

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源 之研究(2/3)

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 106 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

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周邊自然資源 之研究(2/3)

受委託者：國立中興大學

研究主持人：林幸助

協同主持人：江政人

研究助理：潘靖汶、溫唯佳、林宏儒、楊沛青

金門國家公園管理處委託研究報告

中華民國 106 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	III
圖次	VII
摘 要	XIII
Abstract	XV
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	11
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	33
第三章 調查結果與討論	35
第一節、水質分析	35
第二節、水文收支	53
第三節、基礎生產者調查	68
第四節、水生動物定量調查	81
第五節、鳥類棲地利用分析	103

第六節、周遭土地利用現況與人為活動情形	112
第七節、生態系統代謝	118
第四章 結論與建議	123
第一節、結論	123
第二節、建議	130
附錄 1 慈湖、陵水湖、水庫水質調查結果	131
附錄 2 水文調查研究結果	155
附錄 3 基礎生產者調查結果	157
附錄 4 水生動物調查結果	175
附錄 5 鳥類調查結果	207
附錄 6 生態系統尺度調查結果	227
附錄 7 105 年度評選委員意見與說明	231
附錄 8 105 年度工作計畫書審查委員意見與說明	233
附錄 9 105 年度期中審查委員意見與說明	235
附錄 10 105 年度期末審查委員意見與說明	245
附錄 11 106 年度工作計畫書審查委員意見與說明	255
附錄 12 106 年度期中審查委員意見與說明	259
附錄 13 106 年度期末審查委員意見與說明	265
參考書目	271

表次

表 1-1	金門植物群落類型及其演替分析	9
表 2-1	各樣點座標位置.....	16
表 2-2	水質項目及檢驗方法.....	32
表 2-3	工作進度甘特圖.....	34
表 3-1	2016 年慈湖水收支模式輸出參數	58
表 3-2	2017 年慈湖水收支模式輸出參數	58
表 3-3	2016 年陵水湖水收支模式輸出參數	59
表 3-4	2017 年陵水湖水收支模式輸出參數	59
表 3-5	2016 年 2 月至 2017 年 5 月慈湖優勢草本植物	72
表 3-6	2016 年 2 月至 2017 年 5 月陵水湖優勢草本植物	73
表 4-1	107 年度工作項目調整.....	128
表附錄 1-1	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖各測站現地檢測水質	131
表附錄 1-2	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖室內檢測水質	134
表附錄 1-3	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖現場檢測水質	138
表附錄 1-4	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖室內檢測水質	140
表附錄 1-5	2016 年 3 月至 12 月蘭湖水庫現地檢測水質	144
表附錄 1-6	2016 年 3 月至 12 月蘭湖水庫之室內檢測水質	145
表附錄 1-7	2016 年 3 月至 12 月瓊林水庫現地檢測水質	147

表附錄 1-8	2016 年 3 月至 12 月瓊林水庫之室內檢測水質	148
表附錄 1-9	2016 年 3 月至 12 月擎天水庫現地檢測水質	150
表附錄 1-10	2016 年 3 月至 12 月擎天水庫之室內檢測水質	151
表附錄 1-11	2016 年至 2017 年金門地區降雨資料.....	153
表附錄 2-1	陵水湖水文資料.....	155
表附錄 3-1	2017 年 2、5 月慈湖 C1-C8 測站浮游藻類調查豐度	157
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	160
表附錄 3-3	2017 年 3 月、5 月陵水湖各測站浮游藻類豐度	163
表附錄 3-4	2017 年 8 月、11 月陵水湖各測站浮游藻類豐度	165
表附錄 3-5	2017 年 2 月、5 月慈湖 C1-C8 測站大型藻類生物量	167
表附錄 3-6	2017 年 8 月、11 月慈湖 C1-C8 測站大型藻類生物量	168
表附錄 3-7	植物名錄.....	169
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).....	175
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).....	177
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)	179
表附錄 4-4	2016 年 9 月、12 月陵水湖魚類調查物種與數量(蛇籠法)	180
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)	181
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)	182
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)	184
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)	186

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).....	188
表附錄 4-10	2016 年 3 月至 12 月陵水湖螺貝類調查物種與豐度(樣框法)	190
表附錄 4-11	慈湖 2016 年 3 月至 2017 年 11 月螺貝類調查數量(蛇籠).....	191
表附錄 4-12	陵水湖 2016 年 3 月至 12 月螺貝類調查數量(手抄網、蛇籠)	191
表附錄 4-13	2017 年 2 月、5 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量	192
表附錄 4-14	2017 年 8 月、11 月慈湖蝦蟹類調查種類與數量	194
表附錄 4-15	2017 年 3 月至 11 月陵水湖蝦蟹類調查種類與數量(蝦籠).....	196
表附錄 4-16	2017 年 2 月慈湖多毛類調查種類與豐度	197
表附錄 4-17	2017 年 5 月慈湖多毛類調查種類與豐度	197
表附錄 4-18	2017 年 8 月慈湖多毛類調查種類與豐度	197
表附錄 4-19	2017 年 2 月至 11 月陵水湖水棲昆蟲類調查種類與豐度	198
表附錄 4-20	2017 年 2 月、5 月慈湖浮游動物大類與豐度	199
表附錄 4-21	2017 年 8 月慈湖浮游動物大類與豐度	201
表附錄 4-22	2017 年 8 月陵水湖浮游動物大類與豐度	202
表附錄 4-23	2016 年 3 月至 2017 年 4 月菲律賓簾蛤族群量與形質調查	203
表附錄 5-1	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類調查結果	207
表附錄 5-2	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類調查結果	212
表附錄 5-3	2016 年 3 月至 12 月蘭湖水庫鳥類調查結果	216
表附錄 5-4	2016 年 3 月至 12 月瓊林水庫鳥類調查結果	218

表附錄 5-5	2016 年 3 月至 12 月擎天水庫鳥類調查結果	221
表附錄 5-6	2016 年金門湖庫鳥類調查時間	223
表附錄 5-7	2017 年金門湖庫鳥類調查時間	224
表附錄 5-8	2016 年 1 月至 2017 年 11 月陸域環境因子.....	225

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 3-1	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站磷酸鹽濃度.....	45
圖 3-2	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站硝酸鹽濃度.....	45
圖 3-3	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站銨鹽濃度.....	46
圖 3-4	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站葉綠素 <i>a</i> 濃度.....	46
圖 3-5	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖各測站磷酸鹽.....	47
圖 3-6	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖各測站硝酸鹽.....	47
圖 3-7	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖各測站銨鹽.....	48
圖 3-8	2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖葉綠素 <i>a</i> 濃度.....	48
圖 3-9	2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫總磷濃度.....	49
圖 3-10	2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫葉綠素 <i>a</i> 濃度.....	49
圖 3-11	2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫透明度.....	50
圖 3-12	2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫卡爾森指數.....	50

圖 3-13	2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫總磷濃度	51
圖 3-14	2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫葉綠素 <i>a</i> 濃度	51
圖 3-15	2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫透明度	52
圖 3-16	2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫卡爾森指數	52
圖 3-17	2009/10/29 慈湖衛星航照圖	60
圖 3-18	2013/3/16 慈湖衛星航照圖	60
圖 3-19	2016/7/23 慈湖衛星航照圖	60
圖 3-20	慈湖等深線圖(cm).....	61
圖 3-21	2016 年慈湖水文收支模式	62
圖 3-22	2017 年慈湖水文收支模式	62
圖 3-23	慈湖流向圖。箭頭大小表示流速快慢。	63
圖 3-24	2016 年陵水湖水文收支模式	64
圖 3-25	2017 年陵水湖水文收支模式	64
圖 3-26	2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質粒徑中值	65
圖 3-27	2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質粉泥黏土含量	65
圖 3-28	2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質篩選係數	66
圖 3-29	2016 年 9 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站氧化還原電位	66
圖 3-30	2017 年 2 月至 5 月慈湖 C1-C8 測站底質葉綠素 <i>a</i> 濃度	67
圖 3-31	2017 年 2 月至 5 月慈湖 C1-C8 測站底質有機質	67

圖 3-32	慈湖植物樣區位置.....	74
圖 3-33	陵水湖植物樣區位置.....	74
圖 3-34	慈湖植物矩陣群團分析.....	75
圖 3-35	陵水湖植物矩陣群團分析	76
圖 3-36	2017 年 2 月至 11 月陵水湖第 4 池水生植物生物量	77
圖 3-37	2017 年 2 月至 11 月陵水湖第 4 池水生植物生產量	77
圖 3-38	2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站浮游藻屬豐度	78
圖 3-39	2017 年 2 月至 11 月慈湖浮游藻屬歸群分析.....	78
圖 3-40	2017 年 3 月至 11 月陵水湖各測站浮游藻屬豐度	79
圖 3-41	2017 年 3 月至 11 月陵水湖浮游藻屬歸群分析	79
圖 3-42	2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站大型藻類生物量	80
圖 3-43	2016 年 3 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站魚類個體數.....	91
圖 3-44	2016 年 3 月至 12 月慈湖魚類歸群分析	91
圖 3-45	2016 年 3 月至 12 月陵水湖各測站魚類個體數	92
圖 3-46	2016 年 3 月至 12 月陵水湖魚類歸群分析	92
圖 3-47	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站螺貝類豐度	93
圖 3-48	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖螺貝類歸群分析	94
圖 3-49	2016 年 3 月至 12 月陵水湖各測站螺貝類個體數	95
圖 3-50	2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站蝦蟹類個體數	95

圖 3-51	2017 年 2 月至 11 月慈湖蝦蟹類歸群分析.....	96
圖 3-52	2017 年 3 月至 11 月陵水湖各測站蝦蟹類個體數	96
圖 3-53	2017 年 3 月至 11 月陵水湖蝦蟹類歸群分析.....	97
圖 3-54	2017 年 2 月至 8 月 C1-C8 測站慈湖多毛類豐度	97
圖 3-55	2017 年 2 月至 8 月慈湖多毛類歸群分析	98
圖 3-56	2017 年 3 月至 8 月陵水湖各測站水棲昆蟲豐度	98
圖 3-57	2017 年 3 月至 8 月陵水湖水棲昆蟲歸群分析	99
圖 3-58	2017 年 2 月至 8 月慈湖 C1-C8 測站浮游動物豐度	99
圖 3-59	2017 年 2 月至 8 月慈湖浮游動物歸群分析	100
圖 3-60	2017 年 3 月至 8 月陵水湖各測站浮游動物豐度	100
圖 3-61	2017 年 3 月至 8 月陵水湖浮游動物歸群分析	101
圖 3-62	2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站菲律賓簾蛤豐度	101
圖 3-63	2016 年 4 月至 2017 年 3 月慈湖菲律賓簾蛤蛤肥滿度指數	102
圖 3-64	2016 年 4 月至 2017 年 4 月慈湖菲律賓簾蛤殼長頻度分布	102
圖 3-65	慈湖鳥類調查區段.....	107
圖 3-66	2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類覓食行為分布圖	107
圖 3-67	慈湖覓食鳥類物種比例.....	108
圖 3-68	2016 年 6 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類休息行為分布圖	108
圖 3-69	慈湖休息鳥類物種比例.....	109

圖 3-70	陵水湖鳥類調查區段.....	109
圖 3-71	2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類覓食行為分布圖	110
圖 3-72	陵水湖覓食鳥類物種比例	110
圖 3-73	2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類休息行為分布圖	111
圖 3-74	陵水湖休息鳥類物種比例	111
圖 3-75	慈湖土地利用調查.....	115
圖 3-76	陵水湖土地利用調查.....	115
圖 3-77	蘭湖水庫土地利用調查.....	116
圖 3-78	瓊林水庫土地利用調查.....	116
圖 3-79	擎天水庫土地利用調查.....	117
圖 3-80	2016 年春季至冬季慈湖基礎生產量	120
圖 3-81	2016 年春季至冬季慈湖系統呼吸量	120
圖 3-82	2016 年春季至冬季慈湖淨系統生產量	121
圖 3-83	2016 年春季至冬季陵水湖基礎生產量	121
圖 3-84	2016 年春季至冬季陵水湖系統呼吸量	122
圖 3-85	2016 年春季至冬季陵水湖淨系統生產量	122
圖附錄 3-1	2010 年至 2015 年陵水湖航照圖	172
圖附錄 3-2	2016 年 4 月陵水湖空拍圖	173
圖附錄 3-3	2017 年 5 月陵水湖第 1 池至第 3 池空拍圖	174

圖附錄 6-1	2016 年春季慈湖一日溶氧變化	227
圖附錄 6-2	2016 年夏季慈湖一日溶氧變化	227
圖附錄 6-3	2016 年秋季慈湖一日溶氧變化	228
圖附錄 6-4	2016 年冬季慈湖一日溶氧變化	228
圖附錄 6-5	2016 年春季陵水湖一日溶氧變化	229
圖附錄 6-6	2016 年夏季陵水湖一日溶氧變化	229
圖附錄 6-7	2016 年秋季陵水湖一日溶氧變化	230
圖附錄 6-8	2016 年冬季陵水湖一日溶氧變化	230

摘 要

關鍵詞：優養化、基礎生產量、農業廢水、生態系統代謝

一、研究緣起

金門地區之生物資源豐沛，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，本計畫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

本計畫預期於 2016 至 2018 年，執行慈湖與陵水湖之水質、水文、基礎生產者、水生生物、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，本研究將於 3 年計畫中逐步提出棲地改善建議及經營管理策略，並於計畫最後 1 年提出完整之經營管理方案。

三、重要發現

(一)慈湖

慈湖東側因農業污水、畜牧污水與家庭污水注入導致水質不佳，加上底質缺氧且泥濘，極不利於二枚貝類生長；但因溝渠之有機碎屑輸入，聚集許多小型魚類與蟹類，為鳥類之重要食物資源。反之，慈湖西側受溝渠淡水影響較小，且水體流動程度佳，故水質狀態相對優良；此區之螺貝類種類豐富，其中亦包含慈湖之經濟性物種菲律賓簾蛤。

(二)陵水湖

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

相對於東側之第4池而言，第1、2、3池(內、中、外池)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，為許多雁鴨科鳥類之覓食場所。

(三)蘭湖、瓊林、擎天水庫

蘭湖、瓊林、擎天水庫均屬優養水域。3水庫中，瓊林水庫因水位過淺使其優養化程度最嚴峻。整體而言，金門水庫之水域體積小，稀釋能力差，尤其在暴雨或颱風過後承接大量來自集水區之營養，故即使是人為活動較少之擎天水庫亦有優養問題。在營養鹽間以總磷為主要之藻類限制因子。

四、主要建議事項

建議一：立即可行建議一慈湖大型藻類清除

主辦單位：金門國家公園管理處

春季慈湖東側之大型綠藻過度生長，顯示優養化疑慮。大型藻類大面積覆蓋水面，可能促成缺氧環境，造成水生生物死亡，且此處之水流較緩，藻類衰敗後釋出之營養，難以靠水流流出，故本計畫建議應適度清除。然而，慈湖東北側為水鳥覓食、休息之主要區域，故本計畫建議保留此區塊，以降低對水鳥之干擾。

建議二：立即可行建議一菲律賓簾蛤採捕管理

主辦單位：金門國家公園管理處

菲律賓簾蛤為慈湖重要之漁業資源。本計畫結果中，慈湖菲律賓簾蛤1齡之殼長約為25.72 mm，繁殖期在4-6月與9-10月。為確保菲律賓簾蛤於採捕前至少經過一次繁殖期，本計畫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。

Abstract

Keywords: eutrophication, primary production, agriculture wastewater, ecosystem metabolism

1. Introduction

Cih Lake and Ling-Shui Lake were important habitats for many organisms, and reservoirs were connecting points between several 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 Cih Lake and Ling-Shui Lake.

2. Research method

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

3. The important results

(1) Cih Lake

Water quality in Cih Lake has got worse due to agriculture, husbandry and domestic sewage, especially at eastern site. These polluted water also led to sediment deposition, and resulted in lower mollusk's diversity. However, crabs and small fish were attracted by rich organic matter, and then as food resources for birds. In contrast, better water quality and sandy substrate at western site lead to more mollusk's species, including *Ruditapes philippinarum*.

(2) Ling-Shui Lake

Higher nutrient concentration increased primary production at inner, middle and outer pond(L3, L5, L7), and resulted in more fish and shrimp population. Among these sites, middle and outer pond were important foraging places for Anatidae, due to better shielding.

(3) Reservoir

Lan-Hu reservoir, Joani-Lin reservoir and Qing-Tian reservoir were eutrophic systems. Among three reservoirs, worst water quality in Joani-Lin reservoir might be associated with its low water level. In general, reservoirs in Kinmen were too small to dilute pollution, so even Qing-Tian reservoir which was less human activity got water quality problem. To sum up, total phosphorus was the main factor effect eutrophication level for three reservoirs.

4. Suggestions and comments

(1) Removal of macroalgae in Cih Lake

In Cih Lake, macroalgae was overgrowth during spring, especially at eastern site. Macroalgal blooms have many detrimental effects. Decay of algal organic matter may caused anoxic conditions that lead to fish and shellfish kills. Therefore, we suggested macroalgae should be removed moderately. However, northeast site of Cih Lake was important habitat for waterbird, so it should be preseverd to decreased disturbance for bird.

(2) Capture management for *Ruditapes philippinarum*

Ruditapes philippinarum was important economic resource for Cih Lake. According to our results, we suggest catch size of *R. philippinarum* should be larger than 31.1 mm.

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，歷年之研究成果亦指出金門濕地之自然生態資源豐富。

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，本計畫將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，植被覆蓋狀況、水生生物組成、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，是否可支持生態系之永續，或是有不當利用須改善之行為。

本計畫在以文獻蒐集、現地調查建構濕地生態系後，最終將逐步提出慈湖、陵水湖、蘭湖、瓊林、擎天水庫之棲地與水質改善建議，建立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，本計畫主旨為：

1. 整合慈湖及陵水湖之自然資源、重要環境影響因子及人為活動現況，以生態系統尺度評估該二棲地之改善方式。
2. 整合蘭湖、瓊林、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，具有相當豐富之生物資源及廣大之沿海濕地生態系。沿海濕地位於陸地與海洋之交會處，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，每一聚落幾乎都有自己的埤塘，是聚落的生活中心，過去十萬大軍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。本計畫主要研究地點為慈湖及陵水湖，另有蘭湖、瓊林、擎天水庫亦須進行水質及周邊土地利用分析，最後 5 處研究地點均需提出棲地(慈湖、陵水湖)與水質(水庫)改善具體建議。研究地點分布圖如圖 1-1，實際執行範圍詳見「第二章、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

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。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、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年至2015年之平均溶氧為 10.6 mg L^{-1} (介於 6.6 mg L^{-1} 至 15.9 mg L^{-1})；懸浮固體為 12.1 mg L^{-1} (介於 7.6 mg L^{-1} 至 16.5 mg L^{-1})；化學需氧量為 41.0 mg L^{-1} (介於 30.5 mg L^{-1} 至 62.8 mg L^{-1})；卡爾森指數為67.8(介於61.0至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 年至 2010 年之溶氧為 9.7 mg L^{-1} (介於 7.1 mg L^{-1} 至 12.2 mg L^{-1})；懸浮固體為 48.7 mg L^{-1} (介於 20.5 mg L^{-1} 至 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 mg L^{-1} 至 107.0 mg L^{-1})，水質變化頗大，最近 1 次監測數據為 15.3 mg L^{-1} ，為該 3 年最低；總有機碳濃度為 17.1 mg L^{-1} (介於 4.2 mg L^{-1} 至 33.0 mg L^{-1})，水質變化頗大，2010 年最後 1 次監測數據為 4.2 mg L^{-1} ，為該 3 年最低。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 $2.5 \times 10^5 \text{ m}^3$ ，有效容量 $2.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ 。可能之污染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 年至 2010 年之溶氧為 9.5 mg L^{-1} (介於 6.0 mg L^{-1} 至 12.4 mg L^{-1})；懸浮固體平均值為 7.5 mg L^{-1} (介於 5.0 mg L^{-1} 至 13.5 mg L^{-1})；化學需氧量為 21.1 mg L^{-1} (介於 10.0 mg L^{-1} 至 34.2 mg L^{-1})；有機氮濃度為 6.7 mg L^{-1} (介於 4.9 mg L^{-1} 至 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(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 至 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，但仍有總有機碳過高之情形。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滯留時間，而其估算結果顯示大鵬灣因滯留時間長達 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，可以區分成為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、呂勝由(1997)與楊遠波等(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)則指出，金門地區自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，包含鯽魚、鯉魚、羅漢魚、史尼氏小鯽、大鱗梅氏鱖、泥鰍、大肚魚、黃鱔、吳郭魚、粘皮鰻鰂虎、蓋斑鬥魚、斑鱧等，其中大鱗梅氏鱖已自臺灣本島絕跡，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 年至 2015 年之慈湖魚類及底棲動物調查，共記錄到 13 科 29 種魚類，包含窩斑鰻、前鱗龜鰻、綠背龜鰻、鰻、布魯雙邊魚、大棘雙邊魚、日本花鱸、頸斑鰻、勒氏笛鯛、斑雞魚、黑棘鯛、臺灣棘鯛、黃鰭棘鯛、平鯛、四線列牙鰻、花身鰻、褐臭肚魚、尼羅口孵非鯽、吉利非鯽、中國塘鱧、斑尾刺鰻虎、髭鰻鰻虎、雙斑叉舌鰻虎、點帶叉舌鰻虎、彈塗魚、雙眼斑砂鰻虎、雙帶鰻鰂虎及中華單棘純等河口魚類，並以斑尾刺鰻虎為最優勢物種。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

小海蜷科、海蜷科、錐蜷科、山椒蝸牛科、粟螺科、織紋螺科、椎實螺科、蠓螺科、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，其中以海蜷科之鐵尖海蜷及小海蜷科之燒酒海蜷最為優勢。

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、諸氏鰻鰕虎魚、極樂吻鰻虎及攀鱸。其中諸氏鰻鰕虎魚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*)、紅狼牙鰻虎魚(*Odontamblyopus rubicundus*)及叫姑魚(*Corvina grypota*)較為優勢。常等人(2013)之研究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)之研究則表示，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，如管浒苔(*Enteromorpha tublosa*)、亨氏馬尾藻(*Sargassum henslowianum*)、鐵丁菜(*Ishigo okamurai*)、復瓦小蛇螺(*Serpulorbis imbricaria*)、粒花冠小月螺(*Lunella coronata*)、棘刺牡蠣(*Saccostrea echinata*)、敦氏猿頭蛤(*Chama dunkeri*)、條紋隔貽貝(*Septifer virgatus*)、日本花棘石鱉(*Liolophura japonica*)、鱗笠藤壺(*Tetreclita squamosa*)、痕掌沙蟹(*Ocypode stimpsoni*)、萊氏異額蟹(*A. nomalifrons lightana*)、大彈塗魚(*Boleop hthalmus pectimirostris*)，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.)、紅條毛膚石鱉(*Acanthochitonr ubrolineatus*)、史氏背尖貝(*Notoacmea schrenckii*)、齒紋蜒螺(*Nerita yoldi*)、珠帶擬蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)、僧帽牡蠣(*Saccostrea cucullata*)、長竹蛭(*Solen Gouldii*)、白脊藤壺(*Balanus albicostatus*)、弧邊招潮(*Uca arcuata*)、日本大眼蟹(*Macrophthalmus japonicus*)、棘刺錨參(*Protanryra bidentata*)和卵圓血苔蟲(*Watersipora subvoida*)等。此外，還有溫帶或冷溫帶之海藻，如浒苔(*Enteromorpha prolifera*)、腸浒苔(*Enteromorpha intestinalis*)和孔石蓴(*Ulva pertuca*)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 346 種，其中過境鳥占 41% 為最大宗，冬候鳥占 29% 次之，迷鳥占 14%，留鳥占 12%，夏候鳥占 4% 為最少(全國鳥類資料庫，2014)。許育誠等人(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，而其中不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)之監測計畫則顯示，2012 年於慈湖與陵水湖分別記錄 116 與 99 種鳥類，且以 1 至 4 月與 9 至 12 月為過境鳥類主要之停棲月份。

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)	1.小葉赤楠-白背木薑子型 2.凹葉柃木-山黃梔型(岩石)

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

		4.黃荊-菱葉捕魚木型(平原地區)	
	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、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計畫之主要目標之一。人為活動(如污水排放)常是造成自然棲地劣化之主因，故本計畫亦調查慈湖與陵水湖周遭之土地利用方式，並瞭解兩者間之關聯性。

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，故本計畫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，目前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質將沉積於湖底，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，本計畫每季調查水生植物之種類與覆蓋度，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，本計畫每月調查慈湖菲律賓簾蛤之族群量，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)，因此本計畫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，本計畫於 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，故本計畫亦針對蘭湖、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」，故本計畫調查項目包含基礎生產者、水生生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，本計畫將於第 3 年度整合過去之量化資料，並提出完整之經營管理方案。

陸、研究目標

1. 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。

2. 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。

3. 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(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)與楊厝(L9)亦各設置 1 測站。

貳、採樣日期

2016 年至 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。本計畫目前已完成 2016 年 3 月(春)、6 月(夏)、9 月(秋)、12 月(冬)與 2017 年 2 月(冬)、5 月(春)、8 月(夏)、11 月(秋)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	W	24° 27.068'	118° 22.939'
	C	24° 27.113'	118° 22.965'
	E	24° 27.165'	118° 22.978'
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'

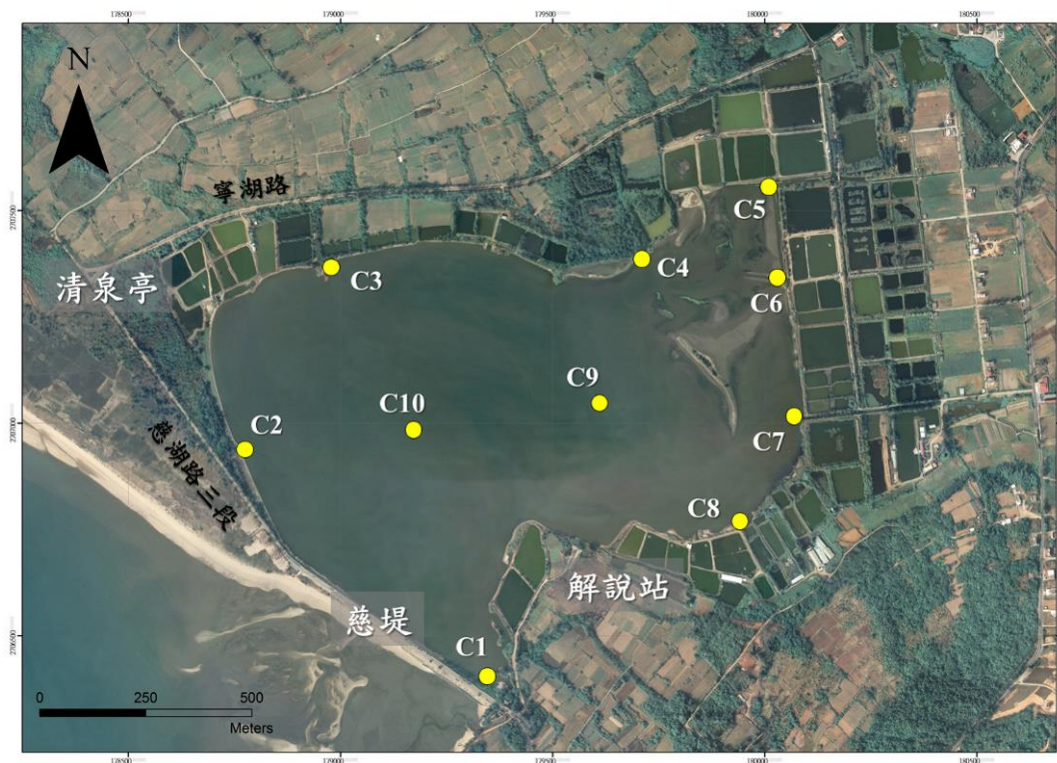


圖 2-1 慈湖測站位置圖

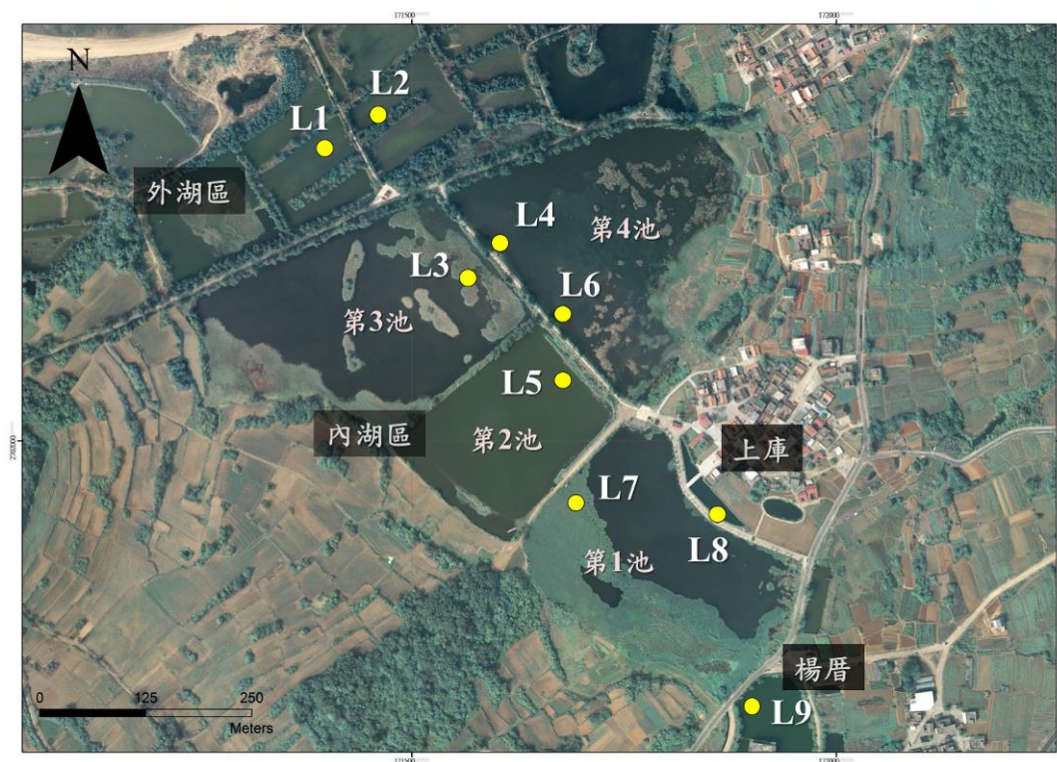


圖 2-2 陵水湖測站位置圖

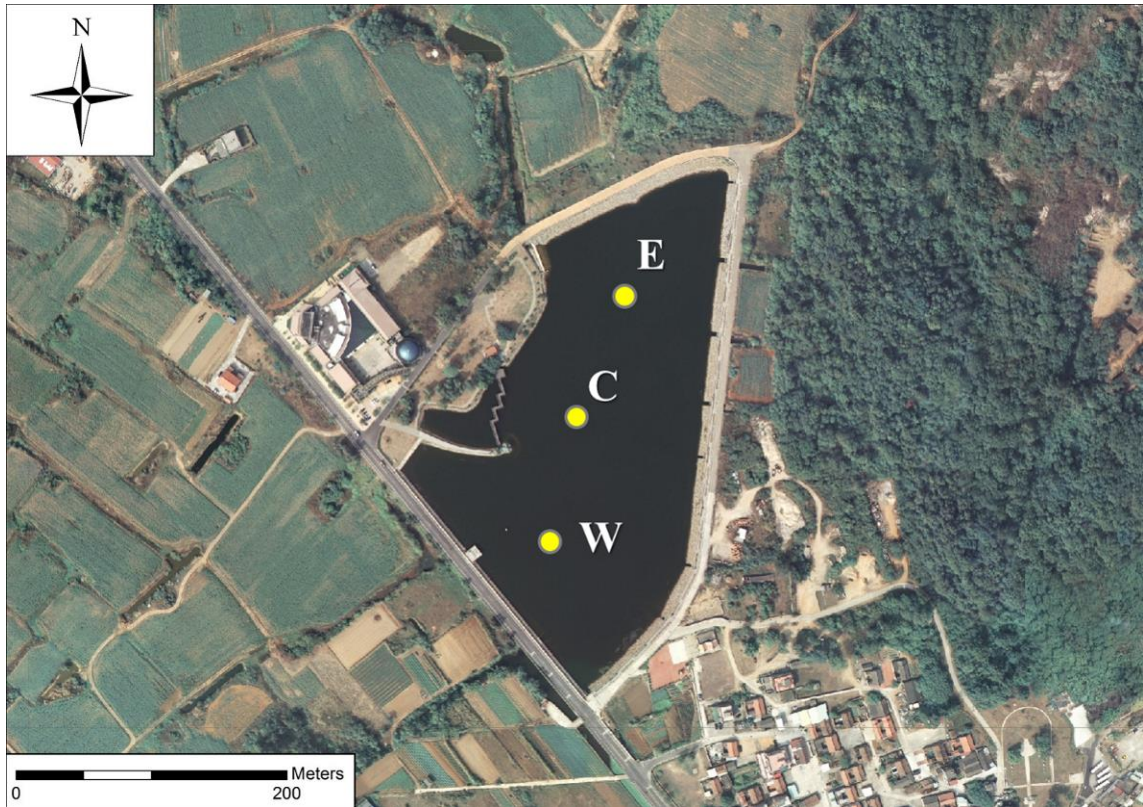


圖 2-3 蘭湖水庫測站位置圖

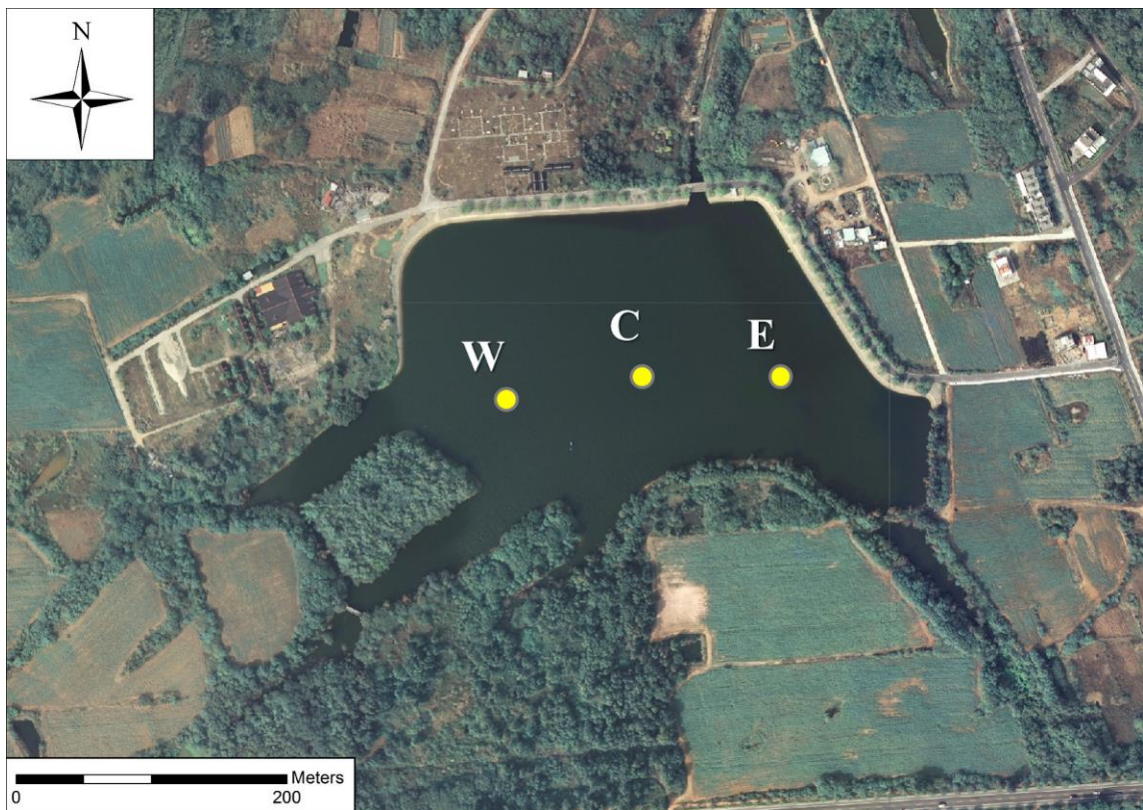


圖 2-4 瓊林水庫測站位置圖

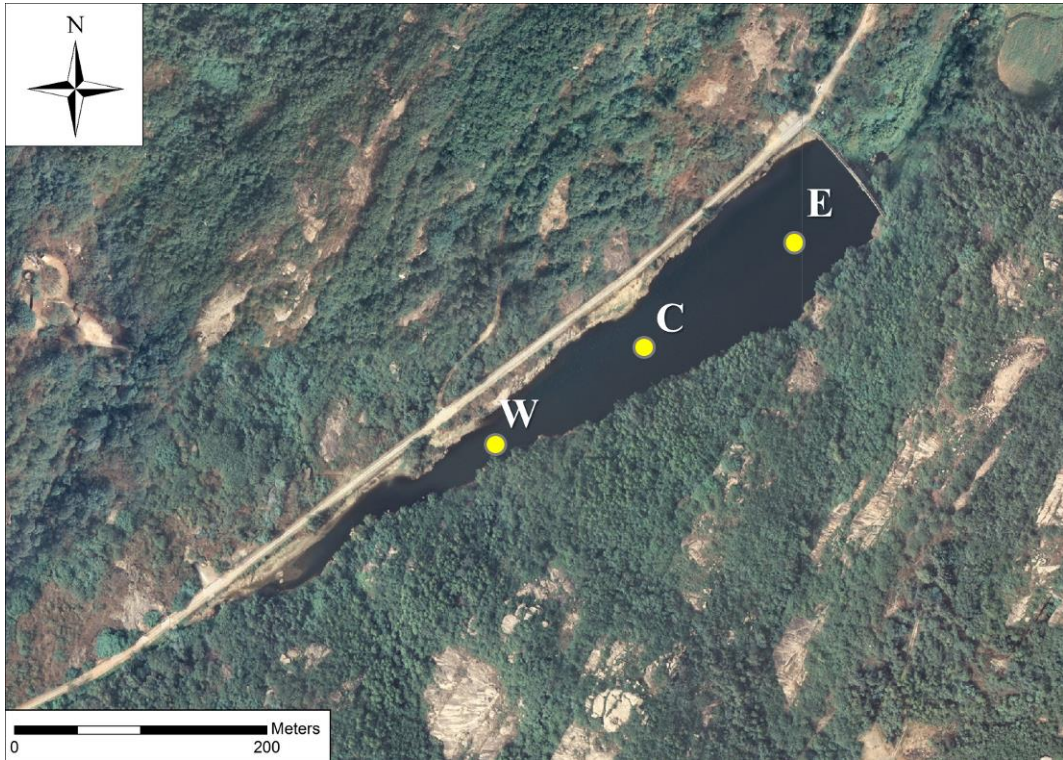


圖 2-5 擎天水庫測站位置圖

第二節、調查項目及檢測方法

壹、水質分析

根據行政院環保署公告之檢測方法，每季現場量測水溫、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)與磷酸鹽(PO₄)，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，本計畫亦測量水體透明度(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(μg L⁻¹)

TP：總磷濃度(μg L⁻¹)

自 2017 年起為避免重複性調查，本計畫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、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，故本計畫於蘭湖、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，而建立水文收支模式有利於相關單位之經營管理，故本計畫依據 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(water budget)。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：

$$dV_L/dt = V_Q + V_P + V_G + V_O + V_{in} - V_E - V_{out} \dots (1)$$

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

$$V_{in} - V_{out} = dV_L/dt - (V_Q + V_P + V_G + V_O - V_E) \dots (2)$$

$$V_Q^* = V_Q + V_P + V_G + V_O - V_E \dots (3)$$

$$V_R = V_{in} - V_{out} = dV_L/dt - V_Q^* \dots (4)$$

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)，本計畫每季於入水溝渠量測流速、水深、幅寬並估算流量。慈湖之水文測站位於東側兩溝渠(C5、C7 測站)；陵水湖則位於南側之 L8、L9 測站。

二、鹽收支模式

然而，慈湖水文亦受到海水潮流影響，故本計畫進一步以鹽收支模式(salt budget)推估水域之海水交換量。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：

$$d(V_L S_1)/dt = V_Q * S_Q * + V_{in} S_2 - V_{out} S_1 \dots (4)$$

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。利用公式(3)可將 V_{in} 與 V_{out} 轉換以下列形式表示，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)，本計畫依 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(5)，用以估算海水交換量：

$$V_X = [V_L(dS_1/dt) - V_R S_R] / (S_2 - S_1) \dots (5)$$

V_X ：湖內與湖外海水之交換量

最終，本計畫由上述參數估算淡水停留時間(freshwater residence time, FRT, $|V_L/V_R|$)，與總水體交換時間(total water exchange time, τ , $V_L/(V_R + V_X)$)，提供予相關單位作為未來經營管理之依據。

三、逕流量估算

本計畫 2016 年之成果顯示，由慈湖、陵水湖溝渠量測之流速、流量趨近於零，無法反映颱風、暴雨等逕流淡水輸入，導致高估水體停留時間。因此，為建構合理之水收支模式，今年度改以 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：

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

四、慈湖等深線圖繪製與水位量測

瞭解慈湖各區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，本計畫將以系統採樣方法，每 100 公尺量測水深，並利用 ArcGIS 繪製等深線圖，作為未來制定經營管理辦法之依據。此外，本計畫亦設置水位監測儀，以瞭解慈湖之水位變化。

五、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，可推估進出慈湖之泥沙量。而為考慮風砂及邊坡之影響，本計畫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($t \text{ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)， R_m 為降雨沖蝕指數($10^6 \text{ J mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)， K_m 為土壤沖蝕指數($t \text{ ha hr yr } 10^{-6} \text{ J}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$)， 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。此外，水體流向為影響慈湖淤積之因子之一，故本計畫亦以浮標追蹤方法初步量測慈湖之水體流向。

六、底質分析

本計畫於 2016 年 5 月至 2016 年 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 2017 年 11 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 6 季次；2017 年 2 月至 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

本計畫於 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。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，首先計算兩兩樣區間之 Motyka 相似性指數(公式如下)，將相似性最高之兩樣區合併為一合成樣區，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一合成樣區為止。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 $IS_{mo}=2Mw/(MA+MB) \times 100\%$

式中 Mw 為兩樣區共同種較小重要值指數之總和，MA 為其中一樣區所有植物之重要值指數總和，MB 為另一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、呂，1997；楊等，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 11 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、地下部後烘乾秤重，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)，本計畫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秤重。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 次之淨初級生產量(net primary production, g DW $\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

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

二、大型藻類

2017 年 2 月至 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月至11月期間，本計畫每季於慈湖C1-C8測站與陵水湖L3、L4、L5、L7測站，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

以四軸飛行航拍器拍攝陵水湖L3、L4、L5、L7測站之航拍圖，用以推估水生植物於各池之覆蓋度。另估算各池之布袋蓮覆蓋面積，用以探討布袋蓮對水質的影響。

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。

一、魚類

2016年3月至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，根據樣站之現場環境、地形選擇採集漁法，並依據「台灣魚類資料庫」、「台灣淡水及河口魚類誌」(陳義雄、方力行，1999)及「魚類鑑定」(邵廣昭、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4m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1.59cm，長度9.09m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月至12月期間，每季於慈湖C1-C8測站與陵水湖L2、L3、L4、L5、L7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。本計畫原預定以穿越線法進行調查，預計採集面積達 2.26 m^2 ，然而實際操作下發現此法採集量龐大，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 $0.25\times 0.25\text{ m}^2$ 之採樣方格，挖取底質過篩後(深度20 cm)，檢視底質中之底棲生物。自2017年2月起，為探討水閘門操作方式改變對水生生物之影響，本計畫保留慈湖C1-C8測站之螺貝類調查，並將採樣面積減至3個 $0.25\times 0.25\text{ m}^2$ 之採樣方格。本計畫鑑定依據主要為「臺灣貝類資料庫」。

三、蝦蟹類

2017年2月至11月期間，每季於慈湖C1-C8測站與陵水湖L3、L4、L5、L7測站採集蝦蟹類。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長之蛇籠兩具(大、小網目各一)，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，3日後記錄籠內蝦蟹之物種與數量。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公分之蝦籠數具，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，3日後記錄籠內蝦蟹之物種與數量。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 月至 11 月期間，每季於慈湖 C1-C8 測站採集底質中之多毛類。調查時於測站周圍設置 $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$ 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 月至 11 月期間，每季於陵水湖 L3、L4、L5、L7 測站採集水棲昆蟲。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 月至 11 月期間，每季於慈湖 C1-C8 測站與陵水湖 L3、L4、L5、L7 測站採集浮游動物。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、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 2 月起則改以每季調查菲律賓簾蛤之族群量。

(二)肥滿度指數

肥滿度指數(condition index, CI)可作為貝類性腺之成熟指標，故本計畫測量此數據以作為判斷菲律賓簾蛤個體成熟與否之依據。將攜回之樣品外殼與組織分離，分別於置於 60-70°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×100%)。

伍、鳥類棲地利用分析

2016 年 3 月至 12 月期間，本計畫採用沿線調查法進行調查，調查人員於慈湖、陵水湖、蘭湖水庫、瓊林水庫、擎天水庫周圍移動以便找到良好之觀察點，以目視配合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，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。

於調查地點劃分不同棲地類型後，進行鳥類棲地利用分析，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。將所有調查發現的鳥種區分為不同的同功群，再利用各同功群與各棲地類型進行相關性分析，以探討不同棲地對濕地及周邊鳥種群聚組成的影響。自 2017 年 2 月起至 11 月，本計畫僅保留慈湖與陵水湖之鳥類調查工作。

陸、土地利用與人為活動情形

在 2016 年 3 月至 12 月，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

靠近之地區採用四軸飛行航拍器輔助調查。自 2017 年 2 月起，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；蘭湖、瓊林、擎天水庫則加強周遭之污染源調查。

柒、生態系尺度整合分析

一、生態系統代謝

生態系統代謝(ecosystem metabolism)意指生態系統產出或消耗的能量之狀態，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，故本計畫在 2016 年每季於慈湖、陵水湖量化 NEP、GPP 與 ER。本計畫參考 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，本計畫 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、生態系統尺度整合分析

本計畫針對慈湖、陵水湖所進行之水文、水質調查可用以瞭解湖庫區水體交換模式及棲地狀況。植物、浮游藻類、大型藻類乃濕地生產力之來源，而螺貝類、蝦蟹類、多毛類為初級消費者，更高級之消費者則包含魚類及鳥類。綜合而言，本計畫調查項目涵蓋食物網中各營養階層類群，故期望以整體角度建構出該二湖泊型濕地之生態系統。而人類同是生態系重要的成分，人類對環境資源的利用情形占有很大的影響力，足以決定生態系是否維持穩定健康。綜合上述生態系及人類活動，本研究將於3年計畫中逐步提出棲地改善建議及經營管理策略，並於計畫最後1年之2018年提出完整之經營管理方案，創造永續利用之管理模式。

此外，瓊林、蘭湖、擎天等3水庫亦根據水質調查分析結果，配合周遭人類之土地利用方式，提出較佳之水質經營管理策略，或提出具體之改善建議。

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

第三節、工作進度說明

本計畫調查工作共包含「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」之調查頻度為每月 1 次外，其餘調查工作頻度均為每季 1 次。截至目前本計畫已完成 8 季調查(2016 年 3、6、9 月；2017 年 2、5、8、11 月)，惟 2017 年 11 月之尚有部分數據仍待分析。調查進度列於表 2-3。

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

第三章 調查結果與討論

第一節、水質分析

壹、慈湖

本計畫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。本計畫已完成 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月與 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月，共計 8 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 月與 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月，完成共 6 季次之調查工作。

本計畫 8 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 36.0°C(表附錄 1-1)，以 2016 年 3 月及 2017 年 2 月之水溫最低，平均低於 15°C；2016 年 6 月、2017 年 5 月、8 月之水溫最高，平均高於 30°C。溶氧介於 2.5 mg L⁻¹ 至 8.9 mg L⁻¹，以 2016 年 6 月之溶氧最低，均低於 3.2 mg L⁻¹。酸鹼值介於 5.1 至 9.2 間，除 2016 年 6 月之酸鹼值接近中性外，其餘季節受海水影響，水體多呈弱鹼性；其中，2017 年 2 月 C5 測站之酸鹼值高達 9.17，由於此時 C5 測站之葉綠素 *a* 濃度極高，故本計畫認為此現象應為藻類行光合作用過程中，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，以降雨量較高之 2016 年 3 月、9 月鹽度較低(248.2 mm；362.3 mm)，均低於 20；降雨量少(46.5 mm；12.7 mm)，蒸發量高(143.8 mm；75.1 mm)，之 2017 年 5 月、8 月鹽度較高，均高於 30；測站間則以緊鄰東側溝渠之 C5、C7 測站最易受淡水影響。導電度介於 2.1 m S cm⁻¹ 至 57.7 m S cm⁻¹，其趨勢與鹽度相符。濁度介於 5.1 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。

本計畫 8 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 46.9 mg L⁻¹ 至 253.0 mg L⁻¹(表附錄 1-2)，水中顆粒性有機質介於 9.5 mg L⁻¹ 至 44.5 mg L⁻¹，2 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)，以 2016 年 3 月、6 月之磷酸鹽較高，其中 C1、C2、C3、C9、C10 測站之磷酸鹽自 2016 年 8 月後均低於 0.20 mg L^{-1} ；C4、C5、C6、C7、C8 測站之磷酸鹽則在 2016 年 8 月下降後，於 2017 年 2 月再次上升並維持偏高之濃度，其中尤以 C5、C7 測站之磷酸鹽最高。硝酸鹽介於 0.03 mg L^{-1} 至 7.72 mg L^{-1} (圖 3-2)，以 2016 年 3 月最高，於 6 月略微降低後持續下降，直至翌年 2 月 C5 測站之硝酸鹽大幅上升，但其餘測站之硝酸鹽仍維持於 0.7 mg L^{-1} 之下。銨鹽介於 0.00 mg L^{-1} 至 0.81 mg L^{-1} (圖 3-3)，以 2016 年 3 月、6 月及 2017 年 2 月較高，自 2017 年 2 月以後，大多測站之銨鹽均低於 0.07 mg L^{-1} 下，僅 C5、C7 測站仍維持偏高之銨鹽濃度。葉綠素 *a* 濃度介於 0.0 mg m^{-3} 至 123.7 mg m^{-3} (圖 3-4)，測站間以 C1、C2、C3、C9、C10 測站之葉綠素 *a* 最低，均低於 15 mg m^{-3} ；C4、C6、C7、C8 測站次之，介於 0.5 mg m^{-3} 至 32.9 mg m^{-3} ；C5 測站最高，尤其在 2017 年 2 月、5 月更高達 123.7 mg m^{-3} 與 66.1 mg m^{-3} 。生化需氧量介於 3.0 mg L^{-1} 至 19.0 mg L^{-1} ，季節間以 2017 年 2 月最高，2016 年 12 月最低；測站間則以 C5、C6、C7、C8 測站較高，顯示慈湖東側之有機污染物較多；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。

本計畫之 Pearson 相關分析結果顯示，慈湖之鹽度與硝酸鹽($r = -0.55, p < 0.001$)、銨鹽($r = -0.43, p < 0.001$)及葉綠素 *a* 濃度($r = -0.42, p < 0.001$)均呈顯著負相關，故於此初步探討慈湖水質與降雨模式之關係(附錄表 1-11)。本計畫認為 2016 年 3 月之水質受梅雨季影響，採樣前 2 週均為雨天(2016/3/8 至 2016/3/24，累計降雨量達 246.7 mm)，使慈湖集水區內之農牧污水、家庭污水與累積於溝渠中之營養進入慈湖，使慈湖之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽等營養濃度增加，尤其以鄰近東測溝渠之 C4、C5、C7 測站較為嚴重。另一方面，此時 C4 測站之磷酸鹽、銨鹽及硝酸鹽均遠高於其餘測站，除了淡水溝渠影響外，棲息在北側木麻黃林之眾多鷓鴣亦可能為此現象之原因之一。2016 年 6 月之降雨量僅有 55 mm，在溝渠入水減少之情況下，慈湖整體鹽度小幅提升、營養鹽濃度減低，僅東側之 C5、C6、C7 測站仍明顯受淡水影響，且維持偏高之營養鹽與葉綠素 *a* 濃度。2016 年 9 月大雨頻繁，降雨量達 362.3 mm，且因莫蘭蒂颱風影響(2016/9/15，日降雨量 116 mm)，使慈湖整體鹽度偏低，但卻維持偏低之營養濃度。本

計畫認為此現象之原因可能有二：(1)颱風豪雨造成之稀釋效應；(2)颱風過後之藻類增生，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。2016 年 12 月始進入乾季，降雨量為 28.0 mm，使慈湖整體鹽度偏高，營養鹽濃度偏低，但 C5、C6、C7 測站仍稍受淡水影響，故其硝酸鹽、銨鹽與磷酸鹽濃度偏高。2017 年 2 月之降雨量僅有 90.1 mm，但因採樣當日適逢大雨(2017/2/22，日降雨量 65 mm)，故 C4、C5、C6、C7、C8 測站均略受淡水影響，其中以 C5 測站之鹽度最低，並具有極高之硝酸鹽濃度。2017 年 5 月至 11 月，降雨量自 100.9 mm 遞減至 12.7 mm，使慈湖之鹽度逐漸升高，但 C5、C7 測站仍維持偏高之銨鹽及磷酸鹽濃度。綜合而言，慈湖西側(C1、C2、C3、C9、C10 測站)之水質較穩定，營養鹽與葉綠素 *a* 濃度僅在大雨或颱風過後增加，慈湖東側(C4、C5、C6、C7、C8 測站)則無論降雨與否皆維持偏高之營養鹽與葉綠素 *a* 濃度，其中又以 C5 與 C7 測站最為嚴重，其溝渠上游承接之農業污水、畜牧業污水(牛隻放牧、畜牧場)與家庭污水為慈湖東側水質劣化之主因。

為改善慈湖之水質狀態，本計畫於前年度建議可利用水閘門改善慈湖之水體交換，進而稀釋污染程度，管理處亦於今年度 1 月起增加換水頻率。水質結果顯示，C1、C2、C3、C9、C10 測站之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽濃度在 2017 年分別降低 77%、62%、43%，葉綠素 *a* 濃度則約為 2016 年之 1.1 倍；C4、C6、C8 測站之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度分別降低 77%、76%、39% 及 2%；C5、C7 測站之硝酸鹽、銨鹽分別降低 61%、1%，磷酸鹽、葉綠素 *a* 濃度則分別提升 5.6 倍與 1.75 倍。綜合而言，水閘門開啟頻率增加使慈湖 C1、C2、C3、C4、C6、C8、C9、C10 測站之營養鹽濃度降低，但於葉綠素 *a* 濃度之變化極小；C5、C7 測站方面，則僅有硝酸鹽略微減輕，銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度則無明顯改善，顯示此操作方式之水質處理效果有限。

為量化金門湖庫之優養化程度，本計畫原擬以透明度、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。Nixon(1995)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 $300 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 者為普養系統(mesotrophic)；高於 301 但低於 $500 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 者為優養系統(eutrophic)；大於 $501 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 者則為超養系統(hypertrophic)。2016 年 3 月慈湖與陵水湖之平均卡爾森指數分別約為 47.8 與 52.5，屬於優養狀態；而以溶氧代謝量化之總基礎生產量(GPP)分別約為 $381 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 與 $963.4 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ (計算方法詳見第 27 頁之生態系統代謝)，可見慈湖與陵水湖屬於優養及超養系統。綜合而言，兩種判斷依據之結果相似，且以基礎生產量之數據更為精確，因此，本計畫主要以 Nixon(1995)之準則作為慈湖與陵水湖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 $387.62 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於優養水域。

貳、陵水湖

本計畫目前已完成 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月與 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月之水質採樣調查。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。

本計畫 8 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 19.4°C 至 36.0°C (表附錄 1-3)，以 2016 年 6 月及 2017 年 8 月較高，2016 年 3 月、12 月及 2017 年 5 月最低。溶氧介於 2.7 mg L^{-1} 至 12.4 mg L^{-1} ，以高溫之 2016 年 6 月溶氧最低；2017 年 11 月之溶氧偏高，本計畫認為此現象可能與此時極高之葉綠素 *a* 濃度有關。酸鹼值介於 7.4 至 11.0 間，除 2016 年 6 月之 L1、L2 測站及 2017 年 3 月之 L5、L7 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 L7、L8、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(L1、L2)屬於半淡鹹水，鹽度介於 7.0 至 26.1；車轍道以南之內湖測站(L3-L7)與水源測站(L8、L9)則均為淡水水域，鹽度介於 0.0 至 0.9；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 L1、L2 測站較高；濁度介於 0.0 NTU 至 63.0 NTU，以 L7、L8、L9 測站之濁度最高，L4、L6 測站最低。

本計畫 8 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 165.5 mg L^{-1} (表附錄 1-4)。水中顆粒性有機質介於 2.0 mg L^{-1} 至 135.0 mg L^{-1} 。磷酸鹽介於 0.00 mg L^{-1} 至 0.32 mg L^{-1} (圖 3-5)，以 2016 年 12 月、2017 年 3 月、5 月較高。硝酸鹽介於 0.04 mg L^{-1} 至 2.64 mg L^{-1} (圖 3-6)，以 2016 年 3 月最高，測站間以 L1、L2、L8、L9 測站之濃度較高，但於 2016 年 6 月起，除 L1、L2 外之測站硝酸鹽濃度均低於 0.5 mg L^{-1} 。銨鹽介於 0.00 mg L^{-1} 至 0.36 mg L^{-1} (圖 3-7)，測站間以 L1、L2 測站較高；此外，2017 年 3 月之 C5 測站亦有偏高之銨鹽濃度。葉綠素 *a* 濃度介於 0.7 mg m^{-3} 至 352.6 mg m^{-3} (圖 3-8)，L1、L2、L4、L6 測站於調查期間多維持相對較低之葉綠素 *a* 濃度，且變異程度小；L3、L5、L7、L8、L9 測站之葉綠素 *a* 濃度變化趨勢相似，以 2016 年 3 月之濃度偏高，至 6 月降低後於 10 月重新上升，並在 2017 年 11 月達到最大值。

綜合上述水質結果，本計畫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。相較於 2016 年，2017 年陵水湖整體之葉綠素 *a* 濃度提高約 2.5 倍。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。自 2016 年 10 月起至 2017 年 11 月，金門整體之降雨不豐且蒸發量高，水體流動力極差導致淡水停留時間延長(見第二節)。此狀態除有利於浮游藻類與營養鹽之累積外，亦可能造成濃縮作用。因此，本計畫推測 2017 年之葉綠素 *a* 濃度極高，應與此時之降雨量稀少有關。

本計畫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 月之生產量數據，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。其中以 L7 測站之總基礎生產量最高，約為 $1,184.18 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ；L4 測站之總基礎生產量最低，約為 $461.73 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。

參、蘭湖水庫

本計畫已完成 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。

第 1 季至第 4 季現場檢測之水質結果顯示，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 m S cm⁻¹ 至 0.4 m S 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 月採集蘭湖水庫西側表層水時，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，各水質項目在西側、中央、東側間均無明顯差異。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 3-9、3-10、3-12)，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 3-11)。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。

本計畫彙整蘭湖水庫 2013 至 2017 年，共 19 筆之水質監測數據。結果顯示，近 4 年蘭湖水庫之卡爾森指數介於 52 至 71 間(圖 3-16)，呈優養狀態，但略有緩慢降低趨勢，尤其可見總磷濃度(圖 3-13)、葉綠素 *a* 濃度(圖 3-14)與透明度(圖 3-15)均有明顯改善。

Pearson 相關分析結果顯示，蘭湖水庫之葉綠素 *a* 濃度與水溫($r = 0.515, p < 0.05$)、總磷($r = 0.522, p < 0.05$)呈正相關，指出總磷為限制浮游藻類生長之主要因子，此結果亦與本計畫相符。

肆、瓊林水庫

本計畫已完成 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。

第 1 季至第 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 m S cm⁻¹ 至 0.30 m S 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* 濃度極高造成之自體遮蔽效應，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。本計畫於調查期間發現，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，使水質劣化，故本計畫推測瓊林水庫之高濁度、懸浮固體與營養鹽濃度可能與其低水位有關。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。

本計畫彙整瓊林水庫 2002 至 2012 年，共 42 筆之水質監測數據。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，與本計畫 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，疑因水量過少使二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

本計畫已完成 2016 年 3 月、6 月、10 月、12 月，共 4 季之瓊林水庫水質分析工作。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 年起本計畫以行政院環保署之水質監測數據進行資料分析。

第 1 季至第 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 m S cm⁻¹ 至 0.31 m S 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。

本計畫彙整擎天水庫 2002 至 2017 年，共 59 筆之水質監測數據。結果顯示，近 15 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；但至 2017 年，葉綠素 *a* 之濃度大減，使優養程度減輕。Pearson 相關分析結果顯示，擎天水庫之葉綠素 *a* 濃度與酸鹼值($r = 0.357, p < 0.001$)、總磷($r = 0.322, p < 0.05$)、濁度($r = 0.330, p < 0.05$)、懸浮固體($r = 0.451, p < 0.001$)、化學需氧量($r = 0.410, p < 0.01$)、總硬度($r = 0.336, p < 0.05$)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，故總磷上升將促進浮游藻類生長，進而使水體之濁度、懸浮固體、化學需氧量及總有機碳增加。

陸、汞污染調查

水體汞污染調查部分，本計畫已於蘭湖、瓊林與擎天水庫各採集魚類一尾(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。本計畫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 (18-3106 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仍低。目前我國食藥署之水產動物類

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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、瓊林與擎天水庫並無汞污染現象。

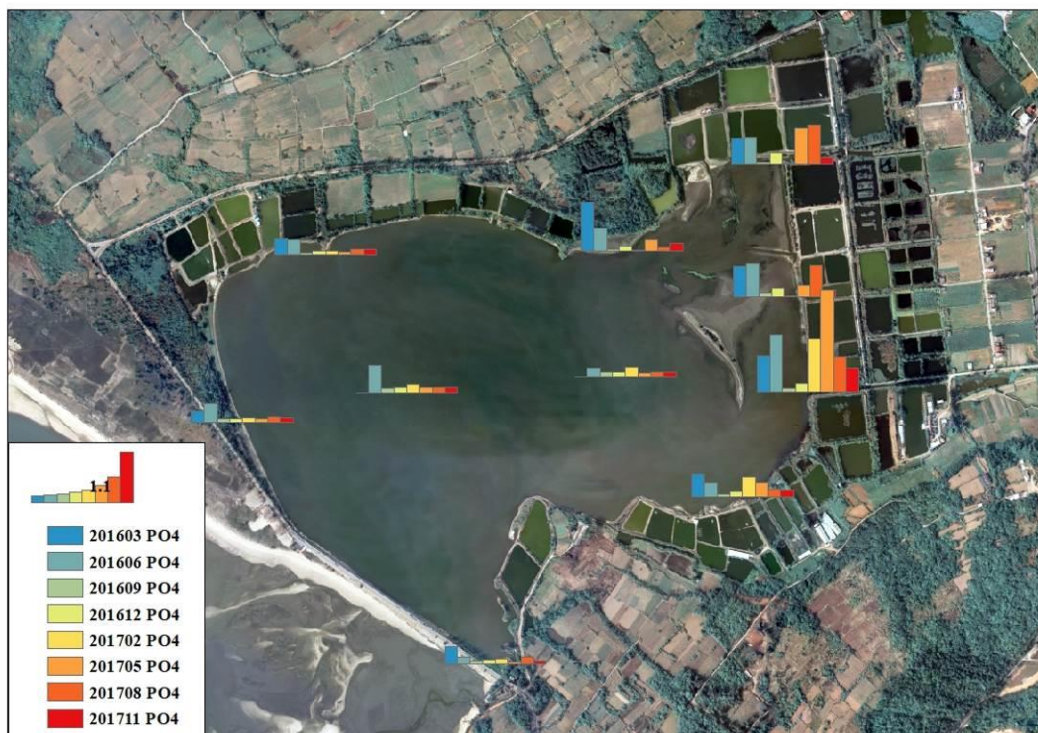


圖 3-1 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站磷酸鹽濃度(mg L⁻¹)。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)



圖 3-2 2016 年 3 月至 2017 年 11 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)

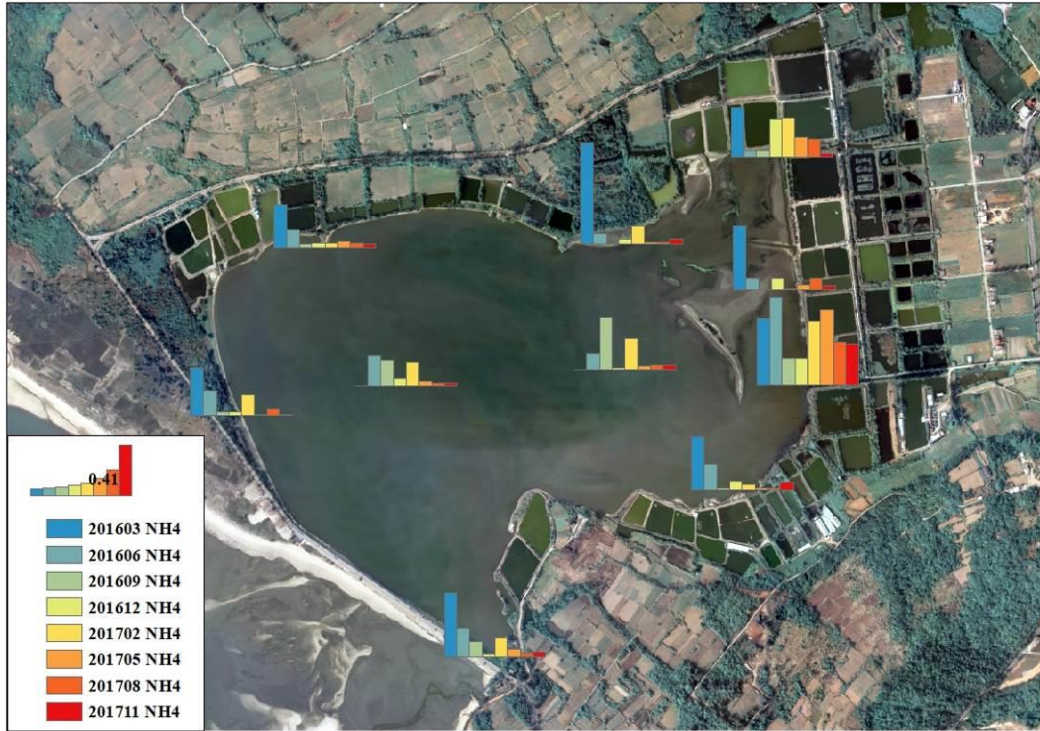


圖 3-3 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站銨鹽濃度(mg L^{-1})。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)

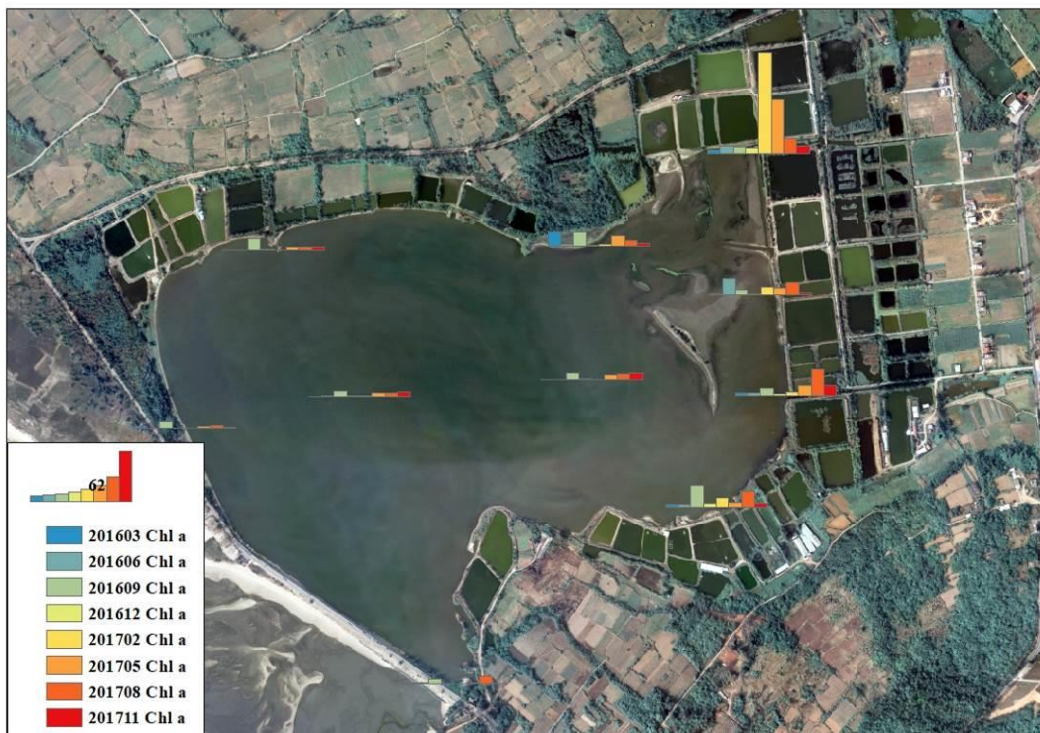


圖 3-4 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C10 測站葉綠素 *a* 濃度(mg m^{-3})。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)

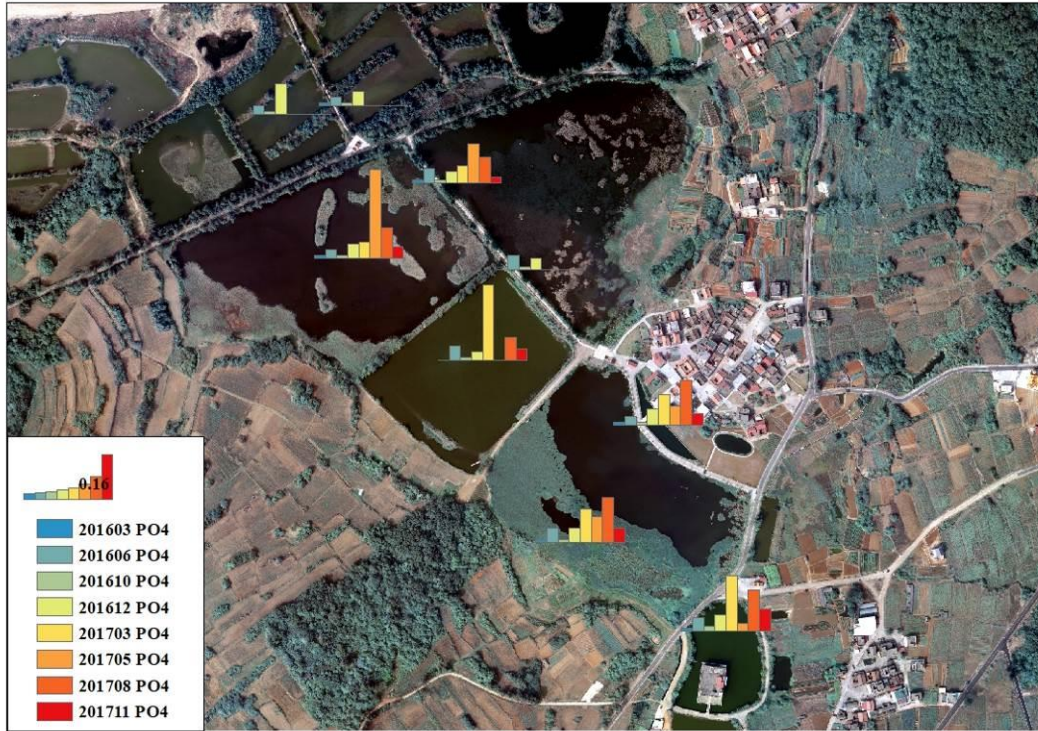


圖 3-5 2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖各測站磷酸鹽(mg L⁻¹)。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)



圖 3-6 2016 年 3 月至 2017 年 11 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)

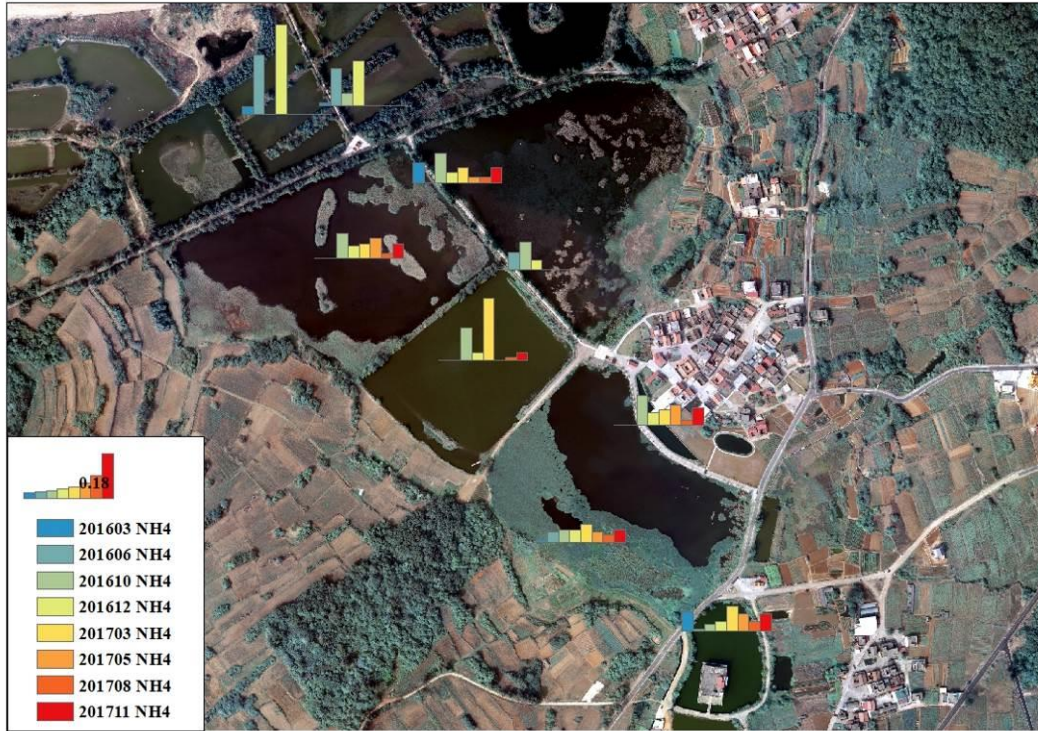


圖 3-7 2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖各測站銨鹽(mg L^{-1})。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)

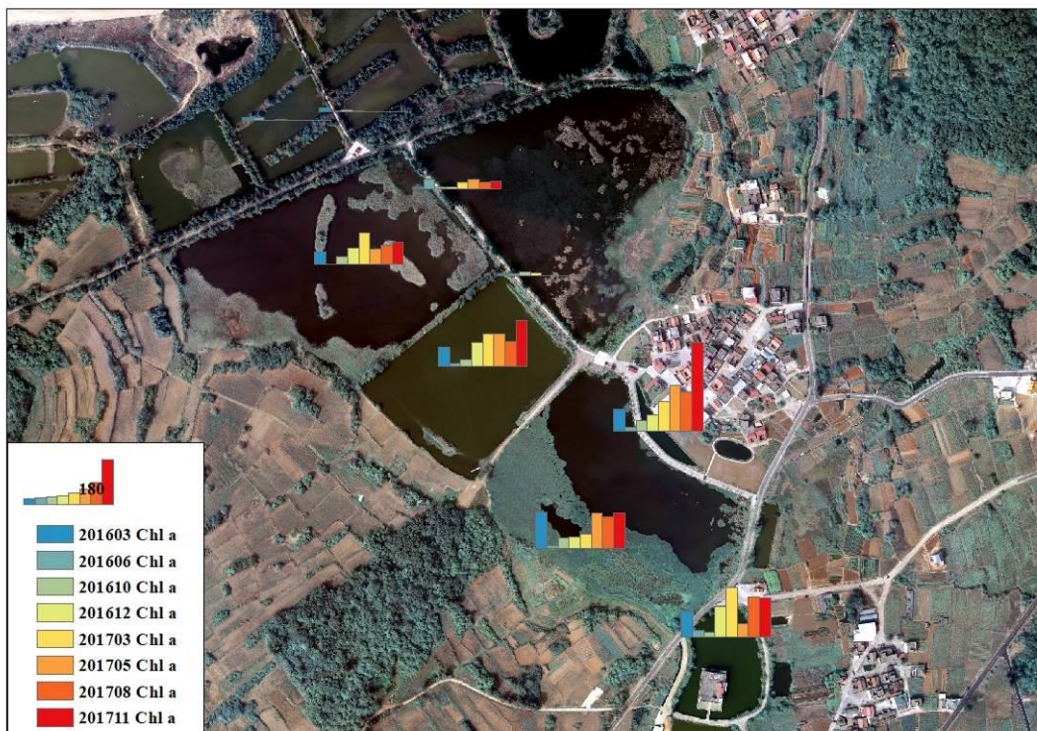


圖 3-8 2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖葉綠素 a 濃度(mg m^{-3})。圖示為相對基準值(資料來源：本研究)

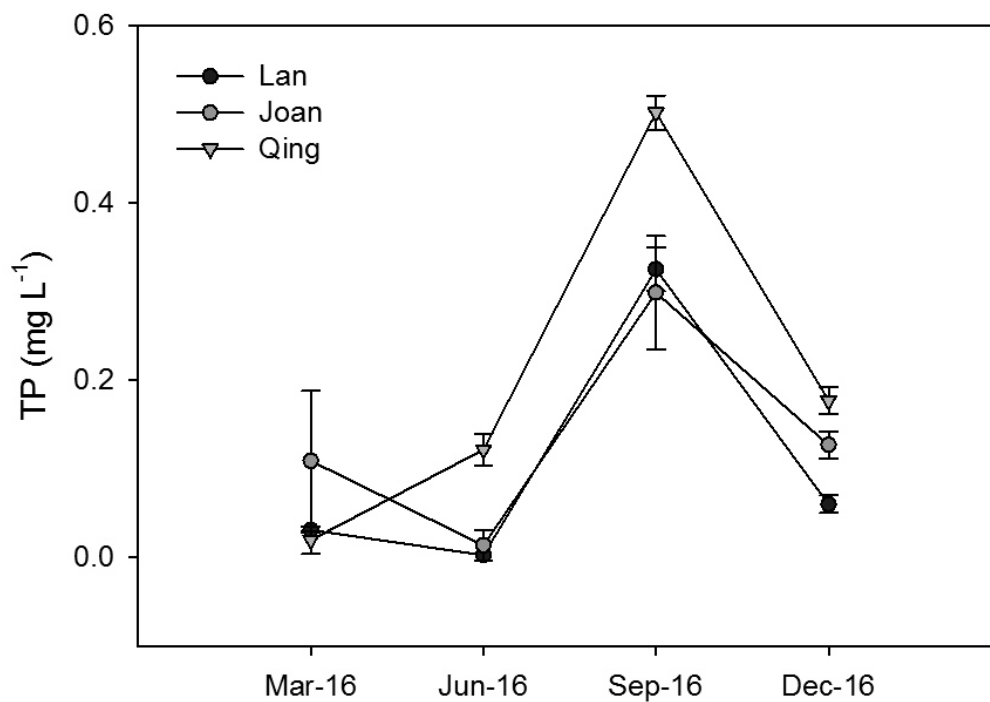


圖 3-9 2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫總磷濃度
(資料來源：本研究)

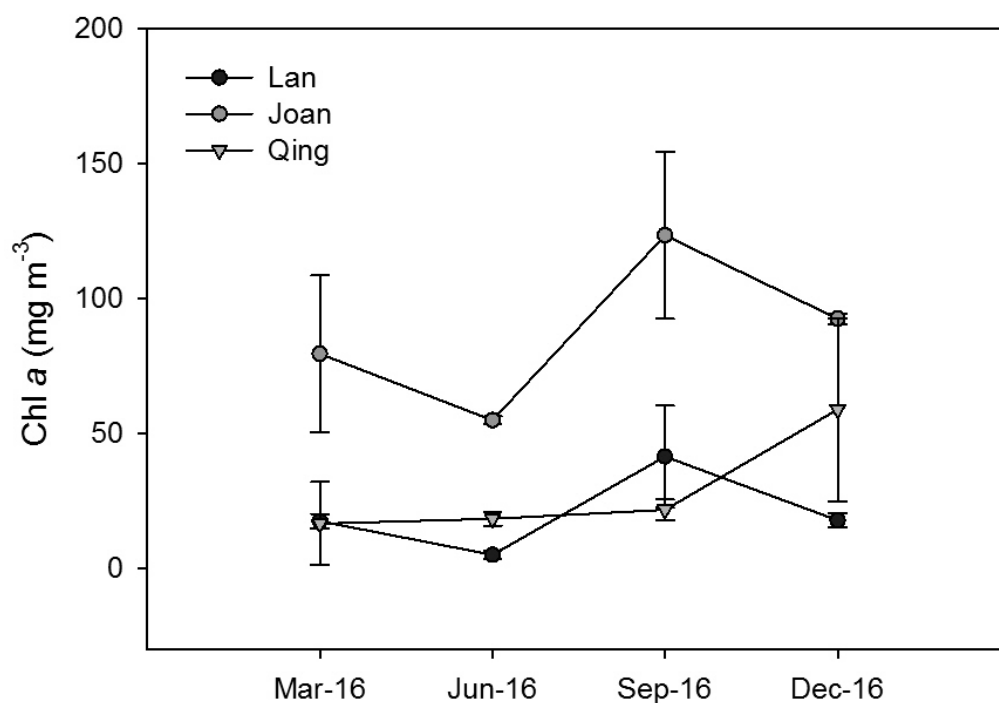


圖 3-10 2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫葉綠素 a 濃度
(資料來源：本研究)

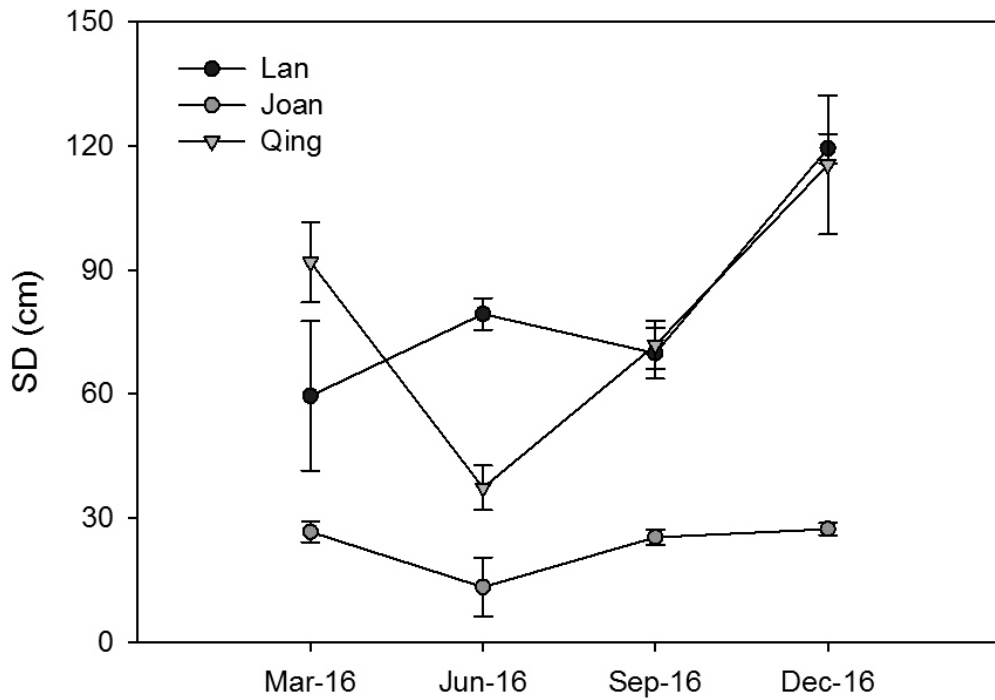


圖 3-11 2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫透明度
(資料來源：本研究)

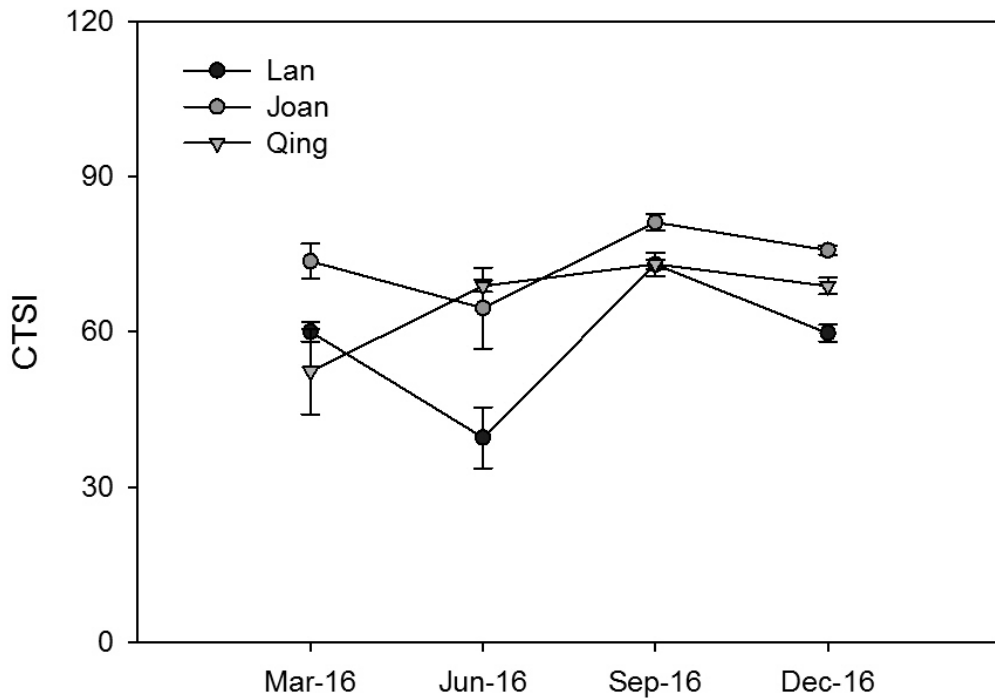


圖 3-12 2016 年 3 月至 12 月蘭湖、瓊林、擎天水庫卡爾森指數
(資料來源：本研究)

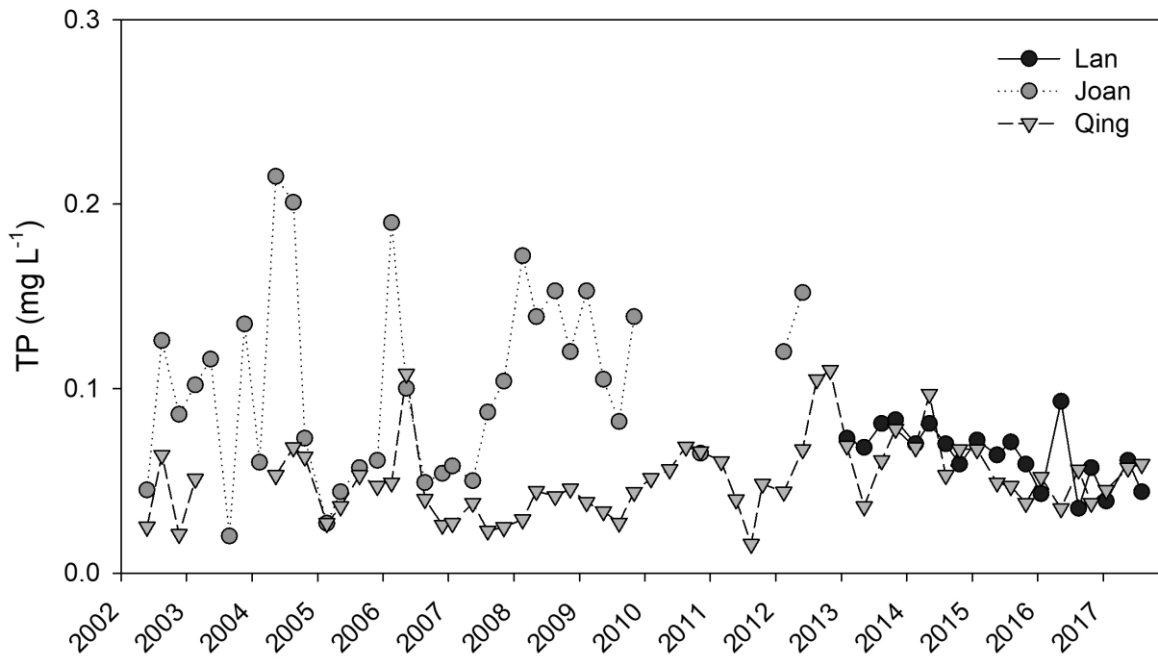


圖 3-13 2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫總磷濃度
(資料來源：全國環境水質監測資訊網)

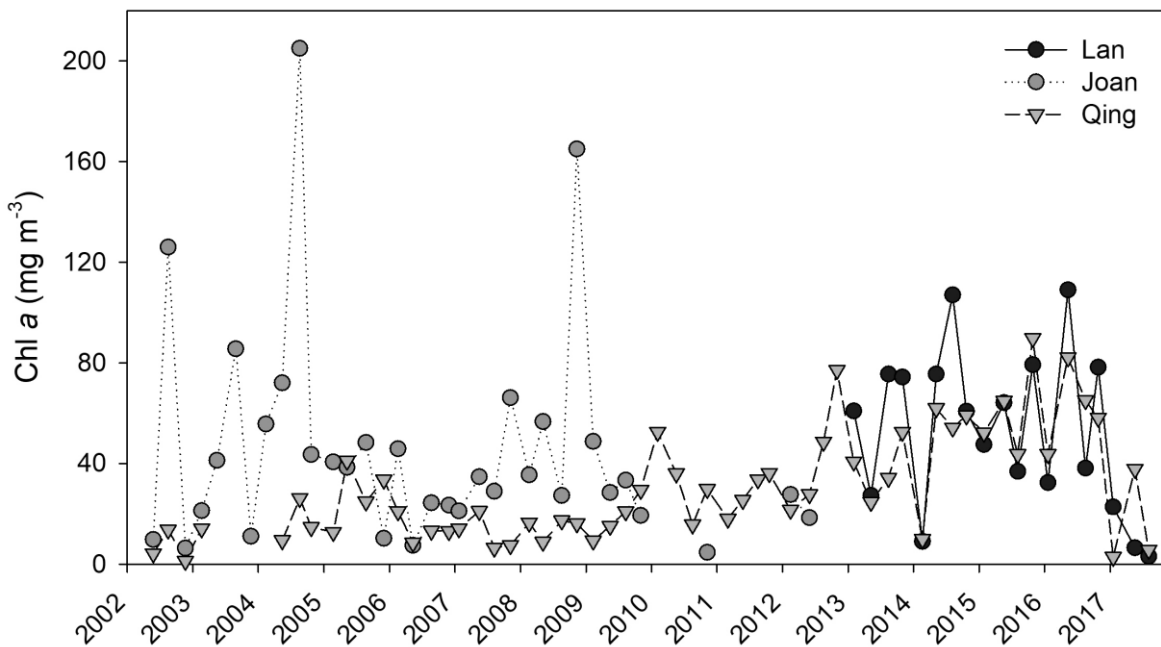


圖 3-14 2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫葉綠素 a 濃度
(資料來源：全國環境水質監測資訊網)

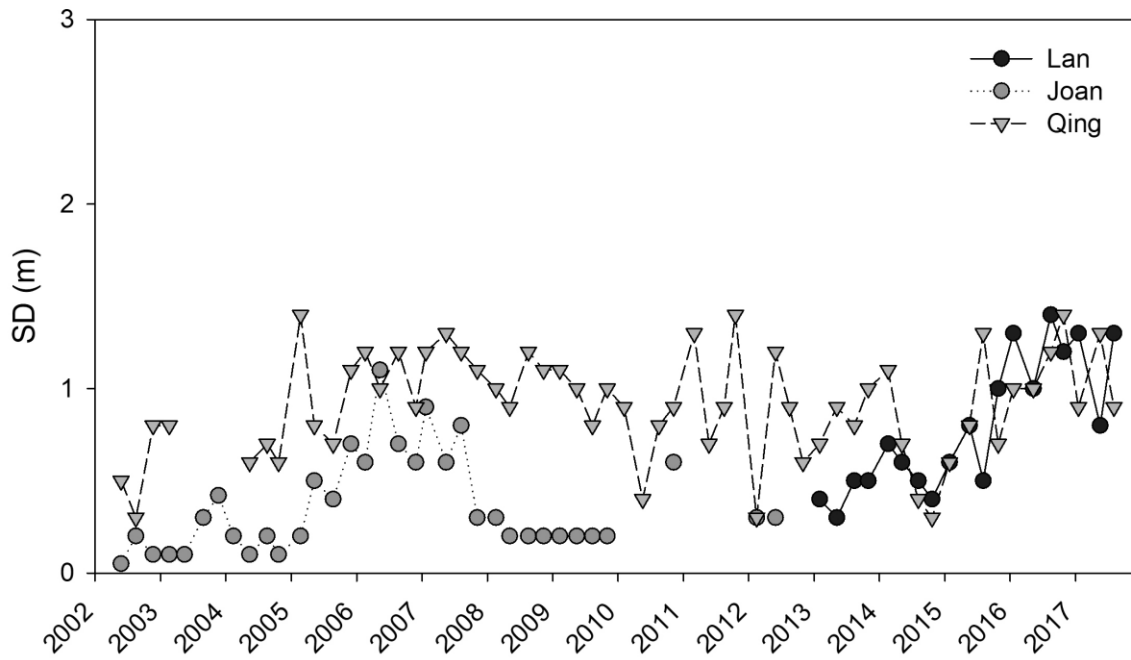


圖 3-15 2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫透明度
(資料來源：全國環境水質監測資訊網)

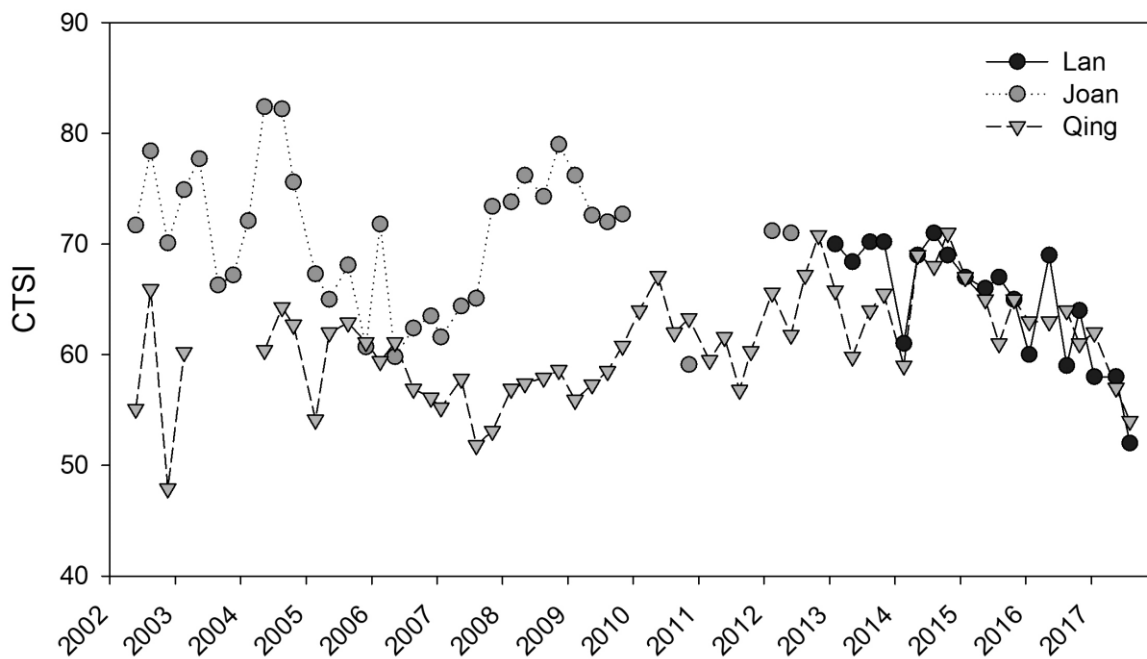


圖 3-16 2002 年至 2017 年蘭湖、瓊林、擎天水庫卡爾森指數
(資料來源：全國環境水質監測資訊網)

第二節、水文收支

壹、水文收支

一、慈湖

由 2009 年至 2016 年之衛星航照圖可見慈湖東北側偶有底質暴露之情況(圖 3-17~3-19)。為探討慈湖之陸化與水體交換程度，本計畫記錄慈湖水位變化，並於 2016 年 3 月至 12 月每季測量慈湖之逕流流量、懸浮固體濃度，並由中央氣象局取得降雨、蒸發量數據，以估算水體殘餘流量(V_R)、海水交換量(V_X)及溝渠輸砂量。水體停留時間長短為影響水域水質之重要因子之一，故本計畫亦利用上述參數推估淡水停留時間(FRT)與總水體交換時間(τ)作為未來之水質管理依據。本計畫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，本計畫另以縮時攝影機於 2017 年 8 月 4 日至 8 月 22 日記錄慈湖短期之水位變化。本計畫結果顯示，慈湖之水域面積約為 99 ha，集水區面積 589 ha，平均水深 0.83 m，並東北向西南漸深(圖 3-20)。慈湖之平均水深除 2016 年 9 月因莫蘭蒂颱風過境曾達 1.03 m 外，多淺於 0.85 m。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)大幅上升約 0.07 m 後持續緩慢上升，並於 21 日達到 0.90 m，顯示慈湖在短時間之出水不易，使水位持續升高。

前年度本計畫以現地量測流速方法推估慈湖東側 2 溝渠之淡水逕流量，然因無法在颱風或大雨期間量測流速，導致嚴重低估淡水流量，進而高估慈湖之淡水停留時間(147 天至 555 天)與水體交換時間(38 天至 162 天)。有鑑於溝渠淡水注入量之推估困難，本計畫參考 Mitsch and Gosselink(1994)之方法，利用集水區面積與暴雨量(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)粗估淡水逕流量範圍。此係數之範圍介於 0 至 1 間，由於金門地區缺乏該數據，故本計畫結果僅以範圍呈現。本計畫 2016 年 1 月 1 日至 12 月 31 日之水文收支模式顯示，慈湖水體之平均變化量為 $-8,731 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-21)，降雨量與蒸發量分別為 $5,091 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $2,916 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (資料來源：中央氣象局)，逕流量介於 $904 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $9,035 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 間(表 3-1)，淡水停留時間介於

41 天至 70 天；鹽收支模式之結果則顯示，慈湖之 V_x 介於 $35,964 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $60,728 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，總水體交換時間介於 10 天至 17 天。相較於七股瀉湖(5.8 天，郭芳旭，2000)與大鵬灣(10.6 天，洪佩瑩，2001)而言，慈湖之水體交換時略長。為加強慈湖之水體交換，金管處於今年起增加防潮閘門之開啟頻率，故本計畫亦建構 2017 年 1 月 1 日至 11 月 22 日之水收支模式。結果顯示，2017 年慈湖水體之平均變化量為 $-1,489 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-22)，降雨量與蒸發量分別為 $1,939 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $3,426 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $456 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $4,556 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-2)，淡水停留時間介於 181 天至 1,798 天；鹽收支模式之結果則顯示，慈湖之 V_x 介於 $6,842 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $68,081 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，總水體交換時間為介於 11 天至 113 天。綜合 2 年度之水收支模式，可見 2017 年之淡水停留時間極長，約為去年之 4-26 倍。本計畫認為，2017 年之降雨、暴雨量分別僅有去年之 38%、50%，且蒸散量亦為去年之 1.17 倍，整體水域之入水量減少，是以導致 2017 年之淡水停留時間極長之。然而，因防潮閘門開啟之時間增加，使水域整體之鹽度上升，故總水體交換時間仍維持於 2016 年之 1-7 倍。

為瞭解慈湖水體之流動方向，本計畫於 2017 年 9 月 26 日、11 月 7 日、11 月 8 日大潮期間於滿潮前 2 小時測量水體流速、流向。2017 年 9 月 26 日，本計畫測量水閘門至 C8 測站一帶之結果顯示，在防潮閘門開啟時，海水自閘門進入後分為 2 沿岸流，其一沿慈堤流向西北方(圖 3-23)；其二則沿東側魚塢流向解說站，至此後流速趨緩，流向由東北、東南轉為西、西南。2017 年 11 月 7 日，本計畫測量慈堤北側至 C3 測站一帶之結果顯示，慈湖西側之水流多流向東、東南方；北測水流則主要流向西方。2017 年 11 月 8 日，本計畫測量 C4 至 C7 測站一帶之結果顯示，水深較淺之東側流向紊亂，除沙洲西側之水流大致隨風流向西外，其餘測點之水流較無規律。根據上述結果本計畫推測，由水閘門進入之水流可能分為 2 迴圈，其一流經東側魚塢沿岸後朝東北方向前進，至慈湖北側後轉為沿岸向西，並沿岸流至慈堤；其二流經東側魚塢沿岸後朝東北方向前進，至中央沙洲後流向東南，並沿南側魚塢形成 1 小迴圈。整體而言，慈湖中僅水閘門一帶之水流較強($0.01-0.38 \text{ m s}^{-1}$)且有明顯之沿岸流，其餘區域之流速均低於 0.07 m s^{-1} 。

為探討慈湖之淤積程度，本計畫根據上述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沙量之範圍介於 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整體為一單元推估，而由本計畫流向結果可知，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。

二、陵水湖

本計畫嘗試將陵水湖之第 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，故仍以陵水湖為單一主體建構水文模式。本計畫結果顯示，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 0.66 m 與 0.96 m，大致上以 2016 年 9 月與 2017 年 8 月之水位略高。地表水主要由南側水上餐廳(L9 測站)、上庫社區水池(L8 測站)與邊坡進入湖中。

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 3-24)，降雨量與蒸發量分別為 $1,255 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $719 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (資料來源：中央氣象局)，逕流量介於 $161 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $1,614 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (表 3-3)，淡水停留時間介於 103 天至 358 天，整體上水體流動力不佳。2017 年陵水湖之水體變化量約為 $-579 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (圖 3-25)，降雨量與蒸發量分別為 $478 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 及 $844 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ，逕流量介於 $81 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 至 $814 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ 間(表 3-4)，淡水停留時間介於 205 天至 715 天。綜合 2 年度之水文收支結果，顯示 2017 年陵水湖之淡水停留時間約為 2016 年之 2 倍。本計畫認為，此現象之狀況與慈湖相同，導因於 2017 年之低降雨量與高蒸發量，方使淡水停留時間延長。

貳、底質分析

一、粒徑分析

本計畫於 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 3-26~3-28)。其中 C1、C2 測站之粒徑中值較高，介於 0.42 mm 至 0.75 mm 間，底質屬於粗砂、中等粗砂；其次為 C3、C4、C6 測站，粒徑中值介於 0.17 mm 至 0.50 mm 間，底質屬於細砂、中等粗砂；最低為 C5、C7、C8 測站，粒徑中值介於 0.05 mm 至 0.32 mm 間，底質屬於細沙、極細沙至粉泥。粉泥黏土含量之趨勢與粒徑中值相反，因慈湖東半部靠近入水溝渠，污泥多淤積於此，故以 C5、C7、C8 測站之粉泥黏土含量較高，介於 15% 至 50% 間；至 C3、C4、C6 測站，溝渠之影響減輕，粉泥黏土含量下降至 6% 至 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，介於 1% 至 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 至 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

本計畫於 2016 年 9 月、12 月及 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 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 3-29)，C1、C3、C4 測站次之，C5、C6、C7、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，本計畫認為 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。自 2017 年 2 月起，可見 C8 測站之 ORP 大幅上升，本計畫初步推測此現象可能與今年防潮閘門開啟頻率增加有關。

三、底質葉綠素 *a* 濃度

底質中之葉綠素 *a* 濃度可作為底棲微藻之生物量指標。本計畫已完成 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 3-30)，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。本計畫認為，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，但濃度遠高於浮游藻類(約 7.2 mg m^{-2})，顯示底棲微藻為慈湖重要之基礎生產者。

四、底質有機質

本計畫已完成 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 3-31)，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。此現象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。本計畫認為慈湖底質中之有機質來自於東側溝渠，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	9035	8132	7228	6325	4518	2711	1807	904
V _R	m ³ d ⁻¹	-19941	-19038	-18134	-17231	-15424	-13617	-12713	-11810
FRT	d	41	43	45	48	53	60	65	70
V _X	m ³ d ⁻¹	60728	57976	55225	52473	46970	41467	38716	35964
τ	d	10	11	11	12	13	15	16	17

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。(資料來源：本研究)

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	4556	4100	3645	3189	2278	1367	911	456
V _R	m ³ d ⁻¹	-4558	-4103	-3647	-3191	-2280	-1369	-914	-458
FRT	d	181	201	226	258	361	601	901	1798
V _X	m ³ d ⁻¹	68081	61276	54472	47668	34059	20450	13646	6842
τ	d	11	13	14	16	23	38	57	113

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。(資料來源：本研究)

表 3-3 2016 年陵水湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	R_p							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V_Q	$m^3 d^{-1}$	1,614	1,453	1,291	1,130	807	484	484	161
V_R	$m^3 d^{-1}$	-2,040	-1,879	-1,717	-1,556	-1,233	-910	-910	-587
FRT	d	103	112	123	135	171	231	231	358

註： R_p 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。(資料來源：本研究)

表 3-4 2017 年陵水湖水收支模式輸出參數

Parameter	Unit	R_p							
		1.0	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1
V_Q	$m^3 d^{-1}$	814	732	651	570	407	244	244	81
V_R	$m^3 d^{-1}$	-1,027	-945	-864	-783	-620	-457	-457	-294
FRT	d	205	223	244	269	339	460	460	715

註： R_p 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。(資料來源：本研究)



圖 3-17 2009/10/29 慈湖衛星航照圖
(資料來源:Google Earth)



圖 3-18 2013/3/16 慈湖衛星航照圖
(資料來源:Google Earth)



圖 3-19 2016/7/23 慈湖衛星航照圖
(資料來源:Google Earth)



圖 3-20 慈湖等深線圖(cm)

(資料來源：本研究)

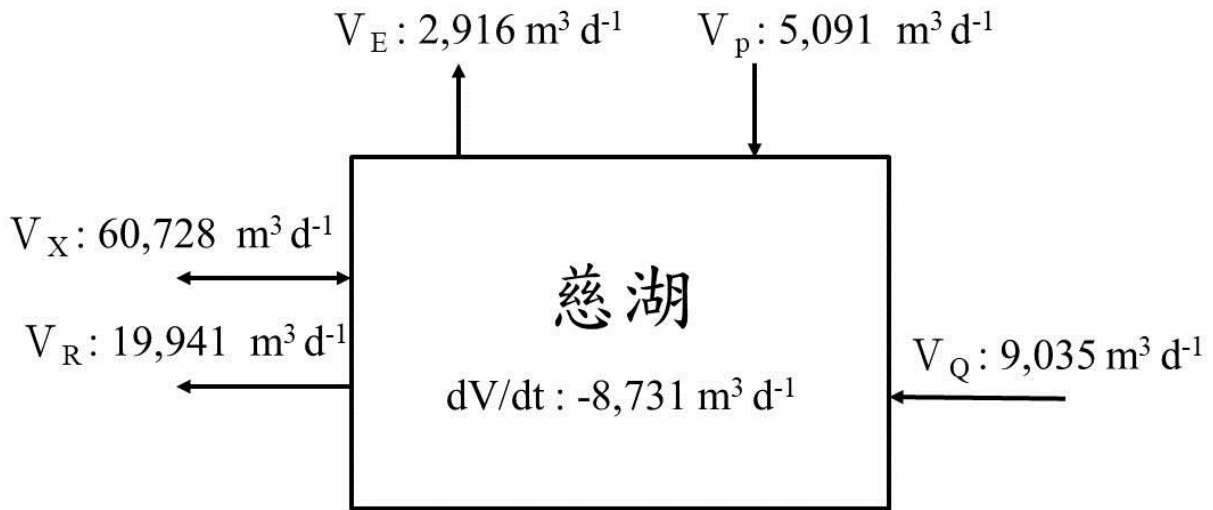


圖 3-21 2016 年慈湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。

(資料來源：本研究)

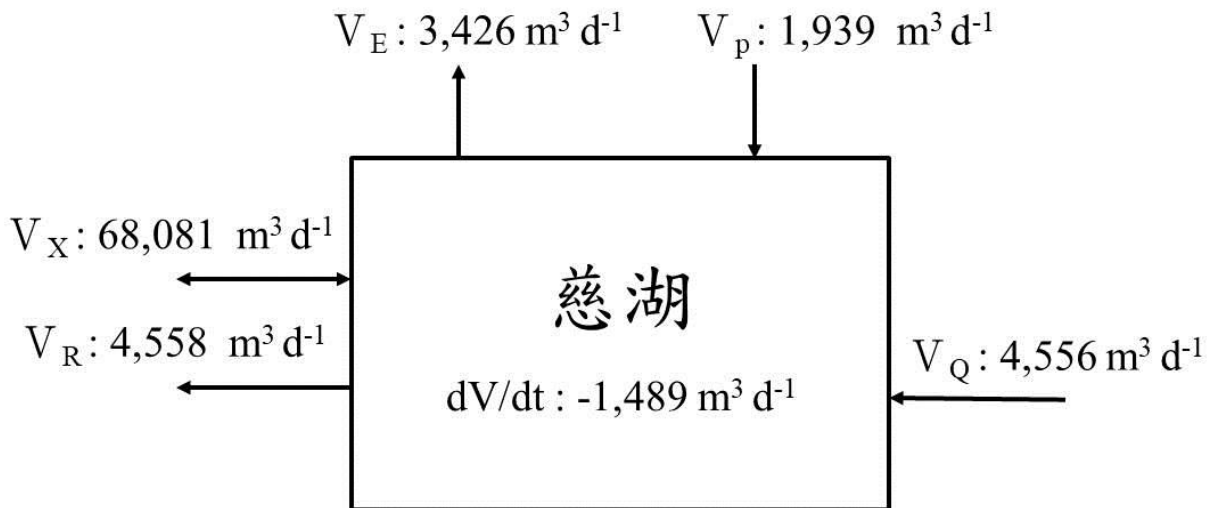


圖 3-22 2017 年慈湖水文收支模式($R_p=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。

(資料來源：本研究)



圖 3-23 慈湖流向圖。箭頭大小表示流速快慢。
(資料來源：本研究)

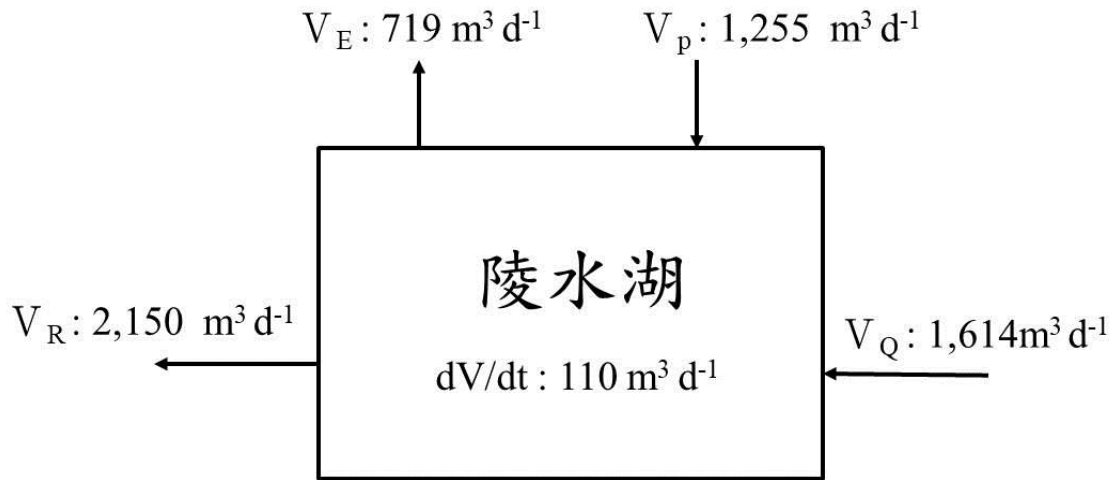


圖 3-24 2016 年陵水湖水文收支模式($Rp=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。(資料來源：本研究)

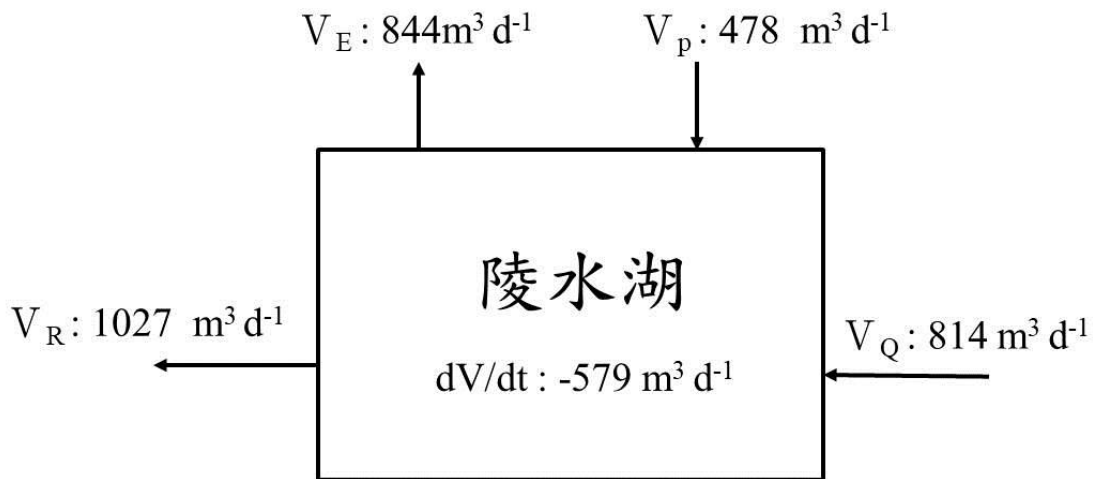


圖 3-25 2017 年陵水湖水文收支模式($Rp=1$)。圖中 dV/dt 為水域體積變化量； V_Q 為淡水注入量； V_P 為降雨量； V_E 為蒸發量； V_R 為殘餘流量； V_X 為海水交換量。(資料來源：本研究)

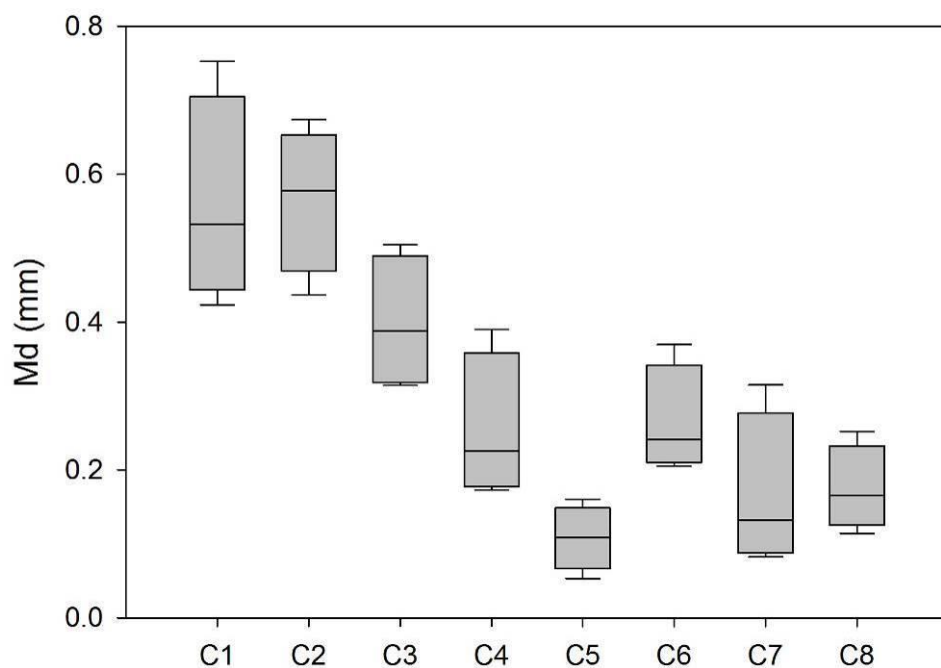


圖 3-26 2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質粒徑中值
(資料來源：本研究)

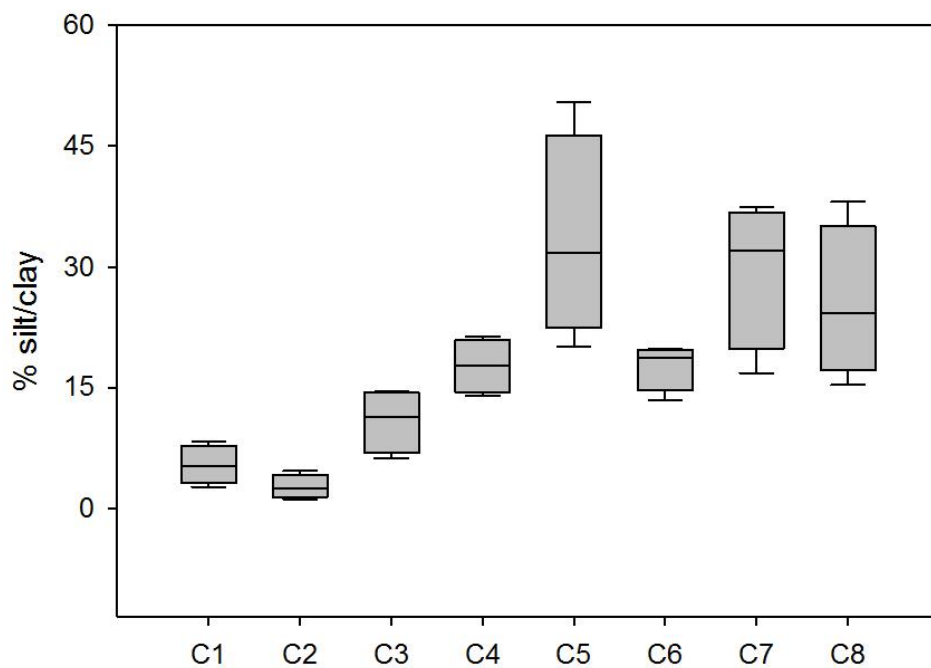


圖 3-27 2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質粉泥黏土含量
(資料來源：本研究)

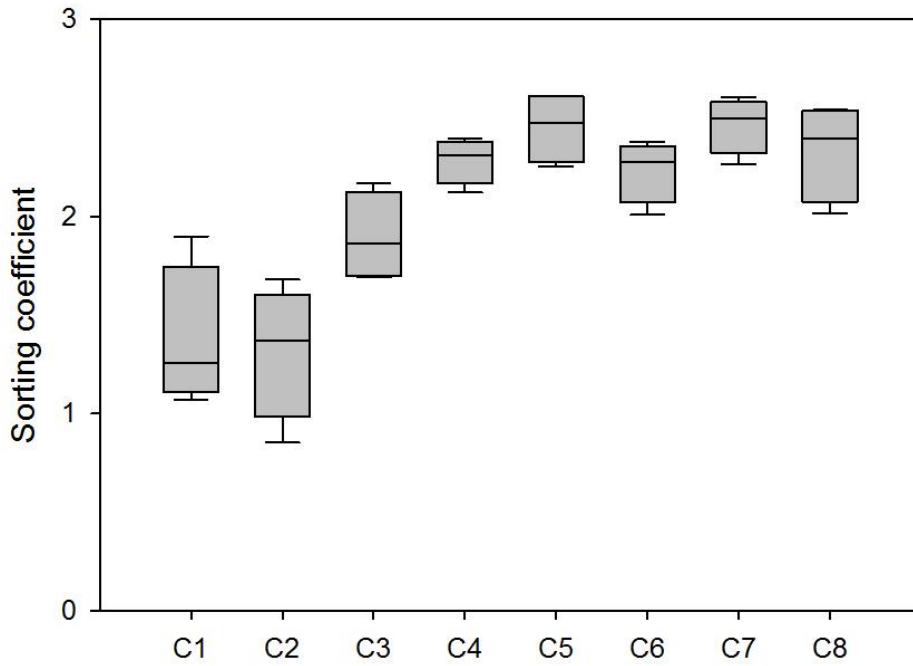


圖 3-28 2016 年 5 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站底質篩選係數
(資料來源：本研究)

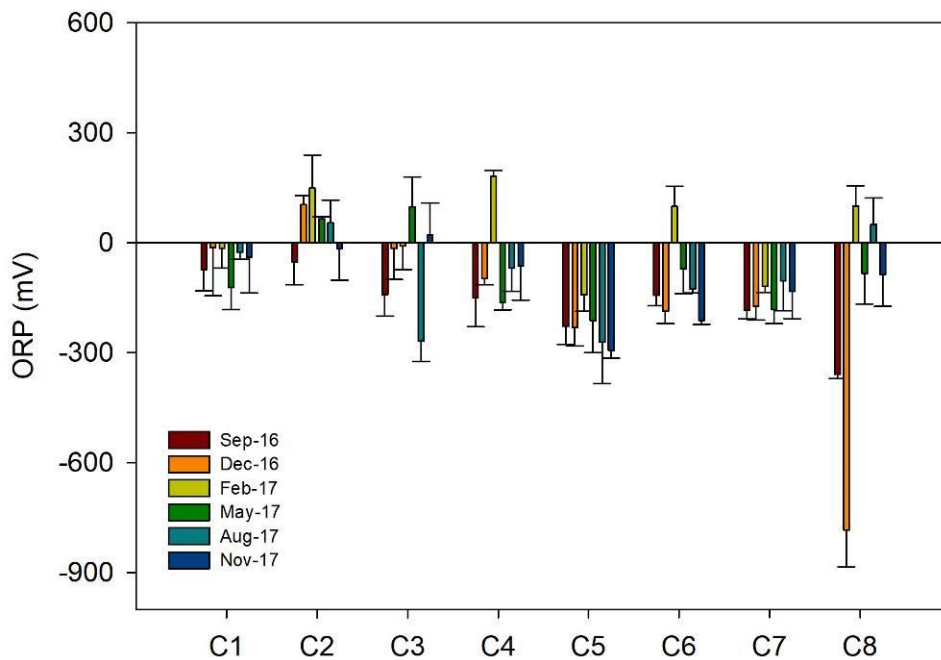


圖 3-29 2016 年 9 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站氧化還原電位
(資料來源：本研究)

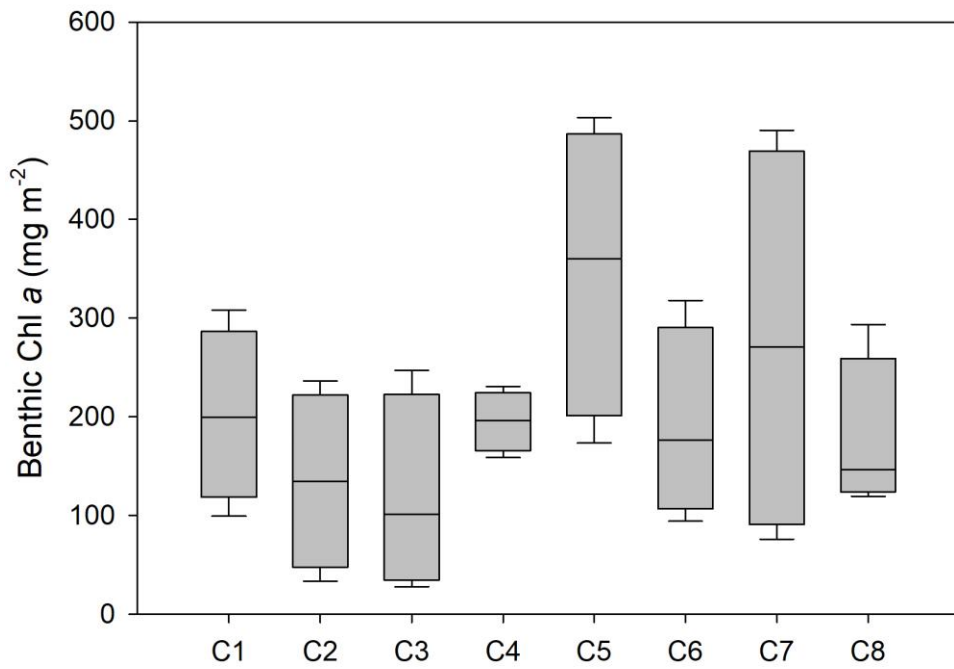


圖 3-30 2017 年 2 月至 5 月慈湖 C1-C8 測站底質葉綠素 *a* 濃度
(資料來源：本研究)

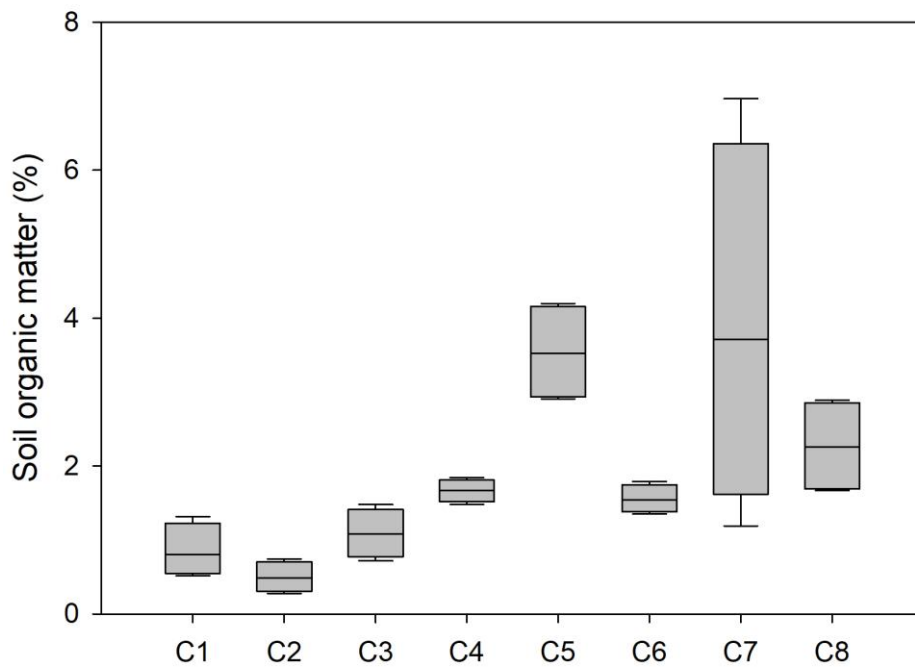


圖 3-31 2017 年 2 月至 5 月慈湖 C1-C8 測站底質有機質
(資料來源：本研究)

第三節、基礎生產者調查

壹、水、陸域植物

一、慈湖

本計畫於慈湖周邊陸域設置 8 處樣區(慈 1-8, 圖 3-32), 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 3-5)。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 3-34); 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

本計畫於陵水湖周邊水、陸域設置 6 處樣區(陵 1-6, 圖 3-33), 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 3-6); 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 3-35); 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。

衛星航拍圖顯示，陵水湖第 4 池之水生植物在 2010 年前即有陸化趨勢(圖附錄 3-1)，尤其至 2015 年低水位時，明顯可見水生植物遍布第 4 池。本計畫期間以四軸飛行航拍器記錄第 4 池水生植物之成果亦顯示，2016 年 4 月至 9 月除水深較深處(圖附錄 3-2)，水生植物已長滿全池。然而，至 2017 年 2 月，第 4 池蘆葦大量枯萎，使此時之水域面積大增，其比例約達 80%；至 2017 年 5 月、8 月，水生植物雖小幅擴散，但水域面積仍達 75%。在第 1、2、3 池，水生植物於 2017 年 5 月、8 月間無明顯變化，第 1 池之水生植物集中於水上餐廳入水口一帶(圖附錄 3-3)；第 2 池之水生植物分布於西側(布袋蓮)與東、東北側之水門處；第 3 池則有少量之水生植物位於西側。

陵水湖第 4 池之水生植物生產量方面，本計畫已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成水燭、蘆葦、鋪地黍之生物量、生產量調查。結果顯示，水燭之生物量介於 $642.2 \text{ g DW m}^{-2}$ 至 $1138.2 \text{ g DW m}^{-2}$ (圖 3-36)，生產量介於 $0.31 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $15.67 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (圖 3-37)，2 者均以夏季遠高於春、秋季。蘆葦之生物量介於 73.5 g DW m^{-2} 至 $344.2 \text{ g DW m}^{-2}$ ，自春季始逐漸增加，並於夏秋季上升減緩，可見自 2017 年 2 月蘆葦大量枯死後逐漸復甦之趨勢，但生長速率甚緩，與本計畫空拍圖之結果相符；生產量則介於 $1.58 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $5.77 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，並以春、夏季高於秋季。鋪地黍之生物量介於 $321.3 \text{ g DW m}^{-2}$ 至 $1688.0 \text{ g DW m}^{-2}$ ，自春季開始下降，並於秋季達至最低值；生產量則介於 $1.24 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ 至 $2.21 \text{ g DW m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，以春、秋季高於夏季。在 3 種水生植物間，生物量以水燭最高、鋪地黍次之；生產量則以水燭最高、蘆葦次之。

另一方面，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，本計畫除每季拍攝空拍影像外，亦嘗試以流刺網、垂釣等方法追蹤草魚族群量，惟至今仍尚未採集到草魚個體，故預計於明年度增加努力量，以探討施放草魚之功效。

貳、浮游藻類

一、慈湖

本計畫已於 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，本計畫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 3-38)，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 3-39)，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

本計畫已於 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，本計畫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 3-40)，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 3-41)；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

本計畫已於 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，本計畫共記錄 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 $292.6 \text{ g DW m}^{-2}$ (圖 3-42)，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，故本計畫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；本計畫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。在本計畫結果中，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。因此，本計畫建議春季應適度移除慈湖之大型藻類，以避免營養鹽累積。

表 3-5 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 3-6 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)

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

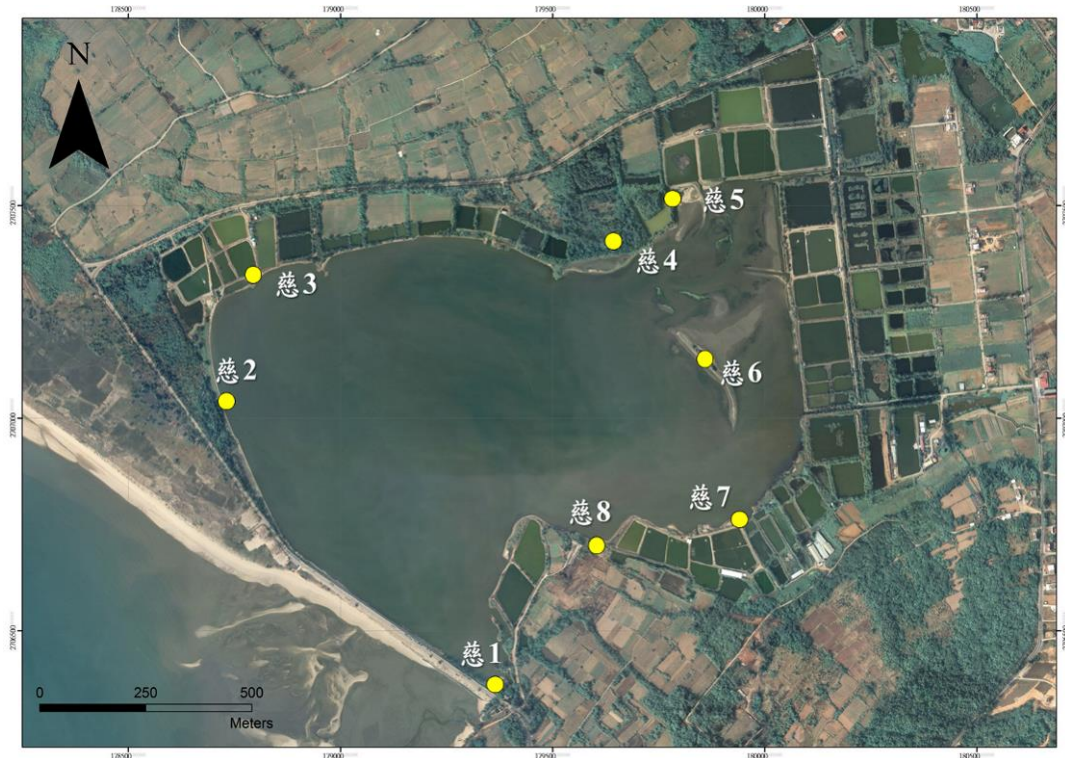


圖 3-32 慈湖植物樣區位置

(資料來源：本研究)

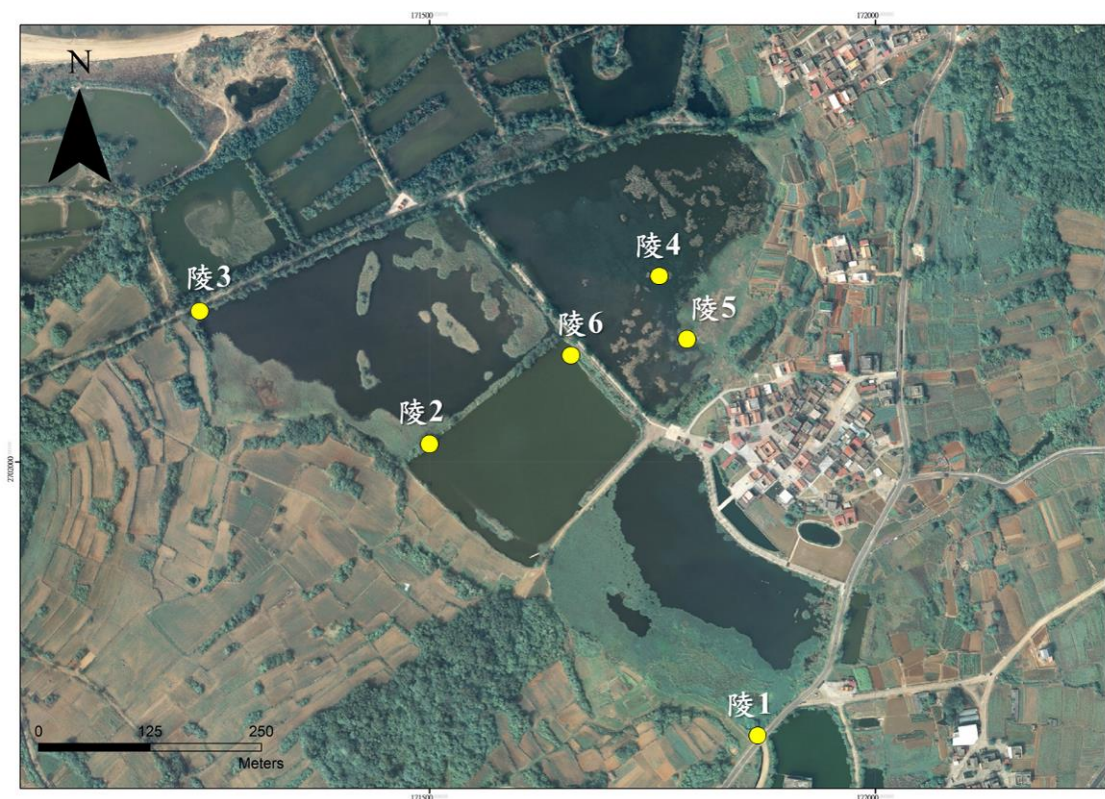


圖 3-33 陵水湖植物樣區位置

(資料來源：本研究)

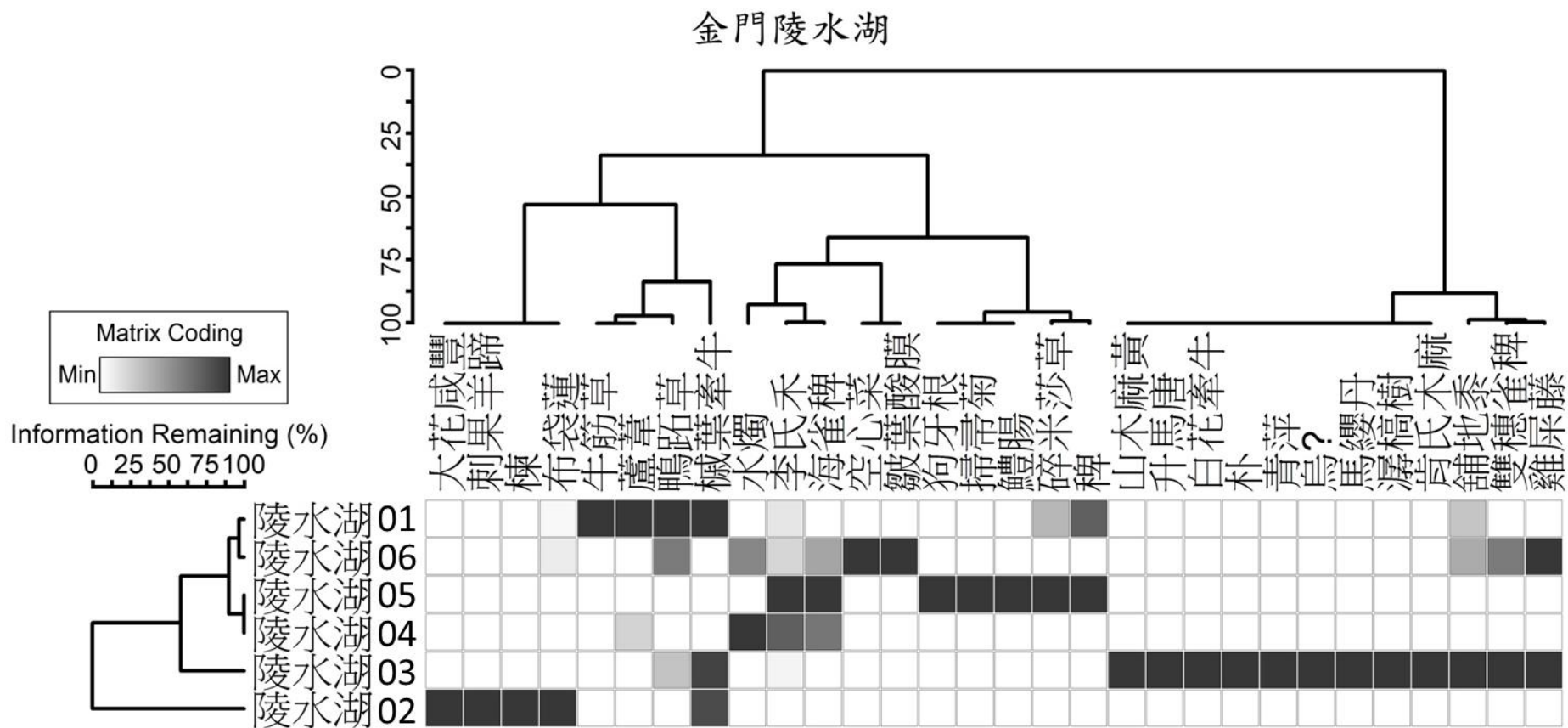


圖 3-35 陵水湖植物矩陣群團分析

(資料來源：本研究)

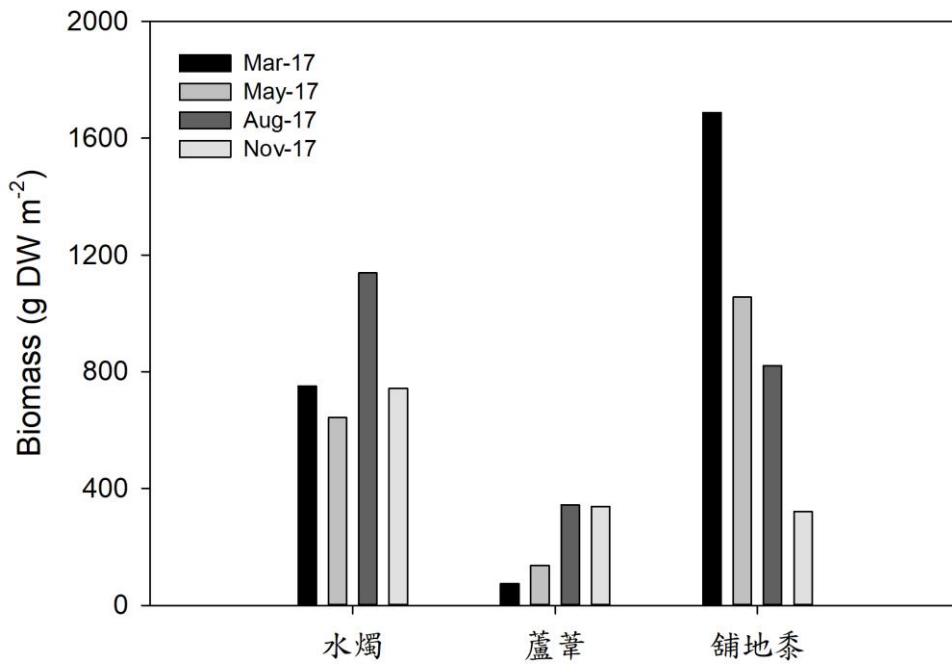


圖 3-36 2017 年 2 月至 11 月陵水湖第 4 池水生植物生物量(g DW m⁻²)
(資料來源：本研究)

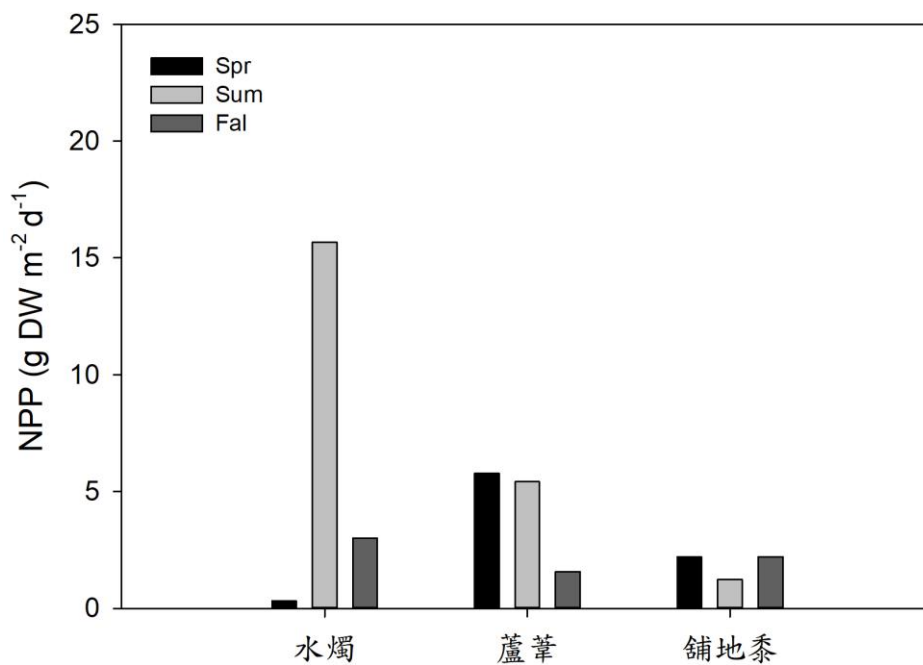


圖 3-37 2017 年 2 月至 11 月陵水湖第 4 池水生植物生產量(g DW m⁻² d⁻¹)
(資料來源：本研究)

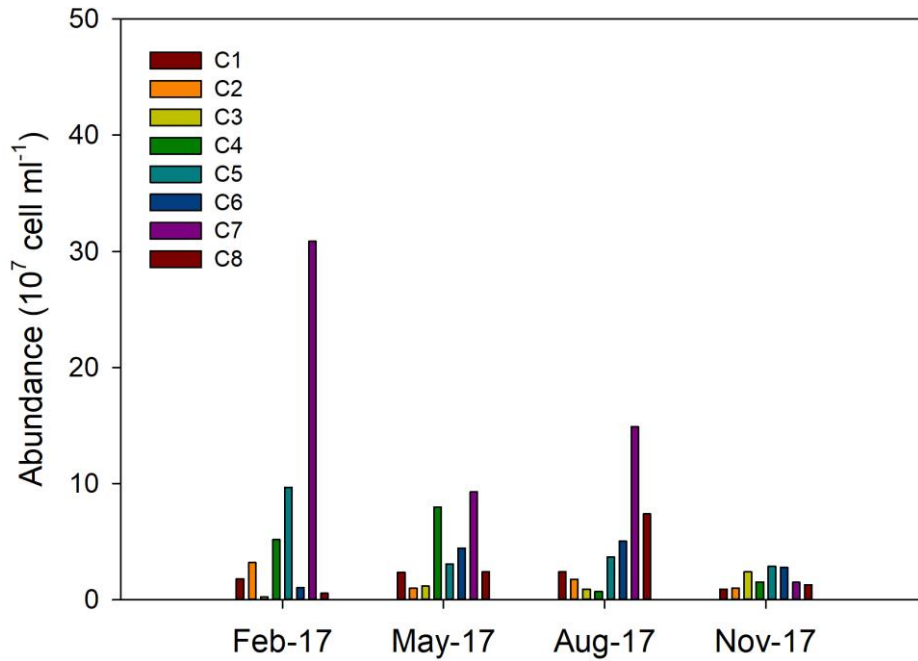


圖 3-38 2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站浮游藻屬豐度(10^4 cells ml^{-1})
(資料來源：本研究)

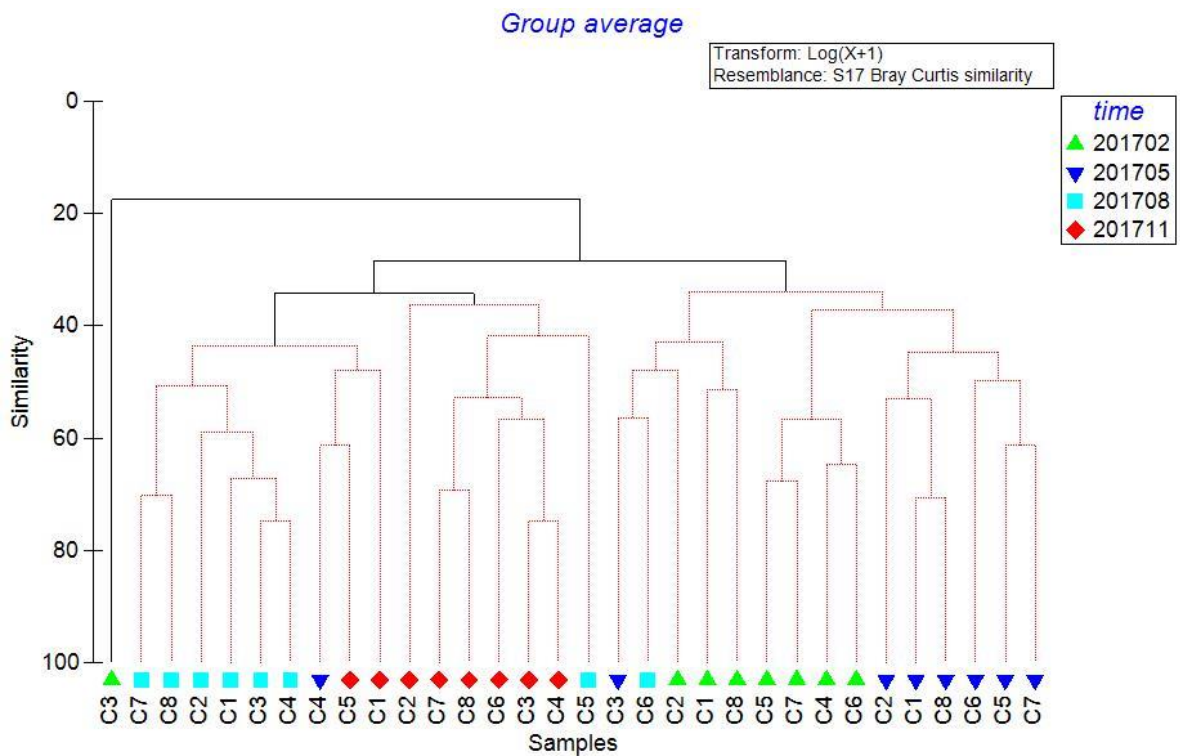


圖 3-39 2017 年 2 月至 11 月慈湖浮游藻屬歸群分析。紅線表示顯著分群。
(資料來源：本研究)

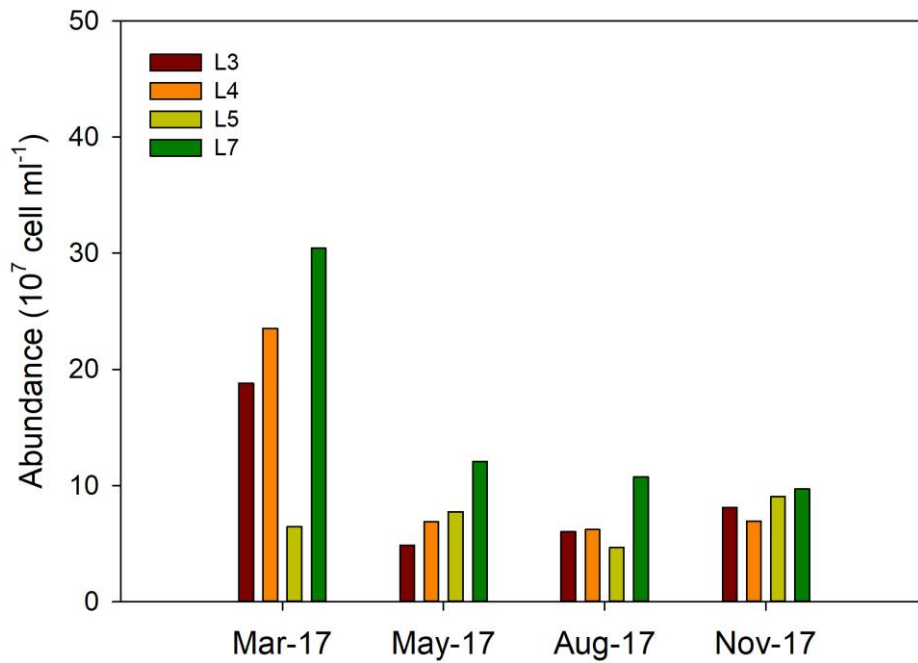


圖 3-40 2017 年 3 月至 11 月陵水湖各測站浮游藻屬豐度(10^4 cells ml⁻¹)
(資料來源：本研究)

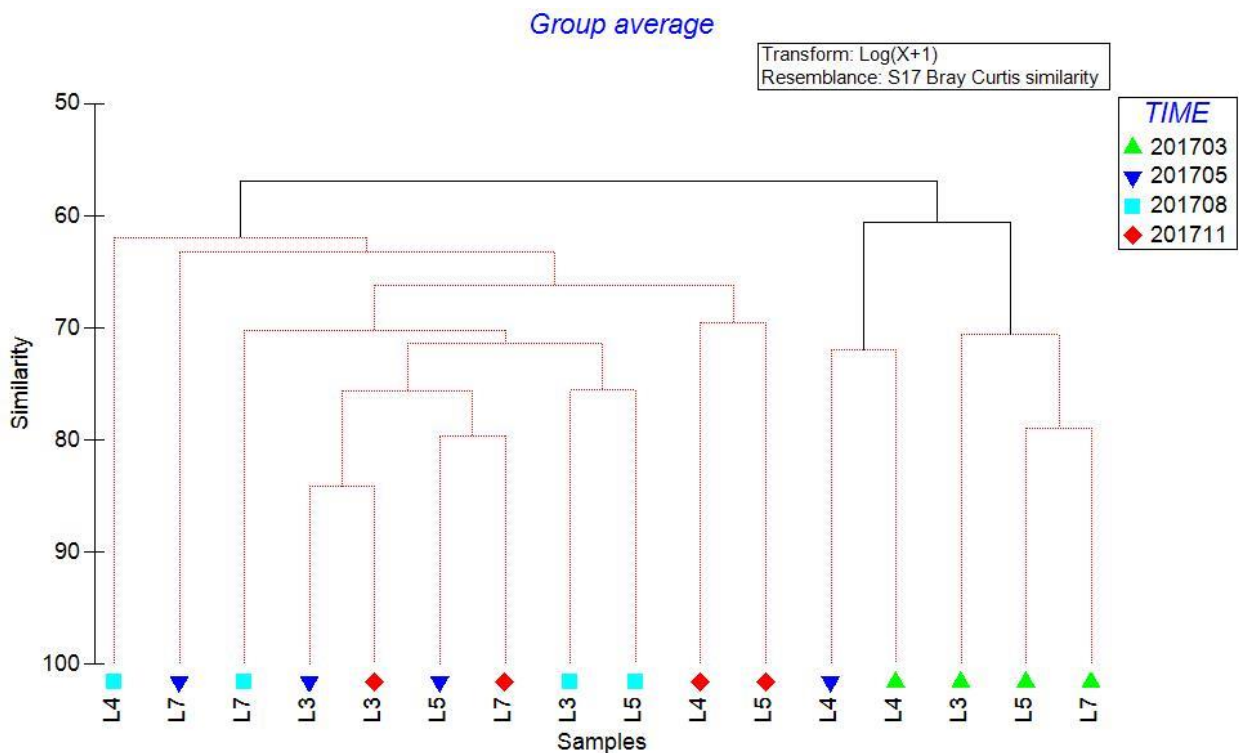


圖 3-41 2017 年 3 月至 11 月陵水湖浮游藻屬歸群分析。紅線表示顯著分群。
(資料來源：本研究)

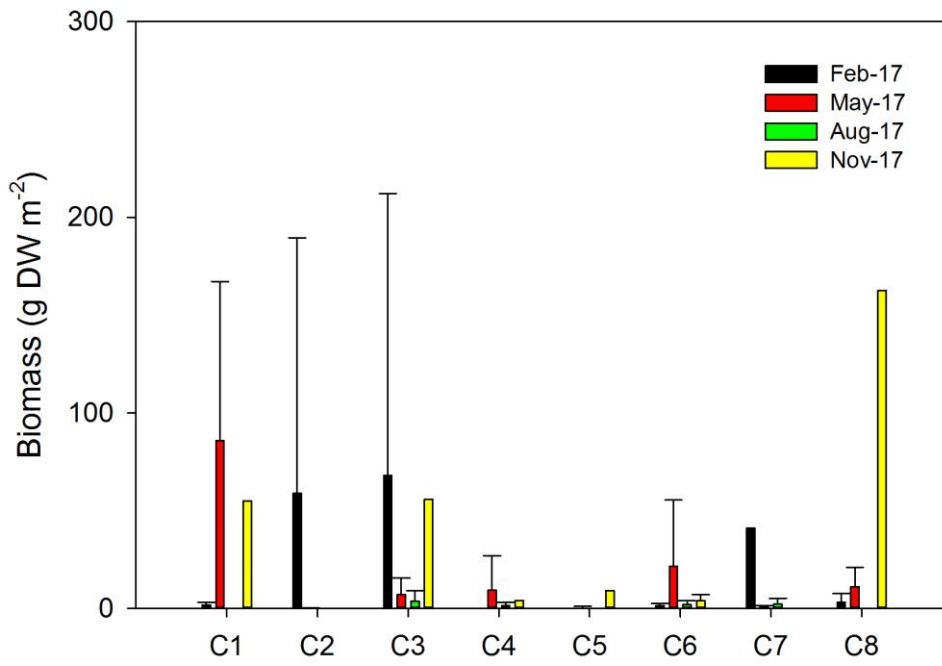


圖 3-42 2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站大型藻類生物量
(資料來源：本研究)

第四節、水生動物定量調查

壹、魚類

一、慈湖

本計畫已於 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 3-43)，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、吉利非鯽之幼魚及鯿科魚類之幼魚等。慈湖東側之營養鹽豐富，且緊鄰淡水溝渠，故本計畫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 3-44)。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。本計畫 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*)、前鱗龜鯪(*Chelon affinis*)與鯿(*Mugil cephalus*)等魚類，但除鯿之體型較大外，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

本計畫已於 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 3-45)，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 3-46)，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，本計畫執行 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、孔雀花鱒(*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

本計畫已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月與 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 8 季之慈湖螺貝類調查。結果顯示，本計畫共記錄 11 科 21 種 5,826 隻螺貝類(表附錄 4-6~4-9)，豐度介於 0 ind. m⁻² 至 963.6 ind. m⁻²(圖 3-47)，其中以 2016 年 12 月因 C5、C6、C7 測站之流紋蜷(*Thiara riqueti*)豐度高達 714.7 ind. m⁻² 至 935.1 ind. m⁻²，使該季之螺貝類豐度最高；測站間則以 C7 測站之螺貝類豐度最高，C8 測站最低。物種數方面，C1、C2、C3、C4 測站 8 季共記錄 14 至 16 種螺貝類，其中以 C2 測站單季最高可發現螺貝類 12 種；C5 測站記錄之物種數最少，僅發現 3 種螺貝類。多樣性指數結果方面，慈湖

螺貝類之歧異度介於 0.00 至 2.27，以 C2、C3 測站最高，C5 測站最低。歸群分析顯示，慈湖之螺貝類組成可分為 4 群(圖 3-48)，以 C5 至 C8 測站為 1 群，相異於 C1 至 C4 測站；而 C1 至 C4 測站內再細分 3 群。SIMPER 結果顯示，C1 至 C4 測站主要以粗紋織紋螺(*Reticunassa festiva*)、燒酒海蜷(*Batillaria zonalis*)與栓海蜷(*Cerithidea cingulata*)最為優勢，並記錄菲律賓簾蛤(*Ruditapes philippinarum*)、月光唱片蛤(*Abrina lunella*)、歪簾蛤(*Anomalocardia squamosal*)等二枚貝類；C5 至 C8 測站則主要由流紋蜷(*Thiara riqueti*)組成，其他物種出現之比例極低。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。

為改善慈湖之水體交換，今年度起金管處增加防潮閘門之進水頻率。在本計畫今年度之結果中，2017 年 2 月、5 月，C6、C8 測站因記錄燒酒海蜷、粗紋織紋螺、菲律賓簾蛤、月光唱片蛤等螺貝類，使其組成與 C1-C4 測站更為相似。其中，螺貝類極少之 C8 測站，其螺貝類豐度於今年夏、秋 2 季較去年提升約 14 至 36 倍。對應前文中氧化還原電位之結果，可見 2017 年 2 月 C6、C8 測站之氧化還原電位均為正值，其中 C8 測站今年度之氧化還原電位更有改善跡象。綜合以上，本計畫推測防潮閘門之開啟頻率增加，不僅改善 C6、C8 測站之底質環境，亦可能改變螺貝類組成與豐度；然而，此方法之影響層面有限，故可見物種單一化之 C5、C7 測站並無明顯變化。

二、陵水湖

本計畫已完於 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 4-10)，豐度介於 0 ind. m⁻² 至 487 ind. m⁻²(圖 3-49)。本計畫僅於外湖區之 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 3-67)，且個體數極少。此現象可能為內湖之水深過深，且土壤密實之故。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

本計畫已於 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之慈湖蝦蟹類調查。本計畫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 4-13~4-14)，其中以字紋弓蟹(*Varuna litterata*, 54%)、中國對蝦(*Penaeus chinensis*, 19%)與臺灣厚蟹(*Helice formosensis*, 11%)最為常見。總個體數以 2017 年 8 月最高(圖 3-50)，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 3-51)，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；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

本計畫已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、11 月完成 4 季之陵水湖蝦蟹類調查。本計畫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 4-15)，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 3-52)，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 3-53)，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 2017 年 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

本計畫已於 2017 年 2 月、5 月、8 月完成 3 季之慈湖多毛類調查，並於 2017 年 11 月執行第 4 季採樣。由於 2017 年 11 月之樣本數據尚待分析，故本期報告僅呈現前 3 季之成果。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。本計畫於慈湖共記錄多毛類 6 科 1,118 隻(表附錄 4-16~4-18)，其中以沙蠶科(Nereididae)極為優勢，占每季總個體數之 87%至 99%。多毛類之豐度介於 0 ind. m⁻² 至 2,960 ind. m⁻²(圖 3-54)，2017 年 2 月以 C2、C3 測站豐度最高；2017 年 5 月，多毛類豐度快速增加，其中以 C4、C7 測站個體數最多；至 2017 年 8 月，多毛類豐度大幅下降，並以 C3 測站之多毛類最多。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 3-55)，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 0.26，其中以 C3 測站最高。

伍、水棲昆蟲

本計畫已於 2017 年 3 月、5 月、8 月、10 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 4-19)，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 3-56)，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 3-57)。蜻蛉目之弓蜓科(Corduliidae)、絲蟴科(Lestidae)均僅於 2017 年 3 月之 L3 測站發現，使 L3 測站之水棲昆

蟲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

本計畫已於 2017 年 2 月、5 月、8 月完成 3 季之慈湖浮游動物調查，並於 2017 年 11 月執行第 4 季採樣。由於 2017 年 11 月之樣本數據尚待分析，故本期報告僅呈現前 3 季之成果。本計畫於慈湖共記錄浮游動物 27 類(表附錄 4-20~4-21)，其中以橈足類幼生(36%)與劍水蚤(36%)較為優勢。浮游動物單季各測站之豐度介於 $0.73 \times 10^4 \text{ ind. m}^{-3}$ 至 $1.09 \times 10^6 \text{ ind. m}^{-3}$ (圖 3-58)，季節間以 2017 年 5 月、8 月之豐度較高，大致上以 C3 至 C8 測站略微高於 C1、C2 測站。其中，C6 測站之季節變化趨勢與其餘測站不同，尤其於 2017 年 5 月之浮游動物豐度極高。總物種數於季節間以 2017 年 2 月、5 月高於 8 月；測站間則以 C5、C7 測站最高，C6 測站最低。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 3-59)，相似度大於 50%；2017 年 5 月、8 月為 1 群，相似度大於 70%。2 者之差異在於橈足類幼生之比例於 2017 年 5 月、8 月遠高於 2017 年 2 月。多樣性指數方面，慈湖浮游動物之歧異度介於 0.26 至 1.81，2017 年 2 月、5 月、8 月分別以 C2、C8、C5 測站較高。

二、陵水湖

本計畫已於 2017 年 3 月、5 月、8 月完成 3 季之陵水湖浮游動物調查，並於 2017 年 11 月執行第 4 季採樣。由於 2017 年 11 月之樣本數據尚待分析，故本期報告僅呈現前 3 季之成果。本計畫於陵水湖共記錄浮游動物 18 類(表附錄 4-22)，其中以劍水蚤(47%)與輪蟲(39%)較為優勢。浮游動物單季各測站之豐度介於 $4.64 \times 10^3 \text{ ind. m}^{-3}$ 至 $4.54 \times 10^4 \text{ ind. m}^{-3}$ (圖 3-60)，季節間大致上以 2017 年 8 月較高、3 月最低；但 L4 測站之季節

變化趨勢與其餘測站不同，反而以 2017 年 3 月浮游動物豐度最高。地點間則以 L3、L5 測站高於 L7 測站。總物種數於季節間以 2017 年 5 月最高；測站間則以 L3、L4 測站最高。歸群分析顯示，陵水湖之浮游動物顯著分為 1 群(圖 3-61)，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 1.42，2017 年 3 月、5 月、8 月分別以 L3、L5、L4 測站較高。

柒、慈湖菲律賓簾蛤族群與生態學研究

一、族群量與形質調查

本計畫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 處樣站，並以菲律賓簾蛤為調查對象。本計畫已完成 2016 年 3 至 2017 年 4 月每月 1 次之採集工作，並於 2017 年 5 月至 11 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，本計畫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, $p < 0.001$)，8 處測站間僅在 C1、C2、C3、C4、C6 測站發現菲律賓簾蛤(圖 3-62)，其中 C3 測站自 2016 年 8 月至 12 月之豐度均為 0 ind. m^{-2} ；C4、C6 測站僅在 2017 年 2、3 月發現極少之小型個體($< 3.6 \text{ ind. m}^{-2}$)。C1 測站之菲律賓簾蛤數量遠高於其餘測站，占總採集個體之 77%，顯示慈湖之菲律賓簾蛤族群多侷限於水閘門一帶，且越接近東側其族群量越少。菲律賓簾蛤豐度之季節變化明顯，以 2016 年 5 月之豐度最高，6-8

月大幅下降後，至 9 月採集之總個體數小於 10 隻，直至翌年 3、4 月才重新回升，然而豐度遠不及前年。整體而言，菲律賓簾蛤之族群量極不穩定。

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(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；張與閔(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，則已無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(包與尤，2004)。以成貝而言，菲律賓簾蛤之耗氧率隨溫度升高而增加(姜等人，2014)；而當水溫高於 30°C 時，即可能造成代謝失調(聶等人，2017)、免疫力下降(楊等人，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；楊等人，2017)。過去文獻指出，25-30 psu 為菲律賓簾蛤之最適生長鹽度(吳與楊，2002；陳等人，2007)。丁等人(2013)之研究顯示，在鹽度 15 psu 之環境下，菲律賓簾蛤在 48 小時內之死亡率可達 18%；而宋等人(2013)將菲律賓簾蛤在低鹽(15 psu)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 psu。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 月極低之可能原因。另一方面，9-11 月為菲律賓簾蛤之繁殖期，此時之低鹽度環境不僅不利成貝存活，亦可能對菲律賓簾蛤之受精卵孵化率(王等人，2003)，與幼生、稚貝生存率(范等人，2016)造成負面影響，故亦可能為翌年造成菲律賓簾蛤豐度不如前年之原因之一。然而，慈湖菲律賓簾蛤自 6 月起即開始減少，可見亦有其他因子影響菲律賓簾蛤之族群量變化。

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，而夏季(6-9 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。

二、肥滿度指數

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 3-63)，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。

三、菲律賓簾蛤生長參數推估

本研究捕獲個體之殼長介於 7.30-47.13 mm(表附錄 4-23)，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 3-64)，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，本計畫以 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：

$$L_t = 49.88 \times \{1 - e^{[-0.89(t) + Sts + Sto]}\}$$

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

$$Sto = (0.89 / 2\pi) \times [\sin (2\pi \times 0.3)]$$

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。綜合以上，可知本計畫 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%。

捌、兩棲類、爬蟲類、哺乳類

本計畫於慈湖 C5 測站曾記錄金龜 3 隻及巴西龜、斑龜數隻；並在 C8 測站記錄唐水蛇 5 隻；此外，在夜間調查亦發現緬甸蟒與黑眶蟾蜍。陵水湖方面，曾發現穩定之金龜族群與中華鱉、巴西龜、草花蛇等爬蟲類，貢德氏赤蛙、澤蛙等兩棲類。

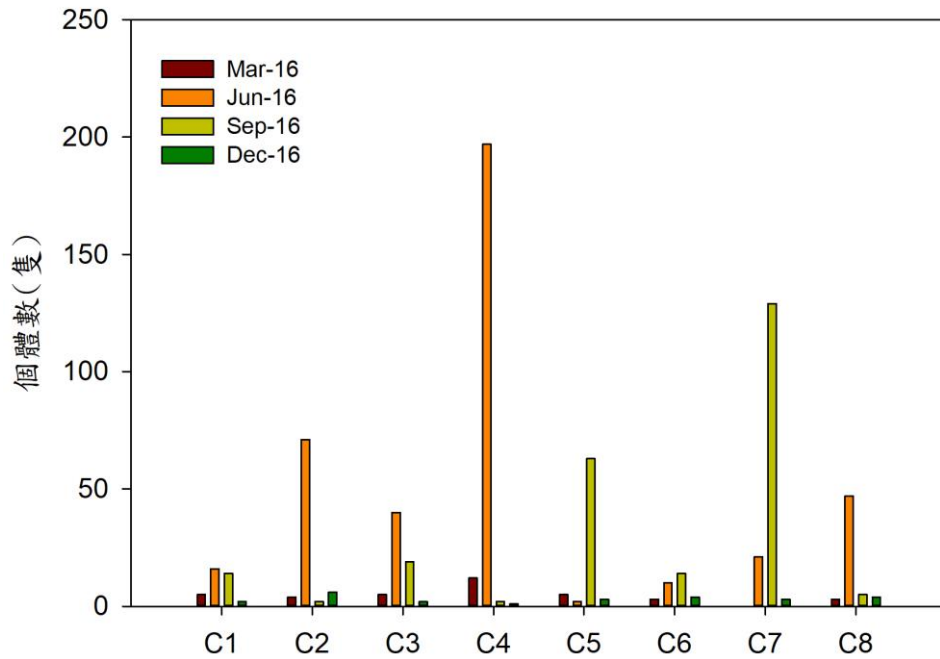


圖 3-43 2016 年 3 月至 12 月慈湖 C1-C8 測站魚類個體數
(資料來源：本研究)

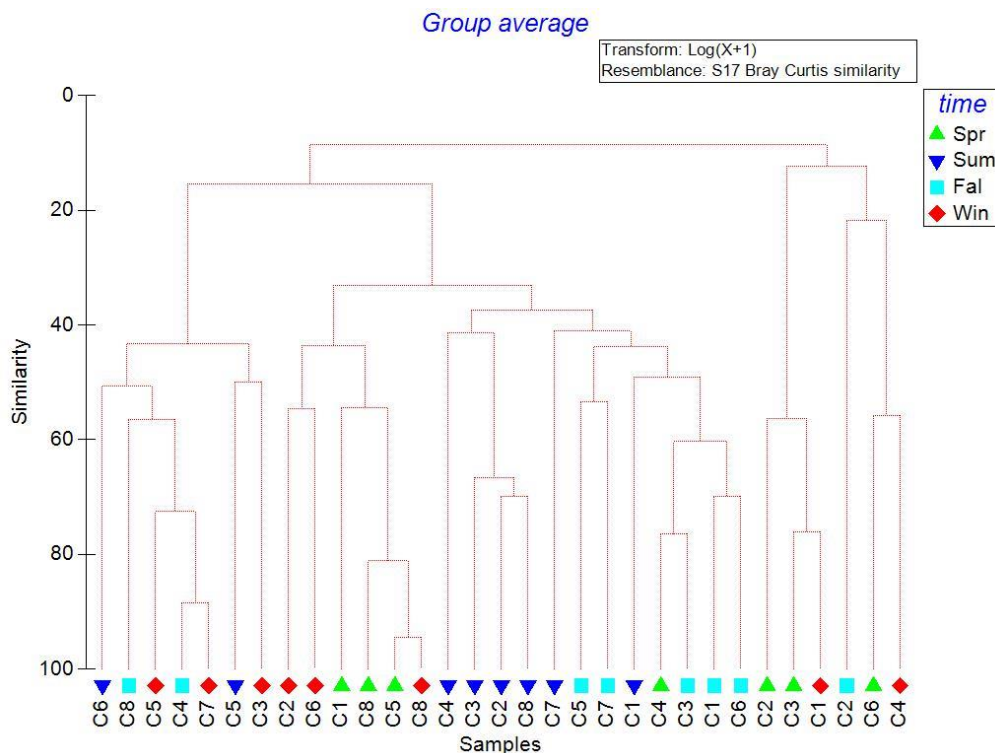


圖 3-44 2016 年 3 月至 12 月慈湖魚類歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

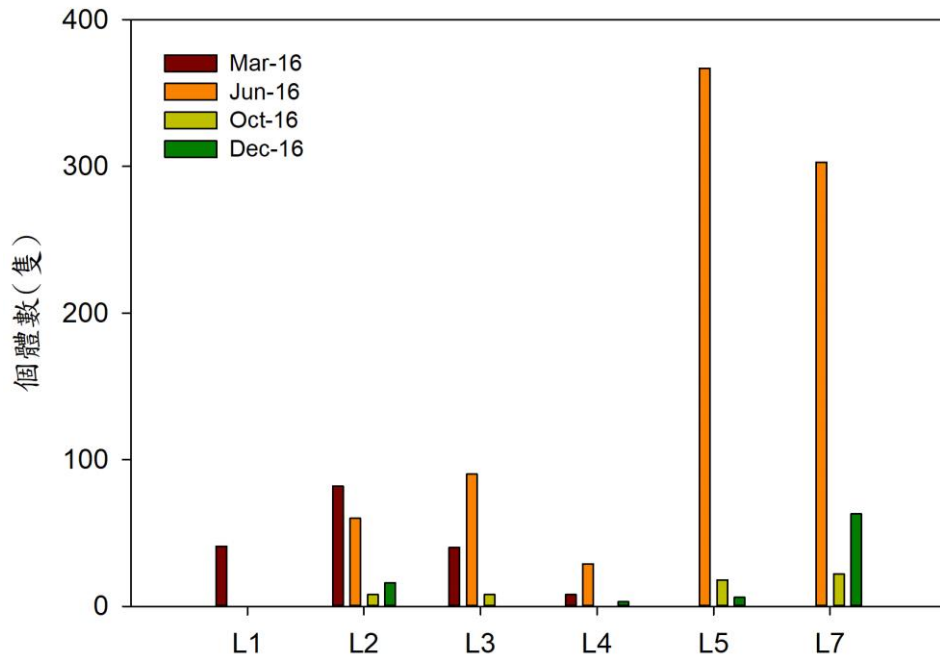


圖 3-45 2016 年 3 月至 12 月陵水湖各測站魚類個體數
(資料來源：本研究)

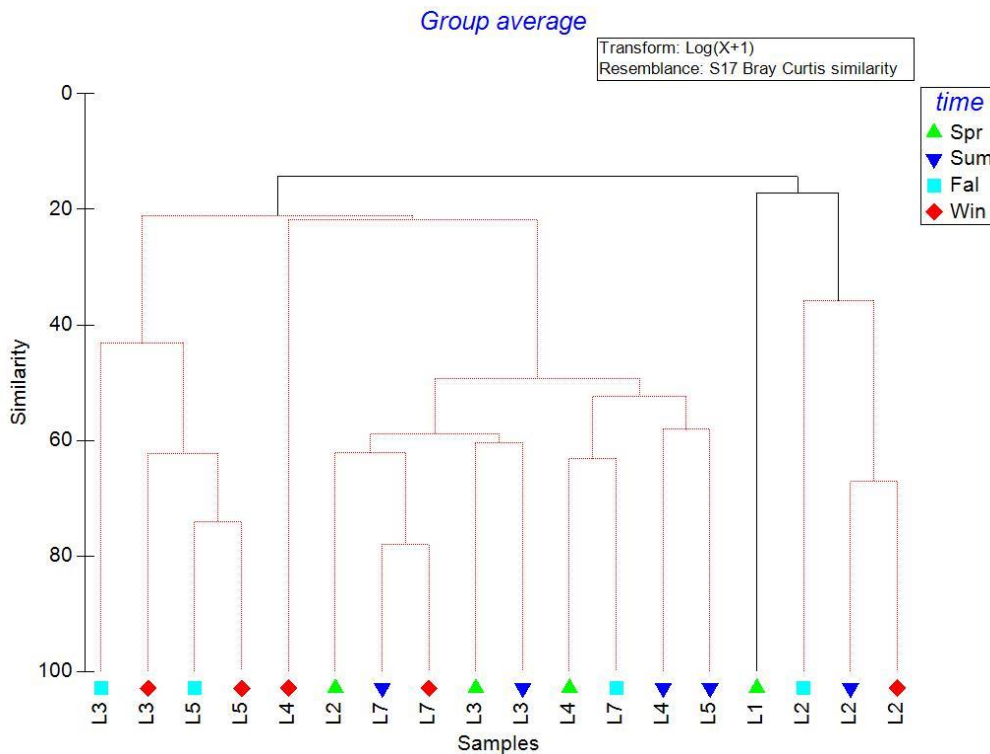


圖 3-46 2016 年 3 月至 12 月陵水湖魚類歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

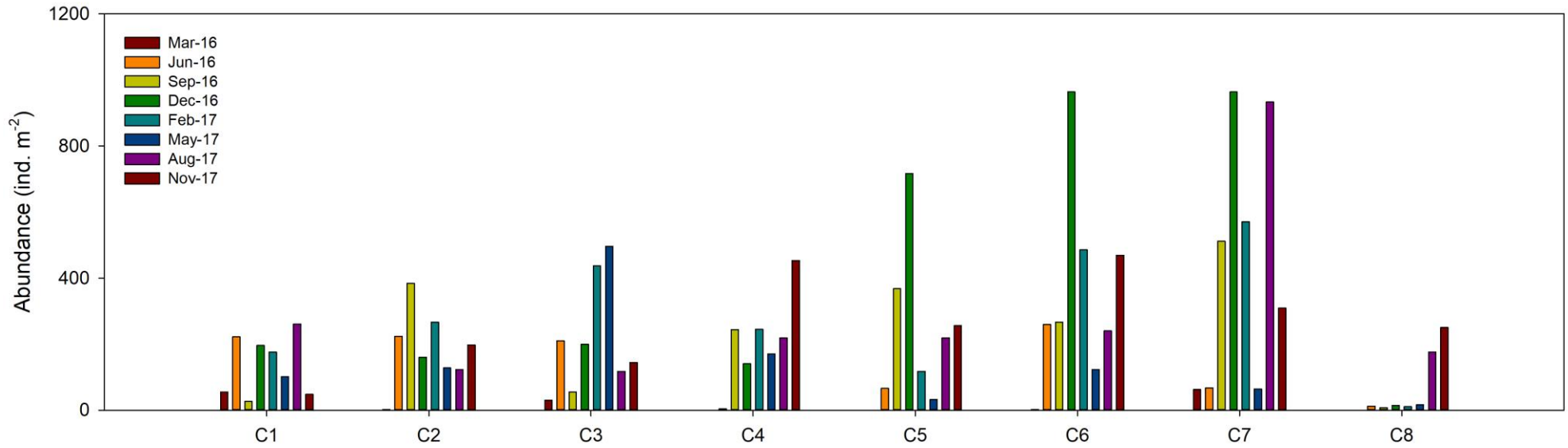


圖 3-47 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站螺貝類豐度
(資料來源：本研究)

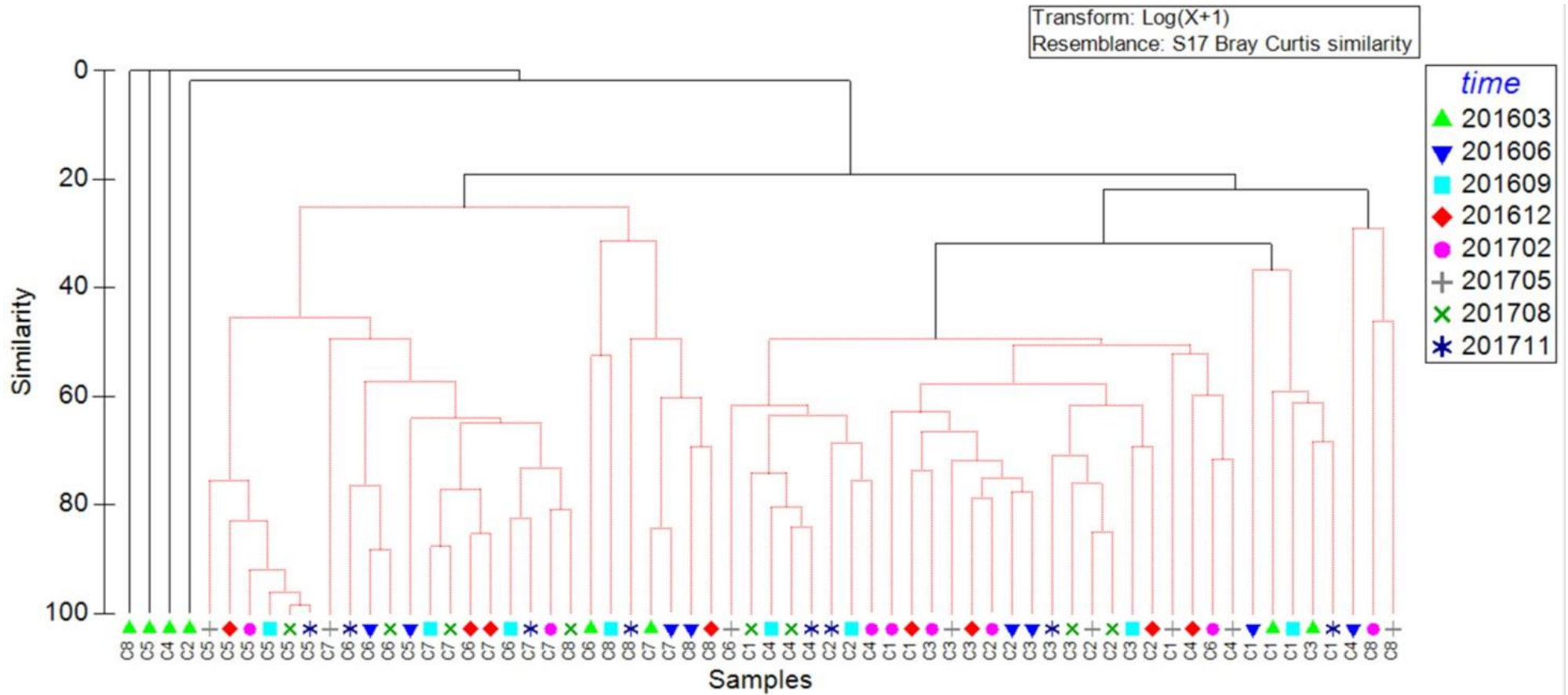


圖 3-48 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖螺貝類歸群分析。紅線表示顯著歸群

(資料來源：本研究)

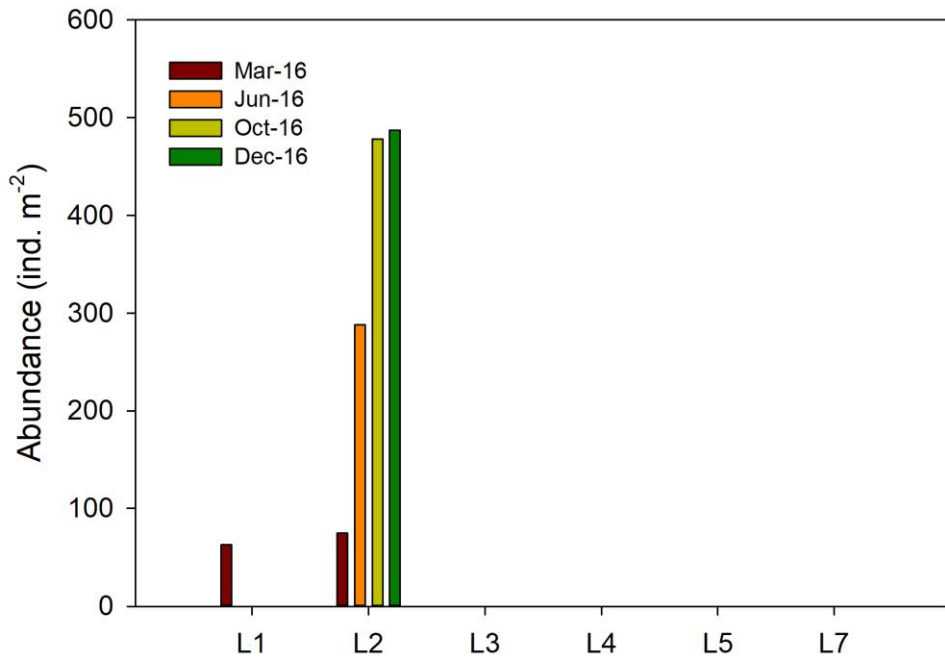


圖 3-49 2016 年 3 月至 12 月陵水湖各測站螺貝類個體數
(資料來源：本研究)

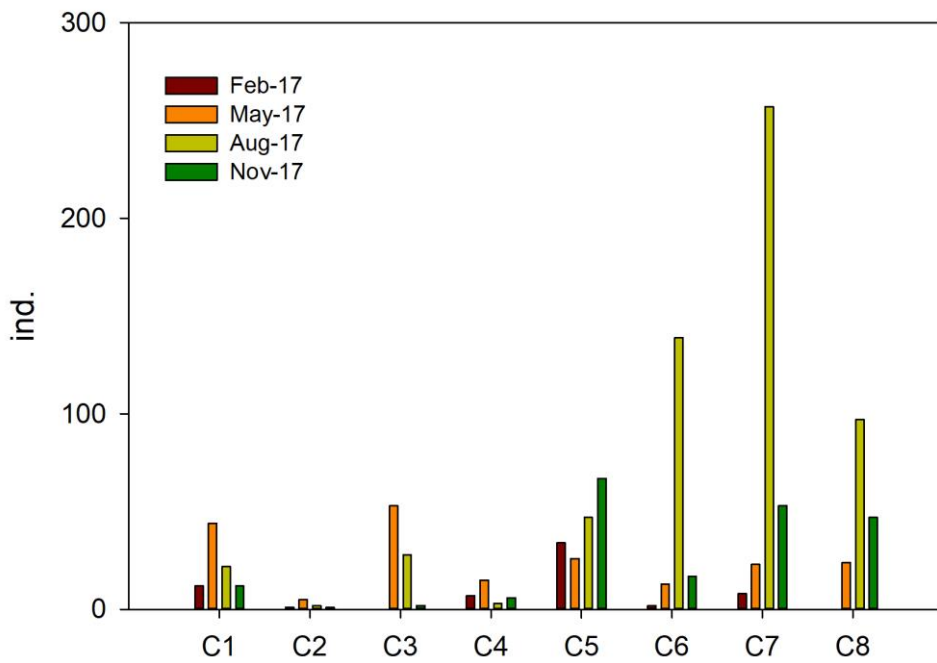


圖 3-50 2017 年 2 月至 11 月慈湖 C1-C8 測站蝦蟹類個體數
(資料來源：本研究)

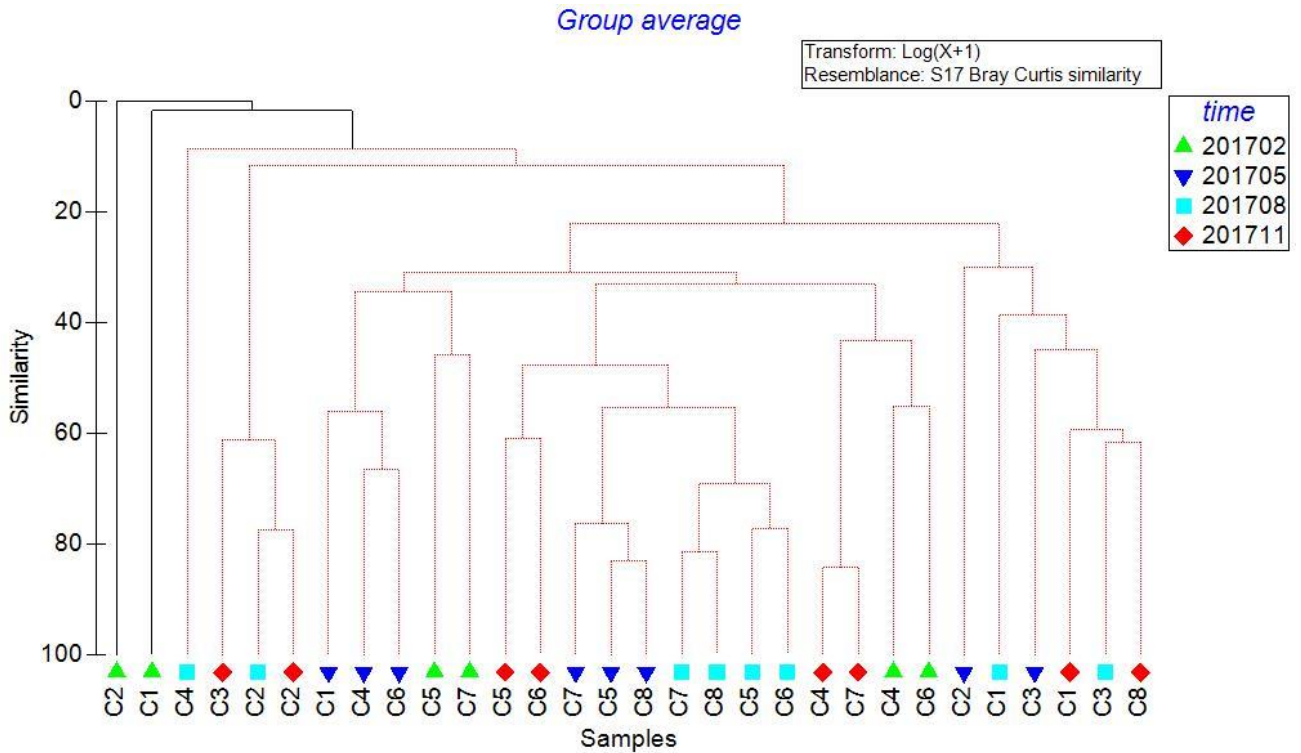


圖 3-51 2017 年 2 月至 11 月慈湖蝦蟹類歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

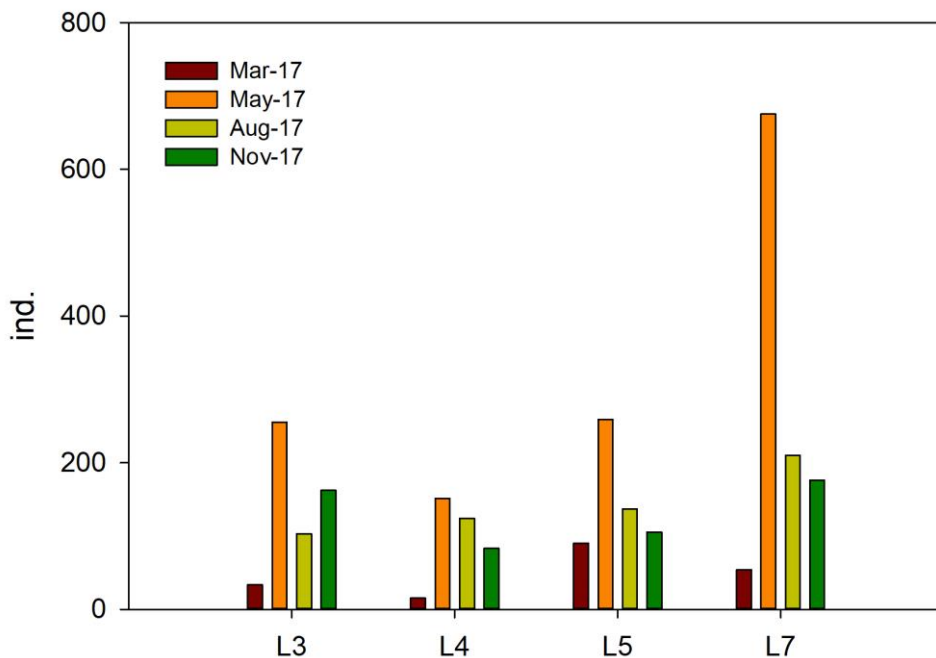


圖 3-52 2017 年 3 月至 11 月陵水湖各測站蝦蟹類個體數
(資料來源：本研究)

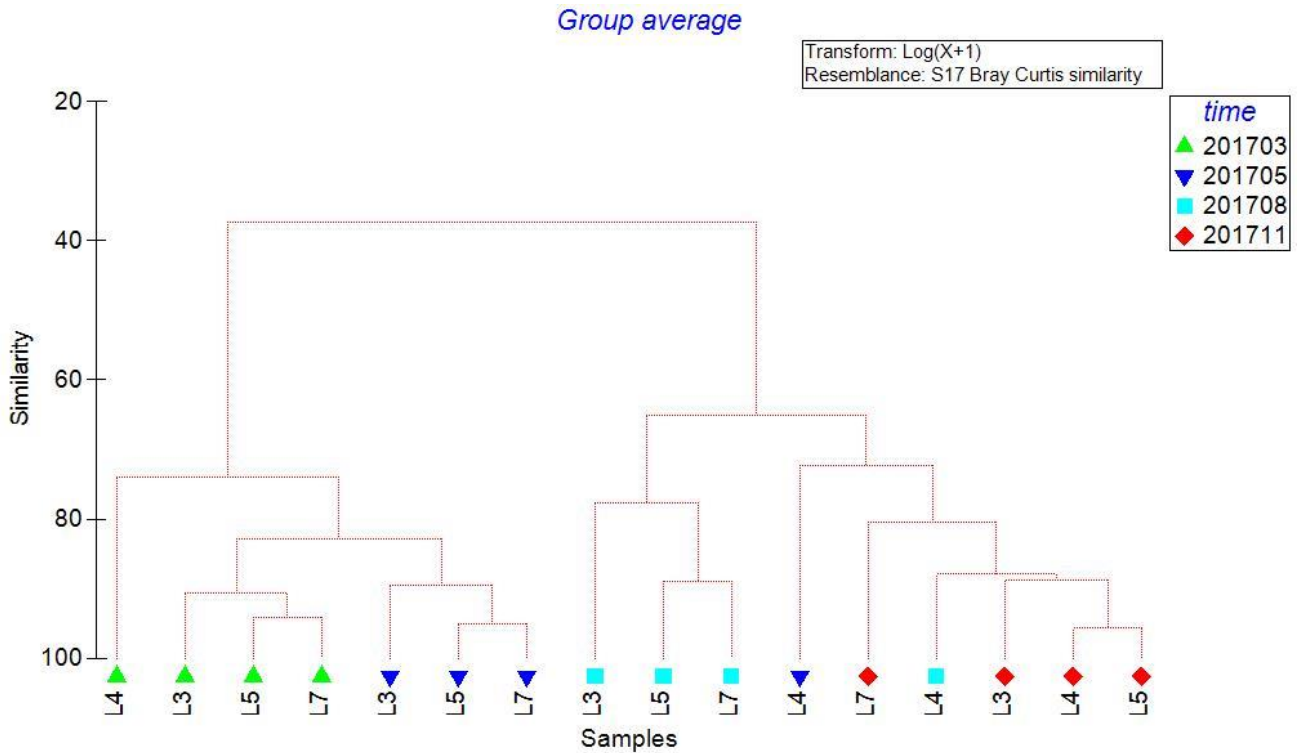


圖 3-53 2017 年 3 月至 11 月陵水湖蝦蟹類歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

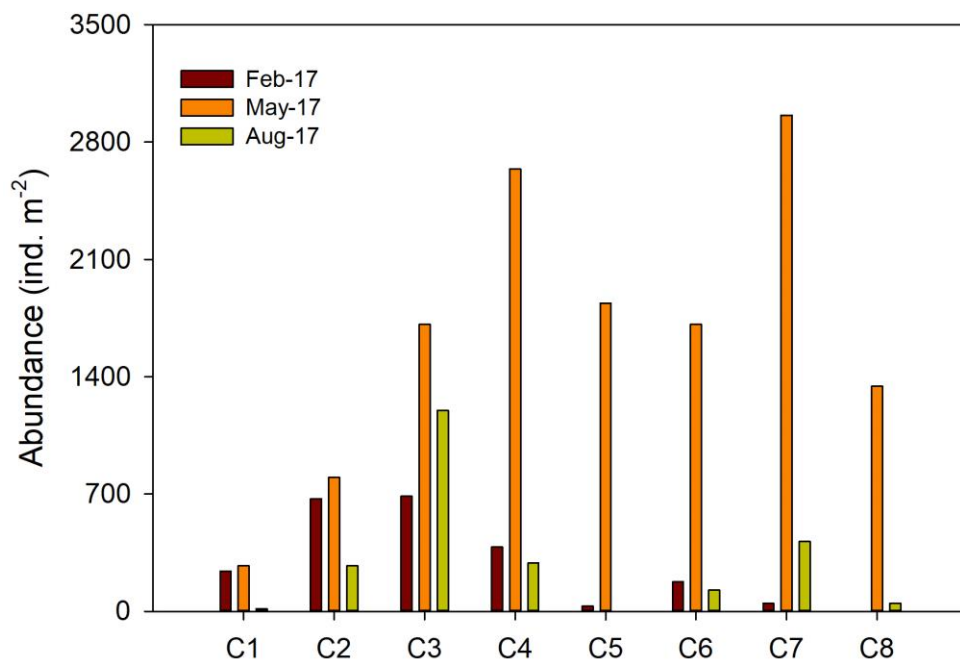


圖 3-54 2017 年 2 月至 8 月 C1-C8 測站慈湖多毛類豐度
(資料來源：本研究)

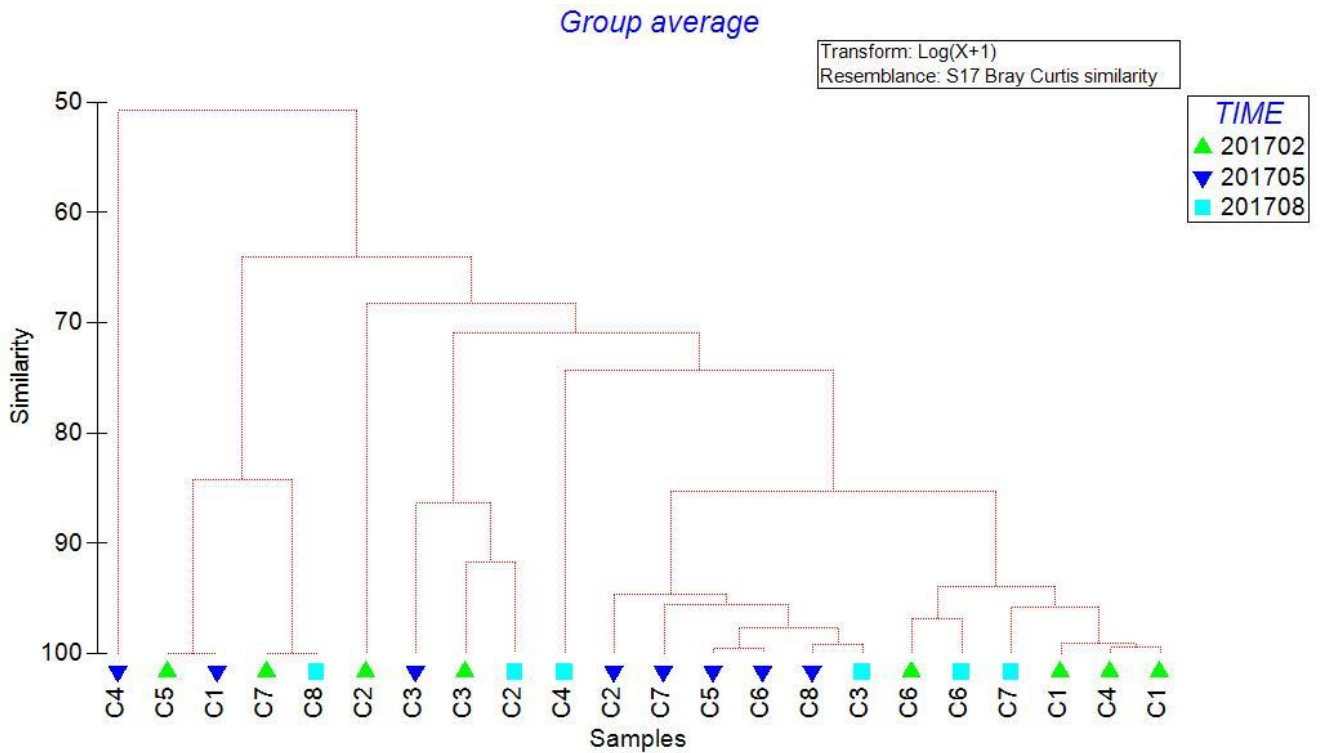


圖 3-55 2017 年 2 月至 8 月慈湖多毛類歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

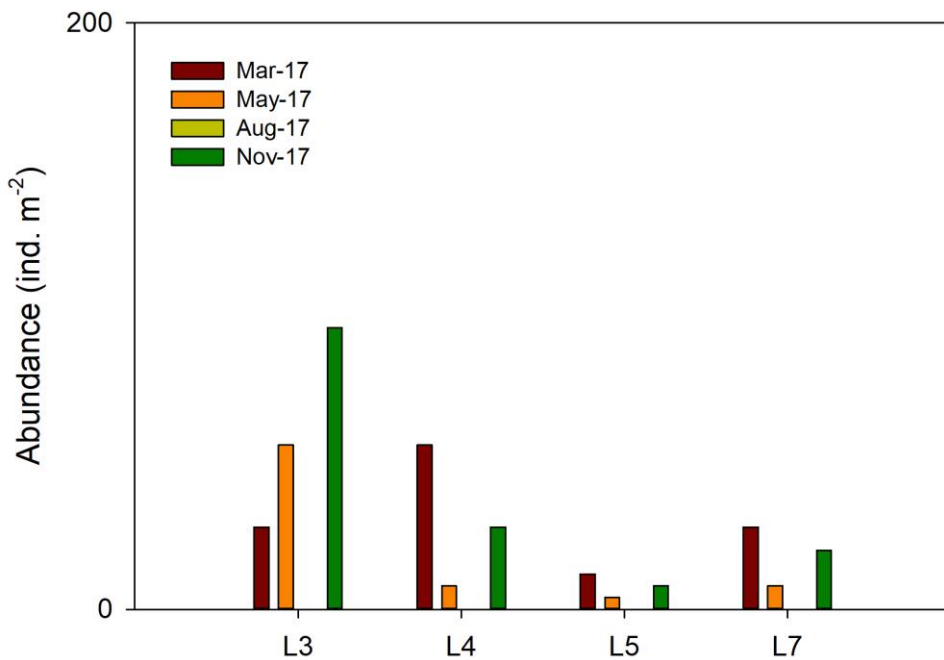


圖 3-56 2017 年 3 月至 8 月陵水湖各測站水棲昆蟲豐度
(資料來源：本研究)

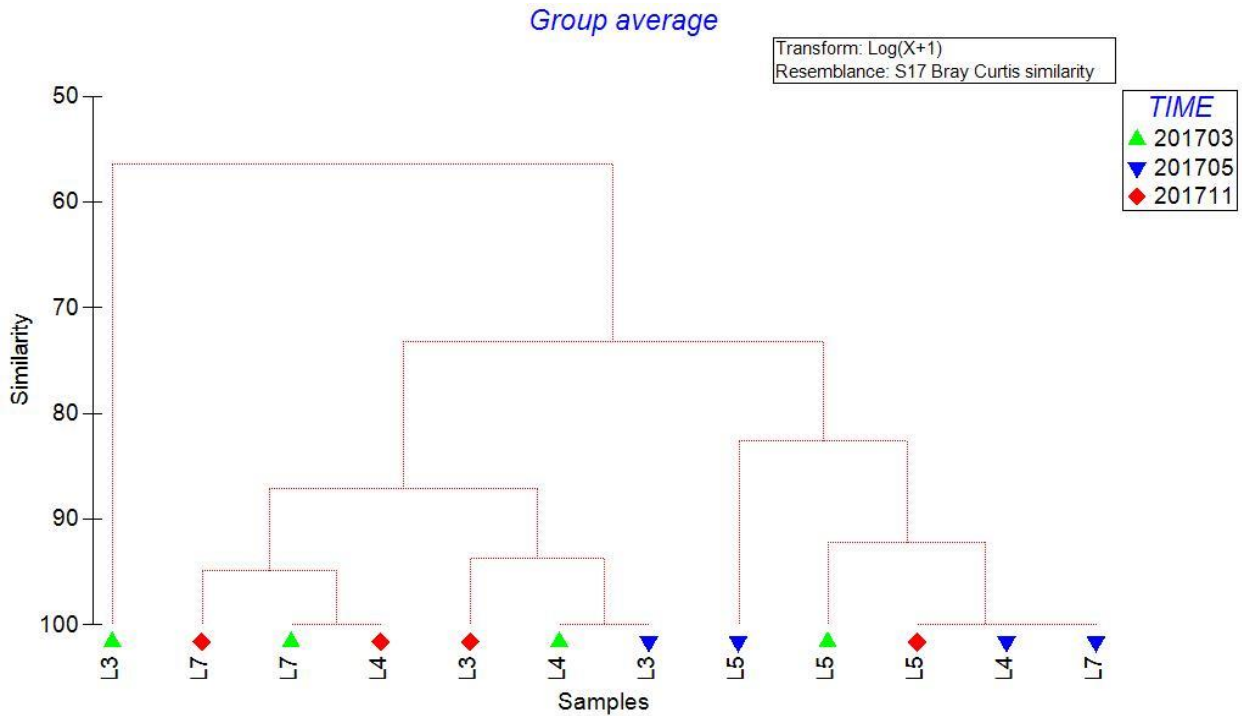


圖 3-57 2017 年 3 月至 8 月陵水湖水棲昆蟲歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

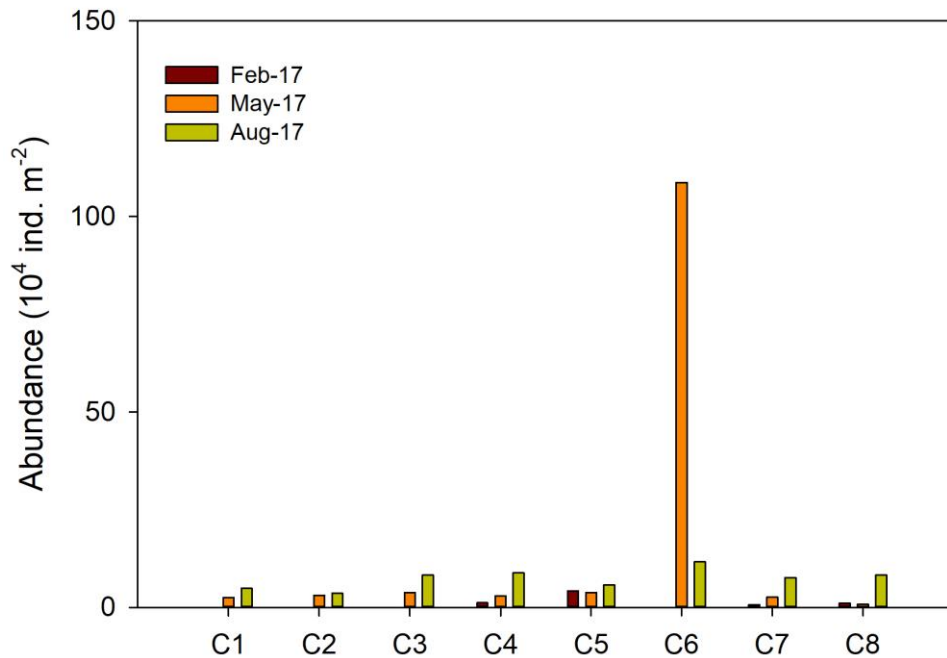


圖 3-58 2017 年 2 月至 8 月慈湖 C1-C8 測站浮游動物豐度
(資料來源：本研究)

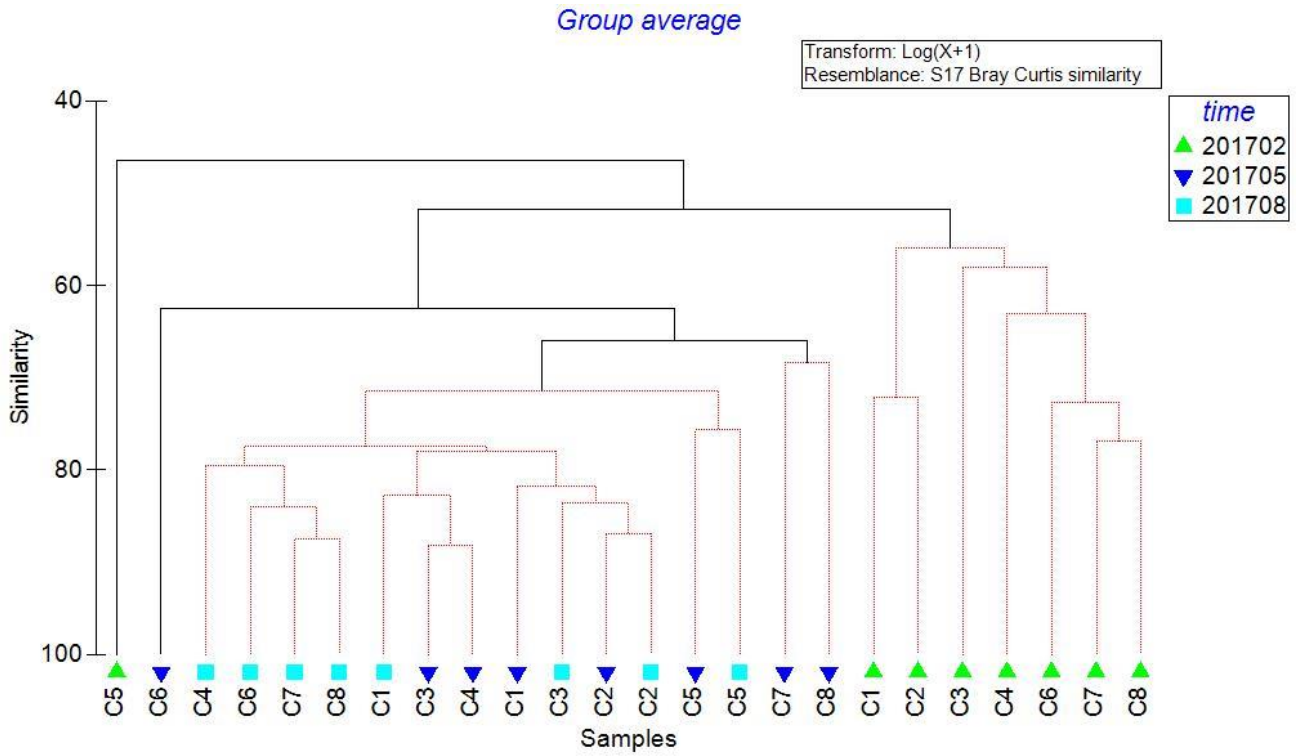


圖 3-59 2017 年 2 月至 8 月慈湖浮游動物歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

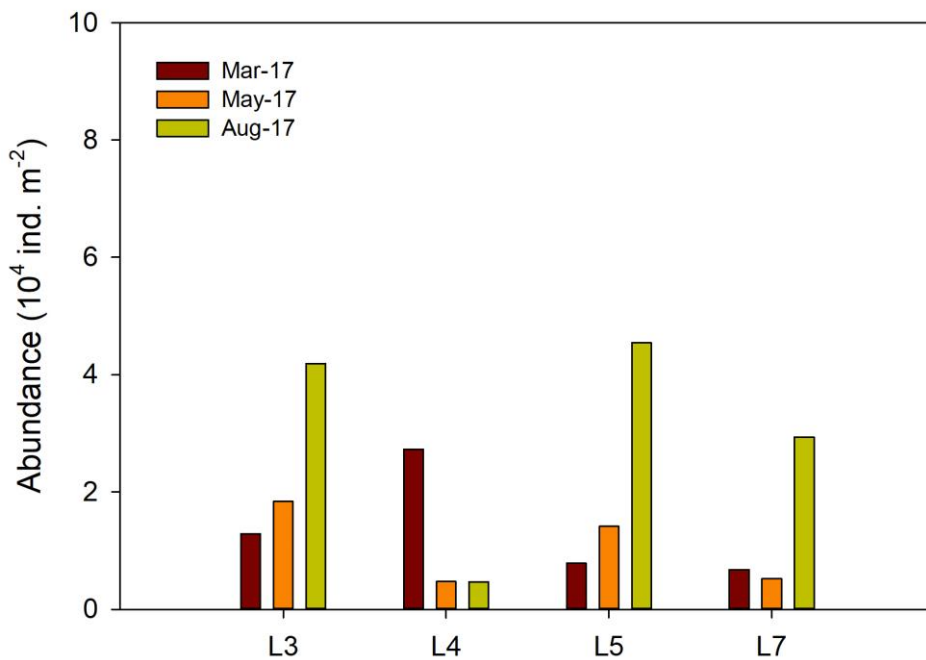


圖 3-60 2017 年 3 月至 8 月陵水湖各測站浮游動物豐度
(資料來源：本研究)

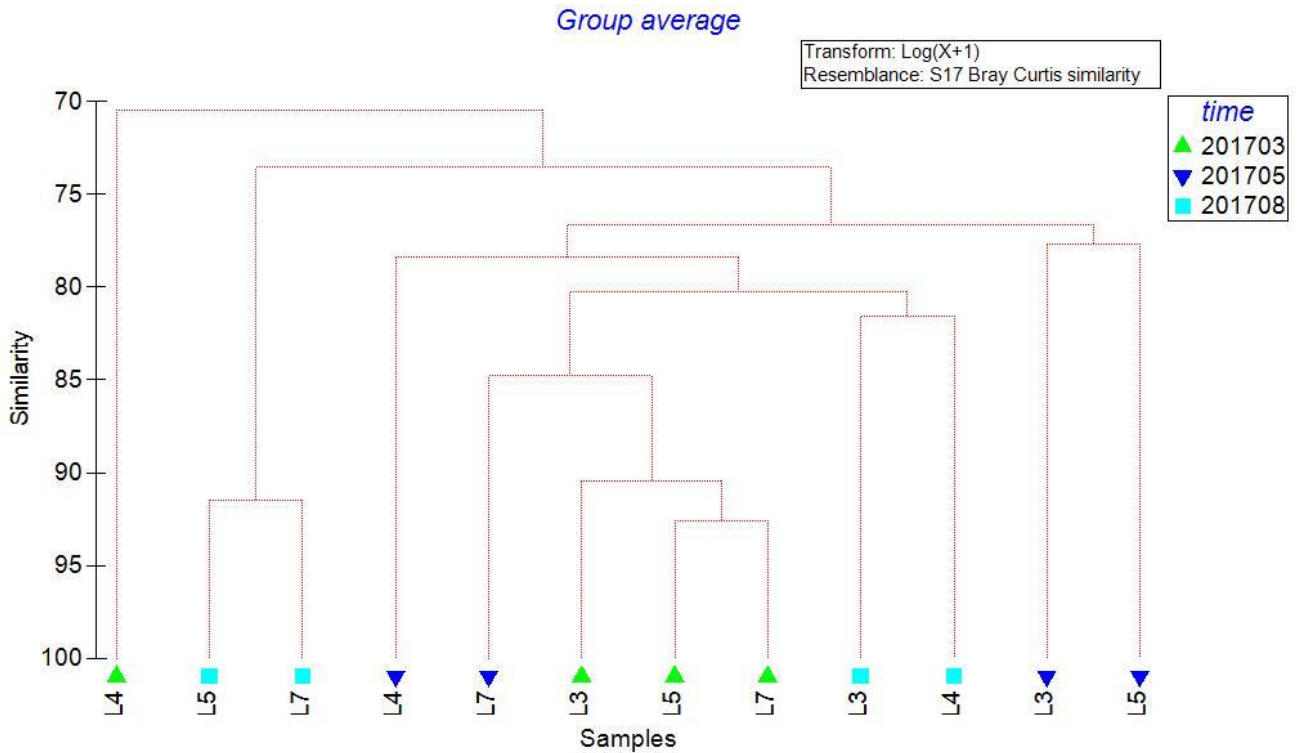


圖 3-61 2017 年 3 月至 8 月陵水湖浮游動物歸群分析。紅線表示顯著歸群
(資料來源：本研究)

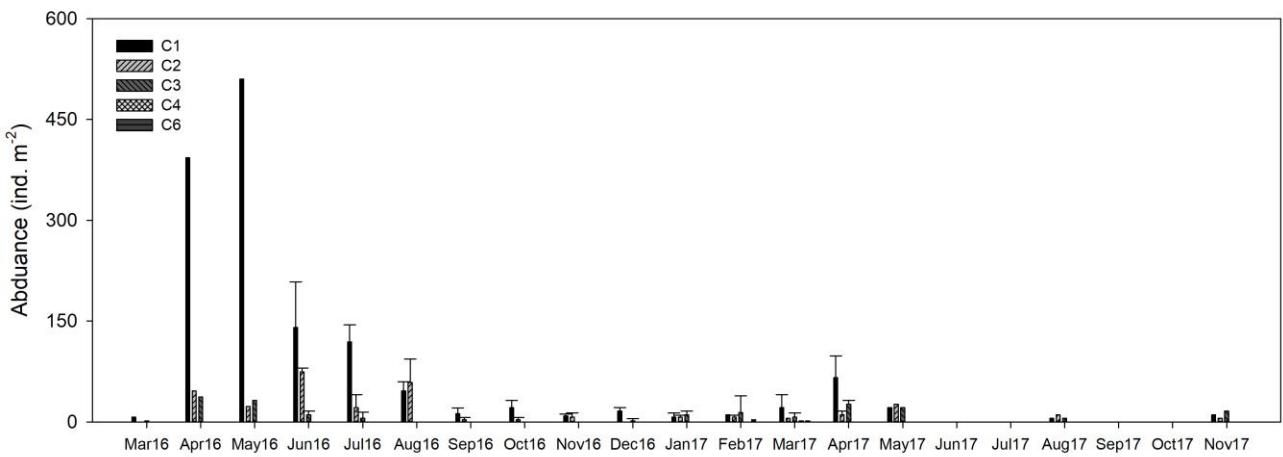


圖 3-62 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖 C1-C8 測站菲律賓帘蛤豐度
(資料來源：本研究)

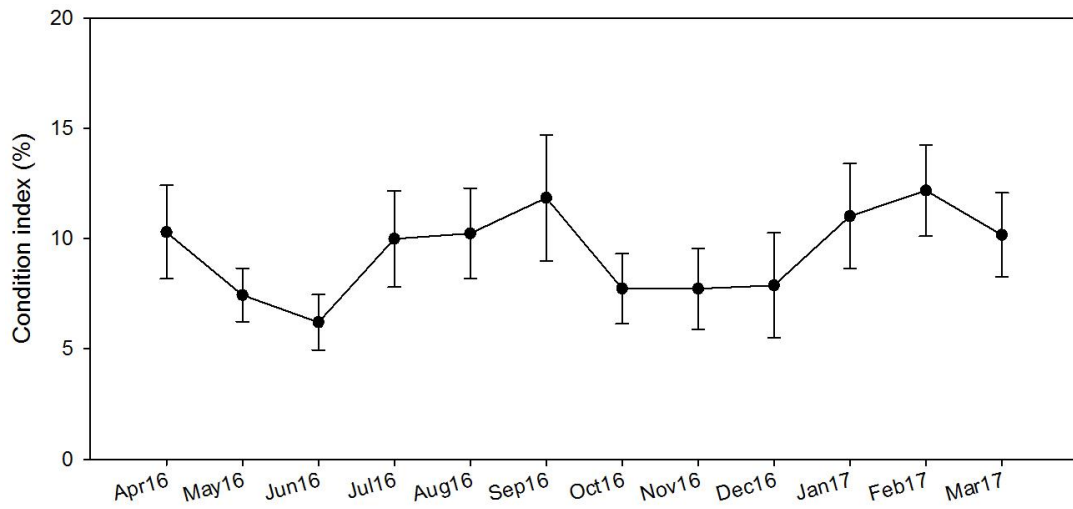


圖 3-63 2016 年 4 月至 2017 年 3 月慈湖菲律賓簾蛤肥滿度指數
(資料來源：本研究)

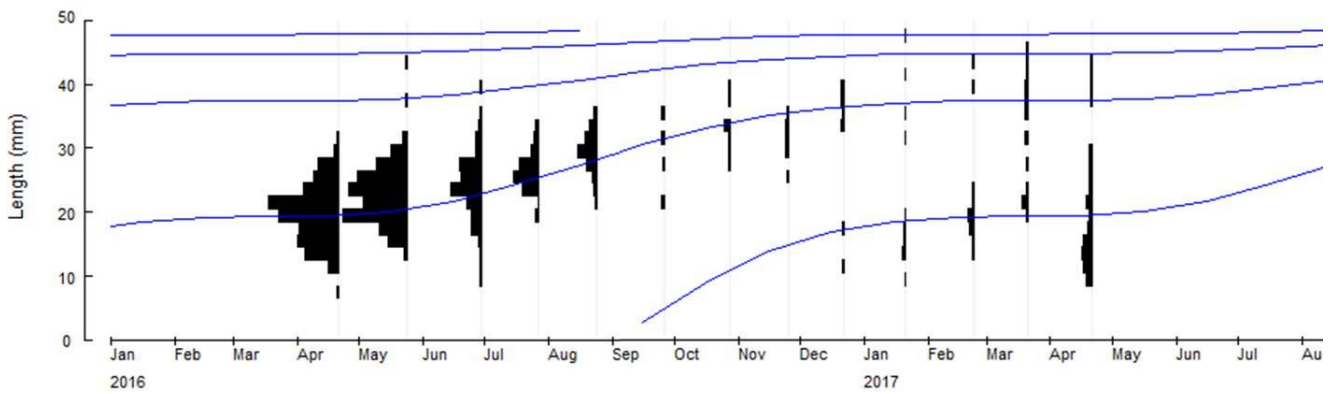


圖 3-64 2016 年 4 月至 2017 年 4 月慈湖菲律賓簾蛤殼長頻度分布
(資料來源：本研究)

第五節、鳥類棲地利用分析

壹、慈湖

本計畫已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月及 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成慈湖 8 季之鳥類調查。共發現鳥類 42 科 110 種 19,533 隻次(附錄表 5-1)。每季調查之個體數介於 433 至 6,119 隻，其中，2016 年 3 月、12 月及 2017 年 2 月、11 月因鸕鷀(*Phalacrocorax carbo*)度冬之故，鳥類個體數極高；每季鳥類物種數介於 39 至 58 種，其中以 2017 年 2 月之鳥種數最多。優勢鳥種隨季節變化，在鸕鷀度冬期間(2016 年 3 月、12 月；2017 年 2 月、11 月)，其個體數比例高達 70%至 79%；在 2016 年 6 月、2017 年 5 月以八哥(*Acridotheres cristatellus*, 10-11%)及夏候鳥栗喉蜂虎(*Merops philippinus*, 14-17%)數量最多；2016 年 9 月、2017 年 8 月則以小白鷺(*Egretta garzetta*, 14-16%)、八哥(9-11%)、小鸕鷀(*Tachybaptus ruficollis*, 5-14%)、東方環頸鴿(*Charadrius alexandrinus*, 6-26%)等鳥類相對優勢。在保育物種方面，本計畫於慈湖曾記錄 I 級保育類之黑面琵鷺(*Platalea minor*)、遊隼(*Falco peregrinus*)、白肩鷲(*Aquila heliaca*)，II 級保育類之白琵鷺(*Platalea leucorodia*)、魚鷹(*Pandion haliaetus*)、黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)、東方澤鳶(*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 13 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，本計畫於慈湖水域內共記錄鳥類 15 科 40 種 9,090 隻次。秋冬季時鸕鷀成群棲息於北側之木麻黃林中，並於清晨飛往慈堤外覓食，數量最高可達 4800 隻，為避免此極端數據影響，故不將鸕鷀納入後續分析。結果顯示，慈湖東側淺水深處、沙洲與湖畔淺灘為水鳥主要覓食區域(圖 3-66)，其中又以東北側之鳥類出沒機率最高，共記錄覓食鳥類 28 種 401 隻次，其中以赤頸鴨(40%)、小白鷺(9%)、與紅胸濱鷗(*Calidris canutus*, 7%)等鳥類最為常見(圖 3-67)。另一方面，慈湖周圍淺灘與淺水域處亦為許多鳥類之休息處(圖 3-68)，除鸕鷀外共記錄休息鳥類 14 種 175 隻次，主要以黃足鷗(*Tringa*

brevipes, 25%)與花嘴鴨(*Anas poecilorhyncha*, 21%)最為常見(圖 3-69)。

貳、陵水湖

本計畫已於 2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月及 2017 年 2 月、5 月、8 月、11 月完成 8 季之陵水湖鳥類調查。共發現鳥類 35 科 74 種 3,530 隻次(附錄表 5-2)，每季調查之個體數介於 109 至 832 隻，以鷓鴣度冬期之鳥類數量較多(2016 年 3 月、12 月；2017 年 2 月、11 月)；物種數介於 27 至 46 種，以 2016 年 12 月及 2017 年 2 月最高。優勢鳥種隨季節變化，在候鳥度冬期(2016 年 3 月、12 月；2017 年 2 月、11 月)，以鷓鴣最為優勢(35-71%)，赤頸鴨次之(*Anas penelope*, 0-24%)；在其餘季節(2016 年 6 月、9 月；2017 年 5 月、8 月)則以小白鷺(4-20%)、八哥(9-15%)栗喉蜂虎(1-11%)、蒼鷺(*Ardea cinerea*, 1-10%)及家燕(*Hirundo rustica*, 4-11%)等鳥類較為常見。在保育物種方面，本計畫於陵水湖共發現 I 級保育類之遊隼，II 級保育類之魚鷹、東方澤鶩、黑鶩(*Milvus migrans*)、小燕鷗、大陸畫眉、八哥，及 III 級保育類之紅尾伯勞等共計 8 種保育鳥類。外來種則記錄和尚鸚鵡(*Myiopsitta monachus*)1 種。

鳥類棲地分析方面，本計畫於陵水湖內湖區共記錄水鳥 11 科 29 種 1,690 隻次。秋冬季時發現約 200 至 600 隻鷓鴣棲息於第 2、3 池間土堤上之枯木，為避免此極端數據影響，故不將鷓鴣納入後續分析。結果顯示，陵水湖主要為花嘴鴨、赤頸鴨(32%)、小鸕鶿(*Tachybaptus ruficollis*, 15%)、琵嘴鴨(*Anas clypeata*, 11%)等鳥類之覓食場所(圖 3-71)，共記錄覓食鳥類 22 種 244 隻次。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(圖 3-72)。在第 1 至 4 池間，第 1 池因地景開闊，隱蔽性較低，故鳥類之出沒頻率較少。休息行為方面，除鷓鴣外共記錄休息鳥類 16 種 91 隻次，主要以蒼鷺(25%)、小白鷺(23%)、夜鷺(15%)等鷺科鳥類常於湖畔休息(圖 3-73)，且多集中於第 3 池倒樹或土堤之樹木上(圖 3-74)。

參、蘭湖水庫

本計畫已於 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，本計畫於蘭湖水庫曾記錄 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

本計畫已於 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，本計畫於瓊林水庫曾記錄 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 級保育類之燕鵙(*Glareola maldivarum*)與紅尾伯勞。

伍、擎天水庫

本計畫已於 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，水域中僅記錄小鸕鶿、鸕鶿與 2 種水鳥。在保育物種方面，本計畫於擎天水庫曾記錄 II 級保育類之魚鷹、松雀鷹、東方澤鶩、大陸畫眉與八哥。



圖 3-65 慈湖鳥類調查區段(紅線表示)

(資料來源：本研究)



圖 3-66 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)

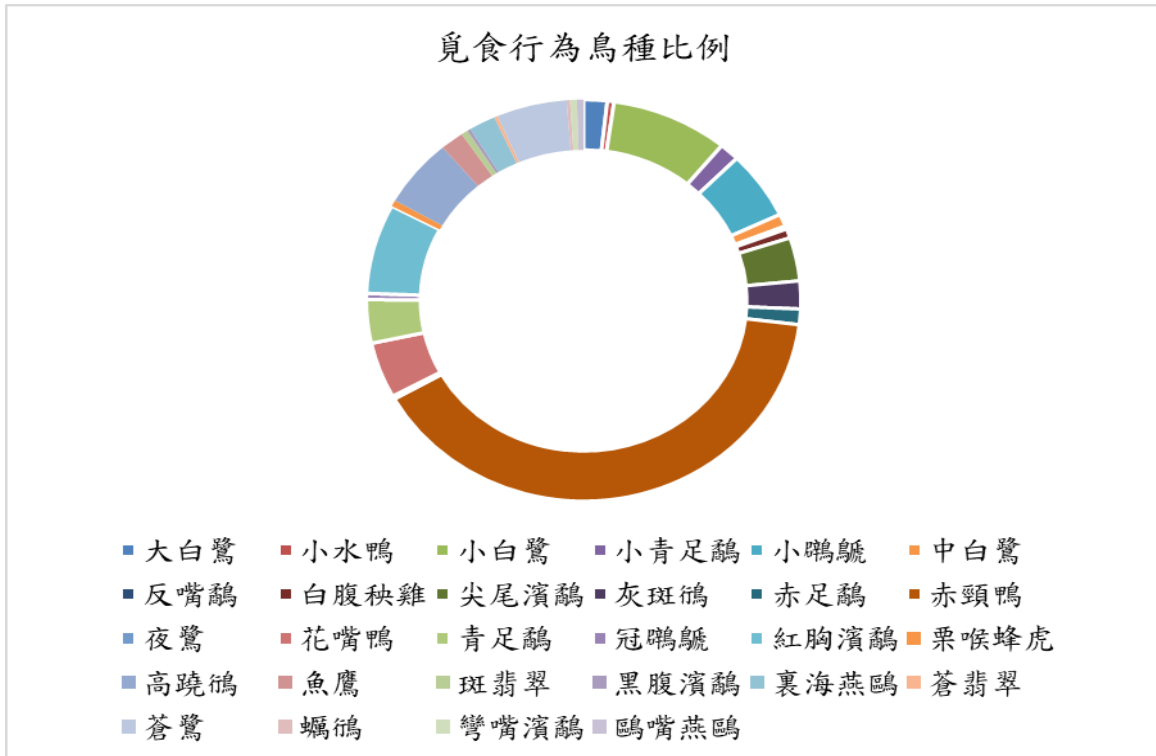


圖 3-67 慈湖覓食鳥類物種比例

(資料來源：本研究)



圖 3-68 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)

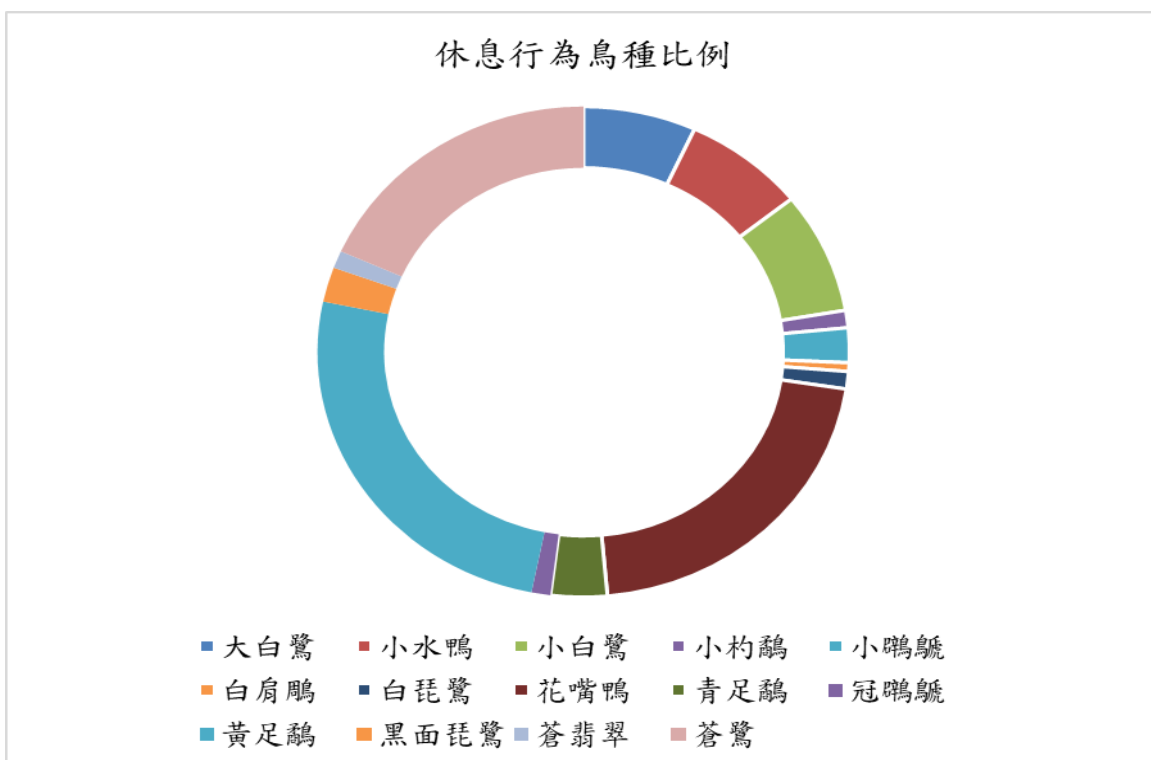


圖 3-69 慈湖休息鳥類物種比例

(資料來源：本研究)



圖 3-70 陵水湖鳥類調查區段(紅線表示)

(資料來源：本研究)



圖 3-71 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)

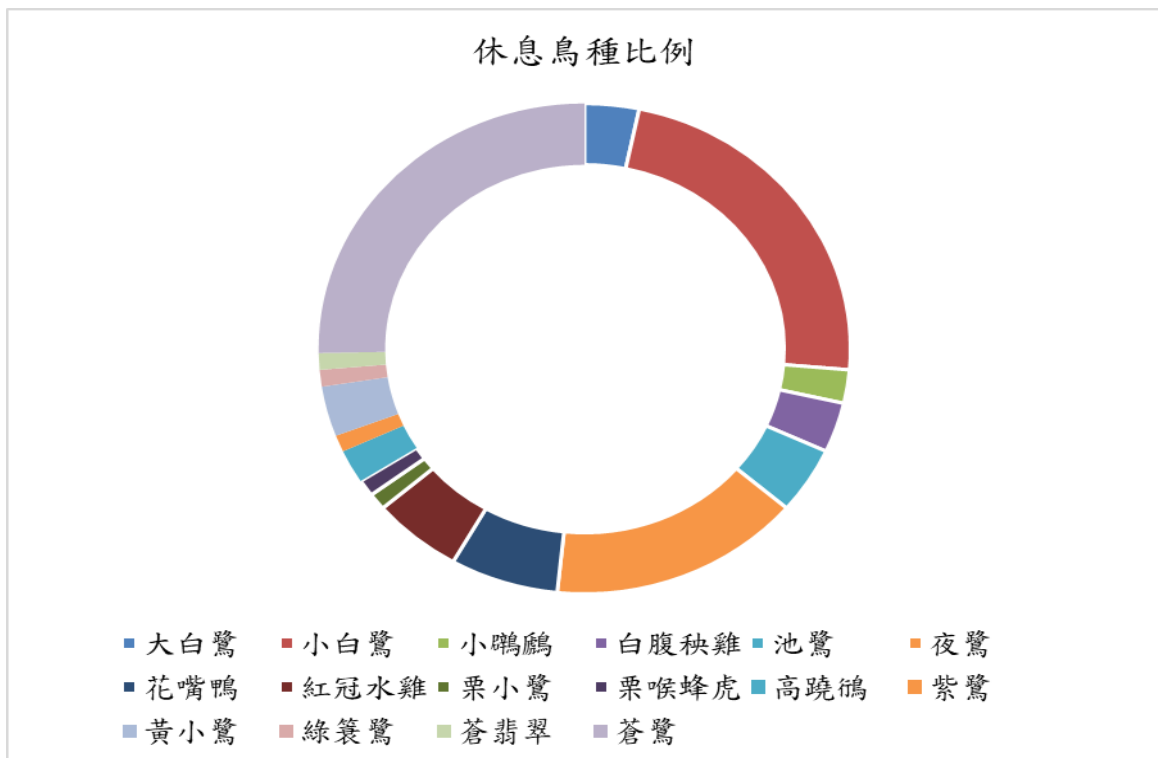


圖 3-72 陵水湖覓食鳥類物種比例
(資料來源：本研究)

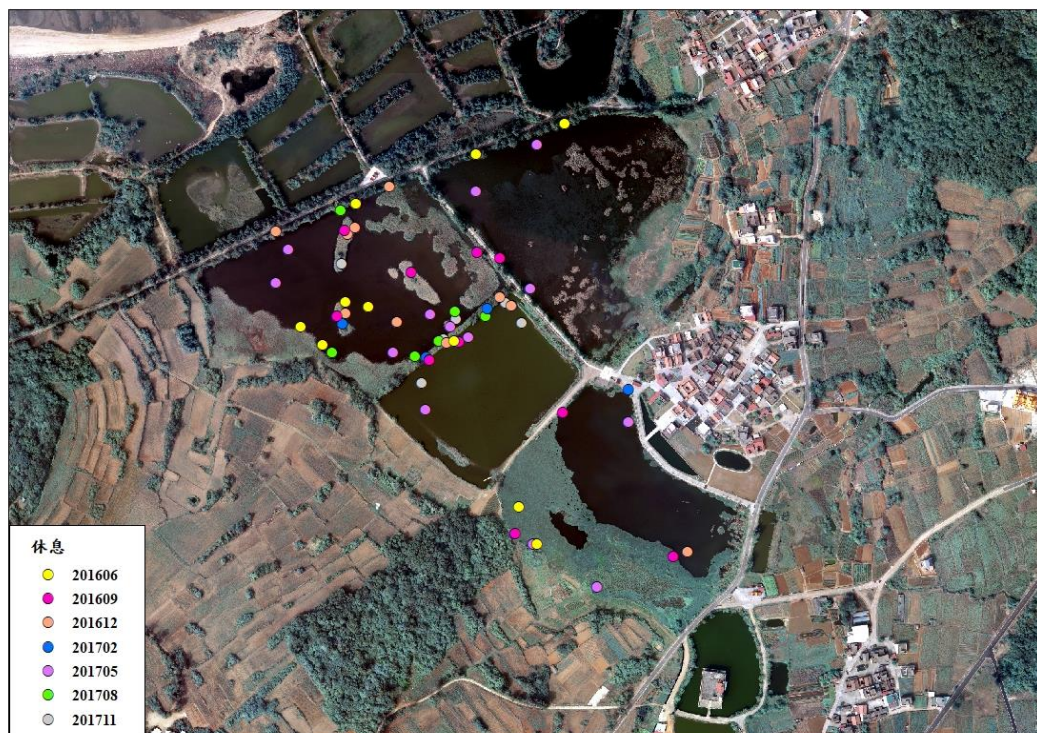


圖 3-73 2016 年 6 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類休息行為分布圖
(資料來源：本研究)

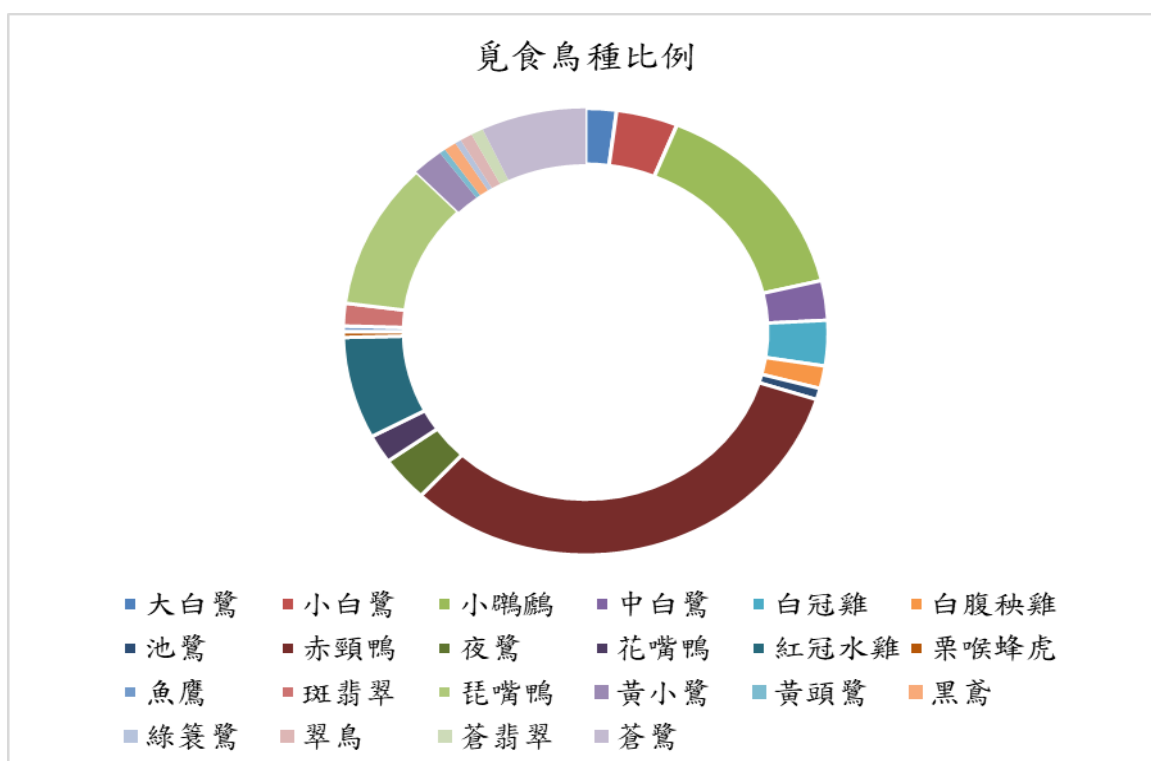


圖 3-74 陵水湖休息鳥類物種比例
(資料來源：本研究)

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

本計畫於 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

本計畫以集水區作為土地利用之調查範圍，總面積約 5.89 km²(圖 3-75)，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

本計畫以 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 3-76)。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

本計畫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 3-77)，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

本計畫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 3-78)，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

本計畫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 3-79)。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

本計畫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，本計畫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 月至 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 月至 11 月進入高粱收割期，當高粱子粒堅硬，基部轉黑後即可收成。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，本計畫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。本計畫於 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。

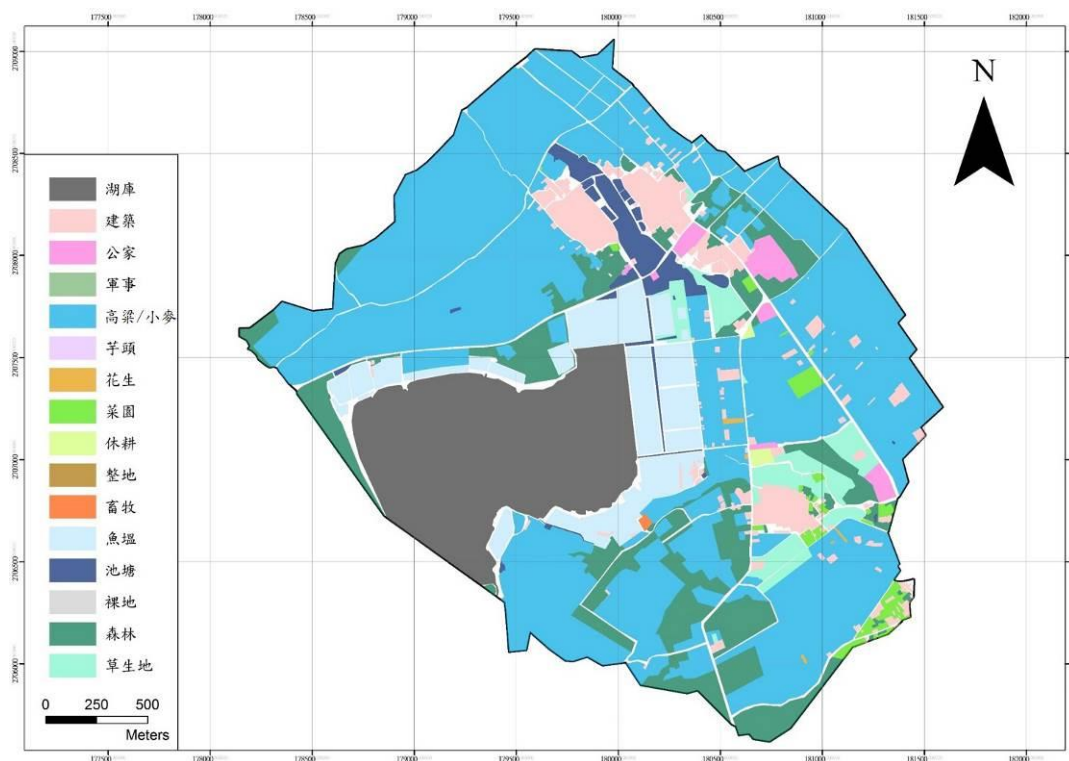


圖 3-75 慈湖土地利用調查

(資料來源：本研究)

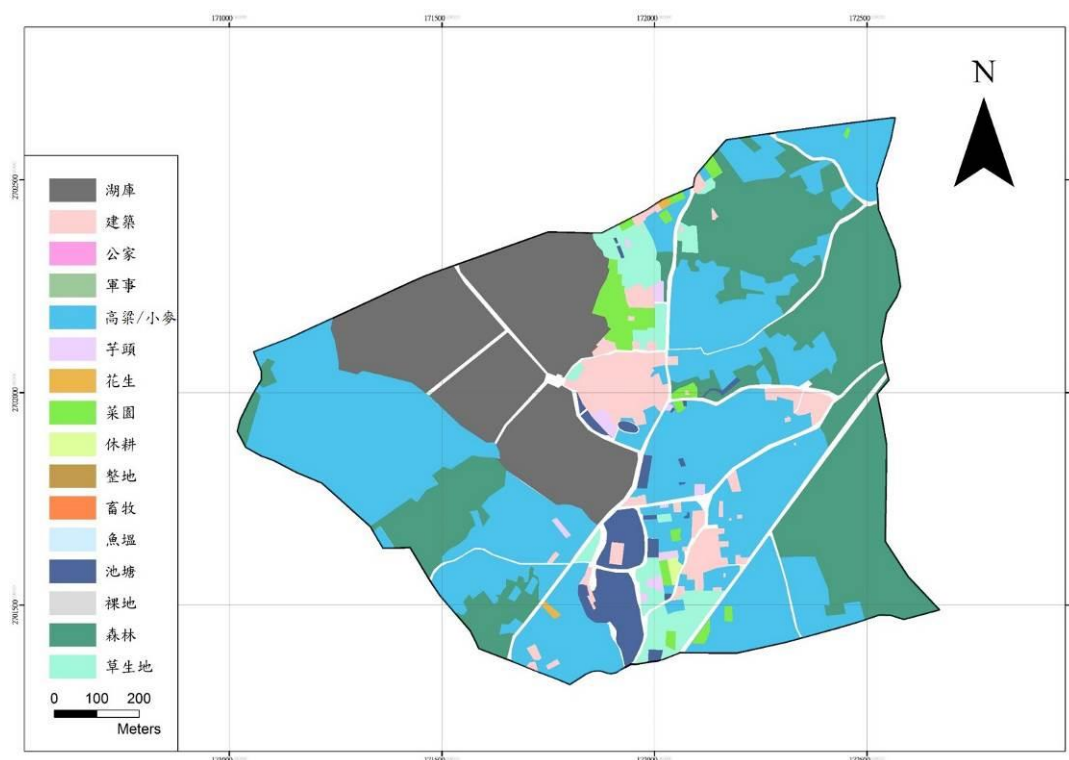


圖 3-76 陵水湖土地利用調查

(資料來源：本研究)

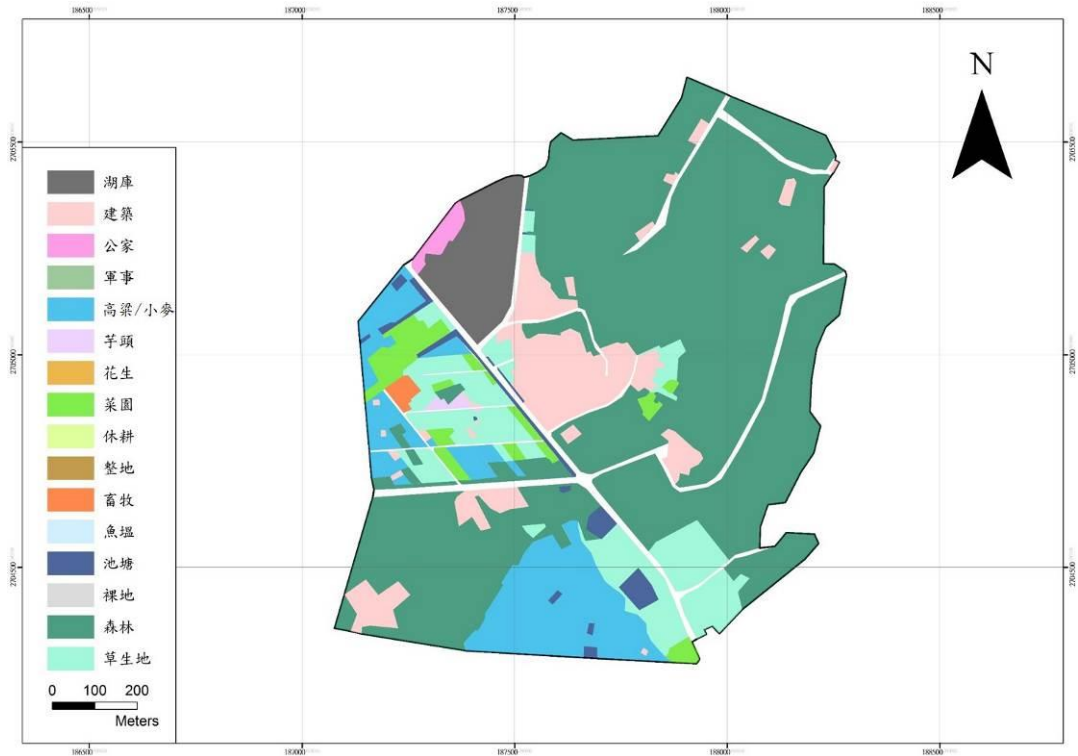


圖 3-77 蘭湖水庫土地利用調查

(資料來源：本研究)

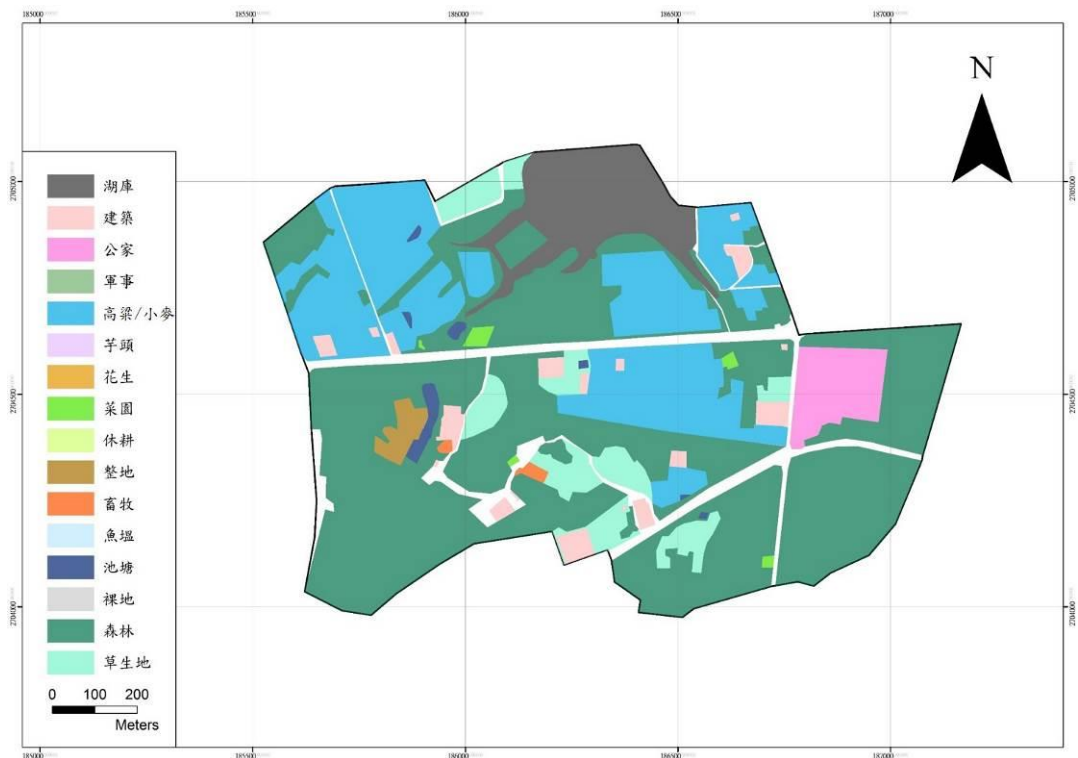


圖 3-78 瓊林水庫土地利用調查

(資料來源：本研究)

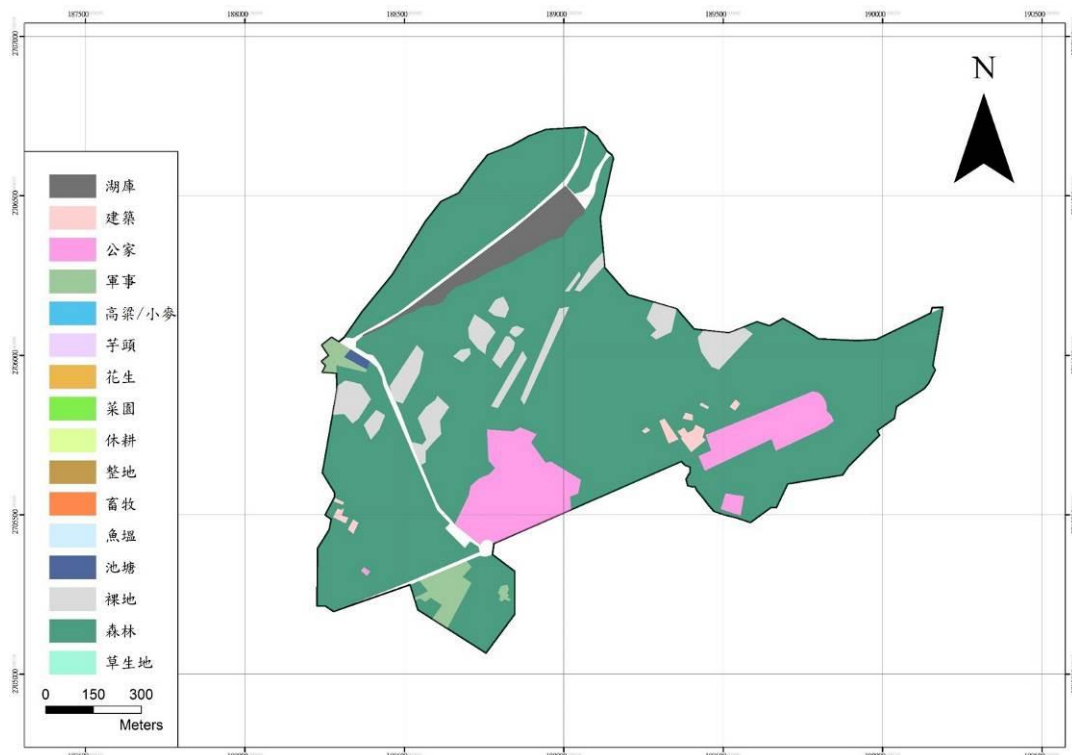


圖 3-79 擎天水庫土地利用調查

(資料來源：本研究)

第七節、生態系統代謝

壹、慈湖

本計畫已於 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 3-80)，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 3-81)，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。由本計畫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，然而本計畫目前僅有 1 季藻類組成資料，故此部分尚待持續蒐集數據方可定論。系統淨生產量(NEP)方面，C1、C3、C4 測站均以冬季之 NEP 最高(圖 3-82)，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。

貳、陵水湖

本計畫已於 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，但因本計畫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 3-83~3-84)。夏季 L5 測站湖面遍占布袋蓮，故本計畫推測夏季 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 3-85)，表示陵水湖屬於異營之生態系統。本計畫推測，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。

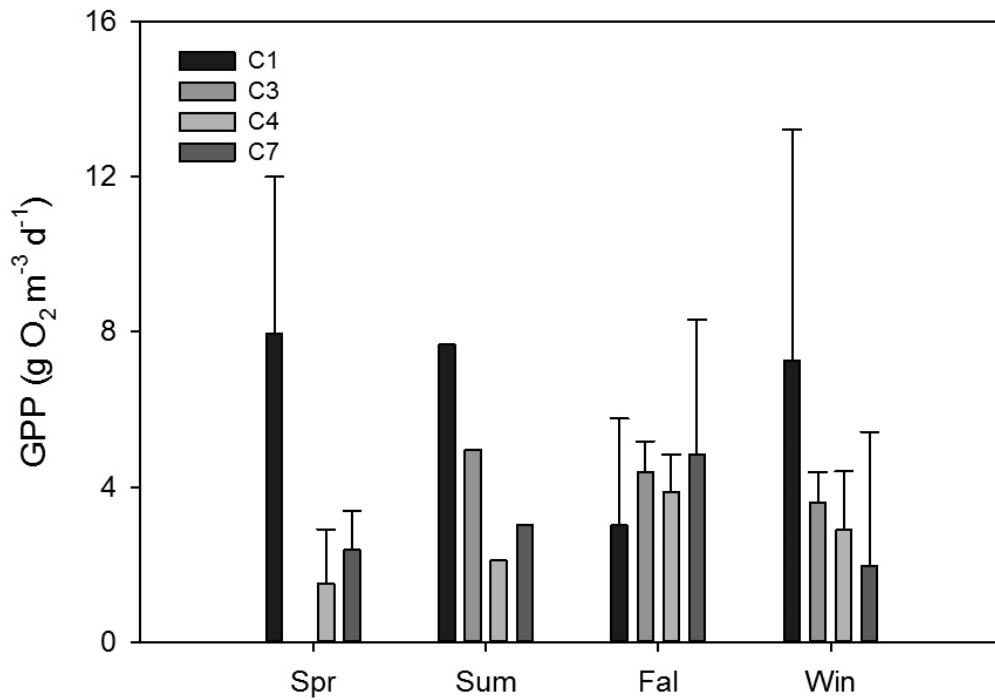


圖 3-80 2016 年春季至冬季慈湖基礎生產量
(資料來源：本研究)

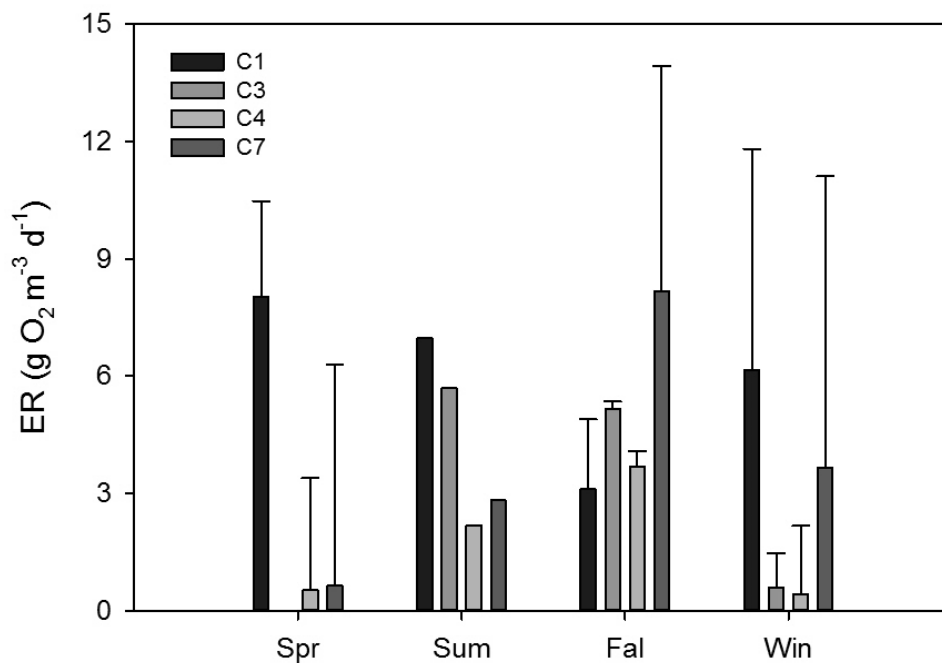


圖 3-81 2016 年春季至冬季慈湖系統呼吸量
(資料來源：本研究)

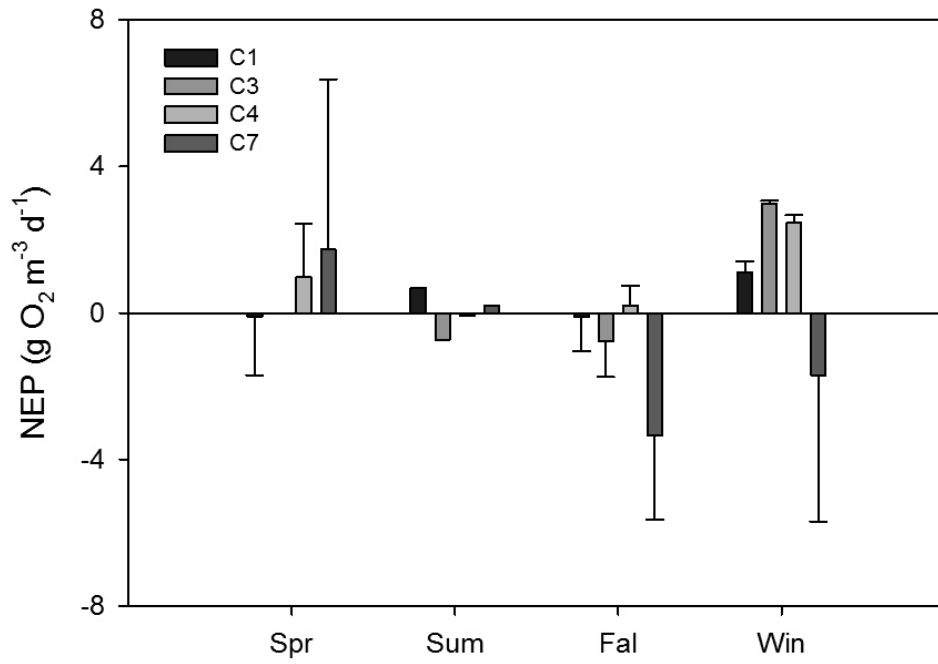


圖 3-82 2016 年春季至冬季慈湖淨系統生產量
(資料來源：本研究)

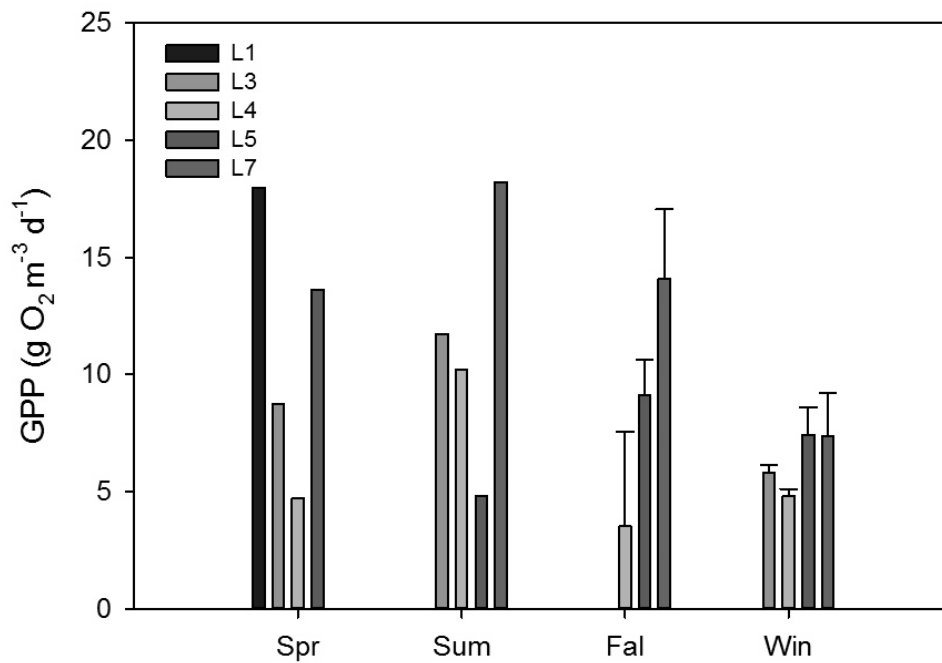


圖 3-83 2016 年春季至冬季陵水湖基礎生產量
(資料來源：本研究)

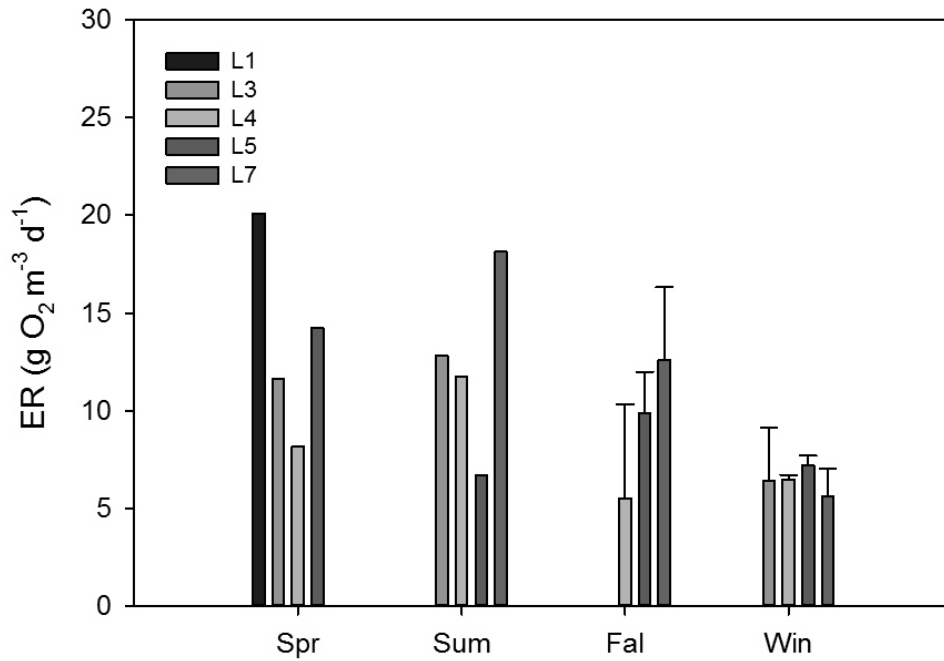


圖 3-84 2016 年春季至冬季陵水湖系統呼吸量
(資料來源：本研究)

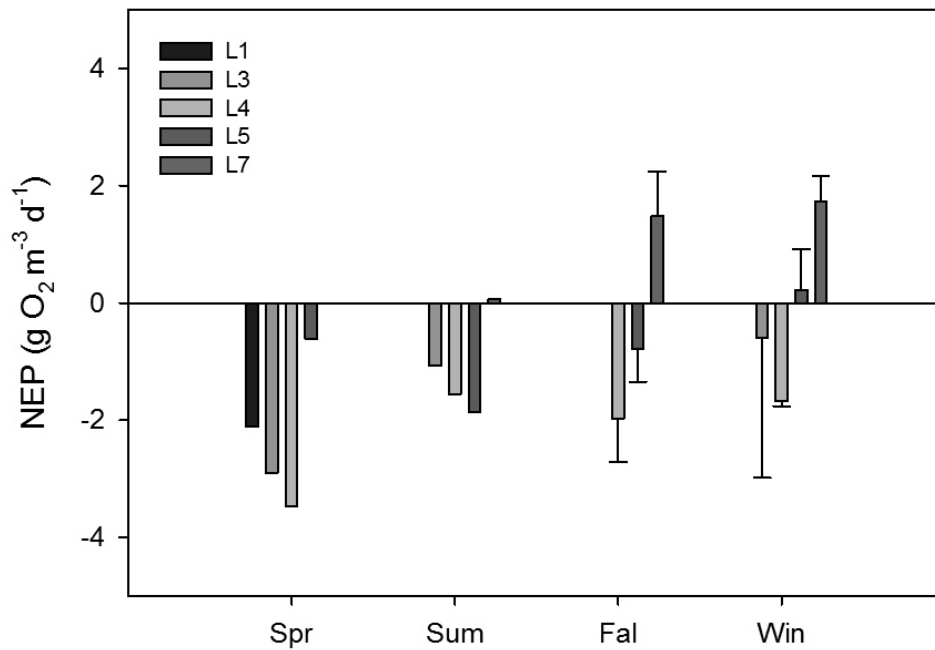


圖 3-85 2016 年春季至冬季陵水湖淨系統生產量
(資料來源：本研究)

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，並促進浮游藻類生長，故可見 C4、C5、C6、C7、C8 測站之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度較高；C1、C2、C3、C9、C10 測站因距離溝渠較遠，且靠近水閘門，水體流動程度較好，故水質狀態相對優良。整體而言，慈湖之總基礎生產量約為 $387.62 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於優養水域。為改善慈湖水質，金門國家公園管理處自 2017 年 1 月起增加防潮閘門之開啟頻率，以加快水體交換。本計畫今年度之水質結果顯示，C1、C2、C3、C9、C10 測站之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽較去年約低 77%、62%、43%；C4、C6、C8 測站之硝酸鹽、銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度較去年降低 77%、76%、39% 及 2%；C5、C7 測站之硝酸鹽、銨鹽約降低 61%、1%，磷酸鹽、葉綠素 *a* 濃度則分別提升 5.6 倍與 1.75 倍。綜合而言，水閘門開啟頻率增加使慈湖 C1、C2、C3、C4、C6、C8、C9、C10 測站之營養鹽濃度降低，但於葉綠素 *a* 濃度之變化極小；C5、C7 測站方面，則僅有硝酸鹽略微減輕，銨鹽、磷酸鹽及葉綠素 *a* 濃度則無明顯改善。

陵水湖集水區以農田之占有面積最廣，且上庫聚落緊鄰陵水湖，亦可能有少量生活污水流入。本計畫認為陵水湖之硝酸鹽主要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。相較於去年而言，今年度陵水湖整體之葉綠素 *a* 濃度提高約 2.5 倍，本計畫認為此現象應與今年度降雨稀少，水體流動力差，進而造成浮游藻類生物量累積有關。整體而言，陵水湖之總基礎生產量約為 $913.10 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ，屬於超優養水域。

另一方面，水體溶氧為影響水生動物生存與否之關鍵因子，雖然生物對低溶氧環境有不同之適應方式，但一般而言，溶氧 3 mg L^{-1} 以下之環境對部分魚種已造成壓力

(USEPA)； 1 mg L^{-1} 以下則可能導致生物大量死亡。本計畫 2016 年 6 月於慈湖檢測之溶氧介於 2.6 mg L^{-1} 至 3.1 mg L^{-1} ；於陵水湖檢測之溶氧介於 2.9 mg L^{-1} 至 3.5 mg L^{-1} ，雖未造成生物死亡，但可能已對當地魚類造成負面影響。

貳、水庫水質管理

蘭湖、瓊林、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，且周邊家戶污水多以輔導接管，因此應以農田污水為主要之營養源。擎天水庫位於太武山麓，集水區內除軍營外少有人為活動，金門植物園、太武山公墓之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。3 水庫中，以瓊林水庫水質最差，可能與其水位過淺，水體稀釋能力降低有關，故應密切注意水位與水質間之關係，並設法改善。綜合而言，蘭湖、瓊林、擎天水庫之水質狀態與其集水區管理方式相關，故應以集水區營養源為重點管理目標。尤其在總磷方面，因藍綠藻自身具有固氮能力，因此在磷豐富之水域容易大量生長，故若能控制集水區內之磷源，即可有效改善水庫水質。然而，金門水庫之水域體積小，稀釋能力差，尤其在暴雨或颱風過後承接大量來自集水區之營養，故即使是人為活動較少之擎天水庫亦有優養問題。

參、慈湖、陵水湖水文與陸化探討

本計畫建構 2016 年之水文收支模式指出，慈湖之總水體交換時間介於 12 天至 18 天，遠高於七股瀉湖與大鵬灣；陵水湖因水體容積較小，故淡水停留時間長且變異較大，介於 36 天至 313 天，整體上水體流動力不佳。然而，在 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提升為去年之 1 至 7 倍；陵水湖之淡水停留時間則較去年增加 1 倍。

慈湖東側之水深較淺，但在歷年衛星影像中未發現快速陸化之趨勢；陵水湖方面，歷年航照圖與本計畫以四軸航拍器拍攝之照片均顯示，陵水湖第 4 池之水生植物(鋪地黍、水燭、蘆葦)於 2010 年前即遍布水深較淺處。然而，在 2017 年 2 月發現蘆葦疑因

水深過深大量枯萎，使水域中水生植物之面積降至 20%，且至 2017 年 8 月僅小幅成長至 25%。

肆、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 5 月達到高峰後始大幅下降。6 月至 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，故本計畫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，故本計畫推測 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。

肥滿度指數結果顯示，4-6 月及 9-10 月為菲律賓簾蛤之釋卵期。其中，4-6 月亦為漁民「摸蚶」盛期，故此時之採捕行為將影響翌年菲律賓簾蛤之族群量。本計畫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一次繁殖期，本計畫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。

伍、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、陵水湖為鳥類覓食、休息之區域，故維護慈湖水生動物之族群，有利於生態系之穩定發展。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)。

本計畫迄今 8 季之成果中，於慈湖共調查鳥類 42 科 110 種，魚類 11 科 22 種，螺貝類 11 科 21 種，蝦蟹類 6 科 21 種，多毛類 6 科，浮游動物 27 類，爬蟲類 5 種，兩棲類 1 種；基礎生產者方面，共記錄植物 33 科 86 種，浮游藻類 46 屬與大型藻類 6 科 7 種。綜合而言，慈湖東側之營養鹽豐富，浮游藻類及底棲微藻生長快速，加上溝渠輸入之有機物質，使此區聚集許多臺灣厚蟹、字紋弓蟹、布魯雙邊魚與鯔科幼魚，然因底質泥濘、厭氧且水體交換不良，使螺貝類不易生存，僅記錄數量較多之流紋蜷。相對而言，水閘門一帶之營養鹽、浮游藻類、底棲藻類較少，但與慈堤外之水體交換較好，故常可發現黃鰭鯛、黑棘鯛、四帶牙鰨等魚類，且因水體流動力佳，底質含砂量高，故螺貝類資源豐富，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。在鳥類方面，慈湖東側水深較淺，使雁鴨科、鷺科及鵲科鳥類時常於此覓食、休息。

本計畫迄今 8 季之成果顯示，於陵水湖共記錄鳥類 35 科 74 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，爬蟲類 4 種，兩棲類 2 種；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。

陸、107 年度工作調查項目調整

本計畫 105-106 年度之慈湖基礎生產者調查涵蓋陸域植物、浮游藻類、大型藻類；動物方面則涵蓋魚類、螺貝類、蝦蟹類、多毛類、浮游動物及鳥類。陵水湖之基礎生產者調查包括水、陸域植物，水生植物生產量、浮游藻類；動物則包含魚類、螺貝類、蝦蟹類、水棲昆蟲、浮游動物及鳥類。為使慈湖、陵水湖調查之生物資源更臻完善，本計畫預期於 107 年度，在慈湖改以水母、寄居蟹、頭足類及水域中之爬蟲類為調查對象，並延續螺貝類、菲律賓簾蛤與鳥類之調查工作。在陵水湖方面，則以水域中之爬蟲類為

調查對象，並延續鳥類及第 4 池之水生植物覆蓋度、草魚族群量追蹤。綜合上述之各生物類群之量化資料，本計畫將以 Ecopath 程式建構慈湖與陵水湖之生態系食物網模式，並由系統層面提出適宜之經營管理方式。

環境因子方面，於慈湖 10 處測站及陵水湖 6 處測站持續執行水質分析、並建構 2018 年之水文收支模式。此外，亦於慈湖中央水域加強流向調查。

表 4-1 107 年度工作項目調整

工作項目	105 年度	106 年度	107 年度
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、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、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、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	105 年度	106 年度	107 年度
		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)

第二節、建議

建議一：立即可行建議－慈湖大型藻類清除

主辦單位：金門國家公園管理處

春季慈湖東側之大型綠藻過度生長，顯示優養化疑慮。大型藻類大面積覆蓋水面，可能促成缺氧環境，造成水生動物死亡，且此處之水流較緩，藻類衰敗後釋出之營養，難以靠水流流出，故本計畫建議應適度清除。然而，慈湖東北側為水鳥覓食、休息之主要區域，故本計畫建議保留此區塊，以降低對水鳥之干擾。

建議二：立即可行建議－菲律賓簾蛤採捕管理

主辦單位：金門國家公園管理處

菲律賓簾蛤為慈湖重要之漁業資源。Chung et al.(2001)指出，菲律賓簾蛤雌、雄體殼長 20.1 mm 至 25.0 mm 之性成熟率分別為 75%、83%；25.1 mm 至 30.0 mm 之性成熟率則均達 100%。楊(2007)亦指出，菲律賓簾蛤 1 齡即可成為初級性成熟繁殖個體。本計畫結果中，慈湖菲律賓簾蛤 1 齡之殼長約為 25.72 mm，繁殖期在 4-6 月與 9-10 月。綜合以上，為確保菲律賓簾蛤於採捕前至少經過一次繁殖期，本計畫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。

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 2017 年 11 月慈湖各測站現地檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 ℃	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度 psu	導電度 m S 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(2/3)

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度 psu	導電度 m S 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

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度 psu	導電度 m S 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	--	--	--	--	--	--

(資料來源：本研究)

表附錄 1-2 2016 年 3 月至 2017 年 11 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 mg L ⁻¹	化學需氧量 mg L ⁻¹
			mg L ⁻¹	()	mg L ⁻¹	()	mg m ⁻³	()	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)	--	--

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

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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
2017/2/22	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

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

括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-3 2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖現場檢測水質

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 ℃	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度 psu	導電度 m S 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

檢測日期	測站	檢測時間	水溫 °C	溶氧 mg L ⁻¹	酸鹼值	鹽度 psu	導電度 m S 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

(資料來源：本研究)

表附錄 1-4 2016 年 3 月至 2017 年 11 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)

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(2/3)

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)

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)

括號內為標準差；N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-5 2016 年 3 月至 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 psu	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 m S cm ⁻¹	濁度 NTU
2016/03/23	16:10	Lan-SW	15.0	8.21	0.1	4.7	0.30	21.4
2016/03/23	16:25	Lan-SC	15.1	8.20	0.2	4.9	0.38	10.0
2016/03/23	16:40	Lan-SE	14.9	8.23	0.2	4.7	0.38	9.2
2016/03/23	16:10	Lan-BW	--	8.67	0.2	4.7	0.41	9.5
2016/03/23	16:25	Lan-BC	--	8.22	0.2	5.2	0.38	13.2
2016/03/23	16:40	Lan-BE	--	8.12	0.2	3.8	0.42	5.0
2016/06/27	10:05	Lan-SW	32.1	6.81	0.2	3.2	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	10:20	Lan-SE	32.3	6.60	0.2	3.3	0.33	2.5
2016/06/27	10:05	Lan-BW	--	6.50	0.2	3.0	0.43	--
2016/06/27	10:15	Lan-BC	--	6.61	0.2	3.1	0.43	--
2016/06/27	10:20	Lan-BE	--	8.13	0.2	2.9	0.44	--
2016/09/23	07:31	Lan-SW	26.5	8.67	0.1	7.6	0.36	5.5
2016/09/23	07:59	Lan-SC	26.6	8.55	0.1	7.4	0.35	6.0
2016/09/23	07:53	Lan-SE	26.6	8.43	0.1	7.6	0.39	6.7
2016/09/23	07:31	Lan-BW	--	7.23	0.1	0.6	0.42	32.7
2016/09/23	07:59	Lan-BC	--	7.12	0.1	0.2	0.43	35.4
2016/09/23	07:53	Lan-BE	--	7.30	0.1	0.6	0.37	41.4
2016/12/19	13:53	Lan-SW	19.1	8.81	0.1	7.68	0.382	4.66
2016/12/19	13:42	Lan-SC	19.3	8.73	0.1	8.24	0.38	4.88
2016/12/19	13:34	Lan-SE	19.0	8.66	0.1	8.71	0.381	5.25
2016/12/19	13:54	Lan-BW	19.3	8.83	0.1	7.63	0.381	11.68
2016/12/19	13:43	Lan-BC	18.4	7.93	0.1	5.46	0.383	5.01
2016/12/19	13:36	Lan-BE	18.0	8.07	0.1	6.49	0.384	11.86

註：括號內數值為標準差。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。（資料來源：本研究）

表附錄 1-6 2016 年 3 月至 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 mg L ⁻¹		有機質 mg L ⁻¹		硝酸鹽 mg L ⁻¹		銨鹽 mg L ⁻¹		磷酸鹽 mg L ⁻¹		總磷 mg L ⁻¹		葉綠素 <i>a</i> mg m ⁻³		透明度 cm		卡爾森 指數
2016/03/23	16:10	Lan-SW	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	16:25	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	16:40	Lan-SE	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	16:10	Lan-BW	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)	--	--	--
2016/03/23	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)	--	--	--
2016/06/27	10:05	Lan-SW	--	--	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	10:15	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	10:20	Lan-SE	--	--	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	10:05	Lan-BW	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)	--	--	--
2016/06/27	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	10:20	Lan-BE	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)	--	--	--
2016/09/23	07:31	Lan-SW	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	07:59	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	07:53	Lan-SE	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	07:31	Lan-BW	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)	--	--	--
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	07:53	Lan-BE	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)	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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	13:53	Lan-SW	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	13:42	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	13:34	Lan-SE	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	13:54	Lan-BW	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)	--	--	--
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	13:36	Lan-BE	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)	--	--	--

註：括號內數值為標準差。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。N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-7 2016 年 3 月至 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 psu	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 m S 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

註：括號內數值為標準差。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。N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-8 2016 年 3 月至 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)	--	--	--

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	(標準差)	mg L ⁻¹	(標準差)	mg L ⁻¹	(標準差)	mg L ⁻¹	(標準差)	mg L ⁻¹	(標準差)	mg L ⁻¹	(標準差)	mg m ⁻³	(標準差)	cm	(標準差)	
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)	--	--	--

註：括號內數值為標準差。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。N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-9 2016 年 3 月至 12 月擎天水庫(Qing)現地檢測水質

檢測日期	時間	測站	水溫 °C	酸鹼值	鹽度 psu	溶氧 mg L ⁻¹	導電度 m S 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

註：括號內數值為標準差。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。N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-10 2016 年 3 月至 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)	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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	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)	--	--	--

註：括號內數值為標準差。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。N.D.表示濃度低於偵測下限。(資料來源：本研究)

表附錄 1-11 2016 年至 2017 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

(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、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(2/3)

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(2/3)

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(2/3)

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(2/3)

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(2/3)

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 年至 2015 年陵水湖航照圖
(資料來源:Google Earth)



2016 年 4 月



2016 年 8 月



2016 年 9 月



2017 年 2 月



2017 年 5 月



2017 年 8 月

圖附錄 3-2 2016 年 4 月陵水湖空拍圖
(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 池至第 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(2/3)

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</i> sp.																		
鱒科 Terapontidae																		
四帶牙鱒 <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(2/3)

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 9 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		
怪頰鱗科 Adrianichthyidae														
青鱗魚 <i>Oryzias latipes</i>														
花鱗科 Poeciliidae														
孔雀花鱗 <i>Poecilia reticulata</i>														
食蚊魚 <i>Gambusia affinis</i>						5	5						20	20
狼鱸科 Moronidae														
日本花鱸 <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			
攀鱸科 Anabantidae														
攀鱸 <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																		
小海蟾科 Batillariidae																		
燒酒海蟾 <i>Batillaria zonalis</i>	7.1								7.1		19.6	28.4	1.8	3.6	151.1			204.4
海蟾科 Potamididae																		
栓海蟾 <i>Cerithidea cingulata</i>			1.8			1.8	62.2		65.8		16.0	35.6		7.1	32.0	64.0	10.7	165.3
鐵尖海蟾 <i>Cerithidea djadjariensis</i>																	1.8	1.8
錐蟾科 Thiaridae																		
流紋蟾 <i>Thiara riqueti</i>														55.1	76.4	3.6		135.1
織紋螺科 Nassariidae																		
粗紋織紋螺 <i>Reticunassa festiva</i>	12.4		19.6						32.0		10.7	1.8						12.4
螺螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>		1.8							1.8	1.8		1.8						3.6
唱片蛤科 Semelidae																		
月光唱片蛤 <i>Abrina lunella</i>										3.6	5.3	60.4						69.3
殼菜蛤科 Mytilidae																		
雲雀蛤																		
貽貝屬的 1 種 <i>Mytilus</i> sp.																		

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
紫雲蛤科 Psammobiidae																		
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>												7.1	7.1					14.2
薄殼蛤科 Laternulidae																		
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>																		
簾蛤科 Veneridae																		
台灣文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>												5.3						5.3
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>												1.8						1.8
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	7.1		1.8						8.9	1.8	10.7	19.6						32.0
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	28.4		7.1						35.6	215.1	97.8	23.1	1.8					337.8
臺灣環簾蛤 <i>Katelysia hiantina</i>																		
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.																		
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>																		
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.1												24.9	16.0					40.9
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.2																		
豐度(ind. m⁻²)	55.1	1.8	30.2	0.0	0.0	1.8	62.2	0.0	151.1	222.2	199.1	193.8	3.6	65.8	259.6	67.6	12.4	1024.0
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																		
小海蟾科 Batillariidae																		
燒酒海蟾 <i>Batillaria zonalis</i>		183	7	121		4			315		78	28	71		11			188
海蟾科 Potamididae																		
栓海蟾 <i>Cerithidea cingulata</i>		94	21	36		148	27	2	327		25	21	7	2	27	23	12	117
鐵尖海蟾 <i>Cerithidea djadjariensis</i>		50		69		4			123	4								4
錐蟾科 Thiaridae																		
流紋蟾 <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
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																		
雲雀蛤																		
貽貝屬的 1 種 <i>Mytilus</i> sp.													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
紫雲蛤科 Psammobiidae																		
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>										14		5	4					23
薄殼蛤科 Laternulidae																		
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>										2	4	2	9					16
簾蛤科 Veneridae																		
台灣文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>		2	2						4			4						4
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																		
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>		5	11	2				5	23	23	9	34						66
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	12	4							16	21		2						23
臺灣環簾蛤 <i>Kataysia 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>																		
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.1										36	11	16	5					68
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.2																		
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																		
小海蟾科 Batillariidae																		
燒酒海蟾 <i>Batillaria zonalis</i>		43		112		59	5	5	224		21	27	48		43		11	149.3
海蟾科 Potamididae																		
栓海蟾 <i>Cerithidea cingulata</i>		53	37	43		107	37		277	5	27	69	80		43	32	5	261.3
鐵尖海蟾 <i>Cerithidea djadjariensis</i>		21		27				21	69						11	5		16.0
錐蟾科 Thiaridae																		
流紋蟾 <i>Thiara riqueti</i>					117		496		613					32		11		42.7
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		245.3
蝾螺科 Turbinidae																		
瘤珠螺 <i>Lunella granulata</i>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <i>Solen strictus</i>	5					0			5			5						5.3
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			181.3
殼菜蛤科 Mytilidae																		
雲雀蛤				5					5									
貽貝屬的 1 種 <i>Mytilus</i> sp.																		

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
紫雲蛤科 Psammobiidae																		
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>	16	5				11			32	11		43	5					58.7
薄殼蛤科 Laternulidae																		
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>			16			5	5		27			5						5.3
簾蛤科 Veneridae																		
台灣文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>		11							11									
伊莎貝蛋糕蛤 <i>Placamen isabellina</i>																		
歪簾蛤 <i>Anomalocardia squamosa</i>	11	21	16	5					53		21	59						80.0
菲律賓簾蛤 <i>Ruditapes philippinarum</i>	11	16	43			5			75	21	27	21						69.3
臺灣環簾蛤 <i>Kataysia hiantina</i>	5	5							11			11						10.7
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.	27	27	16	5					75									
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>				5		219			224							5		5.3
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.1	5	21	128						155									
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.2				5														
豐度(ind. m⁻²)	171	245	309	245	117	485	571	11	2149	101	128	496	171	32	123	64	16	1130.7
物種數	9	12	8	10	1	9	6	2	17	5	6	10	5	1	5	5	2	13

(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																		
小海蟾科 Batillariidae																		
燒酒海蟾 <i>Batillaria zonalis</i>	69	32	21	32		117		32	304	64	32	32		117				117
海蟾科 Potamididae																		
栓海蟾 <i>Cerithidea cingulata</i>	21	59	21	112		107	309	69	699	69	32	293		352	240	245		1232
鐵尖海蟾 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	101			37				27	165	11		96				21		128
錐蟾科 Thiaridae																		
流紋蟾 <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>																		
雙殼綱 Bivalvia																		
竹蛭科 Solenidae																		
竹蛭 <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																		
雲雀蛤																		
貽貝屬的 1 種 <i>Mytilus</i> sp.																		

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	
紫雲蛤科 Psammobiidae																			
西施舌 <i>Sanguinolaria diphos</i>																		5	5
薄殼蛤科 Laternulidae																			
船形薄殼蛤 <i>Laternula marilina</i>																			
簾蛤科 Veneridae																			
台灣文蛤 <i>Meretrix meretrix</i>																			
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
臺灣環簾蛤 <i>Kataysia hiantina</i>	11			5					16	5		5							11
橫簾蛤屬 <i>Paphia</i> sp.																			
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>											5	5							11
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.1																			
雙殼綱的 1 種 <i>Bivalvia</i> sp.2																			
豐度(ind. m⁻²)	261	123	117	219	219	240	933	176	2288	48	197	144	453	256	469	309	251	2000	
物種數	6	5	5	6	1	3	2	5	8	3	8	8	4	1	2	3	2	11	

(資料來源：本研究)

表附錄 4-10 2016 年 3 月至 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																	
小海蟯科 Batillariidae																	
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>	12	92	104	112					112	161	161	152					152
海蟯科 Potamididae																	
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>	115	64	179	37					37	99	99	107					107
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>				1					1	1	1						
錐蟯科 Thiaridae																	
流紋蟯 <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 4-11 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
小海蟯科 Batillariidae									
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>		8		41		3		1	53
海蟯科 Potamididae									
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>			1	91		54	18	6	170
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	1			4			6		11
錐蟯科 Thiaridae									
流紋蟯 <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 4-12 陵水湖 2016 年 3 月至 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				
小海蟯科 Batillariidae				
燒酒海蟯 <i>Batillaria zonalis</i>	6			6
海蟯科 Potamididae				
栓海蟯 <i>Cerithidea cingulata</i>	9			9
鐵尖海蟯 <i>Cerithidea djadjariensis</i>	27			27
錐蟯科 Thiaridae				
流紋蟯 <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 4-13 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</i> sp.										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 4-14 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 <i>Grapsidae sp.</i>	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 4-15 2017 年 3 月至 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 4-16 2017 年 2 月慈湖多毛類調查種類與豐度

科名	Feb-17								合計
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
沙蠶科 Nereididae	240	624	592	256	16	176	48		
歐努菲蟲科 Onuphidae			32						32
海蛹科 Opheliidae		48							48
多毛綱的 1 種 Polychaeta sp.1				128	16				144
多毛綱的 1 種 Polychaeta sp.2			64						64
豐度(ind. m⁻²)	240	672	688	384	32	176	48	0	2240
物種數	1	2	3	2	2	1	1	0	4

(資料來源：本研究)

表附錄 4-17 2017 年 5 月慈湖多毛類調查種類與豐度

科名	May-17								合計
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
索沙蠶科 Lumbrineridae				16					16
沙蠶科 Nereididae	272	800	1616	2592	1840	1712	2960	1344	13136
歐努菲蟲科 Onuphidae			96						96
纓鰓蟲科 Sabellidae				16					16
多毛綱的 1 種 Polychaeta sp.3				16					16
豐度(ind. m⁻²)	272	800	1712	2640	1840	1712	2960	1344	13280
物種數	1	1	2	4	1	1	1	1	5

(資料來源：本研究)

表附錄 4-18 2017 年 8 月慈湖多毛類調查種類與豐度

科名	Aug-17								合計
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
沙蠶科 Nereididae	16	256	1200	272		128	416	48	2336
歐努菲蟲科 Onuphidae		16							16
纓鰓蟲科 Sabellidae				16					16
豐度(ind. m⁻²)	16	272	1200	288		128	416	48	2368
物種數	1	2	1	2	0	1	1	1	3

(資料來源：本研究)

表附錄 4-19 2017 年 2 月至 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 4-20 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 Heterpoda	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

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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
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 4-21 2017 年 8 月慈湖浮游動物大類與豐度

類別	Nov-17								合計
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
二枚貝 Bivalvia	100	220	160	40	80		80	2720	3400
介形類 Ostracoda		20	40		190		40		290
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
有孔蟲 Foraminifera	10	60	40	20					130
尾蟲 Appendicularia									
夜光蟲 Noctiluca									
放射蟲 Radiolaria			40		100				140
枝角類 Cladocera		80	40		560	80	10		770
哲水蚤 Calanoid	1920	16480	3390	47620	8490	55680	12780	6920	153280
猛水蚤 Harpacticoid									
異足類 Heteropoda	40	140	100	400	190	320	10570	8040	19800
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
蝦類幼生 Shrimp larva		40	40	40			10		130
輪蟲 Rotifera	70	100		2820	7200	2880	2600	240	15910
橈足類幼生 Copepoda nauplius	41400	11800	74820	23720	23200	50280	38590	48040	311850
磷蝦 Euphausiacea									
糠蝦 Mysidacea									
翼足類 Pteropoda									
藤壺幼生 Barnacle nauplius	90	20	600		50	360	1380	2560	5060
蟹類幼生 Crab zoea					20				20
纖毛蟲 Ciliophora	4540	2780	2080	12180	9120	2240	6400	5920	45260
豐度(ind. m⁻³)	48900	36400	82450	88340	57310	116480	76190	82360	588430
物種數	11	13	13	10	16	9	13	9	19

(資料來源：本研究)

表附錄 4-22 2017 年 8 月陵水湖浮游動物大類與豐度

類別	Mar-17					May-17					Aug-17				
	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計	L3	L4	L5	L7	合計
二枚貝 Bivalvia											16	12	0	0	28
介形類 Ostracoda	48	60	32	28	168	1356	20	156	20	1552	168	316	32	24	540
仔稚魚 Fish larvae						4		4		8					
多毛類 Polychaeta		4			4	8				8					
有孔蟲 Foraminifera				4	4		4	32		36	8	4	0	0	12
枝角類 Cladocera	792	956	472	424	2644	508	104	824	176	1612	728	44	1120	204	2096
哲水蚤 Calanoid	932	2444	612	324	4312	76	36	320	124	556	216	32	0	0	248
猛水蚤 Harpacticoid		168			168										
異足類 Heterpoda							4			4	16	0	0	0	16
魚卵 Fish egg	4				4		16			16					
端腳類 Amphipoda	8	1268	12	8	1296		8	36		44					
劍水蚤 Cyclopoid	3416	4436	1176	816	9844	14720	588	6988	1500	23796	29376	1268	29600	8384	68628
蝦類幼生 Shrimp larva	8	32	8		48		16	4		20	8	0	0	0	8
輪蟲 Rotifera	6668	16720	5016	4652	33056	1024	3236	2912	2512	9684	9920	2400	8992	20084	41396
橈足類幼生 Copepoda nauplius	972	1100	492	496	3060	640	600	2528	840	4608	1408	564	5696	660	8328
藤壺幼生 Barnacle nauplius	28		4	12	44	16	12	192	44	264	16	4	0	0	20
蟹類幼生 Crab zoea								36	8	44					
纖毛蟲 Ciliophora		96			96	16	72	96		184					
豐度(ind. m⁻³)	12876	27284	7824	6764	54748	18368	4716	14128	5224	42436	41880	4644	45440	29356	121320
物種數	10	11	9	9	14	10	13	13	8	16	11	11	11	11	11

(資料來源：本研究)

表附錄 4-23 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	--	--	--	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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	--	--	--	--	--	--

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	--	--	--	--	--	--

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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	--	--	--	--	--	--

註：括號內數值為標準差。(資料來源：本研究)

附錄 5 鳥類調查結果

表附錄 5-1 2016 年 3 月至 2017 年 11 月慈湖鳥類調查結果

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
雁形目	雁鴨科	赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	無	無	2			64	225			502	793
雁形目	雁鴨科	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	無	無				1	2				3
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無	29	17	35	112	67	62	45	76	443
雁形目	雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>	無	無	101				6			2	109
雁形目	雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	無	無	25			49	58			106	238
雁形目	雁鴨科	鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>	無	無				7	1				8
雁形目	雁鴨科	斑背潛鴨	<i>Aythya marila</i>	無	無				1					1
雞形目	雉科	環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>	II	特有亞種	3		1		3	3	6		16
雞形目	雉科	藍孔雀	<i>Pavo cristatus</i>	無	外來種		1							1
鵲形目	鸕鷀科	小鸕鷀	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	39	11	32	22	18	28	69	23	242
鵲形目	鸕鷀科	冠鸕鷀	<i>Podiceps cristatus</i>	無	無	3			2	2			1	8
鵲形目	鸕鷀科	鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無	1399		1	4857	3676			3131	13064
鵲形目	鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	無	無		4	3				4		11
鵲形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	39	2	6	25	24	6	17	40	159
鵲形目	鷺科	紫鷺	<i>Ardea purpurea</i>	無	無			1						1
鵲形目	鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無	3	12	23	3	22	9	6	64	142
鵲形目	鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無		1	8	1	1		2	3	16
鵲形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無	12	37	91	12	12	20	69	56	309
鵲形目	鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	無	無		2		1					3
鵲形目	鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無	1	3		2		1			7

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
鸛形目	鷺科	綠蓑鷺	<i>Butorides striata</i>	無	無		1					1		2
鸛形目	鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無		7	20	4	13	3	4	13	64
鸛形目	鶉科	白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>	II	無								2	2
鸛形目	鶉科	黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	I	無			4	14	17			6	41
鸛形目	鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無				4	2		1	1	8
鸛形目	鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II	無							2	1	3
鸛形目	鷹科	白肩鵟	<i>Aquila heliaca</i>	I	無					1				1
鸛形目	鷹科	鵟	<i>Buteo buteo</i>	II	無	1								1
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	3	8	5		2	4	2	6	30
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	7	15	3	7	7	6	5	4	54
鶴形目	秧雞科	白冠雞	<i>Fulica atra</i>	無	無	12		1	60	125		1	14	213
鸛形目	鴿科	灰斑鴿	<i>Pluvialis squatarola</i>	無	無				29	55	8			92
鸛形目	鴿科	鐵嘴鴿	<i>Charadrius leschenaultii</i>	無	無			1				1		2
鸛形目	鴿科	東方環頸鴿	<i>Charadrius alexandrinus</i>	無	無	14		154	121	321		30		640
鸛形目	蠣鶉科	蠣鶉	<i>Haematopus ostralegus</i>	無	無						1	1		2
鸛形目	長腳鶉科	高蹺鶉	<i>Himantopus himantopus</i>	無	無	4	14			6	29	3	4	60
鸛形目	鶉科	反嘴鶉	<i>Xenus cinereus</i>	無	無						1			1
鸛形目	鶉科	磯鶉	<i>Actitis hypoleucos</i>	無	無	1			1	1		2	2	7
鸛形目	鶉科	黃足鶉	<i>Tringa brevipes</i>	無	無						44			44
鸛形目	鶉科	青足鶉	<i>Tringa nebularia</i>	無	無	21	2	2	2	38	6	1		72
鸛形目	鶉科	小青足鶉	<i>Tringa stagnatilis</i>	無	無					7				7
鸛形目	鶉科	赤足鶉	<i>Tringa totanus</i>	無	無			1			5			6
鸛形目	鶉科	小杓鶉	<i>Numenius minutus</i>	無	無					1	1			2
鸛形目	鶉科	中杓鶉	<i>Numenius phaeopus</i>	無	無							1		1

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
鷸形目	鷸科	大杓鷸	<i>Numenius arquata</i>	III	無	16		2				15		33
鷸形目	鷸科	三趾濱鷸	<i>Calidris alba</i>	無	無			20						20
鷸形目	鷸科	紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>	無	無					13	16			29
鷸形目	鷸科	長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>	無	無						2			2
鷸形目	鷸科	尖尾濱鷸	<i>Calidris acuminata</i>	無	無						14			14
鷸形目	鷸科	黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>	無	無								1	1
鷸形目	鷸科	彎嘴濱鷸	<i>Calidris ferruginea</i>	無	無						2			2
鷸形目	鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	II	無		29				5	8		42
鷸形目	鷗科	鷗嘴燕鷗	<i>Gelochelidon nilotica</i>	無	無								2	2
鷸形目	鷗科	裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>	無	無				8	13				21
鷸形目	鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	無	無			2						2
鴿形目	鳩鴿科	野鴿	<i>Columba livia</i>	無	無	8								8
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	無	特有亞種				312	8			4	324
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無	6	26	22	42	7	47	40	49	239
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	32	22	26	9	14	11	20	50	184
鴉形目	杜鵑科	四聲杜鵑	<i>Cuculus micropterus</i>	無	無			1			6			7
鴉形目	杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無			2			2		2	6
鴉形目	杜鵑科	褐翅鴉鴉	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	5	12	1		1	7	2	4	32
雨燕目	雨燕科	叉尾雨燕	<i>Apus pacificus</i>	無	無						30			30
雨燕目	雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	無	特有亞種	6						4		10
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無		3	10		2		4	6	25
佛法僧目	翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無	1		3	4	2	1	3	5	19
佛法僧目	翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>	無	無	4	1			2		4	6	17
佛法僧目	蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		74				85			159

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
戴勝目	戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無	1	1	1	1		3			7
鸛形目	隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	II	無								1	1
鸛形目	隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	I	無					1				1
燕雀目	伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	III	無			2			1	1		4
燕雀目	伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	無	無	1	5	7	3	1	2	10	3	32
燕雀目	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	無	特有亞種	1		2			2		1	6
燕雀目	卷尾科	髮冠卷尾	<i>Dicrurus hottentottus</i>	無	無							1		1
燕雀目	鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	5	6	6	9	3	4	1	6	40
燕雀目	鴉科	玉頸鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無		4	2	1		2	3	2	14
燕雀目	百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	無	無					1			1	2
燕雀目	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無	11	10	7		11	5	17		61
燕雀目	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無	11					3	3		17
燕雀目	攀雀科	攀雀	<i>Remiz consobrinus</i>	無	無	16								16
燕雀目	鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	6	7	3	97	6	9	1	9	138
燕雀目	樹鶯科	遠東樹鶯	<i>Cettia canturians</i>	無	無								1	1
燕雀目	柳鶯科	褐色柳鶯	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				1				11	12
燕雀目	柳鶯科	黃腰柳鶯	<i>Phylloscopus proregulus</i>	無	無					8				8
燕雀目	柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	2			5	1			3	11
燕雀目	柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無	2			2	4			4	12
燕雀目	葦鶯科	東方大葦鶯	<i>Acrocephalus orientalis</i>	無	無								1	1
燕雀目	扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	無	無				1				1	2
燕雀目	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	3	3		4	7	2	10	4	33
燕雀目	扇尾鶯科	褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	7		1		4	1	1	2	16
燕雀目	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無	34	18	10	30	13	10	15	19	149

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
燕雀目	噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無		2	2					11	15
燕雀目	鶉科	鵲鵲	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	5	7	4	4	4	4	2	12	42
燕雀目	鶉科	野鵲	<i>Calliope calliope</i>	無	無				2	1			8	11
燕雀目	鶉科	黃尾鵲	<i>Phoenicurus auroreus</i>	無	無	2			2	1			11	16
燕雀目	鶉科	黑鶉	<i>Turdus merula</i>	無	無		1	6	5		2		6	20
燕雀目	八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	48	46	54	55	12	61	53	44	373
燕雀目	八哥科	黑領椋鳥	<i>Gracupica nigricollis</i>	無	無	2					1			3
燕雀目	八哥科	絲光椋鳥	<i>Sturnus sericeus</i>	無	無	16								16
燕雀目	八哥科	歐洲椋鳥	<i>Sturnus vulgaris</i>	無	無				11					11
燕雀目	鵲鴿科	東方黃鵲鴿	<i>Motacilla tschutschensis</i>	無	無							3		3
燕雀目	鵲鴿科	白鵲鴿	<i>Motacilla alba</i>	無	無	4			4	25			6	39
燕雀目	鵲鴿科	大花鵲	<i>Anthus richardi</i>	無	無								1	1
燕雀目	鷓鴣科	黑臉鷓	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	5					3		4	12
燕雀目	雀科	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	無	無	1				4	2			7
燕雀目	雀科	小桑鵲	<i>Eophona migratoria</i>	無	無	6	2		6					14
燕雀目	雀科	桑鵲	<i>Eophona personata</i>	無	無					12	1			13
燕雀目	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	20	14		100	22	11		25	192
燕雀目	梅花雀科	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>	無	無							1		1
個體數						2006	433	585	6119	4916	594	495	4383	19531
物種數						51	39	41	49	57	51	46	57	110

(資料來源：本研究)

表附錄 5-2 2016 年 3 月至 2017 年 11 月陵水湖鳥類調查結果

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
雁形目	雁鴨科	赤頸鴨	<i>Anas penelope</i>	無	無	87				185			8	280
雁形目	雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	無	無	6	5		2	6	7		1	27
雁形目	雁鴨科	琵嘴鴨	<i>Anas clypeata</i>	無	無	15				28				43
雁形目	雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	無	無	7			20	17				44
鵞形目	鴨鵝科	小鴨鵝	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無	5	5	6	4	11	6	8	4	49
鵞形目	鸕鷀科	鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無	347		1	558	268			409	1583
鵞形目	鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	無	無	1	4	3			3	5		16
鵞形目	鷺科	栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	無	無						1			1
鵞形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	32	1	18	13	9	1	6	13	93
鵞形目	鷺科	紫鷺	<i>Ardea purpurea</i>	無	無							1		1
鵞形目	鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無	4		11	12	3			9	39
鵞形目	鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無			5	3	2		1	2	13
鵞形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無	4	34	8	6	9	5	14	11	91
鵞形目	鷺科	岩鷺	<i>Egretta sacra</i>	無	無			1						1
鵞形目	鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	無	無		9	2	2	2		10		25
鵞形目	鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無		1	4	3	2		3	1	14
鵞形目	鷺科	綠蓑鷺	<i>Butorides striata</i>	無	無		1					1		2
鵞形目	鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無	5	6	11	17	11	3	6	5	64
鵞形目	鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	II	無	2		1	2	1			1	7
鵞形目	鷹科	東方澤鷺	<i>Circus spilonotus</i>	II	無				2					2
鵞形目	鷹科	黑鳶	<i>Milvus migrans</i>	II	無			1		2			3	6
鵞形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	5	7	2	7		5	3	3	32

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	25	3	1	5	15	5	1	3	58
鶴形目	秧雞科	白冠雞	<i>Fulica atra</i>	無	無	9			5	3				17
鸛形目	鸛科	東方環頸鸛	<i>Charadrius alexandrinus</i>	無	無							1		1
鸛形目	蠣鶻科	蠣鶻	<i>Haematopus ostralegus</i>	無	無			1						1
鸛形目	長腳鶻科	高蹺鶻	<i>Himantopus himantopus</i>	無	無	6			2	1				9
鸛形目	鶻科	青足鶻	<i>Tringa nebularia</i>	無	無					10				10
鸛形目	鶻科	小青足鶻	<i>Tringa stagnatilis</i>	無	無			1						1
鸛形目	鶻科	赤足鶻	<i>Tringa totanus</i>	無	無	1				1				2
鸛形目	鶻科	翻石鶻	<i>Arenaria interpres</i>	無	無				1					1
鸛形目	鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	II	無						2			2
鸛形目	鷗科	白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>	無	無						1			1
鸛形目	鷗科	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	無	無			2			2			4
鴿形目	鳩鴿科	野鴿	<i>Columba livia</i>	無	無			8	2					10
鴿形目	鳩鴿科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	無	特有亞種					1				1
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	無	無		5	1	2	3	2	6	12	31
鴿形目	鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	無	無	4	7	9	3	15	5	10	2	55
鴉形目	杜鵑科	四聲杜鵑	<i>Cuculus micropterus</i>	無	無		2				1			3
鴉形目	杜鵑科	噪鴉	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1				2			3
鴉形目	杜鵑科	褐翅鴉鴉	<i>Centropus sinensis</i>	無	無	1	6	2	4	2	4	3	3	25
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	無	無			4	2	1	1	8	2	18
佛法僧目	翠鳥科	蒼翡翠	<i>Halcyon smyrnensis</i>	無	無		1	2	3	2	1	5	1	15
佛法僧目	翠鳥科	斑翡翠	<i>Ceryle rudis</i>	無	無			1	5			4	2	12
佛法僧目	蜂虎科	栗喉蜂虎	<i>Merops philippinus</i>	無	無		2	20			2	22		46
戴勝目	戴勝科	戴勝	<i>Upupa epops</i>	無	無		1	2		2				5

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
鸛形目	隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	I	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	2	2	2	9	6	3	5	1	30
燕雀目	卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	無	特有亞種	1						2		3
燕雀目	鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	無	無	2		1	7	6	1	5	4	26
燕雀目	鴉科	玉頭鴉	<i>Corvus torquatus</i>	無	無	3	2	1	3	6		4	3	22
燕雀目	燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	無	無		9	8		3	12	21		53
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	18	12	3	3	22	5	12	7	82
燕雀目	柳鶯科	褐色柳鶯	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				11	5			4	20
燕雀目	柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	3			3	7			1	14
燕雀目	柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無					2			1	3
燕雀目	扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	無	無				1					1
燕雀目	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	12	3		8	2	2	8		35
燕雀目	扇尾鶯科	褐頭鷓鶯	<i>Prinia inornata</i>	無	特有亞種	8		1	2	2	1	3		17
燕雀目	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	無	無	12		6	8	11	10	4		51
燕雀目	噪眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	II	無	3			2			1	2	8
燕雀目	鶇科	鵲鴝	<i>Copsychus saularis</i>	無	無	2	5	2	5	4	5	4	3	30
燕雀目	鶇科	野鴝	<i>Calliope calliope</i>	無	無			1	4	1			1	7
燕雀目	鶇科	黃尾鴝	<i>Phoenicurus auroreus</i>	無	無	5			10	5			2	22
燕雀目	鶇科	黑鶇	<i>Turdus merula</i>	無	無	1			4			7		12
燕雀目	鶇科	赤腹鶇	<i>Turdus chrysolaus</i>	無	無					1				1
燕雀目	八哥科	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	II	特有亞種	10	26	28	19	43	10	21	23	180
燕雀目	鶇科	白鶇	<i>Motacilla alba</i>	無	無	1		4	6	9			2	22

目	科	中名	學名	保育等級	特有性	Mar-16	Jun-16	Sep-16	Dec-16	Feb-17	May-17	Aug-17	Nov-11	總計
燕雀目	鴉科	黑臉鴉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	18			10	4			2	34
燕雀目	雀科	小桑鴉	<i>Eophona migratoria</i>	無	無				1					1
燕雀目	麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	無	無	6	8	2	30	5	1	7	29	88
鸚形目	鸚鵡科	和尚鸚鵡	<i>Myiopsitta monachus</i>	無	外來種			1						1
個體數						674	168	189	832	756	109	222	580	3530
物種數						37	27	41	46	46	30	34	35	74

(資料來源：本研究)

表附錄 5-3 2016 年 3 月至 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	鸛鷓科	鸛鷓	<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
鸛形目	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
鴿形目	杜鵑科	噪鵲	<i>Eudynamys scolopaceus</i>	無	無		1			1
鴿形目	杜鵑科	褐翅鴉鵂	<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

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	燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	無	無	6				6
燕雀目	鶉科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	2	4	1	8	15
燕雀目	柳鶯科	褐色柳鶯	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	無	無				3	3
燕雀目	柳鶯科	黃眉柳鶯	<i>Phylloscopus inornatus</i>	無	無	4			2	6
燕雀目	柳鶯科	極北柳鶯	<i>Phylloscopus borealis</i>	無	無	2				2
燕雀目	扇尾鶯科	灰頭鷓鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	無	無	6	2		2	10
燕雀目	扇尾鶯科	褐頭鷓鶯	<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	鶉科	黑鶉	<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	鶉鴉科	灰鶉鴉	<i>Motacilla cinerea</i>	無	無				1	1
燕雀目	鶉鴉科	白鶉鴉	<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 月至 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
鸛形目	鸛鷓科	小鸛鷓	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	無	無				1	1
鸛形目	鸛鷓科	鸛鷓	<i>Phalacrocorax carbo</i>	無	無				293	293
鸛形目	鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	無	無	1				1
鸛形目	鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	無	無				1	1
鸛形目	鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	無	無			2		2
鸛形目	鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	無	無		1	5	1	7
鸛形目	鷺科	池鷺	<i>Ardeola bacchus</i>	無	無			2		2
鸛形目	鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	無	無		1	4	1	6
鸛形目	鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	II	無			1		1
鸛形目	鷹科	鳶	<i>Buteo buteo</i>	II	無	1				1
鶴形目	秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	無	無	1	2	3	4	10
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	無	無	2			1	3
鸛形目	鶺鴒科	磯鶺鴒	<i>Actitis hypoleucos</i>	無	無	1		1	1	3
鸛形目	鶺鴒科	白腰草鶺鴒	<i>Tringa ochropus</i>	無	無	2				2
鸛形目	燕鴿科	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>	III	無			1		1
鸛形目	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(2/3)

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	鶉科	黑臉鶉	<i>Emberiza spodocephala</i>	無	無	10			9	19
燕雀目	雀科	小桑鵲	<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 月至 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

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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	鶉科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	無	特有亞種	6	7	9	10	32
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	灰頭鷓鴣	<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	鵲鴿科	灰鵲鴿	<i>Motacilla cinerea</i>	無	無				1	1
燕雀形	鶉科	鶉屬	<i>Turdus sp.</i>	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

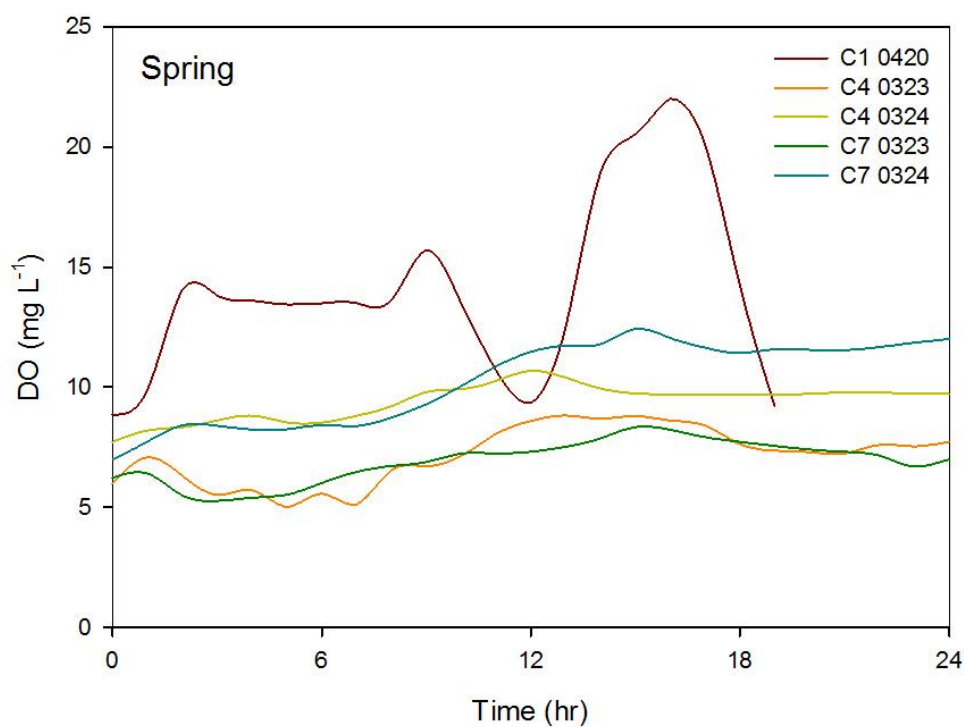
(資料來源：本研究)

表附錄 5-8 2016 年 1 月至 2017 年 11 月陸域環境因子

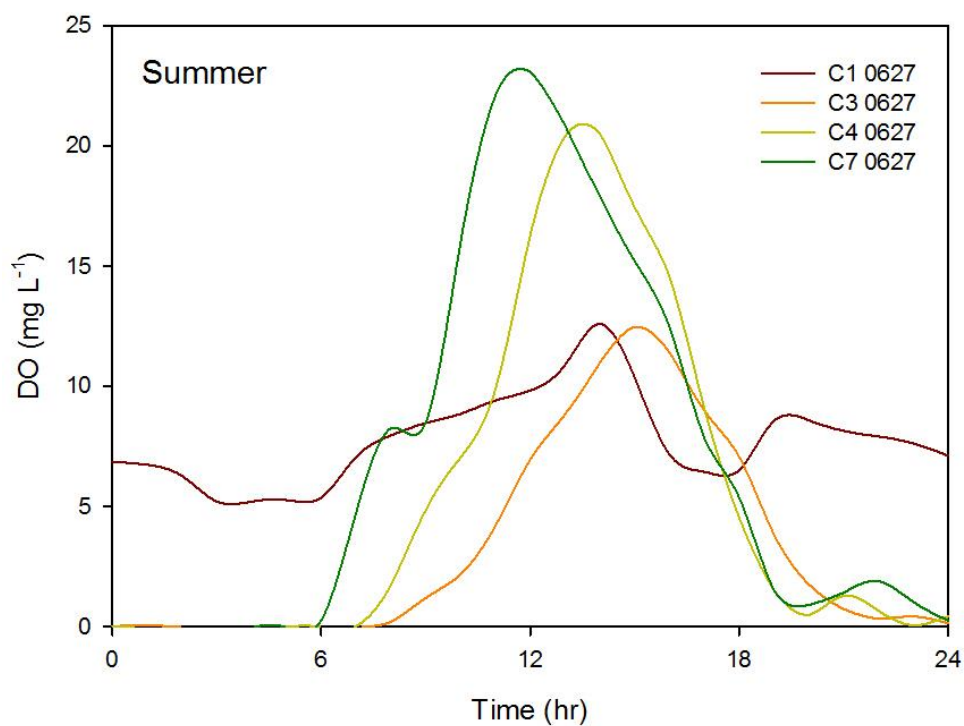
觀測時間	氣溫 (°C)	相對濕度 (%)	蒸發量 (mm)	有霧日數 [*] (d)
2016.01	13.3	76	45.0	0
2016.02	12.4	70	58.1	0
2016.03	14.2	75	60.5	0
2016.04	19.7	82	58.7	0
2016.05	24.1	84	102.1	0
2016.06	27.9	85	109.3	0
2016.07	28.9	82	148.6	0
2016.08	28.6	84	117.6	0
2016.09	27.6	77	119.5	0
2016.10	25.7	80	94.2	0
2016.11	20.8	78	81.6	0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

(資料來源：中央氣象局；金門縣農業試驗所)

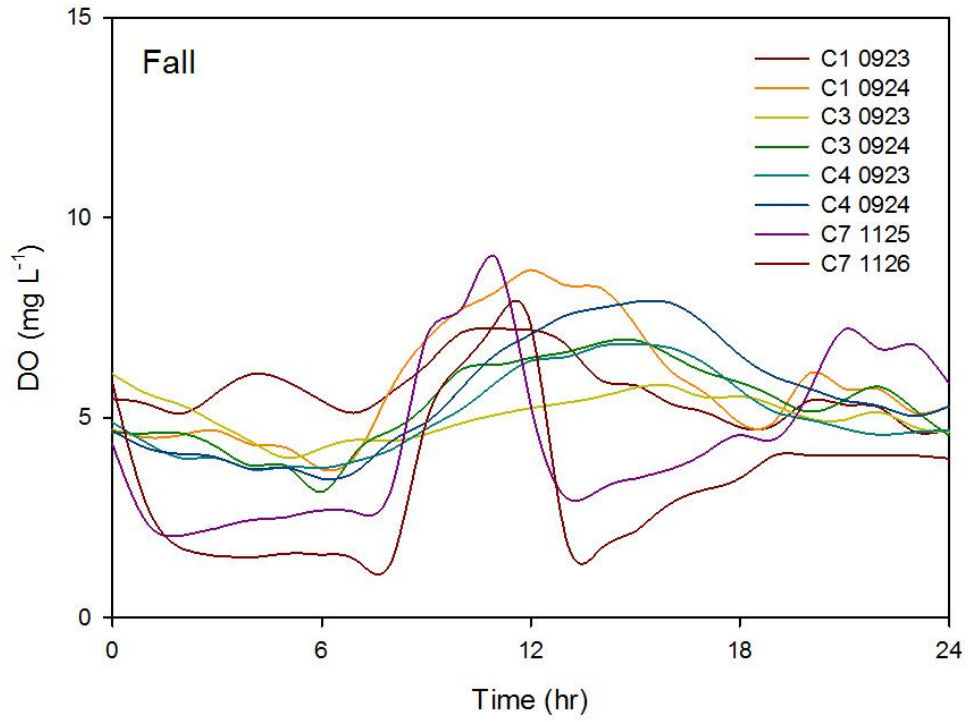
附錄 6 生態系統尺度調查結果



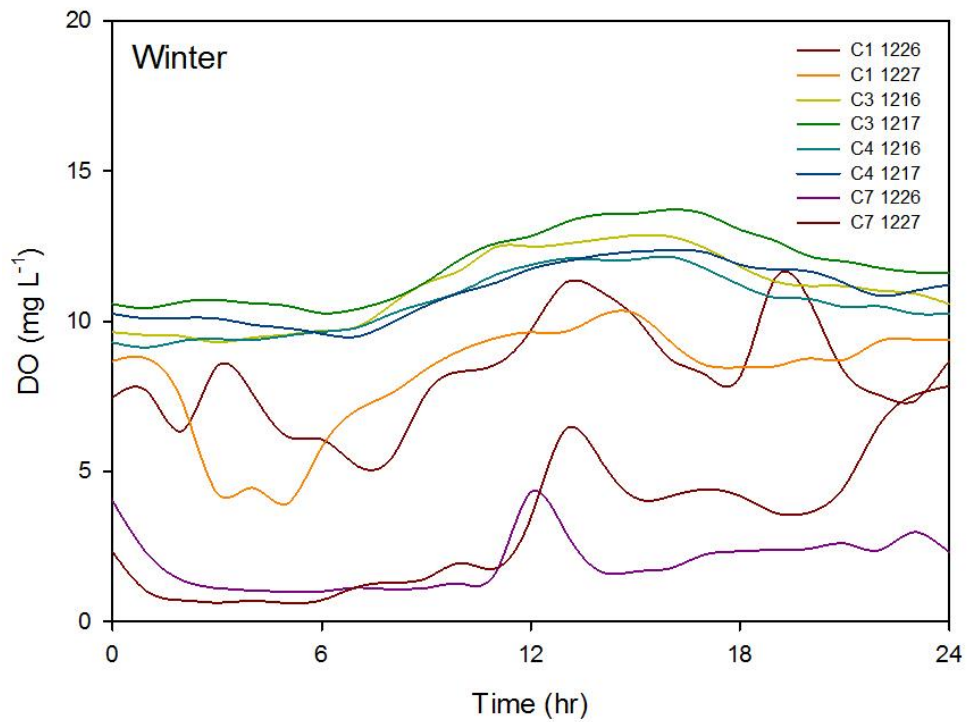
圖附錄 6-1 2016 年春季慈湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



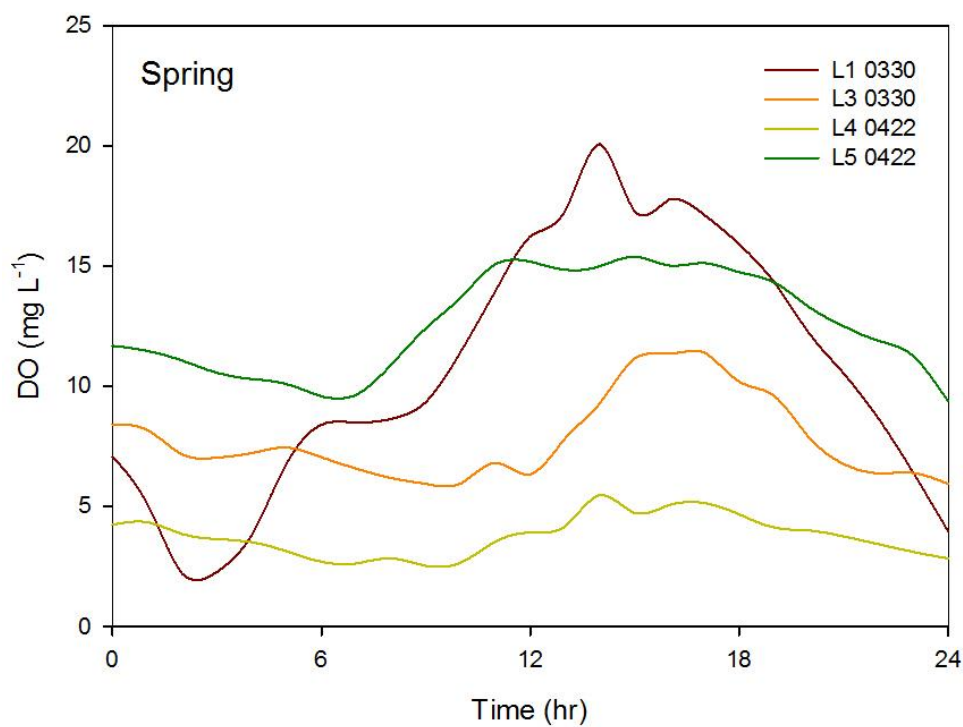
圖附錄 6-2 2016 年夏季慈湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



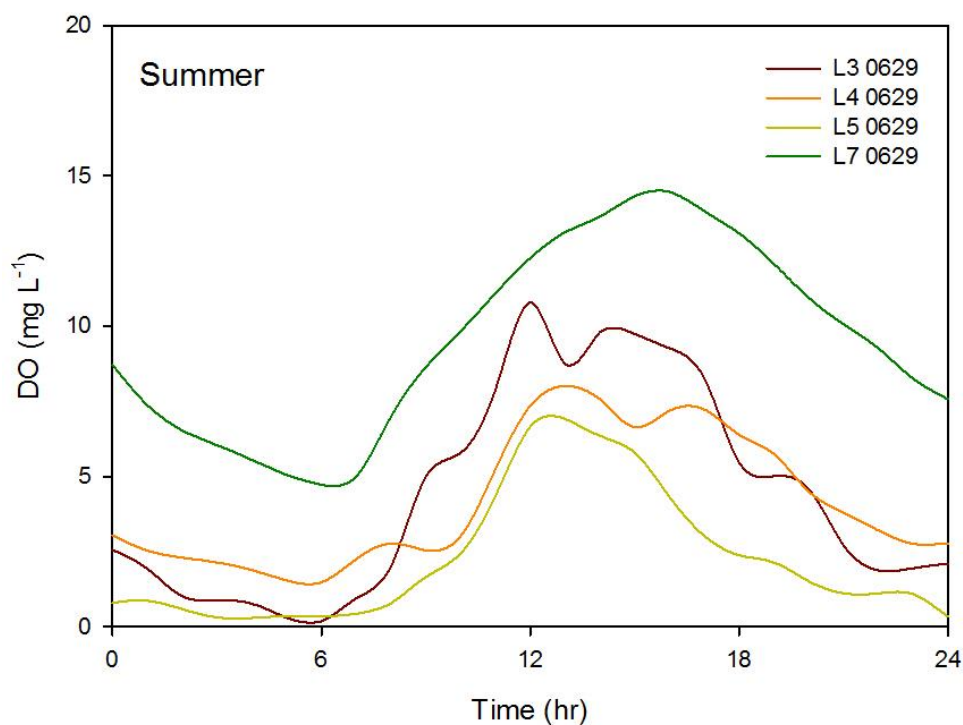
圖附錄 6-3 2016 年秋季慈湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



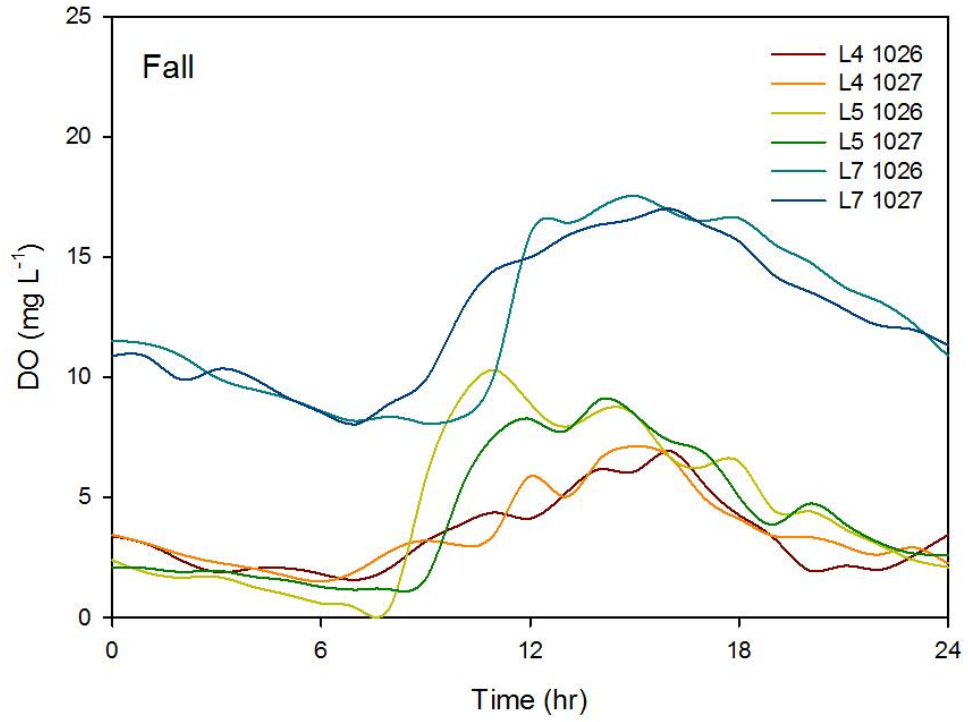
圖附錄 6-4 2016 年冬季慈湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



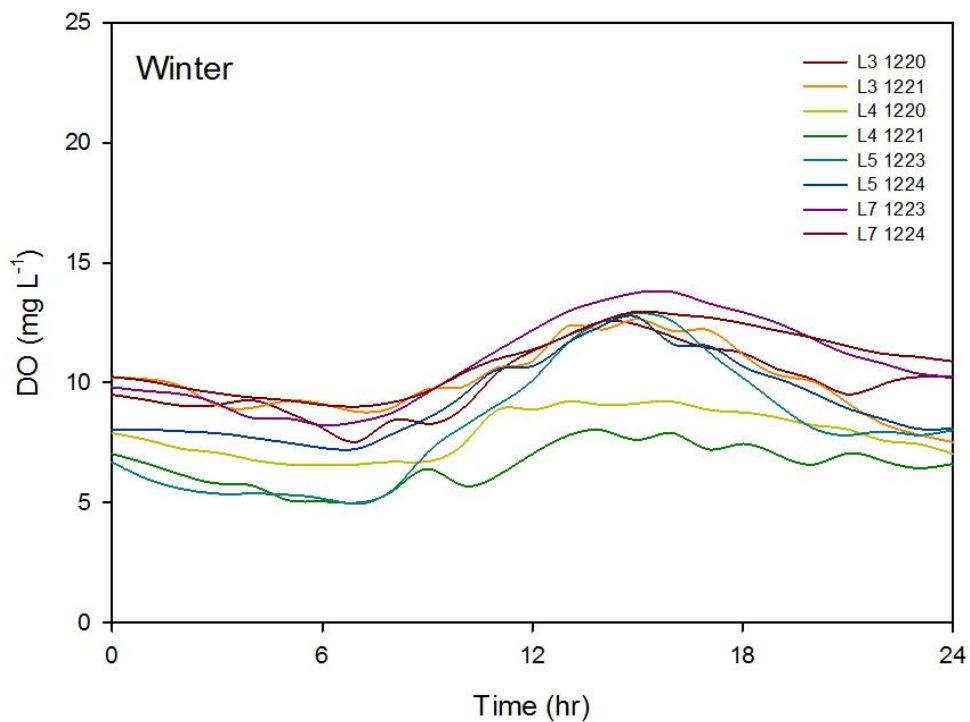
圖附錄 6-5 2016 年春季陵水湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



圖附錄 6-6 2016 年夏季陵水湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



圖附錄 6-7 2016 年秋季陵水湖一日溶氧變化
(資料來源：本研究)



圖附錄 6-8 2016 年冬季陵水湖一日溶氧變化
(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。	本計畫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？	本計畫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，亦為本計畫重點工作項目之一。
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，本計畫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，我們預期待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、種類亦為本計畫調查項目之一。
	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。	本計畫將測定瓊林、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。本計畫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。	本計畫 3 處湖庫中，金門縣自來水場雖有相關水質資料，但與本計畫以穿越線法取樣，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，本計畫仍須進行水質檢驗。
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(2/3)

<p>陳課長 玉成</p>	<p>1.應與自來水廠了解該廠監測資訊，如重複調查是否針對其他湖庫研究。</p>	<p>本計畫 3 處湖庫中，金門縣自來水場雖有相關水質數據，但與本計畫以穿越線法取樣，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，本計畫仍須進行水質檢驗。</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>本計畫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，本計畫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，本計畫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，本計畫目前以 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，以了解不同使用類型之水文情形。	謝謝委員指導。自 2016 年 6 月起，本計畫中蘭湖、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，本計畫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，本計畫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，本計畫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，且本計畫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。由本計畫目前成果顯示，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，本計畫明年度擬以 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。本計畫盡可能於日出後 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，且本計畫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，本計畫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，本計畫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，且本計畫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，本計畫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，本計畫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，本計畫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，本計畫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，將派人現場查勘了解原因。	謝謝金門自來水廠提供之寶貴資訊，本計畫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，本計畫已完成公文申請。
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；本計畫為三年期計畫，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, 本計畫已搭乘橡皮艇至中央採樣。花蛤部分, 本計畫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。本計畫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，本計畫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，本計畫已完成採集證申請，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。	本計畫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。本計畫明年度將持續觀察，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(2/3)

	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	本計畫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，本計畫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?	飽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。	本計畫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，本計畫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。本計畫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。本計畫已納入月降雨量、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。本計畫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，故本計畫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。本計畫自 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。本計畫結果中，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。本計畫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。本計畫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。本計畫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。本計畫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。本計畫目前已納入 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。本計畫已加入路標於圖 2-1~2-2(第 15-16 頁)。 (1)本計畫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。本計畫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. 慈湖列為國家重要溼地，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，本計畫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，本計畫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。本計畫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，是否要維繫溼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。本計畫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)為本計畫之主要目標。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計畫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，本計畫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>本計畫除 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) 本計畫迄今無幼體記錄...，原因也有可能是幼體太較難採取看見。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，然此項目未納入本計畫工作項目內，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>本計畫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，惟內容所述之溼地、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) 「本計畫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、沙崗農場之排水本計畫明年度擬實地確認。 (3)謝謝金門自來水廠之寶貴建議。本計畫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計畫結果之差異性。</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，本計畫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。由於本計畫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。本計畫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。本計畫自 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。為明確表示本計畫土地利用之調查範圍,本計畫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。本計畫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。本計畫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。本計畫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。本計畫明年度擬實地調查,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。本計畫預計於明年度繪

	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了解雨量對水質影響。	謝謝委員建議。本計畫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計畫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，本計畫 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，後續資料是否足夠了解其生態資料	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？	本計畫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安全查核。	謹遵辦理。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

	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，本計畫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?	本計畫預計每季調查一次。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?	本計畫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。本計畫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。	本計畫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?	由本計畫 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，本計畫建議應增加慈湖內之水體交換頻率。

<p>鄭副處長</p>	<p>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。</p>	<p>謝謝副處長之建議。</p>
<p>瑞昌</p>	<p>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。</p>	<p>謹遵辦理。</p>
<p>謝處長 偉松</p>	<p>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。</p>	<p>本計畫於 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，故本計畫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，本計畫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。</p>
	<p>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。</p>	<p>謹遵辦理，謝謝處長提醒。</p>
	<p>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。</p>	<p>謹遵辦理，謝謝處長提醒。</p>

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，本計畫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，本計畫難以執行。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，本計畫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。本計畫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，因此本計畫已於 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。本計畫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。去年度本計畫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，本計畫改以集水區面積與降雨量之乘積估算慈湖逕流入水量。本計畫推估之集水區面積、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。本計畫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，本計畫記錄之吳郭魚(<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，本計畫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，本計畫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，本計畫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。	本計畫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，本計畫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，本計畫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	本計畫認為 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，本計畫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.應了解慈湖淤積情形及浚深議題，以	謝謝副處長提醒。本計畫結果顯示慈湖

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

	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，本計畫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？	本計畫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，本計畫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。本計畫今年度之結果顯示，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。陵水湖之水質本計畫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。本計畫已將此論述補充於內文 P.82。此外，本計畫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。	本計畫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，本計畫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，本計畫擬於慈湖、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。

5.p.43, 汞污染調查僅採樣一隻魚體檢測是否足夠。	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。
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。	感謝委員提醒，已補充資料來源於 P.53-54。
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。	感謝委員提醒，已修改內文於 P.54。
8.p.55, 二、陵水湖，宜移到下面另一列。	感謝委員提醒，已修改內文於 P.55。
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。	感謝委員建議，因本計畫多毛類、水棲昆蟲僅鑑定至科級別，故未列該項目調查之種數。
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。	感謝委員建議，已於 P.85 補充相關論述。
11.P.102~103~110 鳥類棲地利用分析： (1) P.102 及 206 表列白肩鵑應為國內 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	(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>冬候鳥的琵嘴鴨更常見，宜列入當地主要的鳥種。</p> <p>(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，本計畫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，且本計畫以高頻度(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，本計畫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</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，本計畫擬於</p>

	慈湖相關資料；P.190 數據資料誤植。 P.192 建議補充學名。P.193 應為側足厚蟹。	明年度調整。陵水湖之淡水於水上餐廳水池、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。本計畫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，故本計畫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，本計畫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。	本計畫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。

參考書目

- 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.
- EPA. U.S., 1986, *Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen (Freshwater)*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Gorden, D. C. Jr., P. R. Boudreau, K. H. Mann, J. E. Ong, W. L. Silvert, S. V. Smith, G. Wattayakorn, F. Wulff and T. Yanagi, 1966, *LOICZ Biogeochemical Modeling Guidelines*. LOICZ Reports & Studies NO. 5. LOICZ. Texel, The Netherlands.
- Jenkin, D., and L. L. Medsker, 1964, Brucine method for determination of nitrate in ocean, estuarine, and fresh water. *Analytical Chemistry* 36:610-612.
- Jodan, M., 2003, Grass carp: are they a safe biological control agent for nuisance aquatic vegetation? USA.
- 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.
- Liang, X.M., and J.G. Fang, 1998. Gonad development of short necked clam in Jiaozhou Bay. *Marine Fisheries Research* 19(1):18-23.
- Lind, O. T., 1974, *Handbook of common methods in Limnology*. The C. V. Mosby company, Saint Louis.
- LOICZ, 1996, *LOICZ Data and Information System Plan*. LOICZ Reports and Studies NO. 6, The Netherlands.
- Lucas, A., and P.G. Beninger, 1985, The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44: 187–200.
- Lucas, A., and P.G. Beninger, 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture* 44: 187–200.
- Marshall, B., 1997, Lake Chirero after forty years: the impact of eutrophication. In: *Lake Chirero: A Polluted Lake* (Ed. N. Moyo), University of Zimbabwe, Harare.
- Matozzo V., M. Monari, J. Foschi, 2007 Effects of salinity on the clam *Chamelea gallina*. Part I: alterations in immune responses. *Marine Biology* 151:1051-1058.

- 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.
- Mitch W. J. and J. G. Gosselink, 1994, *Wetlands*.
- Munari, M., V. Matozzo, 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(1):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.
- 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(2):273-295.
- Qi, Q.Z., 1987. Life history of Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Journal of Fisheries of China* 11(2):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.
- 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.

- 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.
- 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。
- 包永波、尤仲傑。2004，幾種環境因子對海洋貝類幼蟲生長的影響。水產科學 23(12):39-41。
- 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響。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響。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。
- 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。
- 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。
- 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。

慈湖、陵水湖、重要湖庫及周遭自然資源之研究(2/3)

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。

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。

常亞青，2007，貝類增養殖學。中國農業出版社，中國北京。

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。

張榭令、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。

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，2000，七股瀉湖碳、氮、磷之生地化作用與預算模擬。國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文。

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。
- 黃生，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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- TaiBNET 臺灣物種名錄，<http://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>。
- 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>。
- 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。
- 臺灣貝類資料庫，<http://shell.sinica.edu.tw>。
- 美國環保署，<https://www.epa.gov>。