宗，並零星分布花生、葉菜類等作物。此外，集水區內亦有畜牧場與零星放牧之牛隻，其中以慈湖東側魚塭間之溝渠土堤(A-4 支線)與慈湖農莊東南角空地上記錄之牛隻數量最多。

二、陵水湖

本研究以 1/5000 航照地形圖為基準，並使用地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)結合數值地形劃設陵水湖集水區範圍，共計面積 1.05 km²(圖 3-93)。土地利用結果顯示，陵水湖集水區以農地之面積最廣，約占總面積之 54.7%，其次為森林(31.1%)與建築(6%)。集水區內之農作以春小麥與秋高粱為大宗，並零星分布花生、葉菜類等作物，尤其在上庫(L8)與楊厝(L9)東側一帶種植許多芋頭。

三、蘭湖水庫

本研究以金門自來水廠公告之集水區作為土地利用調查範圍，面積約為 1.20 km²(圖 3-94)，集水區劃設參考。結果顯示，蘭湖水庫之土地利用類型以森林之面積最廣，約占總面積之 65.3%，其次為農地(24.9%)與草生地(6.8%)。集水區內之農作以春小麥與秋高粱為大宗，並於水庫西南側溝渠旁分布些許菜園。

四、瓊林水庫

本研究以金門自來水廠公告之集水區作為土地利用調查範圍，面積約為 1.25 km²(圖 3-95)，結果顯示，瓊林水庫之土地利用類型以森林之面積最廣，約占總面積之 58.7%，其次為農地(13.6%)與草生地(11.1%)。集水區內之農作以春小麥與秋高粱為大宗，並零星分布些許菜園。

五、擎天水庫

本研究以金門自來水廠公告之集水區作為土地利用調查範圍，面積約為 1.46 km²(圖 3-96)。結果顯示，擎天水庫之土地利用類型以森林之面積最廣，約占總面積之 83.1%，公家機構次之(8.4%)，且集水區內無農業行為。

貳、人為活動情形

本研究於土地利用調查期間發現金門地區 2016 年 3 月之農作以小麥為主；6 月進入小麥收割後之短暫休耕期，地貌以草生地為主；9 月之農作以高粱為主；12 月進入小麥整地、播種期，部分農地已可見小麥幼苗。為瞭解金門地區之農作時序，本研究彙整針對慈湖農莊農民、金門縣農會之訪談結果與金門縣農業試驗所公布之「金門地區高粱栽培管理」與「金門地區小麥栽培管理」等資料，簡述金門地區之農業概況。金門地區之旱地作物以春小麥與秋高粱輪作為主，栽植核定面積分別達 1,893 ha 與 2,000 ha(金門縣各鄉鎮 103 年度經濟作物統計)，鄉鎮間以金沙鎮之種植面積最廣，金寧鄉次之。小麥之栽植時間為每年 11 月中旬至翌年 5 月，生育日數介於 125 至 145 天，一般在前期作物收穫後立即整地(10 月中下旬)、施灑基肥，並於 11 月中旬至 12 月中旬，降雨後、土壤微濕時撒播或條播種子；當小麥成長至約 10 cm 高時(12 月)須以 2.4-D 除草劑去除雜草(如油菜花)，追肥與否、時間點則因人而異；3~5 月進入小麥採收期，由於小麥種子成熟後之發芽率較高，故多於 90% 以上之麥穗呈金黃色，且麥稈向下彎曲後(枯熟期)收割。高粱之栽植時間為每年 6 月下旬至 11 月下旬，生育日數約為 110 天，農民多於 6 月下旬至 7 月中旬播種，播後翻土 1 至 2 次，並施灑基肥；當高粱成長至 2、30 cm 高時(播種後約 25 至 30 天)需中耕培土，同時除草、殺蟲(加保扶)與追肥；9~11 月進入高

梁收割期，當高粱子粒堅硬，基部轉黑後即可收成。於慈湖農莊一帶，高粱耕作期為 4~11 月，採 2 季耕作，夏作 4~7 月，秋作 8~11 月；小麥耕作期則為 12 月至翌年 5 月。在肥料選擇上，因金門地區多為砂質土壤，有機質含量低使氮、磷容易自土壤流失，故多選用有機肥料與雞肥，並輔以複合型化學肥料。

漁業活動方面，本研究於調查期間發現慈湖東側、北側分別約有 1 至 2 口魚塭仍有養殖行為，且其養殖用水均取、放於慈湖。慈湖水域中央每季均發現流刺網，並於 C1、C8 測站亦偶有蛇籠之紀錄，C4、C6 測站周圍之淺灘上則均有發現棄置漁網。本研究於 2017 年 2 月起記錄 C1、C2 測站一帶零星釣魚、摸蚶之民眾人數。2017 年 2 月共發現釣魚民眾 5 人，摸蚶民眾 1 人；5 月發現釣魚民眾 7 人，摸蚶民眾 4 人；8 月發現釣魚民眾 4 人，摸蚶民眾 8 人；11 月發現釣魚民眾 2 人；摸蚶民眾 2 人。

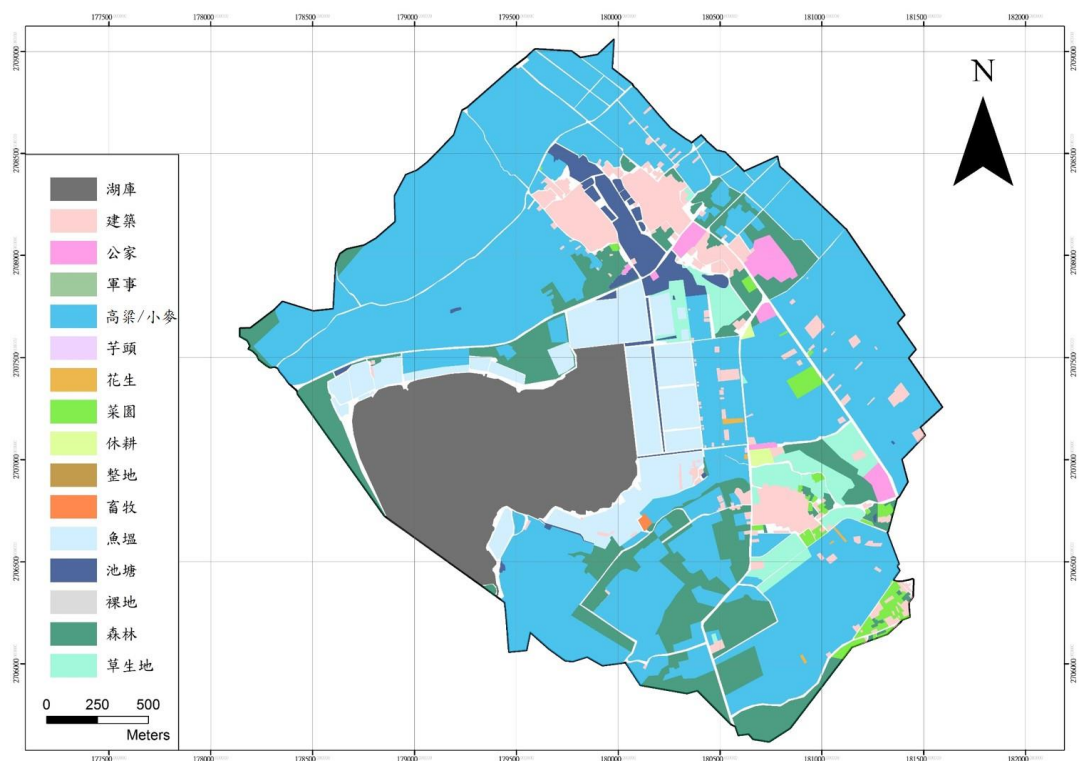


圖 3-92 慈湖土地利用調查
資料來源：本研究

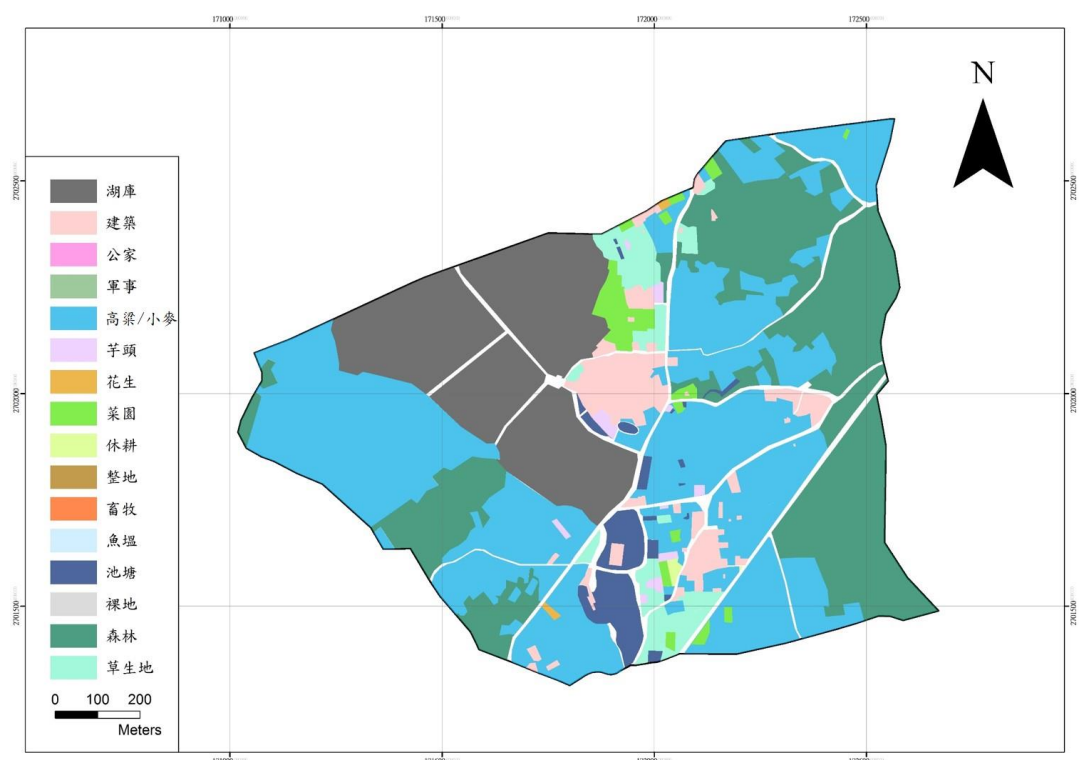


圖 3-93 陵水湖土地利用調查
資料來源：本研究

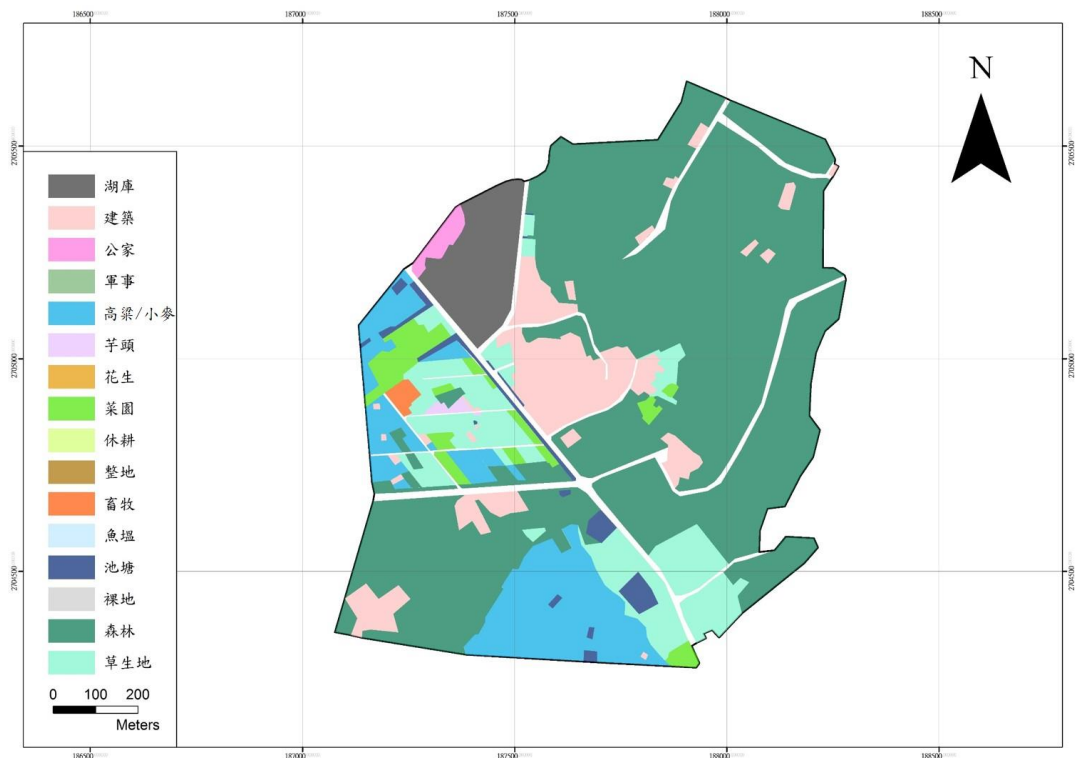


圖 3-94 蘭湖水庫土地利用調查
資料來源：本研究

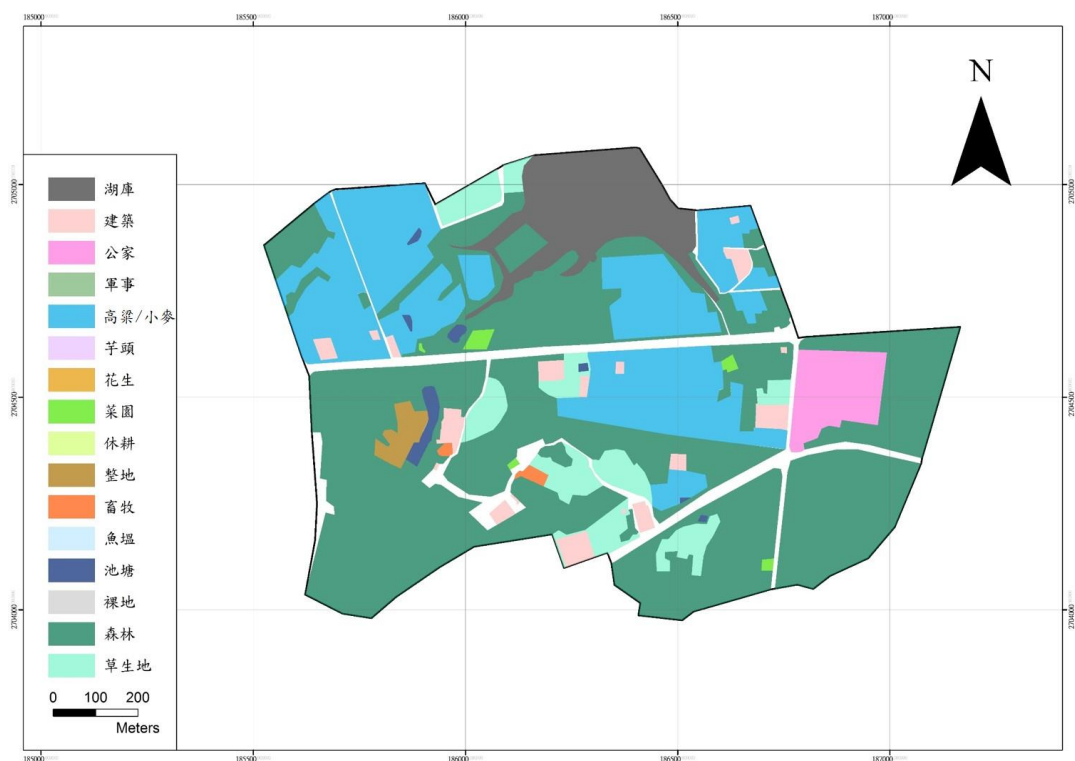


圖 3-95 瓊林水庫土地利用調查
資料來源：本研究

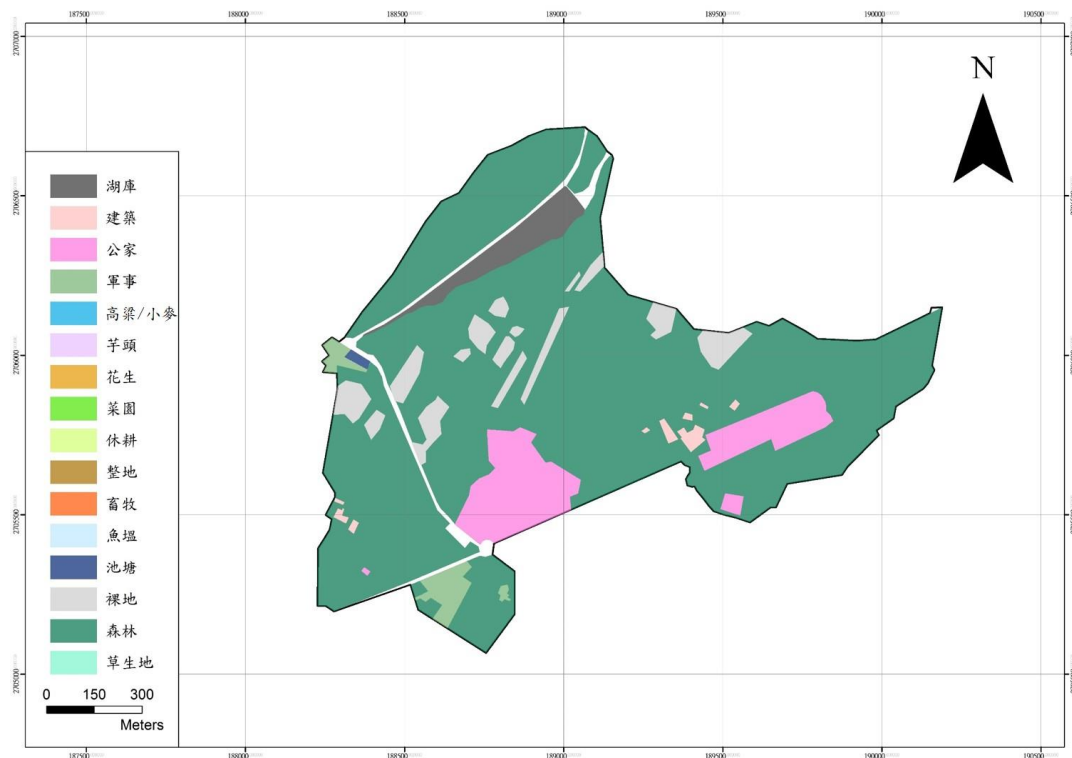


圖 3-96 擎天水庫土地利用調查
資料來源：本研究

第七節、生態系尺度整合分析

壹、生態系統代謝量

一、慈湖

本研究已於 2016 年完成 4 季次之慈湖生態系統代謝調查，春季於 C1、C4、C7 設立測站，並自夏季新增 C3 測站，共計 4 處測站。結果顯示，2016 年春季慈湖水溫介於 9.28°C 至 24.48°C；溶氧介於 4.7 mg L⁻¹ 至 22.43 mg L⁻¹(圖附錄 6-1~6-4)，其中 C1 測站之溶氧變化幅度大且雜亂，可能與此區水體隨潮汐流動有關。夏季水溫介於 27.98°C 至 38.14°C；溶氧介於 0.0 mg L⁻¹ 至 23.59 mg L⁻¹，變化幅度極大，此時夜間溶氧整體偏低，僅 C1 測站仍維持於 5 mg L⁻¹ 以上。秋季水溫介於 16.48°C 至 30.82°C；溶氧介於 1.35 mg L⁻¹ 至 9.34 mg L⁻¹，其中以 C7 測站之溶氧日夜變化幅度最大。冬季水溫介於 11.24°C 至 22.12°C；溶氧介於 0.49 mg L⁻¹ 至 13.83 mg L⁻¹，除 C7 測站外，各測站溶氧偏高。整體而言，夏季高溫使水體溶氧飽和度降低，並同時促進生物代謝，導致日間溶氧因藻類光合作用旺盛快速飆升，夜間溶氧則因呼吸作用趨近於零，使水生動物可能面臨缺氧逆境。測站間則以 C7 測站常有偏低之溶氧。

慈湖之總基礎生產量(GPP)在測站間無共同之季節趨勢(圖 3-97)，其中以 C1 測站之 GPP 最高，在春、夏、冬季約維持於 8 g O₂ m⁻³ d⁻¹，僅在秋季時略低；C3 測站幾乎無季節變化；C4、C7 測站則反而以秋季之 GPP 最高。系統呼吸量(ER)之趨勢與 GPP 相似(圖 3-98)，C1 測站除秋季外整體偏高；C3 測站以夏秋季較高；C4、C7 測站則均以秋季最高。由本研究浮游藻類組成之結果顯示，C1、C3 測站與 C4、C7 測站之藻類略有不同，因此其趨勢變化不一，可能與藻屬類型差異有關。系統淨生產量(NEP)方面，C1、C3、C4 測站均以冬季之 NEP 最高(圖 3-99)，顯示基礎生產者於此時產出之有機碳(氧氣)較能予生物利用；C7 測站在秋冬季之 NEP 為極大之負值，顯示此處可能有較多外源之有機碎屑輸入，使微生物作用旺盛。

二、陵水湖

本研究已於 2016 年完成 4 季次之陵水湖生態系統代謝調查，春季於 L1、L3、L4、L5 設立測站，但因本研究之調查範圍以內湖為主，故於夏季刪減 L1 測站，並於 L7 設立新測站。結果顯示，2016 年春季之陵水湖水溫介於 17.52°C 至 27.40°C，溶氧介於 1.0 mg L⁻¹ 至 21.45 mg L⁻¹ (圖附錄 6-5~6-8)，其中以 L5 測站之溶氧濃度最高、L1 測站之峰值極高，但日夜溶氧之變化極大。夏季水溫介於 31.56°C 至 34.94°C，溶氧介於 0.02 mg L⁻¹ 至 14.62 mg L⁻¹，各測站溶氧之日間溶氧極高，但除 L7 測站外，凌晨 6 時之溶氧極低。秋季水溫介於 31.26°C 至 36.66°C，溶氧介於 0.00 mg L⁻¹ 至 15.33 mg L⁻¹，與夏季之情況相似，溶氧之日夜變化大，且在日初前維持偏低之溶氧。冬季之水溫介於 15.80°C 至 21.76°C，溶氧介於 4.73 mg L⁻¹ 至 17.78 mg L⁻¹，以 L4 測站之溶氧最低。整體而言，以夏秋兩季之水溫較高，溶氧量較低。

陵水湖之 GPP 與 ER 趨勢相似，季節間除 L5 測站外，其餘測站均以夏季之 GPP 與 ER 較高(圖 3-100、3-101)。夏季 L5 測站湖面遍占布袋蓮，故本研究推測夏季 L5 之 GPP 與 ER 較低，可能與水生植物遮蔽光線，不利於浮游藻類光合作用所致。在測站之間，GPP 與 ER 均以浮游藻類與營養鹽較多之 L1、L5、L7 測站高於 L3、L4 測站。NEP 部分，除 L7 測站外，L1、L3、L4、L5 測站之 NEP 多為負值(圖 3-102)，表示陵水湖屬於異營之生態系統。本研究推測，陵水湖各池中皆分布些許水生植物，故其貢獻之有機質可能是導致各測站呼吸量高於生產量之主因，因此在莫蘭蒂颱風過後，水生植物大幅減少時，可見 L3、L5 測站之 NEP 逐漸升高。

貳、生態系食物網模式

一、慈湖

(一) 模式平衡

慈湖生態系食物網模式之功能群組成與相關參數均列於附錄表 6-1~6-3。在模式平衡過程中，由於本模式中有機碎屑功能群僅包含水體有機質、底質有機質(表層 5 cm)及

溝渠輸入有機質，卻缺少慈湖周邊水生植物之碎屑輸入。此狀況可能導致有機碎屑量被低估，故本研究逐步增加外來有機碎屑之輸入量以幫助模式平衡。調整食性組成後，模式中各功能群之 EE 值皆小於 1，其中以小型哺乳類、頭足類、浮游動物、基礎生產者與有機碎屑之 EE 值大於 0.9；魚類、底棲生物之 EE 值多介於 0.4~0.9；水獺、鳥類及水域爬蟲類因缺乏掠食者，故 EE 值為 0。此外，各功能群之呼吸量皆為正值，且 P/Q 值低於 NE，顯示模式具備合理性。

(二)食物網模式結構與能量

慈湖之食物網依營養階層大致上可分為 4 階(附錄表 6-4，圖 3-103)，第 I 階層包含基礎生產者與有機碎屑(TL 1.00)；第 II 階層包含水層植食性魚類、水層雜食性魚類、蝦蟹類、腹足類、雙殼類、經濟性貝類、多毛類、端足類、水棲昆蟲及浮游動物(TL2.00~2.29)；第 III 階層包含小型哺乳類、雜食性鳥類、水域爬蟲類、水層肉食性魚類、底棲肉食性魚類、浮游食性魚類、及梭子蟹與蝦蛄(TL2.69~3.11)；第 IV 階層包含水獺、肉食性鳥類及頭足類(TL3.66~3.90)。

(三)食物鏈物質傳輸模式

Lindeman spine 將慈湖食物網簡化為由 4 個層級組成的營養階層物質傳輸模式(圖 3-104)。在此模式中，II 階消費者利用有機碎屑之比例略高於基礎生產者(包含浮游藻類、底棲微藻、大型藻類)。而雖然慈湖中 II 階消費者(雙殼類、腹足類為主)經由死亡或排遺每年約可貢獻 $1,413 \text{ g WW m}^{-2}$ 之碎屑進入慈湖，但仍需要仰賴外源有機質輸入 ($2,000 \text{ WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) 方能維持食物網運作。在慈湖食物網中，物質流多集中於第 I(TST: 58%)、II 階層(41%)，僅有 1% 之物質向第 III 階層傳輸，使 II-III 階層之傳輸效率僅有 4%。本研究認為慈湖中攝食底棲生物之掠食者偏少，例如鸕鶿科鳥類受限於水深而不易於此覓食，魚類則因肉食性鳥類(鷺科)攝食而生物量不高(見綜合營養衝擊分析)。因此在缺乏掠食者之情況下，蝦蟹類、螺貝類、多毛類等底棲生物之生物量極多，使其生產量未被有效利用。同樣的，III-IV 階層亦因雜食性鳥類、水域爬蟲類及梭子蟹與蝦蛄之被利用之比例偏低而導致傳輸效率僅有 1%。整體而言，慈湖食物網之傳輸效率平均

為 2.16%。

(四)綜合營養衝擊分析

藉由綜合營養衝擊分析可瞭解食物網中各功能群之營養交互作用。結果顯示，水獺與肉食性鳥類對其獵物(主要為魚類)具有相當之掠食壓力(圖 3-105)，其中水獺除魚類外亦可攝食梭子蟹與蝦蛄，故當其生物量增加將導致梭子蟹與蝦蛄減少。雜食性鳥類對各功能群之影響力甚微。魚類方面，水層植食性魚類與水棲昆蟲因共同攝食藻類而有競爭關係；底棲肉食性魚類則對其獵物(多毛類)有些微負面影響，並因食物資源不足與自身呈現負面關係(種內競爭)；整體而言，魚類對底棲生物影響力不高。底棲生物除彼此間之掠食、競爭關係外，亦間接影響魚類，如雙殼類因攝食浮游動物而對浮游食性魚類有些微負面影響。基礎生產者與有機碎屑增加均有利於其掠食者，但基礎生產者可能因過度促進水棲昆蟲生長而對其與自身具負面影響。關鍵指數結果顯示，水獺與肉食性鳥類之關鍵性指數大於 0(圖 3-106)，顯示 2 者為食物網中重要之關鍵物種，當其數量變動將影響慈湖整體之食物網結構。

二、陵水湖

(一)模式平衡

陵水湖生態系食物網模式功能群組成與相關參數均列於附錄表 6-6、6-7、6-8。本研究調整食性組成後，模式中各功能群之 EE 值皆小於 1，其中以各魚類功能群、蝦蟹類、及浮游動物之 EE 值高於 0.88；草魚之 EE 值為 0.46；鳥類與水域爬蟲類因缺乏掠食者，故 EE 值為 0；基礎生產者之 EE 值均低於 0.05，顯示其生產量實際被生物利用之比例極低。此外，各功能群之呼吸量皆為正值，且 P/Q 值低於 NE，顯示模式具備合理性。

(二)食物網模式結構與能量

陵水湖之食物網依營養階層大致上可分為 3 階(附錄表 6-6，圖 3-107)，第 I 階層包含水生植物、浮游藻類與有機碎屑(TL 1.00)；第 II 階層包含草魚、水層碎屑食性魚類、水層植食性魚類、蝦蟹類、水棲昆蟲及浮游動物(TL 2.00~TL 2.07)；雜食性鳥類、水域

爬蟲類、底棲肉食性魚類、底棲雜食性魚類、浮游食性魚類介於 II-III 階層之間(TL 2.42~2.71)；第 III 階層則為肉食性鳥類(TL 3.25)。

(三)食物鏈物質傳輸模式

Lindeman spine 將陵水湖食物網簡化為由 3 個層級組成的營養階層物質傳輸模式(圖 3-108)。在此模式中，基礎生產者之生產量極高，但僅約 2.4% 之生產量被 II 階消費者攝食，剩餘者死亡後轉變有機碎屑，作為陵水湖主要碎屑來源，貢獻量約為 10,871 g WW $m^{-2} yr^{-1}$ 。陵水湖因水生植物使物質流多集中於第 I 階層(TST: 87.5%)，表示大部分生產量未向上傳輸，而 II-III 階層之傳輸效率亦僅有 3.31%，整體食物網之傳輸效率為 0.58%。本研究認為陵水湖食物網中 II 階功能群(魚類、底棲動物)EE 值均偏高，可見其生產量多被有效利用；然而，介於 II-III 階之雜食性鳥類因缺乏掠食者之故，其 EE 值為 0，故應為陵水湖食物網傳輸效率偏低之原因之一。

(四)綜合營養衝擊分析

綜合營養衝擊分析顯示，陵水湖食物網中掠食者(如雜食性鳥類、底棲肉食性魚類)對其獵物之負面影響明顯。其中，肉食性鳥類對各魚類功能群之掠食壓力甚鉅(圖 3-109)，尤其對草魚而言，因為其唯一掠食者，故負面影響極大。而對蝦蟹類、水棲昆蟲及浮游動物等 II 階功能群而言，肉食性鳥類因控制掠食者(魚類)數量而對其有些微正面影響。整體而言，肉食性鳥類對食物網中各功能群之影響力強，使其關鍵指數大於 0(圖 3-110)，為陵水湖中之關鍵物種。另一方面，基礎生產者與有機碎屑因提供食物來源而有利於魚類與底棲動物。

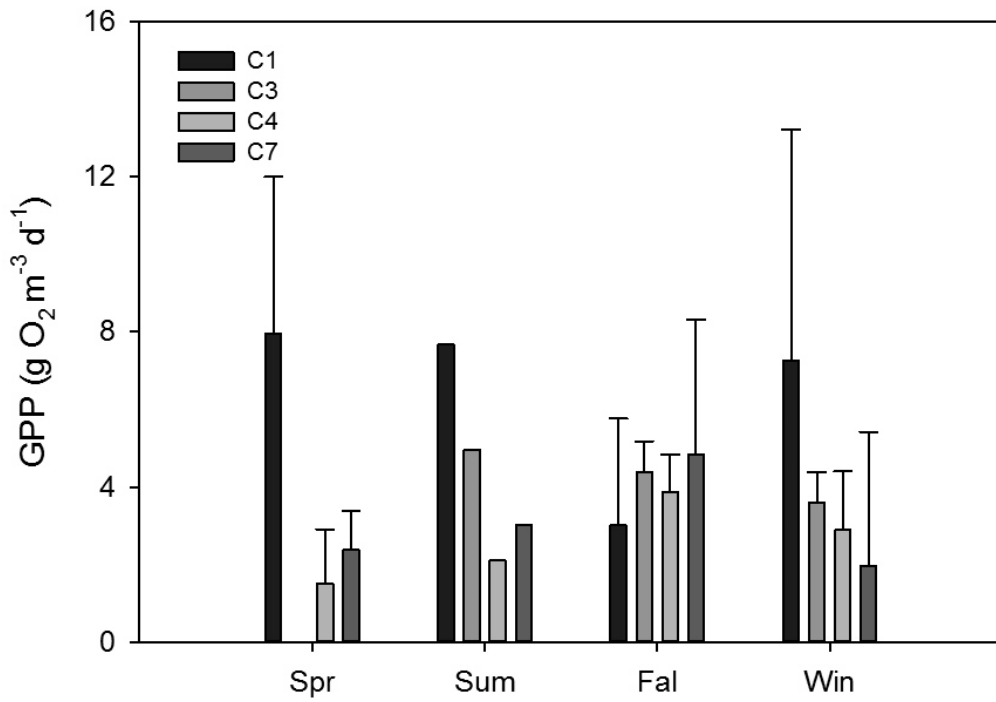


圖 3-97 2016 年春季至冬季慈湖基礎生產量
資料來源：本研究

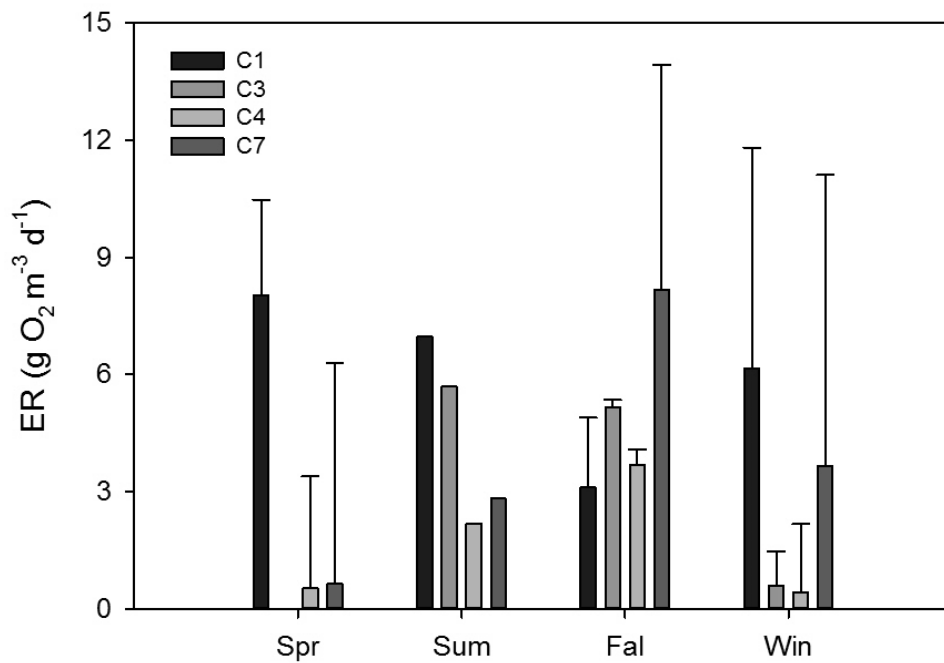


圖 3-98 2016 年春季至冬季慈湖系統呼吸量
資料來源：本研究

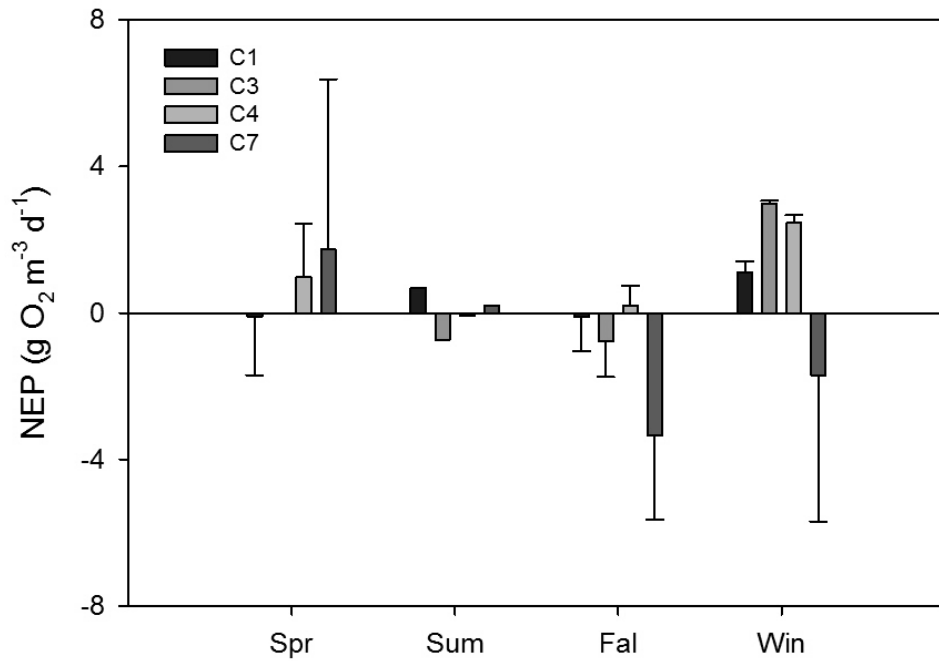


圖 3-99 2016 年春季至冬季慈湖淨系統生產量
資料來源：本研究

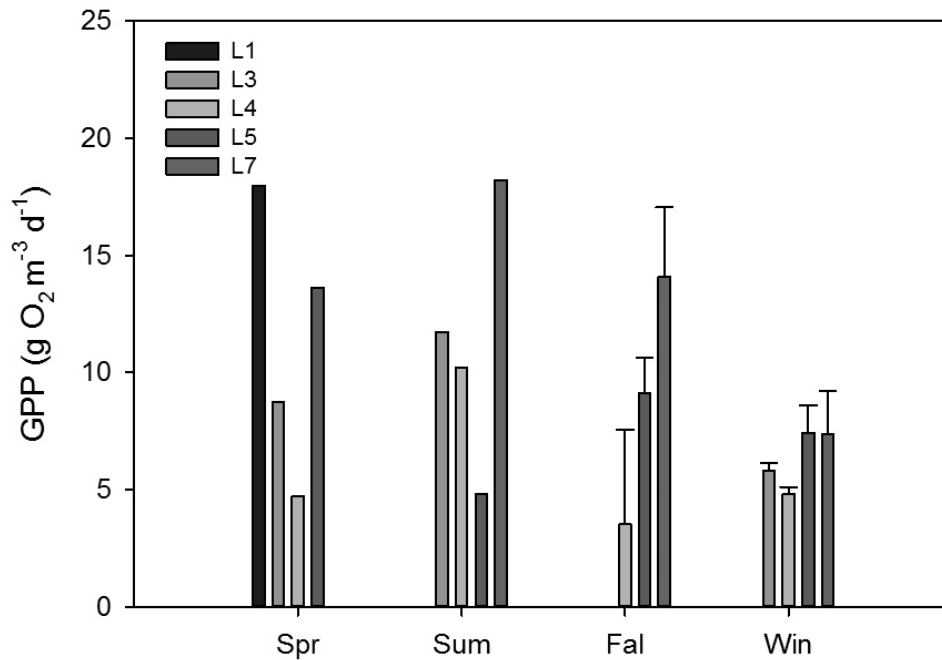


圖 3-100 2016 年春季至冬季陵水湖基礎生產量
資料來源：本研究

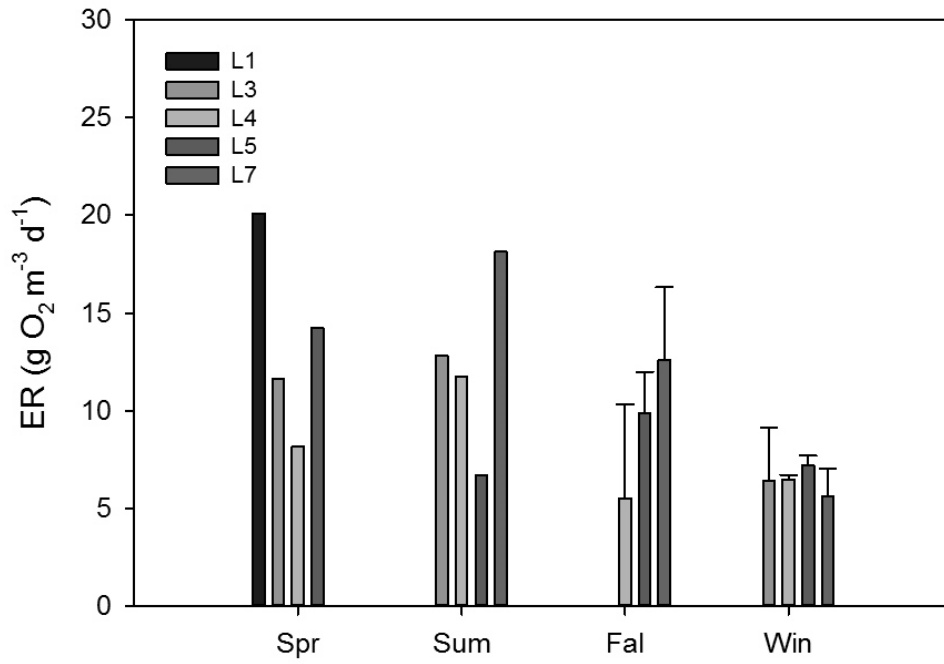


圖 3-101 2016 年春季至冬季陵水湖系統呼吸量
資料來源：本研究

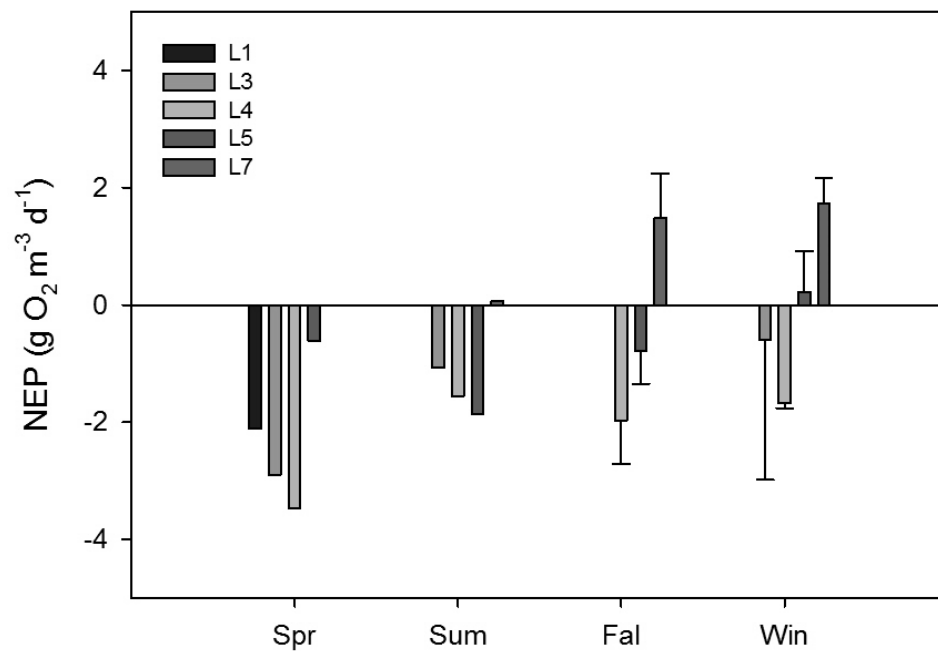


圖 3-102 2016 年春季至冬季陵水湖淨系統生產量
資料來源：本研究

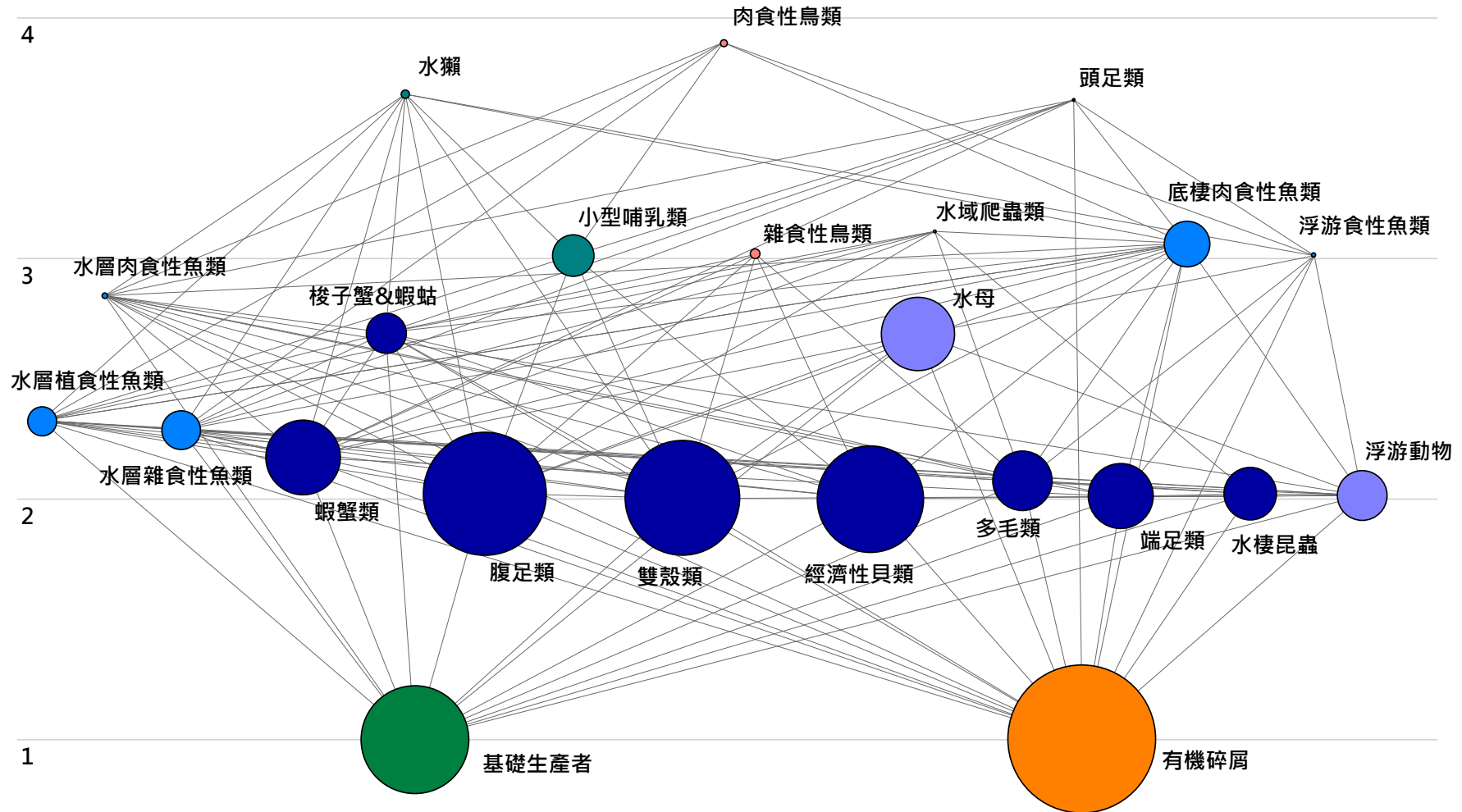


圖 3-103 慈湖生態系統能流圖。圖中圓圈為食物網中之各功能群，其大小代表功能群生物量之多寡；線條表示食性關係，其粗細表示食性組成中佔有比例之高低。

資料來源：本研究

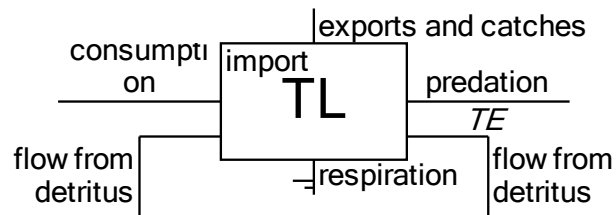


圖 3-104 慈湖之 Lindeman 營養階層物質傳輸模式。圖中 P 代表基礎生產者(primary producer)；D 代表有機碎屑 (detritus)；TL 代表營養階層(trophic level)；TE 為傳輸效率(transfer efficiency)；能流單位為 $g\ WW\ m^{-2}\ yr^{-1}$ 。

資料來源：本研究

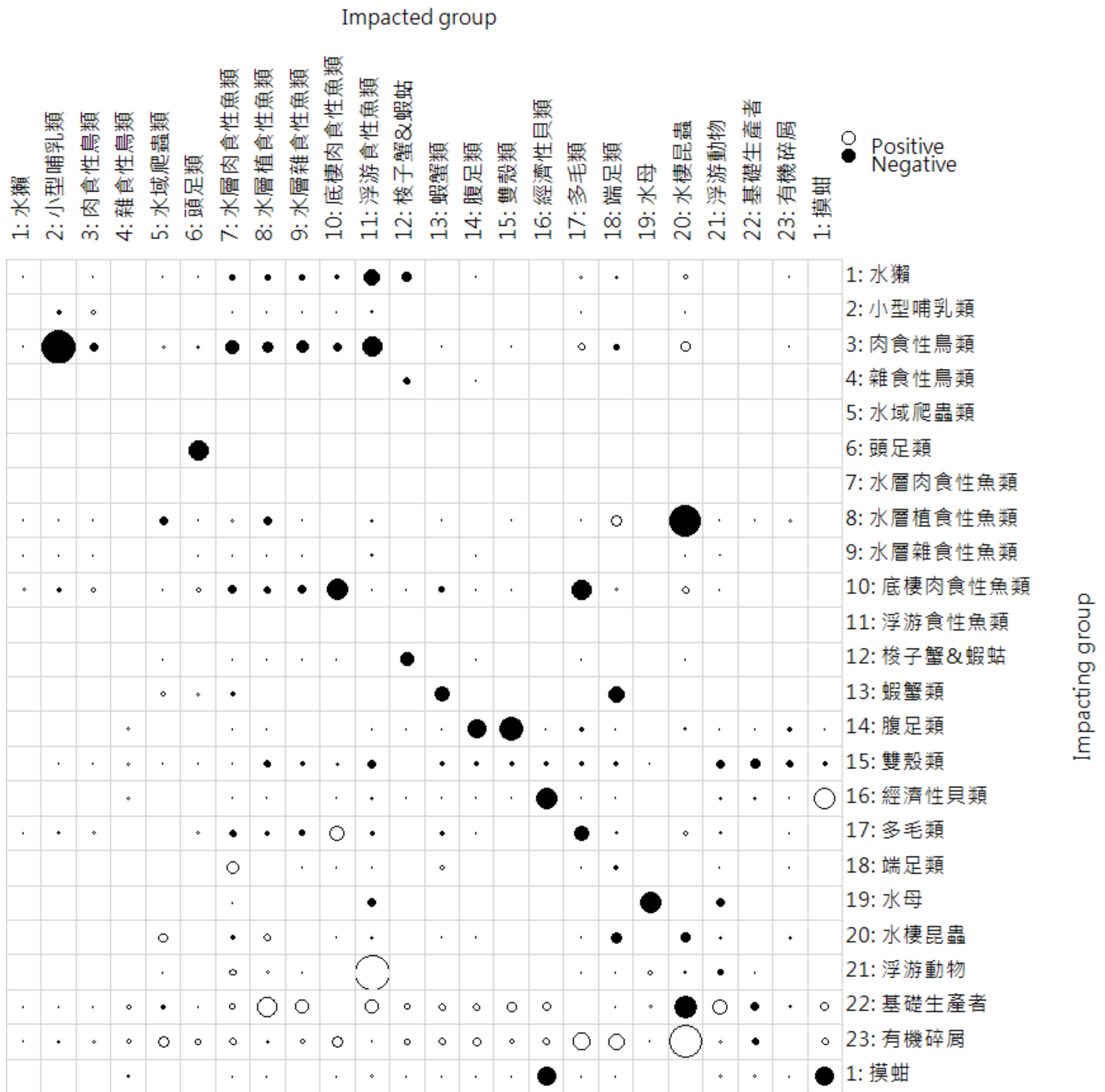


圖 3-105 慈湖綜合營養衝擊分析。圖中白、黑色表示正、負面影響，圓圈大小表示影響程度。

資料來源：本研究

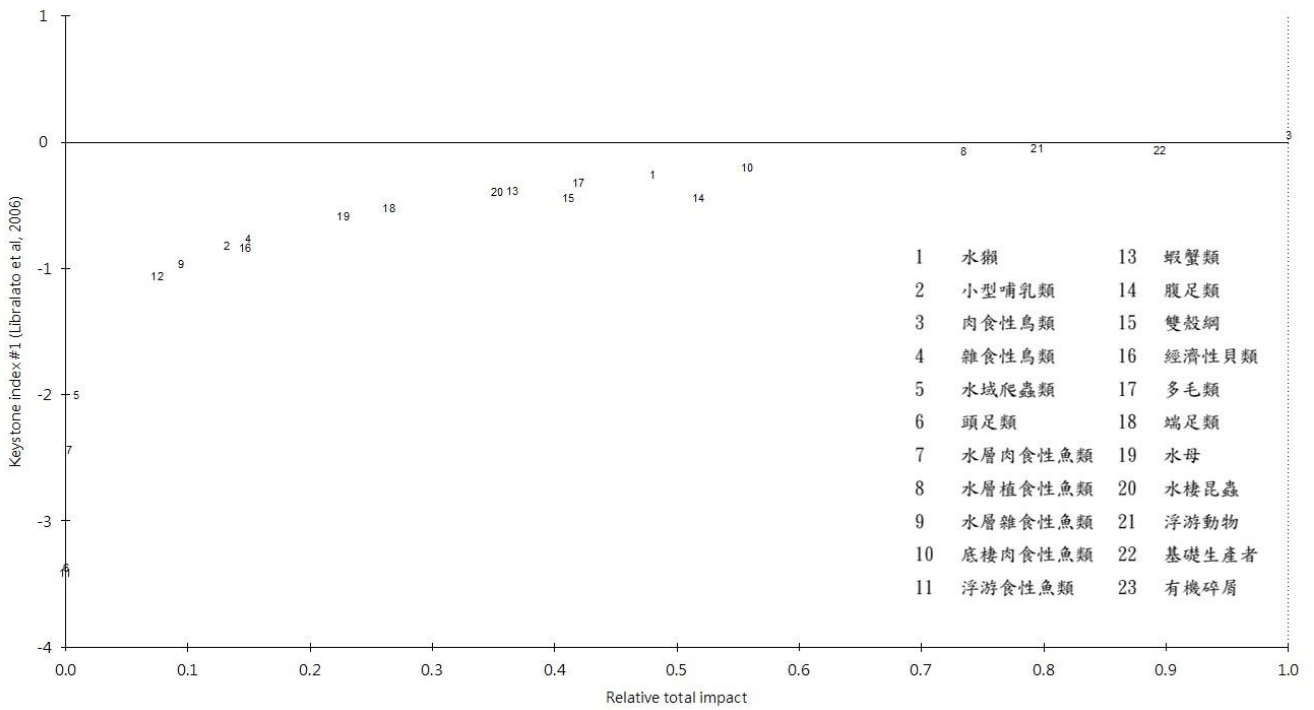


圖 3-106 慈湖關鍵指數分析。圖中數字表示各功能群。
 資料來源：本研究

4

3

2

1

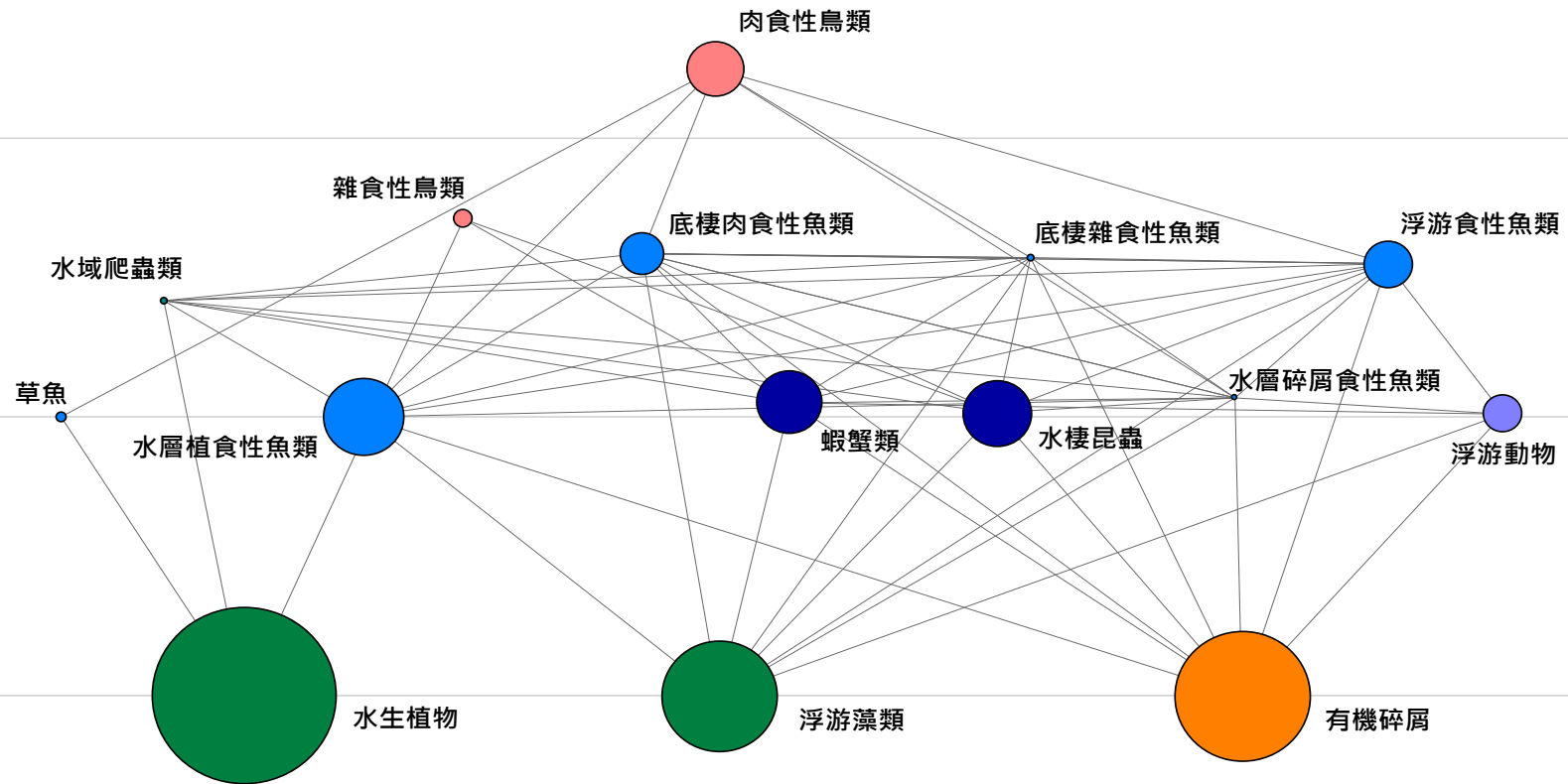


圖 3-107 陵水湖生態系統能流圖。圖中圓圈為食物網中之各功能群，其大小代表功能群生物量之多寡；線條表示食性關係，其粗細表示食性組成中佔有比例之高低。

資料來源：本研究

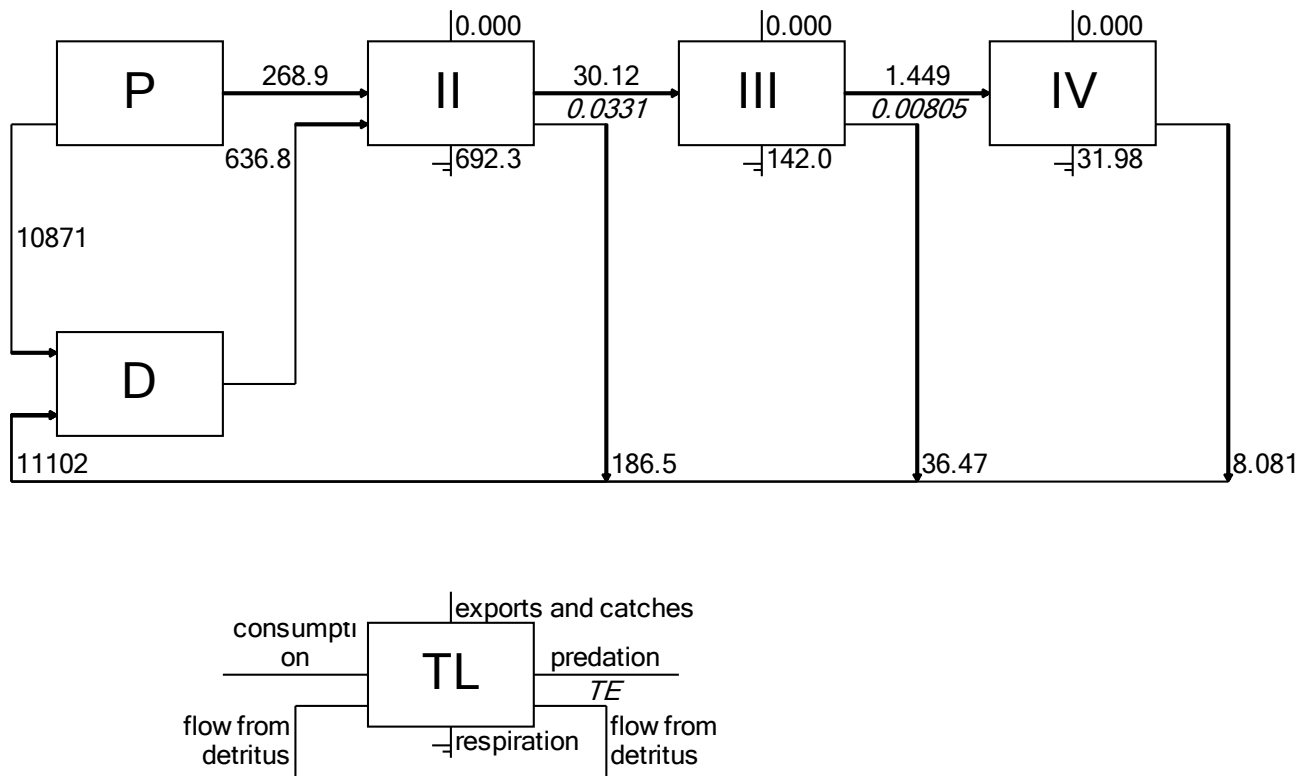


圖 3-108 陵水湖之 Lindeman 營養階層物質傳輸模式。圖中 P 代表基礎生產者 (primary producer)；D 代表有機碎屑 (detritus)；TL 代表營養階層 (trophic level)；TE 為傳輸效率 (transfer efficiency)；能流單位為 $\text{g WW m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。

資料來源：本研究

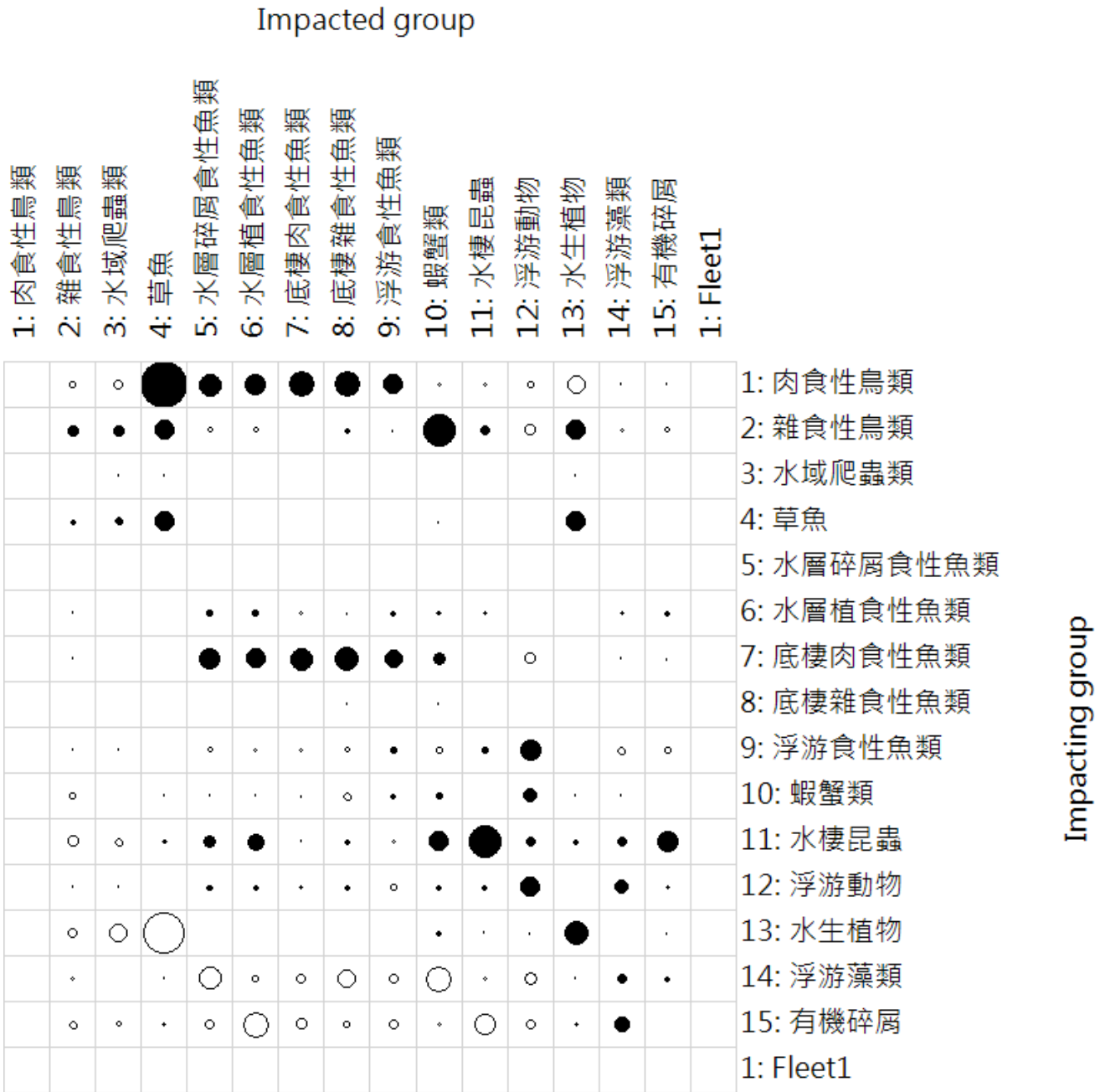


圖 3-109 陵水湖綜合營養衝擊分析。圖中白、黑色表示正、負面影響，圓圈大小表示影響程度
資料來源：本研究

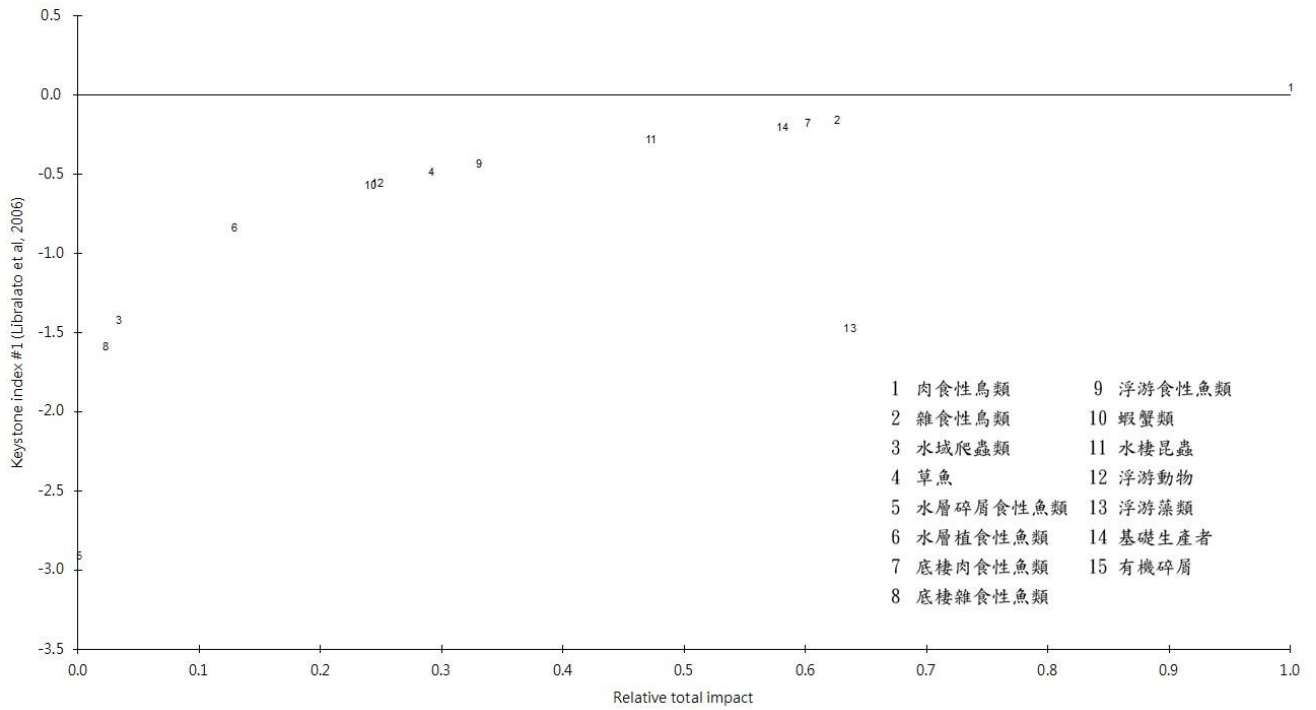


圖 3-110 慈湖關鍵指數分析。圖中數字表示各功能群。
資來來源：本研究

第四章 結論與建議

第一節、結論

壹、慈湖、陵水湖之水質劣化

慈湖集水區中農地所占之比例極高，且亦有聚落、畜牧場及零星放牧之牛隻，氮磷來源豐富。大雨過後，儲存於農地或乾涸渠道之營養隨雨水進入慈湖，使慈湖東側之營養鹽濃度增加，並促進底棲微藻、大型藻類及浮游藻類生長。因此，在慈湖中以近溝渠處(C5、C7 測站)水質最差，其硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度等均相對較高。反之，近西南側閘門處(C1~C3、C9、C10 測站)水質則因距離污染源遠且水體流動強而相對優良。整體而言，慈湖之總基礎生產量約為 $387.62 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於輕微優養水域。N:P ratio 顯示，慈湖對微藻及大型藻類均屬於氮限制環境，故本研究建議在管理上應著重於氮源控制。而由黎明工程顧問有限公司(2016)之調查可知東南側溝渠(C7 測站上游)之銨鹽輸入約為東北側溝渠(C5 測站上游)之 4 倍，為慈湖主要氮源。為改善慈湖水質，金管處於 2017 年 1 月起操作防潮閘門以海水稀釋營養。結果顯示，在慈湖西區、中區及東北側溝渠可見 DIN 濃度大幅降低(下降 60%~92%)，但對東南側溝渠之改善程度卻相當有限。因此，本研究認為應由污染源削減(C7 測站上游)為主，防潮閘門操作為輔著手改善優養化問題。

陵水湖周邊農田遍布且緊鄰上庫聚落，故其營養應多源於農業污水與少量家庭污水。而除上游營養外，鳥類糞尿亦為第 2、3 池之氮、磷來源。降雨過後，污水首先進入上庫及水上餐廳水池，而後溢流至內湖區。整體而言，陵水湖水質由上至下游漸佳，其總基礎生產量約為 $913.10 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於超優養水域。2016 年 10 起，由於降雨稀少、水體流動力差等因素，內湖區之浮游藻類持續累積，至 2018 年 4 月已達調查初期之 4.7 倍。而在 2018 年 7~10 月，第 2 池放置 1 季之布袋蓮(覆蓋度 40%)大幅吸收銨鹽及磷酸鹽，同時遮蔽光線抑制光合作用，使浮游藻類生物量降低。此時第 2 池之溶氧與酸鹼值與水質較佳之第 4 池相近，可見布袋蓮之水體淨化成效。雖然目前尚無生物大量死亡事件，但本研究仍建議應將布袋蓮覆蓋面積維持於 10%，以避免藻類生產量驟降使

水生動物食物資源不足。此外，本團隊過去相關調查顯示，浮水植物(大萍)下方之水體溶氧值多降至 $1\sim 2\text{ mg L}^{-1}$ ，故若布袋蓮覆蓋率過高可能致使水生動物之可利用棲地減少。

貳、水庫水質管理

蘭湖、瓊林及擎天水庫均屬優養水域。根據土地利用調查成果，蘭湖、瓊林水庫集水區之農地面積約占 3 至 4 成，雖水庫周邊亦有部分住宅，但家戶污水大多已輔導接管，故營養多來自於農田污水。擎天水庫位於太武山麓，且集水區內之軍營、金門植物園及太武山公墓污水均經由管線送至擎天污水廠處理後再排至太武山苗圃，故集水區內少有人為營養來源。在各營養鹽間，總磷與葉綠素 *a* 之相關性最高，因藍綠藻具有固氮能力，使磷容易促進藻類快速生長，故若能控制集水區內之磷源，即可有效改善水庫水質。3 水庫中，蘭湖水庫之總磷多隨雨水逕流進入水庫，因此在降雨期水質較差，而 2017 年雨水不豐即可見其水質大幅改善。擎天水庫之總磷濃度在早期高於雨期，顯示降雨稀釋影響大於營養輸入，可見水庫中蓄積之總磷為優養化之主因。瓊林水庫因水位過淺，缺乏稀釋能力，導致水體優養化最嚴重，故應設法改善瓊林水庫之儲水能力以提高水位。

參、慈湖、陵水湖水文收支

慈湖水文收支受降雨、蒸發量影響甚鉅，故以降雨不豐之 2017 年總水體交換時間最長；2016 年降雨量豐富，但與堤外海水之流通率較差，故水體交換時間居中。至 2018 年，在降雨小幅增加與防潮閘門引入海水之共同影響下，總水體交換時間約縮減至 2016 年之 16~21%。陵水湖方面，在 2017~2018 年因降雨遠低於蒸發量之故，使其淡水停留時間延長至 2016 年之 4 倍以上；此狀況已造成陵水湖各池之藻類與營養滯留，進而導致溶氧過飽和、酸鹼值提升，尤以優養化程度高之第 1~3 池相對嚴峻。

肆、慈湖、陵水湖陸化探討

慈湖內之水體流動極不均勻，是以形成現今東側淤積之情況。然於生態面向而言，慈湖東側因水深較淺而利於水鳥覓食、休憩，故維持現狀應為較佳之管理方式。在陵水湖第 4 池，深水處之水生植物僅在嚴重乾旱時出現；但於東側卻長期分布水燭、蘆葦、鋪地黍等植生。本研究認為嚴重乾旱將加速有機碎屑累積，進而導致第 4 池東側水深漸

淺而有利於水燭、蘆葦向外擴張；鋪地黍則可能加速現有植生帶之碎屑累積並加速陸化。由衛星與航照影像可知，此區塊在 2003~2016 年期間持續朝西南側擴張。但約於 2016 年 10 月後，金管處在第 4 池 2 處水門放置之不鏽鋼擋板有效攔阻湖水流出，使其水位在強蒸發下仍能維持一定之高度(水深 20~97 cm，平均 54 cm)，進而控制深、淺水處水生植物之擴張趨勢，減緩陵水湖 4 池之陸化速度。而由本研究水質結果可發現，在此操作與降雨不豐之共同影響下，第 4 池之營養與藻類小幅上升，但因此區以往之水質均相對較佳，且生物多為耐污物種(吳郭魚、食蚊魚)，故迄今未見明顯之生態負面影響。因此，本研究建議在陵水湖第 4 池之管理上，仍應以維持水位為首要目標。整體而言，高水位(> 0.6 m)對水生植物之浸淹壓力已減緩陸化趨勢，但當水位過低時(< 0.4 m)，水生植物生長快速，故需注意其擴散趨勢。

除水位控制外，本研究亦利用 Ecosim 模擬以草魚控制水生植物之情境。然結果顯示，當草魚生物量須達現況之 32~53 倍，才可使水生植物生物量降低 14~26%，意即放流草魚總重須達 307~509 kg WW(體長 10 cm 草魚 18,943~31,374 隻或 25 cm 草魚 1,269~2,102 隻)方有控制成效。因此，本研究認為此法執行困難度甚高，不建議作為控制水生植物覆蓋度之管理方法。

伍、慈湖菲律賓簾蛤採捕管理

慈湖之菲律賓簾蛤主要分布於水閘門一帶(C1、C2、C3 測站)。過去文獻指出，菲律賓簾蛤偏好棲息於含砂量 60%至 70%、粉泥含量低於 10%之環境。而慈湖僅有 C1、C2 測站之底質含砂量較高，故可見菲律賓簾蛤分布受限於底質之砂泥比例。菲律賓簾蛤豐度自 2016 年 5 月達到高峰後始大幅下降。4~9 月為當地漁民「摸蚶」之盛期，故採捕行為可能是導致族群量降低之原因之一。然而，慈湖長期缺乏採捕量、採捕人數、努力量等量化數據，故本研究於採捕行為對菲律賓簾蛤族群量之影響並無法定論。另一方面，鹽度過低亦不利菲律賓簾蛤與其幼生之存活，故本研究推測 2016 年 9 月颱風過後之低鹽環境，亦可能為促成此時菲律賓簾蛤豐度極低之原因之一。至 2018 年 4 月，可見 C1、C3 測站之菲律賓簾蛤豐度大幅增加，顯示其族群回復狀態。整體而言，菲律賓簾蛤之族群量極不穩定，尤其每逢夏季豐度下降，且僅於春季(4 月)可發現明顯新生

族群。肥滿度指數結果顯示，4~6月及9~11月為菲律賓簾蛤之釋卵期。然而，本研究結果中，9-11月繁殖期之新生個體可於翌年4月被發現，卻曾發現4-6月之新生族群。故推測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。

本研究利用殼長頻度分布配適VBGF生長方程式之結果指出，慈湖菲律賓簾蛤1、2、3齡對應之殼長分別為25.7 mm、40.0 mm、45.8 mm。過去文獻指出，1齡之菲律賓簾蛤即具有繁殖能力。綜合以上，為確保菲律賓簾蛤於採捕前至少經過1次繁殖期，本研究建議最低採捕年齡須大於1.17齡(14個月)後，亦即採捕個體之殼長需大於31.1 mm。另一方面，本研究FiSAT軟體計算之菲律賓簾蛤總死亡率為、自然死亡率及漁獲死亡率分別為 2.08 yr^{-1} 、 1.36 yr^{-1} 、 0.72 yr^{-1} 。

為制定適宜之慈湖經濟性貝類(含菲律賓簾蛤、歪簾蛤、文蛤、臺灣環簾蛤、竹蛭等)採捕方式，本研究亦以Ecosim模擬不同採捕強度對慈湖經濟性貝類之生物量影響。結果顯示，將經濟性貝類之總採捕量限制於 $17.7\sim 19.3 \text{ t WW yr}^{-1}$ (現今50%採捕量)為最佳方案，且若C1、C2測站1年之平均生物量低於 $105.9\sim 113.3 \text{ g WW m}^{-2}$ 應停止採捕行為。針對菲律賓簾蛤而言，則建議慈湖菲律賓簾蛤之年總採捕量應低於 $5.8\sim 7.2 \text{ t WW yr}^{-1}$ (現今50%採捕量)，且在C1、C2測站1年之平均生物量低於 $35.6\sim 56.9 \text{ g WW m}^{-2}$ 時應停止採捕菲律賓簾蛤，並至生物量恢復此值以上時重新開放。然而，本研究強調上述模擬使用之漁業採捕量係由簾蛤生長理論值推估，為避免此值與實際值差異造成誤判，建議總採捕量限制規範應於實際量化漁業採捕量後，重新加入食物網模式模擬再行公告，以避免造成管理單位與民眾之混亂。

陸、生態系統尺度研究

生態系統係指生物與環境因子之綜合體。過去研究顯示，慈湖、陵水湖為鳥類之覓食、休息區域，故維護慈湖水生動物族群，有利於生態系穩定發展。而水生動物之豐度，則取決於水域基礎生產者之生產量(bottom-up control)及高階掠食者之攝食量(top-down control)。為以生態系統尺度探討濕地之適宜管理辦法，本研究量化慈湖與陵水湖之生態系統代謝量，並綜合各生物類群資料建構生態系食物網模式。

一、慈湖

綜合而言，慈湖東側營養鹽與藻類豐富(底棲微藻、浮游藻類)，且因溝渠輸入之有機物質，使此區聚集許多側足厚蟹、字紋弓蟹、布魯雙邊魚與鯔科幼魚。而淺水深之環境亦使雁鴨科、鷺科、鶉科等鳥類時常於此覓食、休息。然而，此區底質泥濘、厭氧且水體交換不良，使二枚貝不易生存，螺貝類種類單一。相對而言，慈湖西側之營養鹽與藻類較少，但因鄰近閘門而稍受潮汐影響，故常可發現黃鰭鯛、黑棘鯛、四帶牙鰨等隨漲潮進入之魚類；而水體流動強及底質含砂量高等因素，則使螺貝類資源豐富，常見物種包含燒酒海蜷、栓海蜷、菲律賓簾蛤、歪簾蛤與月光唱片蛤等。然而此區因水深而少有水鳥分布。在慈湖食物網中，蝦蟹類、螺貝類、多毛類等底棲生物十分豐富，但其主要掠食者(雜食性鳥類)受限於水深而不易在慈湖覓食；魚類則因水獺、鷺科鳥類而遭受極大之捕食壓力。因此，生態系之物質多集中於第 I、II 階層，使系統整體之傳輸效率約為 2.16%。在慈湖各功能群中，水獺與肉食性鳥類(鷺科為主)對其獵物之影響力甚強，為影響食物網結構之關鍵物種，故建議可將兩者作為未來保育標的及長期監測之主要對象。

另一方面，本研究認為慈湖周邊廢棄魚塢、水塘為金龜與唐水蛇等保育類動物棲息地，且本研究記錄之水鳥亦有高達 8 成棲息於此，故建議未來可另案執行慈湖周邊廢棄魚塢之環境生態調查，以瞭解棲地利用概況及劣化與否。此外，亦藉由此案評估規劃上述棲地之營造可行性，選擇具棲地劣化傾向或較無生物利用之魚塢，將其恢復或營造為水鳥及水棲爬蟲類之適宜棲地。具體做法上，可效法香港米埔自然保護區之水位操作原則，對各池間予以不同之水深處理，以符合各生物功能群之需求。各水鳥功能群之偏好棲地環境與規劃原則列於表 4-2。

二、陵水湖

本研究迄今 12 季之成果顯示，於陵水湖共記錄鳥類 39 科 94 種，爬蟲類 4 科 5 種，兩棲類 2 種，魚類 11 科 20 種，螺貝類 6 科 7 種，蝦蟹類 2 科 3 種，水棲昆蟲 3 科，浮游動物 18 類；基礎生產者方面，共記錄植物 17 科 41 種，浮游藻類 42 屬。綜合而言，因外湖區屬半淡鹹水域，故記錄較多河口性魚類、螺貝類，使其組成異於內湖區。在內

湖區中，第 1、2、3 池之營養豐富，基礎生產力高，故魚蝦數量較多，但組成單純且多為外來物種。在鳥類方面，第 2、3、4 池為許多雁鴨科、鸕鷀科、秧雞科與鷺科等鳥類之覓食場所，其中除鷺科常於湖畔邊坡、石堤及湖中倒樹上等候獵物外，其餘鳥類多於水域中覓食。而 I 級保育類之金龜則多分布於陵水湖第 2 池。

陵水湖食物網中，水生植物之生產量極高，但僅約 2.4% 之生產量可被 II 階消費者攝食，剩餘者死亡後轉變有機碎屑，使系統中物質多集中於第 I 階層。II-III 階層之傳輸效率亦僅有 3.31%，本研究認為雜食性鳥類缺乏掠食者，為物質流停滯於此之可能原因。整體而言，陵水湖食物網之傳輸效率約為 0.58%。

柒、防潮閘門操作影響

金管處於 2017 年 1 月起操作防潮閘門以改善水質。本研究 2016~2018 年之調查顯示，此操作不僅增強慈湖對污染之緩衝能力，亦影響底質與螺貝類多樣性。在 2017~2018 年水流增強之情況下，慈湖中央小島以西之區域均可見底質厭氧程度逐漸減輕，其中以鸕鷀林南側(C4 測站)及賞鳥步道北側(C8 測站)之改善成效最佳。而水流增強與底質改善亦提升底棲生物幼生於慈湖內側著生之機率，可見 C4 測站之螺貝類數量大幅增加；C8 測站則由幾乎無螺貝類之狀態，至今腹足類數量上升，雙殼類種類持續增加。另一方面，過去分布侷限於慈湖西側(C1~C3 測站)之經濟性貝類菲律賓簾蛤，亦開始於 C4、C6、C8 等測站被發現，表示此操作提升菲律賓簾蛤對慈湖內側棲地之使用性。而若其可於慈湖內側持續發展穩定族群，則將有利於慈湖水生資源明智利用及傳統漁業之永續發展。然而，由於缺乏 2018 年主要基礎生產者(底棲微藻、大型藻類)之相關數據，故此操作對慈湖基礎生產者之影響尚無法量化。

表 4-1 本研究慈湖生態調查物種數、優勢物種及保育物種

種類別	物種數	優勢物種	稀有/保育物種
鳥類	43 科 123 種	鷓鴣、赤頸鴨、東方環頸鴿、八哥、花嘴鴨	I 級保育類：黑面琵鷺、遊隼、白肩鷗 II 級保育類：唐白鷺、白琵鷺、魚鷹、黑翅鳶、東方澤鷺、日本松雀鷹、鷺、小燕鷗、紅隼、大陸畫眉、八哥 III 級保育類：大杓鷗、紅尾伯勞
哺乳類	2 科 2 種	小黃腹鼠、臭鼩	
爬蟲類	4 科 5 種	金龜	I 級保育類：金龜 II 級保育類：唐水蛇
兩棲類	1 科 1 種	澤蛙	
頭足類	1 科 1 種	中國小孔蛸	
魚類	11 科 22 種	斑尾刺鰍虎、吉利非鯽、布魯雙邊魚	
螺貝類	13 科 23 種	流紋蝨、栓海蝨、燒酒海蝨、月光唱片蛤、菲律賓簾蛤、粗紋織紋螺、	
蝦蟹類	6 科 21 種	字紋弓蟹、中國對蝦、側足厚蟹	
寄居蟹	2 科 3 種	小形寄居蟹	
多毛類	6 科	沙蠶科	
浮游動物	27 類	橈足類幼生	
植物	33 科 86 種	山木麻黃、棟、銀合歡、潺槁樹、大花咸豐草	
浮游藻類	46 屬	平裂藻屬、菱形藻屬、舟形藻屬、海線藻屬、扁藻屬	
大型藻類	6 科 7 種	腸石髮、石蓴、墊狀剛毛藻	

資料來源：本研究

表 4-2 香港米埔自然保護區水鳥偏好環境與棲地規劃原則

目標生物	特色	適合環境類型	規劃原則
鷓鴣科鳥類	冬候鳥、過境鳥	0~20 cm 水域環境	控制水位，維持底棲生物豐度及多樣性供覓食
鴿科鳥類	冬候鳥、過境鳥、 夏季東方環頸鴿繁殖	冬季：0~5 cm 水域環境 夏季繁殖：礫石灘地	控制水位，維持底棲生物豐度及多樣性供覓食；夏季應對繁殖區做適當規範
反嘴鴿科鳥類	冬候鳥、過境鳥、 夏季高蹺鴿繁殖	冬季：0~10 cm 水域環境 夏季繁殖：礫石灘地、短草地、土堆、淺水草澤等	控制水位，維持底棲生物豐度及多樣性供覓食；夏季應對繁殖區做適當規範
雁鴨科鳥類	冬候鳥、過境鳥	浮水鴨：0~30 cm 水域環境 潛水鴨：水深 30~100 cm 之乾淨水域環境	控制水位，維持小型螺、貝、水草、底棲無脊椎動物等食物資源；易受干擾，在候鳥季應避免施工過多或過多遊客驚擾
朱鷺科鳥類	冬候鳥以黑面琵鷺為主	0~30 cm 水域環境	控制水位；維持魚類等食物資源；易受干擾，在候鳥季應避免施工過多或過多遊客驚擾

資料來源：世界自然基金會

表 4-3 本研究陵水湖生態調查物種數、優勢物種及保育物種

種類別	物種數	優勢物種	稀有/保育物種
鳥類	39 科 94 種	鷓鴣 赤頸鴨 八哥小白鷺	I 級保育類：遊隼、黑面琵鷺 II 級保育類：白琵鷺、魚鷹、黑翅鳶、東方澤鳶、黑鳶、小燕鷗、紅腳隼、大陸畫眉、八哥 III 級保育類：紅尾伯勞
爬蟲類	4 科 5 種	金龜	I 級保育類：金龜
兩棲類	2 種	貢德氏赤蛙、澤蛙	
魚類	11 科 20 種	極樂吻鰕虎、食蚊魚、尼羅口 孵非鯽	攀鱸
螺貝類	6 科 7 種	燒酒海蜷 栓海蜷	
蝦蟹類	2 科 3 種	日本沼蝦	
水棲昆蟲	3 科	搖蚊科	
浮游動物	18 類	輪蟲	
植物	17 科 41 種	鋪地黍、雙穗雀稗、海雀稗、 布袋蓮、槭葉牽牛、鴨跖草； 山木麻黃、肯氏木麻黃、棟	
浮游藻類	42 屬	隱球藻屬	

資料來源：本研究

第二節、建議

建議一：立即可行建議－菲律賓簾蛤採捕管理計畫研擬及相關措施

主辦單位：金門國家公園管理處

臺灣國家公園的規劃原則採土地分區管制，避免將原有集居劃入，但分區之利用管理原則仍可能對當地住民之生活方式造成影響(梁明煌，2005)。國際自然保護聯盟(IUCN)、聯合國環境署(UNEP)、世界自然基金會(WWF)於1980年共同出版的「世界自然保育方略(World Conservation Strategy)」報告書中，將「自然保育」定義為：對人類使用生物圈時須加以經營管理，使之對現今人類產生最大且持續的利益，同時保持其潛能，以滿足後代人們的需要與期望(王鴻濬，1998)。我國行政院於1984年提出的「臺灣地區自然生態保育方案」亦明示：生態保育兼具保護及合理利用的雙重意義(蔡惠卿，1994)。20世紀末期以來，夥伴關係(environmental partnership)逐漸成為自然保育與環境保護最重要的成功策略之一，亦即將在地社群對保育的態度與立場納入經營管理體系之中(Brandon & Wells 1992, McNeely 1994, Long and Arnold 1995, Phillips 2003)，因在地社群往往承襲了悠久且將社會習慣融入的土地利用方式與資源利用制度，能與當地自然生態環境維持良好之互動(Berkes and Folke 1998, Berkes 1999)。當代自然保育策略須與在地社群攜手共創環境及社會經濟共同的最大利益已成必然之趨勢，日本環境省提出「里海行動指引」(邱郁文等，2015)，是人類及其賴以維生的自然水域環境(里海)如何和諧共生，人類如何永續明智利用自然環境之理想行為模式。慈湖水域雖屬國有地，亦為當地居民長久以來持續利用的自然資源供給者之一，金管處與在地居民如何共同營造出一永續利用慈湖菲律賓簾蛤資源，避免簾蛤耗盡之公共財的悲劇，是當前必須規劃之課題。目前國際上已有許多在地居民與管理單位共同經營自然保護區或國家公園的成功案例(Mbile et al. 2005)，臺灣亦有台江國家公園開放環文蛤等貝類採捕之先例，可為慈湖地區開放菲律賓簾蛤採捕之借鏡。

因慈湖水域位於金門國家公園之「特別景觀區」及「第二類一般管制區」範圍內，並於2007年被指定為國家級重要濕地，因此菲律賓簾蛤採捕管理計畫須以「國家公園

法」、「國家濕地保育綱領」、「濕地保育法」為準則，並考量在地居民意見，佐以研究單位的科學研究證據，以期能達到資源永續利用之目的。計畫之實際操作，可參考里山、里海倡議提出的三摺法(a three-fold approach)，包括(1)集中所有能夠確保多樣生態系服務與價值的智慧(wisdom)；(2)整合傳統的生態學知識與現代科學，以促進創新(innovations)；(3)探究新形式的共同管理系統(co-management systems)，或演變中的「公共財(common)」架構，並且尊重傳統的社區公有土地使用權(communal land tenure)(邱郁文等人，2015)。前兩面向可藉由整合金管處多年來累積的委託研究計畫以及本研究之研究成果來達成，第三面向則可透過召開說明會之方式與民眾作雙向之溝通、交流，並根據民眾之意見回饋逐年對計畫作調整，以期發展出一經濟與生態共贏之管理計畫。計畫之實際工作應包括「調查研究與評量」、「教育宣導」、「建立與居民間的合作機制」、「加強巡護管理」、「計畫定期通盤檢討」等5個項目(盧道杰等人，2012)，試施行2年後進入嚴格執行期(時程如表4-4)，各工作項目之具體內容如下：

表 4-4 採捕計畫時程表

時間	計畫期程	工作項目	工作細項
2018年12月	前置期	「調查研究與評量」	研究項目：族群量、生殖週期、採捕殼長 草擬採捕管理計畫草案
2019年1月~2月		「教育宣導」& 「建立與居民間的合作機制」	計畫說明 意見交流
2019年3月	(公告草案)		
2019年3月~8月	勸導期	「加強巡護管理」	採捕證相關作業、採捕登記 現地巡邏
2019年9月~11月	(禁捕期)	「計畫定期通盤檢討」	第1次通盤檢討
2019年12月~2020年8月	勸導期	「加強巡護管理」	採捕證相關作業、採捕登記 現地巡邏
2020年9月~11月	(禁捕期)	「計畫定期通盤檢討」	第2次通盤檢討
2020年12月~	嚴格執行期		

一、調查研究與評量

此工作項目係以科學方法對菲律賓簾蛤之資源現況作具體評估，包含族群量、生殖週期、適宜採捕殼長等，依據本研究 2016~2018 年間之調查結果分段敘述如後：

(一) 族群動態

據本研究成果，慈湖之菲律賓簾蛤主要分布於水閘門附近(C1、C2、C3 測站)，且集中於 C1、C2 測站，亦即慈湖西側慈湖長堤至慈湖路三段一帶。本研究調查發現菲律賓簾蛤之族群量極不穩定，每逢夏季豐度下降，且新生族群僅於春季可見。為以科學方法求得可確保菲律賓簾蛤資源永續利用之適宜採捕量，本研究建構慈湖之 Ecopath 食物網模式，並以 Ecosim 模擬不同採捕強度對經濟性貝類(含菲律賓簾蛤)之影響。其推估建議之經濟性貝類採捕量為 17.7~19.3 t WW yr⁻¹(現行採捕量之 50%)，且應於 C1、C2 測站之經濟性貝類年平均生物量低於 105.9~113.3 g WW m⁻² 時停止採捕行為。針對菲律賓簾蛤而言，其建議最高採捕量為 5.8~7.2 t WW yr⁻¹(現行採捕量之 50%)，並當 C1、C2 測站之簾蛤年平均生物量低於 35.6~56.9 g WW m⁻² 時停止採捕，至恢復此值後重新開放。然而，本研究強調上述模擬使用之漁業採捕量係由簾蛤生長理論值推估，為避免此值與實際值差異造成誤判，建議總採捕量限制規範應於實際量化漁業採捕量後，重新加入食物網模式模擬再行公告，以避免造成管理單位與民眾之混亂。

(二) 生殖週期

據本研究肥滿度指數結果顯示，9~11 月為慈湖菲律賓簾蛤之主要繁殖期，4~6 月雖有肥滿度下降趨勢，但因本研究 3 年調查期間均未發現此時期之新生族群，故推測 4~6 月為菲律賓簾蛤之潛在繁殖期。此現象與福建自然海區之菲律賓簾蛤生殖狀態大抵相符(齊秋貞與楊明月，1988)。由於本研究測得之肥滿度指數無法直接證明貝類之性腺發育與否，如欲瞭解此時期菲律賓簾蛤實際是否釋卵，建議後續可利用生殖腺切片方法(詳見附錄 17)釐清，以健全採捕規範之制定。

(三)建議採捕殼長

相關文獻指出，1 齡之菲律賓簾蛤即具有繁殖能力。而據本研究利用殼長頻度分布配適 VBGF 生長方程式之結果指出，慈湖菲律賓簾蛤 1、2、3 齡對應之殼長分別為 25.7 mm、40.0 mm、45.8 mm。為確保菲律賓簾蛤於採捕前至少經過 1 次繁殖期，本研究建議最低採捕年齡須大於 1.17 齡(14 個月)，亦即採捕個體之殼長需大於 31.1 mm，同時考量現場操作之便利性，實際以 31.5 mm 以上之菲律賓簾蛤個體為開放採捕殼長。

綜合以上成果並參考台江國家公園之先例(見附錄 17)，本研究草擬「菲律賓簾蛤採捕管理計畫草案」如後：

1. 慈湖當地居民(設籍於當地，或憑寄到當地住址之郵件為證)自採捕季開放前 1 個月起，向金管處提出採捕證之申請，採捕證限申請者本人使用，需於採捕證上黏貼照片以便識別。
2. 開放採捕範圍為慈湖西側之慈湖長堤至慈湖路三段一帶。
3. 每年以菲律賓簾蛤生殖季之 9~11 月為禁捕期，開放採捕時段為每天早上 6 點至下午 6 點。
4. 採捕之菲律賓簾蛤需為已曾繁殖至少 1 次之個體，同時考量現場操作之便利性，實際以 31.5 mm 以上之菲律賓簾蛤個體為開放採捕殼長。
5. 採捕當日於金管處西區管理站(或雙鯉濕地自然中心)向金管處人員辦理登記，以採捕證換取規定之背心，民眾須穿著背心方可進入保護區進行採捕，採捕完畢後也須配合相關漁獲量秤作業後才可離開。
6. 若於 C1、C2 測站監測所得之菲律賓簾蛤生物量年平均低於 $35.6\sim 56.9 \text{ g WW m}^{-2}$ ，金管處得立即停止當年度之採捕季，以確保菲律賓簾蛤族群得以維持資源永續利用所需之最小族群量。

二、教育宣導及建立與居民間的合作機制

此工作項目乃須金管處與在地居民共同合作，藉由說明會中兩大主軸：計畫說明(含

教育宣導)及意見交流，讓金管處有機會對民眾充分說明計畫之目標與細節，並建立與民眾意見交流、雙向溝通之管道：

(一)計畫說明

首要應闡明本研究乃以民眾(經濟面)與國家公園(保育面)雙贏為願景，並確保慈湖中菲律賓簾蛤資源能被永續利用而擬。具體除應介紹慈湖二枚貝(含菲律賓簾蛤)資源現況及相關生物學背景(包含生殖週期及建議採捕殼長)，以利民眾瞭解草案規範之源由外；另應簡介台江國家公園開放非候鳥度冬季採捕之相關案例，包含其歷年採捕及族群量監測資料顯示，環文蛤可能受採捕影響而族群量下降，以致近年開放之採捕期逐漸短縮，採捕規範日益嚴謹之趨勢；最後再據以先前之背景資訊，詳述金管處草擬之採捕計畫草案(本部分內容亦應事先做成文宣品，並當場發放，以利參與人士事後可將消息散布給未參與說明會之民眾)。

(二)意見交流

除了當場與參與民眾對話之外，亦可佐以量化問卷及開放式意見表，以瞭解在地民眾對採捕計畫草案之接受程度及對國家公園之整體意見。過去曾有研究訪談慈湖當地農民，該研究指出「除了鳥類直接造成作物損失外，不知如何向相關單位投訴及尋求協助，亦為引起農民與國家公園衝突的原因(陳昱凱，2010)」可見若能保持金管處與在地居民之間暢通的交流管道，應可降低居民的不安及對管理單位的不信任感，促進雙方之夥伴關係。故說明會現場除開放民眾提問、意見回饋外，亦建議以量化問卷收集民眾對每項措施之滿意程度(1~5分)，及對「金門國家公園」之意向，包含國家公園成立對實際生活上、經濟面之影響程度等。最後，為提供除當眾發言外之發聲管道，可當場發放並回收開放式之意見回饋表，以期能廣泛地接受到在地民眾之意見。說明會後，管理單位應對民眾反饋之意見作充分檢討，擬出具體可行之草案並公告之。

三、加強巡護管理

須由金管處提供開放採捕期間的管理、巡護、監測等人力，包括採捕證的製作及發放、採捕現場巡守、採捕量控管之措施之支援。具體措施包括：

(一)受理採捕證之申請並製作採捕證。

(二)開放採捕期間於金管處西區管理站(或雙鯉濕地自然中心)設置採捕服務櫃台，受理民眾憑採捕證換領採捕背心，同時登記採捕民眾的職業、年齡等基礎資訊，以瞭解其主要收入來源及是否為附近可能受鳥類危害之農戶或漁戶等背景；發放背心同時提醒民眾採捕結束後應將當日所得之漁獲帶回採捕服務櫃台秤重，秤重時以 31.5 mm 之篩網過濾過小之菲律賓簾蛤個體(現場應有活魚箱暫時留置過小的簾蛤，每日採捕時段結束後統一將其放回慈湖)，並記錄每張採捕證當次之採捕量及起迄時間。每月統計所得採捕量資訊可搭配族群動態監測之資料，製成海報於次月公告於採捕服務櫃台，使民眾能充分感受計畫之進展。

(三)開放採捕期間派遣人員於採捕現場巡邏(至少每日上、下午各 1 次)，若發現未穿著背心之採捕民眾應對其進行柔性勸導；此外應紀錄巡邏當時所見之採捕民眾人數，以作為估算慈湖每月經濟性貝類漁獲量之基礎資料，並記錄採捕民眾穿著採捕背心之比例，以瞭解計畫推廣之成效。

四、計畫定期通盤檢討

採捕計畫試施行期間應另案執行菲律賓簾蛤生物量量監測工作(監測項目及方法詳見附錄 17)，項目包含豐度與生物量監測、菲律賓簾蛤年齡組成、環境因子監測、菲律賓簾蛤生殖腺切片及總採捕量估算。開放採捕之勸導期間，每 3 個月進行 1 次檢核，另應於試施行期間的 2 次禁捕期分別作通盤檢討，估算漁業採集量並探討與簾蛤生物量之關聯性。此外可綜合前文問卷調查，針對採捕者之背景資訊做統整、分析，以期能從更全面的角度，瞭解國家公園之劃設對當地居民之影響，並修正草案為更符合慈湖當地資源永續利用之管理辦法。

建議二：立即可行建議—陵水湖第 4 池陸化狀態監測

主辦單位：金門國家公園管理處

雖然目前陵水湖第 4 池之水生植物在水位之控制下(平均水深多大於 40 cm)，已無明顯擴張傾向，但若當水深長期(>3 個月)低於此值，仍應密切注意植生擴散與否。本研究認為當水生植物覆蓋比例高於 40%時應適度予以移除，以維護生物棲地。而現今水生植物之覆蓋比例約穩定維持於 26%，故尚無立即移除之必要性。

在陵水湖第 4 池之優勢水生植物中，鋪地黍在墾丁國家公園的南仁湖已被證實是造成陸化的主要植物之一(程建中等人，2012)。因此本研究仍彙整鋪地黍的生物特徵及相關防治措施，謹供管理單位參考。鋪地黍乃多年生草本植物，有發達的、可深入土壤達數 10 cm 的地下莖，對環境適應力強，耐貧瘠及乾旱，幾乎於各類土壤都能生長；其開花期約在 5~10 月，繁殖方式包括種子、分蘗、扦插、匍匐莖或地下莖繁殖，繁殖力強而不易根除(林育安等人，2003；徐玲明與蔣慕琰，2003；蔣永正與蔣慕琰，2006)。鋪地黍適存的水深範圍約在 0~30 cm 左右(程建中等人，2013)，因此多分布於陵水湖近岸一帶。雖有造成湖泊陸化之疑慮，鋪地黍亦有作為牧草、提供雁鴨科鳥類隱蔽處(陳擎霞與王慶麟，1985)之優點；且其發達的地下莖可作為護坡之植生(付奇峰等人，2006)，此外鋪地黍的重金屬耐受性高，具有修復重金屬污染土壤之潛能(高桂娟等人，2017)。

迄今曾被討論或用於防治鋪地黍之方式包括水位控制、化學藥劑控制、生物控制、人工移除、機械移除等方式，每項方式各有優缺，茲將這些控制方式及「不予處理」等狀況之優缺點彙整如表 4-5。其中水位控制目前已於陵水湖第 4 池執行，並可見其成效；但因在南仁湖曾有以水位控制植生而致使水質劣化之前例(程建中等人，2013)，故建議應持續監測陵水湖之水質狀況。鋪地黍原是牧草之 1 種，墾丁國家公園近期亦將執行水牛控制鋪地黍之實驗(news: <https://e-info.org.tw/node/209603>)，其後續應可作為陵水湖經營管理之參考。人工移除一項，南仁湖曾於 2014 年進行過實驗，其成效卓著，歷經 8 個月共 8 次之全面除草，即可將鋪地黍之覆蓋度控制在 3%(程建中等人，2014)；然除草樣區僅 2 m² 大，陵水湖第 4 池目前鋪地黍覆蓋面積為其 3000 多倍，故採用此法之所需時間及人力成本均為各方式中最高者。採用挖土機等機械應可有效移除鋪地黍之地下

莖，但對環境整體之干擾亦大；化學藥劑則難針對鋪地黍單一物種進行有效之防治，對周遭環境影響更可能廣且長遠；陵水湖湖區乃候鳥重要度冬地之一，更有稀有物種金龜棲息，為免對其他生物造成干擾，本研究並不建議使用後兩種方式。

2007 年金門之「湖沼生態系統之調查與評估」報告中曾建議陵水湖可做為詳盡的湖域陸化及演替過程之研究，當時建議的研究場域乃本研究中陵水湖第 3 池，然該池中 2001~2015 年間始終無明顯變動之水生植物，自 2016 年的強降雨後已不復見。目前陵水湖中草本植物繁茂者乃第 4 池，故建議金管處可以航拍器每月監測第 4 池中各水生植物之覆蓋比例，並利用長石粉標記法量化沉積物之累積速率(厚度)；此外，亦須每月監測水位以瞭解陵水湖水生植物擴張、累積與水位之關係，進而作為濕地生態研究之重要參考資料。

表 4-5 處理鋪地黍之可行方式及其優缺點

處理方式	優點	缺點
水位控制	現行方式立即可行，省時、省力、無毒性	若湖域水體長期無流動恐影響水質
生物控制 (放養水牛)	省人力、無毒性	需有額外人力管理牛隻以免危害民眾私有土地
人工移除	無毒性，前人研究證實每月完全除草，8 個月後即可將覆蓋度有效控制 3 %	耗時、費工
機械移除	省時、省力、無毒性	可能同時移除其他非目標之植物種類，對棲地干擾較大
化學藥劑控制	省時、省力	目前未有能有效針對鋪地黍進行控制之藥劑，恐影響其他生物，毒性亦可能累積在環境中
不予處理	維持自然演替現況	陸化之時間尺度仍未知，不知何時湖域仍可能陸化、使水鳥可用棲地減少

資料來源：程建中等人(2013)

建議三：中長期可行建議—蘭湖、擎天與瓊林水庫水質改善計畫(建議成果報告提供金門縣自來水廠以供蘭湖、擎天與瓊林水庫參考)

主辦單位：金門縣自來水廠

在蘭湖水庫，總磷多隨雨水進入水體，故雨季時水質較差，若旱季即可見水質大幅改善，建議應設法降低入流水之營養濃度。擎天水庫之總磷濃度在旱季高於雨季，顯示水庫中蓄積之總磷為優養化之主因，建議可適度清除累積底泥。瓊林水庫因水位過淺，缺乏稀釋能力，導致水體優養化最嚴重，建議亦應設法降低入流水之營養濃度。

建議四：中長期可行建議—慈湖生物多樣性維護

主辦單位：金門國家公園管理處

本研究調查顯示，東側營養鹽輸入與水體交換不良為慈湖水質劣化之兩大主因，尤其在每年冬末春初之際，時可見大型藻類密布慈湖東側。由 2017~2018 年之試驗結果可知，增加防潮閘門開啟頻率可有效提升多數區域對污染之緩衝能力，但在主要氮源之 C7 測站改善成效卻相當有限。因此，本研究認為在未來慈湖之水質管理上，應由污染源削減(C7 測站上游)為主，防潮閘門操作為輔著手改善優養化問題；其成效則可由每年之大型藻類覆蓋率或底棲微藻生物量量化之。而為瞭解慈湖水質改善對生物多樣性之影響，則應每 3~5 年執行水生動物與水鳥監測，並探討其關聯性。

綜合底質與生物因子而言，防潮閘門操作改善底質厭氧程度並提升螺貝類多樣性；但對於金龜、唐水蛇等水棲爬蟲類而言，水域鹽分增加卻可能不利於其覓食。本研究認為慈湖周邊廢棄魚塭、水塘為金龜與唐水蛇等保育類動物棲息地，且本研究記錄之水鳥亦有高達 8 成棲息於此，故建議另案執行慈湖周邊廢棄魚塭之水質、水位等環境監測，及水棲爬蟲類、水鳥與其食物資源等生態調查，以瞭解棲地利用概況及劣化與否。

建議五：中長期可行建議—陵水湖生物多樣性維護

主辦單位：金門國家公園管理處

本研究調查成果顯示，陵水湖內湖區第 1~3 池與第 4 池面臨之狀況不一，而應有不

同之管理方式。前者因藻類、營養累積而水質不佳，故建議可於雨季調整水門高度以儘可能促進水體流動；後者水質較佳，但在低水位(水深 < 40 cm)下水生植物將快速擴張，故應以維持水位高於 40 cm 為首要目標。在各池之間，第 2 池為 I 級保育類金龜之主要棲地，故在久旱未雨之狀態下，應以維持此池水深為優先，以避免金龜棲地喪失；其次則為第 4 池水深，以避免水生植物生長旺盛與有機碎屑分解不易而加速濕地陸化。

另一方面，利用水生植物吸收營養亦為抑制水質優養化之生態工法之一。布袋蓮具有快速吸收氮、磷之特性，故常用於污水淨化工作(Marshall, 1997; Rommens et al. 2003)。本研究調查顯示，第 2 池放置 1 季之布袋蓮(覆蓋度 40%)具大幅吸收銨鹽及磷酸鹽之功效；且其遮蔽光線亦同時減緩藻類光合作用，使浮游藻類生物量降低。此時，第 2 池之溶氧、酸鹼值與水質較佳之第 4 池相近，可見布袋蓮之水體淨化成效。然而，根據本團隊過去相關調查顯示，浮水植物(大萍)下方之水體溶氧值多降至 $1\sim 2$ mg L^{-1} ，故布袋蓮覆蓋率過高可能致使水生動物之可利用棲地減少。由於陵水湖內湖區魚類多以耐低氧環境之吳郭魚、食蚊魚為主，故目前尚無生物缺氧而大量死亡之事件，但本研究仍建議應將布袋蓮覆蓋面積維持於 10%，以避免藻類生產量驟降使水生動物食物資源不足，進而影響水鳥覓食。

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

表附錄 1-1 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖各測站現地檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/24	C1	15:30	13.7	5.50	7.52	15.9	27.1	24.7
2016/03/24	C2	16:15	13.8	5.00	7.59	13.5	23.1	26.1
2016/03/24	C3	16:45	--	5.20	7.76	15.2	26.1	19.4
2016/03/24	C4	17:30	13.0	4.90	7.95	13.2	22.6	22.2
2016/03/24	C5	17:45	11.7	5.70	8.11	13.7	23.5	10.1
2016/03/24	C6	18:00	11.7	5.80	8.10	14.8	25.4	10.1
2016/03/24	C7	18:15	12.1	5.10	8.14	6.8	25.9	26.3
2016/03/24	C8	18:30	11.3	5.50	8.03	12.8	21.9	11.1
2016/06/28	C1	07:01	29.7	2.70	7.11	28.7	47.0	33.0
2016/06/28	C2	07:41	31.6	2.80	7.17	26.5	43.5	11.8
2016/06/28	C3	07:51	31.2	2.70	7.49	24.1	42.1	17.8
2016/06/28	C4	11:28	34.1	2.80	7.22	24.8	41.0	29.5
2016/06/28	C5	08:38	31.7	2.80	7.45	8.6	15.9	18.5
2016/06/28	C6	09:31	32.4	2.90	7.35	17.5	29.9	56.8
2016/06/28	C7	10:10	32.1	3.10	7.30	23.0	37.8	61.0
2016/06/28	C8	10:33	33.8	2.90	7.31	24.5	40.4	42.0
2016/06/27	C9	17:03	33.3	2.60	7.34	26.1	42.8	15.0
2016/06/27	C10	17:31	33.1	2.80	7.31	26.3	43.2	35.0
2016/09/22	C1	16:45	27.9	4.08	8.55	16.0	26.7	18.0
2016/09/22	C2	15:30	29.2	6.00	8.47	17.0	28.2	38.0
2016/09/22	C3	16:20	29.2	5.10	8.54	17.4	28.7	33.5
2016/09/22	C4	15:30	30.2	6.13	8.54	15.4	25.8	19.9
2016/09/22	C5	15:41	31.1	4.32	8.53	16.4	27.3	21.6
2016/09/22	C6	15:50	30.2	3.78	8.58	16.6	27.8	28.8
2016/09/22	C7	16:00	29.0	3.53	8.49	12.3	20.9	19.5
2016/09/22	C8	15:15	28.9	4.22	8.56	15.7	26.4	29.1
2016/09/22	C9	10:40	26.5	3.29	8.16	15.3	25.5	11.9
2016/09/22	C10	10:55	26.8	2.50	8.14	18.1	29.8	19.9

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/12/21	C1	11:47	20.8	5.70	8.30	26.7	41.8	5.9
2016/12/21	C2	14:16	22.0	5.59	8.32	26.9	41.9	7.7
2016/12/21	C3	14:50	22.8	6.37	8.33	26.9	41.9	12.8
2016/12/21	C4	15:46	23.3	5.46	5.08	26.7	41.6	9.6
2016/12/21	C5	16:47	23.3	5.14	8.32	20.3	32.6	16.4
2016/12/22	C6	14:10	26.3	8.23	8.53	23.0	36.3	8.0
2016/12/22	C7	15:19	25.4	5.16	8.28	26.1	40.8	14.9
2016/12/21	C8	17:49	22.0	5.05	8.29	26.4	41.2	22.8
2016/12/23	C9	07:23	17.7	5.56	7.88	25.9	40.7	10.5
2016/12/23	C10	08:00	17.7	5.67	8.02	26.0	40.9	10.4
2017/2/22	C1	14:08	19.6	5.54	8.23	28.2	43.9	15.6
2017/2/22	C2	15:44	19.5	5.90	8.19	28.2	43.9	19.4
2017/2/22	C3	16:44	19.3	4.88	8.26	26.8	41.9	19.2
2017/2/23	C4	13:27	14.9	5.80	8.39	22.3	35.7	18.1
2017/2/22	C5	17:29	19.4	6.76	9.17	1.0	2.1	42.3
2017/2/23	C6	07:55	15.2	5.99	8.13	15.3	25.4	18.8
2017/2/23	C7	10:12	15.2	5.75	7.97	21.6	34.8	26.8
2017/2/23	C8	14:35	14.8	6.53	8.21	21.5	34.6	37.8
2017/2/24	C9	08:23	11.4	6.16	8.08	27.0	43.0	73.0
2017/2/24	C10	08:18	11.5	6.91	8.13	27.1	43.0	91.0
2017/5/22	C1	10:15	28.4	6.32	8.22	31.9	48.8	12.2
2017/5/22	C2	10:34	29.2	5.97	8.24	28.2	43.7	10.5
2017/5/22	C3	10:49	31.6	7.22	8.38	28.4	43.9	17.9
2017/5/23	C4	14:50	34.0	7.86	8.66	28.3	43.6	19.3
2017/5/22	C5	11:19	31.7	6.10	8.52	4.0	7.2	29.9
2017/5/22	C6	11:36	35.7	8.90	8.43	26.6	41.4	20.2
2017/5/22	C7	11:47	36.0	6.60	8.49	21.1	33.8	29.4
2017/5/23	C8	10:01	35.5	8.70	8.49	27.2	42.2	19.2
2017/5/25	C9	07:30	24.9	4.63	8.11	29.3	45.2	17.1
2017/5/25	C10	07:35	25.6	5.15	8.11	29.3	45.3	16.0

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2017/8/22	C1	18:07	30.4	5.24	8.17	32.7	49.9	18.8
2017/8/22	C2	18:00	30.5	4.26	8.15	32.7	50.0	27.7
2017/8/22	C3	16:20	32.6	4.76	8.19	32.8	50.1	21.0
2017/8/22	C4	15:05	32	6.19	8.31	32.7	50.0	17.9
2017/8/22	C5	8:18	28.8	3.26	7.74	31.8	48.7	5.1
2017/8/22	C6	9:23	35.2	5.66	8.15	31.8	48.7	18.3
2017/8/22	C7	10:12	31.1	5.01	8.13	31.5	48.3	22.2
2017/8/22	C8	13:32	31.2	5.68	8.2	32.6	49.8	20.6
2017/8/24	C9	08:45	28.9	4.35	8.1	32.7	49.9	22.8
2017/8/24	C10	08:49	29.5	5.01	8.24	32.5	49.7	26.2
2017/11/7	C1	08:23	20.9	5.6	7.87	31.7	48.5	27.9
2017/11/7	C2	09:17	21.5	5.9	7.92	34.8	52.8	7.9
2017/11/8	C3	09:24	23	5.75	7.96	38.1	57.3	54.0
2017/11/8	C4	08:27	22.7	5.53	8.22	38.4	57.5	20.3
2017/11/7	C5	13:15	27	6.75	8.11	38.6	57.7	20.4
2017/11/7	C6	14:20	27.4	8.09	8.04	38.1	57.2	18.3
2017/11/7	C7	09:57	22.5	6.65	8.03	38.1	57.2	36.1
2017/11/7	C8	15:59	22.7	8.34	7.91	37.9	57.0	37.7
2017/11/9	C9	07:00	--	--	--	--	--	--
2017/11/9	C10	07:30	--	--	--	--	--	--
2018/1/15	C1	08:55	12.7	7.75	7.60	29.3	45.5	11.9
2018/1/15	C2	10:30	14.4	8.40	7.81	29.0	44.9	15.9
2018/1/15	C3	16:25	17.6	7.62	8.53	29.5	46.0	57.0
2018/1/15	C4	16:30	16.5	7.38	8.32	29.9	46.3	8.3
2018/1/15	C5	12:55	21.5	13.22	8.62	23.6	37.3	27.1
2018/1/15	C6	15:15	21.9	9.38	8.51	28.7	44.3	9.2
2018/1/15	C7	14:35	19.4	9.12	8.45	21.6	34.4	16.1
2018/1/15	C8	16:35	16.8	8.84	8.12	28.9	45.0	24.3
2018/1/17	C9	09:00	16.1	7.73	8.23	29.5	46.0	18.9
2018/1/17	C10	08:20	15.8	8.58	8.17	29.6	46.0	20.0

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2018/4/17	C1	10:56	21.0	9.88	8.56	33.1	50.6	3.55
2018/4/17	C2	09:50	20.6	6.70	8.08	33.4	51.0	5.50
2018/4/17	C3	09:15	19.5	8.00	8.22	33.4	50.9	5.31
2018/4/17	C4	08:30	17.9	5.37	8.08	34.3	52.2	0.00
2018/4/17	C5	14:26	29.5	10.02	8.65	34.5	52.4	27.20
2018/4/17	C6	15:00	28.7	10.44	9.41	35.1	53.1	1.41
2018/4/17	C7	15:30	25.5	8.45	8.41	33.8	51.2	21.01
2018/4/17	C8	14:25	26.1	11.94	8.80	32.3	49.4	4.25
2018/4/19	C9	07:15	20.0	4.86	8.15	33.4	51.1	4.68
2018/4/19	C10	07:30	20.4	5.49	8.27	33.6	51.3	7.40
2018/7/24	C1	08:39	32.5	4.50	8.06	34.9	52.9	11.73
2018/7/24	C2	09:02	32.8	4.46	8.07	34.8	53.0	6.71
2018/7/24	C3	09:24	32.9	3.94	7.84	34.9	53.0	15.76
2018/7/24	C4	10:06	34.7	4.84	8.05	34.9	53.1	33.62
2018/7/24	C5	14:15	39.8	7.87	8.62	32.9	50.8	18.51
2018/7/24	C6	14:44	37.8	8.86	8.99	35.2	53.6	13.51
2018/7/24	C7	15:13	36.4	7.60	8.28	34.9	53.1	38.27
2018/7/24	C8	15:44	36.3	7.86	8.65	34.7	52.8	22.15
2018/7/26	C9	08:00	31.1	3.79	8.06	35.3	53.5	9.56
2018/7/26	C10	07:45	31.0	4.66	8.23	35.0	53.1	18.21
2018/10/16	C1	09:20	23.9	5.70	8.38	33.6	51.2	11.57
2018/10/16	C2	09:57	24.3	5.01	8.24	32.6	49.8	9.36
2018/10/16	C3	10:33	24.0	4.87	8.20	33.5	51.0	16.95
2018/10/16	C4	11:15	24.1	8.28	8.14	33.9	51.6	11.67
2018/10/16	C5	12:45	26.1	9.66	8.60	23.6	37.2	16.48
2018/10/16	C6	14:25	26.2	8.49	8.28	33.4	50.9	7.70
2018/10/16	C7	15:03	26.9	5.80	8.00	31.8	48.7	14.82
2018/10/16	C8	15:54	25.3	9.18	8.46	33.4	50.9	34.63
2018/10/18	C9	09:07	21.7	5.59	8.27	33.4	51.0	18.02
2018/10/18	C10	08:20	22.9	6.35	8.00	33.3	50.9	47.20

資料來源：本研究

表附錄 1-2 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖室內檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
2016/03/24	C1	15:30	85.1	(3.9)	13.7	(0.6)	1.4	(0.7)	3.15	(0.19)	0.51	(0.18)	0.36	(0.02)	--	--
2016/03/24	C2	16:15	76.4	(3.8)	12.7	(0.0)	2.3	(1.9)	4.14	(0.58)	0.38	(0.07)	0.25	(0.02)	--	--
2016/03/24	C3	16:45	87.0	(8.9)	12.0	(0.6)	0.1	(0.0)	3.47	(0.11)	0.34	(0.00)	0.34	(0.01)	--	--
2016/03/24	C4	17:30	72.8	(5.4)	10.8	(0.5)	17.6	(3.1)	5.13	(0.06)	0.81	(0.06)	1.03	(0.08)	--	--
2016/03/24	C5	17:45	63.9	(4.6)	10.2	(0.2)	5.3	(1.6)	3.74	(0.03)	0.39	(0.00)	0.53	(0.03)	--	--
2016/03/24	C6	18:00	58.2	(5.8)	9.6	(0.4)	1.4	(0.6)	2.62	(1.10)	0.51	(0.15)	0.64	(0.02)	--	--
2016/03/24	C7	18:15	68.7	(18.4)	12.3	(1.8)	4.1	(3.2)	7.72	(0.10)	0.53	(0.10)	0.77	(0.02)	--	--
2016/03/24	C8	18:30	85.6	(7.0)	10.7	(0.0)	3.0	(1.0)	3.44	(0.15)	0.43	(0.11)	0.48	(0.03)	--	--
2016/06/28	C1	07:01	101.0	--	19.0	--	1.1	(0.1)	1.93	(0.27)	0.23	(0.03)	0.13	(0.01)	--	--
2016/06/28	C2	07:41	123.0	(7.1)	22.5	(2.1)	0.6	(0.8)	0.69	(0.03)	0.20	(0.05)	0.40	(0.01)	--	--
2016/06/28	C3	07:51	144.0	--	22.0	--	0.5	(0.7)	0.48	(0.28)	0.14	(0.08)	0.32	(0.00)	--	--
2016/06/28	C4	11:28	133.0	--	29.0	--	3.3	(1.6)	0.39	(0.10)	0.09	(0.02)	0.50	(0.01)	--	--
2016/06/28	C5	08:38	65.5	(0.7)	17.5	(2.1)	9.7	(7.2)	0.60	(0.29)	0.05	(0.04)	0.56	(0.12)	--	--
2016/06/28	C6	09:31	134.0	--	25.0	--	19.3	(1.5)	0.32	(0.15)	0.09	(0.05)	0.70	(0.28)	--	--
2016/06/28	C7	10:10	141.5	(41.7)	33.5	(21.9)	3.5	(0.1)	0.52	(0.02)	0.70	(0.12)	1.22	(0.03)	--	--
2016/06/28	C8	10:33	149.5	(40.3)	39.5	(12.0)	3.4	(0.0)	0.32	(0.05)	0.21	(0.09)	0.30	(0.02)	--	--
2016/06/27	C9	17:03	140.0	0.0	24.5	(3.5)	1.2	(1.4)	0.32	(0.00)	0.24	(0.02)	0.58	(0.02)	--	--
2016/06/27	C10	17:31	253.0	(2.8)	44.5	(9.2)	0.7	(0.9)	0.34	(0.03)	0.13	(0.01)	0.18	(0.01)	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg m ⁻³	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	
2016/09/22	C1	16:45	104.5	26.2	14.0	(1.4)	5.8	(0.1)	0.10	(0.01)	0.12	(0.09)	0.06	(0.02)	5.6	18
2016/09/22	C2	15:30	135.8	(1.6)	18.5	(0.9)	8.6	(0.8)	0.07	(0.01)	0.03	(0.05)	0.08	(0.03)	3.7	16.5
2016/09/22	C3	16:20	121.5	(3.5)	11.4	(10.4)	13.8	(6.4)	0.05	(0.00)	0.03	(0.04)	0.03	(0.00)	8.3	20
2016/09/22	C4	15:30	107.1	(4.7)	17.4	(0.1)	17.7	(10.5)	0.06	(0.01)	0.01	(0.01)	0.04	(0.00)	10.6	24.5
2016/09/22	C5	15:41	128.8	(0.5)	22.3	(3.8)	8.7	(2.4)	0.07	(0.00)	0.05	(0.01)	0.04	(0.01)	11.2	26.5
2016/09/22	C6	15:50	161.0	(2.7)	19.3	(1.6)	5.9	(3.2)	0.07	(0.01)	0.00	(0.00)	0.08	(0.00)	10.3	23
2016/09/22	C7	16:00	100.8	(3.8)	17.2	(1.3)	9.8	(8.9)	0.23	(0.05)	0.21	(0.06)	0.08	(0.01)	7.7	19
2016/09/22	C8	15:15	178.3	(10.8)	21.0	(0.4)	26.4	(9.5)	0.09	(0.02)	0.02	(0.02)	0.06	(0.01)	11.2	25.3
2016/09/22	C9	10:40	64.7	(47.2)	12.3	(3.3)	7.0	(0.0)	0.15	(0.01)	0.20	(0.18)	0.09	(0.03)	9.6	23.3
2016/09/22	C10	10:55	75.9	(33.7)	12.1	(4.4)	8.0	(3.4)	0.16	(0.04)	0.42	(0.18)	0.10	(0.01)	10.4	24.3
2016/12/21	C1	11:47	58.5	(2.1)	10.2	(0.3)	0.8	(0.4)	0.09	(0.07)	0.02	(0.02)	0.07	(0.00)	6.5	18.1
2016/12/21	C2	14:16	60.8	(1.1)	9.5	(1.3)	0.6	(0.1)	0.07	(0.01)	0.03	(0.05)	0.08	(0.00)	4.5	16.1
2016/12/21	C3	14:50	62.5	--	10.3	--	1.7	(0.8)	0.08	(0.05)	0.04	(0.00)	0.08	(0.00)	6.5	15.1
2016/12/21	C4	15:46	72.0	(12.7)	10.3	(3.5)	1.1	(0.0)	0.07	(0.06)	0.04	(0.02)	0.11	(0.00)	7.3	21.2
2016/12/21	C5	16:47	60.3	(1.8)	9.6	(0.5)	6.9	(0.4)	0.95	(0.02)	0.30	(0.05)	0.23	(0.00)	6.8	22.2
2016/12/22	C6	14:10	66.3	(0.4)	11.9	(2.5)	0.5	(0.0)	0.22	(0.04)	0.09	(0.04)	0.18	(0.00)	4.4	19.2
2016/12/22	C7	15:19	83.8	(0.4)	14.9	(2.5)	2.0	(0.4)	0.09	(0.02)	0.21	(0.02)	0.18	(0.02)	5.8	21.7
2016/12/21	C8	17:49	82.8	(10.3)	12.6	(4.5)	4.2	(1.9)	0.03	(0.01)	0.07	(0.01)	0.13	(0.01)	4.2	15.6
2016/12/23	C9	07:23	79.0	(0.7)	16.8	(0.7)	1.4	(0.4)	0.11	(0.00)	0.06	(0.01)	0.12	(0.00)	3.9	17.6
2016/12/23	C10	08:00	77.5	(0.7)	15.2	(0.9)	1.1	(0.1)	0.24	(0.06)	0.02	(0.01)	0.10	(0.01)	4.7	15.6

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg m ⁻³		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
2017/2/22	C1	14:08	79.0	(1.5)	17.2	(1.5)	0.8	(0.7)	0.37	(0.04)	0.15	(0.01)	0.10	(0.00)	7.7	22.4
2017/2/22	C2	15:44	87.0	(0.4)	19.3	(2.2)	0.3	--	0.24	(0.02)	0.17	(0.08)	0.10	(0.01)	7.4	26.4
2017/2/22	C3	16:44	83.4	(2.7)	17.2	(1.0)	N.D.	--	0.39	(0.10)	0.04	(0.03)	0.07	(0.04)	6.5	20.3
2017/2/23	C4	13:27	81.9	(2.0)	17.8	(1.9)	3.1	--	0.61	(0.04)	0.15	(0.07)	0.02	(0.00)	7.2	22.9
2017/2/22	C5	17:29	63.3	(0.2)	25.9	(0.0)	123.7	(15.7)	3.88	(0.37)	0.31	(0.07)	0.02	(0.00)	19.0	84.7
2017/2/23	C6	07:55	57.9	(1.5)	14.7	(0.3)	8.7	(0.8)	0.53	(0.02)	0.01	(0.00)	0.01	(0.00)	11.4	32.5
2017/2/23	C7	10:12	89.2	(0.2)	21.7	(0.9)	4.2	(0.7)	0.67	(0.17)	0.51	(0.09)	1.13	(0.16)	10.0	29.5
2017/2/23	C8	14:35	109.5	(5.6)	23.9	(1.6)	11.2	(1.2)	0.64	(0.38)	0.05	(0.04)	0.42	(0.02)	12.3	36.1
2017/2/24	C9	08:23	218.5	(1.2)	39.8	(0.3)	0.5	--	0.46	(0.06)	0.19	(0.08)	0.17	(0.01)	7.6	23.9
2017/2/24	C10	08:18	252.3	(1.7)	44.4	(2.0)	N.D.	--	0.51	(0.04)	0.25	(0.04)	0.20	(0.01)	4.5	18.3
2017/5/22	C1	10:15	91.0	(2.4)	14.2	(0.4)	2.0	(0.4)	0.22	(0.20)	0.06	(0.01)	0.03	(0.02)	6.7	15.0
2017/5/22	C2	10:34	82.8	(2.8)	12.4	(0.9)	2.0	(0.4)	0.12	(0.11)	0.01	(0.01)	0.09	(0.01)	6.8	16.0
2017/5/22	C3	10:49	87.2	(14.6)	13.0	(2.7)	3.8	(0.4)	0.17	(0.09)	0.05	--	0.06	(0.05)	5.4	14.0
2017/5/23	C4	14:50	83.6	(3.4)	13.3	(0.4)	13.0	(9.6)	0.24	(0.21)	0.02	(0.01)	0.24	(0.11)	7.3	17.0
2017/5/22	C5	11:19	46.9	(1.3)	14.0	(0.5)	66.1	(5.9)	0.18	(0.01)	0.16	(0.02)	0.76	(0.34)	9.3	25.5
2017/5/22	C6	11:36	99.6	(7.2)	15.1	(1.0)	7.6	(0.9)	0.20	(0.04)	0.04	(0.01)	0.24	(0.03)	10.8	36.0
2017/5/22	C7	11:47	127.1	(15.7)	20.7	(2.4)	12.7	(0.6)	0.31	(0.05)	0.60	(0.10)	2.15	(0.01)	9.5	23.5
2017/5/23	C8	10:01	70.2	(10.5)	11.9	(2.5)	5.4	(0.4)	0.20	(0.20)	0.02	(0.00)	0.30	(0.01)	6.6	14.5
2017/5/25	C9	07:30	82.6	(5.2)	12.8	(0.8)	4.6	(0.8)	0.10	(0.06)	0.04	(0.03)	0.11	(0.05)	7.0	16.5
2017/5/25	C10	07:35	81.2	(6.8)	12.2	(1.1)	6.0	(0.4)	0.05	(0.01)	0.03	--	0.09	(0.04)	6.4	14.5

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
2017/8/22	C1	1807	112.7	(0.9)	20.4	(0.4)	9.6	(2.0)	0.05	(0.03)	0.03	(0.01)	0.14	(0.02)	3.0	14.4
2017/8/22	C2	1800	90.7	(39.0)	20.9	--	3.5	(1.6)	0.04	(0.01)	0.05	(0.03)	0.13	(0.02)	4.0	15.9
2017/8/22	C3	1620	117.1	(4.4)	20.4	(0.8)	3.8	(1.1)	0.05	(0.01)	0.04	(0.00)	0.12	(0.00)	4.2	16.9
2017/8/22	C4	1505	107.3	(1.1)	19.7	(0.3)	7.9	(1.2)	0.06	(0.00)	0.02	(0.01)	0.08	(0.03)	7.5	21.8
2017/8/22	C5	818	98.3	(5.5)	20.8	(1.0)	18.4	(1.6)	0.10	(0.04)	0.14	(0.00)	0.82	(0.02)	14.2	42.7
2017/8/22	C6	923	108.6	(1.3)	21.5	(0.0)	14.9	(1.6)	0.10	(0.01)	0.09	(0.00)	0.66	(0.01)	5.7	19.3
2017/8/22	C7	1012	110.2	(0.3)	21.8	(0.1)	32.9	(0.4)	0.13	(0.01)	0.34	(0.03)	0.75	(0.03)	6.7	21.8
2017/8/22	C8	1332	116.6	(1.5)	21.5	(0.0)	19.2	(0.4)	0.12	(0.00)	0.02	(0.02)	0.17	(0.03)	3.4	16.9
2017/8/24	C9	0845	100.0	(0.8)	18.7	(0.3)	4.7	(0.0)	0.12	(0.01)	0.02	(0.02)	0.12	(0.00)	7.0	23.8
2017/8/24	C10	0849	104.9	(3.8)	19.5	(0.2)	7.3	(1.3)	0.11	(0.00)	0.04	(0.01)	0.10	(0.01)	8.5	26.8
2017/11/7	C1	0823	109.1	(2.1)	17.8	(1.8)	0.9	(0.4)	0.55	(0.01)	0.04	(0.01)	0.05	(0.01)	7.5	32.2
2017/11/7	C2	0917	97.0	(2.0)	17.2	(1.1)	1.5	(0.4)	0.26	(0.02)	0.01	(0.01)	0.11	(0.00)	5.6	29.3
2017/11/8	C3	0924	129.6	(0.9)	24.3	(1.1)	4.1	(0.4)	0.06	(0.01)	0.03	(0.02)	0.11	(0.01)	3.5	24.3
2017/11/8	C4	0827	114.0	(1.2)	20.3	(3.2)	3.5	(0.8)	0.06	(0.00)	0.04	(0.03)	0.17	(0.00)	8.9	39.2
2017/11/7	C5	1315	126.0	(0.6)	21.5	(1.4)	9.5	(0.4)	0.05	(0.01)	0.03	(0.01)	0.14	(0.01)	9.1	45.6
2017/11/7	C6	1420	107.4	(6.7)	18.3	(1.8)	2.1	(0.4)	0.07	(0.00)	0.03	(0.00)	0.14	(0.01)	10	43.2
2017/11/7	C7	0957	150.4	(0.3)	25.0	(0.0)	12.4	(0.8)	0.15	(0.00)	0.33	(0.04)	0.51	(0.02)	8	33.7
2017/11/7	C8	1559	124.2	(0.8)	18.5	(0.0)	4.4	(0.4)	0.07	(0.00)	0.06	(0.01)	0.15	(0.00)	3.7	29.8
2017/11/9	C9	0700	109.7	(8.1)	18.5	(0.7)	6.2	(1.2)	0.05	(0.02)	0.02	(0.02)	0.11	(0.01)	4.7	32.2
2017/11/9	C10	0730	121.4	(3.7)	22.3	(1.1)	8.2	(0.1)	0.04	(0.01)	0.04	(0.03)	0.11	(0.00)	5.7	38.7

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg m ⁻³		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
2018//1/15	C1	08:55	83.5	(14.8)	14.0	(2.1)	10.4	(1.3)	0.29	(0.05)	0.04	(0.01)	0.12	(0.02)	6.1	27
2018//1/15	C2	10:30	92.5	(2.1)	15.5	(3.5)	7.7	(1.1)	0.12	(0.07)	0.05	(0.03)	0.15	(0.07)	11.5	46
2018//1/15	C3	16:25	203.7	(31.6)	30.3	(2.4)	12.3	(0.3)	0.11	(0.01)	0.03	(0.00)	0.11	(0.01)	7.3	30
2018//1/15	C4	16:30	85.8	(3.9)	15.3	(1.1)	4.8	(0.3)	0.12	(0.02)	0.04	(0.01)	0.10	(0.00)	5.6	28
2018//1/15	C5	12:55	145.0	(1.4)	50.0	(4.2)	193.7	(7.6)	0.27	(0.03)	0.03	(0.01)	0.10	(0.01)	4.4	24
2018//1/15	C6	15:15	86.0	(9.2)	16.0	(1.4)	7.5	(1.2)	0.26	(0.07)	0.07	(0.02)	0.07	(0.00)	4.2	25
2018//1/15	C7	14:35	76.5	(4.2)	13.5	(1.4)	18.9	(1.2)	1.20	(0.22)	0.54	(0.12)	0.23	(0.04)	3.6	22
2018//1/15	C8	16:35	99.0	(4.9)	18.3	(0.4)	11.1	(1.1)	0.11	(0.13)	0.03	(0.01)	0.14	(0.01)	3.6	21
2018//1/17	C9	09:00	102.5	(11.3)	16.3	(3.2)	8.6	(0.1)	0.20	(0.07)	0.04	(0.00)	0.11	(0.02)	2.6	17
2018//1/17	C10	08:20	93.5	(2.1)	14.0	(2.8)	9.5	(0.4)	0.13	(0.02)	0.06	(0.01)	0.08	(0.01)	2.9	20
2018/4/17	C1	10:56	35.8	(0.1)	6.3	(0.9)	1.2	(0.0)	0.09	(0.00)	0.06	(0.01)	0.09	(0.00)	12.8	76.9
2018/4/17	C2	09:50	26.4	(1.0)	4.5	(0.4)	1.4	(0.1)	0.20	(0.08)	0.08	(0.00)	0.16	(0.01)	4.7	20.1
2018/4/17	C3	09:15	45.3	(1.8)	6.9	(1.3)	3.1	(0.2)	0.12	(0.16)	0.06	(0.02)	0.14	(0.01)	5.6	35.1
2018/4/17	C4	08:30	44.0	(4.0)	8.6	(1.7)	1.1	(0.4)	0.06	(0.01)	0.07	(0.00)	0.30	(0.02)	3.6	18.1
2018/4/17	C5	14:26	99.4	(6.5)	16.4	(1.7)	5.0	(1.2)	0.10	(0.08)	0.08	(0.03)	0.24	(0.01)	3.4	18.1
2018/4/17	C6	15:00	32.0	(0.6)	6.4	(0.7)	0.6	(0.1)	0.17	(0.02)	0.12	(0.00)	0.22	(0.00)	3.4	18.1
2018/4/17	C7	15:30	94.6	(6.5)	18.2	(0.8)	8.8	(0.3)	0.10	(0.03)	0.44	(0.04)	0.50	(0.10)	3.6	21.1
2018/4/17	C8	14:25	47.2	(4.9)	11.6	(1.9)	5.0	(0.7)	0.05	(0.02)	0.07	(0.04)	0.23	(0.01)	3.9	21.1
2018/4/19	C9	07:15	41.4	(1.8)	7.7	(0.0)	1.5	(0.7)	0.08	(0.01)	0.03	(0.01)	0.13	(0.00)	13.2	63
2018/4/19	C10	07:30	51.3	(0.1)	9.1	(0.1)	2.5	(0.0)	0.07	(0.04)	0.07	(0.02)	0.15	(0.01)	14.1	67.9

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		生化需氧量	化學需氧量
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹
2018/7/24	C1	08:39	278.4	(5.1)	61.4	(24.5)	3.6	(3.1)	0.2	(0.00)	0.1	(0.01)	0.1	(0.00)	5.5	30.9
2018/7/24	C2	09:02	267.5	(7.8)	39.0	(0.8)	3.559	(3.128)	0.197	(0.013)	0.140	(0.172)	0.164	(0.0)	8.4	81.6
2018/7/24	C3	09:24	267.5	(9.2)	40.6	(2.1)	1.3	(0.1)	0.21	(0.01)	0.22	(0.03)	0.30	(0.00)	5.6	49
2018/7/24	C4	10:06	281.5	(20.5)	44.2	(0.7)	9.8	(2.4)	0.17	(0.14)	0.21	(0.01)	0.17	(0.02)	4.8	44
2018/7/24	C5	14:15	254.5	(0.7)	42.2	(2.8)	22.8	(3.2)	0.12	(0.03)	0.07	(0.03)	0.35	(0.01)	4	35.9
2018/7/24	C6	14:44	253.3	(7.6)	35.1	(6.4)	3.5	(0.1)	0.14	(0.01)	0.12	(0.03)	0.67	(0.02)	2.6	24.4
2018/7/24	C7	15:13	311.5	(21.9)	43.7	(0.6)	13.1	(0.8)	0.19	(0.13)	0.14	(0.00)	0.70	(0.19)	2.4	28.9
2018/7/24	C8	15:44	148.0	(14.8)	22.4	(1.5)	12.8	(1.2)	0.04	(0.04)	0.04	(0.01)	0.38	(0.02)	2	15.9
2018/7/26	C9	08:00	123.5	(8.5)	19.4	(0.4)	1.7	(0.0)	0.03	(0.01)	0.11	(0.01)	0.34	(0.01)	3.8	24.4
2018/7/26	C10	07:45	144.8	(6.7)	21.4	(0.5)	6.6	(0.4)	0.07	(0.02)	0.02	(0.01)	0.19	(0.00)	4	30.9
2018/10/16	C1	09:20	103.5	(0.7)	18.5	(0.0)	7.5	0.0	0.30	(0.03)	0.09	(0.00)	0.19	(0.01)	5.2	18.8
2018/10/16	C2	09:57	96.3	(1.1)	19.0	(2.8)	1.7	(0.1)	0.13	(0.02)	0.14	(0.01)	0.30	(0.04)	6.5	20.8
2018/10/16	C3	10:33	109.8	(1.1)	22.3	(0.4)	2.3	(0.8)	0.16	(0.03)	0.12	(0.01)	0.33	(0.01)	4.3	21.3
2018/10/16	C4	11:15	98.5	(2.8)	19.5	(0.0)	3.5	(0.0)	0.06	(0.02)	0.19	(0.01)	0.29	(0.03)	5	26.3
2018/10/16	C5	12:45	75.8	(5.3)	18.5	(2.8)	27.4	(1.1)	0.10	(0.01)	0.28	(0.03)	0.34	(0.01)	8.6	38.2
2018/10/16	C6	14:25	104.5	(1.4)	23.0	(1.4)	1.2	(0.1)	0.14	(0.00)	0.32	(0.01)	0.35	(0.01)	11	40.7
2018/10/16	C7	15:03	103.0	(1.4)	21.3	(0.4)	1.8	(0.7)	0.17	(0.02)	0.73	(0.06)	0.68	(0.15)	9.6	42.7
2018/10/16	C8	15:54	129.8	(9.5)	24.8	(2.5)	12.3	(1.3)	0.10	(0.01)	0.11	(0.01)	0.34	(0.02)	10	40.2
2018/10/18	C9	09:07	119.0	(12.0)	23.3	(1.8)	14.0	(0.4)	0.06	(0.00)	0.15	(0.03)	0.27	(0.03)	5.2	27.3
2018/10/18	C10	08:20	156.0	(2.8)	28.0	(0.7)	17.7	(0.8)	0.07	(0.01)	0.11	(0.02)	0.28	(0.02)	9.3	36.2

資料來源：本研究

註：括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。

表附錄 1-3 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖現場檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/30	L1	13:01	21.4	4.20	8.87	7.0	12.9	5.8
2016/03/30	L2	13:13	22.8	4.30	9.06	7.2	13.5	10.0
2016/03/30	L3	14:15	20.7	3.60	8.89	0.3	0.6	6.8
2016/03/30	L4	17:30	19.4	3.50	8.07	0.5	1.0	0.4
2016/03/30	L5	15:25	20.2	3.90	9.67	0.2	0.4	4.3
2016/03/30	L6	15:40	19.8	3.10	8.45	0.6	1.1	0.0
2016/03/30	L7	16:05	21.6	5.30	9.96	0.2	0.4	13.8
2016/03/30	L8	16:35	23.0	3.90	9.71	0.2	0.4	12.7
2016/03/30	L9	17:09	23.9	5.00	10.21	0.2	0.4	24.4
2016/06/28	L1	17:24	35.0	3.00	7.39	24.5	40.2	7.1
2016/06/28	L2	17:27	36.0	3.10	7.38	26.1	43.4	8.0
2016/06/28	L3	18:15	35.3	3.00	8.06	0.3	0.6	13.2
2016/06/28	L4	17:44	33.9	2.90	8.04	0.4	0.8	3.8
2016/06/28	L5	18:30	33.7	2.90	8.07	0.3	0.6	7.6
2016/06/28	L6	18:33	33.7	2.70	8.01	0.4	0.8	1.6
2016/06/28	L7	17:38	34.2	3.40	8.35	0.2	0.5	20.7
2016/06/28	L8	17:33	34.5	3.50	8.44	0.2	0.5	35.0
2016/06/28	L9	17:30	33.7	3.10	8.27	0.2	0.4	25.1
2016/10/27	L1	17:40	31.7	6.19	8.17	11.6	19.8	12.6
2016/10/27	L2	17:42	32.2	7.00	8.22	10.9	18.9	14.6
2016/10/27	L3	17:52	30.4	3.83	8.09	0.3	0.7	13.3
2016/10/27	L4	17:54	30.3	4.00	8.04	0.4	1.0	8.4
2016/10/27	L5	18:12	29.4	3.54	8.04	0.3	0.7	14.9
2016/10/27	L6	18:05	29.2	5.25	8.00	0.4	0.9	8.5
2016/10/27	L7	17:23	30.3	5.92	9.14	0.1	0.5	24.3
2016/10/27	L8	17:24	29.6	8.93	9.22	0.2	0.5	18.2
2016/10/27	L9	17:22	30.1	7.98	8.95	0.2	0.5	33.2

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/12/22	L1	08:30	21.3	4.70	8.36	20.1	32.2	6.3
2016/12/22	L2	08:24	21.2	5.05	8.33	15.6	25.6	5.4
2016/12/22	L3	08:37	21.2	5.10	8.27	0.3	0.8	19.9
2016/12/22	L4	08:33	20.7	4.89	8.18	0.4	1.0	5.9
2016/12/22	L5	08:46	21.0	4.38	8.08	0.3	0.7	22.5
2016/12/22	L6	08:42	21.1	5.15	8.07	0.4	1.0	7.5
2016/12/22	L7	07:35	21.3	5.82	8.71	0.2	0.5	18.9
2016/12/22	L8	07:42	21.1	5.24	8.48	0.2	0.5	36.5
2016/12/22	L9	07:40	21.1	5.98	9.27	0.2	0.5	33.7
2017/3/21	L3	10:15	20.1	7.79	8.81	0.4	1.0	31.8
2017/3/21	L4	10:24	20.6	6.53	8.31	0.5	1.2	8.4
2017/3/21	L5	10:28	20.2	3.32	7.87	0.3	0.8	20.4
2017/3/21	L7	09:35	19.9	6.01	8.84	0.3	0.7	20.8
2017/3/21	L8	09:30	19.8	4.92	7.94	0.3	0.7	36.5
2017/3/21	L9	09:26	20.5	8.71	9.56	0.2	0.6	44.1
2017/5/24	L3	15:08	29.2	7.91	9.57	0.5	1.0	22.0
2017/5/24	L4	15:09	29.0	5.21	8.35	0.6	1.3	13.4
2017/5/24	L5	15:06	30.0	7.73	9.74	0.0	0.2	35.4
2017/5/24	L7	15:02	29.1	9.5	11	0.3	0.7	62.0
2017/5/24	L8	14:55	29.4	8.73	10.02	0.2	0.7	45.3
2017/5/24	L9	14:50	29.8	6.96	9.91	0.2	0.6	17.8
2017/8/21	L3	18:26	33.4	7.48	9.06	0.5	1.0	21.8
2017/8/21	L4	18:40	33.4	6.92	8.53	0.6	1.2	11.4
2017/8/21	L5	18:01	33.3	7.44	8.61	0.4	0.9	21.8
2017/8/21	L7	17:59	33.7	9.28	9.83	0.2	0.6	34.7
2017/8/21	L8	18:14	33.2	6.61	9.86	0.2	0.6	31.9
2017/8/21	L9	18:19	33.6	6.4	9.96	0.2	0.6	38.5
2017/11/7	L3	16:20	24.9	10.2	9.61	0.5	1.1	37.6
2017/11/7	L4	16:22	24.5	9.3	8.32	0.7	1.5	29.6
2017/11/7	L5	16:27	24.8	11.7	8.76	0.8	1.6	26.2
2017/11/7	L7	16:30	24.8	9.5	8.47	0.9	1.8	15.9
2017/11/7	L8	16:12	24.3	9.4	8.26	0.5	1.0	63.0
2017/11/7	L9	15:58	24.3	12.4	8.81	0.4	0.8	51.0

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2018/1/16	L3	08:10	14.5	9.2	9.14	0.8	1.7	44.6
2018/1/16	L4	08:14	15.0	7.5	8.53	0.9	1.9	9.5
2018/1/16	L5	08:00	14.5	12.3	9.35	0.8	1.6	30.0
2018/1/16	L7	07:38	15.1	8.3	8.55	0.5	1.2	13.9
2018/1/16	L8	08:29	14.5	6.8	8.33	0.4	1.0	44.2
2018/1/16	L9	08:25	14.3	8.7	8.62	0.4	0.9	40.0
2018/4/16	L3	16:37	20.1	8.72	9.21	1.4	2.7	25.3
2018/4/16	L4	16:40	21.1	12.82	9.75	1.3	2.5	25.5
2018/4/16	L5	16:50	20.0	11.01	9.86	1.1	2.3	44.0
2018/4/16	L7	16:35	20.3	11.79	10.74	0.7	1.4	135.0
2018/4/16	L8	16:32	20.7	6.23	9.73	0.6	1.3	80.0
2018/4/16	L9	16:30	20.2	10.69	10.07	0.4	0.9	44.24
2018/7/23	L3	17:09	32.9	9.78	9.39	0.5	1.0	21.1
2018/7/23	L4	17:15	33.5	7.84	8.13	0.6	1.4	4.7
2018/7/23	L5	17:12	31.7	6.14	6.49	0.4	1.0	7.8
2018/7/23	L7	17:02	32.7	12.39	9.52	0.2	0.6	31.6
2018/7/23	L8	16:59	32.5	11.38	9.22	0.2	0.6	25.0
2018/7/23	L9	16:56	32.5	10.48	9.63	0.2	0.6	18.2
2018/10/15	L3	16:10	24.8	8.52	9.83	0.7	1.4	25.6
2018/10/15	L4	16:08	25.2	7.60	8.97	0.8	1.7	8.3
2018/10/15	L5	16:18	24.9	6.30	7.88	0.5	1.1	8.3
2018/10/15	L7	16:16	24.8	10.07	9.90	0.4	0.9	89.0
2018/10/15	L8	16:00	25	4.19	8.07	0.5	1.1	41.5
2018/10/15	L9	15:57	25.5	9.92	10.21	0.3	0.7	30.0

資料來源：本研究

表附錄 1-4 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖室內檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽	
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()
2016/03/30	L1	13:01	21.8	(6.2)	4.5	(0.6)	10.9	(1.8)	1.71	(0.03)	0.03	(1.70)	0.00	--
2016/03/30	L2	13:13	53.2	(14.7)	8.5	(2.2)	14.6	(4.4)	0.73	(0.33)	0.01	--	0.01	(0.00)
2016/03/30	L3	14:15	8.7	(8.5)	7.9	(0.4)	49.4	(12.5)	0.09	(0.03)	N.D.	--	0.01	(0.01)
2016/03/30	L4	17:30	7.3	(2.8)	3.5	(0.2)	5.1	(2.0)	0.73	(0.01)	0.08	--	0.01	(0.01)
2016/03/30	L5	15:25	14.2	(5.4)	11.9	(0.6)	74.4	(0.3)	0.07	(0.01)	N.D.	--	0.00	(0.00)
2016/03/30	L6	15:40	30.3	(24.9)	6.1	(3.3)	5.9	(1.4)	0.09	(0.01)	N.D.	--	0.00	--
2016/03/30	L7	16:05	33.4	(9.5)	18.5	(0.1)	140.8	(3.3)	0.09	(0.01)	0.01	--	0.01	--
2016/03/30	L8	16:35	27.5	(15.4)	22.5	(0.9)	87.7	(11.1)	2.64	(0.00)	N.D.	--	0.01	--
2016/03/30	L9	17:09	49.8	(10.4)	26.8	(3.6)	103.8	(67.8)	1.91	(0.02)	0.08	--	0.01	(0.00)
2016/06/28	L1	17:24	125.5	(9.2)	19.0	(7.1)	9.7	(2.4)	0.44	(0.05)	0.24	(0.04)	0.03	(0.01)
2016/06/28	L2	17:27	141.0	(4.2)	23.5	(0.7)	2.8	(0.9)	0.39	(0.10)	0.15	(0.03)	0.03	(0.01)
2016/06/28	L3	18:15	18.5	(0.7)	16.0	(0.00)	1.7	(2.4)	0.41	(0.08)	N.D.	--	0.03	(0.02)
2016/06/28	L4	17:44	12.0	(1.4)	11.5	(0.7)	37.1	(30.2)	0.48	(0.03)	N.D.	--	0.05	(0.01)
2016/06/28	L5	18:30	18.5	(3.5)	16.5	(0.7)	8.3	(4.1)	0.42	(0.00)	N.D.	--	0.05	(0.01)
2016/06/28	L6	18:33	104.7	(11.0)	26.6	(11.0)	8.2	(7.5)	0.49	(0.05)	0.07	(0.04)	0.05	(0.01)
2016/06/28	L7	17:38	99.7	(124.2)	25.3	(24.3)	11.0	(11.6)	0.48	(0.17)	0.04	(0.01)	0.05	(0.01)
2016/06/28	L8	17:33	84.0	(83.4)	35.5	(21.9)	13.6	0.0	0.37	(0.03)	N.D.	--	0.03	(0.01)
2016/06/28	L9	17:30	25.5	(7.8)	18.0	(7.1)	26.7	(20.4)	0.37	(0.02)	0.01	--	0.05	(0.00)

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽	
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()
2016/10/27	L1	17:40	76.3	(0.6)	14.2	(0.6)	0.7	(2.4)	0.48	(0.03)	N.D.	--	0.01	(0.00)
2016/10/27	L2	17:42	72.8	(1.6)	15.1	(0.5)	4.5	(0.1)	0.25	(0.02)	0.05	(0.02)	0.01	(0.00)
2016/10/27	L3	17:52	19.8	(2.0)	11.6	(0.3)	30.9	(2.4)	0.12	(0.02)	0.10	(0.00)	0.01	(0.02)
2016/10/27	L4	17:54	15.4	(2.5)	10.2	(1.9)	6.4	(5.6)	0.10	(0.01)	0.12	(0.10)	0.01	(0.01)
2016/10/27	L5	18:12	16.2	(0.1)	13.4	(0.6)	25.8	(23.8)	0.08	(0.01)	0.13	(0.00)	0.01	(0.00)
2016/10/27	L6	18:05	8.6	(1.7)	5.0	(1.5)	14.6	(4.8)	0.09	(0.00)	0.11	(0.02)	0.01	(0.00)
2016/10/27	L7	17:23	17.7	(0.2)	14.5	(0.3)	38.5	(32.6)	0.09	(0.01)	0.05	(0.04)	0.01	(0.02)
2016/10/27	L8	17:24	24.2	(2.4)	19.5	(0.4)	43.2	(18.5)	0.11	(0.02)	0.12	(0.05)	0.01	(0.00)
2016/10/27	L9	17:22	29.5	(1.5)	24.7	(0.2)	20.2	(1.7)	0.13	(0.01)	0.03	(0.02)	0.02	(0.01)
2016/12/22	L1	08:30	49.5	(0.7)	8.0	(1.2)	1.7	0.0	0.77	(0.06)	0.36	(0.05)	0.11	0.00
2016/12/22	L2	08:24	37.8	(1.1)	5.1	(2.3)	1.7	0.0	0.57	(0.02)	0.18	(0.01)	0.05	0.00
2016/12/22	L3	08:37	26.7	(4.7)	15.3	0.0	63.0	(1.5)	0.13	0.00	0.05	(0.01)	0.05	0.00
2016/12/22	L4	08:33	7.0	(0.7)	5.2	(0.8)	5.2	(2.1)	0.19	(0.05)	0.04	0.00	0.04	0.00
2016/12/22	L5	08:46	29.6	(1.8)	21.6	(1.5)	94.4	(13.7)	0.31	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
2016/12/22	L6	08:42	5.8	(0.4)	4.1	(1.1)	9.8	(1.6)	0.11	(0.08)	0.04	(0.01)	0.04	0.00
2016/12/22	L7	07:35	22.3	(0.4)	15.9	(0.6)	45.2	(4.6)	0.12	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00
2016/12/22	L8	07:42	46.5	(3.5)	31.0	(12.3)	64.6	(12.2)	0.08	(0.01)	0.05	0.00	0.06	(0.01)
2016/12/22	L9	07:40	37.1	(2.0)	18.5	(27.5)	123.9	--	0.42	0.00	0.04	0.00	0.06	(0.01)

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽	
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()
2017/3/21	L3	10:15	35.7	(0.1)	23.0	(0.2)	125.5	(3.1)	0.11	(0.01)	0.06	(0.01)	0.06	0.00
2017/3/21	L4	10:24	18.4	(0.1)	11.5	(0.4)	23.3	(9.7)	0.15	(0.02)	0.06	(0.02)	0.06	(0.01)
2017/3/21	L5	10:28	38.3	(5.8)	25.7	(0.9)	127.9	(4.6)	0.13	(0.04)	0.25	(0.02)	0.27	(0.01)
2017/3/21	L7	09:35	58.3	(1.7)	33.1	(0.9)	54.4	(5.9)	0.14	(0.02)	0.07	0.00	0.12	(0.01)
2017/3/21	L8	09:30	51.4	(6.5)	36.3	(2.7)	117.6	(3.3)	0.11	(0.05)	0.06	0.00	0.11	(0.05)
2017/3/21	L9	09:26	87.2	(9.3)	56.6	(2.7)	199.7	(7.4)	0.15	(0.07)	0.10	(0.01)	0.20	(0.03)
2017/5/24	L3	15:08	32.4	(0.9)	21.3	(0.2)	62.2	(6.0)	0.27	(0.01)	0.08	(0.01)	0.32	(0.30)
2017/5/24	L4	15:09	17.0	(3.2)	11.6	(1.8)	35.7	(0.8)	0.06	(0.01)	0.02	(0.00)	0.14	(0.01)
2017/5/24	L5	15:06	96.8	(1.4)	69.2	(1.9)	125.7	(16.6)	--	--	--	--	--	--
2017/5/24	L7	15:02	165.5	(14.4)	135.0	(17.8)	137.5	(16.7)	0.13	(0.01)	0.04	(0.03)	0.09	(0.00)
2017/5/24	L8	14:55	133.5	(6.6)	96.9	(4.8)	182.5	(15.6)	0.17	(0.04)	0.08	(0.09)	0.07	(0.04)
2017/5/24	L9	14:50	19.6	(0.0)	12.5	(0.3)	52.5	(0.7)	0.05	(0.01)	0.07	(0.09)	0.03	(0.01)
2017/8/21	L3	18:26	32.8	(2.9)	23.9	(2.2)	74.5	(4.6)	0.07	(0.04)	0.02	(0.00)	0.11	(0.01)
2017/8/21	L4	18:40	19.0	(0.1)	14.9	(0.8)	25.5	0.0	0.04	(0.00)	0.02	(0.00)	0.09	(0.00)
2017/8/21	L5	18:01	25.3	(1.4)	21.3	(0.9)	96.8	(1.5)	0.04	(0.00)	0.01	(0.01)	0.08	(0.01)
2017/8/21	L7	17:59	41.7	(0.3)	36.6	(0.8)	121.3	(9.8)	0.14	(0.13)	0.03	(0.01)	0.16	(0.00)
2017/8/21	L8	18:14	35.0	(0.8)	31.4	(1.3)	156.3	(4.6)	0.05	(0.00)	0.02	(0.01)	0.16	(0.01)
2017/8/21	L9	18:19	34.6	(0.5)	32.1	(0.6)	161.5	(1.4)	0.04	(0.00)	0.04	(0.02)	0.15	(0.00)

附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽	
			mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg m ⁻³		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹		mg L ⁻¹	
2017/11/7	L3	16:20	21.5	(7.1)	14.0	(11.3)	87.6	(7.7)	0.05	(0.00)	0.06	(0.03)	0.04	(0.00)
2017/11/7	L4	16:22	5.7	(0.8)	2.0	--	30.3	(0.2)	0.05	(0.00)	0.06	(0.00)	0.02	(0.00)
2017/11/7	L5	16:27	109.3	(0.3)	55.0	(4.2)	179.4	(17.3)	0.05	(0.00)	0.03	(0.00)	0.04	(0.00)
2017/11/7	L7	16:30	60.5	(2.1)	43.0	(1.4)	138.4	(3.1)	0.08	(0.03)	0.05	(0.02)	0.05	(0.00)
2017/11/7	L8	16:12	88.5	(0.8)	70.0	0.0	352.6	(7.9)	0.04	(0.00)	0.07	(0.04)	0.04	(0.00)
2017/11/7	L9	15:58	100.6	(4.5)	75.0	(7.1)	156.5	(8.2)	0.07	(0.00)	0.07	(0.01)	0.08	(0.01)
2018/1/16	L3	08:10	62.0	(2.83)	33.0	(9.90)	258.4	(15.86)	0.10	(0.00)	0.05	(0.01)	0.14	(0.01)
2018/1/16	L4	08:14	17.0	(1.41)	2.0	(2.83)	21.6	(1.69)	0.13	(0.04)	0.05	(0.01)	0.06	(0.03)
2018/1/16	L5	08:00	66.0	(0.00)	41.0	(4.24)	325.5	(5.04)	0.11	(0.00)	0.04	(0.00)	0.32	(0.01)
2018/1/16	L7	07:38	20	(2.83)	5.5	(3.54)	40.3	(2.29)	0.34	(0.04)	0.05	(0.00)	0.08	(0.01)
2018/1/16	L8	08:29	84.0	(5.66)	46.0	(2.83)	418.9	(3.57)	1.73	(0.15)	0.29	(0.04)	0.06	(0.01)
2018/1/16	L9	08:25	64.0	(5.66)	33.0	(1.41)	286.1	(41.54)	1.36	(0.05)	0.09	(0.02)	0.15	(0.00)
2018/4/16	L3	16:37	87.5	(17.68)	65.0	(28.28)	70.3	(24.05)	0.34	(0.04)	0.07	(0.00)	0.17	(0.01)
2018/4/16	L4	16:40	53.0	(4.24)	22.0	(31.11)	67.9	(3.35)	0.30	(0.04)	0.10	(0.01)	0.45	(0.04)
2018/4/16	L5	16:50	78.0	(11.31)	71.0	(4.24)	232.4	(2.90)	0.22	(0.02)	0.07	(0.00)	0.30	(0.02)
2018/4/16	L7	16:35	330.0	(98.99)	316.2	(316.57)	468.4	(90.59)	0.52	(0.01)	0.03	(0.00)	0.07	(0.01)
2018/4/16	L8	16:32	220.0	(28.28)	130.0	(42.43)	393.5	(33.52)	0.48	(0.10)	0.02	(0.00)	0.42	(0.04)
2018/4/16	L9	16:30	48	0.00	37	(18.38)	216.677	(33.61)	0.18	(0.00)	0.05	(0.01)	0.10	(0.00)

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	測站	檢測時間	懸浮固體		有機質		葉綠素 <i>a</i>		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽	
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()
2018/7/23	L3	17:09	52.46	(10.28)	24.43	--	72.672	0.00	0.17	(0.02)	0.04	(0.00)	0.01	(0.01)
2018/7/23	L4	17:15	49.02	(16.0)	14.93	(0.0)	15.877	(1.561)	0.17	(0.050)	0.05	(0.021)	0.02	(0.0)
2018/7/23	L5	17:12	55.77	(15.1)	18.61	(1.8)	96.662	(4.919)	0.17	(0.015)	0.18	(0.010)	0.03	(0.0)
2018/7/23	L7	17:02	125.38	(43.08)	51.62	(6.74)	230.22	(36.30)	0.58	(0.03)	0.05	0.00	0.10	(0.01)
2018/7/23	L8	16:59	54.43	(18.45)	31.00	(3.10)	225.9	(8.93)	0.14	(0.03)	0.05	(0.01)	0.03	(0.01)
2018/7/23	L9	16:56	47.79	(8.40)	27.23	(0.21)	93.3	(19.20)	0.10	(0.00)	0.03	(0.01)	0.02	(0.00)
2018/10/15	L3	16:10	36.00	0.00	25.00	(1.41)	87.761	(17.54)	0.16	(0.03)	0.05	(0.02)	0.04	(0.00)
2018/10/15	L4	16:08	19.00	(1.41)	10.00	0.00	18.498	(0.218)	0.18	(0.00)	0.06	(0.04)	0.04	(0.01)
2018/10/15	L5	16:18	15.50	(2.12)	10.00	0.00	34.717	(3.961)	0.15	(0.00)	0.02	0.00	0.03	(0.00)
2018/10/15	L7	16:16	130.00	(14.14)	80.00	(14.14)	434.42	(16.76)	0.30	(0.14)	0.11	(0.01)	0.09	(0.01)
2018/10/15	L8	16:00	73.00	(4.24)	36.00	0.00	258.3	(6.50)	0.32	(0.01)	2.34	(0.01)	0.05	(0.00)
2018/10/15	L9	15:57	82.50	(17.68)	57.50	(17.68)	179.9	(12.00)	0.15	(0.01)	0.08	(0.00)	0.05	(0.01)

資料來源：本研究

註：括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。

表附錄 1-5 2016 年 3~12 月蘭湖水庫(Lan)現地檢測水質

檢測日期	時間	測站	水溫 °C	酸鹼值	鹽度	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/23	16:40	Lan-SN	14.9	8.23	0.2	4.7	0.38	9.2
2016/03/23	16:25	Lan-SC	15.1	8.20	0.2	4.9	0.38	10.0
2016/03/23	16:10	Lan-SS	15.0	8.21	0.1	4.7	0.30	21.4
2016/03/23	16:40	Lan-BN	--	8.12	0.2	3.8	0.42	5.0
2016/03/23	16:25	Lan-BC	--	8.22	0.2	5.2	0.38	13.2
2016/03/23	16:10	Lan-BS	--	8.67	0.2	4.7	0.41	9.5
2016/06/27	10:20	Lan-SN	32.3	6.60	0.2	3.3	0.33	2.5
2016/06/27	10:15	Lan-SC	32.1	8.38	0.2	4.0	0.33	2.3
2016/06/27	10:05	Lan-SS	32.1	6.81	0.2	3.2	0.33	2.5
2016/06/27	10:20	Lan-BN	--	8.13	0.2	2.9	0.44	--
2016/06/27	10:15	Lan-BC	--	6.61	0.2	3.1	0.43	--
2016/06/27	10:05	Lan-BS	--	6.50	0.2	3.0	0.43	--
2016/09/23	07:53	Lan-SN	26.6	8.43	0.1	7.6	0.39	6.7
2016/09/23	07:59	Lan-SC	26.6	8.55	0.1	7.4	0.35	6.0
2016/09/23	07:31	Lan-SS	26.5	8.67	0.1	7.6	0.36	5.5
2016/09/23	07:53	Lan-BN	--	7.30	0.1	0.6	0.37	41.4
2016/09/23	07:59	Lan-BC	--	7.12	0.1	0.2	0.43	35.4
2016/09/23	07:31	Lan-BS	--	7.23	0.1	0.6	0.42	32.7
2016/12/19	13:34	Lan-SN	19.0	8.66	0.1	8.71	0.381	5.25
2016/12/19	13:42	Lan-SC	19.3	8.73	0.1	8.24	0.38	4.88
2016/12/19	13:53	Lan-SS	19.1	8.81	0.1	7.68	0.382	4.66
2016/12/19	13:36	Lan-BN	18.0	8.07	0.1	6.49	0.384	11.86
2016/12/19	13:43	Lan-BC	18.4	7.93	0.1	5.46	0.383	5.01
2016/12/19	13:54	Lan-BS	19.3	8.83	0.1	7.63	0.381	11.68

資料來源：本研究

註：測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。N.D.表示濃度低於偵測下限。

表附錄 1-6 2016 年 3~12 月蘭湖水庫(Lan)之室內檢測水質

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/03/23	16:40	Lan-SN	12.5	(3.3)	4.6	(0.30)	1.74	(0.05)	N.D	--	0.03	--	0.03	(0.00)	18.1	(8.3)	78.00	(7.07)	59.14
2016/03/23	16:25	Lan-SC	10.0	(6.1)	5.4	(0.45)	1.97	(0.10)	0.02	--	0.03	(0.01)	0.03	(0.01)	14.5	(8.3)	58.50	(6.36)	58.80
2016/03/23	16:10	Lan-SS	26.3	(17.5)	7.3	(1.08)	3.39	(0.53)	0.19	(0.04)	0.39	(0.32)	0.03	(0.02)	19.8	(12.5)	42.00	(2.83)	62.19
2016/03/23	16:40	Lan-BN	4.0	(0.5)	3.9	(0.7)	0.71	(0.03)	0.38	(0.02)	0.05	(0.03)	0.11	(0.06)	5.7	(1.6)	--	--	--
2016/03/23	16:25	Lan-BC	12.4	(1.3)	5.3	(0.85)	1.85	(1.11)	0.53	--	0.03	(0.04)	0.03	(0.00)	33.2	(14.9)	--	--	--
2016/03/23	16:10	Lan-BS	36.1	(43.9)	10.4	(8.16)	0.79	(0.02)	0.12	(0.05)	0.01	(0.01)	0.05	(0.02)	17.6	(5.7)	--	--	--
2016/06/27	10:20	Lan-SN	--	--	8.0	(2.83)	0.43	(0.05)	0.65	(0.11)	0.13	(0.15)	0.0026	(0.00)	5.2	(2.3)	75.00	(7.07)	46.26
2016/06/27	10:15	Lan-SC	--	--	12.0	(7.07)	0.39	(0.00)	N.D	--	0.02	(0.02)	N.D.	--	6.3	(2.4)	82.00	(7.07)	37.16
2016/06/27	10:05	Lan-SS	--	--	4.0	(1.41)	0.41	(0.03)	0.07	(0.01)	0.03	(0.00)	N.D.	--	3.4	(0.2)	81.00	(5.66)	35.21
2016/06/27	10:20	Lan-BN	18.5	(0.7)	9.0	(2.83)	0.36	(0.05)	1.22	(0.13)	0.28	(0.03)	N.D.	--	1.2	(0.0)	--	--	--
2016/06/27	10:15	Lan-BC	--	--	7.0	(2.83)	0.41	(0.03)	0.67	(0.03)	0.19	(0.05)	0.0001	(0.00)	1.8	(0.8)	--	--	--
2016/06/27	10:05	Lan-BS	13.5	(0.7)	8.5	(2.12)	0.28	(0.10)	1.20	(0.12)	0.24	(0.02)	0.0006	(0.00)	4.5	(0.1)	--	--	--
2016/09/23	07:53	Lan-SN	9.5	(2.0)	6.8	(0.02)	0.09	(0.02)	N.D	--	0.01	(0.00)	0.35	(0.14)	39.8	(11.2)	66.00	(4.24)	73.73
2016/09/23	07:59	Lan-SC	8.9	(1.0)	6.4	(0.86)	0.04	(0.03)	N.D	--	0.02	(0.03)	0.33	(0.10)	60.9	(25.0)	66.50	(3.54)	74.87
2016/09/23	07:31	Lan-SS	9.0	(1.8)	6.2	(0.74)	0.11	(0.01)	0.03	(0.04)	0.02	(0.01)	0.30	(0.05)	23.3	(16.9)	77.00	(4.24)	70.52
2016/09/23	07:53	Lan-BN	51.3	(2.8)	11.9	(1.02)	0.75	(0.00)	0.05	(0.01)	0.01	(0.00)	0.30	(0.24)	39.4	(25.5)	--	--	--
2016/09/23	07:59	Lan-BC	19.0	(2.6)	6.6	(0.05)	0.07	(0.02)	2.21	(0.16)	0.21	(0.00)	0.28	(0.05)	11.7	(5.9)	--	--	--
2016/09/23	07:31	Lan-BS	20.5	(0.5)	7.5	(0.54)	0.08	(0.00)	3.19	(0.10)	0.25	(0.00)	0.25	(0.12)	12.7	(1.3)	--	--	--

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/12/19	13:34	Lan-SN	3.50	(0.71)	2.47	(19.12)	1.47	(0.09)	0.02	(0.01)	0.04	(0.00)	0.06	(0.02)	20.04	(2.04)	122.5	(2.12)	60.13
2016/12/19	13:42	Lan-SC	5.75	(0.35)	3.09	(1.42)	1.38	(0.12)	0.03	(0.01)	0.13	(0.01)	0.07	(0.02)	18.34	(1.20)	115.5	(6.36)	61.13
2016/12/19	13:53	Lan-SS	4.00	(1.41)	3.01	(0.04)	1.78	(0.11)	0.05	(0.01)	0.05	(0.01)	0.05	(0.01)	14.90	(0.42)	120.0	(4.24)	58.00
2016/12/19	13:36	Lan-BN	9.75	(0.35)	3.69	(0.71)	1.66	(0.11)	0.07	(0.00)	0.03	(0.00)	0.09	(0.01)	18.60	(0.73)	--	--	--
2016/12/19	13:43	Lan-BC	4.50	(0.71)	3.03	(0.08)	1.55	(0.13)	0.11	(0.00)	0.04	(0.00)	0.07	(0.00)	16.64	(1.20)	--	--	--
2016/12/19	13:54	Lan-BS	11.25	(1.06)	5.06	(0.12)	1.37	(0.12)	0.04	(0.00)	0.04	(0.00)	0.07	(0.00)	26.57	(0.84)	--	--	--

資料來源：本研究

註：括號內為標準差；測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。

表附錄 1-7 2016 年 3~12 月瓊林水庫(Joan)現地檢測水質

檢測日期	時間	測站	水溫 °C	酸鹼值	鹽度	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/24	09:15	Joan-SW	12.0	7.68	0.1	6.2	0.20	32.8
2016/03/24	09:30	Joan-SC	11.9	7.15	0.1	5.0	0.20	40.6
2016/03/24	09:45	Joan-SE	11.9	7.75	0.1	4.8	0.20	31.6
2016/03/24	09:15	Joan-BW	--	7.84	0.1	6.0	0.20	28.2
2016/03/24	09:30	Joan-BC	--	7.76	0.1	5.1	0.20	26.4
2016/03/24	09:45	Joan-BE	--	7.89	0.1	5.4	0.20	30.8
2016/06/26	16:40	Joan-SW	34.4	8.23	0.1	3.1	0.25	54.2
2016/06/26	16:30	Joan-SC	34.0	9.06	0.1	3.3	0.23	54.6
2016/06/26	16:20	Joan-SE	34.7	8.16	0.1	3.2	0.26	54.3
2016/06/26	16:40	Joan-BW	--	7.77	0.2	1.6	0.30	--
2016/06/26	16:30	Joan-BC	--	7.90	0.2	0.9	0.30	--
2016/06/26	16:20	Joan-BE	--	8.08	0.1	1.8	0.25	--
2016/09/23	10:36	Joan-SW	27.4	8.64	0.0	9.3	0.22	38.6
2016/09/23	10:30	Joan-SC	27.5	8.90	0.0	8.4	0.22	41.7
2016/09/23	10:23	Joan-SE	27.3	8.72	0.0	9.0	0.15	42.2
2016/09/23	10:36	Joan-BW	--	7.98	0.0	1.3	0.23	61.0
2016/09/23	10:30	Joan-BC	--	7.91	0.0	1.2	0.22	67.0
2016/09/23	10:23	Joan-BE	--	7.63	0.0	1.5	0.22	49.3
2016/12/20	09:13	Joan-SW	17.8	9.59	0.0	8.97	0.232	28.60
2016/12/20	09:17	Joan-SC	17.6	9.57	0.0	8.93	0.233	30.14
2016/12/20	09:22	Joan-SE	18.1	9.57	0.0	9.22	0.233	29.15
2016/12/20	09:14	Joan-BW	17.3	8.13	0.0	5.27	0.232	32.96
2016/12/20	09:19	Joan-BC	17.0	8.03	0.0	5.99	0.233	42.27
2016/12/20	09:25	Joan-BE	17.0	7.75	0.0	5.45	0.233	53.00

資料來源：本研究

註：測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。

表附錄 1-8 2016 年 3~12 月瓊林水庫(Joan)之室內檢測水質

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/03/24	09:15	Joan-SW	39.9	(5.9)	18.5	(1.4)	2.41	(0.02)	1.23	(0.12)	0.063	(0.01)	0.195	(0.16)	87.5	(3.24)	29.5	(3.54)	77.41
2016/03/24	09:30	Joan-SC	46.0	(3.2)	17.7	(1.4)	2.20	(0.10)	1.09	(0.03)	0.105	(0.01)	0.092	(0.02)	47.3	(8.76)	25.5	(2.12)	72.52
2016/03/24	09:45	Joan-SE	39.7	(4.9)	20.9	(0.4)	2.42	(0.00)	0.92	(0.01)	0.115	(0.01)	0.039	(0.00)	103.6	(30.6)	25.0	(4.24)	71.03
2016/03/24	09:15	Joan-BW	194.6	(30.4)	34.8	(4.1)	2.53	(0.06)	2.20	(0.17)	0.266	(0.04)	0.048	(0.00)	56.6	(4.70)	--	--	--
2016/03/24	09:30	Joan-BC	75.2	(35.3)	18.3	(6.4)	2.80	(0.02)	1.78	(0.10)	0.330	(0.03)	0.072	(0.02)	29.0	(3.97)	--	--	--
2016/03/24	09:45	Joan-BE	152.2	(23.1)	28.2	(3.6)	2.60	(0.05)	1.59	(0.00)	0.121	(0.01)	0.045	(0.00)	52.7	(5.42)	--	--	--
2016/06/26	16:40	Joan-SW	--	--	17.0	(5.7)	0.34	(0.08)	0.03	(0.02)	0.051	(0.03)	0.003	(0.00)	55.3	(15.4)	21.5	(4.95)	57.68
2016/06/26	16:30	Joan-SC	--	--	16.5	(4.9)	0.32	(0.10)	0.01	(0.00)	0.036	(0.02)	0.004	(0.00)	55.9	(12.8)	9.5	(2.12)	63.06
2016/06/26	16:20	Joan-SE	--	--	23.0	(5.7)	0.35	(0.00)	N.D.	--	0.061	(0.00)	0.034	(0.00)	53.1	(12.2)	9.0	(1.41)	73.08
2016/06/26	16:40	Joan-BW	--	--	45.0	(3.5)	0.48	(0.15)	10.13	(0.52)	1.104	(0.21)	0.258	(0.03)	25.3	(8.1)	--	--	--
2016/06/26	16:30	Joan-BC	42.5	(88.4)	64.8	(10.3)	0.58	(0.00)	17.30	(0.53)	0.925	(0.74)	0.250	(0.01)	37.1	(5.1)	--	--	--
2016/06/26	16:20	Joan-BE	30.0	(0.00)	15.5	(0.7)	0.49	(0.07)	5.64	(0.19)	2.271	(0.05)	0.354	(0.05)	4.6	(3.1)	--	--	--
2016/09/23	10:36	Joan-SW	20.4	(4.3)	14.3	(1.4)	0.50	(0.01)	N.D.	--	0.008	(0.01)	0.229	(0.02)	89.4	(36.1)	23.5	(2.12)	79.35
2016/09/23	10:30	Joan-SC	19.6	(6.6)	16.7	(1.5)	0.48	(0.03)	N.D.	--	0.015	(0.00)	0.354	(0.20)	130.9	(35.5)	27	(4.24)	82.02
2016/09/23	10:23	Joan-SE	21.0	(1.2)	14.7	(0.5)	0.42	(0.20)	0.11	(0.08)	0.001	(0.00)	0.313	(0.05)	149.9	(129.6)	25.5	(3.54)	82.15
2016/09/23	10:36	Joan-BW	47.3	(5.3)	18.3	(1.5)	0.72	(0.04)	0.04	(0.01)	0.015	(0.00)	0.639	(0.04)	55.9	(4.9)	--	--	--
2016/09/23	10:30	Joan-BC	39.7	(1.5)	17.3	(0.5)	0.70	(0.02)	0.29	(0.21)	0.015	(0.00)	0.262	(0.05)	48.4	(1.0)	--	--	--
2016/09/23	10:23	Joan-BE	34.5	(1.1)	16.3	(0.1)	0.67	(0.11)	0.17	(0.02)	0.008	(0.01)	0.499	(0.26)	48.3	(8.8)	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/12/20	09:13	Joan-SW	28.75	(16.62)	16.47	(2.80)	0.41	(0.23)	0.03	(0.01)	0.03	(0.00)	0.13	(0.02)	90.81	(3.60)	26.5	(2.12)	76.01
2016/12/20	09:17	Joan-SC	21.50	(2.83)	20.72	(0.36)	0.21	(0.01)	0.02	(0.00)	0.03	(0.00)	0.14	(0.03)	94.54	(1.67)	26.5	(2.12)	76.53
2016/12/20	09:22	Joan-SE	19.00	(0.71)	17.87	(0.38)	0.20	(0.06)	0.02	(0.00)	0.03	(0.00)	0.11	(0.05)	91.95	(0.42)	29	(4.24)	74.82
2016/12/20	09:14	Joan-BW	20.00	(0.71)	16.47	(3.40)	0.31	(0.03)	0.03	(0.00)	0.03	(0.00)	0.14	(0.00)	84.88	(1.09)	--	--	--
2016/12/20	09:19	Joan-BC	23.00	(4.24)	15.15	(1.83)	0.38	(0.12)	0.02	(0.00)	0.03	(0.00)	0.14	(0.02)	87.91	(5.91)	--	--	--
2016/12/20	09:25	Joan-BE	58.13	(31.82)	19.81	(3.51)	0.36	(0.09)	0.04	(0.03)	0.04	(0.01)	0.16	(0.01)	75.47	(2.43)	--	--	--

資料來源：本研究

註：括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。

表附錄 1-9 2016 年 3~12 月擎天水庫(Qing)現地檢測水質

檢測日期	時間	測站	水溫 ℃	酸鹼值	鹽度	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 μS cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/24	11:35	Qing-SW	13.4	8.48	0.1	4.9	0.22	8.8
2016/03/24	11:30	Qing-SC	13.5	8.68	0.1	4.7	0.24	10.2
2016/03/24	10:40	Qing-SE	13.9	8.85	0.1	8.5	0.26	7.8
2016/03/24	11:35	Qing-BW	--	7.81	0.1	4.0	0.28	10.0
2016/03/24	11:30	Qing-BC	--	7.84	0.1	4.4	0.25	4.1
2016/03/24	10:40	Qing-BE	--	7.77	0.1	4.8	0.28	3.9
2016/06/27	09:30	Qing-SW	31.8	7.06	0.1	5.1	0.26	13.3
2016/06/27	09:20	Qing-SC	31.6	8.06	0.1	2.6	0.26	13.2
2016/06/27	09:10	Qing-SE	31.6	7.99	0.1	3.2	0.25	12.9
2016/06/27	09:30	Qing-BW	--	7.82	0.1	5.7	0.26	--
2016/06/27	09:20	Qing-BC	--	8.10	0.1	3.5	0.28	--
2016/06/27	09:10	Qing-BE	--	7.10	0.1	3.0	0.26	--
2016/10/26	13:55	Qing-SW	29.3	8.85	0.0	9.3	0.26	5.57
2016/10/26	14:03	Qing-SC	29.2	9.03	0.0	7.8	0.28	4.49
2016/10/26	14:09	Qing-SE	29.3	8.97	0.0	8.4	0.29	3.27
2016/10/26	13:58	Qing-BW	--	7.19	0.1	2.2	0.30	11.33
2016/10/26	14:05	Qing-BC	--	6.94	0.0	1.2	0.30	7.77
2016/10/26	14:11	Qing-BE	--	6.94	0.0	0.8	0.29	7.60
2016/12/20	07:32	Qing-SW	17.5	8.94	0.1	8.04	0.313	9.38
2016/12/20	07:43	Qing-SC	16.8	9.04	0.1	7.78	0.309	3.61
2016/12/20	07:46	Qing-SE	16.6	9.02	0.1	8.24	0.31	3.76
2016/12/20	07:34	Qing-BW	17.1	8.66	0.1	7.14	0.312	4.10
2016/12/20	07:41	Qing-BC	16.3	7.81	0.1	5.75	0.311	5.96
2016/12/20	07:48	Qing-BE	16.3	7.77	0.1	5.40	0.311	4.12

資料來源：本研究

註：測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。

表附錄 1-10 2016 年 3~12 月擎天水庫(Qing)之室內檢測水質

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/03/24	11:35	Qing-SW	11.2	(0.4)	4.6	(0.1)	2.86	(0.16)	N.D	--	0.04	(0.00)	0.04	(0.00)	16.45	(3.80)	102.5	(6.36)	58.05
2016/03/24	11:30	Qing-SC	14.1	(3.2)	8.9	(2.0)	3.01	(0.10)	N.D	--	0.02	(0.00)	0.01	(0.00)	31.92	(2.55)	89.5	(6.36)	55.97
2016/03/24	10:40	Qing-SE	9.1	(1.8)	3.4	(0.2)	2.97	(0.09)	0.03	(0.00)	0.08	(0.01)	0.01	(0.00)	1.22	(0.96)	83.5	(6.36)	42.90
2016/03/24	11:35	Qing-BW	13.3	(0.4)	5.2	(0.4)	1.64	(0.04)	N.D	--	0.02	(0.02)	0.01	(0.00)	9.96	(2.55)	--	--	--
2016/03/24	11:30	Qing-BC	32.3	(4.8)	8.7	(0.9)	1.37	(0.01)	0.06	(0.04)	0.01	(0.01)	0.01	(0.00)	17.63	(5.72)	--	--	--
2016/03/24	10:40	Qing-BE	22.3	(2.4)	7.1	(1.3)	2.98	(0.03)	0.04	(0.01)	0.03	(0.02)	0.01	(0.00)	4.79	(1.01)	--	--	--
2016/06/27	09:30	Qing-SW	16.0	(4.2)	16.5	(2.1)	0.36	(0.05)	N.D	--	0.04	(0.01)	0.13	(0.02)	18.17	(4.80)	43.5	(3.54)	68.54
2016/06/27	09:20	Qing-SC	18.5	(13.4)	16.0	(1.4)	0.32	(0.05)	N.D	--	0.03	(0.02)	0.10	(0.02)	15.87	(3.24)	34.0	(4.24)	67.98
2016/06/27	09:10	Qing-SE	8.0	(1.4)	19.0	(0.00)	0.37	(0.07)	N.D	--	0.02	(0.01)	0.13	(0.01)	21.04	(18.49)	34.5	(3.54)	70.13
2016/06/27	09:30	Qing-BW	15.5	(6.4)	10.0	(2.8)	0.48	(0.03)	1.43	(0.07)	0.37	(0.06)	0.28	(0.01)	5.48	(5.21)	--	--	--
2016/06/27	09:20	Qing-BC	15.0	(1.4)	7.5	(0.7)	0.39	(0.15)	0.76	(0.09)	0.04	(0.00)	0.14	(0.00)	5.17	(0.84)	--	--	--
2016/06/27	09:10	Qing-BE	--	--	9.0	(1.4)	0.66	(0.07)	0.46	(0.02)	0.07	(0.00)	0.08	(0.00)	6.28	(2.40)	--	--	--
2016/10/26	13:55	Qing-SW	10.2	(0.3)	7.6	(1.3)	2.41	(0.67)	N.D	--	0.02	(0.01)	0.50	(0.20)	26.15	(19.21)	65.5	(3.54)	74.15
2016/10/26	14:03	Qing-SC	4.7	(2.6)	6.3	(0.3)	1.99	(0.66)	N.D	--	0.02	(0.01)	0.48	(0.20)	19.44	(12.85)	73.0	(1.41)	72.51
2016/10/26	14:09	Qing-SE	3.3	(3.9)	6.9	(0.2)	2.61	(0.19)	N.D	--	0.01	(0.00)	0.52	(0.15)	19.36	(11.28)	77.0	(2.83)	72.61
2016/10/26	13:58	Qing-BW	6.7	(2.0)	5.6	(0.2)	2.73	(0.30)	0.02	(0.03)	0.01	(0.01)	0.40	(0.07)	11.36	(19.47)	--	--	--
2016/10/26	14:05	Qing-BC	3.9	(0.8)	4.4	(0.2)	2.42	(0.35)	0.80	(0.34)	0.01	(0.01)	0.35	(0.09)	1.86	(0.73)	--	--	--
2016/10/26	14:11	Qing-BE	6.3	(1.2)	4.7	(0.1)	2.36	(0.01)	0.69	(0.10)	0.03	(0.00)	0.30	(0.03)	1.19	(0.00)	--	--	--

檢測日期	檢測時間	測站	懸浮固體		有機質		硝酸鹽		銨鹽		磷酸鹽		總磷		葉綠素 <i>a</i>		透明度		卡爾森指數
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	cm	()	
2016/12/20	07:32	Qing-SW	15.75	(3.18)	10.73	(2.84)	1.92	(0.01)	0.02	(0.00)	0.05	(0.00)	0.16	(0.06)	35.31	(6.00)	96.0	(2.83)	67.97
2016/12/20	07:43	Qing-SC	10.50	(0.71)	6.15	(0.50)	1.84	(0.34)	0.02	(0.01)	0.04	(0.00)	0.19	(0.00)	97.70	(19.62)	125.5	(2.12)	70.67
2016/12/20	07:46	Qing-SE	11.00	(2.83)	5.94	(0.24)	2.13	(0.10)	0.02	(0.00)	0.04	(0.00)	0.18	(0.00)	43.46	(4.80)	124.5	(3.54)	67.96
2016/12/20	07:34	Qing-BW	5.25	(1.77)	3.31	(0.51)	2.00	(0.02)	0.05	(0.04)	0.06	(0.02)	0.51	(0.43)	24.12	(1.57)	--	--	--
2016/12/20	07:41	Qing-BC	11.75	(1.06)	4.48	(0.98)	1.91	(0.04)	0.06	(0.00)	0.04	(0.00)	0.22	(0.02)	21.58	(4.44)	--	--	--
2016/12/20	07:48	Qing-BE	6.50	(1.41)	3.35	(0.53)	1.93	(0.07)	0.08	(0.01)	0.04	(0.00)	0.22	(0.00)	15.08	(2.46)	--	--	--

資料來源：本研究

註：括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。測站欄中，SW 為西側表層水；SC 為中央表層水；SE 為東側表層水；BW 為西側底層水；BC 為中央底層水；BE 為東側底層水。

表附錄 1-11 2016~2018 年金門地區降雨資料

月份	降雨量(mm)	降雨日數(d)
2016 年 1 月	196.6	17
2016 年 2 月	41.3	10
2016 年 3 月	248.2	18
2016 年 4 月	274.6	16
2016 年 5 月	223.5	7
2016 年 6 月	55.0	7
2016 年 7 月	137.0	6
2016 年 8 月	73.5	7
2016 年 9 月	362.3	16
2016 年 10 月	90.0	6
2016 年 11 月	123.1	8
2016 年 12 月	28.0	2
2017 年 1 月	4.6	5
2017 年 2 月	90.1	5
2017 年 3 月	39.7	13
2017 年 4 月	44.6	10
2017 年 5 月	100.9	15
2017 年 6 月	170.9	8
2017 年 7 月	92.6	4
2017 年 8 月	46.5	4
2017 年 9 月	29.4	1
2017 年 10 月	1.3	13
2017 年 11 月	28.6	8
2017 年 12 月	0.0	0
2018 年 1 月	149.3	10
2018 年 2 月	20.6	7
2018 年 3 月	35.4	5
2018 年 4 月	19.8	6
2018 年 5 月	227.8	5
2018 年 6 月	109.5	10
2018 年 7 月	3.5	3
2018 年 8 月	183	12
2018 年 9 月	29.9	4
2018 年 10 月	5.5	3

資料來源：中央氣象局

附錄 2 水文調查研究結果

表附錄 2-1 陵水湖水文資料

樣站	水域面積(m ²)	平均水深(m)	平均體積(m ³)
第 1 池	60,719	0.79	48,045
第 2 池	36,546	0.94	34,390
第 3 池	72,252	0.96	69,710
第 4 池	74,953	0.66	49,637
合計	244,470		201,782

資料來源：本研究

附錄3 基礎生產者調查結果

表附錄3-1 2017年2月、5月慈湖C1~C8測站浮游藻類調查豐度

屬名	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
甲藻門																		
多甲藻屬 <i>Peridinium</i> spp.	54								54	25	25			125				175
矽藻門																		
小環藻屬 <i>Cyclotella</i> spp.	108				60		220	17.5	405.5	150		25	100	80	50	1600	150	2155
半管藻屬 <i>Hemiaulus</i> spp.	108								108									
布紋藻屬 <i>Gyrosigma</i> spp.							110		110									
曲殼藻屬 <i>Achnanthes</i> spp.	162	275	53.5	70	35	5	385		985.5		75	25		10			50	160
羽紋藻屬 <i>Pinnularia</i> spp.											25							25
舟形藻屬 <i>Navicula</i> spp.	216	165	53.5		20		275	35	764.5	175	175	125	1700		50	400	275	2900
卵形藻屬 <i>Cocconeis</i> spp.					5		55		60	25		75	100	10		100	25	335
直鏈藻屬 <i>Melosira</i> spp.					25				25									
星桿藻屬 <i>Asterionella</i> spp.																		
扇杆藻屬 <i>Licmophora</i> spp.											50							50
海線藻屬 <i>Thalassionema</i> spp.																		
海鏈藻屬 <i>Thalassiosira</i> spp.					5		55		60									
脆桿藻屬 <i>Fragilaria</i> spp.																	100	100
骨條藻屬 <i>Skeletonema</i> spp.								35	35									
偏縫藻屬 <i>Anorthoneis</i> spp.											25		200		50			275
菱形藻屬 <i>Nitzschia</i> spp.	54			52.5	15	5	330	35	491.5	75	250	200	4900	30	275	400	175	6305

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

屬名	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
圓篩藻屬 <i>Coscinodiscus</i> spp.												25						25
橋彎藻屬 <i>Cymbella</i> spp.			53.5	17.5	5		55		131									
雙眉藻屬 <i>Amphora</i> spp.		55					220	87.5	362.5		75		100	10		400	75	660
眼蟲門																		
眼蟲屬 <i>Euglena</i> spp.	1080	770	107	612.5	110	60	330	262.5	3332	100	75	200			150		975	1500
囊裸藻屬 <i>Trachelomonas</i> spp.							220		220									
綠藻植物門																		
十字藻屬 <i>Crucigenia</i> spp.							55		55	100				80		400	100	680
四角藻屬 <i>Tetraedron</i> spp.		55							55					20	50			70
四星藻屬 <i>Tetrastrum</i> spp.					20				20									
多芒藻屬 <i>Golenkinia</i> spp.				17.5	55		55	17.5	145	25	25	25						75
卵囊藻屬 <i>Oocystis</i> spp.								70	70									
空星藻屬 <i>Coelastrum</i> spp.																600		600
亮殼縫藻屬 <i>Hyaloraphidium</i> spp.										125				370	150	400	25	1070
扁藻屬 <i>Platymonas</i> spp.														180	950	1500		2630
柵藻屬 <i>Scenedesmus</i> spp.				1890	6465	400	880		9635	500	100			880	400	400	200	2480
單殼縫藻屬 <i>Monoraphidium</i> spp.										50	50			230	175	100	50	655
新月藻屬 <i>Cloterium</i> spp.					25				25									
鼓藻屬 <i>Cosmarium</i> spp.														20	50	200		270
盤星藻屬 <i>Pediastrum</i> spp.					180	15	55		250	200				70				270
轉板藻屬 <i>Mougeotia</i> spp.				17.5	5				22.5									
藍菌門																		
平裂藻屬 <i>Merismopedia</i> spp.		1760		1330	1800	560	20680		26130			225		640		1600		2465

屬名	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
色球藻屬 <i>Chroococcus</i> spp.					5	5			10									
束絲藻屬 <i>Aphanizomenon</i> spp.														220	200	400		820
念珠藻屬 <i>Nostoc</i> spp.				140					140									
柱孢藻屬 <i>Cylindrospermopsis</i> spp.		110							110			25				300		325
球囊藻屬 <i>Sphaerocystis</i> spp.										100		175	900	110				1285
魚腥藻屬 <i>Anabaena</i> spp.																		
螺旋藻屬 <i>Spirulina</i> spp.					5				5									
隱球藻屬 <i>Aphanocapsa</i> spp.				1050	860		6875		8785	500					1750		250	2500
顫藻屬 <i>Oscillatoria</i> spp.										225	50	25		120	25	400	50	895
豐度(10 ⁴ cell L ⁻¹)	1782	3190	267.5	5197.5	9700	1050	30855	560	52602	2350	1000	1175	8000	3080	4450	9300	2400	31755

資料來源：本研究

表附錄 3-2 2017 年 8 月、11 月慈湖 C1~C8 測站浮游藻類調查豐度

屬名	Aug-17									Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
甲藻門																			
多甲藻屬 <i>Peridinium</i> spp.					1225	350	400	300	2275						200	200	100	500	
矽藻門																			
小環藻屬 <i>Cyclotella</i> spp.		25			150	225	400	200	1000	175	675	550	275		100	300	500	2575	
半管藻屬 <i>Hemiaulus</i> spp.																			
布紋藻屬 <i>Gyrosigma</i> spp.		25	25				100		150										
曲殼藻屬 <i>Achnanthes</i> spp.										50								50	
羽紋藻屬 <i>Pinnularia</i> spp.												25						25	
舟形藻屬 <i>Navicula</i> spp.	25	25	25	25		125	200	500	925	25	25	50	150	600	200	100		1150	
卵形藻屬 <i>Cocconeis</i> spp.			25	25		75	300		425			25		200				225	
直鏈藻屬 <i>Melosira</i> spp.																			
星桿藻屬 <i>Asterionella</i> spp.	125		50						175										
扇杆藻屬 <i>Licmophora</i> spp.																			
海線藻屬 <i>Thalassionema</i> spp.	1675	1150	525	250			2900	3800	10300	25								25	
海鏈藻屬 <i>Thalassiosira</i> spp.																			
脆桿藻屬 <i>Fragilaria</i> spp.																			
骨條藻屬 <i>Skeletonema</i> spp.	50	75							125										
偏縫藻屬 <i>Anorthoneis</i> spp.		25							25										
菱形藻屬 <i>Nitzschia</i> spp.	250	250	200	200	100	350	2000	2200	5550	425	50	200	525	1700	800	400	300	4400	
圓篩藻屬 <i>Coscinodiscus</i> spp.		25				25			50	25								25	
橋彎藻屬 <i>Cymbella</i> spp.																			

屬名	Aug-17									Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
雙眉藻屬 <i>Amphora</i> spp.		175		75	25	100	100	200	675	75		25	50	300		100		550	
眼蟲門																			
眼蟲屬 <i>Euglena</i> spp.	250		75	125		2200			2650	50	25	50	50	100	100				375
囊裸藻屬 <i>Trachelomonas</i> spp.																			
綠藻植物門																			
十字藻屬 <i>Crucigenia</i> spp.																			
四角藻屬 <i>Tetraedron</i> spp.						25			25										
四星藻屬 <i>Tetrastrum</i> spp.																			
多芒藻屬 <i>Golenkinia</i> spp.																			
卵囊藻屬 <i>Oocystis</i> spp.																			
空星藻屬 <i>Coelastrum</i> spp.											100								100
亮殼縫藻屬 <i>Hyaloraphidium</i> spp.				25		50			75										
扁藻屬 <i>Platymonas</i> spp.					475		200	200	875			1450	450		900	200	400		3400
柵藻屬 <i>Scenedesmus</i> spp.	25				100				125						200				200
單殼縫藻屬 <i>Monoraphidium</i> spp.															300				300
新月藻屬 <i>Cloterium</i> spp.										25									25
鼓藻屬 <i>Cosmarium</i> spp.										50									50
盤星藻屬 <i>Pediastrum</i> spp.											150								150
轉板藻屬 <i>Mougeotia</i> spp.																			
藍菌門																			
平裂藻屬 <i>Merismopedia</i> spp.						900	8000		8900										
色球藻屬 <i>Chroococcus</i> spp.																			
束絲藻屬 <i>Aphanizomenon</i> spp.																			

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

屬名	Aug-17									Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
念珠藻屬 <i>Nostoc</i> spp.																			
柱孢藻屬 <i>Cylindrospermopsis</i> spp.																			
球囊藻屬 <i>Sphaerocystis</i> spp.					500				500			50							50
魚腥藻屬 <i>Anabaena</i> spp.					500	500			1000										
螺旋藻屬 <i>Spirulina</i> spp.																			
隱球藻屬 <i>Aphanocapsa</i> spp.					500				500										
顫藻屬 <i>Oscillatoria</i> spp.					100	150	300		550			25				200			225
豐度(10^4 cell L ⁻¹)	2400	1775	925	725	3675	5075	14900	7400	36875	925	1025	2400	1550	2900	2800	1500	1300	14400	

資料來源：本研究

表附錄 3-3 2017 年 3 月、5 月陵水湖各測站浮游藻類豐度

屬名	Mar-17					May-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
甲藻門										
多甲藻屬 <i>Peridinium</i> spp.										
矽藻門										
小環藻屬 <i>Cyclotella</i> spp.	32.5	2.5	15	10	60			40	10	50
曲殼藻屬 <i>Achnanthes</i> spp.	5	7.5			12.5					
舟形藻屬 <i>Navicula</i> spp.	2.5	2.5	2.5		7.5	10			20	30
卵形藻屬 <i>Cocconeis</i> spp.								50		50
直鏈藻屬 <i>Melosira</i> spp.	60		15		75					
脆桿藻屬 <i>Fragilaria</i> spp.		2.5			2.5					
菱形藻屬 <i>Nitzschia</i> spp.	47.5	7.5	5	5	65	30	10	30		70
雙眉藻屬 <i>Amphora</i> spp.								10		10
眼蟲門										
扁裸藻屬 <i>Phacus</i> spp.	35		17.5	12.5	65					
眼蟲屬 <i>Euglena</i> spp.	22.5	47.5	87.5	92.5	250		10	10	10	30
囊裸藻屬 <i>Trachelomonas</i> spp.			2.5		2.5			10	10	20
綠藻植物門										
十字藻屬 <i>Crucigenia</i> spp.	10	332.5	10		352.5		160			160
四月藻屬 <i>Tetrallantos</i> spp.							40			40
四角藻屬 <i>Tetraedron</i> spp.	57.5	7.5	5	7.5	77.5	10	10		40	60
四星藻屬 <i>Tetrastrum</i> spp.			10		10			40		40
多芒藻屬 <i>Golenkinia</i> spp.	40		12.5	5	57.5	10	10	20		40
卵囊藻屬 <i>Oocystis</i> spp.			7.5		7.5				50	50
空星藻屬 <i>Coelastrum</i> spp.										
亮殼縫藻屬 <i>Hyaloraphidium</i> spp.						130	150	150	370	800
星鼓藻屬 <i>Staurastrum</i> spp.	12.5	10	12.5		35	10		20		30
柵藻屬 <i>Scenedesmus</i> spp.	2200	172.5	1790	1040	5202.5	680	320	1080	1920	4000
紡錘藻屬 <i>Elakatothrix</i> spp.	5	5			10					
單殼縫藻屬 <i>Monoraphidium</i> spp.	15	15	10		40	30	10	40	20	100
微放射藻屬 <i>Micratinium</i> spp.		40			40					
新月藻屬 <i>Cloterium</i> spp.	7.5	2.5	7.5		17.5					
鼓藻屬 <i>Cosmarium</i> spp.										
聚囊藻屬 <i>Coenocystis</i> spp.										
盤星藻屬 <i>Pediastrum</i> spp.	25	2.5	10	12.5	50	280		110	160	550

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

屬名	Mar-17					May-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
膠網藻屬 <i>Dictyosphaerium</i> spp.										
膠囊藻屬 <i>Gloeocystis</i> spp.										
轉板藻屬 <i>Mougeotia</i> spp.	252.5		37.5	132.5	422.5					
纖維藻屬 <i>Ankistrodesmus</i> spp.	12.5				12.5					
藍菌門										
平裂藻屬 <i>Merismopedia</i> spp.	3280	400	1180	24967.5	29827.5	1280	320	1280		2880
色球藻屬 <i>Chroococcus</i> spp.		20			20					
念珠藻屬 <i>Nostoc</i> spp.	2577.5			10	2587.5					
柱孢藻屬 <i>Cylindrospermopsis</i> spp.						70	140	140	110	460
球囊藻屬 <i>Sphaerocystis</i> spp.	260	215	127.5	167.5	770	130	160	110	40	440
魚腥藻屬 <i>Anabaena</i> spp.	32.5				32.5			360	180	540
螺旋藻屬 <i>Spirulina</i> spp.	50	50	10	40	150		60	10		70
隱球藻屬 <i>Aphanocapsa</i> spp.	9775	22175	3100	3925	38975	2000	5500	4200	9100	20800
顫藻屬 <i>Oscillatoria</i> spp.	5	10		5	20	210	10	40	40	300
豐度(10^4 cell L ⁻¹)	18822.5	23527.5	6475	30432.5	79257.5	4880	6910	7750	12080	31620

資料來源：本研究

表附錄3-4 2017年8月、11月陵水湖各測站浮游藻類豐度

屬名	Aug-17					Nov-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
甲藻門										
多甲藻屬 <i>Peridinium</i> spp.			20		20					
矽藻門										
小環藻屬 <i>Cyclotella</i> spp.	10		30	10	50			10	20	30
曲殼藻屬 <i>Achnanthes</i> spp.										
舟形藻屬 <i>Navicula</i> spp.	10	20			30	20	10			30
卵形藻屬 <i>Cocconeis</i> spp.			40	80	120					
直鏈藻屬 <i>Melosira</i> spp.										
脆桿藻屬 <i>Fragilaria</i> spp.										
菱形藻屬 <i>Nitzschia</i> spp.	10			60	70	50		10	70	130
雙眉藻屬 <i>Amphora</i> spp.										
眼蟲門										
扁裸藻屬 <i>Phacus</i> spp.	20				20					
眼蟲屬 <i>Euglena</i> spp.							20	40	10	70
囊裸藻屬 <i>Trachelomonas</i> spp.										
綠藻植物門										
十字藻屬 <i>Crucigenia</i> spp.		40			40	40	90	200		330
四月藻屬 <i>Tetrallantos</i> spp.							40	40		80
四角藻屬 <i>Tetraedron</i> spp.		40		40	80	30	30	30	50	140
四星藻屬 <i>Tetrastrum</i> spp.									60	60
多芒藻屬 <i>Golenkinia</i> spp.	50	190	40	30	310	110	30	70	20	230
卵囊藻屬 <i>Oocystis</i> spp.	100	170			270		20			20
空星藻屬 <i>Coelastrum</i> spp.	120	220		500	840			60		60
亮殼縫藻屬 <i>Hyaloraphidium</i> spp.	300	80	60	280	720	410	40	40	430	920
星鼓藻屬 <i>Staurastrum</i> spp.				10	10	20				20
柵藻屬 <i>Scenedesmus</i> spp.	520	200	800	560	2080	560	480	2240	1720	5000
紡錘藻屬 <i>Elakatothrix</i> spp.										
單殼縫藻屬 <i>Monoraphidium</i> spp.	90	30	60	190	370	170	60	80	110	420
微放射藻屬 <i>Micratinium</i> spp.										
新月藻屬 <i>Cloterium</i> spp.										
鼓藻屬 <i>Cosmarium</i> spp.	20				20			60	40	100
聚囊藻屬 <i>Coenocystis</i> spp.							140		50	190
盤星藻屬 <i>Pediastrum</i> spp.	140		160		300	570	120	770	320	1780

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

屬名	Aug-17					Nov-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
膠網藻屬 <i>Dictyosphaerium</i> spp.							230			230
膠囊藻屬 <i>Gloeocystis</i> spp.							10			10
轉板藻屬 <i>Mougeotia</i> spp.										
纖維藻屬 <i>Ankistrodesmus</i> spp.										
藍菌門										
平裂藻屬 <i>Merismopedia</i> spp.	800	960	320	3360	5440	1920	1320	800	2080	6120
色球藻屬 <i>Chroococcus</i> spp.										
念珠藻屬 <i>Nostoc</i> spp.										
柱孢藻屬 <i>Cylindrospermopsis</i> spp.	240	10	310	340	900	100	10	140	70	320
球囊藻屬 <i>Sphaerocystis</i> spp.	90	170	140	1090	1490	410	80	1320	340	2150
魚腥藻屬 <i>Anabaena</i> spp.								40	500	540
螺旋藻屬 <i>Spirulina</i> spp.	10			10	20	10			10	20
隱球藻屬 <i>Aphanocapsa</i> spp.	3500	4000	2700	4000	14200	3600	4200	3100	3200	14100
顫藻屬 <i>Oscillatoria</i> spp.	10			30	40	120	10		600	730
豐度(10^4 cell L ⁻¹)	6040	6130	4680	10590	27440	8140	6940	9050	9700	33830

資料來源：本研究

表附錄 3-5 2017 年 2 月、5 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量

物種名	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	小計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	小計
綠藻植物門																		
石蓴 <i>Ulva lactuca</i>	2.7								2.7	428.5								428.5
腸石髮 <i>Ulva intestinalis</i>	0.8	293.4	407.7	0.0		6.3	40.9	9.0	758.1		0.1	17.3	6.0	0.1	0.2	0.9	36.4	61.0
墊狀剛毛藻 <i>Cladophora patentiramea</i>											0.2	7.1	108.3	2.0	190.8	3.6	40.7	352.6
雙叉松藻 <i>Codium dichotomum</i>										0.4								0.4
紅藻植物門																		
繩龍鬚菜 <i>Gracilaria chorda</i>		0.0	0.5			2.2			2.7		0.0	96.1	2.7	0.0	2.7		0.0	101.6
紅藻的 1 種 <i>Rhodophyta</i> sp.												0.6						0.6
褐藻植物門																		
褐藻的 1 種 <i>Phaeophyta</i> sp.												4.2	2.9					7.1
生物量(g DW m ⁻²)	3.5	293.4	408.2	0.0	0.0	8.4	40.9	9.0	763.5	428.9	0.4	125.1	119.9	2.1	193.7	4.5	77.2	951.7
物種數	2	2	2	1	0	2	1	1	3	2	3	5	4	3	3	2	3	7

資料來源：本研究

表附錄 3-6 2017 年 8 月、11 月慈湖 C1~C8 測站大型藻類生物量

物種名	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	小計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	小計
綠藻植物門																		
石蓴 <i>Ulva lactuca</i>																		
腸石髮 <i>Ulva intestinalis</i>			0.9	5.6		5.2	4.2		16.0	54.9	0.1	55.7	4.0	9.1	5.9		162.6	292.3
墊狀剛毛藻 <i>Cladophora patentiramea</i>															5.6			5.6
雙叉松藻 <i>Codium dichotomum</i>																		
紅藻植物門																		
繩龍鬚菜 <i>Gracilaria chorda</i>			9.8	0.0		0.2	0.0		10.0									
紅藻的 1 種 Rhodophyta sp.			0.1						0.1									
褐藻植物門																		
褐藻的 1 種 Phaeophyta sp.																		
生物量(g DW m ⁻²)	0.0	0.0	10.8	5.6	0.0	5.4	4.3	0.0	26.1	54.9	0.1	55.7	4.0	9.1	11.4	0.0	162.6	297.9
物種數	0	0	3	2	0	2	2	0	3	1	1	1	1	1	2	0	1	2

資料來源：本研究

表附錄3-7 植物名錄

分類群	科中文名	中文名	區系	學名
蕨類植物	莎草蕨科	莎草	原生	<i>Schizaea digitata</i> (L.) Sw.
雙子葉植物	榆科	沙楠子樹	原生	<i>Celtis biondii</i> Pamp.
雙子葉植物	榆科	朴樹	原生	<i>Celtis sinensis</i> Pers
雙子葉植物	桑科	構樹	原生	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Herit. ex Vent.
雙子葉植物	桑科	榕樹	原生	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.
雙子葉植物	桑科	大葉桑椹	外來	<i>Morus alba</i> var. <i>macrophylla</i> Loud.
雙子葉植物	桑科	小桑樹	原生	<i>Morus australis</i> Poir.
雙子葉植物	蓼科	紅辣蓼	原生	<i>Polygonum glabrum</i> Willd.
雙子葉植物	蓼科	皺葉酸模	原生	<i>Rumex crispus</i> L. var. <i>crispus</i> L.
雙子葉植物	蓼科	小羊蹄	原生	<i>Rumex nipponicus</i> Fr. Sav.
雙子葉植物	番杏科	番杏	原生	<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze
雙子葉植物	藜科	小葉藜	原生	<i>Chenopodium serotinum</i> L.
雙子葉植物	莧科	牛膝	原生	<i>Achyranthes bidentata</i> Bl.
雙子葉植物	莧科	蓮子草	外來	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Brown
雙子葉植物	莧科	凹葉野莧菜	外來	<i>Amaranthus lividus</i> L.
雙子葉植物	樟科	潺槁樹	外來	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.
雙子葉植物	防己科	木防己	原生	<i>Cocculus orbiculatus</i> (L.) DC.
雙子葉植物	防己科	土防己	原生	<i>Cyclea gracillima</i> Diels
雙子葉植物	十字花科	臭濱芥	外來	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Smith
雙子葉植物	十字花科	獨行菜	外來	<i>Lepidium virginicum</i> L.
雙子葉植物	衛矛科	光果南蛇藤	原生	<i>Celastrus punctatus</i> Thunb.
雙子葉植物	海桐科	海桐	原生	<i>Pittosporum tobira</i> Ait.
雙子葉植物	薔薇科	紅梅消	原生	<i>Rubus parvifolius</i> L. var. <i>parvifolius</i> L.
雙子葉植物	豆科	相思樹	原生	<i>Acacia confusa</i> Merr.
雙子葉植物	豆科	肥豬豆	原生	<i>Canavalia lineata</i> (Thunb. ex Murray) DC.
雙子葉植物	豆科	銀合歡	入侵	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit
雙子葉植物	豆科	印度草木樨	外來	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.
雙子葉植物	豆科	田菁	原生	<i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir
雙子葉植物	酢漿草科	酢漿草	原生	<i>Oxalis corniculata</i> L.
雙子葉植物	大戟科	蓖麻	入侵	<i>Ricinus communis</i> L.
雙子葉植物	大戟科	烏白	外來	<i>Triadica sebifera</i> (L.) Small
雙子葉植物	芸香科	月橘	原生	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.
雙子葉植物	楝科	楝	原生	<i>Melia azedarach</i> Linn.
雙子葉植物	無患子科	倒地鈴	入侵	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.
雙子葉植物	鼠李科	小葉黃鱧藤	原生	<i>Berchemia lineata</i> (L.) DC.
雙子葉植物	鼠李科	雀梅藤	原生	<i>Sageretia theezans</i> (L.) Brongn. var. <i>theezans</i>

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

分類群	科中文名	中文名	區系	學名
雙子葉植物	錦葵科	賽葵	外來	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke
雙子葉植物	錦葵科	金午時花	原生	<i>Sida rhombifolia</i> L.
雙子葉植物	西番蓮科	三角葉西番蓮	外來	<i>Passiflora suberosa</i> Linn.
雙子葉植物	葫蘆科	短角苦瓜	外來	<i>Momordica charantia</i> L. var. <i>abbreviata</i> Ser.
雙子葉植物	柳葉菜科	細葉水丁香	原生	<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell
雙子葉植物	柳葉菜科	裂葉月見草	入侵	<i>Oenothera laciniata</i> J. Hill
雙子葉植物	藍雪科	烏面馬	入侵	<i>Plumbago zeylanica</i> L.
雙子葉植物	茜草科	雞屎藤	原生	<i>Paederia foetida</i> L.
雙子葉植物	旋花科	甕菜	入侵	<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk.
雙子葉植物	旋花科	白花牽牛	原生	<i>Ipomoea biflora</i> (L.) Persoon
雙子葉植物	旋花科	槭葉牽牛	入侵	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet
雙子葉植物	旋花科	野牽牛	外來	<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker-Gawl.
雙子葉植物	旋花科	馬鞍藤	原生	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br. subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Oostst.
雙子葉植物	旋花科	紅花野牽牛	外來	<i>Ipomoea triloba</i> L.
雙子葉植物	馬鞭草科	馬櫻丹	入侵	<i>Lantana camara</i> L.
雙子葉植物	茄科	枸杞	外來	<i>Lycium chinense</i> Mill.
雙子葉植物	茄科	番茄	外來	<i>Lycopersicon esculentum</i> (L.) Karst. ex Farw.
雙子葉植物	茄科	光果龍葵	外來	<i>Solanum americanum</i> Miller
雙子葉植物	茄科	龍葵	原生	<i>Solanum nigrum</i> L.
雙子葉植物	菊科	掃帚菊	外來	<i>Aster subulatus</i> Michaux
雙子葉植物	菊科	大花咸豐草	入侵	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip.-
雙子葉植物	菊科	美州假蓬	外來	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.
雙子葉植物	菊科	加拿大蓬	入侵	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq
雙子葉植物	菊科	鱧腸	原生	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.
雙子葉植物	菊科	鼠麴草	原生	<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L. subsp. <i>affine</i> (D. Don) Koster
雙子葉植物	菊科	銀膠菊	入侵	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.
雙子葉植物	菊科	鵝仔草	原生	<i>Pterocypsela indica</i> (L.) C. Shih
雙子葉植物	菊科	苦蕒菜	外來	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
雙子葉植物	菊科	黃鵪菜	原生	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. subsp. <i>japonica</i> (L.) DC.
雙子葉植物	木麻黃科	山木麻黃	外來	<i>Casuarina montana</i> Lesh. ex Miq.
雙子葉植物	木麻黃科	肯氏木麻黃	外來	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.
雙子葉植物	石足科	擬漆姑草	原生	<i>Spergularia marina</i>
單子葉植物	雨久花科	布袋蓮	入侵	<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms
單子葉植物	燈心草科	燈心草	原生	<i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> Buchenau
單子葉植物	鴨跖草科	鴨跖草	原生	<i>Commelina communis</i> L.
單子葉植物	鴨跖草科	水竹葉	原生	<i>Murdannia keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz.
單子葉植物	莎草科	扁穗莎草	原生	<i>Cyperus compressus</i> L.
單子葉植物	莎草科	異花莎草	外來	<i>Cyperus difformis</i> L.

分類群	科中文名	中文名	區系	學名
單子葉植物	莎草科	碎米莎草	原生	<i>Cyperus iria</i> L.
單子葉植物	莎草科	粗根莖莎草	原生	<i>Cyperus stoloniferus</i> Retz.
單子葉植物	禾本科	蘆竹	原生	<i>Arundo donax</i> L.
單子葉植物	禾本科	四生臂形草	原生	<i>Brachiaria subquadripara</i> (Trin.) Hitchc.
單子葉植物	禾本科	狗牙根	原生	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
單子葉植物	禾本科	雙花草	入侵	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forsk.) Stapf
單子葉植物	禾本科	升馬唐	原生	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler
單子葉植物	禾本科	馬唐	外來	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.
單子葉植物	禾本科	稗	原生	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.
單子葉植物	禾本科	牛筋草	原生	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.
單子葉植物	禾本科	李氏禾	外來	<i>Leersia hexandra</i> Sw.
單子葉植物	禾本科	五節芒	原生	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex K. Schum. Lauterb.
單子葉植物	禾本科	類蘆	原生	<i>Neyraudia arundinacea</i> (L.) Henr.
單子葉植物	禾本科	鋪地黍	外來	<i>Panicum repens</i> L.
單子葉植物	禾本科	雙穗雀稗	原生	<i>Paspalum distichum</i> L.
單子葉植物	禾本科	圓果雀稗	原生	<i>Paspalum scrobiculatum</i> (G.Forster) Hackel var. <i>orbiculare</i>
單子葉植物	禾本科	海雀稗	原生	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.
單子葉植物	禾本科	象草	入侵	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.
單子葉植物	禾本科	蘆葦	原生	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.
單子葉植物	禾本科	法氏狗尾草	原生	<i>Setaria faberi</i> R. A. W. Herrm.
單子葉植物	浮萍科	青萍	原生	<i>Lemna aequinoctialis</i> Welw.
單子葉植物	香蒲科	水燭	原生	<i>Typha angustifolia</i> L.

資料來源：本研究



2010/8/13



2011/9/17



2015/8/1

圖附錄 3-1 2010~2015 年陵水湖航照圖
資料來源:Google Earth



2016 年 4 月



2016 年 9 月



2017 年 2 月



2017 年 5 月



2017 年 8 月



2018 年 4 月

圖附錄 3-2 陵水湖空拍圖
資料來源:本研究



第 1 池



第 2 池



第 3 池

圖附錄 3-3 2017 年 5 月陵水湖第 1~3 池空拍圖
資料來源:本研究

附錄 4 水生動物調查結果

表附錄 4-1 2016 年 3 月、6 月慈湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)

物種	Mar-16									Jun-16								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
花鱗科 Poeciliidae																		
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>																1		1
海龍科 Syngnathidae																		
筆狀多環海龍 <i>Hippichthys penicillus</i>																		
狼鱸科 Moronidae																		
日本花鱸 <i>Lateolabrax japonicus</i>														1				1
臭肚魚科 Siganidae																		
長鰭臭肚魚 <i>Siganus canaliculatus</i>													2					2
塘鱧科 Eleotridae																		
中國烏塘鱧 <i>Bostrychus sinensis</i>																		
雙邊魚科 Ambassidae																		
布魯雙邊魚 <i>Ambassis buruensis</i>		1		4	1				6									
鰱科 Mugilidae																		
前鱗龜鮫 <i>Chelon affinis</i>						1			1			13				1		14
粒唇鰱 <i>Crenimugil crenilabis</i>												2						2
龜鮫 <i>Chelon haematocheilus</i>												2						2
鰱科幼魚 <i>Mugilidae sp.</i>																		
鯛科 Pentacerotidae																		
黃鰭鯛 <i>Acanthopagrus latus</i>	3	1		1		2			7	1								1
黑棘鯛 <i>Acanthopagrus schlegelii</i>																		

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

物種	Mar-16									Jun-16								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
麗魚科 Cichlidae																		
尼羅口孵非鯽 <i>Oreochromis niloticus</i>												5						5
吉利非鯽 <i>Tilapia zillii</i>													108	1	9	4	3	125
吳郭魚 <i>Cichlidae sp.</i>																		
鰱科 Terapontidae																		
四帶牙鰱 <i>Pelates quadrilineatus</i>											4							4
花身雞魚 <i>Terapon jarbua</i>				1					1									
鰕虎科 Gobiidae																		
爪哇擬鰕虎 <i>Pseudogobius javanicus</i>													1			10		11
斑尾刺鰕虎 <i>Acanthogobius ommaturus</i>	1			6	3			2	12	9	70	35	62		1	6	43	226
普氏韃鰕虎 <i>Amoya pflaumi</i>										2								2
雙帶縞鰕虎 <i>Tridentiger bifasciatus</i>	1	2	5		1			1	10		1		7					8
個體數	5	4	5	12	5	3	0	3	37	16	71	40	197	2	10	21	47	404
物種數	3	3	1	4	3	2	0	2	6	4	2	2	8	2	2	4	3	14
歧異度指數(H')	0.95	1.04	0.00	1.13	0.95	0.64	0.64			1.10	0.07	0.38	1.16	0.69	0.33	1.17	0.34	

資料來源：本研究

表附錄 4-2 2016 年 9 月、12 月慈湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)

物種	Sep-16									Dec-16																													
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計																					
花鱗科 Poeciliidae																																							
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>																																							
海龍科 Syngnathidae																																							
筆狀多環海龍 <i>Hippichthys penicillus</i>										1									1																				
狼鱸科 Moronidae																																							
日本花鱸 <i>Lateolabrax japonicus</i>																																							
臭肚魚科 Siganidae																																							
長鰭臭肚魚 <i>Siganus canaliculatus</i>																																							
塘鱧科 Eleotridae																																							
中國烏塘鱧 <i>Bostrychus sinensis</i>										1									1																				
雙邊魚科 Ambassidae																																							
布魯雙邊魚 <i>Ambassis buruensis</i>	1	1	4		1	3	91	3	104										1	1																			
鯔科 Mugilidae																																							
前鱗龜鮫 <i>Chelon affinis</i>	1																			1																			
粒唇鯔 <i>Crenimugil crenilabis</i>																																							
龜鮫 <i>Chelon haematocheilus</i>																																							
鯔科幼魚 <i>Mugilidae</i> sp.					21					21						1					1																		
鯛科 Pentacerotidae																																							
黃鰭鯛 <i>Acanthopagrus latus</i>	2	3																	5	1						1													
黑棘鯛 <i>Acanthopagrus schlegelii</i>	1																			1	1																		1

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

物種	Sep-16									Dec-16								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
麗魚科 Cichlidae																		
尼羅口孵非鯽 <i>Oreochromis niloticus</i>																		
吉利非鯽 <i>Tilapia zillii</i>	5			2	33	5	14	2	61			1		2	1	3		7
吳郭魚 Cichlidae sp.								2	2									
鱒科 Terapontidae																		
四帶牙鱒 <i>Pelates quadrilineatus</i>	1		1						2									
花身雞魚 <i>Terapon jarbua</i>																		
鰕虎科 Gobiidae																		
爪哇擬鰕虎 <i>Pseudogobius javanicus</i>																		
斑尾刺鰕虎 <i>Acanthogobius ommaturus</i>	4		11		8	6	22		51		4				3		2	9
普氏韃鰕虎 <i>Amoya pflaumi</i>																		
雙帶縞鰕虎 <i>Tridentiger bifasciatus</i>										2							1	3
個體數	14	2	19	2	63	14	129	5	248	2	6	2	1	3	4	3	4	25
物種數	6	2	4	1	4	3	4	2	9	1	3	2	1	2	2	1	3	9
歧異度指數(H')	1.57	0.69	1.09	0.00	1.03	1.06	0.85	0.67		0.00	0.87	0.69	0.00	0.64	0.56	0.00	1.04	

資料來源：本研究

表附錄 4-3 2016 年 3 月、6 月陵水湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)

物種	Mar-16					Jun-16					
	L1	L2	L3	L4	合計	L2	L3	L4	L5	L7	合計
怪頷鱒科 Adrianichthyidae											
青鱒魚 <i>Oryzias latipes</i>	12				12						
花鱒科 Poeciliidae											
孔雀花鱒 <i>Poecilia reticulata</i>						13	2				15
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>	1	7	3	1	12	5	16	349	17		387
狼鱒科 Moronidae											
日本花鱒 <i>Lateolabrax japonicus</i>						2					2
塘鱒科 Eleotridae											
中國烏塘鱒 <i>Bostrychus sinensis</i>						1					1
雙邊魚科 Ambassidae											
布魯雙邊魚 <i>Ambassis buruensis</i>	10	24			34						
鯉科 Cyprinidae											
鯽魚 <i>Carassius auratus</i>											
羅漢魚 <i>Pseudorasbora parva</i>		2		2	4	4			2	3	9
攀鱒科 Anabantidae											
攀鱒 <i>Anabas testudineus</i>											
鰱科 Mugilidae											
鰱科幼魚 <i>Mugilidae</i> sp.	3				3						
麗魚科 Cichlidae											
尼羅口孵非鯽 <i>Oreochromis niloticus</i>		1			1					14	14
吉利非鯽 <i>Tilapia zillii</i>		1	2		3	53	2			5	60
鱒科 Terapontidae											
四帶牙鱒 <i>Pelates quadrilineatus</i>											
鰕虎科 Gobiidae											
爪哇擬鰕虎 <i>Pseudogobius javanicus</i>	2				2	4	1	3			8
谷津氏絲鰕虎 <i>Cryptocentrus yatsui</i>	2				2						
極樂吻鰕虎 <i>Rhinogobius giurinus</i>	2	46	35	5	88	58	8	16	264		346
雷氏蜂巢鰕虎 <i>Favonigobius reichei</i>		1			1						
彈塗魚 <i>Periophthalmus modestus</i>	1				1						
雙帶縞鰕虎 <i>Tridentiger bifasciatus</i>	8				8						
鰕虎科的 1 種 <i>Gobiidae</i> sp.							7				7
總計	41	82	40	8	171	60	90	29	367	303	849
物種數	9	7	3	3	13	4	7	4	3	5	10
歧異度指數(H')	1.77	1.15	0.46	0.90		0.47	1.20	1.10	0.21	0.54	

資料來源：本研究

表附錄 4-4 2016 年 10 月、12 月陵水湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)

物種	Oct-16						Dec-16					
	L2	L3	L4	L5	L7	合計	L2	L3	L4	L5	L7	合計
怪頰鱒科 Adrianichthyidae												
青鱒魚 <i>Oryzias latipes</i>												
花鱒科 Poeciliidae												
孔雀花鱒 <i>Poecilia reticulata</i>												
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>					5	5					20	20
狼鱒科 Moronidae												
日本花鱒 <i>Lateolabrax japonicus</i>												
塘鱧科 Eleotridae												
中國烏塘鱧 <i>Bostrychus sinensis</i>												
雙邊魚科 Ambassidae												
布魯雙邊魚 <i>Ambassis buruensis</i>												
鯉科 Cyprinidae												
鯽魚 <i>Carassius auratus</i>									1			1
羅漢魚 <i>Pseudorasbora parva</i>				2		2		3	1		7	11
攀鱒科 Anabantidae												
攀鱒 <i>Anabas testudineus</i>											1	1
鰱科 Mugilidae												
鰱科幼魚 <i>Mugilidae</i> sp.												
麗魚科 Cichlidae												
尼羅口孵非鯽 <i>Oreochromis niloticus</i>		2		8	1	11		5		6	3	14
吉利非鯽 <i>Tilapia zillii</i>		2				2	11	4			10	25
鱒科 Terapontidae												
四帶牙鱒 <i>Pelates quadrilineatus</i>							1					1
鰕虎科 Gobiidae												
爪哇擬鰕虎 <i>Pseudogobius javanicus</i>	6					6	4					4
谷津氏絲鰕虎 <i>Cryptocentrus yatsui</i>												
極樂吻鰕虎 <i>Rhinogobius giurinus</i>	2	2			5	9			1		22	23
雷氏蜂巢鰕虎 <i>Favonigobius reichei</i>												
彈塗魚 <i>Periophthalmus modestus</i>												
雙帶縞鰕虎 <i>Tridentiger bifasciatus</i>												
鰕虎科的 1 種 <i>Gobiidae</i> sp.												
總計	8	6	0	10	11	35	16	12	3	6	63	100
物種數	2	3	0	2	3	6	3	3	3	1	6	9
歧異度指數(H')	0.56	1.10	0.00	0.50	0.93		0.78	1.08	1.10	0.00	1.48	

資料來源：本研究

表附錄 4-5 慈湖(C2)、陵水湖魚類(L3、L4、L5、L7)數量(手抄網、流刺網)

物種	Mar-16				Jun-16				
	L3	L4	L5	L7	C2	L3	L4	L5	L7
手抄網									
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>	30	6	5		3				
極樂吻鰕虎 <i>Rhinogobius giurinus</i>			2						2
流刺網									
尼羅口孵非鯽 <i>Oreochromis niloticus</i>					2		13	3	
吉利非鯽 <i>Tilapia zillii</i>		4	1			7			
吳郭魚 <i>Cichlidae</i> sp.				4					
鰱 <i>Mugil cephalus</i>					1				
羅漢魚 <i>Pseudorasbora parva</i>			4						
總計	30	10	12	4	1	5	7	13	5

資料來源：本研究

表附錄 4-6 2016 年 3 月、6 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Mar-16								Jun-16									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟻科 Potamididae																		
栓海蟻 <i>Cerithidea cingulata</i>			1			1	47		49	16	36		7	32	64	11		165
燒酒海蟻 <i>Batillaria zonalis</i>	5								5	20	28	2	4	151				204
鐵尖海蟻 <i>Cerithidea djadjariensis</i>																2		2
錐蟻科 Thiaridae																		
流紋蟻 <i>Thiara riqueti</i>														55	76	4		135
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	9		15						24	11	2							12
螺螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>		1							1	2		2						4
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>										4	5	60						69
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>																		
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>																		

物種	Mar-16									Jun-16								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
無齒蛤科 Thyasiridae																		
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>											25	16						41
紫雲蛤科 Psammobiidae																		
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>											7	7						14
蹄蛤科 Ungulinidae																		
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>																		
薄殼蛤科 Laternulidae																		
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>																		
簾蛤科 Veneridae																		
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>												2						2
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	5		1						7	2	11	20						32
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	21		5						27	215	98	23	2					338
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>											5							5
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>																		
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.																		
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>																		
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>																		
豐度(ind. m⁻²)	41	1	23	0	0	1	47	0	113	222	199	194	4	66	260	68	12	1024
物種數	4	1	4	0	0	1	1	0	6	4	10	9	2	3	3	2	2	13

資料來源：本研究

表附錄 4-7 2016 年 9 月、12 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Sep-16									Dec-16								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟯科 Potamididae																		
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>		94	21	36		148	27	2	327		25	21	7	2	27	23	12	117
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>		183	7	121		4			315		78	28	71		11			188
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>		50		69		4			123	4								4
錐蟯科 Thiaridae																		
流紋蟯 <i>Thiara riqueti</i>				2	368	112	485		967					715	921	935		2571
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	7	21	2	14					44	9	7	11			2	4		32
螺螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>										2								2
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>			2						2						2		2	4
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>		7	9						16	36	12	50	36		2	2		137
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>																		
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>													2					2

物種	Sep-16									Dec-16											
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計			
無齒蛤科 Thyasiridae																					
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>										36	11	16	5						68		
紫雲蛤科 Psammobiidae																					
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>										14				5	4						23
蹄蛤科 Ungulinidae																					
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>																					
薄殼蛤科 Laternulidae																					
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>										2	4	2	9						16		
簾蛤科 Veneridae																					
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																					
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>			5	11	2				5	23	9	34						66			
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	12	4							5	16	21	2						23			
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>			2	2							4				4						4
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>																					
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.	7	18	2							27	12	4	11						27		
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>																					
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>																					
豐度(ind. m⁻²)	27	384	55	244	368	267	512	7	1863	158	149	183	133	716	964	964	14	3282			
物種數	3	9	8	6	1	4	2	2	11	10	8	11	7	2	6	4	2	16			

資料來源：本研究

表附錄 4-8 2017 年 2 月、5 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟯科 Potamididae																		
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>		53	37	43		107	37		277	5	27	69	80		43	32	5	261
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>		43		112		59	5	5	224		21	27	48		43		11	149
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>		21		27				21	69						11	5		16
錐蟯科 Thiaridae																		
流紋蟯 <i>Thiara riqueti</i>					117		496		613					32		11		43
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	64	11	11	11		69	5	5	176	43	27	128	16		21	11		245
螺螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>	5					0			5			5						5
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>	27	11	43	27		11			117	21	5	128	21		5			181
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>				5					5									
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>																		

物種	Feb-17									May-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
無齒蛤科 Thyasiridae																			
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>	5	21	128						155			27							27
紫雲蛤科 Psammobiidae																			
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>	16	5				11			32	11		43	5						59
蹄蛤科 Ungulinidae																			
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>																			
薄殼蛤科 Laternulidae																			
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>			16			5	5		27			5							5
簾蛤科 Veneridae																			
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																			
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	11	21	16	5					53		21	59							80
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	11	16	43			5			75	21	27	21							69
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>		11							11										
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>	5	5							11			11							11
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.	27	27	16	5					75			5							5
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>				11		219			229								5		5
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>										5	11				75	5			96
豐度(ind. m⁻²)	171	245	309	245	117	485	571	11	2155	107	139	528	171	32	197	69	16		1259
物種數	9	12	8	9	1	9	6	2	17	6	7	12	5	1	6	6	2		16

資料來源：本研究

表附錄 4-9 2017 年 8 月、11 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟯科 Potamididae																		
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>	21	59	21	112		107	309	69	699	69	32	293		352	240	245		1232
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>	69	32	21	32		117		32	304	64	32	32		117				245
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	101			37				27	165	11		96				21		128
錐蟯科 Thiaridae																		
流紋蟯 <i>Thiara riqueti</i>					219	16	624	43	901					256		48		304
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	53	5	48	27				5	139	32		11	32					75
螺螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蟯科 Solenidae																		
竹蟯 <i>Solen strictus</i>																		
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>										21	21					5		48
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>																		
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>																		

物種	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
無齒蛤科 Thyasiridae																		
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>																		
紫雲蛤科 Psammobiidae																		
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>																		5
蹄蛤科 Ungulinidae																		
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>																		
薄殼蛤科 Laternulidae																		
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>																		
簾蛤科 Veneridae																		
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																		
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>		16	21	5					43		16	21						37
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	5	11	5						21	11	5	16						32
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>																		
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>	11			5					16	5		5						11
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.	5		5						11			21						21
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>											5	5						11
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>		11							11								5	5
豐度(ind. m⁻²)	267	133	123	219	219	240	933	176	2309	48	197	165	453	256	469	309	256	2155
物種數	7	6	6	6	1	3	2	5	10	3	8	9	4	1	2	3	3	13

資料來源：本研究

表附錄 4-10 2018 年 1 月、4 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Jan-18									Apr-18								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟯科 Potamididae																		
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>		432	21	133		133	181	165	1067	43	187	101	283		277	464	16	1371
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>		395	32	48		357		21	853		59	27	208		69		27	389
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>		5						16	21	16			80				11	107
錐蟯科 Thiaridae																		
流紋蟯 <i>Thiara riqueti</i>					128	5	96		229									
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	80	48	5	11			37	5	187	11	5	5					21	43
螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>		11							11									
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>	256	27	48	43					373	165		117	16				16	315
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>																	5	5
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>																		

物種	Jan-18									Apr-18									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
無齒蛤科 Thyasiridae																			
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>		315	43	85					443	171	176	5							352
紫雲蛤科 Psammobiidae																			
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>		5							5										
蹄蛤科 Ungulinidae																			
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>																			
薄殼蛤科 Laternulidae																			
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>				5					5										
簾蛤科 Veneridae																			
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>		5							5										
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	11	48	48	32					139	53		96							149
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	11			11		5			27	91	11	277					11		389
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>											5								5
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>	5		5						11		5	5							11
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.		16							16	21							5		27
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>								5	5			11							11
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>		11	16	5		11		5	48		11	11							21
豐度(ind. m⁻²)	363	1317	219	373	128	512	315	219	3445	571	459	656	587	0	347	464	112		3195
物種數	5	12	8	9	1	5	3	6	17	8	8	10	4	0	2	1	8		14

資料來源：本研究

表附錄 4-11 2018 年 7 月、10 月慈湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Jul-18								Oct-18									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
腹足綱 Gastropoda																		
海螺蟯科 Potamididae																		
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>		21	11	123		101	341		597		48	27	261	11	112	123	80	661
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>	5	16	16	32		69	16	43	197	5	53	165	427	21	848	85	48	1653
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>				32				21	53				123				37	160
錐蟯科 Thiaridae																		
流紋蟯 <i>Thiara riqueti</i>					75	59	21		155					811			139	949
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	27		27						53		32	11	5		32			80
螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
參螺科 Columbellidae																		
似長參螺 <i>Indomitrella martensi</i>											5							5
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>		5	5						11									
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>	59	16	69						144	11	32	21			11			75
殼菜蛤科 Mytilidae																		
東亞殼菜蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>																		
日本殼菜蛤 <i>Modiolus nipponicus</i>																		

物種	Jul-18									Oct-18									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
無齒蛤科 Thyasiridae																			
白球蛤屬的 1 種 <i>Leucosphaera oyamai</i>	5								5										
紫雲蛤科 Psammobiidae																			
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>																			
蹄蛤科 Ungulinidae																			
圓蛤屬的 1 種 <i>Cycladicama coreensis</i>		5	5						11			11			5				16
薄殼蛤科 Laternulidae																			
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>																			
簾蛤科 Veneridae																			
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																			
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	21	16	32					5	75	5	16	37					5		64
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	43		53						96	32	11						5		48
文蛤 <i>Meretrix lusoria</i>											5								5
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>	37	5	5						48		5								5
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.												11							11
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>			5						5										
鏡文蛤屬的 1 種 <i>Dosinia hayashii</i>															48				48
豐度(ind. m ⁻²)	197	85	229	187	75	229	400	48	1451	59	203	283	816	843	1056	384	139		3781
物種數	7	7	10	3	1	3	4	2	13	5	8	7	4	3	6	4	4		14

資料來源：本研究

表附錄 4-12 2016 年 3~12 月陵水湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)

物種	Mar-16			Jun-16						Sep-16		Dec-16					
	L1	L2	合計	L2	L3	L4	L5	L7	合計	L2	合計	L2	L3	L4	L5	L7	合計
腹足綱 Gastropoda																	
小海蟪科 Batillariidae																	
燒酒海蟪 <i>Batillaria zonalis</i>	12	92	104	112					112	161	161	152					152
海蟪科 Potamididae																	
栓海蟪 <i>Cerithidea cingulata</i>	115	64	179	37					37	99	99	107					107
鐵尖海蟪 <i>Cerithidea djadjariensis</i>				1					1	1	1						
錐蟪科 Thiaridae																	
流紋蟪 <i>Thiara riqueti</i>				9					9	8	8	15					15
雙殼綱 Bivalvia																	
殼菜蛤科 Mytilidae																	
雲雀蛤 <i>Arcuatula senhousia</i>				1					1								
紫雲蛤科 Psammobiidae																	
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>	9		9	1					1								
薄殼蛤科																	
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>	5	12	17	1					1								
豐度(ind. m⁻²)	141	168	309	162	0	0	0	0	162	269	269	274	0	0	0	0	274
物種數	4	3	4	7	0	0	0	0	7	4	4	3	0	0	0	0	3
歧異度指數(H')	0.67	0.89		0.88	0.00	0.00	0.00	0.00		0.80		0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	

資料來源：本研究

表附錄 4-13 慈湖 2016 年 3 月至 2017 年 11 月螺貝類調查數量(蛇籠)

物種名	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	總計
小海蟪科 Batillariidae									
燒酒海蟪 <i>Batillaria zonalis</i>		8		41		3		1	53
海蟪科 Potamididae									
栓海蟪 <i>Cerithidea cingulata</i>			1	91		54	18	6	170
鐵尖海蟪 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	1			4			6		11
錐蟪科 Thiaridae									
流紋蟪 <i>Thiara riqueti</i>					149	11	8		168
織紋螺科 Nassariidae									
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>		229	52	82		10		2	375
個體數	1	237	53	218	149	78	32	9	777

資料來源：本研究

表附錄 4-14 陵水湖 2016 年 3~12 月螺貝類調查數量(手抄網、蛇籠)

物種名	L2	L4	L5	總計
手抄網				
囊螺科 Physella				
囊螺 <i>Physella acuta</i>		3	2	5
蛇籠				
小海蟪科 Batillariidae				
燒酒海蟪 <i>Batillaria zonalis</i>	6			6
海蟪科 Potamididae				
栓海蟪 <i>Cerithidea cingulata</i>	9			9
鐵尖海蟪 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	27			27
錐蟪科 Thiaridae				
流紋蟪 <i>Thiara riqueti</i>	8			8
織紋螺科 Nassariidae				
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	1	1		2
個體數	51	4	2	57

資料來源：本研究

表附錄 4-15 2017 年 2 月、5 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量

物種名	Feb-17										May-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計		
梭子蟹科																				
鈍齒短槳蟹 <i>Thalamita crenata</i>							1		1	14		2	8		3	1		28		
鋸緣青蟳 <i>Scylla serrata</i>												2						2		
正蟳 <i>Scylla Paramamosain</i>							1		1											
沙蟹科																				
乳白招潮蟹 <i>Uca lactea</i>														6		8	11	25		
弧邊招潮蟹 <i>Uca arcuata</i>										2			1		2			5		
方蟹科																				
字紋弓蟹 <i>Varuna litterata</i>					1				1					18	4	8	11	41		
斑點擬相手蟹 <i>Parasesarma pictum</i>										19								19		
秀麗長方蟹 <i>Metaplax elegans</i>																				
絨毛近方蟹 <i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1				1		2		4											
側足厚蟹 <i>Helice latimera</i>				2	28	2	3		35	6		2	5	2	4	3	1	23		
伍氏厚蟹 <i>Helice wuana</i>																				
平背蜆 <i>Gaetice depressus</i>					1				1											
日本絨螯蟹 <i>Eriocbeir japonica</i>		1							1											
隆背張口蟹 <i>Chasmagnathus convexus</i>					1				1											
四齒大額蟹 <i>Metopograpsus quadridentatus</i>	11								11											
方蟹科的 1 種 <i>Grapsidae sp.</i>										3						1		4		

物種名	Feb-17										May-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計		
長臂蝦科																				
日本沼蝦 <i>Macrobrachium nipponense</i>					1		1		2											
東方白蝦 <i>Exopalaemon orientis</i>																				
對蝦科																				
中國對蝦 <i>Penaeus chinensis</i>				5	1				6	3	47	1			2	1		54		
日本對蝦 <i>Penaeus japonicus</i>										2								2		
蝦蛄科																				
棘突猛蝦蛄 <i>Harpiosquilla raphidea</i>																				
個體數	12	1	0	7	34	2	8	0	64	44	5	53	15	26	13	23	24	203		
物種數	2	1	2	7	1	5	0	0	11	5	2	4	4	3	4	6	4	10		

資料來源：本研究

表附錄 4-16 2017 年 8 月、11 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量

物種名	Aug-17										Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計		
梭子蟹科																				
鈍齒短槳蟹 <i>Thalamita crenata</i>		2	1						3		1	1		1	1		3	7		
鋸緣青蟬 <i>Scylla serrata</i>				1					1					1				1		
正蟬 <i>Scylla Paramamosain</i>																				
沙蟹科																				
乳白招潮蟹 <i>Uca lactea</i>						1			1			3	6	3	8			20		
弧邊招潮蟹 <i>Uca arcuata</i>							1	1	2				1	5				6		
方蟹科																				
字紋弓蟹 <i>Varuna litterata</i>				1	46	134	250	82	513					19	1		2	22		
斑點擬相手蟹 <i>Parasesarma pictum</i>																				
秀麗長方蟹 <i>Metaplax elegans</i>														1	1			2		
絨毛近方蟹 <i>Hemigrapsus penicillatus</i>	11								11											
側足厚蟹 <i>Helice latimera</i>					1	4	2	6	13	4		3	18	3	4	10		42		
伍氏厚蟹 <i>Helice wuana</i>														1	2			3		
平背蟊 <i>Gaetice depressus</i>							1		1											
日本絨螯蟹 <i>Eriocbeir japonica</i>																				
隆背張口蟹 <i>Chasmagnathus convexus</i>																				
四齒大額蟹 <i>Metopograpsus quadridentatus</i>																				
方蟹科的 1 種 Grapsidae sp.	2								2	8								8		

物種名	Aug-17										Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計		
長臂蝦科																				
日本沼蝦 <i>Macrobrachium nipponense</i>																				
東方白蝦 <i>Exopalaemon orientis</i>	1								1											
對蝦科																				
中國對蝦 <i>Penaeus chinensis</i>	8		27				3	8	46			1		19	1	41	31	93		
日本對蝦 <i>Penaeus japonicus</i>																				
蝦蛄科																				
棘突猛蝦蛄 <i>Harpiosquilla raphidea</i>				1					1								1	1		
個體數	22	2	28	3	47	139	257	97	595	12	1	2	6	67	17	53	47	205		
物種數	4	1	2	3	2	3	5	4	12	2	1	2	2	9	8	3	5	11		

資料來源：本研究

表附錄 4-17 2017 年 3~11 月陵水湖蝦蟹類調查種類與數量(蝦籠)

物種名	Mar-17					May-17					Aug-17					Nov-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
方蟹科																				
字紋弓蟹 <i>Varuna litterata</i>								8		8	34	8	14	4	60	27	4	6		37
長臂蝦科																				
日本沼蝦 <i>Macrobrachium nipponense</i>	33	15	90	54	192	255	151	248	675	1329	3	16		19	59	36	57	114	266	
粗糙沼蝦 <i>Macrobrachium asperulum</i>								3		3	66	100	123	206	495	76	43	42	62	223
個體數	33	15	90	54	192	255	151	259	675	1340	103	124	137	210	574	162	83	105	176	526
物種數	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2

資料來源：本研究

表附錄 4-18 2017 年 2 月、5 月慈湖多毛類調查種類與豐度

科名	Feb-17									May-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
沙蠶科 Nereididae	240	624	576	288	16	192	48		1984	272	800	1616	2592	1840	1712	2960	1344	13136
海蛹科 Opheliidae		48							48									
索沙蠶科 Lumbrineridae													16					16
歐努菲蟲科 Onuphidae			32						32			96						96
纓鰓蟲科 Sabellidae													32					32
吻沙蠶科或角吻沙蠶科幼蟲													16					16
未知之(有管棲)多毛類 sp.				128	16				144									
豐度(ind. m ⁻²)	240	672	608	416	32	192	48		2208	272	800	1712	2656	1840	1712	2960	1344	13296
物種數	1	2	2	2	2	1	1	0	4	1	1	2	4	1	1	1	1	5

資料來源：本研究

表附錄 4-19 2017 年 8 月、11 月慈湖多毛類調查種類與豐度

科名	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
沙蠶科 Nereididae	16	256	1200	272		128	416	48	2336	1552	176	1696	1200	16	480		16	5136
海蛹科 Opheliidae																		
索沙蠶科 Lumbrineridae																		
歐努菲蟲科 Onuphidae		16							16			160						160
纓鰓蟲科 Sabellidae				16					16						16			16
吻沙蠶科或角吻沙蠶科幼蟲										32	48							80
未知之(有管棲)多毛類 sp.																		
豐度(ind. m ⁻²)	16	272	1200	288		128	416	48	2368	1584	224	1856	1200	16	496		16	5392
物種數	1	2	1	2	0	1	1	1	3	2	2	2	1	1	2	0	1	4

資料來源：本研究

表附錄 4-20 2017 年 2~11 月陵水湖水棲昆蟲類調查種類與豐度

科中文名	科名	Mar-17					May-17					Aug-17					Nov-17					
		L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	
弓蜓科	Corduliidae	4				4																
絲蟪科	Lestidae	4				4																
搖蚊科	Chironomidae	20	56	12	28	116	56	8	4	8	76	0	0	0	0	0	96	28	8	20	152	
豐度(ind. m⁻²)		28	56	12	28	124	56	8	4	8	76	0	0	0	0	0	96	28	8	20	152	
物種數		3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

資料來源：本研究

表附錄 4-21 2017 年 2 月、5 月慈湖浮游動物大類與豐度

類別	Feb-17									Aug-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
二枚貝 Bivalvia											20	350	90		1920	470	30	2880
介形類 Ostracoda	50	70		70	10		10	10	220	40	190	20		550	1920	60		2780
毛顎類 Sagittidae			10		10				20							40		40
水母 Medusa				10					10									
仔稚魚 Fish larvae																		
多毛類 Polychaeta		30	10	40		190	20	50	340	20	370	190	310	170	320	500	70	1950
有孔蟲 Foraminifera				160				20	180	30	270	40	280		13280	1530	510	15940
尾蟲 Appendicularia				10	30				40									
夜光蟲 Noctiluca																70		70
放射蟲 Radiolaria																		
枝角類 Cladocera	40	10							50	250	40			970	160			1420
哲水蚤 Calanoid		160	2140	10860	6430	790	6560	9810	36750	2030	1960	20090	2200	1130	7040	600	50	35100
猛水蚤 Harpacticoid			10	40					50									
異足類 Heteropoda	30			30	20				80	440	310	2590	18420	20		18020	1630	41430
魚卵 Fish egg	50	60	130	30				10	280							40		40
端腳類 Amphipoda	10	10		20	710	110		20	880			20	20	60	51360	40	430	51930
管水母 Siphonophora																		
劍水蚤 Cyclopoid	110	120	20	370	3940	560	110	540	5770	1650	5880	1310	920	7510	660800	1210	790	680070
蝦類幼生 Shrimp larva			10	10	20			30	70					30			10	40
輪蟲 Rotifera	410	430	80	20	30720	120	100	30	31910	80	40		30	25300	10240	80		35770
橈足類幼生 Copepoda nauplius		20	30	40		10	30	130	260	12130	19300	10960	6730	850	336800	3780	4390	394940

類別	Feb-17									Aug-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
磷蝦 Euphausiacea				10	10				20									
糠蝦 Mysidacea																10		10
翼足類 Pteropoda															160			160
藤壺幼生 Barnacle nauplius	30	70		40		30	30	80	280	270	80	1870	770	170		160	30	3350
蟹類幼生 Crab zoea							10	20	30	40								40
纖毛蟲 Ciliophora		20	70	50					140	8020	2420	270	260	960	2560		40	14530
其他																		
豐度(ind. m⁻³)	730	1000	2510	11810	41900	1810	6870	10750	77380	25000	30880	37710	30030	37720	1086560	26610	7980	1282490
物種數	8	11	10	17	10	7	8	12	20	12	12	11	11	12	12	15	11	20

資料來源：本研究

表附錄 4-22 2017 年 8 月、11 月慈湖浮游動物大類與豐度

類別	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
二枚貝 Bivalvia	100	220	160	40	80		80	2720	3400									
介形類 Ostracoda		20	40		190		40		290	160			20			170		350
毛顎類 Sagittidae					90				90									
水母 Medusa																		
仔稚魚 Fish larvae							10		10									
多毛類 Polychaeta	240	2620	50	160	1370	2680	1960	6360	15440	160	80	840	460	1160	820	230	1440	5190
有孔蟲 Foraminifera	10	60	40	20					130	160			70				640	870
尾蟲 Appendicularia																		
夜光蟲 Noctiluca																		
放射蟲 Radiolaria			40		100				140									
枝角類 Cladocera		80	40		560	80	10		770				40					40
哲水蚤 Calanoid	1920	16480	3390	47620	8490	55680	12780	6920	153280	660	1640	12140	2600	8240	2300	3470	59840	90890
猛水蚤 Harpacticoid																		
異足類 Heterpoda	40	140	100	400	190	320	10570	8040	19800	80			840	1640	1240	430	80	4310
魚卵 Fish egg																		
端腳類 Amphipoda	10				10				20									
管水母 Siphonophora					40				40									
劍水蚤 Cyclopoid	480	2040	1050	1340	6600	1960	1760	1560	16790	4240	1440	1820	730	5920	1180	520	20640	36490
蝦類幼生 Shrimp larva		40	40	40			10		130									
輪蟲 Rotifera	70	100		2820	7200	2880	2600	240	15910	640	400	320	80	160				1600
橈足類幼生 Copepoda nauplius	41400	11800	74820	23720	23200	50280	38590	48040	311850	4260	5500	4080	18520	39280	28700	16070	6400	122810

類別	Aug-17									Nov-17									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	
磷蝦 Euphausiacea																			
糠蝦 Mysidacea																			
翼足類 Pteropoda																			
藤壺幼生 Barnacle nauplius	90	20	600		50	360	1380	2560	5060	400	80	80	420	2640	180	600	880	5280	
蟹類幼生 Crab zoea					20				20										
纖毛蟲 Ciliophora	4540	2780	2080	12180	9120	2240	6400	5920	45260						160	80		240	
其他														40					40
豐度(ind. m⁻³)	48900	36400	82450	88340	57310	116480	76190	82360	588430	10760	9140	19280	23780	59080	34580	21570	89920	268110	
物種數	11	13	13	10	16	9	13	9	19	9	6	6	10	8	7	8	7	12	

資料來源：本研究

表附錄 4-23 2017 年 3 月、5 月陵水湖浮游動物大類與豐度

類別	Mar-17					May-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
二枚貝 Bivalvia										
介形類 Ostracoda	120	150	80	70	420	3390	50	390	50	3880
仔稚魚 Fish larvae						10		10		20
多毛類 Polychaeta		10			10	20				20
有孔蟲 Foraminifera				10	10		10	80		90
枝角類 Cladocera	1980	2390	1180	1060	6610	1270	260	2060	440	4030
哲水蚤 Calanoid	2330	6110	1530	810	10780	190	90	800	310	1390
猛水蚤 Harpacticoid		420			420					
異足類 Heterpoda							10			10
魚卵 Fish egg	10				10		40			40
端腳類 Amphipoda	20	3170	30	20	3240		20	90		110
劍水蚤 Cyclopoid	8540	11090	2940	2040	24610	36800	1470	17470	3750	59490
蝦類幼生 Shrimp larva	20	80	20		120		40	10		50
輪蟲 Rotifera	16670	41800	12540	11630	82640	2560	8090	7280	6280	24210
橈足類幼生 Copepoda nauplius	2430	2750	1230	1240	7650	1600	1500	6320	2100	11520
藤壺幼生 Barnacle nauplius	70		10	30	110	40	30	480	110	660
蟹類幼生 Crab zoea								90	20	110
纖毛蟲 Ciliophora		240			240	40	180	240		460
豐度(ind. m ⁻²)	32190	68210	19560	16910	136870	45920	11790	35320	13060	106090
物種數	10	11	9	9	14	10	13	13	8	16

資料來源：本研究

表附錄 4-24 2017 年 8 月、11 月陵水湖浮游動物大類與豐度

類別	Aug-17					Nov-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
二枚貝 Bivalvia	40	30			70					
介形類 Ostracoda	420	790	80	60	1350	1280	540	6080	620	8520
仔稚魚 Fish larvae										
多毛類 Polychaeta							180		10	190
有孔蟲 Foraminifera	20	10			30					
枝角類 Cladocera	1820	110	2800	510	5240	2560	200	18240	40	21040
哲水蚤 Calanoid	540	80			620	5440	1140	5280	30	11890
猛水蚤 Harpacticoid										
異足類 Heterpoda	40				40					
魚卵 Fish egg										
端腳類 Amphipoda										
劍水蚤 Cyclopoid	73440	3170	74000	20960	171570	189120	3880	118400	8070	319470
蝦類幼生 Shrimp larva	20				20				20	20
輪蟲 Rotifera	24800	6000	22480	50210	103490	224000	5680	468640	19950	718270
橈足類幼生 Copepoda nauplius	3520	1410	14240	1650	20820	49600	4580	13120	2260	69560
藤壺幼生 Barnacle nauplius	40	10			50					
蟹類幼生 Crab zoea										
纖毛蟲 Ciliophora										
豐度(ind. m ⁻²)	104700	11610	113600	73390	303300	472000	16200	629760	31000	1148960
物種數	11	9	5	5	11	6	7	6	8	8

資料來源：本研究

表附錄 4-25 2018 年 1 月、4 月慈湖寄居蟹個體數

物種	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
寄居蟹科 Paguridae																		
小形寄居蟹 <i>Pagurus minutus</i>	11	4	1				1		17	62	2		2					66
活額寄居蟹科 Diogenidae																		
長指細螯寄居蟹																		
<i>Clibanarius longitarsus</i>																		
寬胸細螯寄居蟹																		
<i>Clibanarius eurysternus</i>										1								1
個體數(隻次)	11	4	1				1		17	63	2		2					67
物種數	1	1	1				1		1	2	1		1					2

資料來源：本研究

表附錄 4-26 2018 年 7 月、10 月慈湖寄居蟹個體數

物種	Aug-17									Nov-17								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
寄居蟹科 Paguridae																		
小形寄居蟹 <i>Pagurus minutus</i>	50	17	5						72	30	21	30	1					82
活額寄居蟹科 Diogenidae																		
長指細螯寄居蟹																		
<i>Clibanarius longitarsus</i>	10								10									
寬胸細螯寄居蟹																		
<i>Clibanarius eurysternus</i>																		
個體數(隻次)	60	17	5						82	30	21	30	1					82
物種數	2	1	1						2	1	1	1	1					1

資料來源：本研究

表附錄 4-27 2016~2018 年慈湖水域爬蟲類個體數

物種	2016~2018								總計
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
紅耳龜 <i>Trachemys scripta</i>					2				2
金龜 <i>Mauremys reevesii</i>					5				5
唐水蛇 <i>Myrrophis chinensis</i>								5	5
個體數(隻次)	0	0	0	0	7	0	0	5	12
物種數	0	0	0	0	2	0	0	1	3

註：金門縣野鳥學會過去於慈湖曾有斑龜之發現記錄，且其數量僅次於紅耳龜。

資料來源：本研究；金門縣野鳥學會

表附錄 4-28 2016~2018 年陵水湖水域爬蟲類個體數

物種	2016~2018				總計
	L3	L4	L5	L7	
中華鱉 <i>Pelodiscus sinensis</i>		1	3		4
金龜 <i>Mauremys reevesii</i>	1		10	1	12
草花蛇 <i>Xenochrophis piscator</i>			1		1
個體數(隻次)	1	1	14	1	17
物種數	1	1	3	1	3

資料來源：本研究

表附錄 4-29 2018 年 1 月、4 月慈湖小型哺乳類

物種	Jan-18									Apr-18								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
小黃腹鼠 <i>Rattus losea</i>	1				1		2		4					1		1		2
臭鼩 <i>Suncus murinus</i>	1	1				1			3		2			1	1			4
個體數(隻次)	2	1	0	0	1	1	2	0	7	0	2	0	0	2	1	1	0	6
物種數	2	1	0	0	1	1	1	0	2	0	1	0	0	2	1	1	0	2

資料來源：本研究

表附錄 4-30 2018 年 7 月、10 月慈湖小型哺乳類

物種	Jan-18									Apr-18								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	合計
小黃腹鼠 <i>Rattus losea</i>								1	1	1								1
臭鼩 <i>Suncus murinus</i>	1	1		1	1		1		5	2	4			2				8
個體數(隻次)	1	1	0	1	1	0	1	1	6	3	4	0	0	2	0	0	0	9
物種數	1	1	0	1	1	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	0	2

資料來源：本研究

表附錄 4-31 2016 年 3 月至 2017 年 4 月菲律賓簾蛤族群量與形質調查

採樣時間	樣點	個體數	總重	殼長 (mm)		殼高 (mm)		殼寬 (mm)	
2016.03	C1	16.00	2.17	9.49	(1.39)	6.58	(1.06)	3.53	(0.56)
2016.03	C2	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.03	C3	4.00	0.73	10.10	(1.66)	7.17	(1.35)	3.98	(1.01)
2016.03	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.03	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.03	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.03	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.03	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.04	C1	295.00	314.18	19.52	(4.20)	13.75	(2.69)	7.47	(1.69)
2016.04	C2	26.00	25.66	17.55	(4.80)	12.60	(3.57)	7.61	(2.23)
2016.04	C3	21.00	23.53	17.97	(4.32)	13.14	(3.72)	7.31	(1.78)
2016.04	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.04	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.04	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.04	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.04	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.05	C1	287.00	490.29	22.11	(4.11)	16.16	(2.79)	8.59	(1.80)
2016.05	C2	13.00	32.63	24.04	(2.94)	17.76	(1.96)	9.57	(1.03)
2016.05	C3	18.00	26.21	19.22	(4.32)	14.28	(3.31)	7.78	(1.91)
2016.05	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.05	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.05	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.05	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.05	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.06	C1	79.00	193.28	24.07	(5.31)	18.74	(3.34)	10.84	(2.87)
2016.06	C2	42.00	94.23	23.30	(3.59)	17.49	(2.58)	9.52	(1.51)
2016.06	C3	6.00	8.17	20.51	(2.50)	14.98	(1.82)	8.03	(1.17)
2016.06	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.06	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.06	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.06	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.06	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--

附錄 4 水生動物調查結果

採樣時間	樣點	個體數	總重	殼長 (mm)		殼高 (mm)		殼寬 (mm)	
2016.07	C1	67.00	223.77	25.68	(2.85)	18.83	(2.03)	10.48	(1.18)
2016.07	C2	12.00	53.66	27.30	(2.66)	20.57	(2.36)	11.85	(1.56)
2016.07	C3	3.00	7.82	24.15	(1.30)	18.02	(1.19)	10.15	(0.27)
2016.07	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.07	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.07	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.07	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.07	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C1	26.00	133.88	29.24	(3.11)	21.79	(1.97)	12.86	(1.57)
2016.08	C2	33.00	194.43	29.24	(3.02)	22.23	(2.30)	13.28	(1.36)
2016.08	C3	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.08	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C1	7.00	43.86	31.98	(3.06)	24.05	(2.50)	14.20	(1.42)
2016.09	C2	2.00	3.69	20.78	(0.49)	16.55	(0.11)	9.70	(0.16)
2016.09	C3	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.09	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C1	12.00	83.98	33.20	(3.66)	25.09	(2.81)	14.92	(1.98)
2016.10	C2	2.00	10.28	29.31	(3.54)	23.03	(2.21)	14.48	(2.45)
2016.10	C3	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.10	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

採樣時間	樣點	個體數	總重	殼長 (mm)		殼高 (mm)		殼寬 (mm)	
2016.11	C1	5.00	31.78	32.59	(1.41)	25.17	(1.45)	14.41	(1.26)
2016.11	C2	4.00	22.63	28.94	(2.67)	22.81	(2.05)	13.67	(1.35)
2016.11	C3	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.11	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.11	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.11	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.11	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.11	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C1	9.00	52.46	34.80	(8.02)	25.98	(5.89)	15.43	(3.59)
2016.12	C2	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C3	1.00	0.19	10.68	--	8.02	--	4.20	--
2016.12	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2016.12	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.01	C1	4.00	45.85	38.07	(7.29)	29.02	(5.48)	18.68	(4.52)
2017.01	C2	4.00	1.73	14.37	(1.63)	10.46	(1.38)	5.30	(0.38)
2017.01	C3	6.00	3.32	14.27	(3.88)	10.34	(2.77)	5.62	(1.68)
2017.01	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.01	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.01	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.01	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.01	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C1	6.00	31.61	24.62	(13.51)	17.97	(9.91)	10.58	(6.85)
2017.02	C2	4.00	15.70	23.68	(10.78)	17.30	(8.60)	9.66	(5.83)
2017.02	C3	8.00	7.24	17.91	(2.40)	12.91	(1.45)	7.03	(1.12)
2017.02	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C6	2.00	2.49	21.25	(1.76)	14.86	(0.65)	8.01	(0.58)
2017.02	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--

採樣時間	樣點	個體數	總重	殼長 (mm)		殼高 (mm)		殼寬 (mm)	
2017.03	C1	12.00	118.84	36.59	(6.62)	26.82	(4.74)	16.59	(3.15)
2017.02	C2	3.00	13.91	27.07	(9.80)	19.49	(7.77)	11.95	(6.23)
2017.02	C3	4.00	10.54	25.42	(4.33)	17.68	(3.19)	10.44	(2.77)
2017.02	C4	1.00	1.65	21.60	--	15.91	--	9.38	--
2017.02	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C6	1.00	1.30	21.33	--	14.95	--	8.29	--
2017.02	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.02	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.04	C1	37.00	72.84	16.77	(9.33)	12.90	(7.00)	6.79	(4.24)
2017.04	C2	6.00	11.26	21.42	(5.27)	15.47	(3.73)	8.49	(2.36)
2017.04	C3	15.00	22.42	18.87	(5.30)	14.49	(3.87)	7.63	(2.39)
2017.04	C4	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.04	C5	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.04	C6	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.04	C7	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
2017.04	C8	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--

資料來源：本研究

註：括號內數值為標準差。

附錄 5 鳥類調查結果

表附錄 5-1 2016 年 3 月至 2018 年 10 月慈湖鳥類調查結果

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
雁鴨科	赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	無	無	2			64	225			502	610			
雁鴨科	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	無	無				1	2							
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無	29	17	35	112	67	62	45	76	127	34	43	69
雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>	無	無	101				6			2	28	25		
雁鴨科	尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>	無	無									10			
雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	無	無	25			49	58			112	12			8
雁鴨科	鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>	無	無				7	1							
雁鴨科	斑背潛鴨	<i>Aythya marila</i>	無	無				1								
雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有亞種	3		1		3	3	6		2	1		2
雉科	藍孔雀	<i>Pavo cristatus</i>	無	無		1										
鸕鷀科	小鸕鷀	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	39	11	32	22	18	28	69	24	7	9	19	35
鸕鷀科	冠鸕鷀	<i>Podiceps cristatus</i>	無	無	3			2	2				3			
鸕鷀科	鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無	1399		1	4857	3676			3111	3515	20		117
鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	無	無		4	3				4				7	
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	39	2	6	25	24	6	17	28	18	25	12	17
鷺科	紫鷺	<i>Ardea purpurea</i>	無	無			1									
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無	3	12	23	3	22	9	6	69	1	9	2	10
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無		1	8	1	1		2	1	2	1		2
鷺科	唐白鷺	<i>Egretta eulophotes</i>	II	無											1	

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無	12	37	91	12	12	20	69	65		15	221	28
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	無	無		2		1						4		
鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無	1	3		2		1				1		1
鷺科	綠蓑鷺	<i>Butorides striata</i>	無	無		1					1					
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無		7	20	4	13	3	4	13	21	3	39	6
鸚科	白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>	II	無									3			
鸚科	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	I	無			4	14	17			2		11		1
鸚科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無				4	2		1		2	3		1
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II	無							2	1				2
鷹科	白肩鵟	<i>Aquila heliaca</i>	I	無					1							
鷹科	東方澤鶩	<i>Circus spilonotus</i>	II	無									2	1		
鷹科	日本松雀鷹	<i>Accipiter gularis</i>	II	無										1		
鷹科	鷲	<i>Buteo buteo</i>	II	無	1											
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	3	8	5		2	4	2	6	3	5	3	1
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	7	15	3	7	7	6	5	4	5	6	4	10
秧雞科	白冠雞	<i>Fulica atra</i>	無	無	12		1	60	125		1	14	155			
鴿科	灰斑鴿	<i>Pluvialis squatarola</i>	無	無				29	55	8			12			1
鴿科	蒙古鴿	<i>Charadrius mongolus</i>	無	無												1
鴿科	鐵嘴鴿	<i>Charadrius leschenaultii</i>	無	無			1				1					50
鴿科	東方環頸鴿	<i>Charadrius alexandrinus</i>	無	無	14		154	121	321		30		405		27	10
鴿科	小環頸鴿	<i>Charadrius dubius</i>	無	無									3			11
鴿科	金斑鴿	<i>Pluvialis dominica</i>	無	無												1
鷸科	鷸	<i>Haematopus ostralegus</i>	無	無						1	1					

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
長腳鷸科	高蹺鷸	<i>Himantopus himantopus</i>	無	無	4	14			6	29	3	3	7	27	5	15
鷸科	反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>	無	無						1						
鷸科	磯鷸	<i>Actitis hypoleucos</i>	無	無	1			1	1		2	2	1			3
鷸科	白腰草鷸	<i>Tringa ochropus</i>	無	無										1	1	
鷸科	黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>	無	無						44						
鷸科	青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>	無	無	21	2	2	2	38	6	1		1		9	2
鷸科	小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>	無	無					7			1		8	2	2
鷸科	鷹斑鷸	<i>Tringa glareola</i>	無	無										1	1	2
鷸科	赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>	無	無			1			5						
鷸科	小杓鷸	<i>Numenius minutus</i>	無	無					1	1						
鷸科	中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>	無	無							1					
鷸科	大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>	III	無	16		2				15		32		3	17
鷸科	三趾濱鷸	<i>Calidris alba</i>	無	無			20									
鷸科	紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>	無	無					13	16						
鷸科	長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>	無	無						2						
鷸科	尖尾濱鷸	<i>Calidris acuminata</i>	無	無						14						
鷸科	黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>	無	無									51	1		
鷸科	彎嘴濱鷸	<i>Calidris ferruginea</i>	無	無						2						
鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	II	無		29				5	8					98
鷗科	鷗嘴燕鷗	<i>Gelochelidon nilotica</i>	無	無										2		
鷗科	裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>	無	無				8	13				70			
鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	無	無			2									5
鳩鵲科	野鴿	<i>Columba livia</i>	無	無	8											6

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	無	特有亞種				312	8			4				
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無	6	26	22	42	7	47	40	49	32	17	218	108
鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	32	22	26	9	14	11	20	50	18	32	48	35
杜鵑科	四聲杜鵑	<i>Cuculus micropterus</i>	無	無		1				6				2		
杜鵑科	噪鵑	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		2				2		2		9	2	
杜鵑科	褐翅鴉鵂	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	5	12	1		1	7	2	4	4	7	8	5
雨燕科	叉尾雨燕	<i>Apus pacificus</i>	無	無						30				2		
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	無	特有亞種	6						4			4		
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無		3	10		2		4	6	2	5	4	6
翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無	1		3	4	2	1	3	4	1	3	3	7
翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>	無	無	4	1			2		4	5	5	1	1	5
蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		74				85				29	6	
戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無	1	1	1	1		3			1		1	9
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	II	無								1				
隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	I	無					1					1		
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III	無			2			1	1					
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	無	無	1	5	7	3	1	2	10	3	3	2	7	4
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	無	特有亞種	1		2			2		1			3	
卷尾科	髮冠卷尾	<i>Dicrurus hottentottus</i>	無	無							1					
鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	5	6	6	7	3	4	1	6	16	2	6	5
鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無		4	2	1		2	3	2	2	2		
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	無	無					1			1		1		
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無	11	10	7		11	5	17		2	23	8	18

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無	11					3	3					1
攀雀科	攀雀	<i>Remiz consobrinus</i>	無	無	16											
鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	6	7	3	97	6	9	1	9	6	6	33	13
樹鶇科	遠東樹鶇	<i>Cettia canturians</i>	無	無								1				
柳鶇科	褐色柳鶇	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				1				11	12	1		12
柳鶇科	黃腰柳鶇	<i>Phylloscopus proregulus</i>	無	無					8							
柳鶇科	黃眉柳鶇	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	2			5	1			3	2	1		1
柳鶇科	極北柳鶇	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無	2			2	4			4	1	1		1
葦鶇科	雙眉葦鶇	<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	無	無												2
葦鶇科	東方大葦鶇	<i>Acrocephalus orientalis</i>	無	無								1	1			5
扇尾鶇科	棕扇尾鶇	<i>Cisticola juncidis</i>	無	無				1				1				
扇尾鶇科	灰頭鷓鶇	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	3	3		4	7	2	10	4	15	14	10	1
扇尾鶇科	褐頭鷓鶇	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	7		1		4	1	1	2	5	7	7	1
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無	34	18	10	30	13	10	15	19	29		6	80
噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無		2	2					11	1	2	6	2
鶇科	寬嘴鶇	<i>Muscicapa latirostris</i>	無	無												1
鶇科	鵲鶇	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	5	7	4	6	4	4	2	12	4	6	10	11
鶇科	野鶇	<i>Calliope calliope</i>	無	無				2	1			8	3			
鶇科	黃尾鶇	<i>Phoenicurus aureus</i>	無	無	2			2	1			11	3			
鶇科	黑鶇	<i>Turdus merula</i>	無	無		1	6	5		2		6		4		
鶇科	鶇屬	<i>Turdus sp.</i>	無	無					1							
八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	48	46	54	55	12	61	53	44	91	88	32	159
八哥科	黑領棕鳥	<i>Gracupica nigricollis</i>	無	無	2					1				3		

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
八哥科	絲光椋鳥	<i>Sturnus sericeus</i>	無	無	16											
八哥科	歐洲椋鳥	<i>Sturnus vulgaris</i>	無	無				11								
吸蜜鳥科	叉尾太陽鳥	<i>Aethopyga christinae</i>	無	無											2	
鵲鴝科	東方黃鵲鴝	<i>Motacilla tschutschensis</i>	無	無							3					
鵲鴝科	白鵲鴝	<i>Motacilla alba</i>	無	無	4			4	25			6		8		4
鵲鴝科	大花鵲	<i>Anthus richardi</i>	無	無								1	2			
鴉科	黑臉鴉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	5					3		4	5			
雀科	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	無	無	1				4	2				3		5
雀科	小桑鴉	<i>Eophona migratoria</i>	無	無	6	2		6					2	11	7	10
雀科	桑鴉	<i>Eophona personata</i>	無	無					12	1						
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	20	14		100	22	11		25	1	1	25	5
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	無	無											6	
梅花雀科	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>	無	無							1					
個體數(隻次)					2006	433	585	6119	4917	594	495	4357	5377	512	1018	890
物種數					51	39	41	49	58	51	46	53	56	56	46	54

註：2018年3月金門縣野鳥學會曾記錄花鳧於慈湖內停留約10天

資料來源：本研究；金門縣野鳥學會

表附錄 5-2 2016 年 3 月至 2018 年 10 月陵水湖鳥類調查結果

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
雁鴨科	赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	無	無	87				185			8	157			
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無	6	5		2	6	7		1	15	10	2	
雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>	無	無	15				28				10	3		
雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	無	無	7			20	17				17			1
鴨鵝科	小鴨鵝	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	5	5	6	4	11	14	8	4	20	12	11	5
鸕鷀科	鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無	347		1	558	268			409	563			100
鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	無	無	1	4	3			8	5		2	1	10	
鷺科	栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	無	無						1						
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	32	1	18	13	9	7	6	13	33	9	7	13
鷺科	紫鷺	<i>Ardea purpurea</i>	無	無						1	1		1			1
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無	4		11	12	3			9	15	7	9	3
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無			5	3	2	1	1	2	1			2
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無	4	34	8	6	9	19	14	11	8	8	57	14
鷺科	岩鷺	<i>Egretta sacra</i>	無	無			1									
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	無	無		9	2	2	2	10	10			1	20	1
鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無		1	4	3	2	3	3	1	5	1	6	6
鷺科	綠萺鷺	<i>Butorides striata</i>	無	無		1				1	1				1	
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無	5	6	11	17	11	9	6	5	29	3	14	18
鸕科	白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>	II	無										1		
鸕科	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	I	無									1			
鸕科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無	2		1	2	1			1				2

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II	無												1
鷹科	東方澤鳶	<i>Circus spilonotus</i>	II	無				2								
鷹科	黑鳶	<i>Milvus migrans</i>	II	無			1		2			3	5			3
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	5	7	2	7		8	3	3	1	2	2	4
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	25	3	1	5	15	6	1	3	9	11	8	6
秧雞科	白冠雞	<i>Fulica atra</i>	無	無	9			5	3				9	4		
鴿科	鐵嘴鴿	<i>Charadrius leschenaultii</i>	無	無											1	
鴿科	東方環頸鴿	<i>Charadrius alexandrinus</i>	無	無						1	1				11	
鴿科	小環頸鴿	<i>Charadrius dubius</i>	無	無												3
鷸科	鷸	<i>Haematopus ostralegus</i>	無	無			1								4	
長腳鷸科	高蹺鷸	<i>Himantopus himantopus</i>	無	無	6			2	1							1
鷸科	白腰草鷸	<i>Tringa ochropus</i>	無	無									1			
鷸科	青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>	無	無					10				6		6	1
鷸科	小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>	無	無			1									
鷸科	赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>	無	無	1				1							
鷸科	中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>	無	無									1		6	
鷸科	翻石鷸	<i>Arenaria interpres</i>	無	無				1								
鷸科	黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>	無	無									15			
鷸科	田鷸	<i>Gallinago gallinago</i>	無	無										1		2
鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	II	無						2						109
鷗科	白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>	無	無						1						
鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	無	無			2			2						
鳩鵲科	野鴿	<i>Columba livia</i>	無	無			8	2					7	1	2	

附錄5 鳥類調查結果

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	無	特有亞種					1				5			
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無		5	1	2	3	8	6	12		9	12	44
鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	4	7	9	3	15	15	10	2	3	11	9	17
杜鵑科	四聲杜鵑	<i>Cuculus micropterus</i>	無	無		2				1					1	
杜鵑科	噪鵑	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1				2				4	3	
杜鵑科	褐翅鴉鵂	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	1	6	2	4	2	7	3	3	2	6	5	5
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無			4	2	1	9	8	2	3	2	4	1
翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無		1	2	3	2	6	5	1		6	7	1
翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>	無	無			1	5		4	4	2	2		2	6
蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		2	20			24	22			31	11	
戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無		1	2		2							6
隼科	紅腳隼	<i>Falco amurensis</i>	II	無												1
隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	I	無				1								
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III	無												1
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	無	無	2	2	2	9	6	8	5	1	4	3	3	3
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	無	特有亞種	1					2	2					4
鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	2		1	7	6	6	5	4	5	5	1	1
鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無	3	2	1	3	6	4	4	3	1	2	4	7
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	無	無										1		
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無		9	8		3	33	21			16	2	
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無	1											
燕科	金腰燕	<i>Cecropis daurica</i>	無	無										1		
鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	18	12	3	3	22	17	12	7	9	5	16	12

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
柳鶯科	褐色柳鶯	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				11	5			4	11	4		1
柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	3			3	7			1	4	1		
柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無					2			1	1	3		
葦鶯科	東方大葦鶯	<i>Acrocephalus orientalis</i>	無	無												1
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	無	無				1								
扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	12	3		8	2	10	8		6	7	4	1
扇尾鶯科	褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	8		1	2	2	4	3		3	2	2	3
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無	12		6	8	11	14	4		16	2	3	1
噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無	3			2		1	1	2		1	3	1
鶉科	鵲鶉	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	2	5	2	5	4	9	4	3	2	10	11	10
鶉科	野鶉	<i>Calliope calliope</i>	無	無			1	4	1			1	3			
鶉科	黃尾鶉	<i>Phoenicurus auroreus</i>	無	無	5			10	5			2	4			
鶉科	黑喉鶉	<i>Saxicola maurus</i>	無	無									1			
鶉科	黑鶉	<i>Turdus merula</i>	無	無	1			4		7	7		1		2	
鶉科	赤腹鶉	<i>Turdus chrysolaus</i>	無	無					1							
八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	10	26	28	19	43	31	21	23	23	27	14	53
八哥科	灰背棕鳥	<i>Sturnia sinensis</i>	無	無										1		
鵲鶉科	灰鵲鶉	<i>Motacilla cinerea</i>	無	無												1
鵲鶉科	白鵲鶉	<i>Motacilla alba</i>	無	無	1		4	6	9			2	1			3
鶉科	黑臉鶉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	18			10	4			2				
雀科	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	無	無									2	2		
雀科	小桑鳴	<i>Eophona migratoria</i>	無	無				1						1		
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	6	8	2	30	5	8	7	29	2	1	5	

科中文名	中文名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-17	Jan-18	Apr-18	Jul-18	Oct-18
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	無	無												4
鸚鵡科	和尚鸚鵡	<i>Myiopsitta monachus</i>	無	無			1									
鸚鵡科	紅領綠鸚鵡	<i>Psittacula krameri</i>	無	無										1		
個體數(隻次)					674	168	189	832	756	331	222	580	1045	240	414	370
物種數					37	27	41	46	46	41	34	35	48	44	42	43

資料來源：本研究

表附錄 5-3 2016 年 3~12 月蘭湖水庫鳥類調查結果

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	總計
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無			4		4
雞形目	雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有亞種	1	1		6	8
鸛形目	鸛鷓科	小鸛鷓	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	20	2	2	4	28
鸛形目	鷓鴣科	鷓鴣	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無				14	14
鸛形目	鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無	1				1
鸛形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無	1	2	2		5
鸛形目	鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無			2		2
鸛形目	鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無	1				1
鸛形目	鷹科	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	II	特有亞種			1		1
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	1	1			2
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無	251		3	2	256
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	20	4	12	6	42
鴉形目	杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1			1
鴉形目	杜鵑科	褐翅鴉鴉	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	9	4	1		14
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	無	特有亞種	14				14
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無	1	3	1		5
佛法僧目	蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		4			4
戴勝目	戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無				1	1
燕雀目	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III	無			1		1
燕雀目	伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	無	無	5	2		1	8
燕雀目	鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	5		1	2	8
燕雀目	鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無			1		1
燕雀目	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無	1	25	5		31
燕雀目	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無	6				6

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	總計
燕雀目	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	2	4	1	8	15
燕雀目	柳鶇科	褐色柳鶇	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				3	3
燕雀目	柳鶇科	黃眉柳鶇	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	4			2	6
燕雀目	柳鶇科	極北柳鶇	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無	2				2
燕雀目	扇尾鶇科	灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	6	2		2	10
燕雀目	扇尾鶇科	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	1				1
燕雀目	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無			2	12	14
燕雀目	噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無		2	2		4
燕雀目	鶉科	鵲鴝	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	5		2	7	14
燕雀目	鶉科	野鴝	<i>Calliope calliope</i>	無	無				2	2
燕雀目	鶉科	黃尾鴝	<i>Phoenicurus aureoreus</i>	無	無	5			1	6
燕雀目	鶉科	黑喉鴝	<i>Saxicola maurus</i>	無	無				1	1
燕雀目	鶇科	黑鶇	<i>Turdus merula</i>	無	無	6	4		2	12
燕雀目	八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	35	3	8	18	64
燕雀目	八哥科	黑領椋鳥	<i>Gracupica nigricollis</i>	無	無			1		1
燕雀目	八哥科	灰背椋鳥	<i>Sturnia sinensis</i>	無	無		3			3
燕雀目	鵲鴝科	灰鵲鴝	<i>Motacilla cinerea</i>	無	無				1	1
燕雀目	鵲鴝科	白鵲鴝	<i>Motacilla alba</i>	無	無	8			2	10
燕雀目	鴉科	黑臉鴉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	10				10
燕雀目	雀科	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	無	無			50		50
燕雀目	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	9	21	71	27	128
燕雀目	梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	無	無			15		15
個體數						430	91	189	128	838
物種數						27	19	23	23	47

資料來源：本研究

表附錄 5-4 2016 年 3~12 月瓊林水庫鳥類調查結果

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	總計
雁形目	雁鴨科	花鳧	<i>Tadorna tadorna</i>	無	無		2	3		5
雁形目	雁鴨科	赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	無	無	4			23	27
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無	6	7	3	4	20
雁形目	雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	無	無	4				4
雞形目	雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有亞種	1	1		3	5
鵲形目	鸚鵡科	小鸚鵡	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無				1	1
鵲形目	鸛科	鸛	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無				293	293
鵲形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	1				1
鵲形目	鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無				1	1
鵲形目	鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無			2		2
鵲形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無		1	5	1	7
鵲形目	鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無			2		2
鵲形目	鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無		1	4	1	6
鵲形目	鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II	無			1		1
鵲形目	鷹科	鵟	<i>Buteo buteo</i>	II	無	1				1
鵲形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	1	2	3	4	10
鵲形目	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	2			1	3
鵲形目	鶺鴒科	磯鶺鴒	<i>Actitis hypoleucos</i>	無	無	1		1	1	3
鵲形目	鶺鴒科	白腰草鶺鴒	<i>Tringa ochropus</i>	無	無	2				2
鵲形目	燕鴿科	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	III	無			1		1
鵲形目	鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	無	無			4		4
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	無	特有亞種				14	14
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無	10	51	5	1	67

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	總計
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	13	7	8	71	99
鴉形目	杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1			1
鴉形目	杜鵑科	褐翅鴉	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	2	2			4
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	無	特有亞種		1			1
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無			1		1
佛法僧目	翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無	2			1	3
佛法僧目	蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		1			1
戴勝目	戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無	2	1	1		4
鸛形目	隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	II	無				1	1
燕雀目	山椒鳥科	黑翅山椒鳥	<i>Lalage melaschistos</i>	無	無			2		2
燕雀目	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III	無	1		2	1	4
燕雀目	伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	無	無	3	2	1	1	7
燕雀目	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	無	特有亞種			4		4
燕雀目	鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	8		2	5	15
燕雀目	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無	1	26	10		37
燕雀目	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無			1		1
燕雀目	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	10	3	5	8	26
燕雀目	柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	2			2	4
燕雀目	柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無	1				1
燕雀目	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	6	3			9
燕雀目	扇尾鶯科	褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	2				2
燕雀目	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無				9	9
燕雀目	噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無	1	2		1	4
燕雀目	鷓鴣科	鷓鴣	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	4	3	4	2	13
燕雀目	鷓鴣科	野鷓	<i>Calliope calliope</i>	無	無			1	1	2

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	總計
燕雀目	鶉科	黃尾鶉	<i>Phoenicurus auroreus</i>	無	無	3			2	5
燕雀目	鶉科	黑鶉	<i>Turdus merula</i>	無	無			2	2	4
燕雀目	八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	19	54	29	16	118
燕雀目	八哥科	灰背椋鳥	<i>Sturnia sinensis</i>	無	無	1	90			91
燕雀目	鵲鴿科	白鵲鴿	<i>Motacilla alba</i>	無	無	5			4	9
燕雀目	鵲鴿科	大花鵲	<i>Anthus richardi</i>	無	無			1	6	7
燕雀目	鴉科	黑臉鴉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	10			9	19
燕雀目	雀科	小桑鴉	<i>Eophona migratoria</i>	無	無			6	4	10
燕雀目	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	1	31	9	27	68
個體數						130	298	123	521	1072
物種數						32	23	30	33	58

資料來源：本研究

表附錄 5-5 2016 年 3~12 月擎天水庫鳥類調查結果

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Oct-16	Dec-16	總計
雞形目	雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有亞種				2	2
鸛形目	鸛鷓科	小鸛鷓	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	3		1		4
鸛形目	鸛鷓科	鸛鷓	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無	6				6
鸛形目	鷺科	栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	無	無		1			1
鸛形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	1				1
鸛形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無		1			1
鸛形目	鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無		1			1
鸛形目	鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無	2	1			3
鸛形目	鷹科	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	II	特有亞種			1	1	2
鸛形目	鷹科	鵟	<i>Buteo buteo</i>	II	無	1				1
鸛形目	鷹科	鷹屬	<i>Accipiter sp.</i>	無	無		1			1
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	1	3	1		5
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無		1	1		2
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	8	14	15	2	39
鴉形目	杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1			1
鴉形目	杜鵑科	褐翅鴉鴉	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	1	2		1	4
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	無	特有亞種	1				1
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無				1	1
佛法僧目	翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無		1			1
燕雀目	鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無		1	1	3	5
燕雀目	鴉科	小嘴烏鴉	<i>Corvus corone</i>	無	無	1				1
燕雀目	鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無		1			1
燕雀目	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	6	7	9	10	32

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Oct-16	Dec-16	總計
燕雀目	柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無				5	5
燕雀目	柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無				3	3
燕雀目	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	2	5		1	8
燕雀目	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無		4	12		16
燕雀目	噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無	2	4	2	2	10
燕雀目	鶉科	白斑紫嘯鶉	<i>Myophonus caeruleus</i>	無	無			2		2
燕雀目	鶉科	野鶉	<i>Calliope calliope</i>	無	無			1	2	3
燕雀目	鶉科	黃尾鶉	<i>Phoenicurus auroreus</i>	無	無	7			2	9
燕雀目	鶉科	黑鶉	<i>Turdus merula</i>	無	無		1			1
燕雀目	八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種		4	16	1	21
燕雀目	鵲鶉科	灰鵲鶉	<i>Motacilla cinerea</i>	無	無				1	1
燕雀形	鶉科	鶉屬	<i>Turdus</i> sp.	無	無				1	1
個體數						42	55	64	39	200
物種數						14	20	13	16	35

資料來源：本研究

表附錄 5-6 2016 年金門湖庫鳥類調查時間

季別	調查日期	調查時間	樣區
第 1 季	2016/3/3	10:38	陵水湖
第 1 季	2016/3/3	15:30	慈湖
第 1 季	2016/3/4	09:00-10:30	瓊林水庫
第 1 季	2016/3/4	12:15-13:45	蘭湖水庫
第 1 季	2016/3/4	14:50-16:05	擎天水庫
第 2 季	2016/6/26	17:40-18:40	蘭湖水庫
第 2 季	2016/6/26	15:55-17:20	瓊林水庫
第 2 季	2016/6/26	19:00-19:10	擎天水庫
第 2 季	2016/6/26	19:15-19:25	蘭湖水庫
第 2 季	2016/6/26	19:30-19:40	瓊林水庫
第 2 季	2016/6/27	08:25-09:25	擎天水庫
第 2 季	2016/6/27	14:08-16:20	慈湖
第 2 季	2016/6/27	19:45-20:15	慈湖
第 2 季	2016/6/28	06:55-09:05	慈湖
第 2 季	2016/6/28	14:55-17:45	陵水湖
第 2 季	2016/6/28	20:30-21:20	陵水湖
第 3 季	2016/9/22	18:30-18:40	蘭湖水庫
第 3 季	2016/9/22	18:45-18:55	瓊林水庫
第 3 季	2016/9/22	19:00-19:10	擎天水庫
第 3 季	2016/9/23	06:18-07:33	蘭湖水庫
第 3 季	2016/9/23	07:40-09:20	瓊林水庫
第 3 季	2016/9/23	18:30-19:30	慈湖
第 3 季	2016/9/24	06:55-07:55	擎天水庫
第 3 季	2016/9/25	06:15-09:45	慈湖
第 3 季	2016/9/25	19:00-19:50	陵水湖
第 3 季	2016/9/26	07:30-09:37	陵水湖
第 4 季	2016/12/20	08:35-10:10	瓊林水庫
第 4 季	2016/12/20	07:10-08:10	擎天水庫
第 4 季	2016/12/21	08:00-09:10	蘭湖水庫
第 4 季	2017/12/21	18:00-18:10	瓊林水庫
第 4 季	2017/12/21	18:15-18:25	擎天水庫
第 4 季	2017/12/21	18:35-18:45	蘭湖水庫
第 4 季	2016/12/22	07:27-10:10	陵水湖
第 4 季	2016/12/22	18:30-19:20	陵水湖
第 4 季	2016/12/23	06:55-09:55	慈湖
第 4 季	2016/12/23	18:30-19:30	慈湖

資料來源：本研究

表附錄 5-7 2017 年金門湖庫鳥類調查時間

季別	調查日期	調查時間	樣區
第 1 季	2017/2/21	18:30~19:30	慈湖
第 1 季	2017/2/21	18:30~19:20	陵水湖
第 1 季	2017/2/22	06:17~09:13	慈湖
第 1 季	2017/2/23	07:21~10:00	陵水湖
第 2 季	2017/5/23	05:40~08:30	慈湖
第 2 季	2017/5/23	18:30~19:30	慈湖
第 2 季	2017/5/24	18:30~19:30	陵水湖
第 2 季	2017/5/25	06:01~07:30	陵水湖
第 3 季	2017/8/22	06:15~09:40	慈湖
第 3 季	2017/8/22	18:30~19:30	慈湖
第 3 季	2017/8/23	18:30~19:30	陵水湖
第 3 季	2017/8/24	06:20~08:35	陵水湖
第 4 季	2017/11/7	06:40~10:10	慈湖
第 4 季	2017/11/6	18:30~19:30	陵水湖
第 4 季	2017/11/6	18:30~19:30	慈湖
第 4 季	2017/11/9	08:10~09:05	陵水湖

資料來源：本研究

表附錄 5-8 2018 年金門湖庫日間鳥類調查時間

季別	調查日期	調查時間	樣區
第 1 季	2018/1/15	06:45~10:10	慈湖
第 1 季	2018/1/16	07:35~10:10	陵水湖
第 2 季	2018/4/17	06:10~09:10	慈湖
第 2 季	2018/4/18	06:08~08:00	陵水湖
第 3 季	2018/7/24	05:55~09:10	慈湖
第 3 季	2018/7/25	06:03~08:07	陵水湖
第 4 季	2018/10/16	06:00~09:23	慈湖
第 4 季	2018/10/17	06:12~08:00	陵水湖

資料來源：本研究

表附錄 5-9 2016 年陸域環境因子

觀測時間	氣溫 (°C)	相對濕度 (%)	蒸發量 (mm)	有霧日數 (d)
2016.01	13.3	76	45.0	0
2016.02	12.4	70	58.1	0
2016.03	14.2	75	60.5	0
2016.04	19.7	82	58.7	0
2016.05	24.1	84	102.1	0
2016.06	27.9	85	109.3	0
2016.07	28.9	82	148.6	0
2016.08	28.6	84	117.6	0
2016.09	27.6	77	119.5	0
2016.10	25.7	80	94.2	0
2016.11	20.8	78	81.6	0
2016.12	17.4	69	77.6	0

資料來源：中央氣象局；金門縣農業試驗所

表附錄 5-10 2017 年陸域環境因子

觀測時間	氣溫 (°C)	相對濕度 (%)	蒸發量 (mm)	有霧日數 (d)
2017.01	15.6	69	69.9	0
2017.02	14.1	68	80.5	0
2017.03	15.1	75	63.8	0
2017.04	20.0	76	84.9	0
2017.05	25.0	82	95.8	0
2017.06	26.5	88	72.0	0
2017.07	29.0	78	133.6	0
2017.08	29.0	81	143.8	0
2017.09	28.9	75	142.1	0
2017.10	26.0	61	157.2	0
2017.11	20.8	88	94.4	0
2017.12	15.8	59	77.6	0

資料來源：中央氣象局；金門縣農業試驗所

表附錄 5-11 2018 年陸域環境因子

觀測時間	氣溫 (°C)	相對濕度 (%)	蒸發量 (mm)	有霧日數 (d)
2018.01	14.2	72	66.20	--
2018.02	12.6	71	62.90	--
2018.03	16.9	75	97.3	--
2018.04	21.1	76	111.5	--
2018.05	25.7	82	148.1	--
2018.06	27.1	81	114.0	--
2018.07	29.3	78	148.40	--
2018.08	28.8	80	131.10	--
2018.09	27.5	75	137.3	--
2018.10	23.4	64	132.5	--
2018.11	20.7	75	67.6	--
2018.12	18.4	75	28.7	--

資料來源：中央氣象局

附錄 6 生態系統尺度調查結果

表附錄 6-1 慈湖食物網功能群物種列表

功能群	物種
水獺	水獺
小型哺乳類	小黃腹鼠、臭鼩
肉食性鳥類	大白鷺、小白鷺、小鸕鶿、中白鷺、白肩鷺、白琵鷺、池鷺、夜鷺、冠鸕鶿、魚鷹、斑翡翠、黃小鷺、黑面琵鷺、裏海燕鷗、遊隼、翠鳥、蒼翡翠、蒼鷺、鷗嘴燕鷗
雜食性鳥類	小水鴨、小杓鷗、小青足鷗、中杓鷗、反嘴鷗、白腹秧雞、尖尾濱鷗、灰斑鴿、赤足鷗、赤頸鴨、花嘴鴨、青足鷗、紅冠水雞、紅頸濱鷗、高蹺鴿、黃足鷗、黑腹濱鷗、蠣鴿、彎嘴濱鷗
水域爬蟲類	紅耳龜、金龜、唐水蛇
頭足類	中國小孔蛸
水層肉食性魚類	四帶牙鱗
水層植食性魚類	吉利非鯽、尼羅口孵非鯽
水層雜食性魚類	長鰭臭肚魚、粒唇鰻、龜鮫、前鱗龜鮫、鰻、鰻科幼魚
底棲肉食性魚類	中國烏塘鱧、爪哇擬鰕虎、布魯雙邊魚、花身雞魚、斑尾刺鰕虎、普氏韃靼鰕虎、黃鰭鯛、黑棘鯛、雙帶縞鰕虎
浮游食性魚類	日本花鱸、食蚊魚、筆狀多環海龍
梭子蟹&蝦蛄	粉蟬、棘突猛蝦蛄、鈍齒短槳蟹、鋸緣青蟬
蝦蟹類	中國對蝦、日本沼蝦、日本絨螯蟹、平背蜆、伍氏厚蟹、字紋弓蟹、弧邊招潮蟹、東方白蝦、斑節明對蝦、絨毛近方蟹、隆背張口蟹、側足厚蟹、小形寄居蟹、長指細螯寄居蟹、寬胸細螯寄居蟹
腹足類	流紋蝸、栓海蝸、粗紋織紋螺、瘤珠螺、燒酒海蝸、鐵尖海蝸
雙殼類	月光唱片蛤、伊莎貝蛋糕簾蛤、竹蛸、西施舌、東亞殼菜蛤、歪簾蛤、船形薄殼蛤、菲律賓簾蛤、臺灣文蛤、臺灣環簾蛤、橫簾蛤屬、環文蛤
多毛類	沙蠶科、海蛹科、索沙蠶科、歐努菲蟲科、纓鰓蟲科、吻沙蠶科或角吻沙蠶科幼蟲
端足類	--
水母	端鞭水母
水棲昆蟲	搖蚊科
浮游動物	二枚貝、介形類、毛顎類、水母、仔稚魚、多毛類、有孔蟲、尾蟲、夜光蟲、放射蟲、枝角類、哲水蚤、猛水蚤、異足類、魚卵、端腳類、管水母、劍水蚤、蝦類幼生、輪蟲、橈足類幼生、磷蝦、糠蝦、翼足類、藤壺幼生、蟹類幼生、纖毛蟲
基礎生產者	浮游藻類、底棲微藻、大型藻類

功能群	物種
有機碎屑	水中有機質、底質有機質、溝渠輸入有機質

資料來源：本研究

註：粗體字標示優勢物種。

表附錄 6-2 慈湖食物網模式輸入參數與輸出結果

NO	Group name	TL	B	P/B	Q/B	EE	P/Q	NE	R
1	水獺	3.68	0.04	0.25	68.40	0.00	0.00	0.00	2.14
2	小型哺乳類	3.01	1.05	0.46	46.12	0.93	0.01	0.01	38.26
3	肉食性鳥類	3.90	0.03	0.16	120.00	0.00	0.00	0.00	2.72
4	雜食性鳥類	3.02	0.06	0.51	120.00	0.00	0.00	0.01	6.09
5	水域爬蟲類	3.11	0.00	4.66	51.74	0.00	0.09	0.11	0.01
6	頭足類	3.66	0.00	1.28	11.97	0.94	0.11	0.13	0.00
7	水層肉食性魚類	2.85	0.02	0.87	7.80	0.77	0.11	0.14	0.10
8	水層植食性魚類	2.33	0.43	0.96	113.00	0.72	0.01	0.01	38.39
9	水層雜食性魚類	2.29	0.93	0.61	12.28	0.72	0.05	0.06	8.56
10	底棲肉食性魚類	3.06	1.44	1.78	14.90	0.72	0.12	0.15	14.56
11	浮游食性魚類	3.01	0.00	0.32	3.70	0.52	0.09	0.11	0.01
12	梭子蟹&蝦蛄	2.69	1.04	0.67	11.60	0.04	0.06	0.07	8.94
13	蝦蟹類	2.17	8.72	0.51	10.00	0.42	0.05	0.06	65.32
14	腹足類	2.03	158.60	1.31	14.00	0.54	0.09	0.12	1568.55
15	雙殼綱	2.00	98.81	1.01	15.00	0.64	0.07	0.08	1085.92
16	經濟性貝類	2.00	58.69	2.08	15.00	0.32	0.14	0.17	582.20
17	多毛類	2.07	3.56	5.05	24.00	0.89	0.21	0.26	50.37
18	端足類	2.01	4.92	5.00	33.00	0.95	0.15	0.19	105.31
19	水母	2.69	7.77	4.36	11.30	0.01	0.39	0.48	36.35
20	水棲昆蟲	2.02	2.18	4.03	201.50	0.95	0.02	0.03	342.03
21	浮游動物	2.02	1.80	25.00	122.10	0.95	0.20	0.26	130.82
22	基礎生產者	1.00	65.62	34.87	0.00	1.00	--	--	0.00
23	有機碎屑	1.00	1.00	767.80	767.80	--	--	0.95	--

資料來源：本研究

TL : trophic level ; B : biomass (g WW m⁻²) ; P/B : production/biomass (yr⁻¹) ; Q/B : consumption/biomass(yr⁻¹) ; Y : fishery catch rate(g WW m⁻² yr⁻¹) ; EE : ecotrophic efficiency ; P/Q : production/consumption ; NE : net efficiency ; R : respiration (g WW m⁻² yr⁻¹) 。

表附錄 6-3 慈湖食物網模式個功能群食性組成

Prey \ predator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1 水獺																					
2 小型哺乳類	<0.01		0.13																		
3 肉食性鳥類																					
4 雜食性鳥類																					
5 水域爬蟲類																					
6 頭足類						0.10															
7 水層肉食性魚類	<0.01		<0.01			<0.01				<0.01		<0.01									
8 水層植食性魚類	0.02		0.04		<0.01	0.07		<0.01		<0.01		<0.01									
9 水層雜食性魚類	0.03		0.05		<0.01	0.10		<0.01		0.01		<0.01									
10 底棲肉食性魚類	0.14		0.24		0.01	0.44		<0.01		0.02		0.01									
11 浮游食性魚類	<0.01		<0.01			<0.01															
12 梭子蟹&蝦蛄	<0.01			<0.01	0.02	0.03						<0.01									
13 蝦蟹類	0.02			<0.01	0.15	0.19	0.03	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	0.01	0.01								
14 腹足類	0.01	<0.01		0.23	0.06		0.14	0.02	0.10	0.14		0.28		0.01						0.01	
15 雙殼類	0.02	<0.01		0.11			0.06	<0.01	0.04	<0.01		0.13		0.02						0.01	
16 經濟性貝類		<0.01		0.18			0.10	<0.01	0.06	<0.01		0.21									
17 多毛類				0.02	<0.01		0.01	0.01	0.01	0.70	<0.01	0.02									<0.01
18 端足類							0.32			0.05	0.01		0.16				0.02				0.01
19 水母																					<0.01
20 水棲昆蟲					0.27			0.17													
21 浮游動物							0.17	0.11	0.08	0.01	0.99				<0.01	<0.01	0.05	0.01	0.20	0.01	0.02
22 基礎生產者							0.05	0.67	0.40	<0.01		0.14	0.35	0.40	0.50	0.50	0.05	0.01	0.05	0.01	0.59

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

Prey \ predator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
23 有機碎屑						0.08	0.12	0.01	0.31	0.03	<0.01	0.19	0.48	0.58	0.50	0.50	0.88	0.98	0.05	0.97	0.40	
24 Import	0.75	0.99	0.54	0.45	0.49																0.68	
25 Sum	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

資料來源：本研究

表附錄 6-4 慈湖食物網參數資料來源

功能群	Biomass	P/B	Q/B	P/Q	DC Citation
1 水獺	李玲玲等人(2014)	Kruuk and Conroy (1991)	Heggberget (1995)	--	Jędrzejewska (2001) Harna (1993); Claverot et al. (2003)
2 小型哺乳類	This study	--	劉等人(2010)	秦與林(1996)	Phung et al. (2011); Bettesworth and Anderson (1972)
3 肉食性鳥類	This study	Opitz (1996)	Opitz (1996)	--	Vasslides et al. (2017); Jakubas et al. (2005)
4 雜食性鳥類	This study	Wolff et al. (2000)	Wolff et al. (2000)	--	Vasslides et al. (2017); Karmiris et al. (2010)
5 水域爬蟲類	This study	--	Wang et al. (2011)	Wang et al. (2011)	Santigosa et al. (2011)
6 頭足類	This study	SeaLifeBase	Hong et al. (2008)	--	Sundaram and Deshmukh (2011)
7 水層肉食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
8 水層植食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
9 水層雜食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
10 底棲肉食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
11 浮游食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
12 梭子蟹&蝦蛄	This study	Brey (2012)	Lin et al. (1999)	--	Cannicci et al. (1996)
13 蝦蟹類	This study	Brey (2012)	Vasslides et al. (2017)	--	Devi et al. (2013)
14 腹足類	This study	Brey (2012)	Lin et al. (2006)	--	Lin et al. (2004); Lin et al. (2006)
15 雙殼類	This study	Brey (2012)	Lin et al. (2006)	--	Lin et al. (2004); Lin et al. (2006)
16 多毛類	This study	Brey (2012)	Lin et al. (2006)	--	Lin et al. (1999); Lin et al. (2006)
17 端足類	--	Lin et al. (2006)	Lin et al. (2006)	--	Lin et al. (1999); Lin et al. (2006)
18 水母	This study	SeaLifeBase	Purcell et al. (2010); Skjoldal and Huntley (2000)	--	Heymans and Baird (2000); Pauly (2009)
19 水棲昆蟲	--	Liu et al. (2007)	Liu et al. (2007)	--	Liu et al. (2006)
20 浮游動物	This study	Han et al. (2017)	Han et al. (2017)	--	Lin et al. (1999); Lin et al. (2006)
21 基礎生產者	This study	This study	--	--	--
22 有機碎屑	This study	--	--	--	--

資料來源：本研究

表附錄 6-5 慈湖食物網模式營養階層組成

NO	Group name / Trophic level	I	II	III	IV
1	水獺	0.00	0.00	0.37	0.59
2	小型哺乳類	0.00	0.00	0.99	0.01
3	肉食性鳥類	0.00	0.00	0.21	0.74
4	雜食性鳥類	0.00	0.00	0.99	0.01
5	水域爬蟲類	0.00	0.00	0.89	0.10
6	頭足類	0.00	0.08	0.33	0.55
7	水層肉食性魚類	0.00	0.17	0.82	0.01
8	水層植食性魚類	0.00	0.68	0.31	0.00
9	水層雜食性魚類	0.00	0.72	0.28	0.00
10	底棲肉食性魚類	0.00	0.03	0.91	0.06
11	浮游食性魚類	0.00	0.00	1.00	0.00
12	梭子蟹&蝦蛄	0.00	0.33	0.65	0.02
13	蝦蟹類	0.00	0.84	0.16	0.00
14	腹足類	0.00	0.98	0.02	0.00
15	雙殼綱	0.00	1.00	0.00	0.00
16	經濟性貝類	0.00	1.00	0.00	0.00
17	多毛類	0.00	0.93	0.07	0.00
18	端足類	0.00	0.99	0.01	0.00
19	水母	0.00	0.31	0.69	0.00
20	水棲昆蟲	0.00	0.98	0.02	0.00
21	浮游動物	0.00	1.00	0.00	0.00
22	基礎生產者	1.00	0.00	0.00	0.00
23	有機碎屑	1.00	0.00	0.00	0.00

資料來源：本研究

表附錄 6-6 陵水湖食物網功能群物種列表

功能群	物種
肉食性鳥類	大白鷺 、小白鷺、小燕鷗、小鸕鶿、中白鷺、白翅黑燕鷗、池鷺、 夜鷺 、栗小鷺、魚鷹、斑翡翠、紫鷺、黃小鷺、黑腹燕鷗、黑鳶、遊隼、綠蓑鷺、翠鳥、蒼翡翠、 蒼鷺
雜食性鳥類	白冠雞、白腹秧雞、 赤頸鴨 、花嘴鴨、紅冠水雞、高蹺鴿、琵嘴鴨
水域爬蟲類	中華鱉、 金龜 、草花蛇
草魚	草魚
水層碎屑食性魚類	孔雀花鱗
水層植食性魚類	尼羅口孵非鯽 、吉利非鯽、鯽魚
底棲肉食性魚類	爪哇擬鰕虎、 極樂吻鰕虎
底棲雜食性魚類	攀鱸
浮游食性魚類	食蚊魚 、羅漢魚
蝦蟹類	日本沼蝦 、字紋弓蟹、粗糙沼蝦
水棲昆蟲	搖蚊科 、弓蜓科、絲蟪科
浮游動物	二枚貝、仔稚魚、多毛類、有孔蟲、枝角類、哲水蚤、猛水蚤、異足類、魚卵、端腳類、劍水蚤、蝦類幼生、 輪蟲 、橈足類幼生、藤壺幼生、蟹類幼生、纖毛蟲
基礎生產者	浮游藻類、 水生植物
有機碎屑	水中有機質、 水生植物枯萎部分

資料來源：本研究

註：粗體字標示優勢物種

表附錄 6-7 陵水湖食物網模式輸入參數與輸出結果

NO	Group name	TL	B	P/B	Q/B	EE	P/Q	NE	R
1	肉食性鳥類	3.25	1.57	0.16	120.00	0.00	0.00	0.00	150.47
2	雜食性鳥類	2.71	0.14	0.51	120.00	0.00	0.00	0.01	13.40
3	水域爬蟲類	2.42	0.01	4.66	51.74	0.00	0.09	0.11	0.52
4	草魚	2.00	0.04	1.09	85.92	0.46	0.01	0.02	2.66
5	水層碎屑食性魚類	2.07	0.01	3.70	25.00	0.89	0.15	0.19	0.16
6	水層植食性魚類	2.00	5.16	0.88	15.60	0.93	0.06	0.07	59.85
7	底棲肉食性魚類	2.59	0.76	2.21	20.60	0.93	0.11	0.13	10.85
8	底棲雜食性魚類	2.57	0.02	0.43	23.90	0.89	0.02	0.02	0.32
9	浮游食性魚類	2.55	0.99	1.93	20.10	0.93	0.10	0.12	14.02
10	蝦蟹類	2.05	2.51	1.04	19.38	0.98	0.05	0.07	36.33
11	水棲昆蟲	2.02	2.92	8.82	201.50	0.95	0.04	0.05	445.54
12	浮游動物	2.01	0.56	15.81	316.20	0.92	0.05	0.06	133.21
13	水生植物	1.00	919.91	5.93	--	0.00	--	--	--
14	浮游藻類	1.00	31.28	181.73	--	0.05	--	--	--
15	有機碎屑	1.00	85.38	--	--	0.06	--	0.00	--

資料來源：本研究

TL：trophic level；B：biomass (g WW m⁻²)；P/B：production/biomass (yr⁻¹)；Q/B：consumption/biomass(yr⁻¹)；Y：fishery catch rate(g WW m⁻² yr⁻¹)；EE：ecotrophic efficiency；P/Q：production/consumption；NE：net efficiency；R：respiration (g WW m⁻² yr⁻¹)。

表附錄 6-8 陵水湖食物網模式各功能群食性組成

Prey \ predator	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 肉食性鳥類												
2 雜食性鳥類												
3 水域爬蟲類												
4 草魚	<0.01											
5 水層碎屑食性魚類	<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	<0.01				
6 水層植食性魚類	0.01		0.01		<0.01		0.13	0.10	0.01			
7 底棲肉食性魚類	<0.01		<0.01		<0.01		0.05	0.04	<0.01			
8 底棲雜食性魚類	<0.01		<0.01				<0.01	<0.01				
9 浮游食性魚類	<0.01		<0.01		<0.01		0.05	0.04	<0.01			
10 蝦蟹類		0.10	<0.01		0.01		0.05	0.16	<0.01			
11 水棲昆蟲		0.40	0.27		0.03		0.20	0.18	0.28		0.01	
12 浮游動物					0.03				0.20	0.05		0.01
13 水生植物		0.22	0.41	1.00								
14 浮游藻類					0.50	0.26	0.20	0.30	0.21	0.55	0.20	0.50
15 有機碎屑					0.44	0.75	0.22	0.19	0.21	0.40	0.79	0.49
16 Import	0.98	0.28	0.30				0.10		0.09			
17 Sum	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

資料來源：本研究

表附錄 6-9 陵水湖食物網模式參數資料來源

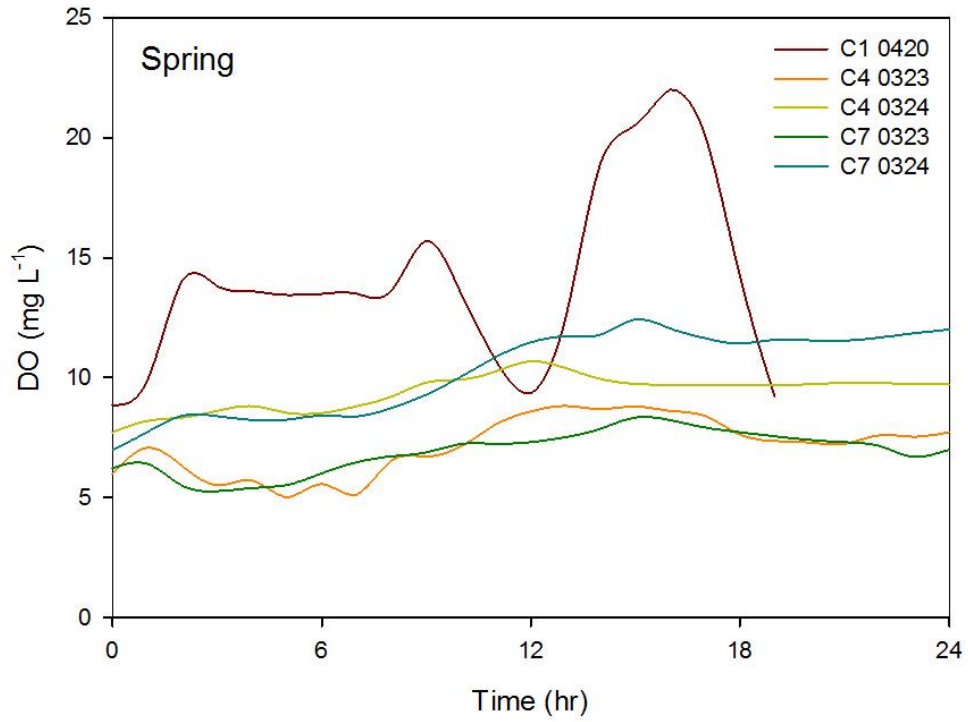
功能群	Biomass	P/B	Q/B	P/Q	DC Citation
1 肉食性鳥類	This study	Opitz (1996)	Opitz (1996)	--	Vasslides et al. (2017)
2 雜食性鳥類	This study	Wolff et al. (2000)	Wolff et al. (2000)	--	Vasslides et al. (2017)
3 水域爬蟲類	This study	--	Wang et al. (2011)	Wang et al. (2011)	Santigosa et al. (2011)
4 草魚	This study; FishBase	Li et al. (2018)	Li et al. (2018)	--	FishBase
5 水層碎屑食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
6 水層植食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
7 底棲肉食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
8 底棲雜食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
9 浮游食性魚類	This study	FishBase	FishBase	--	FishBase
10 蝦蟹類	This study	Brey (2012)	Jia et al. (2012)	--	李雲凱等(2014)
11 水棲昆蟲	This study	Brey (2012)	Liu et al. (2007)	--	Liu et al. (2006)
12 浮游動物	This study	Liu et al. (2007)	Liu et al. (2007)	--	Feng et al. (2017); Liu et al. (2007); 李雲凱等(2014)
13 基礎生產者	This study	This study	--	--	--
14 有機碎屑	This study	This study	--	--	--

資料來源：本研究

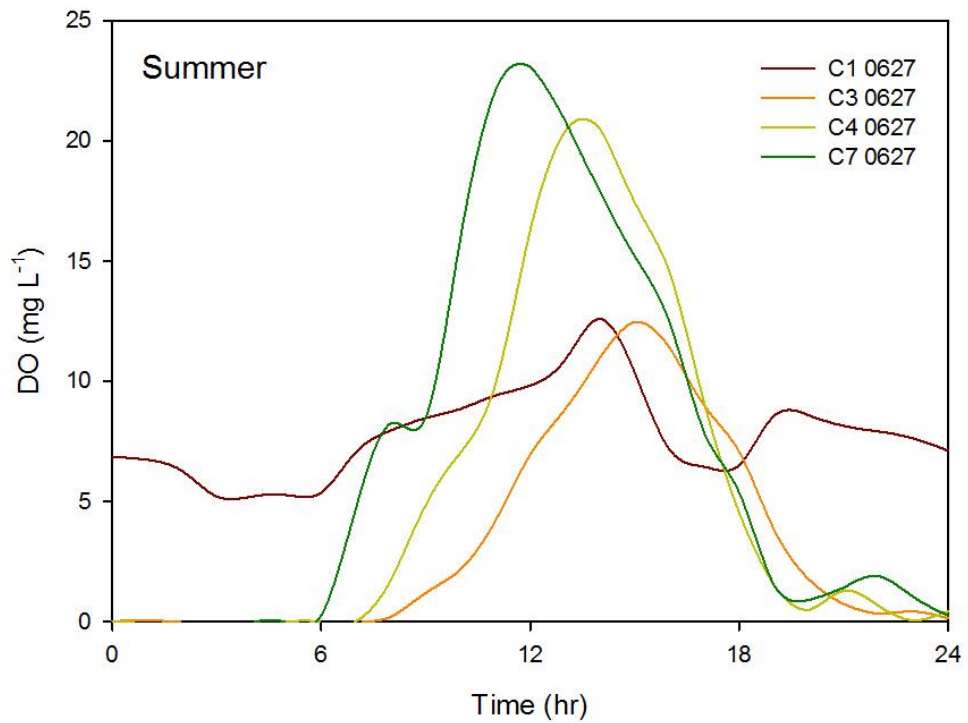
表附錄 6-10 陵水湖食物網模式營養階層組成

NO	Group name / Trophic level	I	II	III
1	肉食性鳥類	0.00	0.00	0.78
2	雜食性鳥類	0.00	0.31	0.69
3	水域爬蟲類	0.00	0.59	0.40
4	草魚	0.00	1.00	0.00
5	水層碎屑食性魚類	0.00	0.93	0.07
6	水層植食性魚類	0.00	1.00	0.00
7	底棲肉食性魚類	0.00	0.50	0.47
8	底棲雜食性魚類	0.00	0.49	0.47
9	浮游食性魚類	0.00	0.46	0.54
10	蝦蟹類	0.00	0.95	0.05
11	水棲昆蟲	0.00	1.00	0.00
12	浮游動物	0.00	1.00	0.00
13	水生植物	1.00	0.00	0.00
14	浮游藻類	1.00	0.00	0.00
15	有機碎屑	1.00	0.00	0.00

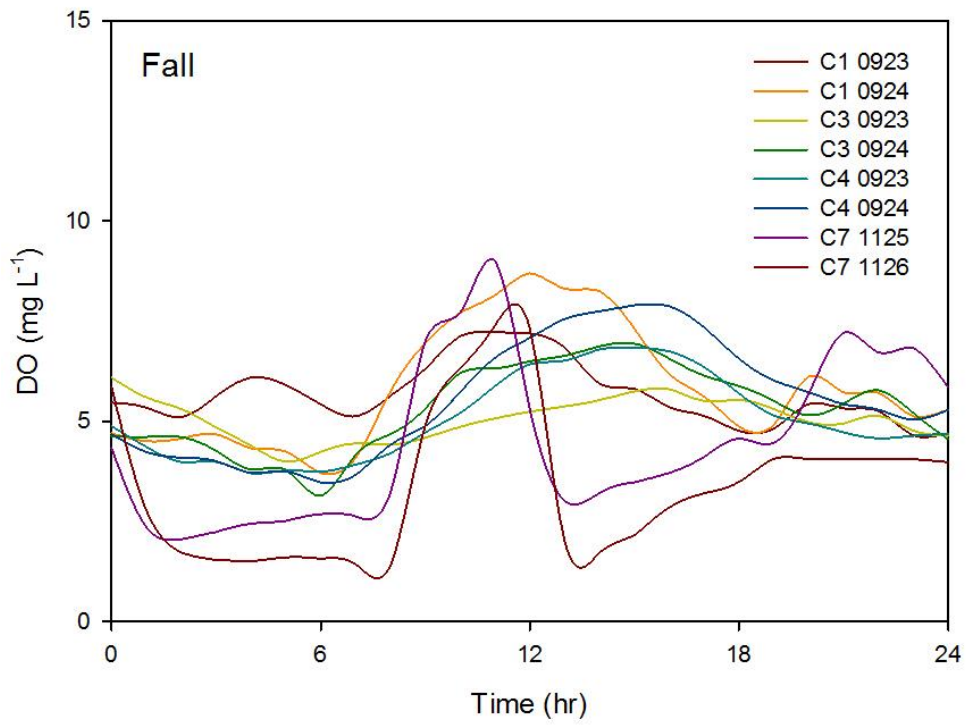
資料來源：本研究



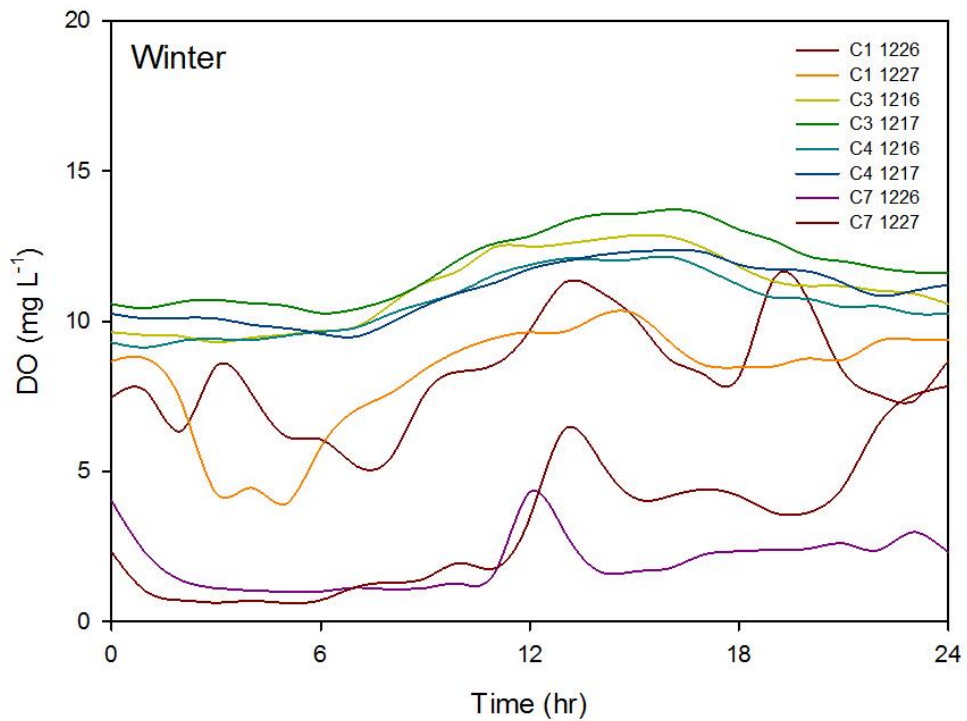
圖附錄 6-1 2016 年春季慈湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



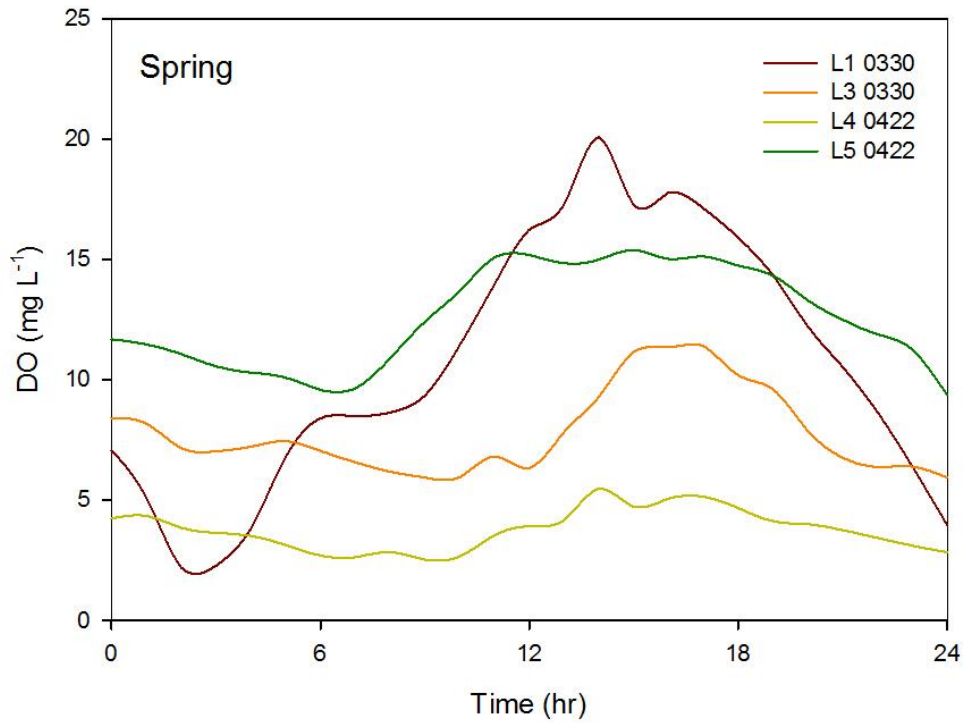
圖附錄 6-2 2016 年夏季慈湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



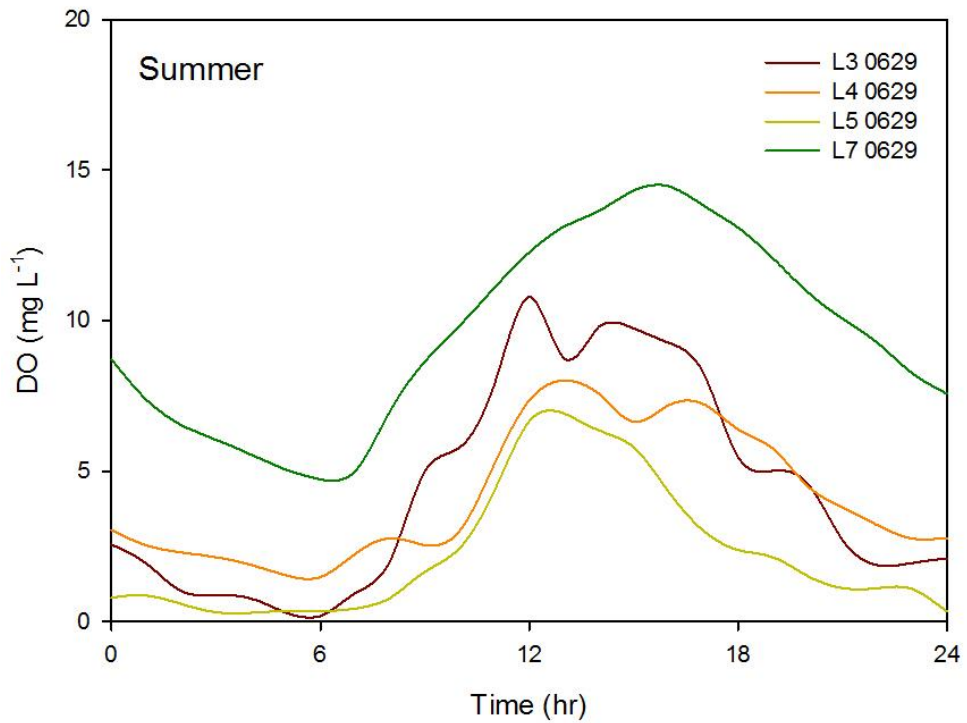
圖附錄 6-3 2016 年秋季慈湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



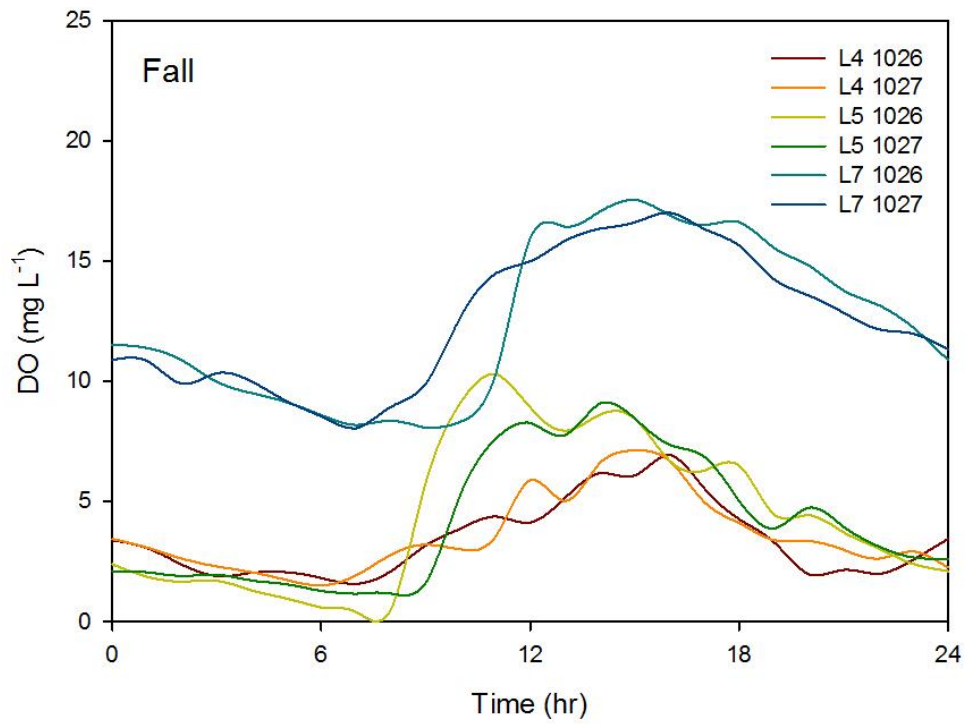
圖附錄 6-4 2016 年冬季慈湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



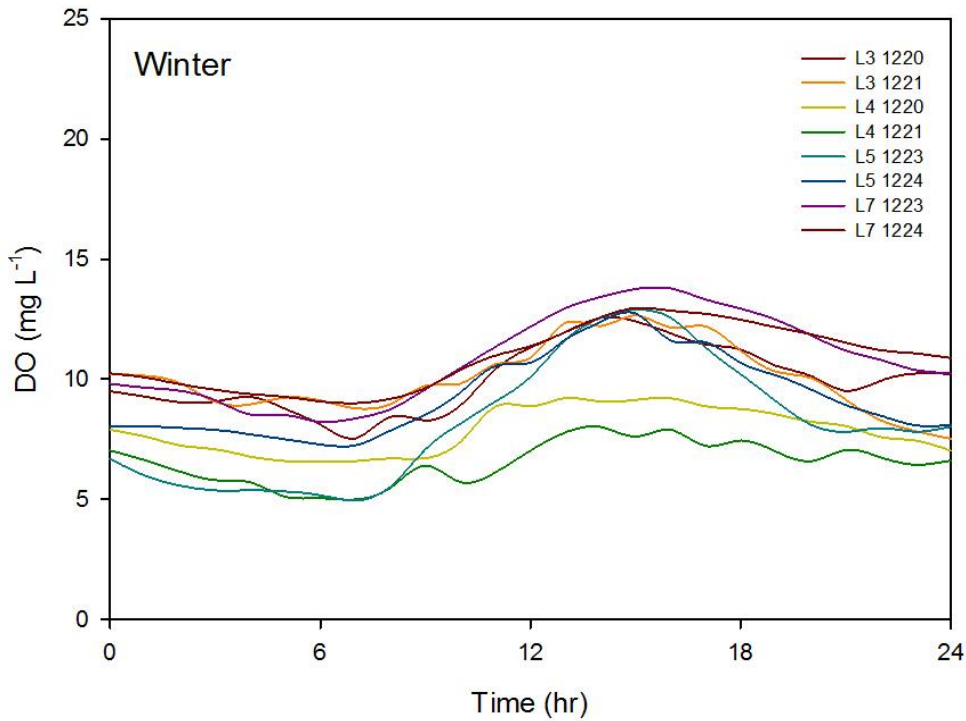
圖附錄 6-5 2016 年春季陵水湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



圖附錄 6-6 2016 年夏季陵水湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



圖附錄 6-7 2016 年秋季陵水湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究



圖附錄 6-8 2016 年冬季陵水湖 1 日溶氧變化
資料來源：本研究

附錄 7 105 年度評選委員意見與說明

委員	委員意見	說明
陸委員 曉筠	1.建議針對特殊氣候，如大雨、颱風及低溫等進行資料收集，作為後續極端氣候因應策略。	特殊氣候後之調查資料會特別留意其差異性，作為後續極端氣候因應策略
	2.是否針對其他物種資源，如兩爬動物進行調查？	進行植物調查時，若發現兩生類、爬蟲類、哺乳類等動物或痕跡，會一併列入調查紀錄(第 43 頁)。
	3.參考金烈大橋資料，增加海岸水文資料。	本研究將搜集周邊相關調查資料做為參考，包含金烈大橋環評資料。
	4.水文一手資料如雨量、地下水等是否足夠後續估算？	本研究將參酌鄰近地區雨量站及地下水資料，以進行後續水文估算。
	5.應將魚塭優養化、居民污水排放等列入對於慈湖的影響。	土地利用為影響水質之重要因子，亦為本研究重點工作項目之一。
林委員 旭宏	1.本案為三年期計畫，且調查項目多樣，建議調查次數調整涵蓋各個月份。	暫定調查月份分別為第 1 年 3、6、9、12 月，第 2 年 2、5、8、11 月，第 3 年 1、4、7、10 月(第二章)。
	2.應注意本案經費配置比例對於後續計畫執行及經費核銷是否有影響。	謝謝委員提醒，本研究將妥善安排經費之運用。
	3.植群調查應結合過去文獻併入研究。	遵照辦理。
	4.原始資料應保留並上傳資料庫。	上傳至國家公園資料庫為合約規定工作項目之一。
蘇委員 承基	1.建議整合過去資料提出經營管理建議。	遵照辦理。
	2.應慈湖及陵水湖的陸化及水質情形提出改善策略。	水質檢測為既定之工作項目，此外我們亦會針對慈湖、陵水湖進行土地利用調查，以釐清造成水質劣化之主因，並提出經營管理建議。陸化部分，我們預期以水文收支模式瞭解慈湖之淤沙來源，並量化水文參數(如流速、流量、水體停留時間)，作為未來棲地改善依據。陵水

		湖陸化與水生植物息息相關，故水生植物覆蓋度、種類亦為本研究調查項目之一。
	3.陵水湖湖庫的串連及水體保存為本案重點之一。	謝謝委員提醒，我們會利用水文收支模式檢視陵水湖湖庫的串聯及水體留存(第 11 頁)。
邱委員 天火	1.相關儀器可放置管理站。	感謝提供場地。
	2.擎天水庫後續可協助與金防部申請。	感謝協助。
	3.建議可向軍方詢問相關水文資料。	遵照辦理。
	4.經營管理策略應提出立即可行及長期性建議，非三年後才提出策略。	計畫執行中若有初步發現將陸續提出經營管理策略(第 11 頁)。
	5.建議將重金屬監測如汞納入考量。	本研究將測定瓊林、蘭湖及擎天水庫之魚類體內汞濃度(第 17 頁)。
鄭召集人 瑞昌	1.金門氣象站應有相關氣象資料可納入本案參考。	遵照辦理。
	2.依規定申請採集證及資料上傳資料庫。	遵照辦理。
	3.經營管理策略應提出立即可行及長期性建議，以利管理處能立即參考辦理。	計畫執行中若有初步結果，將立即提出可行之經營管理建議。整體之長期建議須蒐集足夠資料方可制定，故預計於第 3 年度提出。

附錄 8 105 年度工作計畫書審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
邱課長 天火	1.工作計畫案尚符合本案目標。	謝謝委員指教。
	2.潮汐時間如農曆初一到初三，十五到十七應相似，調查可以調整。	謝謝委員指教。
	3.採樣及樣品寄送須謹慎，避免在運送途中發生意外影響研究結果。	謝謝委員指教。
	4.建立三個湖庫資料有助於對照未來境外引水影響。	目前各水庫僅有自來水公司之水質監測資料，並未探討水質與周邊人為土地使用方式之關聯性，亦未有整體之經營管理策略。本研究之成果可做為未來各項規劃包含境外引水之參考
	5.依規定申請採集證。	遵照辦理。
楊課長 恭賀	1.自來水廠應有水質相關資料，建議整合避免重複施作。	本研究 3 處湖庫中，金門縣自來水場雖有相關水質資料，但與本研究以穿越線法取樣，並採上層水及下層水之調查方法不同，因此除整合既有資料外，本研究仍須進行水質檢驗。
蔡主任 立安	1.研究過程器材應詳細標示，避免民眾誤會。	遵照辦理。
	2.P.13 材料單位建議統一。	已修正，謝謝指教。
	3.建議研究範圍應包含周邊資源，如陵水湖應該有四池，非計畫書內三池，慈湖亦應加強周邊資源調查。	陵水湖已增加東池中心與邊緣測站(第 26 頁圖 2-2)。慈湖及陵水湖均有進行周邊植物、鳥類、土地利用之調查，調查過程中若有見到其他物種亦一併記錄(第 20 頁)。
賴主任 書輝	1.進入擎天水庫應事前通知，以利與軍方協調。	遵照辦理。
楊主任 東霖	1.陵水湖第四池應加入計畫書；後續應納入不同池水質監測。	陵水湖已增加東池中心與邊緣測站(第 26 頁圖 2-2)。
	2.相關作業烈嶼站可配合執行。	謝謝委員指教。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

<p>陳課長 玉成</p>	<p>1.應與自來水廠瞭解該廠監測資訊，如重複調查是否針對其他湖庫研究。</p>	<p>本研究3處湖庫中，金門縣自來水場雖有相關水質數據，但與本研究以穿越線法取樣，並採上層水及下層水之調查方法不同，因此除整合既有資料外，本研究仍須進行水質檢驗。</p>
<p>蘇秘書 承基</p>	<p>1.建議針對重要物種數量監測，如攀鱸、大鱗梅氏鱖、水獺等，以利擬定後續經營管理策略。</p>	<p>本研究將於研究地點進行物種及數量之普查，研究過程中若見重要物種，將詳加記錄，並視情況增加監測次數，以利擬定後續經營管理策略。</p>
<p>鄭副處長 瑞昌</p>	<p>1.邀標書有規定以三個水庫進行調查，後續應加強這些水庫背景說明。 2.建議針對高污染源區域(如豬舍)周邊加強水質監測。</p>	<p>遵照辦理。 已修正慈湖水質檢測點位於第25頁。</p>
<p>謝處長 偉松</p>	<p>1.建議增加水庫周邊動物資源調查。 2.加強與在地團體與學校合作，培養在地專業人才。</p>	<p>已增加重要湖庫之鳥類調查於第22頁。 已積極與在地學生討論未來合作事宜。</p>

附錄 9 105 年度期中審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
林委員 旭宏	1.本案為三年計畫，調查資料累積並原始資料上傳資料庫相當重要；調查資料應提供詳細時間及座標位置等。	謝謝委員提醒，本研究調查之詳細時間與座標位置將依照規定時間上傳至資料庫。
	2.有關緒論參考資料應予更新，如蓋斑鬥魚及大鱗梅氏鰱等。	謝謝委員提醒，已修正於內文第 6 頁
	3.花蛤調查物種應釐清。	謝謝委員提醒，本研究調查物種為菲律賓簾蛤(<i>Ruditapes philippinarum</i>)，而非當地居民俗稱之花蛤(等邊淺蛤， <i>Gomphina aequilatera</i>)。期中報告內文已修正。
	4.慈湖水體不大但各測站水質差異大，顯示水體交換差，應加強水體交換，有助於水生生物多樣性。	謝謝委員建議。
	5.應確認經營管理目標以因應濕地演替問題。	謝謝委員提醒。
陸委員 筱筠	1.金門蒸散量應大於降雨量，少有地表逕流，應釐清不同月份周遭土地使用狀況與排入水位置及種類。	謝謝委員提醒，本研究目前以 2016 年 3 月之氣象資料建構水文收支模式，未來擬更新數據，並以季別為單位建立模式。依據中央氣象局公布之氣象資料(2013~2015)，一般而言，金門地區 3 月之蒸發量應高於降雨量，然因今年度梅雨季提前，方使降雨量高於蒸發量。土地使用方式擬每季進行調查。
	2.土地調查建議以道路或行政邊界線鑑定；應釐清公私有土地，以瞭解不同使用類型之水文情形。	謝謝委員指導。自 2016 年 6 月起，本研究中蘭湖、瓊林、擎天水庫之土地利用調查範圍係參考金門自來水廠公布之水庫集水區範圍；自 2016 年 9 月起，慈湖之調查範圍參考「慈湖農莊地區排水系統規劃及治理計畫」劃設之集水區，陵

		<p>水湖則依據 1/5000 之地形圖，以 GIS 劃設之集水區範圍。機關用地已以公家單位標示之。</p>
<p>莊委員 西進</p>	<p>1.金門擁有豐富的自然資源與生物多樣性，有賴諸多濕地的存在來維繫。金門面臨快速的開發，境內濕地面積日漸減少，將會影響生物多樣性的永續。本案於國家公園轄區的慈湖、陵水湖、擎天水庫等重要湖庫及其周邊進行自然資源研究，若能藉此建立相關環境與生物的基礎資料，將有助於後續爭取劃設國家重要濕地提供有利的條件。</p>	<p>謝謝委員建議，本研究之生態調查資料於期末均會上傳至生物多樣性地理資訊系統資料庫，作為劃設重要濕地之參考依據。</p>
	<p>2.本案委託研究為期三年，委託單位設定以建立這些湖庫及周邊的自然資源，並以生態系整體思維進行自然資源規劃，然而在本案委託工作項目卻未設定陸域的昆蟲等無脊椎動物的調查，水體中的植物性與動物性浮游生物均未列入，於後續生態系整體思維的建構和棲地改善的施為可能會有所缺憾，無法兼顧到各類生物的存續，頗為可惜，後續還有兩年半的研究，或可以簡單的普查或資料彙整方式建昆蟲等各類物種的基礎資料，俾能彌補。這些生物可以季的調查頻度應可彌補。</p>	<p>謝謝委員建議。為盡可能調查濕地中之水生生物，本研究明年度擬以動物性浮游生物替代魚類調查；植物性浮游生物之生物量則可以葉綠素 <i>a</i> 濃度量化之；昆蟲方面，因對濕地之貢獻性相對較小，故建議金門國家公園管理處可增闢新計畫已建構完善之陸域生物調查。</p>
	<p>3. P.2~4 有關慈湖、陵水湖、重要湖庫的背景資料仍有加強的空間，可再行蒐集予以補充。 P.5~7 已詳列各湖庫測站位置圖；至於鳥類、植物的調查範圍、調查點位宜以圖示指明。鳥類調查若以定點調查且每季僅擇其中一個月份這行調查，將會錯失許多鳥種的記錄，而僅</p>	<p>謝謝委員提醒，本研究將逐步蒐集文獻並更新背景資料。植被與鳥類調查樣區已分別標示於圖 3-22~3-23 及表 3-47~3-49。鳥類調查以全區為主體，並由調查人員於環湖道路移動，以尋求良好之觀察測站。慈湖與陵水湖為鳥類之重要棲地，近年來已有持續之鳥類監測</p>

	<p>能觀察記錄到一些經常留棲性的鳥種，至於數量較稀少或移棲領域較大的鳥種能被記錄到的機率更少。於調查方法與調查時間方面宜作必要的調整。若以每月進行一次調查，累積三個月的記錄作為該季的鳥類群聚之資料，俾使調查成果與事實貼近。</p>	<p>計畫，且本研究調查旨在制定合宜之管理辦法，係以棲地利用狀況為分析目標。由本研究目前成果顯示，慈湖之水體交換率低導致水質優養化，威脅水生生物存活，並可能間接影響鳥類食物資源。因此，為維持慈湖之生物多樣性，延長防潮閘門開啟時間為目前較適宜之管理方式。然而，水位升高將致使湖中沙洲面積減少，進而減少鳥類覓食可利用之棲地。有鑑於此，本研究明年度擬以 ArcGIS 繪製慈湖之等深線圖，並配合鳥類棲位，以尋求水質及鳥類棲地之最佳管理方式。</p>
	<p>4.P.10~11 所引用鳥類與植物等文獻，目前已有更新的資料，以鳥類記錄而言，截至去年已有 350 多種記錄，建請查閱中華鳥會全國鳥類記錄資料庫。</p>	<p>謝謝委員指導，鳥類文獻已根據中華民國野鳥學會公布之「2014 年臺灣鳥類名錄」與更新內文於第 7 頁。植物文獻則根據「金門植物誌」更新於第 6 頁。</p>
	<p>5.P.19~23 頁眉應為第二章。</p>	<p>謝謝委員提醒，內文已修正。</p>
	<p>6. 就過去在地鳥會調查所悉，每年於慈湖停棲的鳥類記錄約有 110 種，陵水湖每年也有 100 種左右。期中報告中在三月份於慈湖記錄 51 種、陵水湖記錄 37 種，可能與實際出現的鳥種有些差距。建請研議於調查方式與時段方面略作調整。</p>	<p>謝謝委員指導，慈湖與陵水湖之鳥類物種數已更新於第 7 頁。本研究盡可能於日出後 4 小時內進行鳥類紀錄，並增加夜間調查，以增加記錄之鳥種數。</p>
	<p>7. 若一季僅擇其中一個月份進行一次調查，且每年同季調查月份不同，於留棲性鳥類概無疑慮。但移棲性鳥類變化較大，一季僅進行一次調查所得數據會有缺失。且為期三年的計畫各月份都僅於其中一年調查數據，後續難以觀察分析這三年鳥類群聚的月變</p>	<p>謝謝委員建議，近年來已有持續之鳥類監測計畫，且本研究調查旨在制定合宜之管理辦法，係以棲地利用狀況為主要分析目標。植物方面，本研究未來擬盡可能記錄慈湖與陵水湖之全區植被，並於第 3 年度建立植物名錄。</p>

	<p>化。至於植物為固著性，一季進行一次調查的頻度並無問題，惟以樣區調查的同時，若也能進行全區的普查，將更有助於建立完整的植被資料。</p>	
	<p>8.慈湖、陵水湖鳥類調查應於農曆每月初七或廿三前後的滿潮清晨及傍晚的時段進行調查為宜，較能觀察到當日活動的大部分鳥種。</p>	<p>謝謝委員指導，本研究目前已盡可能在日出後 4 小時內進行鳥類紀錄，並增加夜間調查，以增加記錄之鳥種數。</p>
	<p>9.三月份的慈湖已有多隻棕沙燕，且天天都有魚鷹停棲於林麻黃或湖區淺灘，陵水湖也經常都有黑鳶在，但於三月份的調查表中卻缺席沒有記錄，頗為可惜。鳥種的調查若能配合於各湖庫及其周邊進行全面性的普查，應可記錄到更多鳥種資料。</p>	<p>謝謝委員指導，慈湖與陵水湖為鳥類之重要棲地，近年來已有持續之鳥類監測計畫，且本研究調查旨在制定合宜之管理辦法，係以棲地利用狀況為分析目標。</p>
	<p>10.P.68~72 植物調查資料僅有慈湖與陵水湖，其他湖庫尚無相關資料。陵水湖植物多樣性於周邊的外湖區至貴山沿海一帶，可惜本研究並未納入。後續於建立該濕地的自然資源可能會有所缺憾。</p>	<p>謝謝委員建議，本研究調查目標僅包含慈湖與陵水湖之濱岸植被，故未於水庫周邊進行調查。</p>
	<p>11.陸域環境因子調查是否可再考慮氣溫、濕度、蒸發量及起霧日期的蒐集，這些氣象資料都可在金門氣象站取得。</p>	<p>謝謝委員建議，本研究擬將上述環境因子納入後續分析。</p>
	<p>12.慈湖連通外海的水閘門以前經常是開放的，每天隨著漲退潮可帶動湖區水體的交換；陵水湖原有與海域相通的水道早期也大多與海域相通，也同樣具有水體交換的效能。而目前這些功能多數已不復存在，因此造成水質的惡化，探討這些既有的因果關係，或可作為改善水質的構思。</p>	<p>謝謝委員指導，本研究將納入經營管理之參考依據。</p>
	<p>13.各湖庫水質的良窳與水體深度與周圍土地利用、人類活活息息相關。擎</p>	<p>謝謝委員指導。擎天水庫集水區內少有農業活動，使其水體相對優良，然因鄰</p>

	天水庫位處水源區上游地帶，四周樹林遍佈、少有耕地，相對有較好水質呈現。	近軍營且水體較小，故仍為優養化水庫。
金門縣自來水廠	1.瓊林水庫水位過淺，為解決蓄水不佳問題，目前本廠已委託專業廠商辦理「瓊林水庫滲漏原因調查及滲漏改善方案評估」計畫，除釐清真正之集水區範圍，並綜合以往調查成果、本案漏水原因調查成果以及歷年監測資料、地下水位、降雨量、蒸發量、滲透率及進水效能等資料，綜合分析研判本水庫可能蓄水功能不佳原因。最後依據蓄水不佳原因調查分析結果，研提各種湖庫滲漏改善方案規劃及其經濟效益分析。	謝謝金門自來水廠提供之寶貴資訊，本研究將納入經營管理之參考依據。
	2.蘭湖水庫上游發現進流渠道長滿布袋蓮，已請金湖鎮公所處理，另上游集水區範圍內發現有民眾零星養牛之情事，遇大雨沖刷，糞便等污泥皆會沖進渠道內。報告所述蘭湖進流水色異常恐為此問題，將派人現場查勘瞭解原因。	謝謝金門自來水廠提供之寶貴資訊，本研究將納入經營管理之參考依據。
	3.目前水廠所管轄水庫並未開放垂釣，為避免民眾誤會，未來有垂釣或水上相關作業，請承辦單位來函申請許可，若有民眾或水庫巡查人員詢問即可出示許可函文。	謝謝提醒，本研究已完成公文申請。
邱課長 天火	1.研究報告「目次」、「章」、「附錄」及「參考書目」均自單頁打印，如第二章、第四章、附錄、參考書目均須修改；本研究為三年期計畫，建議題目應加入(1/3)。	謝謝課長提醒，內文已於期中報告修正版更正。
	2.單頁註明「章名(目次、表次、圖次、	謝謝課長提醒，內文已於期中報告修正

	<p>摘要、目錄、參考書目)」(置於單頁之右上), 雙頁註明「研究主題」(置於雙頁之左上), 如目次(P.II)、圖次(P.IV)、第二章頁首誤植(P.17~22)。</p>	<p>版更正。</p>
	<p>3.應統一用濕地, 非溼地; 中英文摘要建議一致, 英文地名應以現地名稱為主; 關鍵詞應為 water budget。</p>	<p>謝謝課長提醒, 內文已於期中報告修正版更正。</p>
	<p>4.P.5~7 圖 1-2~1-6 建議放在第二章</p>	<p>謝謝課長提醒, 內文已於期中報告修正版更正。</p>
	<p>5.工作計劃書中慈湖"於湖中心位置增設 1 處測站", 期中報告書沒有資料? 如需相關協助請說明; 花蛤調查部分於 2016 年 2 月~2018 年 11 月每月進行一次調查, 缺 2 月資料?。</p>	<p>2016 年 3 月調查期間, 由於慈湖中心水深過深且底質泥濘, 故因安全顧慮而未執行水質檢測, 自 2016 年 6 月起, 本研究已搭乘橡皮艇至中央採樣。花蛤部分, 本研究原預定於慈堤外灘地採樣, 然而 2016 年 2 月未採集到花蛤, 且堤外花蛤為等邊淺蛤, 與慈湖內之菲律賓簾蛤不同, 故與金門國家公園管理處協議後, 自 2016 年 3 月起改於慈湖內 8 處樣站調查菲律賓簾蛤之族群量。</p>
	<p>6.文獻缺, 如 Koseff et al. 1993 (P.28)。</p>	<p>謝謝課長提醒, 內文已於期中報告修正版更正。</p>
	<p>7.請補充說明圖 3-2~3-6, 3-8~3-12 右上角兩條顏色方塊意義。</p>	<p>以圖 3-1 為例, 圖上方之方塊表示圖中該長度之磷酸鹽濃度為 $0.61 \text{ mg L}^{-1} \mu\text{M}$, 高於(或小於) 0.61 mg L^{-1} 者則其方塊等比例上升(或下降)。下方圖示僅表示該顏色表示之季節。</p>
	<p>8.建議可在第二章增加目前進度說明 1 節, 第四章改為結論與建議。</p>	<p>謝謝課長提醒, 內文已於期中報告修正版新增與更正。</p>
	<p>9.表 3-7 麗魚科及鯔科、3-9 雙殼綱學名斜體。</p>	<p>根據二名法, 僅屬名與種小名須以斜體表示。</p>
	<p>10.建議內文應補充調查時間, 非僅用春季表示; 不同季節土地利用情形有所改變, 如高粱及小麥輪流耕種。</p>	<p>謝謝課長提醒, 調查時間已新增於內文。土地使用方式亦每季進行調查。</p>

	11.建議審查會議後檢送修正之期中報告 3 份。	遵照辦理。
	12.相關經營管理建議可於研究期間隨時提出，以利本處評估及執行。	遵照辦理。
蘇秘書 承基	1.慈湖 T7 水質優養化可能與上游畜牧業相關。	謝謝秘書提供之寶貴資訊。本研究於調查期間亦曾發現疑似畜牧業之廢水排入慈湖，故已列入經營管理建議。
	2.如何在三年研究案內提出具體改善水質、加強水體交換及維護民眾財產之管理策略為本案後續重點。	謝謝秘書建議，本研究將納入經營管理之參考依據。
蔡主任 立安	1.設置蛇籠需要採集證。	謝謝主任提醒，本研究已完成採集證申請，並於採集期間穿著金門國家公園管理處之調查背心。
	2.請說明表 3-5 中 FRT 及 FSR 差異。	謝謝主任提醒，表 3-32 之 FSR 為誤植，FRT 為正確縮寫，已修正於內文。
	3.目前慈湖水位維持在 1.2 公尺，若高於 1.79 公尺則會造成周邊淹水。	謝謝主任提供之寶貴資訊。
楊主任 東霖	1.陵水湖 L8、9 可能因水體交換不良造成水質差。	謝謝主任提供之寶貴資訊。
	2.陵水湖車轍道內的水池可能無法由海水交換改善水質，請老師後續提出可能改善方式。	遵照辦理。
	3.陵水湖內有鹽田遺址供參考。	謝謝主任提供之寶貴資訊。
楊課長 恭賀	1.慈堤(T1-T2)土堤沖刷至慈湖內部，後續慈湖清淤及堤岸防護應有建議。	本研究旨在維護慈湖之生物多樣性，故建議工程相關事宜應另案處理。
	2.針對陵水湖提出改善蓄水建議。	由於今年整體雨量豐沛，故於調查期間陵水湖各池之水位極高，未有乾旱之狀況。本研究明年度將持續觀察，已探討適宜之管理辦法。
賴主任 書輝	1.下雨可能會造成鷓鴣林營養源進入慈湖及陵水湖，建議補充調查時間。	遵照辦理，已補充調查時間於表 3-47~3-49。
	2.陵水湖 L6 及 L7 會缺水乾旱，建議調查點可靠近浚深區域。	遵照辦理，擬於下次調查將中心樣站調整至浚深區域。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

	3.土地使用應釐清使用情形，如湖庫和池塘差別。	土地利用之湖庫意指慈湖、陵水湖、蘭湖水庫、瓊林水庫及擎天水庫，池塘為湖庫以外之水域。
	4.建議水質調查應配合鷓鴣棲地照片。	2016年6月及9月非鷓鴣棲息時期，故尚無鷓鴣棲地照片。
	5.陵水湖應與海水少量交換情形	本研究3季調查結果指出，除車轍道以北之外湖水體(L1、L2測站)為半淡鹹水外，內湖測站均為淡水水域。
陳專員 秀竹	應注意瓊林水庫鷓鴣活動對於水質影響。	謝謝委員提醒，本研究3月調查期間於瓊林水庫周邊無鷓鴣之出沒紀錄。
	不同時期採樣的簾蛤飽滿度不同是否與繁殖期相關?	肥滿度愈高之簾蛤表示其生殖腺愈發達。
	菲律賓簾蛤與花蛤應為不同種。	花蛤為等邊淺蛤，與菲律賓簾蛤為不同物種。
	瓊林水庫可能有滲漏情形，周邊木棉是否影響水質?	謝謝專員提醒，金門自來水廠已有相關計畫調查此問題。
陳課長 玉成	評估利用淤積沙土堆疊增加浮島面積及植栽可能性。	本研究明年度擬以等深線圖估算慈湖之鳥類可利用棲地，故尚不建議以工程方法改變慈湖地貌。
	後續請提供水體改善建議。	遵照辦理。
謝處長 偉松	本案為三年委託研究案，應隨時提出相關建議以供本處參考。	謝謝處長提醒，本研究蒐集適量數據後即於期末報告提出相關建議。
	後續請提供具體改善措施及試作地點，以滾動式方式進行濕地改善及成效評估。	遵照辦理。
	對於周邊環境、土地利用及管制方式應提供建議。	遵照辦理。
	水質測點應評估是否增加慈湖中心測點。	遵照辦理，將於下季新增慈湖中心水質樣站。
	陵水湖布袋蓮相關管理請提供建議，比照清除前後之水質狀況。	2016年6月布袋蓮遍布陵水湖中池，抑制浮游藻類生長；於2016年9月，布袋蓮已完全清除，使中池之葉綠素a濃度

		與基礎生產量回升。本研究建議應由營養鹽濃度減量解決優養化與布袋蓮問題。
	應優先以干擾度較小的方式提出濕地棲地改善建議。	遵照辦理。

附錄 10 105 年度期末審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
陸委員 筱筠	<p>1. 降雨應為基地最主要淡水來源，同時影響水質分析結果，以及後續的水文分析，建議可以納入金門的降雨資料，並與監測資料進行比對分析。以金門今天的降雨為例，調查的三月及九月是今年前三高雨量的月份，六月是今年雨量最低的倒數第二個月份，加上六月份的調查當日已經連續多日沒有降雨，水質差異會十分明顯。建議後續兩年計畫可納入月及日雨量之資料及分析，加上後續將使用合理化公式計算，各月份之雨量資料將影響流量計算。</p>	<p>謝謝委員提醒。本研究已納入月降雨量、降雨日數等數據(第 38 頁)。合理化公式亦預計以每日雨量估算集水區流量。</p>
	<p>2. 由空拍及水質資料，在水位較低時測點 C6 與 C7 間似乎已有一陸化(或水很淺)的區域，目前是否會有水流從 C5 流至 C7? 如果兩個溝渠分別由 C5 及 C7 往 C1 流動，長期下來，中間會逐間淤積陸化，建議後續兩年可長期觀察並建立湖內的水文模式，因水文流動模式及方向會影響水體交換的速度及停留時間。</p>	<p>謝謝委員建議。今年 6 月慈湖之水位偏低，故底質裸露之程度略高。本研究明年度亦會增加水流調查，以探討慈湖底質淤積、侵蝕之狀況。</p>
	<p>3. 由不同年份之衛星航照圖(圖 3-15 至 3-17) 看出慈堤外沙洲累積的程度不一，但因為是不同月份的航照，不確定是否有逐年累積的現象，如果有，是否有影響潮閘門水交換之功能，是否在雨量較少的時需要配合清淤?</p>	<p>謝謝委員提醒。由於慈湖防潮閘門之地勢較高，潮水需漲至 EL1.47 m 方能進入慈湖，故本研究認為堤外沙洲淤積對水交換程度之影響不大。明年度將持續觀察，以確認是否有清淤需求。</p>
	<p>4. 土地利用調查資料有部分是空白，如慈湖 9 月集水區內均有資料，3 月及 6 月同樣範圍內有空白資料，如為 No Data，會影響整體土地比例之分布及比較，其他湖庫也有同樣情形，建議將資</p>	<p>謝謝委員建議。本研究自 2016 年 6 月起改以水庫集水區作為 3 水庫之土地利用調查範圍(第 122-123 頁);慈湖、陵水湖方面亦自 9 月起改以集水區作為調查範</p>

	料放至同樣範圍做比較。	圍，故空白處表示未調查區域。本研究結果中，雖因調查範圍不一使各土地類型之占地不同，但整體上仍以農地與森林為主要之土地類型。
	5. 土地利用調查建議在後續納入公私有土地之分析，因為後續建議包含周邊廢污水的預先處理（人工濕地、滯洪池等），周邊土地權屬的差異會影響後續規劃與經營管理之建議。	謝謝委員建議。本研究目前已將公家機關獨立列為一類型(第 121-131 頁)。明年度將進一步釐清湖庫周圍土地權屬，以制定適宜之管理建議。
林委員 旭宏	1. 建議研究項目及檢測方法應詳細說明。	謝謝委員提醒。基礎生產量之檢測方法已詳述於第二章第二節(第 24 頁)。
	2. 調查資料後續要能夠轉換並上傳資料庫。	謝謝委員提醒。本研究將於近期上傳今年度調查成果。
	3. 調查項目建議應可依不同年度現況調整。	謝謝委員建議。本研究預計於明年度提出工作計畫書以供審查。
	4. 水質變動對於當地生物影響程度可能因物種耐受度不同而有所差異，需確立本案目的以作為後續改善依據。	謝謝委員建議。本研究明年度擬蒐集水生生物對各項水質之可耐受程度，以作為經營管理目標。
莊委員 西進	1. 本年度前 11 個月降雨共 120 天，平均每月 11 天；總雨量 1832.5mm，平均每月雨量超過 166mm，是金門歷來少有的現象。本研究諸多調查數據屬於水體水質，調查前若逢大雨會一定程度的影響，若能納入降雨注入淡水的因素來分析，可能更為精準。	謝謝委員建議。本研究目前已納入 2016 年 1 至 12 月之降雨數據(第 38 頁)。
	2. 重要湖庫尤其是慈湖與陵水湖及其週邊於報告書都有圖示，邊界所在路標與範圍均缺圖示標明，若能補增並於第二章第一節的研究地點略作說明，可望更為明確。 調查方法的一致性與頻度（努力度）是量化的重要依據： (1)為因應不同類群的物種棲息狀況不同宜有所調整。以慈湖與陵水湖的鳥類	謝謝委員提醒。本研究已加入路標於圖 2-1~2-2(第 15-16 頁)。 (1)本研究明年度擬視情況調整鳥類調查時間。 (2)慈湖、陵水湖鳥類調查區段已標示於圖 3-57 與圖 3-64(第 114、118 頁)。

	<p>調查而言，每季僅作一次調查，調查當天以日出後四小時內進行，因此日期選定非常重要，若能選擇在早上滿潮日（農曆十二或二十七左右）進行，鷗、鶺鴒科及鷗科等大部分水鳥才會移棲進入慈湖，方能全盤掌握各種鳥類對湖區棲地的狀況，建請後續調查宜選在早上十點左右滿潮的日期進行，可望增加約十種左右水鳥類停棲的差距。</p> <p>(2)於慈湖與陵水湖調查鳥類的觀察點位建請增列圖示。</p>	
	<p>3. 今年陵水湖鳥類停棲狀況較往年差，係降雨過多造成湖區水位太高，以致鷗、鶺鴒科無法在湖區停棲，湖區卻有利於入冬以來數百隻鴨群的活動。至於慈湖今年的鳥況甚好，歷來累計各種鴨種的記錄於今年幾乎都已出現，請卓參。</p>	<p>謝謝委員提供之寶貴資訊。本研究明年度擬繪製慈湖之等深線圖，以探討鳥類之棲地使用方式。</p>
	<p>4. 慈湖鷗鷺林因莫蘭蒂颱風受損嚴重，導致今年鷗鷺越冬行為有部分改變（包括夜棲、日間動態等），於本年度越冬期間或可多觀察留意，並將監測所得提供未來經營管理的參考。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
	<p>5. 慈湖列為國家重要濕地，各項自然資源的基礎資料正待建立，水棲昆蟲像蜻蜓、豆娘及螢火蟲等水棲昆蟲是濕地營養階層中層部分的消費者，對濕地生態系結構也很重要，今年於兩個湖庫池邊的豆娘數量超多，一網可有數十隻之眾，本研究並未能納入有些可惜。</p>	<p>謝謝委員建議。然因人力、資源限制，本研究難以加入水棲昆蟲調查，建議金管處可另闢新計畫，以建構完整之基礎資料。</p>
	<p>6. 水收支監測應否盡量找出所有水流進出的水道，對湖區水體收支監測越精確？慈湖東南至南側靠西浦頭與湖下一帶地勢最高，每逢下雨大量淡水即由此流入慈湖，水文分析於 C8 附近的水道</p>	<p>謝謝委員建議。本研究未來擬盡可能調查慈湖周遭水道。但因明年度擬以合理化公式取代現地流速量測，故此數據並不影響水文收支結果。</p>

	<p>監測水收支的位置可否增列。至於富康農莊相對地勢較低，往常是雨季的淹水區。</p>	
	<p>7. P68 植物調查的圖 3-22、3-23 所列慈湖 8 個樣區、陵水湖 6 個樣區的順序若無特殊意涵？建請沿湖依序排列，裨益閱覽。</p>	<p>謝謝委員建議。已修改於圖 3-22 及圖 3-23(第 68 頁)。</p>
	<p>8. 第三章第五節所提特有亞種：小雨燕、大卷尾、白頭翁、褐頭鷓鴣及八哥等。這五種鳥種是屬於台灣的特有亞種，但是生長在金門的族群與台灣的特有亞種有別，若以台灣的特有亞種歸屬，可能會有爭議，請再斟酌。</p>	<p>謹遵辦理。</p>
	<p>9. 假日常有外地來打工者在慈湖的網魚，裝置器材遺失可能還會發，建請警察隊加強巡邏協助防範。</p>	<p>謝謝委員建議。</p>
	<p>10. 植物性與、動物浮游生物是位於水域營養階層底部的生物，於水域生態系的生物多樣性關係至大，後續若要納入調查，建請參考環保署所列調查通則，以便所得資料可以與其他相關研究銜接或比較。</p>	<p>謹遵辦理。</p>
	<p>11. 慈湖與陵水湖的經營管理，目標得先確定，是否要維繫濕地的鳥類或經濟魚產，再據此目標調整研究方向並提出建議</p>	<p>謝謝委員提醒。本研究旨在維持慈湖與陵水湖之生物多樣性，故評估濕地中鳥類、魚類、螺貝類之棲地狀況(如水質、水文)為本研究之主要目標。今年度結果顯示慈湖、陵水湖優養化程度嚴峻，故為維持鳥類穩定之食物資源，改善水質，避免水生生物死亡為本研究目前擬定之經營管理方向。經濟漁產(如魚類、菲律賓簾蛤)方面，本研究認為在維護生物多樣性同時保存經濟漁產，可提升周遭居民對濕地之認同性，以達到生物多樣性與漁業活動永續發展之願景。</p>

	<p>12. P.75 二、陵水湖內湖僅以手抄網採集，顯然與外湖以多種器材與方法有很大差異，調查方法與努力度不同，後續於底棲生物調查所得數據的量化可能從比較，請卓參。</p>	<p>本研究除 2016 年 9 月因水深限制難以採集外，在 2016 年 3 月、6 月均於內、外湖執行完整之底棲動物樣框法調查(第 22 頁)。手抄網主要用於魚類採集，而以此法採集之螺貝類並未納入樣框法結果中，僅列於表 3-39。</p>
	<p>13. 檢視以下各頁可能疏漏或錯誤之處，請斟酌修正</p> <p>(1) P.7(第四行) (2013)在 2013...可刪除其一</p> <p>(2) P.27 表 2-3 工作進度甘特圖 6.菲律賓簾蛤應.三 (M) 月至十一月(N)，並非由二 (F) 開始。</p> <p>(3) P.77 二、(末行) 本研究迄今無幼體記錄...，原因也有可能是幼體太難採取看見。若無幼生發育，後來又怎麼會有眾多菲律賓簾蛤的個體？請卓參。</p> <p>(4) P.100...慈湖 9 月記錄鳥類 19 隻次？ P.101...於陵水湖發現鳥類 41 隻次？ 建議略增說明，以免讓人誤解調查當天慈湖僅記錄到鳥類 19 隻次，而水湖陵水湖僅發現鳥類 41 隻次。</p> <p>(5) P.114 圖 3-58、P.117 圖 3-64 鳥類行為觀察宜增列營巢行為，俾能掌握營巢棲地所在區域。</p> <p>(6) P.120 第六節週邊土地利用狀況，對慈湖與陵水湖農作描述完全相同。但現況所見，兩地的農作雖然大致相同，卻也並不盡然；陵水湖週邊芋頭田較慈湖多出許多，且就 P.122~P.125 圖也是有些差異，請略作調整該段敘述。</p> <p>(7) P.138 農藥污染也是極為嚴重的問題，請卓參。</p>	<p>(1)謝謝委員提醒。已於內文中修正(第 6 頁)。</p> <p>(2)謝謝委員提醒。已於內文中修正(第 27 頁)。</p> <p>(3)謝謝委員提醒。已於內文中修正(第 77 頁)。</p> <p>(4)謝謝委員提醒，此部分之調查著重於慈湖與陵水湖「水域內」之水鳥棲位紀錄，已補充於內文(第 100-101 頁)。</p> <p>(5)謝謝委員建議。謹遵辦理。</p> <p>(6)謝謝委員提醒。已於內文中修正(第 122 頁)。</p> <p>(7)謝謝委員建議，然此項目未納入本研究工作項目內，建議金管處可另闢計畫調查農藥污染對濕地生態系之影響。</p>
<p>內政部營</p>	<p>1. 本案部分經費由本分署「105-106 年</p>	<p>感謝城鄉發展分署之建議。</p>

<p>建署城鄉發展分署</p>	<p>度慈湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫」費用項下支應，本分署樂見本案能持續擴充慈湖濕地自然資源基礎資料，以完善後續經營管理機制。</p>	
	<p>建議將本案例中慈湖之生物、水質、水文收支模式及土地利用資料置入目前刻正修改中慈湖重要濕地保育利用計畫中。</p>	<p>感謝城鄉發展分署之建議。</p>
	<p>慈湖濕地之農業廢水造成水體缺氧及優氧化問題，及短中長期對策建議，皆未見於慈湖重要濕地保育利用計畫，為完善濕地經營管理機制及達成本案調查目的，請一併整合置前開保育利用計畫內。</p>	<p>感謝城鄉發展分署之建議。</p>
<p>金門縣環境保護局</p>	<p>1. 擎天水庫推判營養源為軍營排水，是否有該水庫相關水文資料、軍營排水方向、等高線圖佐證。</p>	<p>本研究目前僅初步推測軍營排水可能為擎天水庫之營養來源，明年度擬進一步調查，並蒐集資料佐證。</p>
	<p>2. 有關第 142 頁建議二：中長期建議部分 (1) 有關污水預先處理部分列本局為主辦機關，惟內容所述之濕地、排水溝渠建設管理維護或行水區域布袋蓮移除非屬本局權責，且慈湖濕地為國家重要濕地，應依行政院核定之國家重要濕地保育計畫及國家公園法相關規定辦理，請修正。 (2) 「東南側溝渠則收集.....長寮重劃區、沙崗農場等區域排水」，建議計畫團隊確認釐清長寮重劃區、沙崗農場等區域之排水是否會流向慈湖，另建議管理處依污染程度評估將慈湖東北、東南側區域排水範圍之生活污水優先接管納入污水下水道系統處理，以減少污水來源。 (3) 「本研究於調查期間曾發現疑似畜牧業之廢水排入慈湖.....」，建請計畫團</p>	<p>(1)謝謝提醒，已修正於內文(第 145 頁)。 (2)謝謝金門自來水廠之寶貴建議。長寮重劃區、沙崗農場之排水本研究明年度擬實地確認。 (3)謝謝金門自來水廠之寶貴建議。本研究明年度擬蒐集畜牧業資料並列入附錄。</p>

	<p>隊提供畜牧業資料，供本局調查釐清。另查慈湖下方之慶安畜牧場取得廢(污)水簡易排放許可文件在案，依水污染防治法規定，符合放流水標準即可排放於地面水體，本局並於 11 月底採集該場放流水送驗，將俟檢驗報告結果，依法續處，如該區域因國家公園生態保育需求更高之標準，建議管理處評估將該畜牧場廢水一併納入污水下水道系統處理。</p>	
<p>邱課長 天火</p>	<p>1. 有關第二節水文收支部分，提到後續改以合理化公式計算，是否應於本次期末報告即修正以得到合理之數據?或是資料須重新收集方可修正?</p>	<p>由於合理化公式中尚有參數需實地測量，故預計於明年度提出較近於現況之水文收支模式。</p>
	<p>2. 建議圖 3-1~3-10 增加測站樣點標示。</p>	<p>謝謝委員建議，已修正於圖 3-1 至圖 3-10(第 51-56 頁)。</p>
	<p>3. 陸域植物調查僅完成兩季，請說明。第四季資料是否因調查時間關係尚無法放入期末報告?</p>	<p>因研究初期對慈湖、陵水湖現況尚不熟悉，未能如期完成植物調查，故預計於明年度 2 月與 5 月執行剩餘 2 季之植物調查工作。第四季調查預計於 2016 年 12 月底執行(第 27 頁)。</p>
	<p>4. P.100 鳥類棲地利用分析，鳥類在水庫周邊利用情形為?是否比照慈湖及陵水湖說明。</p>	<p>3 水庫鳥類調查旨在物種資源記錄。故未執行棲地利用分析。</p>
	<p>5. 有關第四章貳水庫水質管理部分，環保署監測結果與本案差別?</p>	<p>謝謝委員提醒。明年度擬進一步分析環保署水質與本研究結果之差異性。</p>
	<p>6. 契約規定調查項目，是否可取消?如水庫水質調查、魚類及貝類改為蝦蟹類及浮游動物等；陸域及水域植被於四季之覆蓋度及演替調查改以水域中大型藻類。</p>	<p>謝謝委員提醒，本研究預計於明年度提出工作計畫書以供審查。</p>
	<p>7. 陵水湖設置人工浮島吸收養分與陸化移除植物如李氏禾地點為何?人工浮島地點、面積及浮島植物推薦為何?建議</p>	<p>謝謝委員建議。由於本研究明年度擬於陵水湖執行布袋蓮試驗，故人工浮島之</p>

	應以標示說明，以內池、東池等文字敘述容易混淆。	具體設置地點、面積與植物種類將待明年試驗結束後再行評估，以避免 2 種工法交互影響。
	8. P142 建議一、延長閘門開啟及增設抽水設備是否可行?水利設施需要多大量體?	謝謝委員提醒。本研究已與西站蔡主任討論可行之閘門操作細節。水利設施量體將待明年度建構合理之水收支模式後再行估算。
	9. P144 建議五正名為烈嶼管理站。P.145 建議六主辦單位建議依權責修正。	謝謝委員提醒。已於內文中修正(第 147-148 頁)。
	10. P122 圖 3-69、70 空白區域為何?如果無該項目是否要列入圖中,如圖 3-83。	謝謝委員建議。本研究自 2016 年 6 月起改以水庫集水區作為 3 水庫之土地利用調查範圍;慈湖、陵水湖方面亦自 9 月起改以集水區作為調查範圍,故空白處表示未調查區域。為明確表示本研究土地利用之調查範圍,本研究依原圖納入期末報告修正版中(第 122-123 頁)。
	11. P.138 第四章應自單頁打印。	謝謝委員提醒,已於內文中修正。
	12. 後續修正後請將調查資料上傳「臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台」及「國家重要濕地網站」。	謝謝委員提醒。本研究將於近期上傳今年度調查成果。
蔡主任 立安	1. 有關建議一防潮閘門管制建議修正以符合現況,後續會配合調整管理方式。	謝謝委員配合。防潮閘門之操作方式以於內文中修正。
楊主任 東霖	1. 烈嶼水質跟水體深淺有關係,請提供具體建議。	謝謝委員建議。本研究明年度擬將水深納入水質影響因子。
	2. 建議提供布袋蓮控制程度及對於水質改善成效評估。	謝謝委員建議。布袋蓮之管理方式已於內文中修正。
	3. 建議在維護生態系前提下對於植物移除及水質改善應提出相關措施。	謝謝委員建議。本研究建議將植被覆蓋率控制於約 40%,具體之操作方式將於明年度提出。
楊課長 恭賀	1. 陵水湖 L9 周邊可能有汙水處理廠,排放之水體是否影響陵水湖?	謝謝委員提醒。本研究明年度擬實地調查,並蒐集相關資料。
	2. 慈湖 C5-C8 來自上游泥沙可能需評	謝謝委員建議。本研究預計於明年度繪

	估清淤可行性。	製慈湖等深線圖後再行評估清淤需求。
賴主任 書輝	1. 建議增加氣象資料以瞭解雨量對水質影響。	謝謝委員建議。本研究目前已初步納入降雨資料(第 38 頁)，並預計於明年度加入後續分析。
蘇秘書 承基	1. 慈湖入水口舊有土堤移除及閘門設立影響當地水文，進而造成慈湖內生物相組成改變。	謝謝委員之寶貴資訊。
謝處長 偉松	1. 維護濕地既有之生態服務為重要議題，周遭土地使用仍須經由相關管制進行維護，藉由本案監測資料應對後續濕地維護及改善提出評估。	謹遵辦理。
	2. 後續明年工作項目變更提供修正之服務建議書供本處審查。	謹遵辦理。
	3. 有關抽水設施明年應提出詳細評估資料	謹遵辦理。抽水設施相關資料本研究預計於明年度建構合理之水收支模式後再行估算。

附錄 11 106 年度工作計畫書審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
邱課長 天火	1. 尊重受託單位專業意見調整工作項目，俾便達到本案預期目標。	謝謝課長。
	2. 有關工作項目調整，為符合「慈湖重要濕地(國家級)保育利用計畫」規定，本案(慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究)水質監測尚缺少生化需氧量及化學需氧量調查，105 年與城鄉發展分署爭取經費補足[105 年 4 月 1 日起至 106 年 11 月 15 日止，共 5 次調查(105 年 2 季，106 年 3 季)]，今年(106)尚須補足 1 季調查，以及後續 107 年調查，是否可將慈湖水質調查(生化需氧量及化學需氧量)納入由本案，並協助將水質資料上傳國家重要濕地網站?	謹遵辦理。
	3. 本案調查時間為三年計畫，之前委員建議調查月份應調整涵蓋各月份，後續調查請列入考量。	謝謝課長提醒，本研究 105 年度已於 3、6、9、12 月採樣，並預計於 106 年度 2、5、8、11 月，及 107 年度 1、4、7、10 月執行調查工作。
	4. 菲律賓簾蛤僅調查一年資料(每月 1 次調查)，106 年 3 月後不再調查，後續資料是否足夠瞭解其生態資料	菲律賓簾蛤之調查工作預計於 106 年 4 月結束，且每季之螺貝類項目亦涵蓋菲律賓簾蛤族群量調查。
	5. 工作調整項目表(表 2-1)建議依契約重新檢視，如 105 年度應已同時包含土地利用現況及人為活動情形調查；粒徑分析、氧化還原電位、土壤有機質、底棲微藻葉綠素放在水生生物調查是否合適?	本研究今年度之土地利用現況及人為活動情形調查將著重於居民訪談部分；粒徑分析、氧化還原電位、土壤有機質、底棲微藻葉綠素等底質分析項目已修正歸納於水文分析之下。
	6. 研究案調查期間應通知本處及配戴採集證及背心，後續應配合本處辦理公共	謹遵辦理。

	安全查核。	
	7.擎天水庫污染源分析建議除了軍營之外，太武山植物園周邊人為活動應納入考量。	謹遵辦理。
	8.除金門當地資料外，建議應納入鄰近區域資料，如九龍江及廈門等地。	謝謝課長建議，本研究已開始文獻蒐集工作。
蔡主任 立安	1.研究案調查期間應通知本處及配戴採集證及背心。	謹遵辦理。
	2.本案調查頻率是每月或每季?	本研究預計每季調查一次。105 年度已於 3、6、9、12 月採樣，並預計於 106 年度 2、5、8、11 月，及 107 年度 1、4、7、10 月執行調查工作。
	3.調查期間是否會受潮水影響數據正確性?	本研究預計每次記錄水位變化，以量化潮水漲退之影響程度。
	4. 去年研究提出調整閘門以改善水質之建議已於今年度 1 月開始執行。	謝謝主任配合。
楊主任 東霖	1.以草魚抑制水生植物擴散本年度已規畫進行。	謝謝主任配合。本研究將於草魚放流後執行族群量監測工作。
	2. 以布袋蓮淨化水質須考量地點、範圍及後續控制。	謝謝主任提醒。
	3.樣區設立過於簡單易受干擾。	謝謝主任提醒。
陳課長 玉成	1.建議提出具體水質改善方式。	本研究建議增加海水交換頻率以改善慈湖水質問題；陵水湖方面，則建議圈放適量之布袋蓮吸收水中營養鹽；水庫集水區內之農業活動程度過高且鄰近水庫，缺乏緩衝帶，故建議應自集水區管理方面解決優養化問題。
	2.螺貝類是否為水質好壞之指標物種?	由本研究 105 年度之成果顯示，慈湖東側水質劣化、水體交換不佳且底質泥濘，故僅分布腐食性螺類，且組成單調，顯示此地已出現棲地劣化問題。因此，為改善棲地品質，本研究建議應增加慈

		湖內之水體交換頻率。
鄭副處長 瑞昌	1.有關劃設水文等深線可參考今年本處企劃經理課辦理之地形測繪案。	謝謝副處長之建議。
	2.對於濕地周遭人為活動可加強訪談及記錄，以作為後續經營管理依據。	謹遵辦理。
謝處長 偉松	1.布袋蓮及人工浮島等措施在臺灣應已證實可用以改善水質，本案應先確定改善目標及成效評估。	本研究於 105 年度調查期間發現，布袋蓮遍布陵水湖水面，且此狀況極可能為造成夏季夜間水域缺氧之主因之一。由於布袋蓮偏好營養豐富之水域，故本研究認為可由營養控制層面解決問題，藉由攔索將布袋蓮圈放在可控制範圍中(第 1 池)，減輕水中營養鹽，以避免範圍外之布袋蓮繁生(第 2 池)，同時降低藻類生長速率。文獻指出，水中溶氧小於 3 mg L ⁻¹ 即對魚類造成壓力，因此，本研究期望可藉由布袋蓮改善水質，並以溶氧 3 mg L ⁻¹ (夜間)為改善目標。
	2.本案為 3 年計畫，為達成計畫目標及符合現況，後續工作項目依契約規定進行調整。	謹遵辦理，謝謝處長提醒。
	3.本處配合辦理相關調查，受託單位應先通知本處並配戴識別證。	謹遵辦理，謝謝處長提醒。

附錄 12 106 年度期中審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
莊委員 西進	1.期中成果報告列出所列資料大多到今年 2 月的第 1 季，部分水庫水質資料 (P.133-136)尚缺今年的資料，是否漏列，請再行檢視。	謝謝委員提醒。由於水庫水質目前已有相關單位之每季監測數據，故自 106 年度起，為避免重複檢驗，本研究經契約變更後始以環保署公布之水質數據作為主要分析資料。
	2.計畫預設將 3 年計畫每年的調查月份錯開，藉以全程涵蓋 12 個月份都有建立資料；今年是農曆閏 6 月，國歷各月份的時序、氣候都得往後推將近 1 月，期末於調查資料分析得納入考量。	謝謝委員之寶貴建議。
	3.湖庫水質因子等之檢測於水樣檢測方面，採樣或檢測過程是否有一定的標準作業流程(SOP)，俾能避免短暫性外在天候變化的干擾，讓調查所得數據更有代表當月實況之信度。例如下雨幾天後才可進行檢測等。若既定調查期間遇到連續大雨，水質的檢測應會受到影響，是否有調整的因應。	謝謝委員提醒。然因調查期間降雨與否難以預測，且雨後水體擾動程度依水域水文、降雨強度而異，若欲建立標準作業流程，需投入大量人力、物力執行監測工作，本研究難以執行。此外，由於採樣作業須於在固定月份執行，亦導致不易避開降雨。因此，本研究僅能盡可能選擇天候較佳之時間採樣，並將逢雨之狀況詳述於報告內文。
	4.P.7 金門之動物地理分區請再予確認。本報告指述位於舊北區及舊熱帶東方亞區之過度地帶，其他許多研究報告都列在與印度、中南半島及中國華南等地同為東洋區，2 者之間的歸屬請再斟酌。	謝謝委員提醒，內文已修正於 P.7。
	5.P.13 貳採樣日期 2、5 月為春夏，8、11 月應為秋冬。請檢視。補正	謝謝委員提醒，內文已修正於 P.14。
	6.P.24 肆、水生生物定量調查。其中調查類群皆為動物，植物已表述在前，	謝謝委員提醒，以於內文中修正。

	<p>建請本單位標題改為水生動物定量調查。</p>	
	<p>7.P.75 慈湖中架設之水位計遺失，故僅有於 2016 年 3 月至 2017 年 5 月之每月水位紀錄(P.83 圖 3-32)。既已都有各月份紀錄，宜註明遺失時間以免誤解。</p>	<p>謝謝委員提醒。本研究架設水位計之目的為記錄慈湖每日、每小時之水位變化，以建構符合現實狀態之水文收支模式。每月之水位記錄為菲律賓簾蛤採樣期間之額外紀錄，然此數據之時間尺度過大，可能不易顯現慈湖水位隨水閘門開閉之變化，因此本研究已於 2017 年 8 月重新架設儀器。</p>
	<p>8.承上，去年估算慈湖集水區面積 688 公頃，今年推估 176 公頃。去年推估淡水停留時間(147~555 天)，交換時間(38~162 天)；今年淡水停留時間(48~72 天)，交換時間(12~18 天)前後 2 年有數倍之差距，原因為何？於集水區面積、淡水停留時間與交換時間是否有推估的標準依據，建請明列於第 2 章的執行方法與過程。</p>	<p>謝謝委員提醒。本研究已將慈湖集水區面積修正為 688 公頃。2 年度之淡水停留時間與交換時間之差距導因於逕流量估算方式之差異。去年度本研究原以現地測量法推估逕流量，然因此數據無法反應暴雨逕流，使該年之逕流量明顯低估。為此，本研究改以集水區面積與降雨量之乘積估算慈湖逕流入水量。本研究推估之集水區面積、逕流量均有標準依據，並以詳列至第 2 章。</p>
	<p>9.底質分析為今年新增調查項目，建請將方法過程明列在第 2 章。該項調查分析去年並未列入，卻有去年 4 季的數據，請再檢視是否載述有所遺漏。</p>	<p>謝謝委員提醒，調查方法已詳列於內文第 2 章。本研究底質分析中之粒徑分析、氧化還原電位等項目於去年即已執行，並於今年度改為底棲微藻葉綠素 <i>a</i> 濃度與底質有機質等調查項目。</p>
	<p>10.P.85~88 圖 32-26、27、28、32、33 之圖說建請加年份或期間；P.133~140 各統計圖建請亦同。</p>	<p>謝謝委員提醒，已於內文中補正。</p>
	<p>11.P.117 吳郭魚是臺灣的地方俗名，在金門包括尼羅口孵非鯽(<i>Oreochromis niloticus</i>)、吉利非鯽(<i>Redbelly tilapia</i>)2 種。於這 2 種之後又列出吳郭魚</p>	<p>謝謝委員提醒，本研究記錄之吳郭魚(<i>Cichlidae</i> sp.)為尼羅口孵非鯽與吉利非鯽中之 1 種，然因採樣當下未確實記錄，故僅列為吳郭魚。此調查缺失已補</p>

	(Cichlidae sp.)，是否另外發現新紀錄吳郭魚？	述於內文。
	12.P.143 肆、瓊林水庫內文指述…花鳧等雁鴨科鳥類最為常見。花鳧是金門稀有冬候鳥，偶爾會在該水庫出現，P.157 表 3-91 又有記錄於 6、9 月的夏秋所見。瓊林水庫邊經常有 2、3 隻羽色較為斑駁的紅面番鴨家禽停棲，可能因此誤判？請再斟酌確認；另慈湖中央沙洲停棲的黑面琵鷺群中有 2 隻白琵鷺伴隨共棲，因距離遙遠，須有較好單筒望遠鏡才得以明晰，請卓參。	謝謝委員提醒，本研究已確認瓊林水庫記錄之花鳧為紅面番鴨，並修改於內文。慈湖方面，本研究之鳥類調查係以單筒望遠鏡記錄，並以加強觀察以避免誤判。
	13.P.189~194 植物名錄列普遍、中等及稀有，建請定義，通常以普遍(常見)、不普及稀有區分。普遍程度與該種植物的特性是否可分欄位表列，備註欄亦可應用，建請採用一般生物名錄表列表。	謝謝委員建議，已重新列表於附錄 3。
洪委員 清漳	1.如何將研究結果納入施政依據並讓居民接受相當重要。	謝謝委員提醒。
	2.缺少陵水湖外池及慈湖招潮蟹及淡水蝦蟹，建議加強。	謝謝委員建議。陵水湖之招潮蟹多出沒於外湖區灘地；內湖區之外池因水位高，缺乏適宜棲地，且為純淡水環境，故無招潮蟹之紀錄。慈湖方面，本研究已將湖畔淺灘之招潮蟹紀錄納入研究成果。
	3.缺少水棲昆蟲資料相當可惜。	本研究水生動物方面已涵蓋陵水湖之水棲昆蟲調查。因人力、物力等限制，今年度難以新增慈湖之水棲昆蟲調查。
	4.上庫可能有污水排入陵水湖，應有相關調查及改善方式。	謝謝委員提醒，經污水處理廠初步淨化之排放水應流入陵水湖外湖區，對內湖區之水質影響不大。

	5.P.91 應為「陵水湖」，非慈湖；P.184 僅有%，無實際數據。	謝謝委員提醒，已於內文修正。
城鄉發展 分署(書 面意見)	1.本案部分經費由本分署「105-106 年度慈湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫」費用項下支應，本分署樂見本案能持續擴充慈湖濕地自然資源基礎資料，已完善後續經營管理機制。	謝謝分署認同。
	2.慈湖重要濕地保育利用計畫目前已於106年7月15日、8月13日公展，建議未來本案完成後，得將慈湖之生物、水質、水文收支模式及土地利用資料置入未來慈湖重要濕地保育利用計畫之通盤檢討。	謝謝分署之建議。
邱課長天 火	1.研究成果豐碩且詳盡。經檢視工作項目均有相關成果，唯獨水文收支「流向」部分似乎缺少，建議說明或於期末時補充。	謝謝課長提醒，本研究已於期末報告補充流向之調查結果。
	2.因數據圖表數量龐大，是否能在本文僅留下重要資訊，其他資料(如不同樣站不同季節之調查資訊)以附錄方式呈現，較方便閱讀，建議在期末報告調整。	謝謝課長建議，已於期末報告修正。
	3.P.89，慈湖及陵水湖第1段「設置8處永久樣區」及「6處永久樣區」，考量後續執行可行性，建議拿掉「永久」。	謝謝課長提醒，已於P.68修正。
	4.P.109及P.184結論與建議第4點提到菲律賓簾蛤數量有減少趨勢且與民眾活動可能相關，為維護慈湖生物多樣性及濕地明智利用，後續管理處如加強「摸蛤」規勸，相關資料證據是否足夠支持並作為管理處經營管理措施依據？	謝謝課長提醒，本研究已初列菲律賓簾蛤採捕之管理要點。然因缺乏長期之漁獲數據，故難以探討漁業活動與菲律賓簾蛤族群多寡之關聯性。
	5.縣府目前在進行慈湖農莊排水系統改善計畫，是否會影響慈湖及研究結果建	謝謝課長建議。

	議納入考量。	
	6.3 年研究成果建議後續投稿國際性期刊。	謝謝課長建議。
楊主任東霖	1.縣府排水計畫可能影響慈湖水質。	謝謝主任提醒。
	2.P.68 C5 葉綠素 <i>a</i> 及 P.87 C8 氧化還原異常之原因	本研究認為 2017 年 2 月葉綠素 <i>a</i> 異常導因於大雨後營養輸入慈湖，使藻類快速生長所致。2016 年 C8 測站之氧化還原電位極低，應與此區之水體流動力差，及有機質累積所致。
	3.現況需考量慈湖農莊淹水、魚塭取水及水質好壞情況下調整水閘門開啟方式。	謝謝主任提醒。
	4.水閘門開啟下可能導致海漂垃圾增多。	謝謝主任提醒。
楊技士曉娟	1.陵水湖 1 池圈養布袋蓮並加強管理。	感謝管理站之協助與配合。
	2.陵水湖 4 池水生植物較少，可能與水深有關，5 月份已放養草魚 500 隻。	感謝技士提醒。
陳課長玉成	1.縣府區域排水計畫目前正在規劃，等後續細部計畫再行審核，主因為避免慈湖農莊淹水進行分流。	謝謝課長提醒。
	2.慈湖水質是否有農藥相關監測？慈湖出海口布網是否影響慈湖多為仔魚？	慈湖水質目前尚無農藥之相關監測。魚類方面，慈湖中不乏成魚，尤其時常可見體型極大之烏魚於湖中活動。閘門前布網確實可能捕捉隨潮水進入之魚類，然其影響程度並無相關量化數據得以分析。
	3.是否有參考自來水廠有關水庫相關調查研究成果？	謝謝課長提醒，本研究已將相關成果納入考量。
蘇副處長承基	1.西浦頭養殖場污水可能為污染源之一。	謝謝副處長提醒。
	2.應瞭解慈湖淤積情形及浚深議題，以	謝謝副處長提醒。本研究結果顯示慈湖

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

	利後續跟民眾說明。	之東側水深較淺，因而為水鳥重要之覓食棲地，尤以慈湖東北側之鳥類發現率最高。因此，本研究建議應保留此區塊以維護鳥類多樣性。
謝處長偉松	1.透過基礎研究提出改善建議，增加濕地生產力，有助於濕地保育。	謝謝處長建議。
	2.請企劃經理課提供慈湖測量圖資供受託單位納入考量。	謝謝處長建議。
	3.報告本文建議留下重要資訊，次要資訊以附錄呈現較易民眾閱讀。	謝謝處長建議，已於期末報告中修改。
	4.本案成果應納入慈湖重要濕地(國家級)保育利用計畫，並協助與鄉親說明並座談，以利推動國家重要之政策。	謝謝處長建議。

附錄 13 106 年度期末審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
內政部營建署城鄉發展分署 (會後書面意見)	1.本案部分經費由本分署「105-106 年度慈湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫」費用項下支應，本分署樂見本案能持續擴充慈湖濕地自然資源基礎資料，以完善後續經營管理機制。	感謝分署之認同。
	2.慈湖重要濕地保育利用計畫(草案)於106年7月15日至8月13日公展後，因民眾抗議爭議，該保育利用計畫目前暫緩後續行政程序。建議本案建議事項「大型藻類清除」及「菲律賓簾蛤採捕管理」置入本保育利用計畫(草案)。	感謝分署之建議。
邱課長 天火	1.主要建議一：建議提供藻類清除方式，是以機具移除土方並另外堆置或以人工移除藻類？移除面積應有多大？	本研究建議以人工方式移除大型藻類，並將藻類堆置於湖畔曬乾。此外，因每年藻類生長之範圍與面積不一，故建議盡可能將目視可見之大型藻類移除。
	2.主要建議二：菲律賓簾蛤採捕管理，惟慈湖為國家公園特別景觀區，依國家公園法第十三條禁止狩獵動物或捕捉魚類，此建議建議審慎評估。	為符合濕地之明智利用，本研究建議應於適宜管理下開放菲律賓簾蛤採捕。
	3.調節水閘門頻率增加水循環僅能降低營養源，其他水質監測項目無明顯變化，是水體交換仍嫌不足？是否能提出其他可行之改善方式改善水質？陵水湖亦為超優氧水域，是否有改善策略？	營養鹽即為水域優養化之根源，故改善營養鹽濃度即可達到減輕優養化之目標。本研究今年度之結果顯示，在水閘門開啟頻率增加之狀態下，除水質改善外亦可見部分測站之底質氧化還原電位、螺貝類組成、豐度之改變，顯示慈湖之水體交換大幅改善。若欲進一步改善鄰近溝渠入水處之水質，建議應由污染源頭著手，除減少營養之排放外，亦可於溝渠上游營造人工濕地以淨化污

		水。陵水湖之水質本研究去年度建議可利用布袋蓮吸收水中營養，然因目前之種植面積有限，使淨化效果不明顯。
	4.P.92 圖 3-46，L2 與其他 L3-7 混群，是否有如 P.82 所說陵水湖顯著分成兩群 (L1-2，L3-6)？建議圖片畫質應加強，如 P.93 圖 3-48 樣點無法辨識，P.114 圖 3-75-3-79 標示不清。	謝謝課長建議。陵水湖 L2 測站僅在 2016 年 3 月因記錄許多極樂吻鰕虎，使其組成與內湖測站較相似；在其餘季節 L2 測站之魚類組成與內湖顯著不同。本研究已將此論述補充於內文 P.82。此外，本研究將盡可能加強圖片畫質，以避免辨識不易。
	5.P.126，有關 107 年度工作項目調整建議提供表格說明減少及增加項目。	謝謝課長建議，已補充於表 4-1。
莊委員 西進	1.就調查湖庫的無機環境因子與生物群集建立兩年的基礎資料，最後一年於建構慈湖、陵水湖的生態系統，是否會包括其間物質循環和能量流轉？俾能瞭解湖庫環境與生物間的交互作用。	本研究明年度之生態系食物網模式可量化生態系中之能量傳輸及生物間之交互作用，另可透過模擬方式探討環境變動對各生物類群之影響。
	2.計畫於 107 年增列水域爬蟲類調查，是否有其特別意義？已知慈湖有唐水蛇、金龜及巴西龜等，陵水湖有金龜及中華鱉，慈湖的唐水蛇亦為水獺的食物。謹供調查參考。	感謝委員之寶貴資訊。生態系中高階掠食者如龜鱉類、水蛇之重要性極高，故為避免明年度建構之食物網模式缺乏上述掠食者，本研究擬於明年度增加水域之爬蟲類數量與生物量調查。
	3.p.35~42，各項水質分析資料可見證有機質及無機鹽（磷酸鹽、硝酸鹽、銨鹽）等營養鹽含量與葉綠 a 之關聯性，可否增列影響的差異為何，裨益後續管控。	感謝委員之建議，本研究擬於慈湖、陵水湖蒐集完整 3 年度之水質數據後，進一步分析各營養鹽對葉綠素 a 濃度之影響程度。
	4.p.37，內文敘述…利用操控慈湖水閘門對水質處理效果有限…，宜修為…利用操控慈湖水閘門對東側水質處理效果有限…。影響慈湖東側水質是農莊、農田廢水、畜牧及鷓鴣排遺等，或許管控污染源的排放對水質改善更有效益。	感謝委員之寶貴建議。

	<p>5.p.43, 汞污染調查僅採樣一隻魚體檢測是否足夠。</p>	<p>因汞污染調查非原契約內之調查項目，且檢測費用昂貴，故建議管處可另案處理。</p>
	<p>6.金門今年降雨量僅約去年的 1/3，影響湖庫的淡水進水量。P.53~55 敘述各湖庫平均每日降雨量和蒸發量應是引用中央氣象局的資料換算而來，請加註。</p>	<p>感謝委員提醒，已補充資料來源於 P.53-54。</p>
	<p>7.p.54, 進出湖庫的水量關係淡水停留和總水體交換時間，若入水量少、出水量少則淡水停留較長（總水體交換的時間久）；入水量、出水量都大，則淡水淡水停留較短，水體交換較快。本頁指述…進水量少、出水量多，致使淡水停留較久，似有不妥，宜將“出水量多”刪除，請斟酌。</p>	<p>感謝委員提醒，已修改內文於 P.54。</p>
	<p>8.p.55, 二、陵水湖，宜移到下面另一列。</p>	<p>感謝委員提醒，已修改內文於 P.55。</p>
	<p>9.p.85, 肆、多毛類，伍、水棲昆蟲，兩項調查描述共記錄？科？隻？種，是否漏列？種，建請全部統一以？科？種？隻來表述。</p>	<p>感謝委員建議，因本研究多毛類、水棲昆蟲僅鑑定至科級別，故未列該項目調查之種數。</p>
	<p>10.p.98~99, C6 和 L4 浮游動物和水棲昆蟲異於季節變化之常態，建請在 p.85 略作說明。</p>	<p>感謝委員建議，已於 P.85 補充相關論述。</p>
	<p>11.P.102~103~110 鳥類棲地利用分析： (1) P.102 及 206 表列白肩鷗應為國內 I 級保育類，請參考 106 年農委會修正公告保育類野生動物名錄。 (2) P.102.壹、慈湖內文第七行，建請改為…以八哥及夏候鳥栗喉蜂虎…，以免誤解八哥也是夏候鳥。 (3) 陵水湖的花嘴鴨全年都在，反而較冬候鳥的琵嘴鴨更常見，宜列入當地主</p>	<p>(1)感謝委員提醒，已修改於 P.103 及附錄表 5-1。 (2)感謝委員提醒，已修改於 P.103。 (3)感謝委員建議，已補充於 P.104 (4)感謝委員提醒，已修改於圖 3-67、圖 3-69、圖 3-72、圖 3-74。</p>

	<p>要的鳥種。 (4) P.109~110 鳥類生態同功群區分，圖示宜以放大以利觀覽。</p>	
	<p>12.土地利用與人為活動，小麥以除草劑清除雜草，種植高粱亦普遍施以農藥，這些都可能流入監測之湖庫。</p>	<p>感謝委員提醒，本研究已將高粱使用之除蟲劑補充於 P.114。</p>
	<p>13.p.117~121，生態系統代謝評估異營或自營生態系，單僅 2016 年的調查資料是否足以涵蓋計畫三年期程的實況？</p>	<p>生態系統代謝量化非原契約內之工作項目，且本研究以高頻度(15 分鐘記錄 1 筆溶氧數據，每季共計 2 日)之努力量執行，故調查結果具有相當代表性。另一方面，因儀器昂貴且數量有限，加上過去曾有儀器遺失之狀況，故難以量測 3 年度。</p>
	<p>14.p.165 表植物評定為外來種、入侵種、原生種或特有種，若以 2011 年金門外來種植物調查為據，可能會有偏差，該報告記錄外來種植物 1080 種似有疑義。據金門植物誌收錄 820 種維管束植物中，約有 15% 外來種。表列外來種偏多，土防己、紅梅消是否是金門特有種？請再斟酌。</p>	<p>感謝委員提醒，本研究已重複確認名錄中之植物區系，並將土防己、紅梅消改列為原生種。</p>
	<p>15.建請將如何管控農莊、農田及畜牧的污染源流入湖庫列入建議。</p>	<p>感謝委員之寶貴建議。家庭、畜牧污水，經初步處理後可用於澆灌，然而農業之非點源污水不易管控，建議營造人工濕地，於污水進入慈湖前先予以淨化，改善輕優養化問題。</p>
<p>洪委員 清漳</p>	<p>1.文章錯誤建議修正部分：P.3 應為”上林村”；P.5 陵水湖已不受潮汐影響；P.6 建議增加學名；P.17 採樣編號不一致易混淆；P.28 菲律賓簾蛤採樣方式建議說明；P.39 陵水湖淡水如何交換？P.181 無慈湖相關資料；P.190 數據資料誤植。</p>	<p>感謝委員提醒，已修正於 P.3、P.6、P.28、P.181、P.190、P.192、P.193。此外，陵水湖車轍道以北之外湖區為受潮汐影響之半淡鹹水水域。陵水湖沿用去年之採樣編號，為避免讀者混淆，本研究擬於明年度調整。陵水湖之淡水於水上餐廳</p>

	P.192 建議補充學名。P.193 應為側足厚蟹。	水池、第 1 池以溢流方式流至鄰池；第 2、3 池與第 2、4 池間均各具有 1 水門。
	2.慈湖水閘門開關需考量外海積沙及凸堤效應。	感謝委員提醒。本研究去年度建議可增加防潮閘門之開啟頻率，但排砂閘門之操作方式並未改變，故本研究認為此管理方式應與堤外積砂之關聯甚微。
楊主任 東霖	1.藻類移除建議配合辦理。	感謝主任之配合。
	2.菲律賓簾蛤應評估管理方式。	感謝主任之提醒。
	3.水閘門控制需考量周遭農田及魚塭不同需求。	感謝主任之提醒。
陳課長 玉成	1.未來開始大陸引水後，未來水庫可能有其他非飲用水方面的規劃。	感謝課長提供之寶貴資訊。
楊秘書 恭賀	1.慈湖目前之水循環是否可能影響慈堤安全性，建議納入評估。	感謝秘書建議，本研究擬於明年度觀測評估。
蘇副處 長承基	1.鄉公所已針對慈湖周邊溝渠整理暢通，應評估人工濕地施作可行性。	感謝副處長提供之寶貴資訊。
	2.陵水湖藉由水位改變可控制水生植物，請將草魚納入監測。	本研究今年度已嘗試量化草魚族群，並擬於明年度持續觀察。
謝處長 偉松	1.有關建議二螺貝類採捕及管理問題，應加強宣導，並請企劃經理課與保育研究課研議適法性及可行性。	感謝處長之認同。
	2.未來可與縣府研議設置人工濕地可行性。	感謝處長之認同。

附錄 14 107 年度期初工作會議審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
黃技正 啟俊	<p>1.本案為「慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究」，慈湖、陵水湖為主要重點區域，惟 P.15 工作項目表中 107 年對於湖庫僅有收集水質資料，並無其他相關調查，前 2 年資料是否已具代表性？P.17 陵水湖樣點由 106 年 9 個樣點改為 107 年 6 個樣點，建議說明變更原因。</p>	<p>本研究於 105 年度已完成蘭湖、瓊林、擎天水庫集水區之 4 季之土地利用調查。106 年度亦持續巡視，且未發現土地使用之改變，顯示本研究蒐集之數據已具代表性。本研究原於 105 年度在陵水湖設置 9 處測站，惟其中 2 測站位於調查重點區域外(內湖區)，另 1 測站則為重複性測量(第 4 池)，故自 106 年度起陵水湖之水質樣點僅餘 6 處。107 年度則延續使用前年之調查樣點。</p>
	<p>2.P.23 水母豐度要如何以穿越線法量化？106 年蝦蟹類與 107 年寄居蟹調查有何不同及選擇原因？頭足類及水母數量較少，在調查或後續生態系分析上是否意義？</p>	<p>本研究預計透過調查人員與水母間之距離估算其豐度，並視情況延長穿越線。本研究過去使用之蛇籠網目過大，較不易捕捉寄居蟹，故於今年度另設置陷阱採集。本研究過去於慈湖曾多次發現頭足類，顯示此處可能有穩定之族群；水母則在每年春季均可見其大發生，數量並不稀少。另一方面，頭足類為水域生態系中之高階掠食者，水母則被認為可能是氣候變遷、過漁等狀況之警訊，均存在重要之生態意涵。</p>
	<p>3.依據「內政部委託研究計畫作業規定」，對於研究主持人接案超過 2 件或連續 3 年委託同 1 單位或人員之情形，本處需建立清單列管，加強動態管理。</p>	<p>謹遵辦理。</p>
	<p>4.應提供後續濕地相關委託計畫及經營管理建議。</p>	<p>謹遵辦理。</p>
<p>蔡課長 利安</p>	<p>1.過去慈湖因水體交換差，現今改用水閘門加強水流是否有所助益？</p>	<p>由本研究 106 年度之結果可見，在加強慈湖水體交換後，大多區域之水質相對</p>

		變佳，尤其在 C6、C8 測站，其底質、螺貝類組成及豐度均有明顯改善。
	2.慈湖的水蛇屬於何種？是否有毒？	本研究於慈湖曾多次發現 II 級保育類之唐水蛇，具有微毒，對人類之影響甚微。
黃課長 子娟	1.針對水母應如何配合其習性進行調查並提出代表性資料？	水母為游泳能力極弱之浮游動物，經由本研究過去 2 年之觀察，發現其分布與水流強弱有關，故可概略掌握水母之出沒區域。
楊主任 東霖	1.陷阱之誘餌是否會影響捕抓對象，進而影響研究結果？	陷阱法確實有量化不易之缺點，本研究以多個樣點及 1 年 4 季調查，增加推估調查物種生物量之正確性。
	2.Ecopath 模式建立是否能將時間納入？是否可增減影響因子模擬？	Ecopath 模式之模擬取決於輸入資料之詳細度，若調查數據具時間尺度(如季節變化)，則亦可模擬各生物群之時序變化。而若欲增減環境因子之模擬，則另需蒐集相關文獻輔助。
許主任 忠信	1.陵水湖的布袋蓮應維持多大面積才可淨化水質？	根據過去文獻顯示，當布袋蓮覆蓋率達 30%，有明顯之氮、磷削減能力，但同時亦使水體之溶氧量降低。布袋蓮覆蓋率達 10 至 25%之狀況下(水塘面積約 0.04 ha)，水體溶氧仍可維持於 2 mg L ⁻¹ 之上，不致使魚類死亡，但因藻類生產量下降，使魚類食物資源減少；當布袋蓮覆蓋率小於 10%，則不影響魚類生產量。換言之，當布袋蓮覆蓋度達 10%時即應予以捕撈處理，以避免危及魚類族群。本研究於 106 年度調查期間發現，陵水湖各池因增設閘門，水體流動力下降，使第 2、3 池之水質劣化，其中又以水域面積較小之第 2 池較為嚴重。而現今布袋蓮亦多分布於此處，故本研究建議可保留第 2 池之布袋蓮，並將其覆蓋

		面積控制於 10%。
賴主任 書輝	1.建議敘明 3 年調查項目變更緣由。	感謝主任建議，已補充說明於 P.16 之工作項目調整表。
	2.Ecopath 模式建立後提出後續應監測對象。	感謝主任建議，本研究謹遵辦理。
	3.依據簡報仍持續進行土地利用及人為活動調查，建議納入工作項目。	感謝主任建議，惟本研究於 105-106 年度已完成慈湖、陵水湖、蘭湖、瓊林、擎天水庫之土地利用及人為活動調查。107 度僅剩餘概略之巡視工作，本研究已於工作項目列表中簡略說明，以避免民眾誤解。
	4.建議建立改善措施及成效相關時間軸，以瞭解水閘門和水質改變關聯性。	感謝主任建議，本研究謹遵辦理。
陳課長 玉成	1.3 年成果應提出後續自然資源規畫及經營管理建議。	感謝課長建議，本研究謹遵辦理。
	2.建議可參考金門縣政府區域排水工程計畫，瞭解可能之影響。	感謝課長建議，本研究謹遵辦理。
邱課長 天火	1.建議可將太武池納入調查。	感謝課長建議，本研究預計於太武池增加穿越線調查以瞭解其生態資源。
	2.慈湖水母有可能並非 1、4、7、10 月出現，應另尋調查時間。	感謝課長提醒，本研究謹遵辦理。

附錄 15 107 年度期中審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
莊委員 西進	1.本期中報告累積 2 年半的研究成果非常豐碩，本年度 1 月、4 月尚有少數類項已列出調查數據，卻未將資料納入結果與討論，如水質分析資料、水文收支及水生植物生產量等，請檢視是否遺漏。	本研究今年度 1、4 月之水質調查數據均列於表附錄 1-1~1-4，並亦於內文中討論相關結果。水文收支模式係以全年為一單位建構，故本研究已於此次期末報告呈現結果。水生植物生產量為前年度調查項目，並已於 2018 年 1 月完成最後 1 季調查。
	2.P.18 圖 2-3 的蘭湖為南北向，測站由南到北仍與其他東西向的湖庫同列 E、C、W，為免造成觀圖的錯覺，可否考慮改列為 S、C、N。	感謝委員建議，已將蘭湖水庫代號改為 N、C、S。
	3.P.46 以總基礎生產量的卡爾森指數作為區分水質優養化等級之標準，前述 301~500 卡爾森單位者為優養系統，之後於 2016 年 3 月將慈湖、陵水湖之平均卡爾森指數 47.8 與 52.5 歸屬優養狀態，前後數值差 10 倍，可能是小數點位置有誤，請再予檢視調整。	本研究主要以 Nixon(1995)之方法量化優養化程度。此方法係以「基礎生產量」作為優養化指標，而非「卡爾森指數」。故 2 者各優養化層級之數值範圍不同。為避免讀者誤解，本研究已於第 3 章第 1 節中修正論述。
	4.P.73 圖 3-25 慈湖流向圖，湖中的著生木麻黃的沙洲可能是導致水系遇障礙受阻分流的關鍵，建請將湖區木麻黃沙洲明顯標示於圖中，裨益觀圖理解。	感謝委員建議，本研究已於圖中以黑線表示沙洲位置。
	5.P.79 優勢物種(或關鍵性物種)之判斷須有定性和定量相輔，其中生物量或覆蓋面積是否經定量的群集數值分析而得，或僅就觀察的判斷？	本研究之優勢植物係以重要值指數判斷(詳見第 2 章第 2 節)。水域基礎生產者、水生動物優勢物種則以其豐度或生物量比例判斷之。
	6. P.80 於本年 1 月啟用航拍器正射影像圖分析陵水湖水生植物的覆蓋比例，更能顯現湖區水生植物覆蓋狀況全貌，可	感謝委員建議，本研究已於第 3 章第 3 節呈現陵水湖第 4 池 1993~2018 年之水生植物覆蓋變化圖。水生植物生產量為

	<p>否考慮建立本年度湖區 4 季的水生植物覆蓋圖像變化，俾以提供管理處作為未來經營管理陵水湖的參考。另水生植物生產量尚未加入今年的調查結果討論。</p>	<p>2017 年調查項目，本研究已於 2018 年 1 月完成最後 1 季調查。</p>
	<p>7.P.81~83 浮游藻類與大型藻類，P96~98 的蝦蟹類、多毛類、水棲昆蟲及浮游動物等，以上尚未納入本年度前 2 季之調查資料，請檢視是否漏列。</p>	<p>浮游藻類、大型藻類、蝦蟹類、多毛類、水棲昆蟲與浮游動物為 2017 年調查項目，故今年度已無相關調查。為使食物網模式更臻完整，本研究今年度水生動物調查項目改為水母、寄居蟹、頭足類、水域爬蟲類、草魚，並保留螺貝類調查。</p>
	<p>8.P.118 慈湖白肩鵬是否為國內 I 級保育類動物，請再確認。屬於金門地區迷鳥的花鳧於 3 月間在慈湖出現約 10 天，並未在調查期間出現；另斑龜數量僅次於紅耳泥龜，建請藉本研究報告建立官方檔案資料，裨益作為未來相關研究的文獻。</p>	<p>感謝委員提醒，本研究已確認白肩鵬為 I 級保育類，並預計將貴鳥會提供之花鳧、斑龜、紅耳泥龜等寶貴資料列入本研究成果報告。</p>
	<p>9.P.123~125 各圖示是否稍為放大，裨益分辨閱覽</p>	<p>感謝委員建議，本研究謹遵辦理。</p>
	<p>10.P.132~133 生態系尺度整合分析概為 2016 年的資料，2016 年以後的資料宜在期末報告納入整合分析。又水體溶氧小於 1 ppm 即可導致水中生物大量死亡，慈湖與陵水湖有多筆水體溶氧量監測值為 0 ppm，該調查期間是否觀察到湖區生命疲弱或死亡的跡象？</p>	<p>本研究已整合 2016~2018 年之調查成果並建構慈湖與陵水湖之生態系食物網模式。根據本研究調查結果，溶氧小於 1 ppm 之狀況多於夏季高溫期發生，此時慈湖湖畔常可見魚類屍體，且亦發現採集之貝類極易死亡；相對而言，此時期陵水湖較少發現魚類屍體，可能與優勢魚種為吳郭魚有關。</p>
	<p>11.(1)P.134~136 物質傳輸模式結構與能量是以能量為單位作為各營養階層傳輸的計量，可見慈湖與陵水湖生態系統各營養階層能量傳輸與理論上的 10% 傳輸效率差距甚大，顯然生態系統極不穩</p>	<p>(1)感謝委員提醒，本研究已新增 2018 年調查物種以避免關鍵物種缺漏。 (2)感謝委員建議，本研究謹遵辦理。</p>

	<p>定，是否漏列了各營養階層的關鍵物種？請再予留意。</p> <p>(2)另(三)食物鏈物質傳輸模式，此處並非僅單一食物鏈的傳輸，而是各相同營養階層的傳輸，可否考慮營養階層物質傳輸模式來表示？</p>	
	<p>12.P.152 由食物網模式可見，慈湖不缺肉食性鳥類(次級消費者)，水深高低控制得宜有助於次級消費者掠食水域初級消費者的數量。因此，環境管理可望增進本生態系統物質與能量傳輸的效率，可就此建請金管處作為未來改善與經營管理之對策。</p>	<p>感謝委員之寶貴建議，然而慈湖水文除直接影響水鳥棲息地外，亦藉由底質、水質變化間接影響底棲生物，影響層面廣泛。例如由本研究 2018 年 7~10 月結果可見，低水位(停止開門進水)將導致水體營養濃縮、底質厭氧程度加劇等問題。</p>
	<p>13.建請於期末報告列出慈湖與陵水湖 2 處湖庫的優勢物種、關鍵性物種、指標物種、珍稀物種及特色物種等，提供金管處後續經營管理之參考。</p>	<p>感謝委員之寶貴建議，本研究將於成果報告彙整相關成果。</p>
	<p>14.慈湖的菲律賓簾蛤因過度採捕，以致族群數量逐年下降，建請於期末提出可以採捕的時期，並提出規範之對策。</p>	<p>感謝委員建議，本研究謹遵辦理。</p>
<p>邱天火 委員</p>	<p>1.有關封面僅以慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源之研究(3/3)並註明期中報告，雖內頁有但本案為委託研究案，如送到內政部恐會有缺點，應依照「內政部委託研究計畫作業規定」辦理。</p>	<p>感謝委員提醒，本研究謹遵辦理。</p>
	<p>2.有關陵水湖第 4 池可藉維持高水位控制水生植物之覆蓋面積，若欲放留草魚以維持水生植物覆蓋度，則建議放流隻數需考慮其攝食量，此值須大於水生植物生量，方能控制水生植物擴散，那金管處放流 500 隻是多還是少，可以解釋嗎？</p>	<p>本研究已建構陵水湖第 4 池食物網模式，並利用 Ecosim 模擬適宜之草魚放流數，結果顯示草魚生物量須達現況之 32~53 倍，才可使水生植物生物量降低 14~26%，意即放流草魚總重須達 307~509 kg WW(體長 10 cm 草魚 18,943~31,374 隻或 25 cm 草魚</p>

		<p>1,269~2,102 隻)方有控制成效。因此，本研究認為此法執行困難度甚高，故不建議作為控制水生植物覆蓋度之管理方法。</p>
	<p>3.本案各種執行方法與過程，受託單位除詳實記錄以外，其他如水下攝影法必有珍貴的影像鏡頭紀錄，建議應留給委託單位參考。</p>	<p>感謝委員建議，本研究將盡可能選擇較佳之影像紀錄留予金門國家公園管理處參考。</p>
	<p>4.P.30 有關鳥類棲地利用分析，從 2017 年 2 月起至 2018 年 10 月，對慈湖、陵水湖之鳥類調查工作，目前已完成 10 季鳥類調查，並預計於 2018 年 4 月與 10 月執行第 3 年之夏、秋之調查是否有誤，應為春、秋季調查。</p>	<p>感謝委員提醒，本研究已於內文中修改。</p>
	<p>5.有關大型藻類，受託單位研究發現建議春季應適度移除慈湖大型藻類，以避免營養鹽累積，金管處今(2018)年已委託承商清除，不知效果如何，受託是否做一比較？</p>	<p>大型藻類移除旨於避免藻類死亡分解過度消耗氧氣，尤其在春夏季高溫之狀態下，細菌分解作用旺盛與較低之溶氧飽和度，更易造成水生動物死亡。在本研究 2018 年春夏季調查過程中，可見移除藻類後慈湖湖畔魚類屍體似有減少趨勢，然而此現象是否與移除藻類具關聯性仍待繼續觀察。</p>
	<p>6.依據業務單位報告 107 年進行重點目標物種之持續調查及文獻收集，在這期中報告並未提出，慈湖有唐水蛇、金龜、遊隼、黑面琵鷺、白肩鷗、水獺，陵水湖有金龜、中華鱉、攀鱸，建議其棲地習性、行為應專案補述，以供爾後從保育研究、環境教育、解說之用。</p>	<p>感謝委員建議，目標物種之文獻蒐集本研究預計於成果報告中提出。</p>
	<p>7.有關文中 2017 年因降雨不豐與蒸發量高等因素，使慈湖之總水體交換時間延長為 2016 年之 1 至 3 倍，陵水湖之淡水</p>	<p>水文收支模式各參數之計算方法請詳見第 2 章第 2 節。</p>

	<p>停留時間則較去年增加 1 倍，請問受託單位是如何計算與評估的。</p>	
	<p>8.P.123 漁業活動方面調查，包括釣魚民眾、摸蜡應屬白天人數，晚間人數是否有調查，建議可加強假日時段調查。</p>	<p>感謝委員建議，本研究謹遵辦理。</p>
<p>黃代理 課長啟俊</p>	<p>1.研究成果完整且符合本案工作項目。</p>	<p>感謝課長肯定。</p>
	<p>2.(1)陵水湖魚類調查一直未發現攀鱸穩定族群，是否有合理解釋？ (2)放流草魚數量要達 9,195~27,155 尾，是否有影響當地生態環境之虞？另是否目前環境不適合草魚生存，導致調查均未發現草魚？</p>	<p>(1)本研究 2016 年調查成果顯示，攀鱸個體數占總魚類個體數之 0.24%(第 1 池)；而邱(2013)之成果中，攀鱸亦僅占總魚類個體數之 3%，顯示陵水湖雖有攀鱸棲息但數量不多。另一方面，自 2017 年起本研究調查項目由魚類、貝類改為蝦蟹類、水棲昆蟲、水域爬蟲類等，且為避免蛇籠陷阱造成龜蟹類死亡(包含 I 級保育類金龜)，故選用蝦籠、流刺網、垂釣法、浮式蟹籠等方法採集水生動物，亦可能為未發現底棲性攀鱸之原因之一。 (2)本研究模擬結果顯示需放流體長 10 cm 之草魚 18,943~31,374 隻，或體長 25 cm 之草魚 1,269~2,102 隻方有控制水生植物之成效。因此，本研究認為此法執行困難度甚高且將影響此區之魚類組成，故不建議作為控制水生植物覆蓋度之管理方法。</p>
	<p>3.慈湖水道 7 月 16 日開始施作水道將阻斷約 1 個月，建議納入後續監測。</p>	<p>感謝課長建議，本研究謹遵辦理。</p>
	<p>4.建議說明規劃菲律賓簾蛤生殖切片目的與現行飽滿度的差別；慈湖菲律賓簾蛤明智利用議題，建議應提出背景資料需求及因應措施。</p>	<p>菲律賓簾蛤飽滿度指數與生殖腺切片均為貝類繁殖期之判斷方法，然而前者為間接證據，其數值驟降即可能為貝類釋卵期；生殖腺切片則可直接觀察卵巢發育與否。本研究結果顯示，4~6 月確實</p>

		有肥滿度降低趨勢，理論上應可於半年內發現新生族群，然而菲律賓簾蛤小型個體僅發現於4月(9~11月新生族群)。因此，菲律賓簾蛤是否於4~6月釋卵仍尚待釐清。本研究建議可利用生殖腺切片方法釐清4~6月是否為菲律賓簾蛤繁殖期，以制定合理之採捕期規範。菲律賓簾蛤採捕管理辦法已於此次期末報告提出。
	5.摘要建議三有關蘭湖、擎天及瓊林水庫等水庫水質改善計畫建議主辦單位應為金門縣自來水廠。	感謝課長提醒，本研究謹遵辦理。
楊主任 東霖	1.慈湖藻類以人工移除方式成效似乎不佳，建議應改由水體交換方式較合適。	感謝主任建議。
	2.今年巡查尚未發現水母大規模出現。	感謝主任協助相關作業。
	3.慈湖開道預計於7~11月改善完成，已要求施工單位預先埋設管線，維持水體連通；目前水位下降由6到4池位置。	感謝主任提供之寶貴資訊。
	4.慈湖沙洲是否阻礙水體流動？有改善機制？	本研究認為慈湖中央沙洲確實影響水體流動，然而目前調查資料尚無法預期改變沙洲對慈湖水文之影響，故若欲由此面向改善水體流動，則建議應先請水利、水文專家評估其可能性。
許主任 忠信	布袋蓮應維持多大面積方能改善陵水湖水質？	本研究建議當布袋蓮覆蓋度達10%時即應予以捕撈處理，以避免危及魚類族群。陵水湖各池因增設閘門，水體流動力下降，使第2、3池之水質劣化，其中又以水域面積較小之第2池較為嚴重。而現今布袋蓮亦多分布於此處，故本研究建議可保留第2池之布袋蓮，並將其覆蓋面積控制於10%。
陳課長	縣府之前有建議以清淤方式增加沙洲面	感謝課長建議。

玉成	積以取代鷓鴣林。	
	慈湖東側養殖污水排入影響慈湖水質。	感謝課長提供之寶貴資訊。
	蘭湖水質變化來源為何？	本研究 2016 年調查期間，曾於大雨後發現土黃色水體由南側入水口流入，且其磷酸鹽與硝酸鹽濃度極高。蘭湖水庫南側緊鄰旱田與菜園，故推測營養鹽來源主要為農業污水。
蔡課長 立安	為瞭解不同年度水體差異原因，應將閘門操作方式納入報告。	感謝課長建議，本研究預期於成果報告呈現相關成果。
蘇副處長 承基	慈湖東側養殖污水已多次現勘，建議以科學數據瞭解改善情形。	感謝課長建議，本研究謹遵辦理。
謝處長 偉松	1.有關慈湖水流及水深測量是否受潮汐影響？須註明調查時間。	感謝處長提醒，根據本研究過去觀察，潮汐雖影響慈湖內部水流，但於水深之影響甚微，僅於防潮閘門開啟大量進水方明顯升高。本研究已於該圖註明調查期間水位高程。
	2.陵水湖部分應優先以水位控制水生植物，再考量草魚方式，惟摘要主要建議一調控陵水湖水位要如何執行？目前水位受降水控制，無法以人力調控。	目前陵水湖各池水位由手動式水門控制，水體於水位過高時方以溢流方式流出。根據本研究過去觀察，在設置此閘門後陵水湖各池水位已明顯提高。尤其在 2017 年降雨極少之情況(近 10 年內最低)，仍可維持一定水位控制水生植物擴張。
	3.應將慈湖閘門操作改善措施納入報告。	感謝處長建議，本研究謹遵辦理。
	4.慈湖菲律賓簾蛤明智利用應有科學資料支持，並有相關時程表，如公告草案、說明會及相關配套措施，如勸導及嚴格執行期；應與慈湖周邊魚塭業者商談，以達到永續利用。	感謝處長建議，本研究謹遵辦理。

附錄 16 107 年度期末審查委員意見與說明

委員	審查意見	回覆與辦理情形
莊委員 西進	1.本研究歷經 3 年的調查監測，已建立慈湖、陵水湖等重要湖庫的水文、物化環境及生物群集等詳盡的基礎資料，同時也就生態系尺度的整合分析建立完整之論述。為維護慈湖、陵水湖的濕地生態，可否評估後續每隔多少年為週期再重啟調查監測，俾能提供金管處掌握濕地演替及時因應保育對策。	1.感謝委員肯定，本研究認為每隔 3~5 年為較佳之生態調查監測頻度。
	2.報告書第 64~67 頁，圖 3-13~3-20 等圖之標題宜改以…蘭湖、瓊林水庫、擎天水庫…或以…蘭湖、瓊林及擎天水庫…文字敘述請再斟酌。	2.謝謝委員指正，已於成果報告中修正。
	3.報告書第 136 頁指述…馴化種記錄鴻雁一種…是否誤植？鴻雁屬於金門的過境鳥。	3.本研究已確認該筆紀錄之鴻雁為人為圈養之個體，並於成果報告中移除。
	4.報告書第 138~140 頁已列慈湖和陵水湖的鳥類調查區段圖，未列出蘭湖、瓊林水庫及擎天水庫等鳥類調查區段圖，為便於後續重啟調查監測的比較，建請增列。	4.遵照辦理。
	5.報告書第 142 頁指述人為活動情形宜以當地全年農作摘述。高粱耕作期為 4~11 月，兩季耕作，夏作 4~7 月，秋作 8~11 月；小麥耕作期則為 12 月至翌年 5 月。	5.感謝委員提醒，本研究已將上述資訊補充於成果報告。
	6.報告書第 149~151 頁食物網的能量傳輸效率指述慈湖平均 2.16%，陵水湖更低到平均僅有 0.58%，實際計量評估與理論數值會有距離。陵水湖食物網的能	6.本研究認為造成陵水湖食物網傳輸效率低之主因為雁鴨科等雜食性鳥類缺乏掠食者，而非陵水湖食物網之不穩定。針對陵水湖食物網而言，應以維持肉食

	<p>量傳輸效率僅為 0.58%，顯然生態系統極不穩定，群集演替的變遷很大，可否據此提出陵水湖生態保育的方向與策略之建議，裨益國家公園後續經營管理之參考。</p>	<p>性鳥類之食物資源(魚類)為首要目標，以維護陵水湖生物多樣性。</p>
	<p>7.就報告書第 150 頁所述而論，水獺與肉食性鳥類應為湖區最高級消費者，亦為食物網中重要之關鍵物種，族群數量的變動對湖區整體食物網結構之影響至關重大，本研究是否有水獺的生物量調查或估算？</p>	<p>7.本研究水獺資料係參考李玲玲教授等人之相關研究。</p>
	<p>8.報告書第 155 頁，慈湖食物網示意圖中的各食物鏈的傳輸線顏色淺而不明，宜用深色線條以便觀覽。</p>	<p>8.感謝委員提醒，遵照辦理。</p>
	<p>9.報告書第 172 頁，目前在慈湖撈捕菲律賓簾蛤並非只是當地村民，也有不少來自其他村里；報告書第 173 頁，若以最小殼長魚簍供作篩選撈捕大小，可能也難以控制。據此，對前來撈捕的居民施以保育教育，讓他們深切體認菲律賓簾蛤之生態與其撈捕的利害關係，可望更有助益慈湖經濟生物資源之永續。</p>	<p>9.感謝委員提供之寶貴資訊與建議。</p>
	<p>10.慈湖湖區因鹽分變化，唐水蛇和 3 種陸龜大多利用水道移棲於南測岸邊的池塘活動。</p>	<p>10.感謝委員提供之寶貴資訊。</p>
	<p>11.報告書第 163~177 頁，結論中所提慈湖、陵水湖之水質劣化等的部分論述可再轉化為第二節的建議，亦可增列外來種植物及陵水湖外來種魚類移除，包括種類和移除方法，裨益供作保育對策及經營管理之參考。</p>	<p>11.在外來種移除方面，本研究認為陵水湖吳郭魚為水鳥之穩定食源，故以功能性而言，移除外來種可能不利於水鳥覓食。尤其在陵水湖水位變化劇烈與優養化之狀態下，非外來種(耐污魚類)之魚類極不易生存。因此，本研究建議維持現況應為較佳之管理策略。</p>

	<p>1.有關各湖庫之水溫檢測結果：慈湖介於 11.3~37.8°C 之間，陵水湖介於 14.3~36.0°C 之間，蘭湖水溫介於 14.9~32.3°C 之間，瓊林水庫介於 11.9~34.7°C 之間、擎天水庫介於 13.4~31.8°C 之間，請問 5 個湖庫都位在全門，竟有如此現象，請說明原因。</p>	<p>1.由於慈湖、陵水湖水質調查時間較長(現地調查 3 年)，故水溫範圍亦相對大於蘭湖水庫、瓊林水庫及擎天水庫(現地調查 1 年)。</p>
	<p>2.蘭湖、瓊林、擎天水庫僅有在 2016 年檢測 3~12 月，而表附錄 1-11，將金門地區降雨資料 2017 年 12 月降雨日數寫 100，而降雨量 0.0，是否筆誤？</p>	<p>2.感謝委員提醒，本計畫已於成果報告中修正。</p>
<p>邱委員 天火</p>	<p>3.陵水湖在水生動物定量調查，在 4 季調查僅於 L7 觀測站(第 1 池)記錄攀鱸 1 隻與 2013 年邱郁文所做調查捕獲 5 隻攀鱸，明顯有差異，請問受託單位，其原因如何請解釋。</p>	<p>3.本研究認為陵水湖攀鱸之現存量極少，被發現率極低，為造成此差異之主因。建議欲掌握攀鱸數量應另案調查，且須具備極高之努力量；另一方面，應避免使用蛇籠(蜈蚣網)採集以造成保育類金龜之傷亡。</p>
	<p>4.慈湖基礎生產者調查僅描述陸域植物演替分析，尚缺水域植物演替分析、水生植物生產量、水生植物分解量。請受託單位說明其原因。</p>	<p>4.本研究陵水湖係以水、陸域植物為一整體執行演替分析；慈湖水域內則無水生植物。水生植物生產量、分解量為本研究額外加入之調查項目，相關結果均已列於第 3 章第 3 節。</p>
	<p>5.陵水湖蝦蟹類調查、水棲昆蟲、浮游動物之調查時間，為何是 2017 年 3 月而非 2 月，是否為誤植或是什麼因素造成？(2 月冬、5 月春、8 月夏、11 月秋)</p>	<p>5.陵水湖 2017 年 2 月之野外調查因當次氣候狀況不佳而延至 2017 年 3 月。</p>
	<p>6.本案有諸多專有名詞，一般讀者不易瞭解，是否請受託單位在成果報告補充說明，如生態系食物網模式、生態系統尺度研究、水文模式、鹽收支模式、生態系統代謝等。</p>	<p>6.感謝委員建議，本研究已於成果報告內文中補充專有名詞說明。</p>

<p>7.P148 凌水湖 2016 年春季水溫介於 17.52~21.76°C，夏季水溫介於 31.56~34.94°C，秋季水溫介於 31.26~36.66°C，冬季水溫介於 15.80~21.76°C，想請問受託單位，秋季水溫高於夏季是否有誤？</p>	<p>7.本研究檢測之水溫結果受當下之氣溫影響，且現今氣候秋季高溫之狀況亦頗為常見，故此乃正常調查結果。</p>
<p>8.本案其中慈湖菲律賓廉蛤採捕管理亦可算重點之一，受託單位再研究結果中推測 9~11 月為慈湖菲律賓廉蛤主要繁殖期，4~6 月則為潛在繁殖期；以 Ecosim 模擬不同採捕強度對於慈湖經濟性貝類之生物量影響已得到結果，將經濟性貝類之採捕量限制於 1,509 kg WW yr⁻¹(現今 50%採捕量)為最佳方案，請問 1,509 kg WW yr⁻¹ 轉換為一般百姓聽得懂的話，要如何說明？</p>	<p>8.本研究認為可以「1 年採集重量需低於 1,509 公斤」說明。</p>
<p>9.本案結論建議將水獺與肉食性鳥類(鷺科為主)作為未來保育標的及監測之主要對象。因對其獵物之影響力甚強，且為影響食物網結構之關鍵物種。目前金門國家公園對於水獺是有在做長期監測，但對鷺科鳥類則無相關監測，請具體說明監測的內容及方法？以利金門國家公園同仁有所遵循。</p>	<p>9.本研究建議鷺科鳥類之監測方法、頻率、地點可依本報告中第 2 章第 2 節第 5 點執行即可。</p>
<p>10.報告書第 8 頁，鳥類至迄今金門地區已被列入紀錄的鳥種約有 346 種，依據中華鳥會記錄，請更正為 387 種。</p>	<p>10.感謝委員提醒，已於報告書中更正。</p>
<p>11.本案為委託研究案，請依研究報告格式撰寫，如表 2-1 各樣點座標位置、表 2-4、表下方應註明資料來源，表 4-1 採捕計畫時程、表 4-2 處理鋪地黍之可行方式及其優缺點，第 170 頁盧道傑等</p>	<p>11.已於報告書中更正。</p>

	人，傑要更正為杰。	
金管處 綜合意見	1.本案的研究成果有助本處對於慈湖等濕地的經營管理，如慈湖水閘門的控制，生物監測模式建立以及漁網、藻類的清除等；未來亦將持續辦理，以維護濕地生態。	1.感謝貴處對本研究之肯定。
	2.依 106 年報核之慈湖重要濕地(國家級)保育利用計畫，特別景觀區，尚有第 2 類一般管制區，請修正報告第 169 頁倒數第 2 行文字。	2.已於成果報告書中修正。
	3.台江國家公園於今(107)年 6 月辦理第 1 次通盤檢討，其保護利用管制原則之條文及文字內容均有修改，建議修正附錄 17 第 365 頁引用之文字。	3.感謝貴處提醒，已於成果報告書中修正。
	4.此外因慈湖濕地尚有第 2 類一般管制區及特別景觀區，本計畫保護利用管制原則如何修正納入。或依本處第 3 次通盤檢討廠商撰擬文字「本計畫依濕地保育法、文化資產保存法訂定計畫，依其計畫辦理之」，建議相關文字另案研議。	4.本研究亦認為保護利用管制原則之訂定應另案研議。
	5.有關明智利用之採捕計畫是否在納入本處通盤檢討前，先依受託單位建議草案，先辦理小規模之實驗計畫，模擬執行之課題，並進行監測，再辦理公告、教育宣導等工作。	5.本研究亦認為實施試辦計畫有助於整體採捕規範之執行。
	6.建議報告書第 144~146、121~132 頁等分析圖例提升解析度。	6.已於成果報告書中修正圖片解析度。
	7.報告書中所提菲律賓簾蛤採捕強度控制在 50%，其具體管控方式為何？	7.本研究目標旨於以科學基礎提出經營策略。於管理面上應由貴處研議後再執行較佳。
	8.有關陵水湖建議事項，第 1、3 池的水	8.本研究認為第 1~3 池與第 4 池之狀態

	<p>體流動與第 4 池水位控制，是否互相抵觸？</p>	<p>不一，而應有不同之管理方式。前者因藻類、營養累積而水質不佳，故應於雨季盡可能促進水體流動；後者水質較佳，但在低水位下水生植物將快速擴張，故應以維持水位高於 40 cm 為目標。</p>
	<p>9.有關陵水湖第 4 池水位的管控，有民眾反映會造成附近溝渠排水不順，影響農作物，未來依受託單位建議，檢討目前水位管控情形。</p>	<p>9.感謝貴處提供之寶貴資訊與肯定。</p>
	<p>10.農曆過年後季節交換時期，陵水湖會出現魚群大量暴斃，影響湖庫生態，其原因是否因湖庫含氧量降低？是否有因應對策？</p>	<p>10.本研究認為過年期間氣候寒冷，故魚群暴斃應與寒害相關。</p>
	<p>11.慈湖常淤積嚴重以及陵水湖第 4 池陸化嚴重，是否建議清淤？</p>	<p>11.本研究認為慈湖東側因水深較淺為水鳥重要棲地；陵水湖第 4 池在水位調節下亦有良好之水生植物控制成效，故近期尚無清淤之必要性。</p>
	<p>12.草魚放流對水生植物量的控制成效一般要 3~4 年才有成效，報告書中受託單位認為草魚控制水生植物效果不佳的原因？</p>	<p>12.本研究中草魚成效係以生態系統尺度面向模擬評估。除草魚本身之習性外，亦考慮其攝食量及水生植物之現存量、生產量。結果顯示，在目前水生植物之現存量下，草魚生物量需達現況之 32~53 倍方能減少 14~26% 之水生植物生物量。</p>
	<p>13.慈湖養豬場附近及周遭非法網具，應列入本處保育巡查重點。</p>	<p>13.本研究亦認為非法網具若危及當地生態資源(水獺、水鳥等)應予以移除。</p>

附錄 17 慈湖菲律賓簾蛤族群監測項目及方法

一、菲律賓簾蛤與經濟性貝類豐度與生物量監測

於菲律賓簾蛤採捕計畫施行期間，每月於慈湖 C1~C3 測站調查菲律賓簾蛤 (*Ruditapes philippinarum*) 族群量。採集方法乃於各測站隨意選取 3 個 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 之採樣方格，挖取表層 20 cm 之底質過篩後，採集菲律賓簾蛤及其他經濟性貝類(歪簾蛤、文蛤、臺灣環簾蛤、西施舌、牡蠣等)，依物種分別記錄數量及總重。各螺貝類豐度與生物量由每個測站所採集之個體數及總重除以其所涵蓋面積來求得，單位為 ind. m^{-2} 及 g WW m^{-2} 。

二、菲律賓簾蛤年齡組成

將上述調查採得之菲律賓簾蛤以最小精確值 0.001 g 之電子天平逐一秤量，並依本研究調查結果區分其年齡，以瞭解菲律賓簾蛤族群之年齡組成。

三、環境因子監測

每月調查期間同時監測現地環境狀況，包含水溫、溶氧、酸鹼值、鹽度等共計 4 項水質項目。此外，亦每月檢測表層底質 10 cm 之氧化還原電位，檢測期間以底泥採集器 (core 管) 採集表層底質，將其由表層以下分為 0 cm、2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、10 cm 等 6 層後，依序檢測其氧化還原電位，最終將所得數值求取平均即為表層 10 cm 底質之氧化還原電位。

四、菲律賓簾蛤生殖腺切片

在 2018 年 4~6 月及 9~11 月執行為期 1 年之菲律賓簾蛤生殖腺切片調查。調查期間由上述調查採集之簾蛤個體中，選取較易觀察到卵細胞之雌貝 20 隻(若樣本量不足應另行增加採集量)，將樣本之軟體部取出，切取卵巢標本中央部位 ($10 \times 10 \times 3 \text{ mm}$)，經 70~100% 酒精逐步脫水後，再以二甲苯(Xylene)脫酒精，接著利用石蠟(Paraffin)浸潤包埋，爾後進行切片，厚度 4~5 μm ，並進行 H&E 染色，最後封片。切片於顯微鏡下觀察

拍照，以判斷生殖腺發育情形。詳細步驟與判斷依據如表附錄 17-1~17-2。

五、菲律賓簾蛤與經濟性貝類之總採捕量估算

整合漁民登記之採捕資訊，計算每年菲律賓簾蛤與經濟性貝類之漁業採捕量，再以此值帶入本研究建構之 Ecopath 食物網模式，在此基礎上利用 Ecosim 模擬以估算更適於現況之總採捕限制量。

表附錄 17-1 生殖腺切片製作流程

a.脫水(dehydration)：此過程為連續性，不可中斷			
	70%酒精	1次	1小時
	80%酒精	1次	1小時
	90%酒精	1次	1小時
	100%酒精	2次	1小時
b.清洗(clearing)：完全脫水之組織再使用二甲苯作為洗劑，取代組織中與石蠟不能互溶之酒精。			
	二甲苯	2次	1小時
c.浸透閤(infiltration)：經淨化後之組織再放入融熔石蠟中加以浸潤。			
	60°C石蠟	2次	1小時
d.包埋(embedding)：將處理過之組織包埋於模型中，灌入 60°C 石蠟，利用冰塊迅速使蠟塊凝固。			
e.切片(sectioning)：利用切片機將蠟塊切成 5-10 μm 之薄片，漂於 50°C 溫水浴槽中展蠟，以載玻片撈起，置於 37-40°C 烘箱中隔夜烘乾。			
f.染色(staining)：烘乾之組織切以蘇木精與伊紅作對比染色，步驟如下：			
	二甲苯	2次	2分鐘
	100%酒精	2次	2分鐘
	95%酒精	1次	1分鐘
	80%酒精	1次	1分鐘
	70%酒精	1次	1分鐘
	清水	1次	1分鐘
	蘇木精	1次	1分鐘
	清水	1次	5分鐘
	0.5%氫水	1次	10秒鐘
	清水	1次	5分鐘
	伊紅	1次	30秒鐘
	清水	1次	5分鐘
g.脫水(dehydration)步驟如下：			

	70%酒精	2次	1分鐘
	80%酒精	1次	1分鐘
	90%酒精	1次	1分鐘
	100%酒精	1次	1分鐘
	二甲苯	2次	2分鐘
h.封片(mounting)：以加拿大膠封片。			

資料來源：齊秋貞與楊明月(1988)

表附錄 17-2 生殖腺之發育及分期判別標準如下：

生殖腺發育	判別依據：生殖腺覆蓋內臟囊表面之程度
0期	可清楚看到消化腺，而生殖腺難以辨識
I期	生殖腺呈斑點狀或乳白色混濁地分布
II期	內臟囊表面大部分被覆蓋，且兩側中部之生殖腺呈樹枝狀分布
III期	內臟囊表面全被覆蓋，豐滿、呈豆狀鼓起；卵子已成熟，具受精能力
生殖腺分期	判別依據：組織切片中濾泡和卵母細胞的發育程度
增殖期	濾泡呈帶狀或葉毛狀，濾泡腔顯著，濾泡上皮分化出卵原細胞；卵原細胞初呈粗點狀附於濾泡壁上，隨後增多且胞體增大
生長期	卵母細胞體逐漸增大，向濾泡腔內突出，多數為梨形或不規則形，濾泡上皮分化出少量卵原細胞
成熟期	濾泡中堆積大小不等的卵母細胞，且卵母細胞明顯增大，幾乎看不到卵原細胞
生殖期	起初所有濾泡都達到最飽滿程度，濾泡間留存極少結締組織；隨卵母細胞分批排出，濾泡腔漸空虛，濾泡鬆裂
生殖後期	濾泡壁破裂，幾無卵母細胞，或濾泡上皮組織又分化出極少量的卵原細胞

資料來源：齊秋貞與楊明月(1988)

附錄 18 採捕管理保護利用管制原則

台江國家公園採捕管理之依歸乃其「保護利用管制原則」之第 7 條第 7 項：「候鳥度冬期間（時間由管理處公告之），除公設解說亭、棧道、水防道路及指定許可範圍外，禁止人員、車輛或其他任何動力機械交通工具進入。十份黑面琵鷺生態保護區於非候鳥度冬期間，允許設籍七股區之漁民，以不違背本計畫所載管制使用規範下，進行既有漁業行為。既有漁業行為由管理處會同地方漁業主管機關認定之。」（內政部，2018）

本研究參考台江國家公園之規範，擬定「金門慈湖特別景觀區暨第二類一般管制區保護利用管制原則(草案)」如下：

公告禁捕期間(時間由管理處公告之)，禁止人員於慈湖從事採捕行為。其餘時間，允許設籍於本地或實際從事既有生產作業之漁民，以不違背本研究所載管制使用規範下，進行既有漁業行為。既有漁業行為由管理處會同地方漁業主管機關認定之。

附錄 19 太武池生態調查名錄

表附錄 19-1 太武山植物調查

中文名	分類	科中文名	生長型	學名
海金沙	蕨類植物	莎草蕨科	草質藤本	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.
扇葉鐵線蕨	蕨類植物	鐵線蕨科	草本	<i>Adiantum flabellulatum</i> L.
半邊羽裂鳳尾蕨	蕨類植物	鳳尾蕨科	草本	<i>Pteris semipinnata</i> L.
木麻黃	雙子葉植物	木麻黃科	喬木	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.
朴樹	雙子葉植物	榆科	喬木	<i>Celtis sinensis</i> Pers
榕樹	雙子葉植物	桑科	喬木	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.
薜荔	雙子葉植物	桑科	木質藤本	<i>Ficus pumila</i> L.
雀榕	雙子葉植物	桑科	喬木	<i>Ficus subpisocarpa</i> Gagnep.
柘樹	雙子葉植物	桑科	木質藤本	<i>Maclura cochinchinensis</i> (Lour.) Corner
小桑樹	雙子葉植物	桑科	喬木	<i>Morus australis</i> Poir.
鵝兒腸	雙子葉植物	石竹科	草本	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.
蓮子草	雙子葉植物	莧科	草本	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Brown
潺槁樹	雙子葉植物	樟科	喬木	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C. B. Rob.
橢圓葉木薑子	雙子葉植物	樟科	喬木	<i>Litsea rotundifolia</i> Hemsl. var. <i>oblongifolia</i> (Nees) Allen
威靈仙	雙子葉植物	毛茛科	草質藤本	<i>Clematis chinensis</i> Osbeck
獨行菜	雙子葉植物	十字花科	草本	<i>Lepidium virginicum</i> L.
南華南蛇藤	雙子葉植物	衛矛科	木質藤本	<i>Celastrus hindsii</i> Benth.
七里香	雙子葉植物	海桐科	喬木	<i>Pittosporum pentandrum</i> (Blanco) Merr.
石斑木	雙子葉植物	薔薇科	灌木	<i>Rhaphiolepis indica</i> (L.) Lindl. ex Ker var. <i>tashiroi</i> Hayata ex Matsum. Hayata
相思樹	雙子葉植物	豆科	喬木	<i>Acacia confusa</i> Merr.

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

中文名	分類	科中文名	生長型	學名
老荊藤	雙子葉植物	豆科	木質藤本	<i>Callerya reticulata</i> (Benth.) Schot
銀合歡	雙子葉植物	豆科	喬木	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit
酢漿草	雙子葉植物	酢漿草科	草本	<i>Oxalis corniculata</i> L.
紫花酢漿草	雙子葉植物	酢漿草科	草本	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.
土密樹	雙子葉植物	大戟科	喬木	<i>Bridelia tomentosa</i> Blume
月橘	雙子葉植物	芸香科	喬木	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.
雙面刺	雙子葉植物	芸香科	木質藤本	<i>Zanthoxylum nitidum</i> (Roxb.) DC.
羅氏鹽膚木	雙子葉植物	漆樹科	喬木	<i>Rhus chinensis</i> var. <i>roxburghiana</i> (DC.) Rehder
車桑子	雙子葉植物	無患子科	喬木	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.
雀梅藤	雙子葉植物	鼠李科	灌木	<i>Sageretia theezans</i> (L.) Brongn. var. <i>theezans</i>
小葉赤楠	雙子葉植物	桃金娘科	喬木	<i>Syzygium buxifolium</i> Hook. Arn.
鵝掌柴	雙子葉植物	五加科	喬木	<i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Harms
雷公根	雙子葉植物	繖形科	草本	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban
珠砂根	雙子葉植物	紫金牛科	灌木	<i>Ardisia crenata</i> Sims
絡石	雙子葉植物	夾竹桃科	木質藤本	<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lemaire
山黃梔	雙子葉植物	茜草科	喬木	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis
雞屎藤	雙子葉植物	茜草科	草質藤本	<i>Paederia foetida</i> L.
槭葉牽牛	雙子葉植物	旋花科	草質藤本	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet
細纍子草	雙子葉植物	紫草科	草本	<i>Bothriospermum zeylanicum</i> (J. Jacq.) Druce
馬櫻丹	雙子葉植物	馬鞭草科	灌木	<i>Lantana camara</i> L.
印度黃芩	雙子葉植物	唇形科	草本	<i>Scutellaria indica</i> L.
龍葵	雙子葉植物	茄科	草本	<i>Solanum nigrum</i> L.
掃帚菊	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Aster subulatus</i> Michaux
加拿大蓬	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq

中文名	分類	科中文名	生長型	學名
野茼蒿	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker
昭和草	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore
鱧腸	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.
鼠麴草	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L. subsp. <i>affine</i> (D. Don) Koster
匙葉鼠麴草	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Gnaphalium pensylvanicum</i> Willd.
貓腥草	雙子葉植物	菊科	草本	<i>Praxelis clematidea</i> (Griseb.) R. M. King H. Rob.
天門冬	單子葉植物	百合科	草本	<i>Asparagus cochinchinensis</i> (Lour.) Merr.
桔梗蘭	單子葉植物	百合科	草本	<i>Dianella ensifolia</i> (L.) DC.
細葉麥門冬	單子葉植物	百合科	草本	<i>Liriope minor</i> (Ohwi) S.S.Ying var. <i>angustissima</i> (Ohwi) Ying
菝葜	單子葉植物	菝葜科	木質藤本	<i>Smilax china</i> L.
錢蒲	單子葉植物	燈心草科	草本	<i>Juncus leschenaultii</i> J. Gay ex Laharpe
小畦畔飄拂草	單子葉植物	莎草科	草本	<i>Fimbristylis aestivalis</i> (Retz.) Vahl var. <i>aestivalis</i> (Retz.) Vahl
細柄草	單子葉植物	禾本科	草本	<i>Capillipedium parviflorum</i> (R. Br.) Stapf
狗牙根	單子葉植物	禾本科	草本	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
籐柎	雙子葉植物	大風子科	草本	<i>Scolopia chinensis</i> (Lour.) Clos
三裂葉蛇葡萄	雙子葉植物	葡萄科	草本	<i>Ampelopsis delavayana</i> (Franch.) Planch
短柱肖菝葜	單子葉植物	百合科	草本	<i>Heterosmilax yunnanensis</i>

資料來源：本研究

表附錄 19-2 2018 年 4~10 月太武山動物調查結果

科中文名	中文名	學名	累計數量(隻次)
兩棲類			
狹口蛙科	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	1
哺乳類			
鼠科	小黃腹鼠	<i>Rattus losea</i>	12
松鼠科	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	28
尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>	6
魚類			
麗魚科	尼羅口孵非鯽	<i>Oreochromis niloticus</i>	126
花鱗科	食蚊魚	<i>Gambusia affinis</i>	106
鯉科	疑似鯉魚	Cyprinidae sp.	1
鳥類			
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	1
鷹科	松雀鷹	<i>Accipiter virgatus</i>	1
鷹科	鵟	<i>Buteo buteo</i>	2
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	15
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	9
鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	51
杜鵑科	噪鵑	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	3
杜鵑科	褐翅鴉鵂	<i>Centropus sinensis</i>	7
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	1
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	1
綠鵑科	綠畫眉	<i>Erpornis zantholeuca</i>	2
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	1
鴉科	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	1
鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	6
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	5
鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	21
樹鶇科	小鶇	<i>Cettia fortipes</i>	7
柳鶇科	極北柳鶇	<i>Phylloscopus borealis</i>	1
扇尾鶇科	灰頭鷓鶇	<i>Prinia flaviventris</i>	5
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	15
噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	15
鶇科	白斑紫嘯鶇	<i>Myophonus caeruleus</i>	72
鶇科	白眉鶇	<i>Turdus obscurus</i>	2
八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	6
雉科	藍孔雀	<i>Pavo cristatus</i>	3

資料來源：本研究

註：本研究太武池之鳥類、兩棲類、爬蟲類、哺乳類係以穿越線與紅外線自動相機方法調查；魚類則以手拋網法及手抄網法調查。

附錄 20 慈湖、陵水湖稀有動物基礎資料

動物界	脊索動物門	爬蟲綱	有鱗目	水蛇科
唐水蛇	<i>Myrrophis chinensis</i>	別名：泥蛇、中國水蛇		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物Ⅱ級				
				
(圖片來源：路殺社)				
型態特徵	屬中小型蛇類，最大全長 80 公分；體粗短，身體呈橄欖棕色，腹側各有 1 條棕紅色縱帶，鼻孔位於吻部頂端，眼小偏頭部上方，體鱗 23 列。			
生態習性	棲息地以闊葉林、墾地、溪流、湖沼、水塘、水田、溝渠為主；多於黃昏及夜間活動，善於潛水，主要以魚類及兩棲類為食；有弱毒性，受驚嚇時會發出惡臭；胎生，每年約 5~6 月間胚胎於雌蛇腹內形成，同年 7~8 月間產下仔蛇，每窩約產 3~21 條。			
全球分布	中國中南部地區及越南北部。			
臺灣分布	臺灣全島及金門 500 公尺以下低海拔地區。			
本研究發現地點	慈湖 C8 測站，5 隻次。			
資料來源	路殺社、臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			

動物界	脊索動物門	爬蟲綱	龜鱉目	地龜科
金龜	<i>Mauremys reevesii</i>	別名：革龜、臭青龜、烏龜、大頭龜、草龜		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物 I 級、IUCN 紅皮書 EN (瀕危)				
				
(圖片來源：臺灣生命大百科)				
型態特徵	<p>頭部背側呈古銅色，頭部兩側有數條斷續金黃色彎曲條紋，頭背側後方兩側有細鱗，眼後下方有一金黃色環紋；背甲呈棕褐色，中央及兩側盾板有 3 條明顯稜脊；個體間顏色、花紋的變異相當大；有些成體會有黑化現象，頭、頸上的金黃色花紋會不明顯或完全消失，尤其是雄龜更為明顯，幾乎變成深黑色。在臺灣產烏龜中，屬體型較小之種類，背甲長通常不超過 19 公分，且雌龜體型較大、雄龜體型較小。雄龜在生殖季會有刺鼻的腥臭味，故有「臭青龜」之俗稱。</p>			
生態習性	<p>棲息地以低海拔闊葉林、混生林、溪流、湖沼、池塘為主。雜食性，以水生植物莖葉、果實、種子、昆蟲、蚯蚓、蛙類、螺貝類及小型魚類等為食。每年可產卵 3~4 窩，每窩卵數 3~9 個。</p>			
全球分布	<p>常見於中國北部至南部各省、韓國、日本本島及附近島嶼。</p>			
臺灣分布	<p>台灣本島近年已極少記錄，故現況不詳；金門之數量尚多。</p>			
本研究發現地點	<p>慈湖 C5 測站，5 隻次；陵水湖第 1、2、3 池，共 12 隻次。</p>			
資料來源	<p>臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。</p>			

動物界	脊索動物門	爬蟲綱	龜鱉目	鱉科
中華鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>	別名：圓魚、甲魚、鱉		
保育等級：IUCN 紅皮書 VU (易危)				
				
(圖片來源：臺灣物種名錄，王緒昂攝影)				
型態特徵	吻較長，全身呈灰白色或灰褐色；幼年期背甲常帶有斑點，長大後逐漸消失；背甲長可達 33 公分，背甲及腹甲柔軟且扁平，和一般淡水龜不同，故其英文名為「Chinese softshell turtle」。			
生態習性	水棲性極強，主要棲息於泥底且水流較緩的淡水域，包括墾地、溪流、湖沼等處；曬太陽的頻度較其他淡水龜種類低，較不易於岸邊發現牠們的蹤跡。主為肉食性，以小型魚類、甲殼類、螺貝類及水棲昆蟲為食。卵生，卵呈圓形，產卵季為每年 5~8 月，每窩產卵數為 7~40 個，但野生個體產卵數較少，約 7~15 個。			
全球分布	原生於西伯利亞南部、中國大陸（包括海南島）、朝鮮半島、日本、越南北部；目前已引入美國夏威夷群島及東南亞的泰國、馬來西亞等地及少數部太平洋島嶼，成為入侵外來種。因分布範圍廣闊，且存在極大變異，目前亦有學者建議可分成幾個不同種，但仍無明確可靠的辨別特徵。			
臺灣分布	分布於全島及金門低海拔地區，因被認為有食補效果，野生鱉已被過度捕捉而不常見，但在部分經封溪保護的溪流，數量有恢復的趨勢。其人工養殖的歷史極久，從日治時代即有相當規模，現今臺灣南部及宜蘭地區仍有許多養殖場，每年飼養大量中華鱉供應食用市場，甚至可以外銷到其他國家。			
本研究發現地點	陵水湖第 2 池、第 4 池，共 4 隻次。			

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

資料來源	臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			
動物界	脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	攀鱸科
攀鱸	<i>Anabas testudineus</i>	別名：攀木魚、過山鯽		
保育等級：無				
				
(圖片來源：FishBase)				
型態特徵	體型成卵圓形，頗側扁。口位為端位。鱗片型態為較大型的櫛鱗。側線鱗 28~30。			
生態習性	本種早期分布於臺灣的平原區，可能因為污染嚴重，目前已經滅絕。在大陸的閩江流域以南到海南島一帶都廣泛的分布。喜生活於溪流、池塘底層的暖水性魚種，多棲息在流速緩慢、淤泥多的水體中。當環境不利時，會以鰓蓋、尾鰭、臀鰭爬越堤岸、坡地、樹枝或草叢，移居到適合的水域中。攝食浮游動物、小魚、小蝦、昆蟲及其幼蟲。			
全球分布	原生分佈於東亞與東南亞，包含中國大陸閩江以南至海南島各地。			
臺灣分布	早期臺灣的標本館中有兩筆標本紀錄，但並未記錄採集地點，推測可能非原生種，或因平原區污染而早已滅絕；近年於金門有發現紀錄。			
本研究發現地點	陵水湖第 1 池，1 隻次。			
資料來源	FishBase、邱郁文等(2015)、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			

動物界	脊索動物門	鳥綱	隼形目	隼科
遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	別名：隼、花梨隼		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物 I 級				
				
(圖片來源：臺灣物種名錄，游本懋攝影)				
型態特徵	<p>頭背面為灰黑色，眼暗褐色，眼圈黃色，蠟膜黃色，眼下有一道寬黑髯斑，耳頰有一塊白斑；背覆羽為暗藍灰色，腹面白色，胸部中央為黑色細斑，胸側、腹部及脛羽密布黑色細橫紋；尾灰色，有多道不甚明顯的深色窄橫帶，僅末端帶較寬而明顯。體長 39~51cm，雌鳥體型明顯大於雄鳥，腹面的橫紋較粗密。幼鳥背面黑褐色，腹面淡黃褐色，胸部密布黑褐色縱紋。喙藍灰色。裸腳，腳黃色，中趾特長。爪黑色。</p>			
生態習性	<p>小型猛禽，棲地型態很廣，只要在鳥類豐富且有制高點的曠野即可；多懸崖的海岸是最適當的棲地，但在平原與濕地也可見，常利用高壓電塔作為停棲點，也會利用高大橋塔及高樓大廈，近年在大都市內度冬的紀錄日增。主要食物為鼠類、小鳥、昆蟲，在都會區則多以家鴿為主食。以懸崖的洞穴或凹陷處為巢，也會利用別種鳥的舊巢。每窩產 3~4 枚卵。雌鳥負責孵卵及照顧幼雛，雄鳥負責供食。等到雛鳥較大時，親鳥才會一起外出獵食。</p>			
全球分布	廣布於全球各大洲，有留鳥之族群，亦有遷移族群。			
臺灣分布	臺灣主要為冬候鳥及過境鳥，冬季於臺灣本島及各離島皆可見。留鳥僅於東北角海岸有確認的繁殖紀錄；北海岸及蘇花公路一帶夏季偶見幼鳥，可能是當地繁殖個體。			
本研究發現地點	慈湖、陵水湖			

資料來源 臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。

動物界	脊索動物門	鳥綱	鵜形目	鵜科
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	別名：黑臉琵鷺		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物 I 級、IUCN 紅皮書 EN (瀕危)				
				
(圖片來源：臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台)				
型態特徵	全身白色，臉上裸露皮膚黑色，喙黑色有紋路，皺摺量會隨年齡增加。年輕個體的喙尖端可能帶有肉色。跗蹠和趾黑色。繁殖季頭後的羽毛形成羽冠，羽梢黃色，前胸帶有黃色；不繁殖的成鳥沒有黃色胸斑或羽冠。亞成鳥與成鳥相似，但喙平滑暗色帶有粉紅灰色，初級飛羽有黑色羽尖。			
生態習性	冬候鳥。常小群出現於海岸附近的沙洲及淺灘。多於黃昏及夜間覓食，白天休息停棲。覓食時，以扁平的匙狀喙於淺水中左右撈動。主要食物為魚類、昆蟲、兩生類。海拔分布於 0~50 公尺。			
全球分布	在韓國、中國的東部和東北部繁殖，在中國南部、台灣、香港、越南等地度冬。			
臺灣分布	臺灣集中出現於臺南曾文溪口、七股和四草一帶，每年到臺南地區過冬的個體數占整個族群的一半以上，也有少數個體多次出現在宜蘭的蘭陽溪口、塭底、竹安等濕地。各地面積較大的濕地中，包括臺北、桃園、新竹、苗栗、臺中、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東和東部的花蓮與臺東等地，都有單隻或小群出現的紀錄。			
本研究發現地點	慈湖、陵水湖			
資料來源	臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			

動物界	脊索動物門	鳥綱	鷹形目	鷹科
白肩鷲	<i>Aquila heliaca</i>	別名：無		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物 I 級、IUCN 紅皮書 VU (易危)				
				
(圖片來源：金門縣政府網站)				
型態特徵	體長 68~84cm。成鳥全身暗褐色。頭頂及後頸淡黃褐色。眼暗褐色或灰黃色，蠟膜及喙基黃色。肩羽雜有白斑。尾灰色，具不明顯的細橫紋，末端有寬黑帶。尾下覆羽米黃色。毛足，趾黃色。			
生態習性	棲息於有疏林的開闊地區，通常為接近濕地的平原及淺山地帶，也包括草原、半沙漠及農耕地。嘴爪彎曲銳利，主要食物為鼠類、小鳥、昆蟲；吃飽後會在枝頭或地面棲立休息甚久，並不好飛。非繁殖期並不鳴叫。			
全球分布	繁殖於歐亞大陸北方，以中亞至東南歐為主，東北亞也有稀疏分布。度冬範圍包括日本、韓國、中國東南部、中南半島北部、印度、阿拉伯半島、非洲東北部。			
臺灣分布	臺灣歷年的紀錄甚少，為稀有的冬候鳥。			
本研究發現地點	慈湖			
資料來源	金門縣政府網站、臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			

動物界	脊索動物門	哺乳綱	食肉目	貂科
水獺	<i>Lutra lutra chinensis</i>	別名：歐亞水獺、獺、油獺		
保育等級：法定珍貴稀有野生動物 I 級				
				
(圖片來源：臺灣生命大百科，黃淑芬繪)				
型態特徵	體長 65~82 公分，尾長 30~50 公分，體型修長，四肢較短。體背毛色為栗褐色，唇、喉及腹部為淡灰色。各趾間均有蹼膜以利於水中推進。			
生態習性	原分布於海拔 1500 公尺以下湖泊、溪流水域及附近，近年除金門外已少有紀錄。潛泳時前腳收於胸前，以後腿推進。有固定生活領域，會於水邊樹叢挖巢穴居住。夜行性，肉食性，會捕食魚、蛙、螃蟹、鼠類等。			
臺灣分布	水獺原分布於臺灣全島沿海至海拔 1,500 公尺以下之溪流附近，近年來西部地區已不見活動蹤跡，而東部少數溪流流域偶有傳出零星的發現，但均未證實。臺灣本島的族群極為稀有，極可能已然絕滅，目前僅金門地區有少數個體出現。			
本研究發現地點	未調查			
資料來源	國立臺灣博物館網站、臺灣生命大百科、臺灣物種名錄、臺灣國家公園生物多樣性資料庫與知識平台。			

參考書目

- Berkes, F. 1999. Sacred ecology: traditional ecological knowledge and management systems. Taylor & Francis, Philadelphia.
- Berkes, F., and C. Folke. 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience.
- Bettesworth, D. J., and G. R. V. Anderson. 1972. Diet of *Rattus norvegicus* on Whale Island, Bay of Plenty, New Zealand. *Tane* 18:189-195.
- Brandon, K. E., and M. Wells. 1992. Planning for people and parks: design dilemmas. *World development* 20:557-570.
- Brey, T. 2012. A multi-parameter artificial neural network model to estimate macrobenthic invertebrate productivity and production. *Limnology and Oceanography: Methods* 10:581–589.
- Cassani, J. R. and W. E. Caton. 1986. Growth comparisons of diploid and triploid grass carp under varying conditions. *The Progressive Fish-Culturist* 48:184-187.
- Christensen, V., C. Walters, and D. Pauly. 2005. *Ecopath with Ecosim: a user's guide*. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver.
- Clavero, M., J. Prenda, and M. Delibes. 2003. Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography* 30:761–769.
- Colléter, M., D. Gascuel, J.-M. Ecoutin, and L. Tito de Morais. 2012. Modelling trophic flows in ecosystems to assess the efficiency of marine protected area (MPA), a case study on the coast of Sénégal. *Ecological Modelling* 232:1–13.
- EPA. U. S., 1986. Ambient water quality criteria for dissolved oxygen (freshwater). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Feng, J., X. Tian, S. Dong, R. He, K. Zhang, D. Zhang, and Q. Zhang. 2017. Model-based analysis of the energy fluxes and trophic structure of a *Portunus trituberculatus* polyculture ecosystem. *Aquaculture Environment Interactions* 9:479–490.
- Fouzai, N., M. Coll, I. Palomera, A. Santojanni, E. Arneri, and V. Christensen. 2012. Fishing management scenarios to rebuild exploited resources and ecosystems of the Northern-Central Adriatic (Mediterranean Sea). *Journal of Marine Systems* 102:39–51.

- Gorden Jr., D. C., P. R. Boudreau, K. H. Mann, J. E. Ong, W. L. Silvert, S. V. Smith, G. Wattayakorn, F. Wulff, and T. Yanagi. 1996. LOICZ biogeochemical modeling guidelines. LOICZ Reports & Studies NO. 5. LOICZ. Texel, The Netherlands.
- Hafner, H. 2010. Jellyfish blooms: causes, consequences and recent advances. Springer, USA.
- Han, D., Y. Xue, C. Zhang, and Y. Ren. 2017. A mass balanced model of trophic structure and energy flows of a semi-closed marine ecosystem. *Acta Oceanologica Sinica* 36:60–69.
- Harberg, M. C. and T. Modde. 1985. Feeding behavior, food consumption, growth, and survival of hybrid grass carp in two south dakota ponds. *North American Journal of Fisheries Management* 5:457-464.
- Harna, G. 1993. Diet composition of the otter *Lutra lutra* in the Bieszczady Mountains, south-east Poland. *Acta Theriologica* 38:167–174.
- Harris, R., P. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal, and M. Huntley. 2000. ICES zooplankton methodology manual. Elsevier, Nederland.
- Heggberget, T. 1995. Food resources and feeding ecology of marine feeding otters (*Lutra lutra*). Pages 609–618 in H. Skjoldal, C. Hopkins, K. Erikstad, and H. Leinaas, editors. *Ecology of fjords and coastal waters*. Elsevier, Amsterdam.
- Heymans, J. J., and D. Baird. 2000. Network analysis of the northern Benguela ecosystem by means of NETWRK and ECOPATH. *Ecological Modelling* 131:97-119.
- Hurd, C. L., P. J. Harrison, K. Bischof, and C. S. Lobban. 2014. *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press, UK.
- Jakubas, D., and A. Mioduszewska. 2005. Diet composition and food consumption of the grey heron (*Ardea cinerea*) from breeding colonies in northern Poland. *European Journal of Wildlife Research* 51:191–198.
- Jędrzejewska, B., V. E. Sidorovich, M. M. Pikulik, and W. Jędrzejewski. 2001. Feeding habits of the otter and the American mink in Białowieża Primeval Forest (Poland) compared to other Eurasian populations. *Ecography* 24:165–180.
- Jenkins, D., and L. L. Medsker. 1964. Brucine method for the determination of nitrate in ocean, estuarine, and fresh waters. *Analytical Chemistry* 36:610–612.
- Jia, P., M. Hu, Z. Hu, Q. Liu, and Z. Wu. 2012. Modeling trophic structure and energy flows in a typical macrophyte dominated shallow lake using the mass balanced model. *Ecological Modelling* 233:26–30.

- Karmiris, I., S. Kazantzidis, and T. G. Papachristou. 2010. Variation in diet composition of wintering waterfowl among Greek wetlands. *Avocetta* 34:21–28.
- Koseff, J. R., J. K. Holen, S. G. Monismith, and J. E. Cloern. 1993. Coupled effects of vertical mixing and benthic grazing on phytoplankton populations in shallow, turbid estuaries. *Journal of Marine Research* 51:843–868.
- Kruuk, H., and J. W. H. Conroy. 1991. Mortality of otters (*Lutra lutra*) in Shetland. *Journal of Applied Ecology* 28:83–94.
- Lapointe, B. E., and J. O’Connell. 1989. Nutrient-enhanced growth of *Cladophora prolifera* in harrington sound, bermuda: eutrophication of a confined, phosphorus-limited marine ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 28:347–360.
- Li, C., Q. Wang, S. Ye, G. Huang, J. Liu, and Z. Li. 2018. Modeling trophic structure and energy flows in a shallow lake, Yangtze River Basin, China: a case analysis for culture-based fishery practices. *Aquaculture Environment Interactions* 10:213–226.
- Liang, X. M., and J. G. Fang. 1998. Gonad development of the short-necked clam in Jiaozhou Bay. *Marine Fisheries Research* 19:18–23.
- Lin, H. J., J. J. Hung, K. T. Shao, and F. Kuo. 2001. Trophic functioning and nutrient flux in a highly productive tropical lagoon. *Oecologia* 129:395–406.
- Lin, H. J., K. T. Shao, J. S. Hwang, W. T. Lo, I. J. Cheng, and L. H. Lee. 2004. A trophic model for Kuosheng Bay in northern Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology* 12:424–432.
- Lin, H. J., K. T. Shao, R. Q. Jan, H. L. Hsieh, C. P. Chen, L. Y. Hsieh, and Y. T. Hsiao. 2007. A trophic model for the Danshuei River Estuary, a hypoxic estuary in northern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 54:1789–1800.
- Lin, H. J., K. T. Shao, S. R. Kuo, H. L. Hsieh, S. L. Wong, I. M. Chen, W. T. Lo, and J. J. Hung. 1999. A trophic model of a sandy barrier lagoon at Chiku in southwestern Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 48:575–588.
- Lin, H. J., X. X. Dai, K. T. Shao, H. M. Su, W. T. Lo, H. L. Hsieh, L. S. Fang, and J. J. Hung. 2006. Trophic structure and functioning in a eutrophic and poorly flushed lagoon in southwestern Taiwan. *Marine Environmental Research* 62:61–82.
- Lind, O. T. 1974. *Handbook of common methods in limnology*. The C. V. Mosby company, Saint Louis.
- Liu, Q. G., Y. Chen, J. L. Li, and L. Q. Chen. 2007. The food web structure and ecosystem properties

of a filter-feeding carps dominated deep reservoir ecosystem. *Ecological Modelling* 203:279–289.

- Liu, Q. S., Z. Y. Feng, P. B. Gong, J. Qin, Z. X. Gao, X. L. Huang, D. D. Yao, and S. X. Yan. 2010. Effects of high-fiber food on food intake and digestibility in the lesser rice-field rat (*Rattus losea*). *ACTA Theriologica Sinica* 30:291-296.
- Liu, X. Q., H. Z. Wang, and X. M. Liang. 2006. Food web of macroinvertebrate community in a Yangtze shallow lake: trophic basis and pathways. *Hydrobiologia* 571:283–295.
- LOICZ. 1996. LOICZ data and information system plan. LOICZ Reports and Studies NO. 6, The Netherlands.
- Long, F. J., and M. B. Arnold. 1995. The power of environmental partnerships. Harcourt College Pub.
- Lucas, A., and P. G. Beninger. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44:187–200.
- Marshall, B. E. 1997. Lake Chivero after forty years: the impact of eutrophication. Pages 1–12 in N.Moyo, editor. *Lake Chivero: A Polluted Lake*. University of Zimbabwe Publications, Harare.
- Matozzo V., M. Monari, and J. Foschi. 2007. Effects of salinity on the clam *Chamelea gallina*. Part I: alterations in immune responses. *Marine Biology* 51:1051–1058.
- Mbile, P., M. Vabi, M. Meboka, D. Okon, J. Arrey-Mbo, F. Nkongho, and E. Ebong. 2005. Linking management and livelihood in environmental conservation: case of the Korup National Park Cameroon. *Journal of Environmental Management* 76:1-13.
- McNeely, J. A. 1994. Protected areas for the 21st century: working to provide benefits to society. *Biodiversity and Conservation* 3:390-405.
- McVea, C., and C. E. Boyd. 1975. Effects of water-hyacinth cover on water chemistry, phytoplankton, and fish in ponds. *Journal of Environmental Quality* 4: 375–378.
- Mitsch, W. J., and J. G. Gosselink. 1994. *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Morissette, L., K. Kaschner, and L. R. Gerber. 2010. “Whales eat fish”? Demystifying the myth in the Caribbean marine ecosystem. *Fish and Fisheries* 11:388–404.
- Munari, M., V. Matozzo, and M.G. Marin. 2011. Combined effects of temperature and salinity on functional responses of haemocytes and survival in air of the clam *Ruditapes philippinarum*. *Fish and Shellfish Immunology* 30:1024–1030.

- Navarro, J. M. 1988. The effects of salinity on the physiological ecology of *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 122:19–33.
- Nixon, S. W. 1995. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns, *Ophelia* 41:199–219.
- Odum, H. T. 1956. Primary production in flowing waters. *Limnology and Oceanography* 1:102–117.
- Odum, W. E., and E. J. Helad. 1975. The detritus based food web of an estuarine mangroves community. *Ecological Studies* 10:129–136.
- Opitz, S. 1996. Trophic interactions in Caribbean coral reefs. ICLARM Technical Report 43.
- Palmer R.E. 1980. Behavioral and rhythmic aspects of filtration in the bay scallop, *Argopecten Irradians Concentricus* (Say), and the oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 45:273–295.
- Parsons, T., M. Takahashi, and B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press, New York.
- Pérez-Santigosa, N., M. Florencio, J. Hidalgo-Vila, and C. Díaz-Paniagua. 2011. Does the exotic invader turtle, *Trachemys scripta elegans*, compete for food with coexisting native turtles? *Amphibia-Reptilia* 32:167-175.
- Phung, N. T. M., P. R. Brown, and L. K. P. Leung. 2011. The diet of the female ricefield rat, *Rattus argentiventer*, influences their breeding performance in a mixed rice cropping ecosystem in An Giang province, the Mekong Delta, Vietnam. *Wildlife Research* 38:610-616.
- Piroddi, C., G. Bearzi, J. Gonzalvo, and V. Christensen. 2011. From common to rare: the case of the Mediterranean common dolphin. *Biological Conservation* 144:2490–2498.
- Polovina, J. J. 1984. Model of a coral reef ecosystem. *Coral Reefs* 3:1–11.
- Purcell, J. E., V. Fuentes, D. Atienza, U. Tilves, D. Astorga, M. Kawahara, and G. C. Hays. 2010. Use of respiration rates of scyphozoan jellyfish to estimate their effects on the food web. *Hydrobiologia* 645:135-152.
- Qi, Q.Z. 1987. Life history of Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Journal of Fisheries of China* 11:111–118.
- Redfield, A. C. 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist* 46:205–251.

- Rommens, W., J. Maes, N. Dekeza, P. Inghelbrecht, T. Nihwatiwa, E. Holsters, F. Ollevier, B. Marshall, and L. Brendonck. 2003. The impact of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in a eutrophic subtropical impoundment (Lake Chivero, Zimbabwe). *Archiv Fur Hydrobiologie* 158: 373–388.
- Staehr, P. A., D. Bade, M. C. V. de Bogert, G. R. Koch, C. Williamson, P. Hanson, J. J. Cole, and T. Kratz. 2010. Lake metabolism and the diel oxygen technique: state of the science. *Limnology and Oceanography: Methods* 8:628–644.
- Sundaram, S., and V. D. Deshmukh. 2011. Fishery and biology of the octopus, *Cistopus indicus* (Orbigny, 1840) from Mumbai waters. *Journal of the Marine Biological Association of India* 53:145-148.
- Teichberg, M., S. E. Fox, Y. S. Olsen, I. Valiela, P. Martinetto, O. Iribarne, E. Y. Muto, M. A. V. Petti, T. N. Corbisier, M. Soto-Jiménez, F. Páez-Osuna, P. Castro, H. Freitas, A. Zitelli, M. Cardinaletti, and D. Tagliapietra. 2010. Eutrophication and macroalgal blooms in temperate and tropical coastal waters: nutrient enrichment experiments with *Ulva* spp.. *Global Change Biology* 16:2624–2637.
- Ulanowicz, R. E. 2012. *Growth and development: ecosystems phenomenology*. Springer Science & Business Media.
- Vasslides, J. M., H. Townsend, T. Belton, and O. P. Jensen. 2017. Modeling the effects of a power plant decommissioning on an estuarine food web. *Estuaries and Coasts* 40:604–616.
- Villamagna, A. M., and B. R. Murphy. 2010. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. *Freshwater Biology* 55:282–298.
- Wang, J., C. Niu, C. Huang, J. L. Rummer, and Z. Xie. 2011. Compensatory growth in juvenile freshwater turtles, *Chinemys reevesii*, following feed deprivation. *Journal of the World Aquaculture Society* 42:82-89.
- Wolff, M., V. Koch, and V. Isaac. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50:789–803.
- 丁鑑鋒、王銳、閔喜武、趙立強、楊鳳、王連順，2013。菲律賓蛤仔3種殼色群體低鹽耐受能力的比較研究。大連海洋大學學報 28(3):264-268。
- 王昭萍，1998，海水貝類養殖技術。青島海洋大學出版社。
- 王軍、王志松、董穎、周泓、劉忠穎、李大成，2003。鹽度對菲律賓蛤仔浮游幼體存活和生長的影響。水產科學 22(2):12-14。

- 王鴻濬，1998。自然保育行動的經濟效益。劉小如、黃勉善編，新世紀的自然保育行動綱領。厚生基金會、桂冠圖書公司。
- 王鑫、李玲玲、呂金誠，1994。金門地區自然資源基礎調查與保育方針之研究。內政部營建署國家公園組委託辦理報告。
- 付奇峰、林素彬、黎晨、肖華、王滿、林建平、方華、陳天富，2006。水庫消漲帶鋪地黍植被護坡技術研究。中國水土保持 2006:17-19。
- 包永波、尤仲傑，2004。幾種環境因子對海洋貝類幼蟲生長的影响。水產科學 23(12):39-41。
- 內政部，2018，台江國家公園第 1 次通盤檢討計畫書。內政部。
- 台灣檢驗科技股份有限公司高雄分公司，2013。金門縣潮間帶花蛤生態環境調查暨保育生物學研究。金門縣水產試驗所委託辦理報告。
- 行政院農業委員會水土保持局，2007。水土保持手冊。行政院農委會水保局。
- 吳桂漢、楊聖雲，2002。鹽度和晝夜節律對菲律賓蛤仔攝食率的影响。台灣海峽 1:72-77。
- 呂福原，2011。金門植物誌。金門國家公園管理處。
- 宋曉楠、馬峻峰、秦艷傑、常亮、王玉英、李霞、趙力強，2013。鹽度驟降對菲律賓蛤仔抗氧化酶活力及組織結構的影响。農學學報 3:50-56。
- 技佳工程顧問有限公司，2011。金門縣 99 年度水污染源稽查管制及河川巡守計畫。金門縣環境保護局委託辦理報告。
- 李明雲，1989。象山港黃墩支港菲律賓蛤仔的種群動態及其繁殖保護措施的探討。生態學報 9:297-303。
- 李玲玲、洪志銘、李芄、阮仲豪、黃意鈞、林宗以、徐昭龍、陳雪濤、何熙誠、周顥海、尤宣雅、白任暉、陳駿，2014。金門水獺分布變遷與族群生態研究(2/3)。金門國家公園管理處委託研究報告。
- 李雲凱、劉恩生、王輝、貢藝，2014。基於 Ecopath 模型的太湖生態系統結構與功能分析。應用生態學報 25(7):2033-2040。
- 杜建國、劉正華、餘興光、許章程、胡文佳、陳彬、馬志遠、林金蘭，2012。九龍江口魚類多樣性和營養級分析。熱帶海洋學報 31(6):76-82。
- 周時強、郭豐、吳荔生、李榮冠，2001。福建海島潮間帶底棲生物群落生態的研究。海洋學報 23(5):104-109。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

孟培傑，2002。金門地區水體水質基本資料之調查研究。金門國家公園管理處委託辦理報告。

林育安、林榮信、陳光堯、張伸彰，2003。台灣地區牧草種類與應用。國立宜蘭大學農業推廣委員會。

林筆水、吳天明、黃炳章，1983。溫度和鹽度對菲律賓蛤仔稚貝生長及發育的影響。水產學報 7:15-23。

邱郁文，2013。102 年度「金門濕地動植物資源調查(1/3)」。金門國家公園管理處委託辦理報告。

邱郁文，2014。103 年度「金門濕地動植物資源調查(2/3)」。金門國家公園管理處委託辦理報告。

邱郁文，2015。104 年度「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、吳欣儒、梁世雄，2015。從里山到里海—尋找台灣的里海行動。

邵廣昭、陳靜怡，2003。魚類圖鑑：台灣七百多種常見魚類圖鑑。遠流出版事業股份有限公司。

姜宏波、宋忠濤、包傑、於業輝，2014。不同溫度及突變方式對菲律賓蛤仔耗氧率的影響。現代畜牧獸醫 3:5-8。

施如佳、陳石松、張美華、邱雅琦、陳怡如、鄭秋真、周薰修，2006。臺灣地區市售海洋魚類重金屬含量分析方法探討及資料之建立。藥物食品檢驗局調查研究年報 24 :401-420。

洪佩瑩，2001。大鵬灣碳及營養鹽之生地化作用及通量研究。國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文。

胡惠宇，2012。離島地區(澎湖、金門及連江)污染源調查管理計畫。行政院環境保護署委託辦理報告。

孫詩萌、王擘、楊鳳、霍忠明，2017。泥沙比例對不同規格菲律賓蛤仔幼貝潛沙行為的影響。大連海洋大學學報 32(1):38-43。

徐玲明、蔣慕琰，2003。草坪草種的種類、特性與雜草管理。侯福分、林學詩、林妙娟、鄭仲編，休閒作物資源之開發與應用研討會專刊。行政院農業委員會花蓮區農業改良場。

秦耀亮、林詩興，1966。黃毛鼠和板齒鼠的食量測定。動物學雜誌 1:10-12.

高桂娟、李志丹、何世君、李寬、李鳳麟，2017。不同水分條件與重金屬複合處理對鋪地黍生長的影響。中國農學通報:56-60。

常亞青，2007。貝類增養殖學。中國農業出版社，北京。

常國芳，2013。九龍江河口區魚類群落生態學研究。集美大學碩士論文。

- 張國范、閔喜武，2010。蛤仔養殖學。科學出版社，北京。
- 張樹令、薑仕臣、叢裕泉、王喜波、王靜、鄒東，2007。山東蓬萊菲律賓簾蛤資源調查研究。海洋湖沼通報。
- 梁明煌，2005。國家公園生物多樣性保育的行政課題：從政策規劃到評量研究。
- 莊西進、周志強，2006。金門國家公園環境長期監測(五)。金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 莊西進、許永面、莊曜陽，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。
- 郭芳旭，2000。七股潟湖碳、氮、磷之生地化作用與預算模擬。國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文。
- 閔喜武，2005。菲律賓蛤仔養殖生物學、養殖技術與品種選育。中國科學院海洋研究所博士論文。206頁。
- 陳昱凱，2009。金門國家公園慈湖地區居民對生態旅遊，生態保育暨生態補償政策態度之研究。
- 陳義雄，2001。金門國家公園魚類相調查。金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 陳義雄、方力行，1999。台灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處。
- 陳擎霞、王慶麟，1985。墾丁國家公園南仁山雁鴨保護區水生植物生態及棲息鳥類生態研究(二)水生植物生態。
- 陳麗梅、任一平、徐賓鐸，2007。環境因子對膠州灣移植底播菲律賓蛤仔濾水率的影響。南方水產 3(2):30-35。
- 程建中、郭耀綸、張珩、陳炤傑、黃大駿、賴宜鈴、邱郁文、傅耀賢、蔡哲民、沈英謀、陳淵琮、李詩雅，2012。墾丁國家公園陸域長期生態監測計畫(國家重要濕地長期生態監測)。
- 程建中、郭耀綸、張珩、陳炤傑、黃大駿、賴宜鈴、傅耀賢、蔡哲民、沈英謀、王建仁、陳淵琮、李詩雅、劉姿岑，2013。102年度墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖國家重要濕地生態調查及棲地維護計畫。
- 程建中、陳炤傑、賴宜鈴、黃大駿、張珩、傅耀賢、蔡哲民、陳淵琮、陳韋妤、李詩雅，2014。103年度墾丁國家公園龍鑾潭與南仁湖國家重要濕地生態調查及棲地維護計畫。
- 黃生、林登秋、邱祈榮、丁世彬、呂長澤、潘孝隆，2007。湖沼生態系統之調查與評估。金門國家公園管理處委託辦理報告。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(3/3)

- 黃榮富，2013。102 年度金門縣北山至浯江溪沿海域退潮之潮間帶生態多樣性環境調查與圖鑑建置計畫。金門縣水產試驗所委託辦理報告。
- 楊東敏、張艷麗、丁鑑鋒、楊鳳、霍忠明、聶鴻濤、閔喜武，2017。高溫、低鹽對菲律賓蛤仔免疫能力的影響。大連海洋大學學報 3:302-309。
- 楊遠波、呂勝由，1997。金門國家公園原生植物資源調查研究報告。金門國家公園管理處委託辦理報告。
- 楊遠波、呂勝由、施炳霖、陳添財，1998。金門及小金門植物資源之調查。國家公園學報 8(1): 41-58。
- 齊秋貞、楊明月，1988。菲律賓蛤仔的生長發育。水產學報 12:1-11。
- 範超、溫子川、霍忠明、楊鳳、閔喜武，2016。鹽度脅迫對不同發育時期菲律賓蛤仔生長和存活的影响。大連海洋大學學報 31(5):497-504。
- 蔡惠卿，1994。台灣的自然生態保育。中華民國自然生態保育協會。
- 蔣永正、蔣慕琰，2006。農田雜草與除草劑要覽。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。
- 黎明工程顧問股份有限公司，2016。慈湖農莊地區排水系統規劃及治理計畫。金門縣政府。
- 盧道杰、施上粟、黃國文、趙芝良、薛美莉、羅暉菱，2012。淡水河紅樹林，挖子尾與關渡三個自然保留區經營管理效能的系統評量。國家公園學報 22:34-46。
- 賴文政，2014。市售水產品汞污染調查與風險評估。國立宜蘭大學碩士論文。
- 謝章源，2015。菲律賓蛤仔靜水移動產卵育苗技術。海洋與漁業:60-61。
- 韓柏樑，2006。魚貝類總汞濃度分析與風險監測管理。行政院農業委員會漁業署 95 年度科技計畫研究報告。
- 聶鴻濤、霍忠明、侯曉琳、陳贊、楊鳳、閔喜武，2017。溫度和鹽度突變對菲律賓蛤仔斑馬蛤耗氧率和排氮率的影響。水生生物學報 41(1):121-126。
- Encyclopedia of Life 網站，<http://www.eol.org>。
- FishBase 網站，<https://www.fishbase.de/search.php>。
- SeaLifeBase 網站，<https://www.sealifebase.ca/>。
- TaiBNET 臺灣物種名錄，<http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>。
- 中央氣象局觀測資料查詢系統，<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>。

中華民國野鳥學會，<http://www.bird.org.tw/index.php/works/lists>。

台灣魚類資料庫，<http://fishdb.sinica.edu.tw>。

世界自然基金會香港分會，<https://www.wwf.org.hk/>。

行政院環境保護署環境檢驗所，<https://www.niea.gov.tw/analysis/method/>。

全國環境水質監測資訊網，<http://wq.epa.gov.tw/Code/?Languages=>。

金門國家公園網站，<http://www.kmnp.gov.tw/>。

金門縣自來水廠，2013，公告本縣 13 座水庫集水區查認範圍。

美國環保署，<https://www.epa.gov>。

臺灣貝類資料庫，<http://shell.sinica.edu.tw>。