

110 至 111 年度布袋鹽田 濕地第九區基礎調查規劃

期末報告書

執行單位：東海大學

111 年 12 月 30 日

目錄

壹、調查範圍	1
一、水文、水質、底質與生物調查樣點	1
二、鳥類調查範圍	6
貳、工作項目與實施方法與步驟	6
一、水文調查	6
二、水質調查	11
(一) 總氮 (Total nitrogen, TN)	11
(二) 總磷 (Total phosphorus, TP)	11
(三) 生化需氧量 (Biochemical oxygen demand, BOD)	11
(四) 化學需氧量 (Chemical oxygen demand, COD)	12
(五) 懸浮固體 (Suspended solids, SS)	12
三、生物調查	13
(一) 水域生物調查	13
(二) 鳥類調查	15
參、預計與實際工作時程	16
肆、基礎調查資料與結果	17
一、水文調查結果	17
(一) 111 年水文調查結果	17
(二) 歷年水文變化情況	23
二、水質調查結果	30
三、生物調查結果	38
(一) 水域生物調查結果	38
(二) 鳥類調查結果	72
四、底質重金屬調查結果	88
伍、111 年結論	91
陸、建議	93
一、水文	93
二、水質	93
三、水域生物	93

四、鳥類	94
五、底質重金屬.....	94
柒、引用文獻資料.....	95
捌、附錄	97

圖目錄

圖一、布袋鹽田第九區範圍圖	3
圖二、布袋鹽田第九區範圍施工前（106/11-108/03）與施工中（108/03-108/08） 之樣點示意圖.....	4
圖三、布袋鹽田第九區範圍施工後之樣點示意圖（A）109 年之樣點（B）110 年之後之樣點.....	4
圖四、布袋鹽田第九區範圍施工前（106/11-108/03）與施工中（108/03-108/08） 之水文調查之樣點示意圖	5
圖五、布袋鹽田第九區範圍施工後之水文調查之樣點示意圖	5
圖六、布袋鹽田第九區鳥類資料分析分區圖	6
圖七、水文 107 年之原始監測點位平面圖	8
圖八、110 年起之水文調查點位平面圖	9
圖九、HOBO U20 自記式水位計	10
圖十、自記式水位計水位紀錄 110/11/11 至 111/03/11.....	19
圖十一、自記式水位計水位紀錄 111/03/11 至 111/06/10.....	20
圖十二、自記式水位計水位紀錄 111/06/10 至 111/08/25.....	21
圖十三、自記式水位計水位紀錄 111/08/25 至 111/11/16.....	22
圖十四、歷年水尺觀測紀錄	24
圖十五、109 年自記式水位紀錄	26
圖十六、110 年自記式水位紀錄	28
圖十七、111 年自記式水位紀錄	29
圖十八、布袋鹽田濕地第九區四季水中懸浮固體結果圖	35
圖十九、布袋鹽田濕地第九區四季含高鹵離子化學需氧量結果圖	35
圖二十、布袋鹽田濕地第九區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析圖	36
圖二十一、布袋鹽田濕地第九區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析 圖	37
圖二十二、布袋鹽田濕地第九區第一季（111 年 2 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀 圖	43
圖二十三、布袋鹽田濕地第九區第二季（111 年 6 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀 圖	44
圖二十四、布袋鹽田濕地第九區第三季（111 年 8 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀 圖	44

圖二十五、布袋鹽田濕地第九區第四季（111 年 11 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖.....	45
圖二十六、各測站軟體動物物種數	51
圖二十七、各測站軟體動物個體數	52
圖二十八、各測站軟體動物之生物量	52
圖二十九、各測站軟體動物之歧異度指數	53
圖三十、各測站軟體動物之均勻度指數	53
圖三十一、各測站軟體動物之豐富度指數	54
圖三十二、第一季（111 年 3 月）底棲軟體動物群聚分析結果	54
圖三十三、第一季（111 年 3 月）北區底棲軟體動物豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果	55
圖三十四、第一季（111 年 3 月）南區底棲軟體動物豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果	55
圖三十五、第二季（111 年 5 月）底棲軟體動物群聚分析結果	56
圖三十六、第二季（111 年 5 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	56
圖三十七、第二季（111 年 5 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	57
圖三十八、第三季（111 年 8 月）底棲軟體動物群聚分析結果	58
圖三十九、第三季（111 年 8 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	58
圖四十、第三季（111 年 8 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	59
圖四十一、第四季（111 年 11 月）底棲軟體動物群聚分析結果	59
圖四十二、第四季（111 年 11 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	60
圖四十三、第四季（111 年 11 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果.....	60
圖四十四、各樣點四季之多毛類個體數量	62
圖四十五、各樣點四季之多毛類生物量	62
圖四十六、布袋鹽田濕地第九區 106 年 11 月至 111 年各季之魚、蝦、蟹類數量柱狀圖.....	65
圖四十七、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物個體數.....	67

圖四十八、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物種數小計.....	67
圖四十九、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物生物量.....	68
圖五十、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物歧異度指數.....	68
圖五十一、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物均勻度指數	69
圖五十二、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物豐富度指數	69
圖五十三、歷年北區測站（W02、W07、W08）底棲軟體動物群聚分析結果...	70
圖五十四、歷年北區測站（W02、W07、W08）底棲軟體動物主成分分析結果	71
圖五十五、歷年南區測站（W12、W14）底棲軟體動物群聚分析結果	71
圖五十六、歷年南區測站（W12、W14）底棲軟體動物主成分分析結果	72
圖五十七、111 年 1 月至 12 月各區鳥種數與數量圖	73
圖五十八、保育類鳥種.....	76
圖五十九、12 月份案場北側生態池覓食的黑面琵鷺，與大白鷺、雁鴨類共棲.	76
圖六十、8 月份案場光電板下觀察到彩鷸活動	77
圖六十一、4 月份樣區 1 棲地水源改善後水鳥棲息情況	79
圖六十二、滯洪池棲息的赤頸鴨（光電板旁停棲）與鳳頭潛鴨群（水面上）..	79
圖六十三、案場北側水池停棲的白冠雞（水面上）與岸邊停棲的琵嘴鴨、赤頸鴨.....	80
圖六十四、5 月份在滯洪南池繁殖的高蹺鵒	81
圖六十五、案場內（樣區 9）於 2 月發現今年度第一個東方環頸鵒的巢蛋	82
圖六十六、111 年 1-8 月案場與週邊繁殖調查巢位分布圖	82
圖六十七、案場區西南邊積水水域區	83
圖六十八、非監督式分類辨識結果	84
圖六十九、案場區歷年水、陸鳥數量（隻次）變化圖	84
圖七十、九區全區歷年鳥類數量（隻次）依科別比例圖	86
圖七十一、鹽田區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖	86
圖七十二、滯洪池區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖	87
圖七十三、案場區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖	87
圖七十四、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鎘濃度推估圖	89
圖七十五、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鎳濃度推估圖	89

圖七十六、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鉻濃度推估圖	89
圖七十七、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鋅濃度推估圖	89
圖七十八、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鉛濃度推估圖	90
圖七十九、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥銅濃度推估圖	90
圖八十、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥砷濃度推估圖	90

表目錄

表一、110 年度現場調查點位	9
表二、HOBO U20 水位計性能諸元表	10
表三、重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準	12
表四、111 年水位樣點之水位深度紀錄	17
表五、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第一季（111 年 2 月）結果	31
表六、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第二季（111 年 5 月）結果	31
表七、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第三季（111 年 8 月）結果	32
表八、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第四季（111 年 11 月）結果	32
表九、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第一季（111 年 2 月）結果	33
表十、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第二季（111 年 6 月）結果	33
表十一、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第三季（110 年 8 月）結果	34
表十二、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第四季（110 年 11 月）結果	34
表十三、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第一季（111 年 2 月）結果	40
表十四、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第二季（111 年 6 月）結果	41
表十五、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第三季（111 年 8 月）結果	42
表十六、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第四季（111 年 11 月）結果	43
表十七、以 PERMANOVA 分析九區 107 年至 111 年 11 不同年份與樣點間魚、蝦與蟹類組成差異	64
表十八、PERMANOVA 事後分析之各年份間魚、蝦、蟹類組成差異之統計結果	64
表十九、PERMANOVA 事後分析之各樣點間魚、蝦、蟹類組成差異之統計結果	64
表二十、111 年 1 月至 12 月各區水鳥及陸鳥組成	73
表二十一、各樣區於 111 年各月份鳥種數	74
表二十二、各樣區於 111 年各月份鳥類族群數量	74
表二十三、保育類物種分佈及數量	75
表二十四、鹽田、滯洪池與案場區 111 年 1 至 12 月調查優勢種數量（隻次）表	77

表二十五、非監督式分類各環境類型面積與各年度鳥類組成	84
表二十六、布袋鹽田濕地第九區底泥重金屬檢測（111 年 2 月）結果	88

壹、調查範圍

一、水文、水質、底質與生物調查樣點

在 106 至 108 年度的期程中，是以光電板施工前與施工中為環境背景進行上述之項目之調查。光電板已於 108 年底完成架設，因此自 108 年 12 月起，環境背景屬於光電板施工後之狀況。自 109 年開始，本案場之調查環境背景屬於施工後一年期之狀況；而自 110 年 1 起，調查環境背景為維運期。因此，本團隊於 111 年 01 月至 111 年 12 月止，於布袋鹽田第九區進行為期 1 年之光電板架設區 111 年維運期之生態與環境基礎調查。整體布袋鹽田第九區之範圍圖如圖一所示。

本案期程為 111 年 1 月至 111 年 12 月，其中，鳥類調查包括每月一次之鳥類普查以及繁殖期調查（110 年 12 月至 111 年 7 月、111 年 11 月）；水域生物、水質及水文為每季進行一次調查（111 年 2 月、111 年 5 月、111 年 8 月、111 年 11 月）；維管束植物為每兩年執行一次調查，由於已於 110 年執行普查，因此 111 年暫停執行一次；底泥重金屬為每兩年執行一次調查，由於本項目已於 110 年無執行，因此 111 年執行一次調查。

調查樣點部分，因應維運時期而進行調整。調整結果如下：水域生物（魚蝦蟹類、螺貝多毛類）、水質調查項目中，由原先之 10 處樣點（水域生物）與 15 處樣點（水質與底泥重金屬）（調查期程為 106 年至 108 年，圖二），於 109 年先行分別減至 8 處（水域生物）與 13 處樣點（水質與底泥重金屬）（圖三），再於 110 年逐步刪減至 5 處（水域生物、水質，圖三）；水文調查項目中，由原本之 15 處樣點（調查期程為 106 年至 108 年，圖四），於 110 年減至 5 處樣點（其中兩處為自記式水位計樣點，圖五）；底泥重金屬項目，與水質樣點相同，由原本 15 處樣點，先於 109 年減至 13 處樣點，再於 110 年度逐步減至 5 處樣點；鳥類調查部分，則維持全區調查。

水域生物、水質與底泥重金屬，在 109 年基於以下原因進行點位刪除：（1）W6 樣點位置與 W4 和 W8 較為接近，且環境情況與水域生物調查結果之差異不大，故予以刪除（2）W13 樣點位處施工區，已遭填土，故予以刪除；水文調查項目之刪點原因為：（1）W4、W5、W6、W7 和 W8 人為干擾次數較多，水尺重置後之前後數據不易分析，故與以刪除（2）W1 和 W2 兩點位關聯性高，但 W2 人為干擾次數多，故與以刪除（3）滯洪池水位變化有高度一致性，故將 W15 刪除。

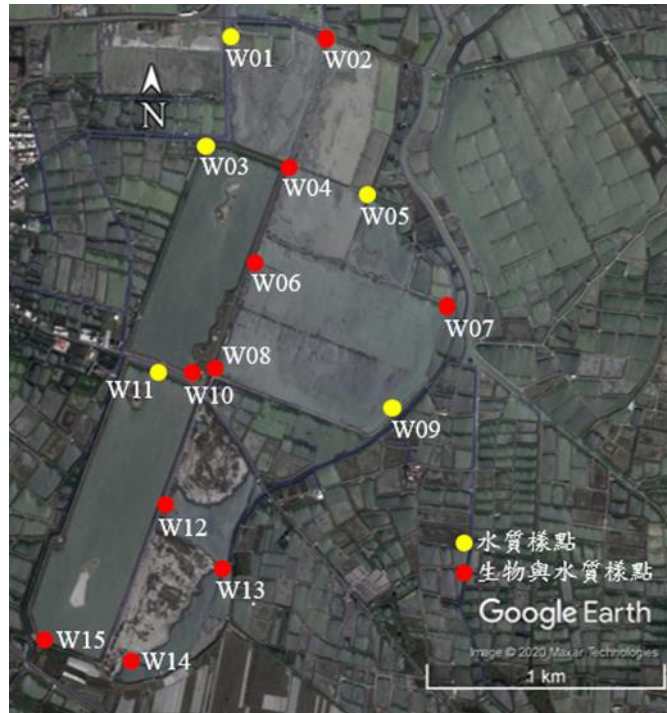
在 110 年基於以下原因，再進一步逐步刪減樣點：（1）原調查樣點：W2、W4、W6、W7 和 W8，都位於保留區內，且物種組成近似。因此由 110 年起，斟酌選擇 W2、W7 和 W8 執行水域生物調查。選擇的原因為 W2 為水源出入口；W7 旁為魚

塭，可能亦有水源注入；W8 距離光電區最近，可作為一個參考點（2）W10、W15 位處滯洪池，屬於其他業者之案場，故予以刪除。

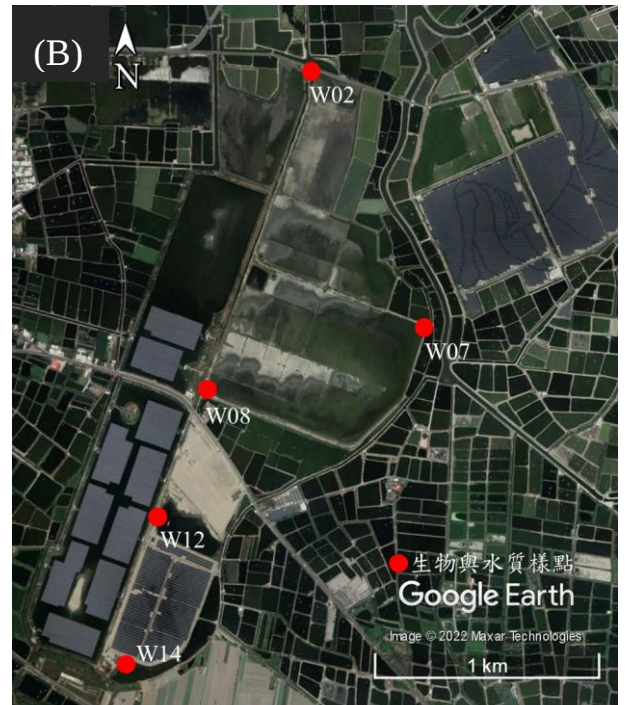
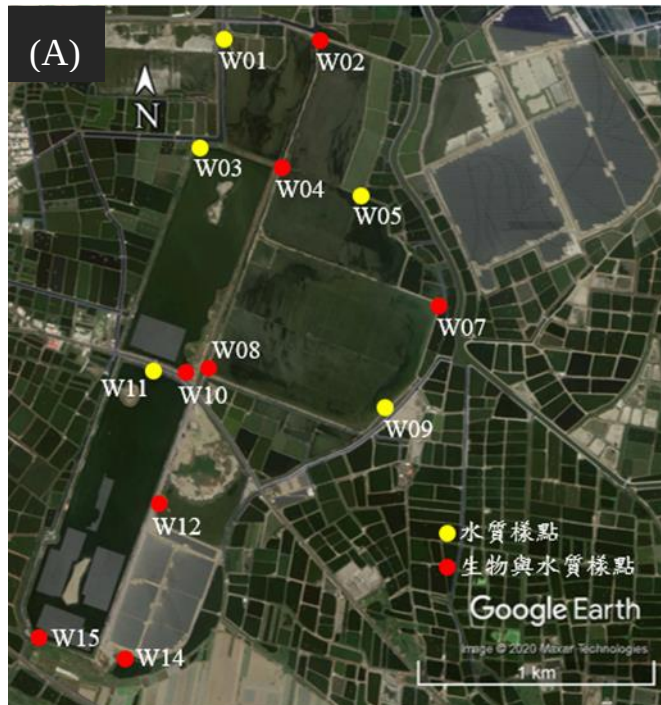
水文調查部分，水位樣點除配合水域生物調查之 5 處樣點與調查頻度外，同時額外調查自記式水位計之 2 處樣點；底泥重金屬、維管束植物兩項調查項目，因變化幅度不大，故調查頻度，自 109 年起以隔年調查執行（底泥重金屬執行年份為 109 年、111 年、113 年等；維管束植物執行年份為 110 年、112 年、114 年等）。



圖一、布袋鹽田第九區範圍圖。共分三區域：滯洪池、廢棄鹽田與填土區



圖二、布袋鹽田第九區範圍施工前（106/11-108/03）與施工中（108/03-108/08）之樣點示意圖



圖三、布袋鹽田第九區範圍施工後之樣點示意圖（A）109 年之樣點（B）110 年之後之樣點



圖四、布袋鹽田第九區範圍施工前（106/11-108/03）與施工中（108/03-108/08）之水文調查之樣點示意圖



圖五、布袋鹽田第九區範圍施工後之水文調查之樣點示意圖

二、鳥類調查範圍

鳥類為濕地生態系最重要高階消費者之一，因此鳥類調查為主要的調查工作項目，調查方法依據「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」來進行。本調查主要位於鹽田區，棲地類型以荒廢的鹽田草澤與滯洪池的水塘為主，調查範圍如圖六所示：



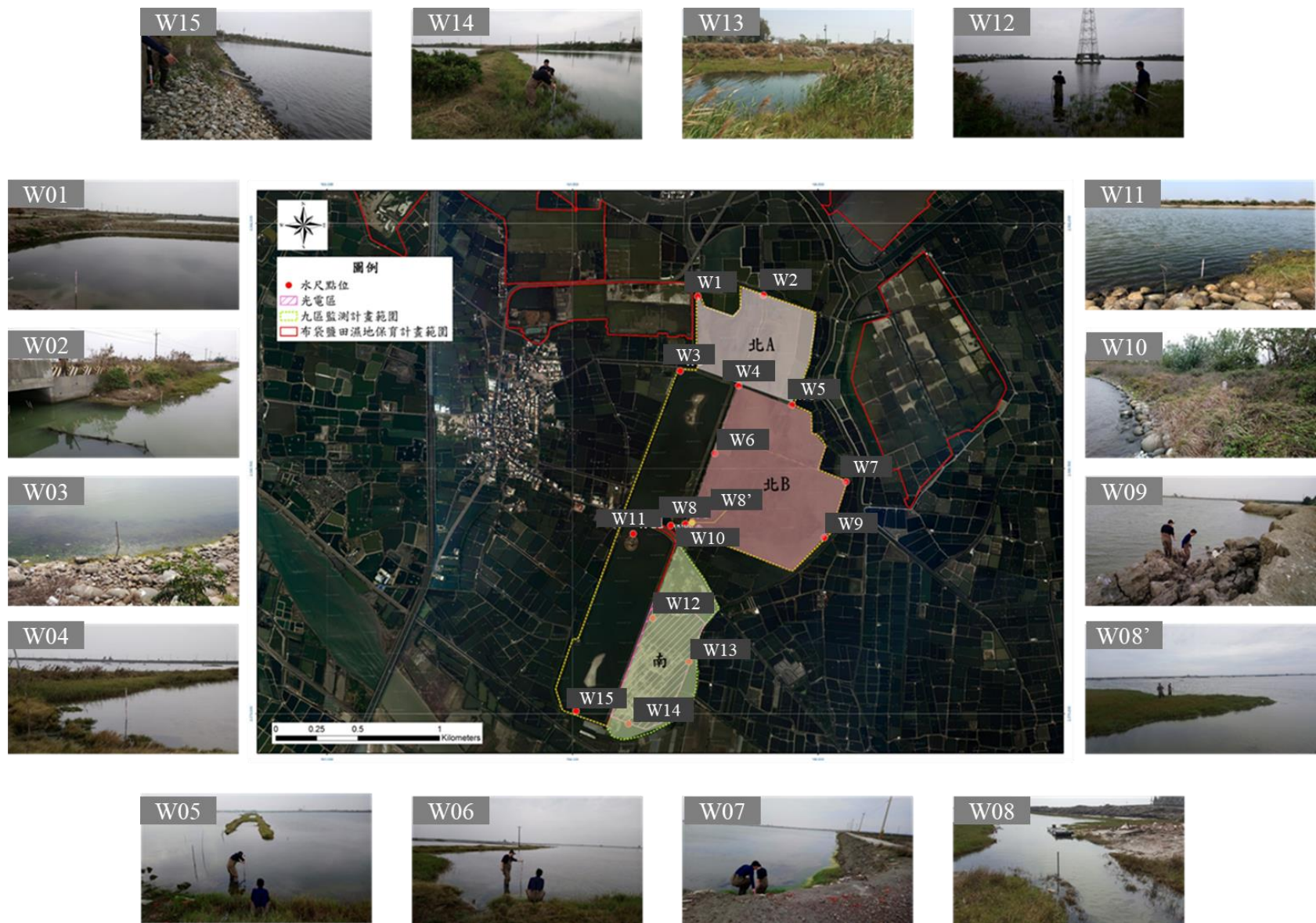
圖六、布袋鹽田第九區鳥類資料分析分區圖，1-5 為鹽田區；6-7 為滯洪池區；8-9（紅色）為案場區。

貳、工作項目與實施方法與步驟

一、水文調查

水文調查紀錄屬環境背景資料調查，若配合地形測量成果，可反推區內不同地方之水深，亦可配合水質及生態等監測進行相關研究。107 年度計畫初期，水位監測計畫配合生態採樣點設置點位，總計架設 15 處點位，位置分布如圖七。經過兩年度調查後，本團隊已掌握調查範圍內之水文系統現況，調查範圍內之水文系統大致可分為南北滯洪池、台 163 道路以北（以下稱北系統）及台 163 道路以南（以下稱南系統，為太陽光電基地）等三大部分；其中，南系統與北系統藉由台 163 縣道過路箱涵與小排水路相連，但於義縣布袋水產精品加值產業園區動工後已中斷。本計畫初期採每月現場調查方式進行，於 108 年度末時，本團隊先嘗試以自記式水

位計來記錄現地水位連續變化，並於 109 年度起正式增設自記式水位計共兩點位（W09 和 W13）。110 年度現場調查點位除刪除滯洪池調查點位之外，其餘大致延續 109 年度規劃結果，故自 110 年起，調查點位共計 5 點（W01、W09、W12、W13、W14，圖八）。現場調查頻率自 110 年起，由每兩個月一次改為每季一次；自記式水位計的部分，則同樣於每季替換一次並進行數據分析。111 年之現場調查點位現況如表一所示，自記式水位計樣式及性能諸元詳圖九及表二。



圖七、水文 107 年之原始監測點位平面圖



圖八、110 年起之水文調查點位平面圖

表一、110 年度現場調查點位

編號	照片紀錄	編號	照片紀錄
W01		W09	
備註	鄰近道路及工寮	備註	北系統東側
W12		W13	
備註	光電基地西北側	備註	光電基地北側

編號	照片紀錄
W14	
備註	光電區南側，與北側連接之水路若長時間無降雨會中斷（新設水路地勢過高）



圖九、HOBO U20 自記式水位計

表二、HOBO U20 水位計性能諸元表

產品編號	U20-001-04
適用水深	0~4 m
水位精度	± 0.075 FS，0.3 cm
適用溫度	-20~50°C
儲存容量	64K，可儲存約 21,700 組壓力和溫度數據

二、水質調查

水質調查點考慮到各區域的入流與放流位置，選取 5 個監測樣點（圖三之黃色與紅色樣點），每季以手持式多參數水質監測儀（HORIBA U-50，JAPAN）記錄水質狀況一次。監測項目包括：溫度、導電度（mS/cm）、氧化還原電位（mV）、溶氧量（mg/L）、溶氧度（%）、濁度（NTU）、酸鹼值（pH）、氫離子濃度指數（pH mV）、總固形物（g/L）、鹽度（psu）、海水比重（ σ_t ）等十一項水質監測項目。

除上列十一項水質監測項目可現場測量外，水體之總氮（氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮）、總磷、生化需氧量、化學需氧量與懸浮固體等測項，則依行政院環境保護署環境檢驗所公告之規範辦理，並轉送合格之檢驗單位進行水質檢驗。水體之總氮（氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮）、總磷、生化需氧量、化學需氧量與懸浮固體則須依下列規範辦理。

（一）總氮（Total nitrogen，TN）

包含下列四種：氨氮（NH₃-N）、凱氏氮（TKN）、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮。水樣於各樣點採樣之步驟，參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則（NIEA W104.51C）辦理。氨氮部分，採樣後水樣酸化並保存於 4±2℃暗處，樣品於七天內依環檢所標準方法：靛酚比色法（NIEA W448.51B）進行檢測。凱氏氮水樣採樣後，水樣酸化並保存於 4±2℃暗處，樣品於四十八小時內進行檢測，其檢測方法依環檢所標準方法：水中凱氏氮檢測方法（NIEA W451.51A）進行檢測。硝酸鹽氮水樣採樣後，水樣保存於 4±2℃暗處，樣品於四十八小時內進行檢測，其檢測方法依環檢所標準方法：水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法—鎘還原流動分析法（NIEA W436.52C）進行檢測。

（二）總磷（Total phosphorus，TP）

於樣點採樣之步驟，參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則（NIEA W104.51C）辦理。採樣後水樣酸化並保存於 4±2℃暗處，樣品於七天內依環檢所標準方法：水中磷檢測方法—分光光度計/維生素丙法（NIEA W427.53B）進行檢測。

（三）生化需氧量（Biochemical oxygen demand，BOD）

於樣點採樣之步驟，參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則（NIEA W104.51C）辦理。採樣後水樣保存於 4±2℃暗處，樣品於四十八小時內進行檢

測，其檢測方法依環檢所標準方法：水中生化需氧量檢測方法（NIEA W510.55B）進行檢測。

（四）化學需氧量（Chemical oxygen demand，COD）

於樣點採樣之步驟，參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則（NIEA W104.51C）辦理。採樣後水樣保存於 $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 暗處，樣品於四十八小時內進行檢測，其檢測方法依環檢所標準方法：水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法（NIEA W517.53B）進行檢測。

（五）懸浮固體（Suspended solids，SS）

於樣點採樣之步驟，參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則（NIEA W104.51C）辦理。採樣後水樣保存於 $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ 暗處，樣品於七天內依環檢所標準方法：水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法— $103\sim 105^{\circ}\text{C}$ 乾燥（NIEA W210.58A）進行檢測。樣品採樣後保存於 4°C 以下，於四小時內送至環檢所認證之檢驗單位進行檢測。

最後，依據內政部營建署公告之重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準內的地方級濕地排放標準，評估各送檢項目有無超過標準值（表三）。

表三、重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準

項目	限值（mg/L）			備註
	國際級	國家級	地方級	
水溫	不得超過本法第十五條第一項第四款水資源系統中水體基礎調查之當季平均溫度攝氏正、負二度。			以重要濕地範圍或重要濕地保育利用計畫指定重要濕地內之地點為準。
氨氮	5.0	7.5	8.5	
硝酸鹽氮	25.0	37.5	42.5	
總磷	2.0	2.0	2.0	
生化需氧量	15.0	22.5	25.5	
化學需氧量	50.0	75.0	85.0	
懸浮固體	15.0	22.5	25.5	
酸鹼值	不得超過本法第十五條第一項第四款水資源系統中水體基礎調查之平均值正、負一。			

三、生物調查

(一) 水域生物調查

在第九區範圍內，劃設八個生物調查點（圖三，紅色樣點）。樣點編號為：W02、W07、W08、W12 與 W14。八處生物樣點，每季調查一次，每年共計進行四次。今年每季之各樣點環境照，如附錄所示。本案調查樣區多為沙泥底，因此參考軟底質海域底棲生物採樣通則（NIEA E103.20C），並依實際現況調整進行調查。

1. 魚、蝦、蟹類

本類之水域生物採用陷阱誘捕法，在八個生物調查點周圍區域設置兩個同尺寸之蝦籠（直徑 9 公分，長度 30 公分）進行誘捕。陷阱中以秋刀魚及鰻粉做為誘餌，佈設一天一夜後再收回，記錄誘捕到的生物種類、數量及重量。

2. 軟體動物與多毛類

本案調查樣區多為沙泥底，因此參考軟底質海域底棲生物採樣通則（NIEA E103.20C），並依實際現況調整進行調查。

(1) 採樣調查方法

軟體動物使用定量框進行調查，於各樣點隨間選取拉設 3 個 1 平方公尺之定量框，以徒手採集法先檢視撿拾表面的軟體動物後，再以鏟子、耙子挖掘泥土，並篩出棲息於土壤中之種類。採集得之物種攜回實驗室後，分別進行影像記錄、物種鑑定及計數秤重等工作。物種鑑定以日本近海產貝類圖鑑（奧谷喬司，2000）、台灣淡水貝類（陳文德，2011）、貝類（一、二）（賴景陽，1988）等圖鑑進行檢索，並以網路資源之台灣貝類資料庫、數位典藏聯合目錄與 World Register of Marine Species 等網站進行更精確物種鑑定。

多毛類採樣部分，將 PVC 採樣管以木槌平均敲擊入土壤中，取得定量的底質，各樣點分別採取直徑 10 公分、高 20 公分之土壤立方柱，土壤攜回實驗室後進行過篩，篩出之多毛類物種以氯化鎂進行麻醉，之後置於顯微鏡下進行物種鑑定，物種以中國近海多毛環節動物（楊德漸，1998）進行檢索。

(2) 數據分析方法

將現場監測所記錄得之物種建檔，並計算各樣點的豐富度（richness）、均勻度（evenness, J'）與香農威納指數（Shannon-Wiener index, Hs），各指數計算如下：

豐富度：物種豐富度指數用以表達樣品中物種的多寡，物種豐富度指數越高，物種越豐富。

$$R = \frac{S-1}{\log_e N}$$

R：種豐富度指數

S：群聚中所出現的物種數量

N：所有物種的總個體數

均勻度：均勻度為群聚中個體在不同種間分布的均勻程度，均勻度指數越高，個體在種間分布越均勻。

$$J' = \frac{Hs}{\log_e S}$$

J'：均勻度指數

S：群聚中所出現的物種數量

Hs：香農威納指數

香農威納指數：在一調查樣區中，若物種數多、各物種的數量均勻分布，香農威納指數較高，反之則香農威納指數則較低。

$$Hs = -\sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \times \log_e \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Hs：香農威納指數

S：群聚中所出現的物種數量

ni：第 i 種物種的個體數

N：所有物種的總個體數

生物量（Biomass, W）為單位面積內生物之重量。

$$W = g / m^2$$

W：生物量

g：軟體動物重量

m²：面積

（二） 鳥類調查

鳥類為濕地生態系最重要高階消費者之一，因此鳥類調查為主要的調查工作項目，調查方法依據「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」來進行。本調查主要位於鹽田區，棲地類型以荒廢的鹽田草澤與滯洪池的水塘為主，調查資料包含以下幾項：

1. 鳥類組成與季節變化

鳥類調查部分，基地內的調查採穿越線調查法，基地外調查以群集計數法來進行，每月進行一次，資料依據環境特性區分為三大區（分區如圖六所示）

鹽田區：包含樣區 1 至 5，主要為舊鹽田區域

滯洪池區：包含西側南北滯洪池，樣區 6、7

案場區：包含案場樣區 9 與北側縣府所轄的樣區 8

2. 保育類及優勢種

討論調查期間包含的保育類鳥種與數量較多的優勢物種。

3. 繁殖調查

由於開發的基地內（樣區 9）為填土區，開闊的沙土區為東方環頸鴿適合的繁殖地，為了瞭解基地範圍週邊鳥類的繁殖情況，調查期程參考中北部的繁殖期（3 至 7 月份），考量南部氣候較為溫暖，且在 11 月份調查中已發現少許空巢，因此，12 月份開始進行繁殖調查，至 8 月份結束（1 至 8 月份）。調查以步行方式，配合雙筒望遠鏡與目視法在基地（樣區 9）與鄰近樣區 8 進行巢位搜尋，每月進行一次，發現巢蛋後，紀錄巢位、巢蛋數，以了解基地範圍及其週邊鳥類的繁殖情況。

參、預計與實際工作時程

計畫執行期限：中華民國 111 年 01 月 01 日起 至 111 年 12 月 31 日止

年 月 工作項目	111											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水文調查												
水質調查												
生物調查-鳥類普查、分布調查												
生物調查-繁殖鳥類調查												
生物調查-魚、蝦、蟹類												
生物調查-螺、貝、多毛類												
底質重金屬調查				◎	◎	◎	◎	◎	◎			
報告書撰寫、資料上網												

- (1) 考量到調查結束後數據分析時程，本案於111年7月份繳交期中報告，111年12月繳交期末報告。
- (2) 「◎」代表擇期執行一年一次之底質重金屬調查。

肆、基礎調查資料與結果

一、水文調查結果

(一) 111 年水文調查結果

本年度現場水尺水位調查結果可詳表四，而自記式水位計紀錄可詳圖 4 至圖 7，本計畫自記式水位計分別設於點位 W09 及 W13，每 15 分鐘紀錄一筆現地資訊，資訊內容包含同一時間之水壓及溫度，水深成果可由水壓進行推算，但壓力紀錄可能受自然環境因素干擾，偶有前後紀錄變化過大之情況，故自記式水位紀錄以修正後成果呈現。

表四、111 年水位樣點之水位深度紀錄

單位：公分					
調查樣點	W01	W09	W12	W13	W14
調查日期		(水位計)		(水位計)	
111/03/11	3	-	51	36	-
111/06/10	32	34	69	54	32
111/08/25	39	39	84	68	22
111/11/16	15	17	41	26	0

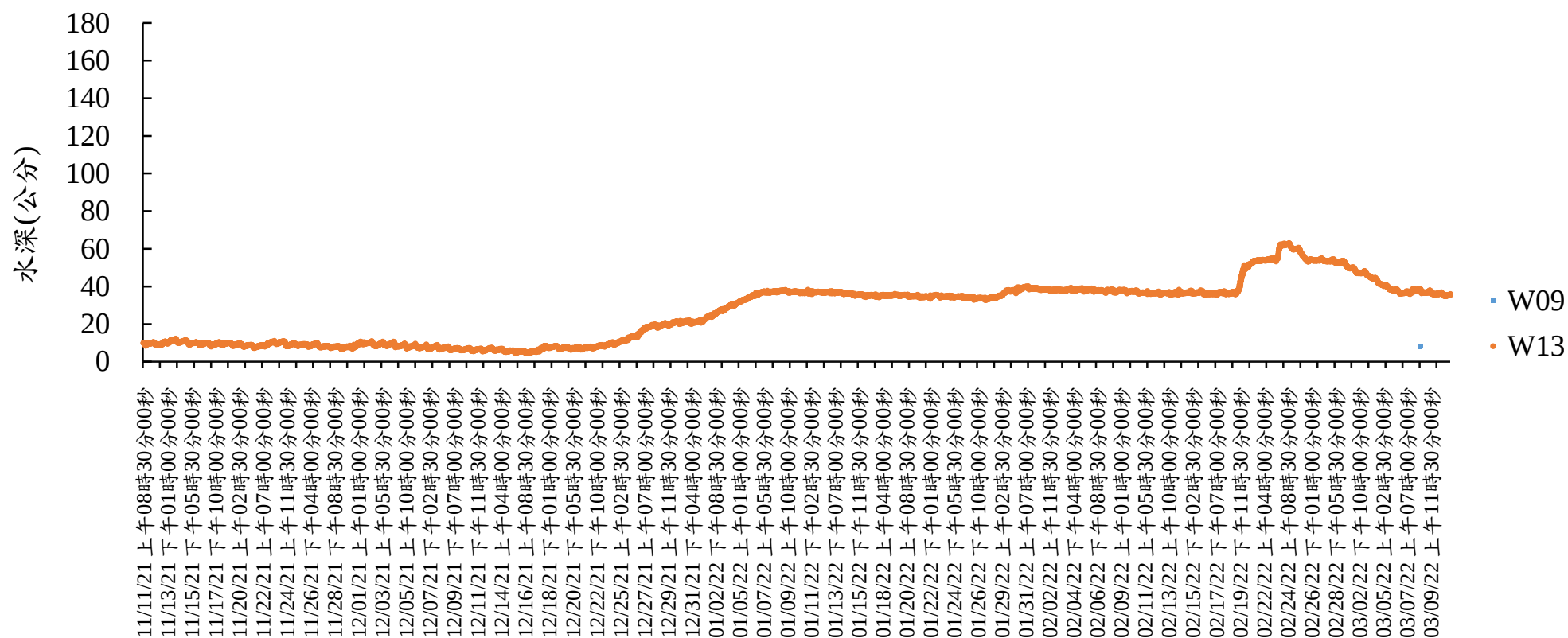
備註：“-”代表現地水無水呈現乾涸狀態

綜合水深紀錄及現場調查成果可知，嘉義縣布袋水產精品加值產業園區動工後，南北系統連接水路因土方回填已中斷，南北系統之水位變化已沒有計畫初期之同步現象。由去年 110 年度現場調查結果顯示，北系統有長時間乾涸狀況，為近幾年來首見。本年度 111 年亦觀察到相同情形：水位計（W09）架設處由 110 年 11 月至 111 年 5 月間持續呈現乾涸情況（圖十、圖十一）。另經了解，嘉義布袋地方 NGO 團體為解決北系統乾涸情形，於 111 年 4 月設置虹吸式水源補注設施，同年梅雨季節過後，北系統水深上漲並恢復常時有水狀態至今（圖十一）。全年之水位計紀錄如圖十至圖十三所示。

南系統部分，光電基地生態池南北系統連接水路因加值產業園區工程中斷，本團隊由過往觀察經驗推估，生態池平時應會有乾涸情況，但實際現況卻與過往觀察經驗相異，顯示生態池水源除降雨及光電板清洗用水外，應有其它補注來源；由過去的水位計紀錄結果顯示，點位 W13 處於 109 年 08 月至 110 年 05 月間呈現乾涸狀態，僅剩生態池中間低窪處有水，但於 110 年 05 月梅雨

事件後，點位 W13 處持續維持常時有水狀態至今。本團隊於現場調查時發現，生態池東側有養殖排放水管及抽水等相關設備，故推測生態池補注水源除降雨及光電板清洗用水外，鄰近魚塭養殖之抽排利用也可能是補注來源之一。

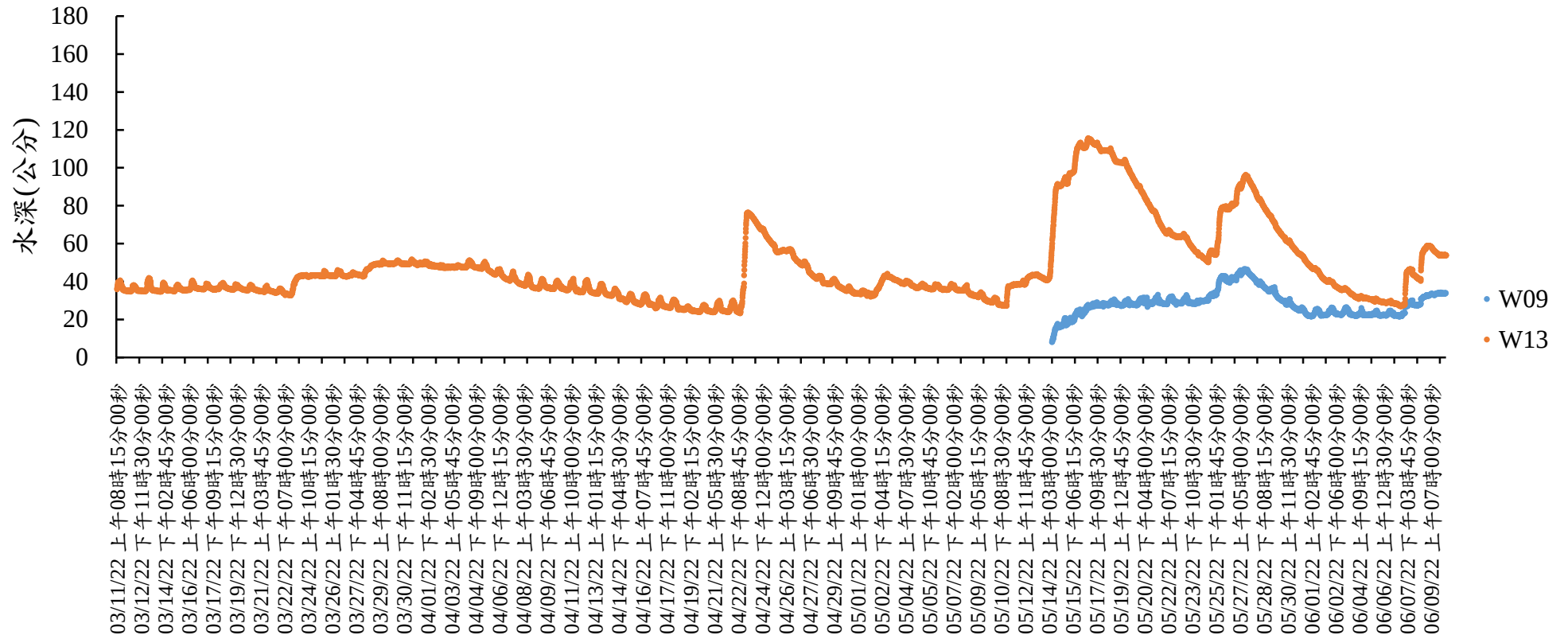
自記式水位紀錄



圖十、自記式水位計水位紀錄 110/11/11 至 111/03/11

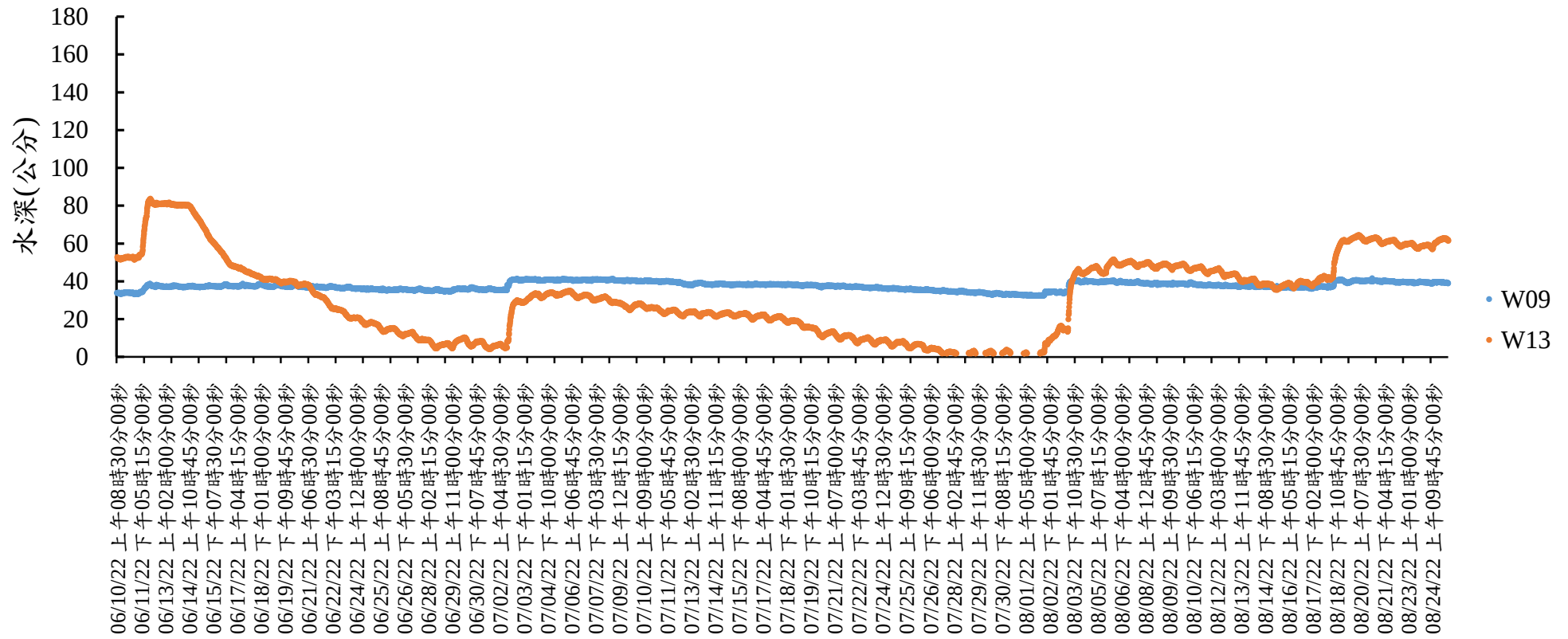
註:本年度水位計調整高度，點位 W09 水深低於 8 公分，W13 低於 2 公分即無法估算，故不顯示

自記式水位紀錄



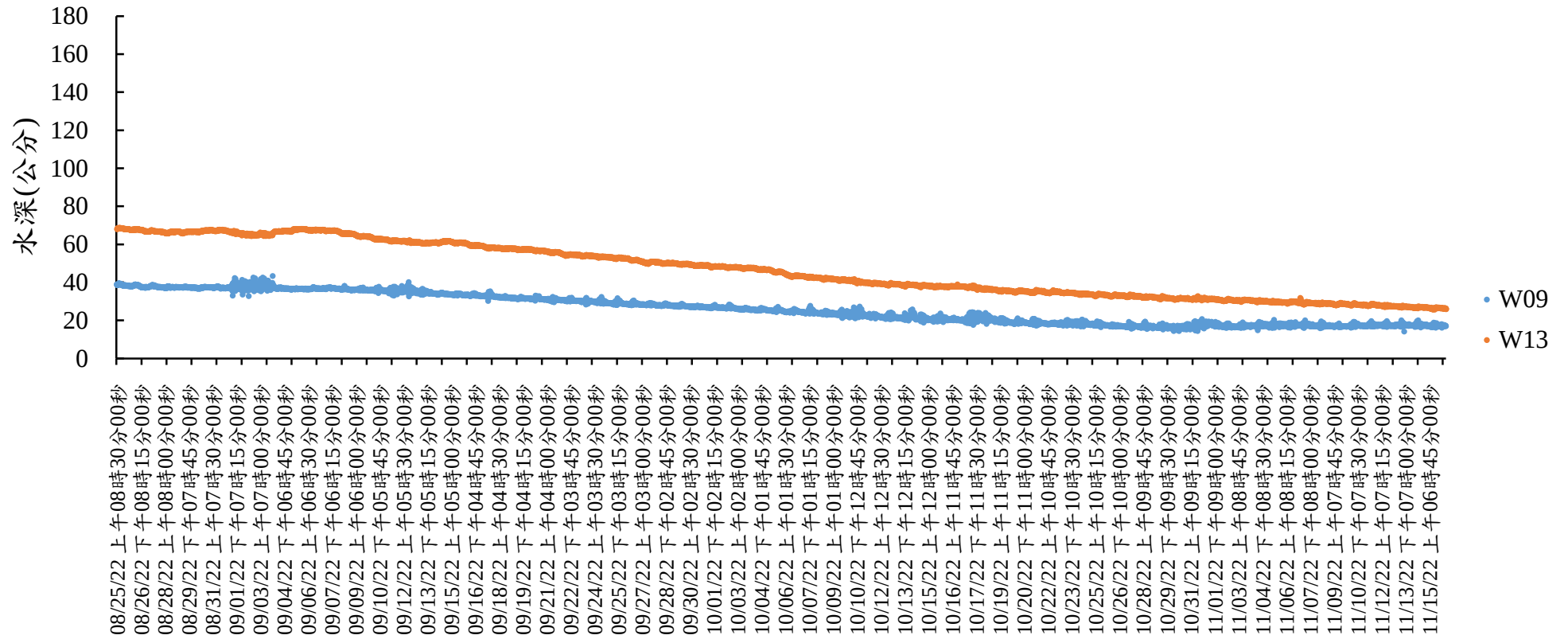
圖十一、自記式水位計水位紀錄 111/03/11 至 111/06/10

自記式水位紀錄



圖十二、自記式水位計水位紀錄 111/06/10 至 111/08/25

自記式水位紀錄



圖十三、自記式水位計水位紀錄 111/08/25 至 111/11/16

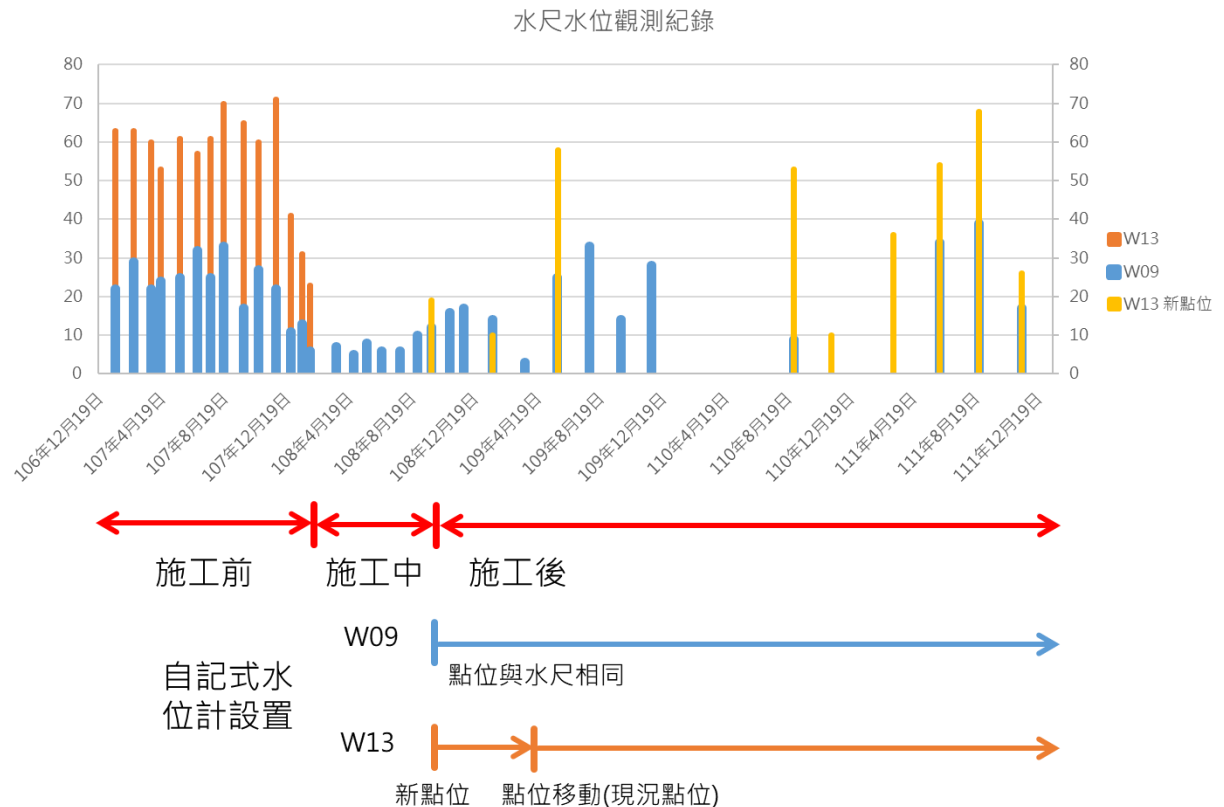
（二）歷年水文變化情況

本計畫於九區太陽光電設置前即開始執行調查，時間由 107 年 1 月開始持續至今，計畫前期以現場水尺觀測紀錄為主，調查頻率為每月一次，此頻率持續至 108 年底。109 年度開始，本計畫於點位 W19 及 W13 加入自記式水位計，現場水尺觀測頻率由每月一次縮減為每兩個月一次，而從 110 年度開始，觀測頻率縮減為每季一次。

本計畫將以施工期程作為劃分依據，以歷年水尺觀測紀錄、自記式水位紀錄及現場調查成果為基礎，針對計畫區內水文變化進行探討與說明。

1. 施工前時期（106/11-108/03）

本計畫區位於嘉義縣布袋九區鹽田範圍內，計畫區內太陽光電工程約由 108 年 3 月開始至同年 9 月完工，由施工前資料蒐集及調查可知，九區鹽田原始地勢南高北低，因 163 線道開闢後被分隔為南北兩系統，但縣道下方仍有雨水箱涵相連。由調查可知，南系統水源除降雨外，皆來自北系統；北系統北側則與龍宮溪相連，平時藉由防水閘門阻隔龍宮溪水流入；但經現場調查發現，北系統仍屬感潮範圍，漲潮時期之龍宮溪水仍會藉由閘門縫隙透過渠道流入，故北系統水源除降雨補充外，龍宮溪水亦是補注來源之一。在施工前期，由歷年水尺觀測紀錄（圖十四）可發現，南北兩系統水位高低變化有一致性，但由於南系統蓄水面積較小，其水位變化幅度較北系統明顯。整體而言，此時時期南北兩系統水位雖因時節不同而有高低變化，但皆呈現常年有水之狀態。



圖十四、歷年水尺觀測紀錄

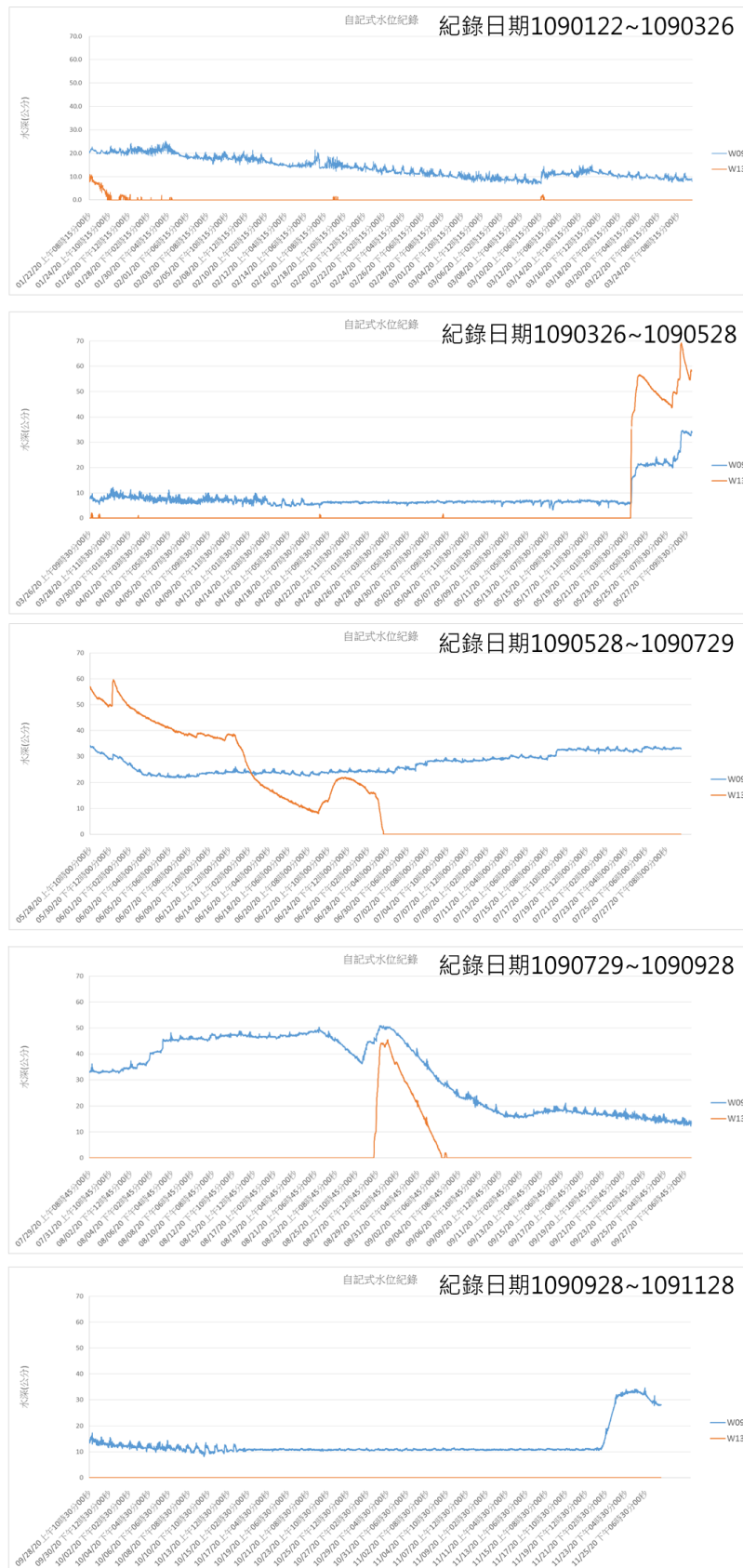
2. 施工中時期（108/03-108/09）

九區太陽光電工期共約六個月，包含前期整地、中期光電板架設及後期環境復舊。由水尺觀測紀錄（圖十四）和現場調查可知，太陽光電施工對於北系統水深變化並無明顯影響，南系統則因計畫區基地整地回填，南側水域與北側生態池連接水路中斷，南側水域水源僅剩雨水補注，而北側生態池仍可透過 163 縣道雨水箱涵與北系統相連，整體而言，施工過程主要影響為南系統內不水源循環，對於北系統水位變化並無直接影響。

3. 施工後第一年（108/09-109/11）

九區太陽光電完工後，自記式水位計於同年 9 月完成架設測試，並於 109 年開始提供紀錄數據。由圖十四及圖十五紀錄成果可知，北系統於施工後並無差異；南系統 W13 點位則於施工後移設至生態池南側新點位，施工後至 109 年 07 月間，生態池仍維持常時有水，水源可透過 163 縣道雨水箱涵與北系統循環交換，但因 109 年度降雨較少，點位 W13 處除降雨期間水深較高

外，其餘時間水深多低於水位計高度，故水位紀錄數值多顯示為 0；於 109 年 07 月後，計畫區北側義縣布袋水產精品加值產業園區開始動工整地，整地填土直接中斷南北系統相連之水路渠道，造成南系統水源僅剩自然降雨，故本時期生態池內僅中間最低窪處有水；而南系統內連接生態池與南側水域之水路也因基地整地後填高，在生態池水位極低的狀況下，生態池之水源並無法流入南側水域，故此期間計畫區南側水域幾乎皆為乾涸狀態。



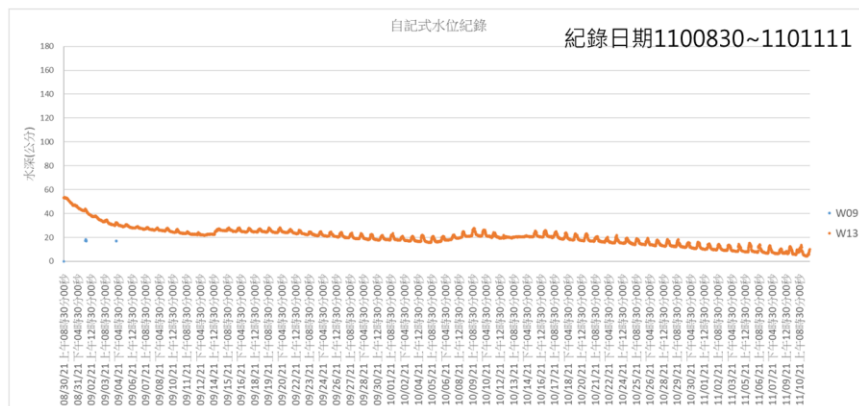
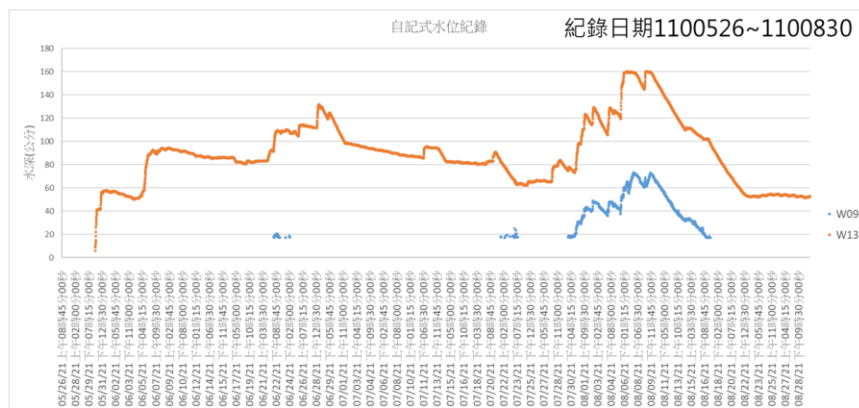
註:本年度無量測水位計底部高度，故所有估算皆顯示

圖十五、109 年自記式水位紀錄

4. 施工後第二至第三年（109/11-111/11）

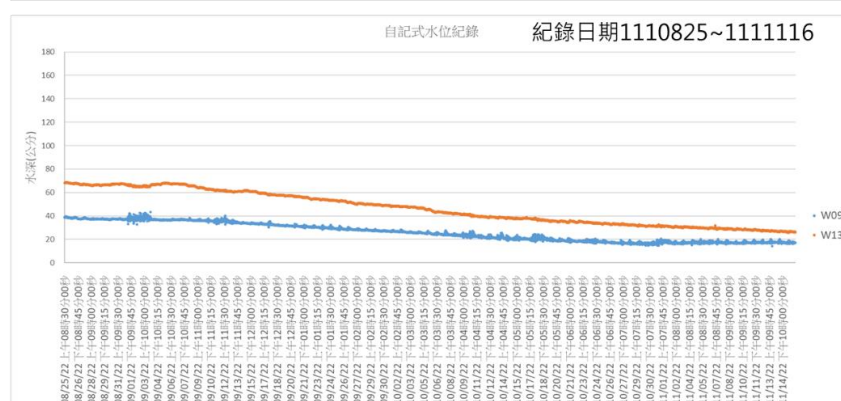
於 109 年底至 110 年 09 月間，由圖十六自記式水位計紀錄可發現，北系統對外連接水路應有其它因素造成改變，北系統除降雨期間水深略有升高外，似無其它補注水源，因此北系統內水位持續降低，甚至於 110 年 05 月現場調查發現，北系統幾乎完全乾涸見底，此情形為近幾年首見；嘉義布袋地方 NGO 團體為解決北系統乾涸問題，於 111 年 4 月設置虹吸引水設施，由點位 W01 旁之大排水路直接引入補注水源，由圖十七顯示，於同年 5 月梅雨季節水位上升後，北系統恢復為常時有水之狀態至今。

南系統原僅透過 163 縣道雨水箱涵與北系統相連，該連接水路於 109 年 07 月後已遭填土中斷，故南系統除降雨外並無其它補注水源，造成生態池水位持續降低，可詳圖十五及圖十六水位紀錄成果。但由圖十六及圖十七水位紀錄成果可發現，於 110 年 05 月開始，南系統水位升高後即維持常時有水至今，而由圖十七 111 年 08 月至 111 年 11 月水位紀錄成果更可發現，生態池水位除維持常時有水外，水深下降速度極緩降，此現象明顯與 109 年度紀錄成果相異，因現場調查發現，生態池東側有抽排水設施於鄰近魚塭相連，本團隊推估南系統生態池水位變化應與周遭魚塭養殖之抽排水利用有相關聯。



註:本年度水位計調整高度，點位W09水深低於17公分，W13低於4公分即無法估算，故不顯示

圖十六、110 年自記式水位紀錄



註:本年度水位計調整高度，點位W09水深低於8公分，W13低於2公分即無法估算，故不顯示

圖十七、111 年自記式水位紀錄

二、水質調查結果

水質監測水質分別於 111 年 2 月、6 月、8 月與 11 月進行調查。調查樣點共計 5 個（圖三），每樣點除現場監測項目十一項之外，另採樣水體 12 公升送檢，採樣流程及送檢均按照行政院環境保護署環境檢驗所標準作業程序進行。

水質現場量測部分，樣點 W08 於第一季採樣時因地表水體過低而無法現場量測。四季多數樣點之溶氧量有偏高的情形，且水體呈現綠色（附件三），推測可能與水中有大量之水生植物或藻類（龍鬚藻或水綿）行光合作用有關（國立成功大學，2016）。鹽度部分，樣點 W12 與 W14 於四季間皆低於 5 psu，屬於半淡鹹水；第四季之鹽度高於其它三季之鹽度，推測可能與當地降雨量有關（111 年 01 月 21 號至 02 月 21 日降雨量：77 mm，資料來源：中央氣象局布袋測站）、（111 年 05 月 12 號至 06 月 12 日降雨量：499 mm，資料來源：中央氣象局布袋測站）、（111 年 07 月 23 號至 08 月 23 日降雨量：119.5 mm，資料來源：中央氣象局布袋測站）、（111 年 10 月 01 號至 11 月 01 日降雨量：8.5 mm，資料來源：中央氣象局布袋測站），由於第二季之當地降雨量較其它季節高出 6 倍以上，甚至高出 58 倍之多，推測此為水體鹽度降低之原因之一。四季水中酸鹼度介於 8.2 至 9.2 間，屬於弱鹼性。四季各個樣點之氧化還原電位為正值，代表水中呈現氧化態。四季之各項現場量測結果如表五至表八所示。

水體採樣送檢之結果如表九至表十二所示。根據營建署公告之地方級重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（表三），樣點 W12 於四季間之各項檢測項目皆符合標準。樣點 W07 於第三與第四季之懸浮固體濃度明顯高於其它樣點（圖十八）。樣點 W12 與 W14 之含高鹵離子化學需氧量濃度大致上低於其它樣點（圖十九）。

利用主成分分析（Principal component analysis, PCA）統計布袋鹽田第九區 107 年至 111 年整體水質變異，並以各年度或各區域比較組別間的水質變異。年度間的比較結果顯示施工前（107 年）與施工後（110 年）有些樣點在多年間差異較大，但整體水質狀況在五年間變化不大（圖二十）。區域間的比較結果顯示整體保留區（綠色）和案場區（藍色）在年度間水質差異不大；保留區有一些樣點在多年間差異較大，但整體保留區水質狀況無明顯變化；案場區在年度間水質狀況相對穩定，無特別明顯變化（圖二十一）。

表五、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第一季（111 年 2 月）結果

項目\樣點	W02	W07	W08	W12	W14
溫度 (°C)	13.0	13.7	N.A.	13.4	15.0
酸鹼度 (pH)	8.6	9.0	N.A.	8.9	8.9
氫離子濃度 (mV)	-65.0	-83.7	N.A.	-83.0	-83.0
氧化還原電位 (mV)	154.7	123.7	N.A.	159.7	166.7
導電度 (mS/cm)	40.1	49.6	N.A.	11.7	7.8
濁度 (NTU)	32.9	124.0	N.A.	22.5	56.0
溶氧量 (mg/L)	11.0	15.3	N.A.	11.9	12.1
溶氧度 (%)	125.9	185.2	N.A.	122.6	126.4
總固形物 (g/L)	24.5	30.2	N.A.	7.3	4.9
鹽度 (psu)	25.2	31.9	N.A.	6.6	4.3
海水比重 (σ_t)	18.9	23.9	N.A.	4.6	2.5

註：N.A.表示地表水體無法量測

表六、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第二季（111 年 5 月）結果

項目\樣點	W02	W07	W08	W12	W14
溫度 (°C)	36.3	36.4	34.1	34.2	34.0
酸鹼度 (pH)	8.4	8.8	8.7	8.4	7.8
氫離子濃度 (mV)	-89.0	-110.0	-107.0	-90.0	-52.3
氧化還原電位 (mV)	88.0	54.3	116.0	-80.7	55.3
導電度 (mS/cm)	65.9	>100.0*	51.4	44.1	13.9
濁度 (NTU)	155.0	153.3	138.0	41.8	93.5
溶氧量 (mg/L)	6.8	12.4	7.7	7.1	1.2
溶氧度 (%)	132.8	303.5	134.4	119.4	18.2
總固形物 (g/L)	39.6	>60.0*	30.9	26.9	8.6
鹽度 (psu)	44.7	>70.0*	33.7	28.4	8.0
海水比重 (σ_t)	26.9	>46.5*	19.5	15.5	0.5

註：*表示測值高於儀器可檢測之最高值

表七、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第三季（111 年 8 月）結果

項目\樣點	W02	W07	W08	W12	W14
溫度 (°C)	34.1	38.0	33.6	33.5	35.1
酸鹼度 (pH)	8.4	9.0	8.4	9.0	8.3
氫離子濃度 (mV)	-83.0	-119.3	-86.0	-121.7	-80.0
氧化還原電位 (mV)	79.7	60.7	92.0	83.0	64.0
導電度 (mS/cm)	29.7	26.5	23.5	3.1	5.7
濁度 (NTU)	67.8	135.0	97.5	4.5	70.0
溶氧量 (mg/L)	9.2	7.5	3.2	7.9	5.6
溶氧度 (%)	144.8	122.7	48.0	110.5	81.2
總固形物 (g/L)	18.4	16.4	14.6	2.0	3.6
鹽度 (psu)	18.4	16.1	14.2	1.6	3.0
海水比重 (σ_t)	8.1	5.0	5.2	0.0	0.0

表八、布袋鹽田濕地第九區水質現場檢測第四季（111 年 11 月）結果

項目\樣點	W02	W07	W08	W12	W14
溫度 (°C)	28.4	26.6	27.8	24.9	24.9
酸鹼度 (pH)	8.4	8.5	8.2	9.2	8.3
氫離子濃度 (mV)	-84.0	-86.0	-72.3	-125.7	-75.7
氧化還原電位 (mV)	72.0	117.3	40.3	71.7	126.3
導電度 (mS/cm)	51.9	55.6	54.5	5.9	7.7
濁度 (NTU)	209.0	266.7	354.3	2.5	29.4
溶氧量 (mg/L)	3.8	6.0	2.5	11.0	6.6
溶氧度 (%)	61.0	95.1	40.2	137.9	82.9
總固形物 (g/L)	31.1	33.4	32.7	3.7	4.9
鹽度 (psu)	34.1	36.9	36.1	3.2	4.3
海水比重 (σ_t)	21.7	24.4	23.5	0.0	0.5

表九、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第一季（111 年 2 月）結果

項目（mg/L）	樣點編號				
	W02	W07	W08	W12	W14
懸浮固體	49	24.2	149	13.1	4.1
含高鹵離子化學需氧量 ⁽¹⁾	32.2	90.3	29.2	35.2	30
生化需氧量	4.9	8.7	3.4	3.7	3.7
氨氮	0.43	0.03	1.2	0.28	0.15
硝酸鹽氮	0.14	0.07	0.56	0.13	0.04
亞硝酸鹽氮	0.06	0.0073	0.38	0.01	0.0019
凱氏氮	2.09	1.86	1.91	1.72	1.2
總氮	2.29	1.93	2.85	1.86	1.25
總磷	0.211	0.19	0.626	0.04	0.047

註：（1）：化學需氧量依水中氯離子含量多寡以不同方式檢測並表示，水中氯離子為 2000 mg/L 以下時，以化學需氧量表示；水中氯離子為 2000 mg/L 以上時則以含高鹵離子化學需氧量表示。

註：數值以底線表示者，為超過重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（表三）

表十、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第二季（111 年 6 月）結果

項目（mg/L）	樣點編號				
	W02	W07	W08	W12	W14
懸浮固體	27.2	111.0	36.7	4.3	22.1
含高鹵離子化學需氧量 ⁽¹⁾	37.0	38.7	19.7	-	-
生化需氧量	8.8	7.5	8.5	1.4	2.0
氨氮	0.10	0.12	0.10	0.10	0.1
硝酸鹽氮	0.030	0.009	0.040	N.D.	N.D.
亞硝酸鹽氮	0.0048	0.0044	0.0200	0.0020	0.0038
凱氏氮	1.46	1.63	1.92	0.69	1.21
總氮	1.49	1.64	1.98	0.70	1.22
總磷	0.343	0.175	0.309	0.151	0.300
化學需氧量	-	-	-	15.2	27.5

註（1）：化學需氧量依水中氯離子含量多寡以不同方式檢測並表示，水中氯離子為 2000 mg/L 以下時，以化學需氧量表示；水中氯離子為 2000 mg/L 以上時則以含高鹵離子化學需氧量表示。

註：數值以底線表示者，為超過重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入之標準中地方級濕地標準之樣點。

註：N.D.為低於偵測極限。

表十一、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第三季（111 年 8 月）結果

項目（mg/L）	樣點編號				
	W02	W07	W08	W12	W14
懸浮固體	31.3	446	12	5.9	33.9
含高鹵離子化學需氧量 ⁽¹⁾	53.1	120	41.8	-	-
生化需氧量	11.8	24.8	7.4	2.2	2.3
氨氮	0.04	0.09	0.41	0.1	0.19
硝酸鹽氮	0.08	0.11	0.08	0.06	0.11
亞硝酸鹽氮	0.0027	0.0023	0.0088	N.D.	0.0071
凱氏氮	1.55	3.12	1.82	0.82	0.88
總氮	1.63	3.24	1.91	0.88	1
總磷	0.365	0.398	0.519	0.09	0.124
化學需氧量 ⁽¹⁾	-	-	-	20.2	28.4

註（1）：化學需氧量依水中氯離子含量多寡以不同方式檢測並表示，水中氯離子為 2000 mg/L 以下時，以化學需氧量表示；水中氯離子為 2000 mg/L 以上時則以含高鹵離子化學需氧量表示。

註：數值以底線表示者，為超過重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入之標準中地方級濕地標準之樣點。

註：N.D.為低於偵測極限。

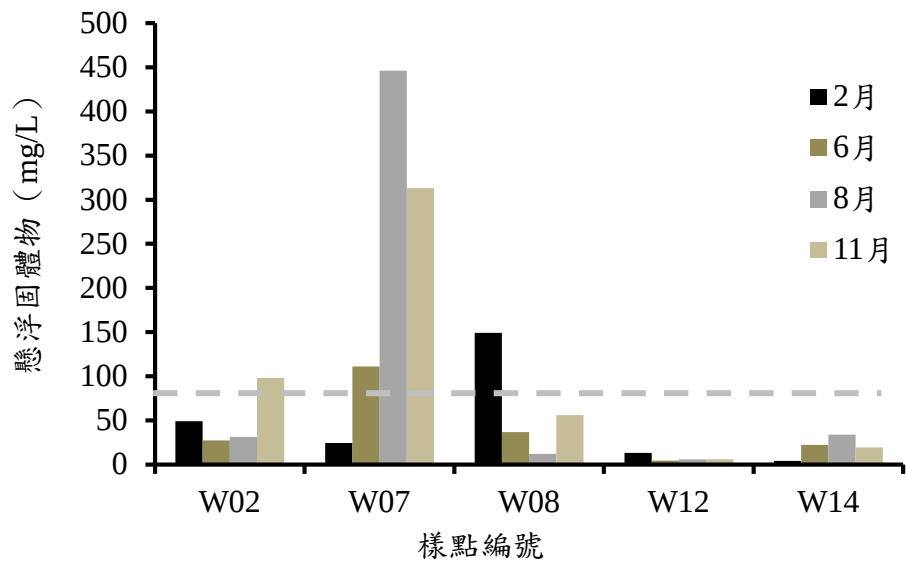
表十二、布袋鹽田濕地第九區水質送檢項目第四季（111 年 11 月）結果

項目（mg/L）	樣點編號				
	W02	W07	W08	W12	W14
懸浮固體	98	313	55.8	5.9	19.4
含高鹵離子化學需氧量 ⁽¹⁾	86.1	126	122	-	28
生化需氧量	21.5	19.7	22.6	1.8	1.8
氨氮	0.16	0.03	0.05	0.11	0.08
硝酸鹽氮	0.08	0.08	0.08	0.06	0.05
亞硝酸鹽氮	0.007	0.0066	0.0058	N.D.	0.0013
凱氏氮	2.85	3.32	3	0.78	1.22
總氮	2.94	3.41	3.08	0.84	1.27
總磷	0.555	0.588	0.448	0.099	0.122
化學需氧量 ⁽¹⁾	-	-	-	24	-

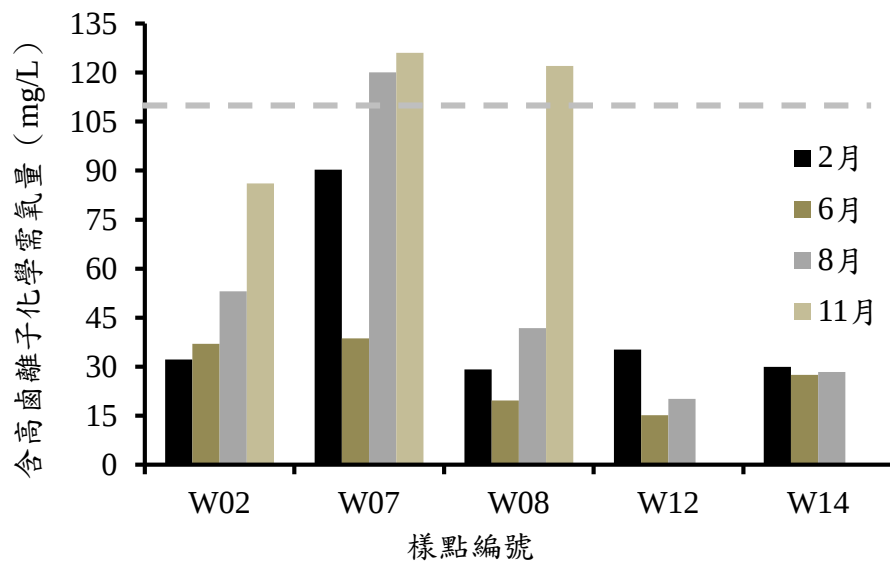
註（1）：化學需氧量依水中氯離子含量多寡以不同方式檢測並表示，水中氯離子為 2000 mg/L 以下時，以化學需氧量表示；水中氯離子為 2000 mg/L 以上時則以含高鹵離子化學需氧量表示。

註：數值以底線表示者，為超過重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入之標準中地方級濕地標準之樣點。

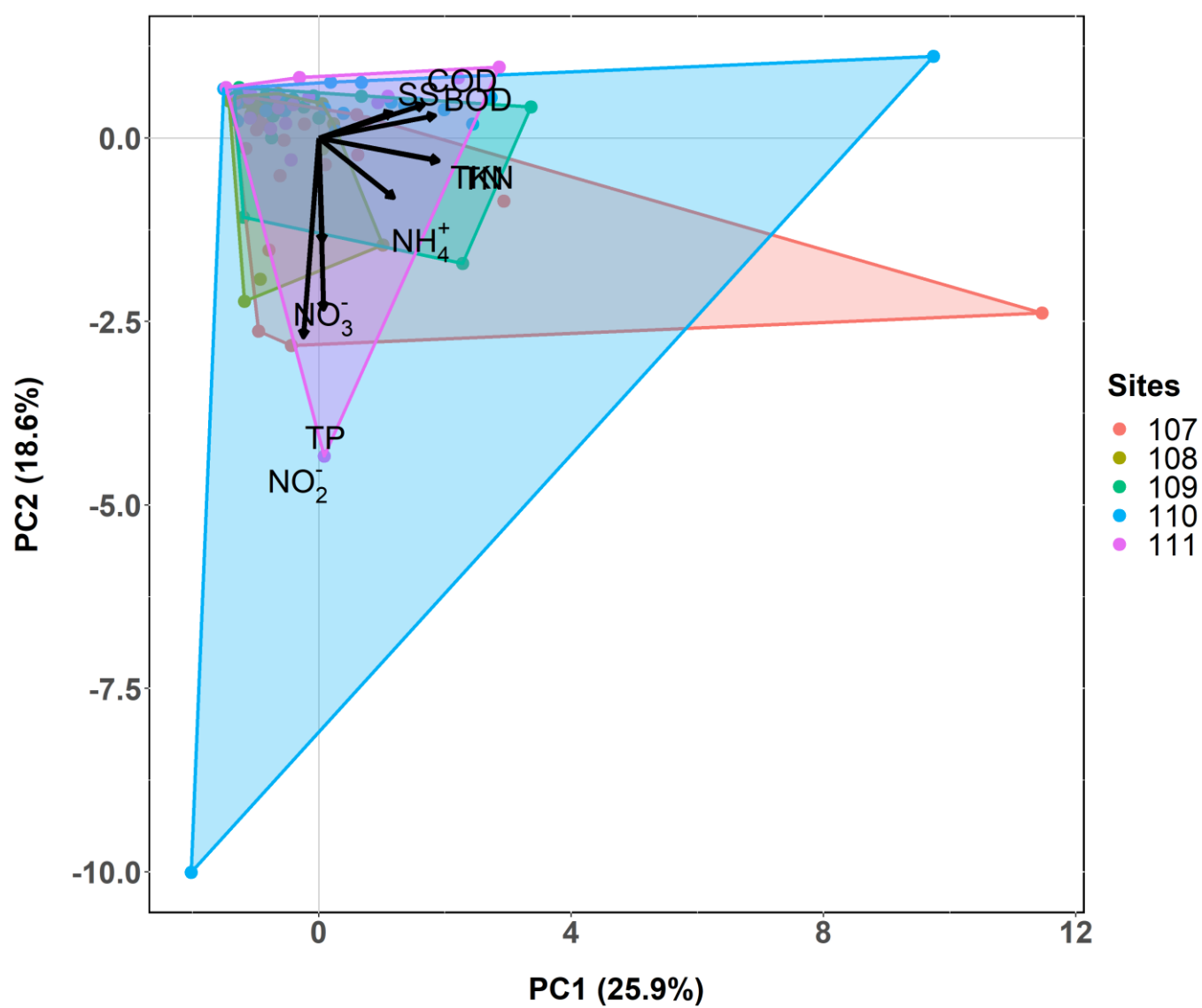
註：N.D.為低於偵測極限。



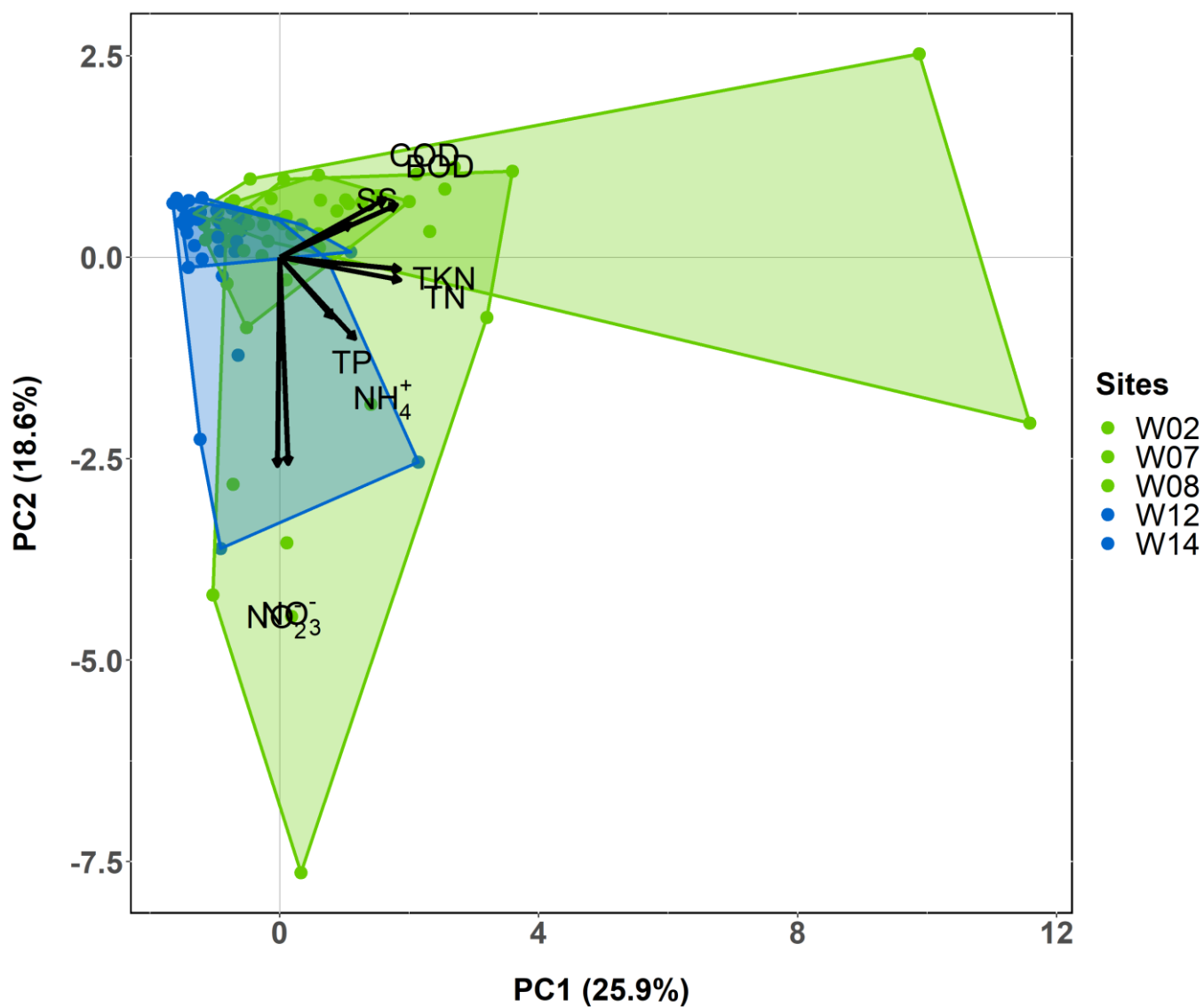
圖十八、布袋鹽田濕地第九區四季水中懸浮固體結果圖。灰色虛線為地方級重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（25.5 mg/L）。



圖十九、布袋鹽田濕地第九區四季含高鹵離子化學需氧量結果圖。灰色虛線為地方級重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準（85 mg/L）。



圖二十、布袋鹽田濕地第九區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析圖。此圖可解釋整體變異的 44.5%。



圖二十一、布袋鹽田濕地第九區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析圖。此圖可解釋整體變異的 44.5%，不同顏色的範圍為各區的結果。綠色：保留區，藍色：案場區。

三、生物調查結果

(一) 水域生物調查結果

1. 111 年四季調查結果

(1) 魚、蝦、蟹類調查結果

已完成 111 年四季之魚、蝦與蟹類調查。每季總共調查 5 處生物樣點 (W02、W07、W08、W12 與 W14)。四季調查結果分述如下：

第一季 (111 年 2 月) 的調查結果共記錄魚蝦蟹 3 科 5 種，樣點 W08 因地表無水體而無法調查。各樣點間調查到的魚、蝦、蟹類物種數與個體數各有差異，如表十三所示。樣點 W02 所調查到魚蝦蟹的個體數最多，為 99 隻；樣點 W12 所調查到的魚蝦蟹種類數最多，為 4 種；樣點 W14 所調查到的魚、蝦、蟹種類與個體數皆最少，分別為 1 種及 4 隻。本季之優勢種為大肚魚 (*Gambusia affinis*，約 51%) 與帆鰭摩利魚 (*Poecilia velifera*，約 30%)，大肚魚大多數個體集中於樣點 W02；帆鰭摩利魚大多數個體集中於 W07。台灣厚蟹 (*Helice formosensis*) 僅於樣點 W07 有記錄；潔白長臂蝦 (*Palaemon concinnus*) 僅於樣點 W12 有記錄。在各樣點魚、蝦、蟹類生物量部分，本季生物量最高的是樣點 W07，最低為樣點 W14，如圖二十二所示。

第二季 (111 年 6 月) 的調查結果共記錄魚蝦蟹 5 科 14 種，各樣點間調查到的魚、蝦、蟹類物種數與個體數各有差異，如表十四所示。樣點 W12 所調查到魚蝦蟹的個體數最多，為 262 隻；樣點 W08 所調查到的魚蝦蟹種類數最多，為 7 種；樣點 W14 所調查到的魚蝦蟹種類與個體數皆最少，分別為 3 種及 10 隻。本季之優勢物種為五鬚蝦 (*Exopalaemon orientis*，約 69.6 %) 與大肚魚 (*Gambusia affinis*，約 18.8 %)。極樂吻鰕虎 (*Rhinogobius similis*) 僅於樣點 W12 有記錄；頭紋細棘鰕虎 (*Acentrogobius viganensis*) 僅於樣點 W14 有記錄；爪哇擬鰕虎 (*Pseudogobius javanicus*) 僅於樣點 W08 有記錄；斜紋擬鰕虎 (*Pseudigobius* sp.1) 僅於樣點 W02 有記錄；棕塘鱧 (*Eleotris fusca*) 僅於樣點 W07 有記錄；鋸齒長臂蝦 (*Palaemon serrifer*) 僅於樣點 W08 有記錄。在各樣點魚、蝦、蟹類生物量部分，本季生物量最高的是樣點 W12，最低為樣點 W14，如圖二十三所示。

第三季（111 年 8 月）的調查結果共記錄魚蝦蟹 4 科 11 種，各樣點間調查到的魚、蝦、蟹類物種數與個體數各有差異，如表十五所示。樣點 W08 所調查到魚蝦蟹的個體數最多，為 382 隻；樣點 W07 所調查到的魚蝦蟹種類數最多，為 10 種；樣點 W14 所調查到的魚、蝦、蟹種類與個體數皆最少，分別為 1 種及 20 隻。本季之優勢種為五鬚蝦（約 52.2 %）與大肚魚（約 13.1 %），五鬚蝦大多數個體集中於樣點 W08 與 W12；大肚魚大多數個體集中於 W07 與 W12。帆鰭摩利魚僅於樣點 W07 有記錄；吳郭魚（*Oreochromis* spp.）僅於樣點 W07 有記錄；日本藻蝦（*Macrobrachium nipponense*）僅於樣點 W12 有記錄；鋸齒長臂蝦（*Palaemon serrifer*）僅於樣點 W07 有記錄。在各樣點魚、蝦、蟹類生物量部分，本季生物量最高的是樣點 W08，最低為樣點 W14，如圖二十四所示。

第四季（111 年 11 月）的調查結果共記錄魚蝦蟹 4 科 9 種，各樣點間調查到的魚、蝦、蟹類物種數與個體數各有差異，如表十六所示。樣點 W08 所調查到魚蝦蟹的個體數最多，為 361 隻；樣點 W07 與 W12 所調查到的魚蝦蟹種類數最多，為 6 種；樣點 W14 所調查到的魚、蝦、蟹種類與個體數皆最少，分別為 1 種及 19 隻。本季之優勢種為五鬚蝦（約 43.6 %）與大肚魚（約 38.9 %），五鬚蝦大多數個體集中於樣點 W08；大肚魚大多數個體集中於 W08。帆鰭摩利魚僅於樣點 W07 有記錄；極樂吻鰕虎僅於樣點 W12 有記錄；吳郭魚僅於樣點 W02 有記錄。在各樣點魚、蝦、蟹類生物量部分，本季生物量最高的是樣點 W08，最低為樣點 W14，如圖二十五所示。

表十三、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第一季（111 年 2 月）結果

單位：隻次

物種科名	物種中文名/學名	W02	W07	W08	W12	W14
花鰱科	大肚魚	85	0		3	0
	<i>Gambusia affinis</i>					
	帆鰭摩利魚	0	38		14	0
	<i>Poecilia velifera</i>					
長臂蝦科	五鬚蝦	14	3		2	0
	<i>Exopalaemon orientis</i>					
	日本沼蝦	0	0		0	4
	<i>Macrobrachium nipponense</i>					
	潔白長臂蝦	0	0		8	0
	<i>Palaemon concinnus</i>					
弓蟹科	台灣厚蟹	0	1		0	0
	<i>Helice formosensis</i>					
	物種數	2	3	N.A.	4	1
	個體數	99	42		27	4

N.A.：因樣點地表無水體而無法採集

表十四、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第二季（111 年 6 月）結果

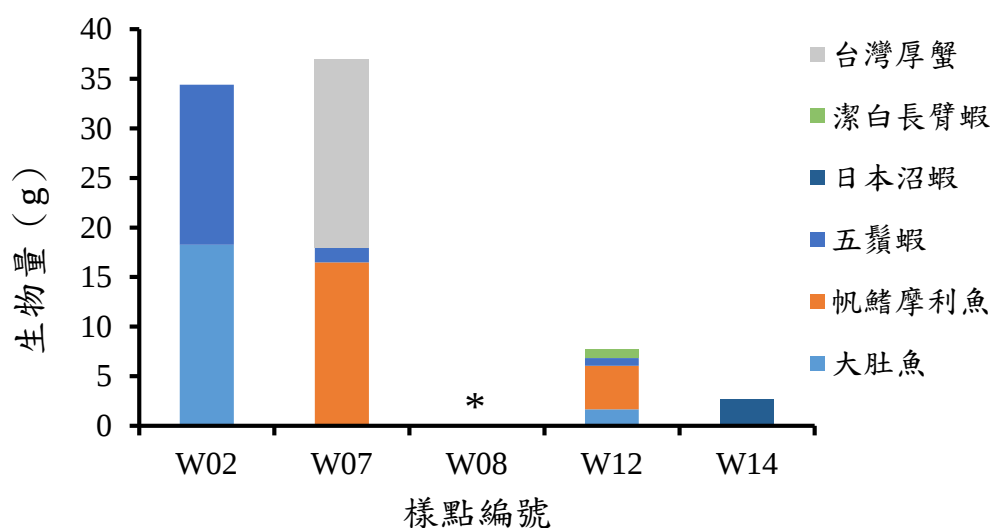
		單位：隻次				
物種科名	物種中文名/學名	W02	W07	W08	W12	W14
花鰱科	大肚魚 <i>Gambusia affinis</i>	0	0	15	69	0
鰕虎科	極樂吻鰕虎 <i>Rhinogobius similis</i>	0	0	0	1	0
	頭紋細棘鰕虎 <i>Acentrogobius viganensis</i>	0	0	0	0	1
	爪哇擬鰕虎 <i>Pseudogobius javanicus</i>	0	0	1	0	0
	清尾鰕鰂鰕虎 <i>Mugilogobius cavifrons</i>	1	0	0	6	0
	斜紋擬鰕虎 <i>Pseudigobius sp.1</i>	1	0	0	0	0
	縱紋擬鰕虎 <i>Pseudigobius sp.3</i>	0	6	1	1	0
塘鱧科	棕塘鱧 <i>Eleotris fusca</i>	0	1	0	0	0
長臂蝦科	五鬚蝦 <i>Exopalaemon orientis</i>	17	69	43	183	0
	日本沼蝦 <i>Macrobrachium nipponense</i>	3	0	0	2	7
	等齒沼蝦 <i>Macrobrachium equidens</i>	0	0	0	0	2
	鋸齒長臂蝦 <i>Palaemon serrifer</i>	0	0	1	0	0
	潔白長臂蝦 <i>Palaemonconcinus</i>	0	5	5	0	0
弓蟹科	台灣厚蟹 <i>Helice formosensis</i>	4	2	1	0	0
	物種數	5	5	7	6	3
	個體數	26	83	67	262	10

表十五、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第三季（111 年 8 月）結果

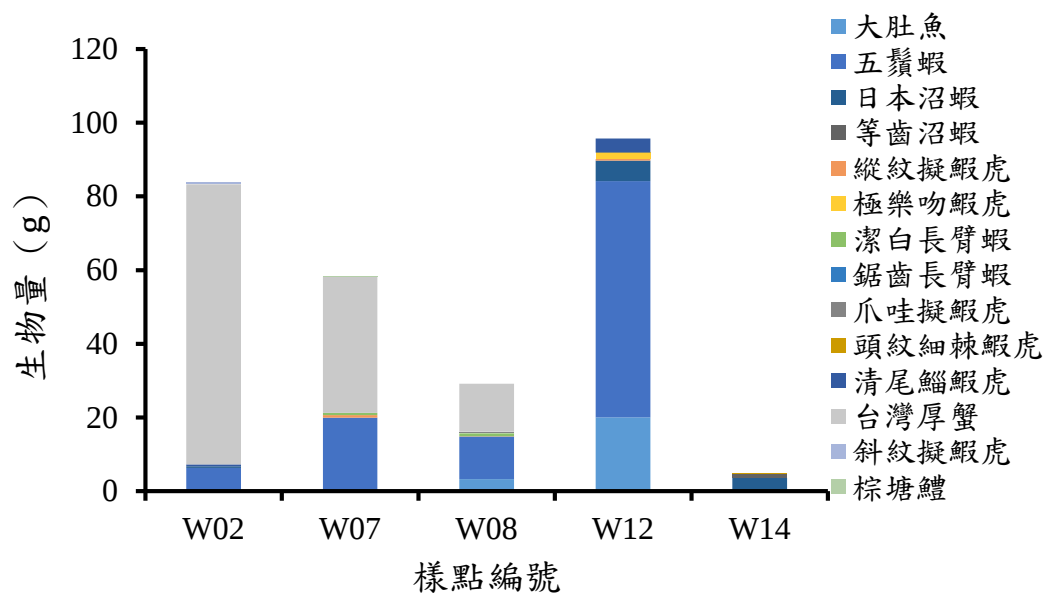
		單位：隻次				
物種科名	物種中文名/學名	W02	W07	W08	W12	W14
花鰱科	大肚魚	2	47	22	54	0
	<i>Gambusia affinis</i>					
	帆鰭摩利魚	0	31	0	0	0
	<i>Poecilia velifera</i>					
鰕虎科	頭紋細棘鰕虎	1	1	1	0	0
	<i>Acentrogobius viganensis</i>					
	爪哇擬鰕虎	7	1	43	0	0
	<i>Pseudogobius javanicus</i>					
	清尾鰕鰂鰕虎	2	54	2	3	0
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>					
	縱紋擬鰕虎	0	13	35	0	0
	<i>Pseudigobius sp.3</i>					
慈鯛科	吳郭魚	0	52	0	0	0
	<i>Oreochromis spp.</i>					
長臂蝦科	五鬚蝦	57	26	279	138	0
	<i>Exopalaemon orientis</i>					
	日本沼蝦	0	0	0	0	20
	<i>Macrobrachium nipponense</i>					
	鋸齒長臂蝦	0	9	0	0	0
	<i>Palaemon serrifer</i>					
	潔白長臂蝦	0	10	0	47	0
	<i>Palaemonconcinnus</i>					
物種數		5	10	6	4	1
個體數		69	244	382	242	20

表十六、布袋鹽田濕地第九區各樣點魚、蝦、蟹類調查第四季（111 年 11 月）結果

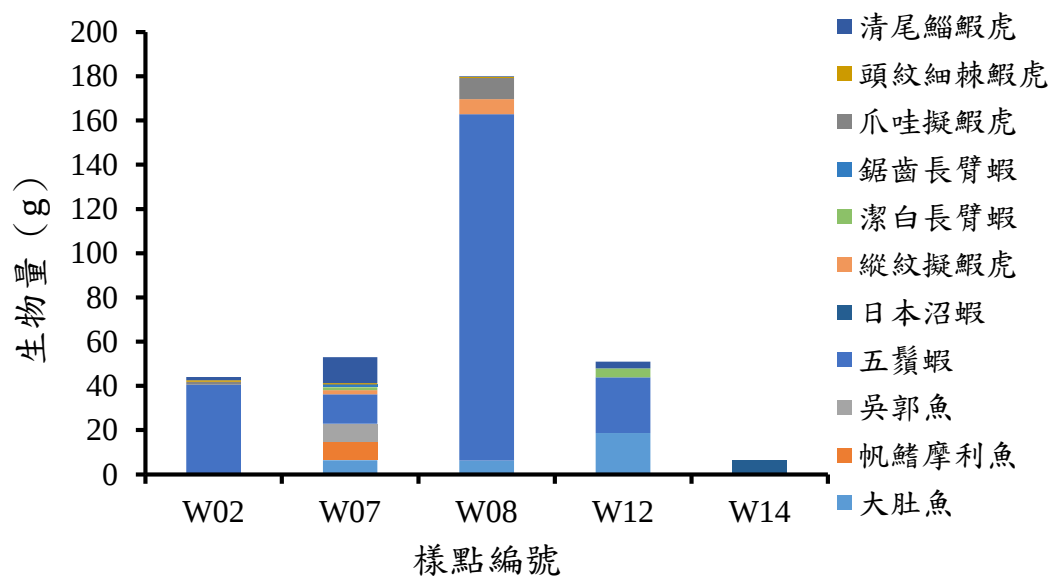
		單位：隻次				
物種科名	物種中文名/學名	W02	W07	W08	W12	W14
花鰱科	大肚魚	12	78	143	57	0
	<i>Gambusia affinis</i>					
	帆鰭摩利魚	0	1	0	0	0
	<i>Poecilia velifera</i>					
鰕虎科	爪哇擬鰕虎	3	1	2	0	0
	<i>Pseudogobius javanicus</i>					
	清尾鰕鰕虎	0	7	7	21	0
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>					
	極樂吻鰕虎	0	0	0	1	0
	<i>Rhinogobius giurinus</i>					
慈鯛科	吳郭魚	6	0	0	0	0
	<i>Oreochromis spp.</i>					
長臂蝦科	五鬚蝦	19	116	185	5	0
	<i>Exopalaemon orientis</i>					
	日本沼蝦	0	0	0	1	19
	<i>Macrobrachium nipponense</i>					
	鋸齒長臂蝦	0	26	24	11	0
	<i>Palaemon serrifer</i>					
物種數		4	6	5	6	1
個體數		40	229	361	96	19



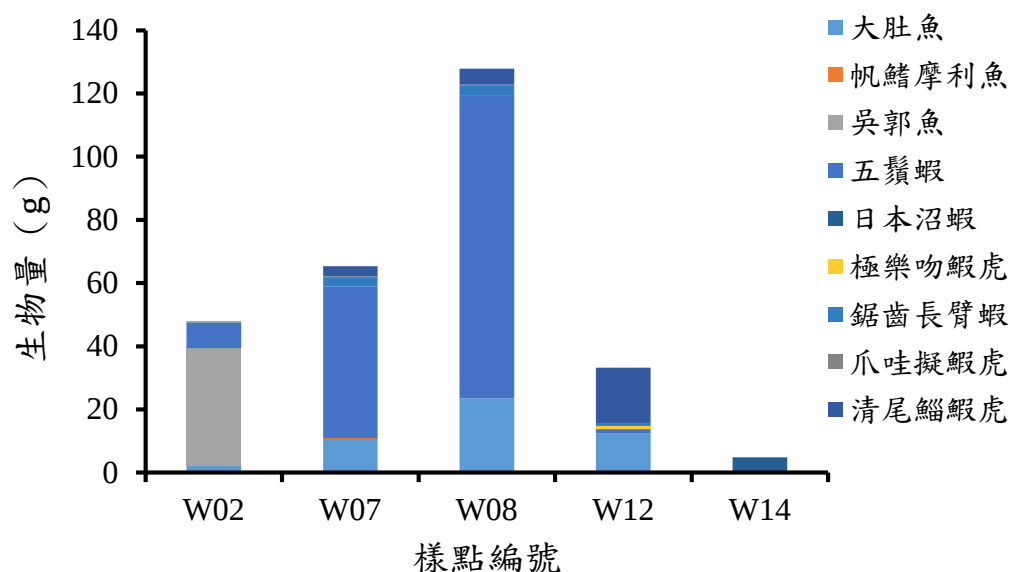
圖二十二、布袋鹽田濕地第九區第一季（111 年 2 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖。*表地表無水體而無法採集。



圖二十三、布袋鹽田濕地第九區第二季（111 年 6 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖



圖二十四、布袋鹽田濕地第九區第三季（111 年 8 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖



圖二十五、布袋鹽田濕地第九區第四季（111 年 11 月）魚、蝦、蟹類
生物量柱狀圖

(2) 軟體動物與多毛類調查結果

軟體動物與多毛類於 2022 年 3 月、5 月、8 月及 11 月進行調查，調查樣點共 5 個，包含滯洪池的 W12 及非滯洪池區域的 W02、W08、W07 及 W14。滯洪池樣點以礫石堆砌或水泥化之底質環境為主，滯洪池以外之樣點則為以土岸泥底為主，且水邊多有植物覆蓋。

A. 軟體動物

(a) 物種組成

四季調查共記錄到軟體動物 6 科 10 種，分別為冰柱螺科 (Cylichnidae) 1 種、波浪蛤科 (Lyonsiidae) 1 種、殼菜蛤科 (Mytilidae) 2 種、海蜷螺科 (Potamididae) 1 種、栗螺科 (Stenothyridae) 1 種及錐蜷科 (Thiaridae) 4 種，調查結果各測站物種種類數至多為 5 種。其中較為特別的物種為波浪蛤科之臺灣波浪蛤 (*Lyonsia taiwanica*)，為 2002 年所發表的新種，其模式產地為臺南四草之紅樹林濕地。調查中發現的直線殼菜蛤 (*Mytella strigata*)，目前已分佈於南臺灣多處區域，會大量群生，以足絲附著於魚塭、養殖設施水利等出入水口

造成阻塞，或附著於養殖文蛤之殼表，產生空間及食物競爭，造成養殖業之嚴重損失。冰柱螺科之 *Acteocina cf. decoratoides* (Habe, 1955) 秀氣粗米螺是屬於頭楯目之海蛞蝓。所有調查到之物種，當中包含棲息於河口或紅樹林泥灘地接近海水鹽度之感潮帶的物種(波浪蛤科、殼菜蛤科)與半淡鹹水或河川溪流河口偏淡水的物種(粟螺科、錐蜷科)，雖然同樣都是較廣鹽性之物種，但在棲地、鹽度偏好仍有所不同。全年調查資料如所示，各季調查結果敘述如下：

本年度第一季(111/03)調查共記錄到 5 科 9 種，總平均數量為 77.75 ind./m²，以流紋蜷 (*Thiara riqueti*) (49.50 ind./m²) 佔 63.67 % 為最高，其次依序為殼菜蛤科的直線殼菜蛤 (*M. strigata*) (12.25 ind./m²、15.76 %) 與波浪蛤科的臺灣波浪蛤 (*Lyonsia taiwanica*) (3.50 ins./m²、4.50 %)，其餘種類所佔比例皆不到 3.50 %，以流紋蜷為最優勢物種，除測站 W12 外，在每個測站皆有發現，其中在 W02 出現最大量；次優勢物種的直線殼菜蛤，僅在 W12 有發現。其餘物種僅在 3 個測站以下被發現。

第二季(111/05)調查共記錄到 5 科 8 種，總平均數量為 64.75 ind./m²，以流紋蜷 (*T. riqueti*) (42.75 ind./m²) 佔 66.02 % 為最高，其次依序為殼菜蛤科的直線殼菜蛤 (*M. strigata*) (9.25 ind./m²、14.29 %) 與錐蜷科的瘤蜷 (*Tarebia granifera*) (4.50 ins./m²、6.95 %)，其餘物種佔比皆在 5.00 % 以下，以流紋蜷為最優勢物種，除測站 W07 以外皆有紀錄，數量以 W02 最多。其餘物種僅於 2 個測站以下被發現。其中測站 W07 未記錄到軟體動物。

第三季(111/08)調查共記錄到 4 科 7 種，總平均數量為 82.88 ind./m²，以流紋蜷 (*T. riqueti*) (48.75 ind./m²) 佔 58.82 % 為最高，其次依序為塔蜷 (*Thiara scabra*) (9.63 ind./m²，11.61 %) 與瘤蜷 (*T. granifera*) (9.38 ind./m²，11.31 %)，其餘物種佔比皆在 7.50 % 以下，以流紋蜷為最優勢種，所有樣佔皆有紀錄，數量以 W02 (268.00 ind./m²) 最多，其餘物種僅於 2 個測站以下被發現。

第四季(111/11)調查共記錄到 5 科 8 種，總平均數量為 566.25 ind./m²，以瘤蜷 (*T. granifera*) (407.53 ind./m²) 佔 71.96 % 為最高，

其次依序為流紋蜷 (*T. riqueti*) (115.13 ind./m^2 , 20.33 %) 與臺灣波浪蛤 (*L. taiwanica*) (17.63 ind./m^2 , 3.11 %), 其餘物種佔比皆在 2.00 % 以下, 以瘤蜷為最優勢種, 在測站 W12 及 W14 被發現, 其中測站 W14 記錄到 3212 ind./m^2 ; 流紋蜷於所有測站皆有紀錄, 臺灣波浪蛤於 3 個測站 (W07、W08、W14) 有紀錄, 其餘物種僅於 2 個測站以下被發現。

本年度四季調查到之物種種類相似, 第一、第二及第三季最優勢物種皆為流紋蜷。四季測站 W02、W08、W12 與 W14 物種數量變動較小, W07 於第二位發現軟體動物。數量變化主要受優勢種流紋蜷及瘤蜷數量影響, 流紋蜷四季數量較穩定, 冬季 (第四季) 流紋蜷及瘤蜷數量增加, 推測因夏季大量降雨改變環境鹽度, 流紋蜷及瘤蜷屬逢機利用環境的物種, 於秋季 (第三季) 進行繁殖, 因此冬季數量大量上升; W07 於第二未記錄到軟體動物, 推測由於樣區環境變動較大, 物種組成不穩定。

(b) 種類與數量變化

第一季 (111/03) 5 個測站所調查到的物種種數以測站 W12 與 W14 記錄到 2 科 4 種為最高, 其次為 W02、W07 與 W08 之 3 科 3 種、2 科 3 種與 2 科 3 種 (圖二十六)。物種數量由於測站 W02 (396 ind./m^2) 記錄到大量流紋蜷群聚 (368 ind./m^2), 因此有最高的物種數量; 次高的測站 W12 (118 ind./m^2) 則由高密度直線殼菜蛤 (98 ind./m^2) 群聚; 其餘依序為 W14 (44 ind./m^2)、W07 (32 ind./m^2) 及 W12 (32 ind./m^2) (圖二十七)。依本季調查, 少數測站記錄到物種叢集式分布而有較高之數量如流紋蜷與直線殼菜蛤, 其他測站數量則較少。

第二季 (111/05) 5 個測站所調查到的物種種數以測站 W12 記錄到 2 科 5 種最多, 其餘依序為 W02 (4 科 4 種)、W14 (1 科 2 種) 與 W08 (1 科 1 種), W07 未發現軟體動物 (圖二十六)。物種數量最高密度出現在 W02, 共計 352 ind./m^2 , 由群聚的流紋蜷 (352 ind./m^2) 造成; 次多的 W12 (136 ind./m^2) 則主要由直線殼菜蛤 (74

ind./m²)組成；其餘依序為測站 W14(26 ind./m²)與 W08(4 ind./m²)，無記錄到物種的 W07 為最低(圖二十七)。依本季調查，多數物種於全樣區數量不高，少數測站記錄到物種叢集式分布而有較高之數量如錐蜷科之物種。

第三季(111/08)5個測站所調查到的物種種數以測站 W12 記錄到 2 科 5 種最多，其餘依序為 W14(2 科 4 種)、W02(3 科 3 種)、W08(2 科 2 種)，W07 的 1 科 1 種為最低(圖二十六)。物種數量最高密度出現在測站 W02，共計 288 ind./m²，由群聚的流紋蜷(268 ind./m²)造成；數量次多為測站 W14(202 ind./m²)，個物種數量較平均；其餘依序為測站 W12(113 ind./m²)、W08(58 ind./m²)及 W07(2 ind./m²) (圖二十七)。依本季調查，除測站 W14 物種組成較平均外，其餘測站由少數物種叢集式分布而有較高的數量。

第四季(111/11)5個測站所調查到的物種種數以測站 W12 記錄到 2 科 5 種最多，其餘依序為 W14(2 科 4 種)、W07(3 科 3 種)、W02 及 W08(2 科 2 種)(圖二十六)。物種數量最高密度出現在測站 W14，共計 3690 ind./m²，由大量的瘤蜷(3212 ind./m²)群聚造成；數量次多為測站 W08(469 ind./m²)則由流紋蜷(466 ind./m²)造成；其餘依序為測站 W12(153 ind./m²)、W07(124 ind./m²)及 W02(94 ind./m²) (圖二十七)。依本季調查，5個測站皆由少數物種群聚而有較高的數量，W02、W07 及 W08 為流紋蜷，W12 為直線殼菜蛤，W14 則為瘤蜷。

(c) 生物量與各指數分析

第一季(111/03)調查生物量以 W12 之 28.94 g/m² 為最高、W02(16.03 g/m²)次之，其餘依序為 W14(1.94 g/m²)、W07(1.41 g/m²)及 W08(1.18 g/m²)，生物量與調查到的物種數量趨勢不同，整體而言調查到的物種種類皆屬於小型軟體動物，體型最大的直線殼菜蛤及似殼菜蛤，多數介於 3-5 cm，重量較重，因此生物量較易受上述兩種物種的影響(圖二十八)。歧異度指數以測站 W07 之 1.04 為最高，W08(0.97)次之，W02(0.28)最低(圖二十九)。均勻度指

數以測站 W07 之 0.95 為最高，W08 (0.89) 次之，測站 W02 (0.26) 最低 (圖三十)。豐富度指數以測站 W14 (0.79) 為最高，W12 (0.63) 次之，W02 (0.33) 最低 (圖三十一)。群集分析顯示北側樣站 W02、W07 與 W08 物種組成較相似 (>50 %) (圖三十二)。豐度生物量比較曲線 (ABC curve) 顯示偏北測站處於輕度干擾的環境 ($W=-0.13$ ，圖三十三)；偏南測站則處於未受干擾的環境 ($W=0.092$ ，圖三十四)。

第二季 (111/05) 調查生物量則以 W12 之 29.64 g/m^2 為最高 (圖二十八)、W02 (19.20 g/m^2) 與 W14 (3.17 g/m^2) 次之，生物量最低的測站為未記錄到物種的 W07，生物量與調查到的數量並不一致，數量次多的 W12 測站生物量最高，與物種體型大小特性有關，越大體型的物種，其重量也越重，因測站 W12 發現體型較大的直線殼菜蛤，因此有較高的生物量。歧異度指數以測站 W12 之 1.21 為最高，W14 (0.67) 與 W02 (0.40) 次之，未記錄到物種的測站 W07 及僅一物種的 W08 為 0.00 (圖二十九)。均勻度指數以測站 W14 之 0.96 為最高，W12 (0.75) 與 W2 (0.29) 次之，測站 W07 及 W08 因未記錄到物種或僅一物種而無法計算 (圖三十)。豐富度指數以測站 W12 之 0.81 為最高，W02 (0.51) 與 W14 (0.31) 次之，測站 W07 及 W08 因未記錄到物種或僅一物種而無法計算 (圖三十一)。群集分析顯示除測站 W08 及 W14 物種組成較相似 (約 45 %)，其餘測站群聚組成相似度皆不高 (圖三十五)。另豐度生物量比較曲線 (ABC curve) 顯示偏北測站環境偏向未受干擾 ($W=0.07$ ，圖三十六)；偏南測站則偏向未受干擾 ($W=0.21$ ，圖三十七)。

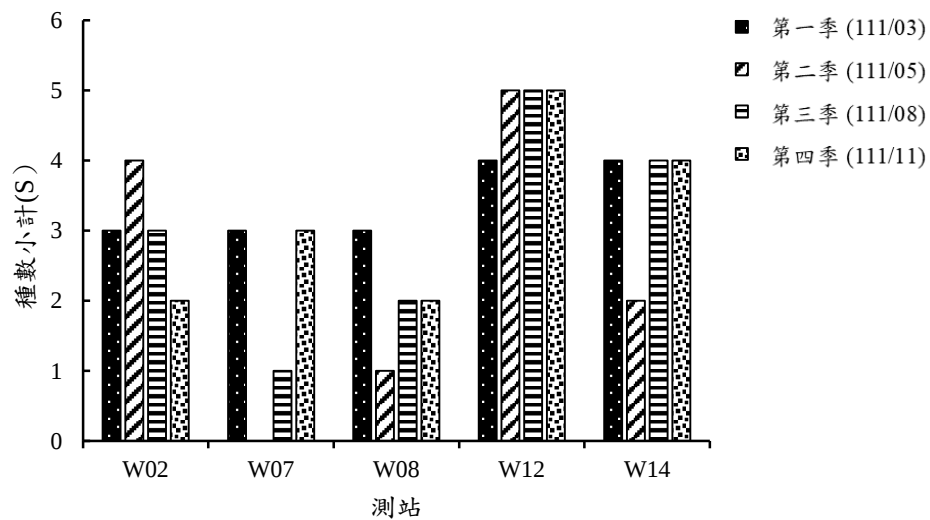
第三季 (111/08) 調查生物量則以 W12 之 36.29 g/m^2 為最高 (圖二十八)、W14 (9.56 g/m^2) 次之，其餘依序為 W02 (9.24 g/m^2)、W08 (3.62 g/m^2) 及 W07 (0.12 g/m^2)。生物量與調查到的數量並不一致，數量第三的 W12 測站生物量最高，與物種體型大小特性有關，越大體型的物種，其重量也越重，因測站 W12 發現體型較大的直線殼菜蛤，因此有較高的生物量。歧異度指數以測站 W12 之 1.40 為最高，W14 (1.36) 次之，僅一物種的 W07 為 0.00 (圖二十九)。均勻

度指數以測站 W14 之 0.98 為最高，W12 (0.87) 與 W2 (0.29) 次之，測站 W07 因僅記錄到一物種而無法計算 (圖三十)。豐富度指數以測站 W12 之 0.85 為最高，W14 (0.57) 與 W02 (0.35) 次之，測站 W07 因記錄到一物種而無法計算 (圖三十一)。群集分析顯示偏北測站的 W02 及 W08 (70%) 及偏南測站的 W12 及 W14 (50%) 各自物種組成相似度較高，測站 W07 僅記錄到一物種，與其餘測站相似度較低 (圖三十八)。另豐度生物量比較曲線 (ABC curve) 顯示偏北測站環境偏向輕度干擾 ($W=-0.03$ ，圖三十九)；偏南測站則偏向未受干擾 ($W=0.47$ ，圖四十)。

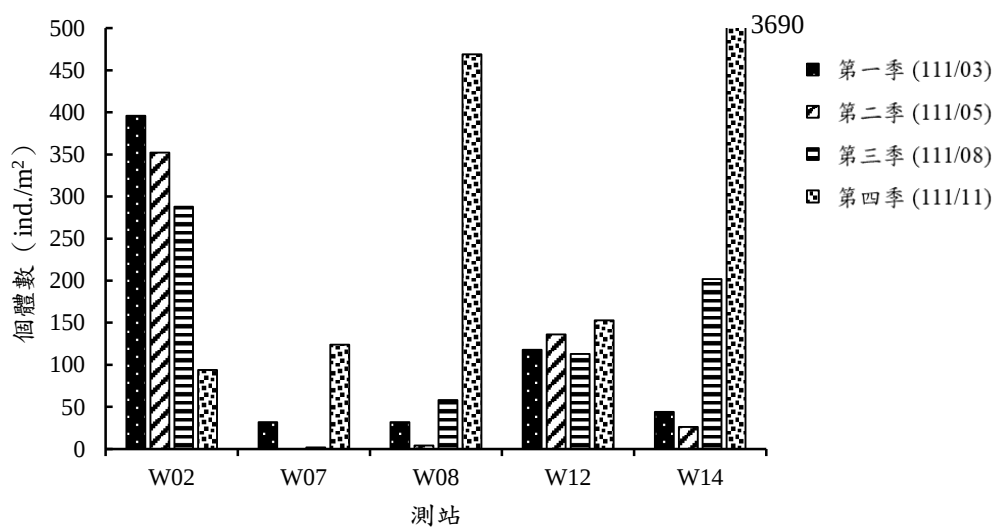
第四季 (111/11) 調查生物量則以 W14 之 69.89 g/m^2 為最高 (圖二十八)、W12 (27.23 g/m^2) 次之，其餘依序為 W08 (15.37 g/m^2)、W07 (11.18 g/m^2) 及 W02 (3.10 g/m^2)。生物量與調查到的數量並不一致，測站 W14 由於數量遠高於其餘測站，故具最高的生物量，數量第三的 W12 測站生物量次高，與物種體型大小特性有關，越大體型的物種，其重量也越重，因測站 W12 發現體型較大的直線殼菜蛤，因此有較高的生物量。歧異度指數以測站 W12 之 1.01 為最高，W07 (0.67) 次之，其餘依序為 W14 (0.51)、W02 (0.18) 及 W08 (0.04) (圖二十九)。均勻度指數以測站 W12 之 0.62 為最高，W07 (0.61) 次之，其餘依序為 W14 (0.14)、W02 (0.25) 及 W08 (0.06) (圖三十)。豐富度指數以測站 W12 之 0.80 為最高，W07 (0.41) 次之，其餘依序為 W14 (0.37)、W02 (0.22) 及 W08 (0.16) (圖三十一)。群集分析顯示偏北測站的 W02、W07 及 W08 物種組成相似度較高 ($>60\%$)，偏南測站的 W12 及 W14 相似度約 40%，偏北及偏南側佔物種組成相似度低 (圖四十一)。另豐度生物量比較曲線 (ABC curve) 顯示偏北測站環境偏向未受干擾 ($W=-0.026$ ，圖四十二)；偏南測站則偏向中度干擾 ($W=-0.137$ ，圖四十三)。

整體而言，四季調查結果的最優勢物種為錐蜷科的流紋蜷及瘤蜷，流紋蜷為第一、第二及第三季最優勢種，第四季為次優勢種；瘤蜷為第四季最優勢種及四季總和最優勢種。除測站 W07 的第二季未記錄到物種外，其餘測站皆採樣到 1 種以上的物種；第三季的 W12

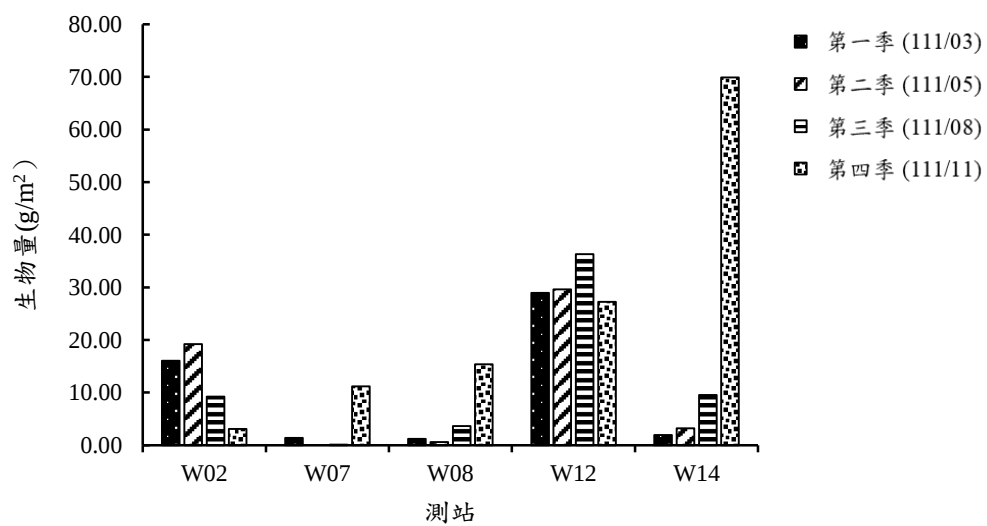
有最高的歧異度，也是物種種數最多的測站；第二季的測站 W14 均勻度最高，即個體數量分布較平均。本案調查範圍內各測站所調查到的物種包含偏海水與偏淡水之物種，偏海水物種如波浪蛤科、殼菜蛤科及海蜷科，偏淡水物種如栗螺科、錐蜷科。目前光電工程作業皆已完工，生物豐度曲線顯示測站大多屬於輕度干擾至未受干擾，但第二季測站 W07 未記錄到物種，推測由於環境變動較大。



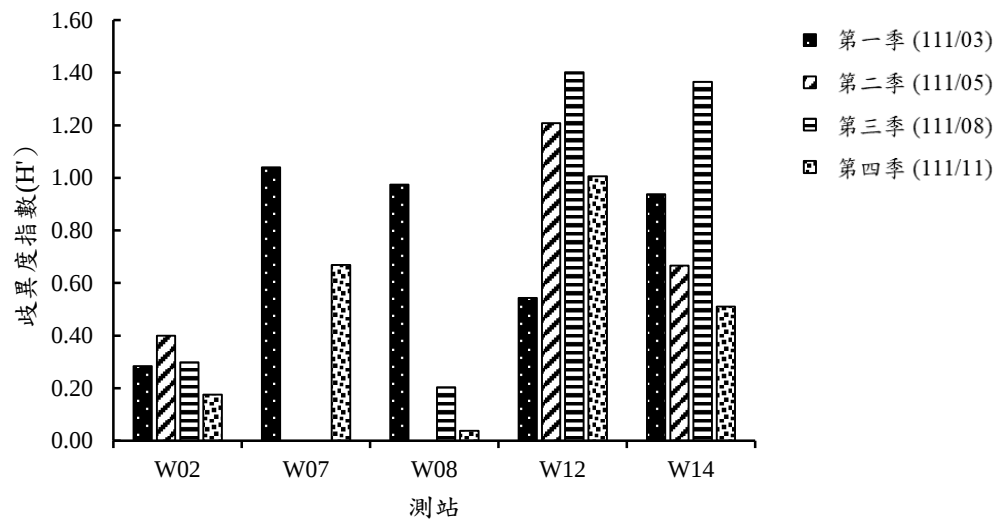
圖二十六、各測站軟體動物物種數



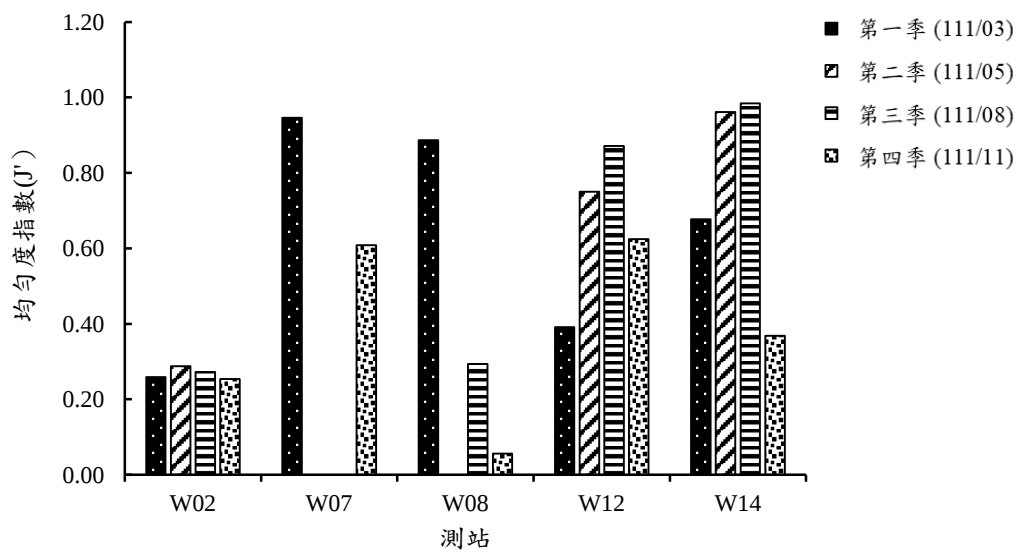
圖二十七、各測站軟體動物個體數



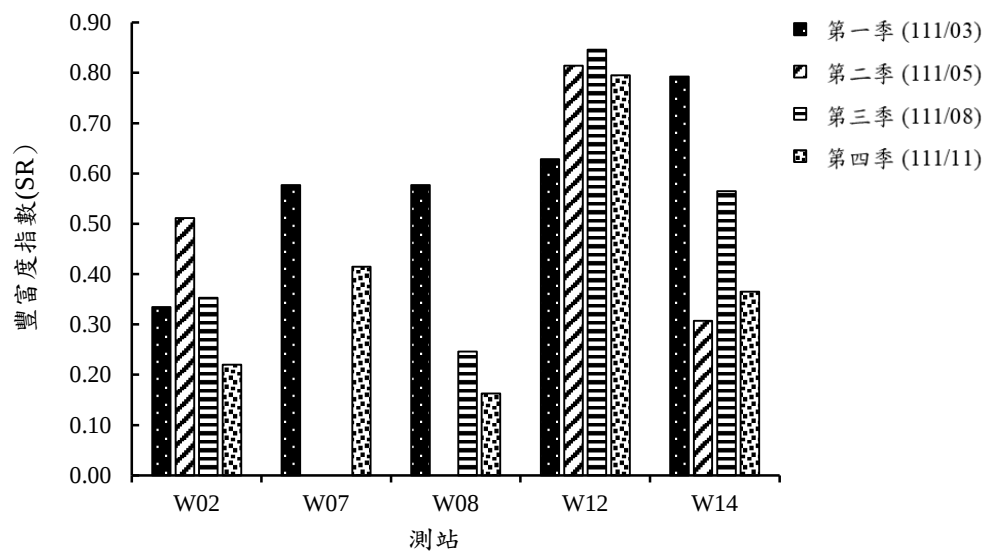
圖二十八、各測站軟體動物之生物量



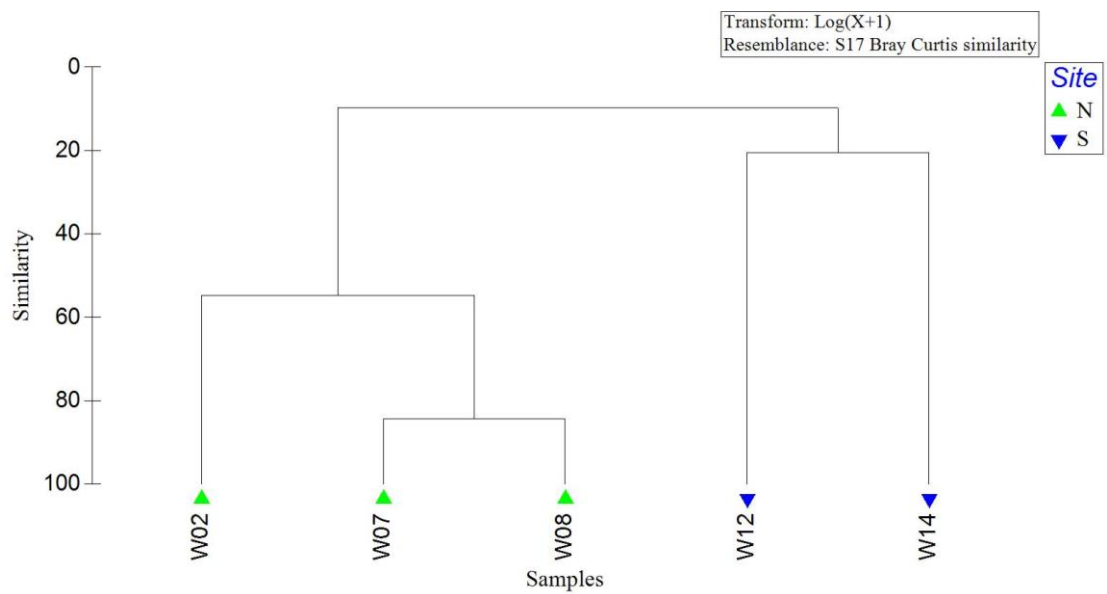
圖二十九、各測站軟體動物之歧異度指數



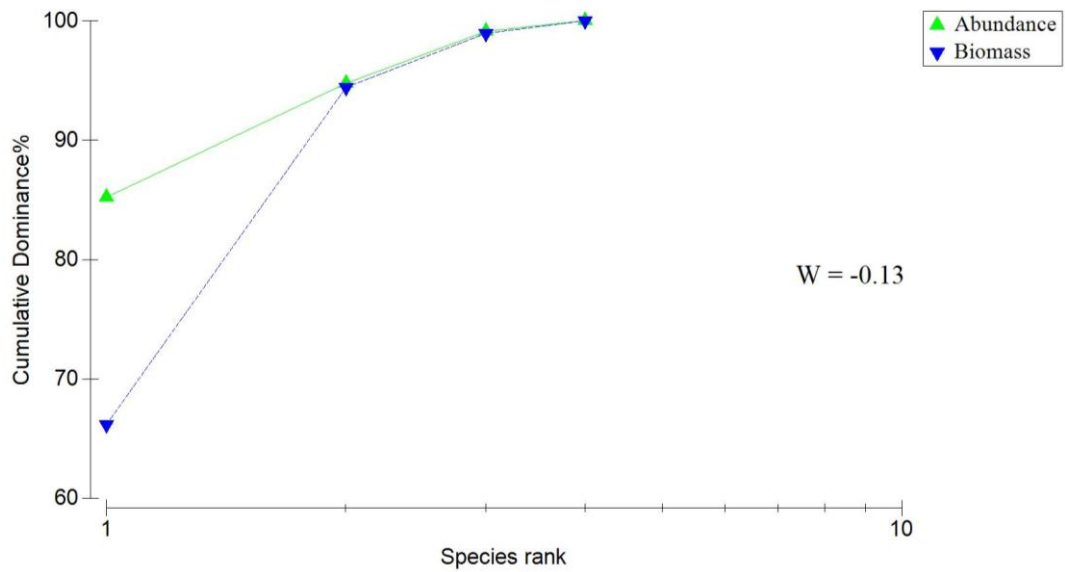
圖三十、各測站軟體動物之均勻度指數



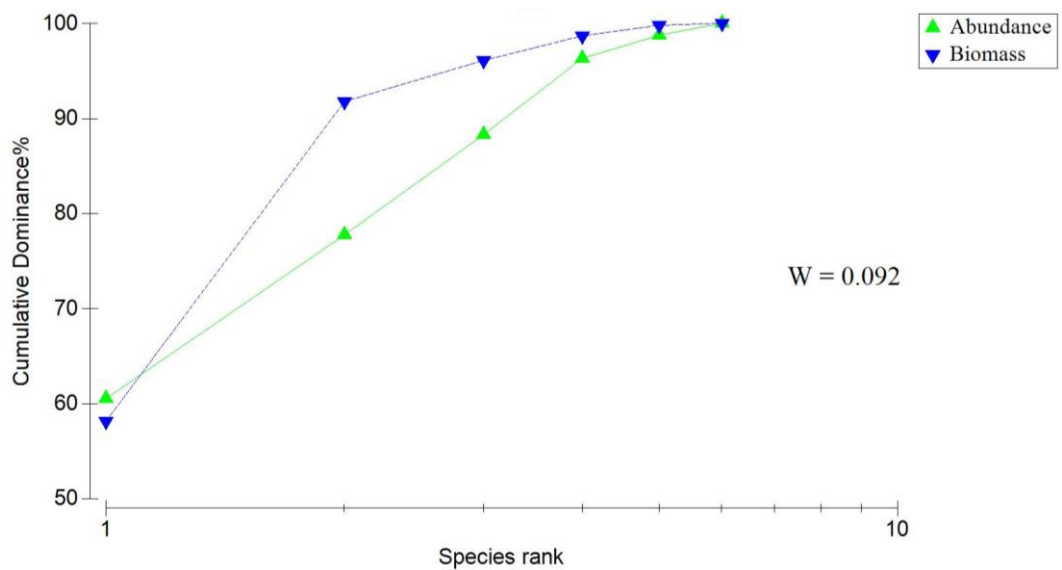
圖三十一、各測站軟體動物之豐富度指數



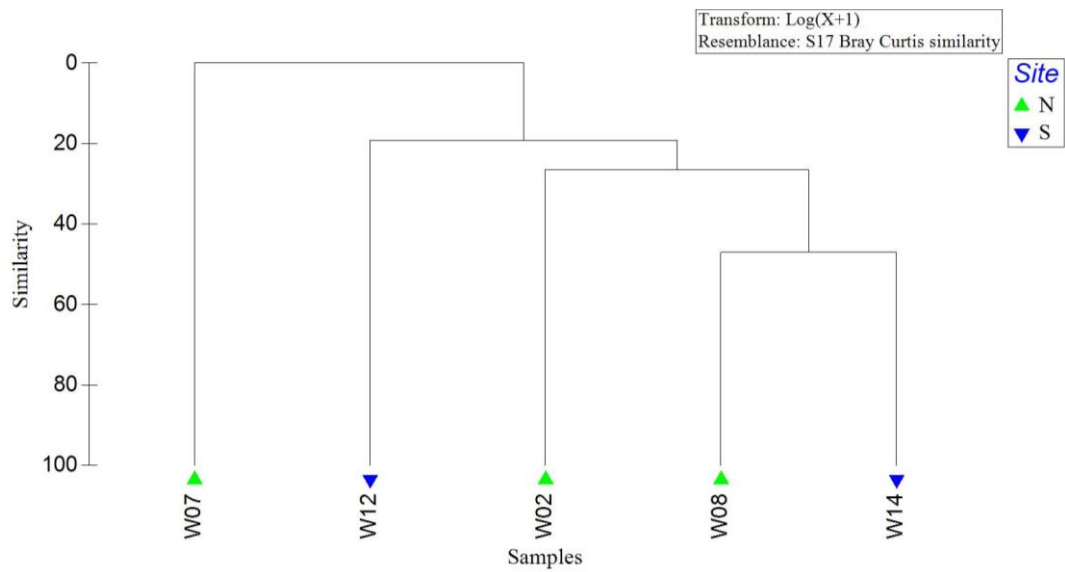
圖三十二、第一季（111年3月）底棲軟體動物群聚分析結果



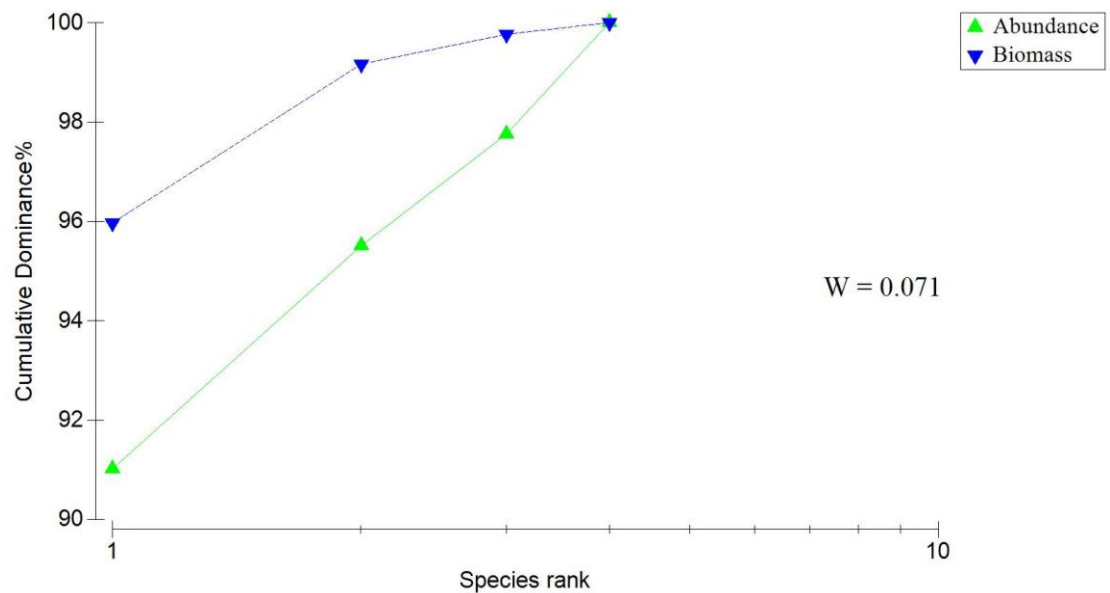
圖三十三、第一季（111 年 3 月）北區底棲軟體動物豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



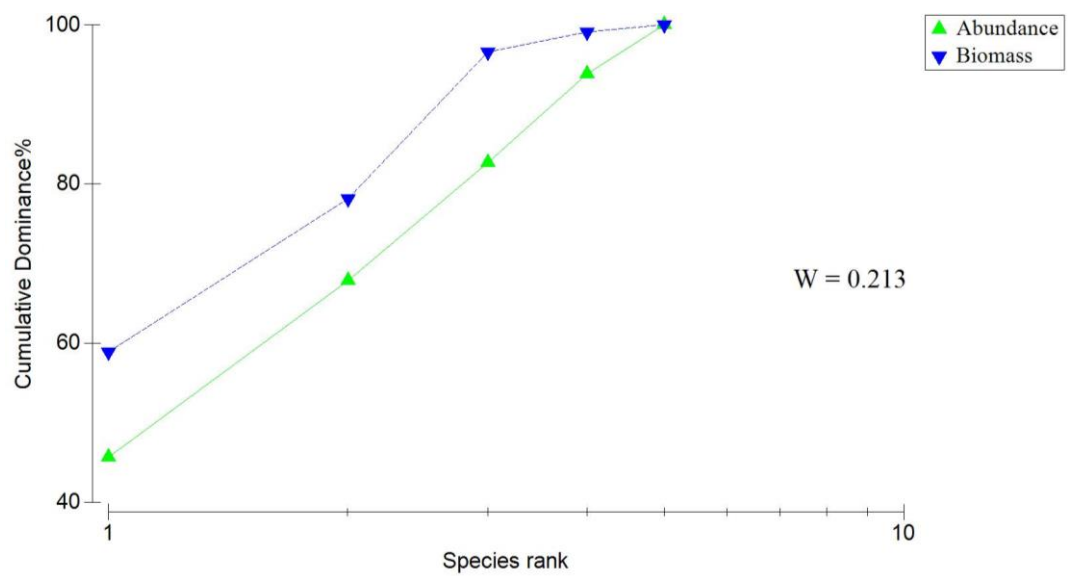
圖三十四、第一季（111 年 3 月）南區底棲軟體動物豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



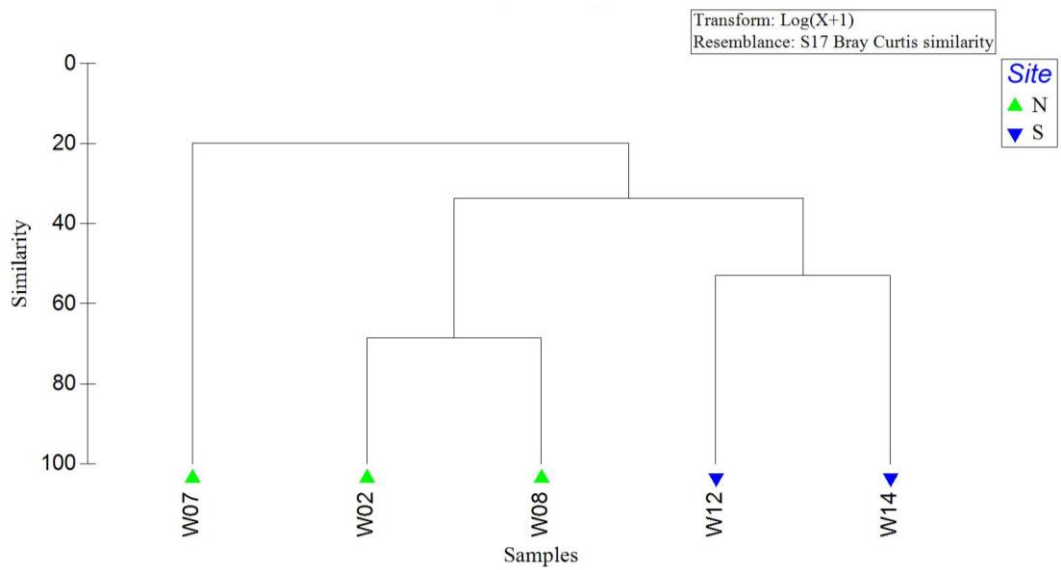
圖三十五、第二季（111 年 5 月）底棲軟體動物群聚分析結果



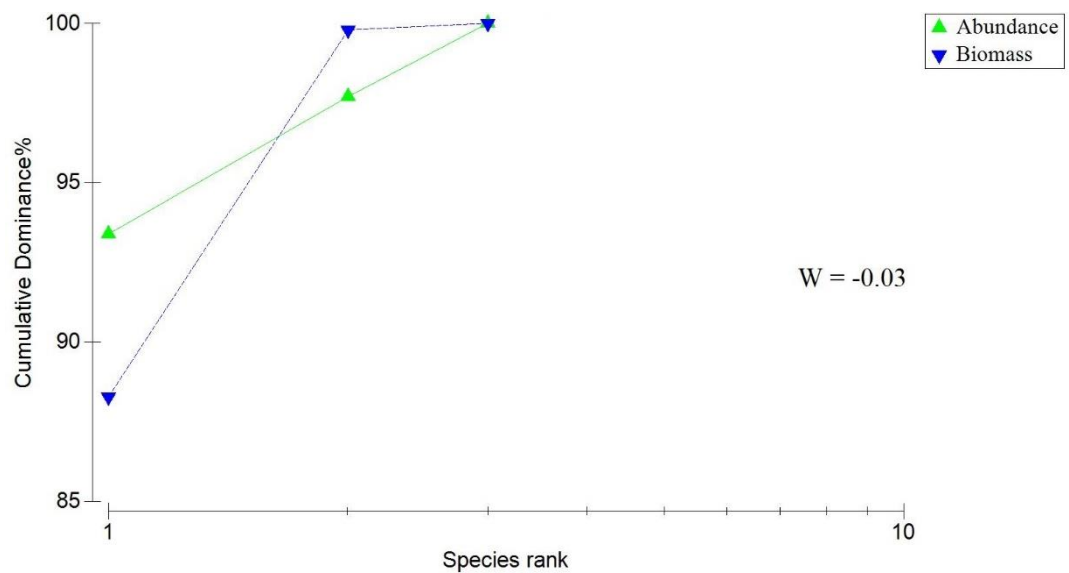
圖三十六、第二季（111 年 5 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



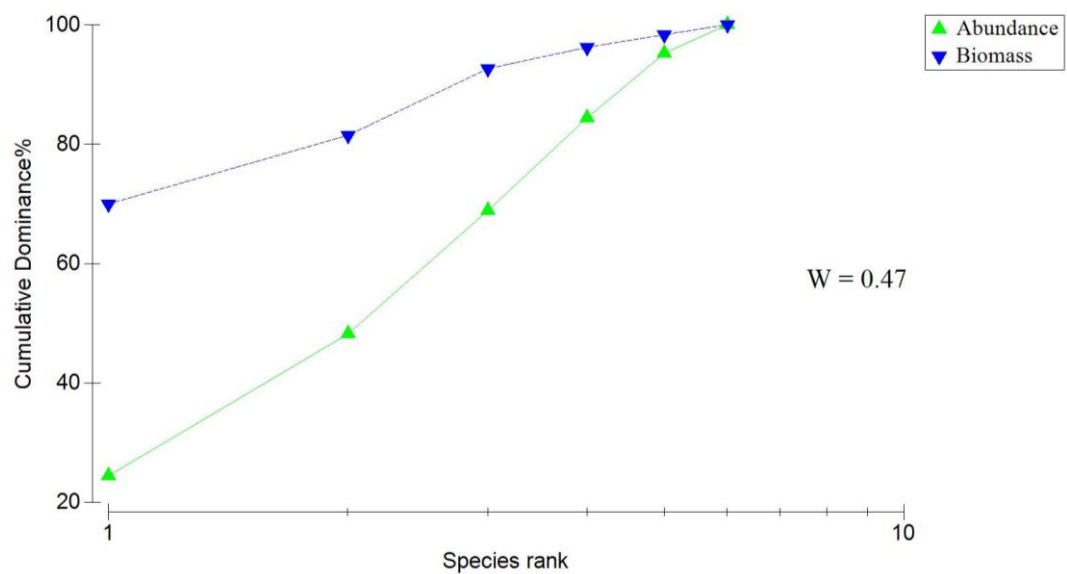
圖三十七、第二季（111 年 5 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



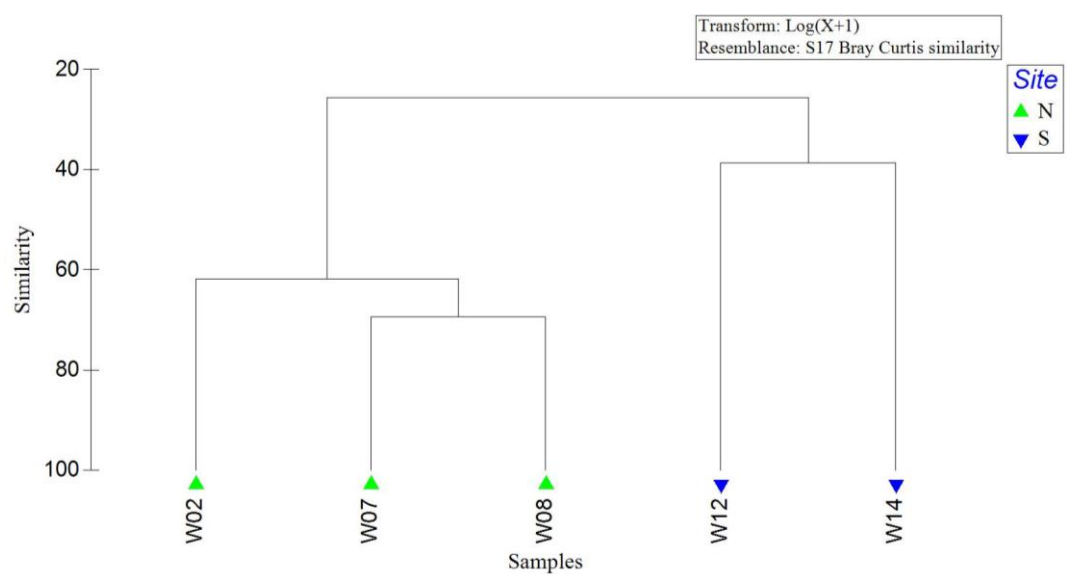
圖三十八、第三季（111 年 8 月）底棲軟體動物群聚分析結果



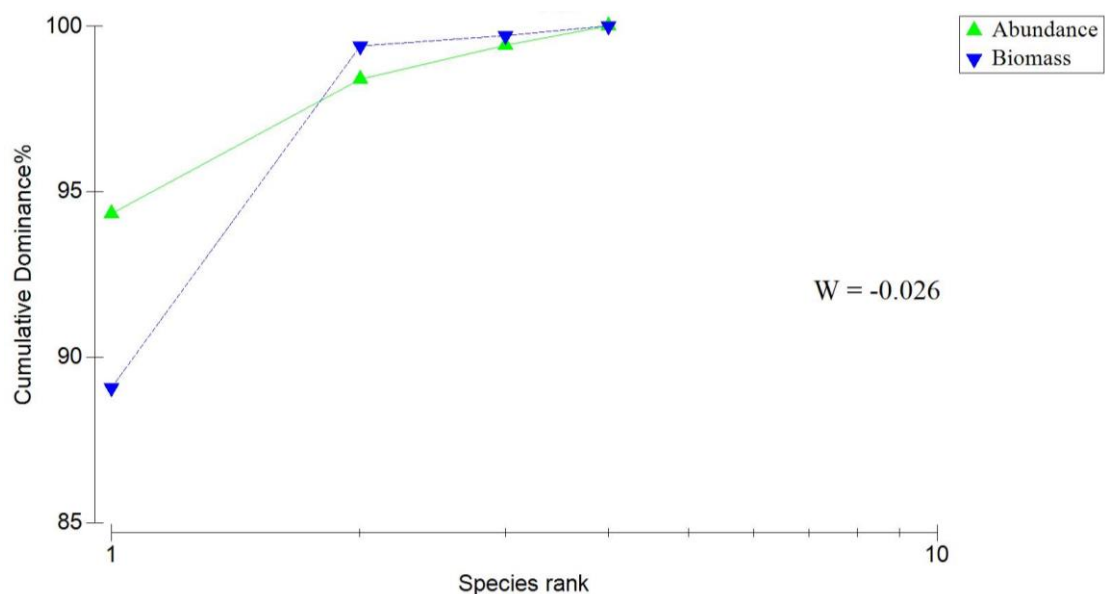
圖三十九、第三季（111 年 8 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



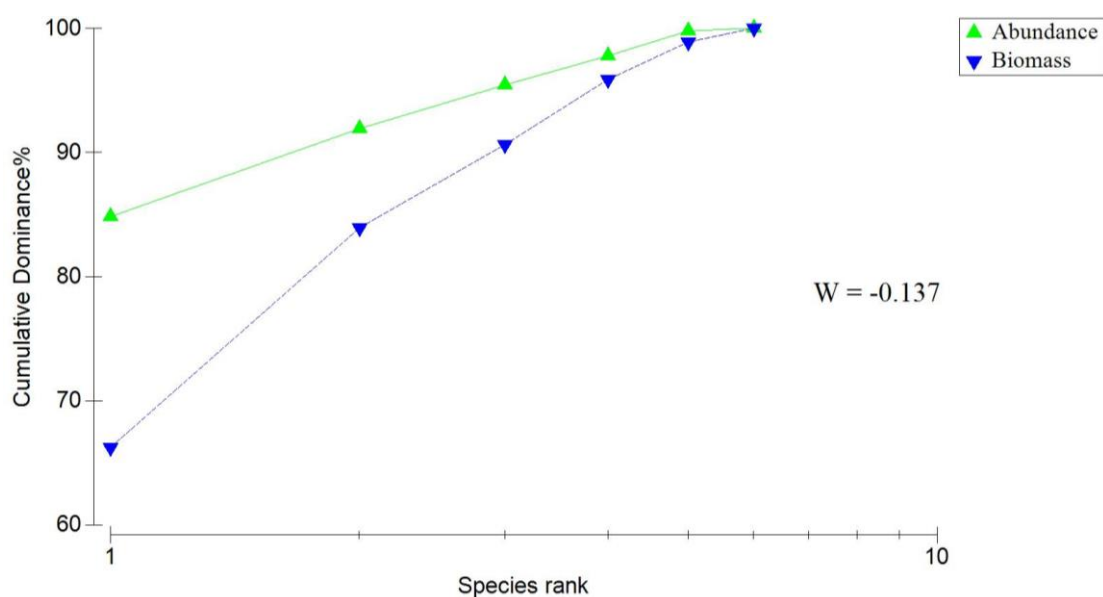
圖四十、第三季（111 年 8 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



圖四十一、第四季（111 年 11 月）底棲軟體動物群聚分析結果



圖四十二、第四季（111 年 11 月）北區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾



圖四十三、第四季（111 年 11 月）南區豐度生物量比較曲線（ABC curve）分析結果。W 值為負值時顯示環境受到干擾，正值時顯示環境未受干擾

B. 多毛類

第一季多毛綱物種調查共記錄到 2 科 3 種，包含鰓沙蠶的一種（*Dendronereis* sp.）、刺沙蠶的一種（*Neanthes* sp.）及海雉蟲科的一種

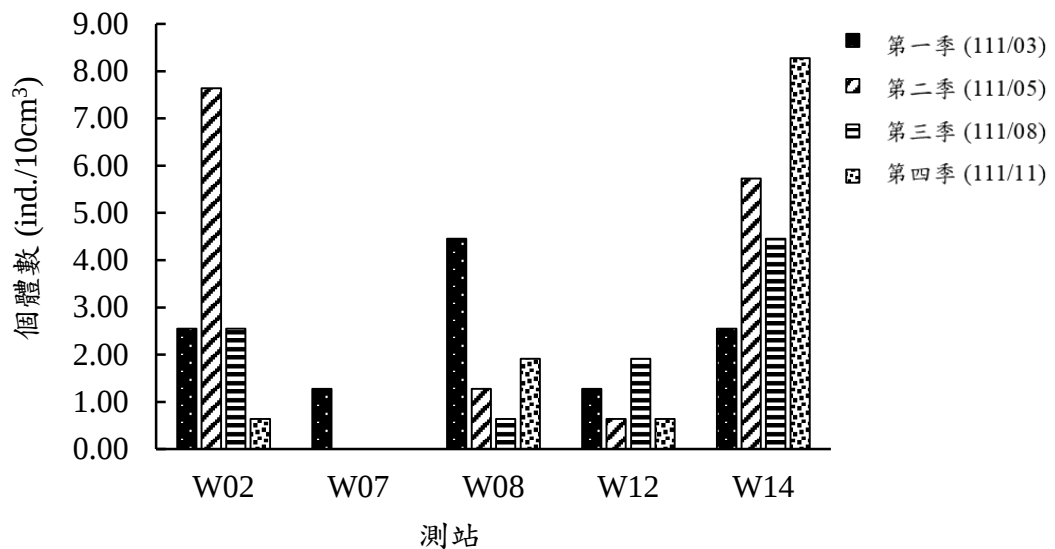
(*Spionidae* sp.)，各測站多毛類數量零星，單位體積之個體數量以 W07 (3.82 ind./1000 cm³) 最高，其次依序為 W02 (2.55 ind./1000 cm³)、W14 (2.55 ind./1000 cm³) 與 W08 (1.91 ind./1000 cm³)，測站 W12 (1.27 ind./1000 cm³) 最低(附錄六)(圖四十四)。生物量以 W14 (0.38 g/1000 cm³) 最高，其次依序為 W12 (0.27 g/1000 cm³)、W02 (0.24 g/1000 cm³) 與 W08 (0.13 g/1000 cm³)，測站 W07 (0.01 g/1000 cm³) 最低(圖四十五)。

第二季調查共記錄到 1 科 3 種，為沙蠶科鰓沙蠶的一種(*Dendronereis* sp.)、刺沙蠶的一種(*Neanthes* sp.)及圍沙蠶的一種(*Perinereis* sp.)，各測站多毛類數量零星，除 W07 無發現多毛類物種，其餘測站皆有發現多毛類(表二)。單位體積之物種數量以 W02 (7.64 ind./1000 cm³) 最高，其次依序為 W14 (5.73 ind./1000 cm³)、W08 (1.27 ind./1000 cm³) 與 W12 (0.64 ind./1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十四)。生物量則以 W12 (0.10 g/1000 cm³) 最高，其餘依序為 W14 (0.07 g/1000 cm³)、W02 (0.06 g/1000 cm³) 與 W08 (0.06 g/1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十五)。

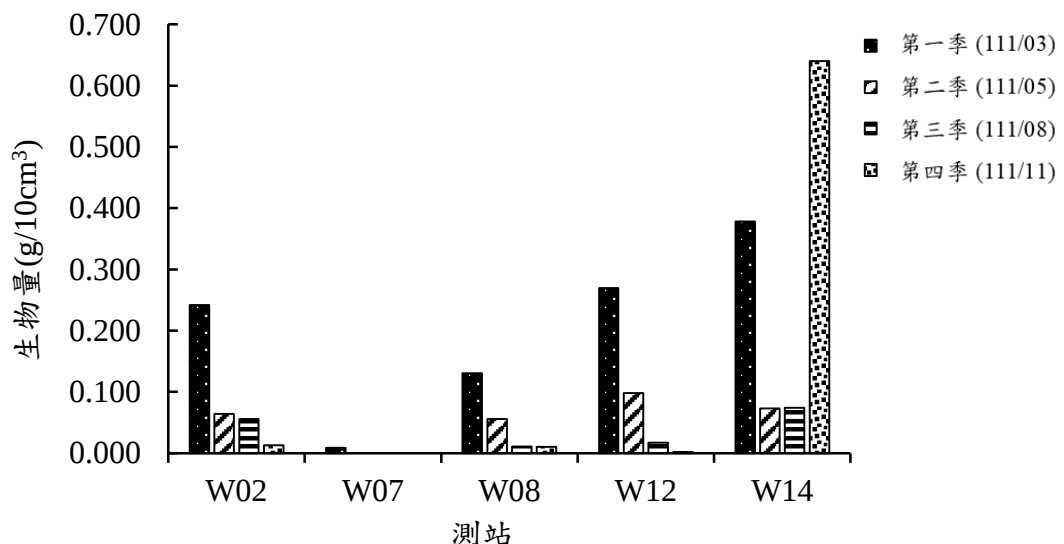
第三季調查共記錄到 1 科 4 種，為沙蠶科鰓沙蠶的一種(*Dendronereis* sp.)、刺沙蠶的一種(*Neanthes* sp.)、沙蠶科的一種(*Nereididae* sp.)及圍沙蠶的一種(*Perinereis* sp.)，各測站多毛類數量零星，除 W07 無發現多毛類物種，其餘測站皆有發現多毛類(表二)。單位體積之物種數量以 W14 (4.46 ind./1000 cm³) 最高，其次依序為 W02 (2.55 ind./1000 cm³)、W12 (1.91 ind./1000 cm³) 與 W08 (0.64 ind./1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十四)。生物量則以 W14 (0.07 g/1000 cm³) 最高，其餘依序為 W02 (0.06 g/1000 cm³)、W12 (0.02 g/1000 cm³) 與 W08 (0.01 g/1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十五)。

第四季調查共記錄到 2 科 4 種，為沙蠶科鰓沙蠶的一種(*Dendronereis* sp.)、刺沙蠶的一種(*Neanthes* sp.)、沙蠶科的一種(*Nereididae* sp.)及海維蟲科的一種(*Spionidae* sp.)，各測站多毛類數量零星，除 W07 無發現多毛類物種，其餘測站皆有發現多毛類(附

錄六)。單位體積之物種數量以 W14 (8.28 ind./1000 cm³) 最高，其次依序為 W08 (1.91 ind./1000 cm³)、W12 (0.64 ind./1000 cm³) 與 W02 (0.64 ind./1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十四)。生物量則以 W14 (0.64 g/1000 cm³) 最高，其餘依序為 W02 (0.01 g/1000 cm³)、W08 (0.01 g/1000 cm³) 與 W12 (<0.01 g/1000 cm³)，未記錄到物種的 W07 為最低(圖四十五)。



圖四十四、各樣點四季之多毛類個體數量



圖四十五、各樣點四季之多毛類生物量

2. 歷年數據彙整與分析

(1) 魚、蝦、蟹類

利用 Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) 分析布袋鹽田第九區 107 年至 111 年魚、蝦與蟹類組成，事後分析同樣以 PERMANOVA 統計，並以 Bonferroni 進行 p 值校正。結果顯示魚、蝦與蟹類組成在不同年份與樣點間有顯著差異，但兩者間沒有交感（表十七），優勢物種為大肚魚。年份間的比較結果顯示，107 年與 109 年的魚、蝦與蟹類組成有顯著差異（表十八）。兩年間的優勢物種皆為大肚魚，但其它物種組成上有些許差異；109 年有紀錄到較多的吳郭魚；正叉舌鰕虎、雲斑尖塘鱧與乳指沼蝦僅 107 年有紀錄到；爪哇擬鰕虎、清尾鰕虎、潔白長臂蝦、鋸齒長臂蝦與頭紋細棘鰕虎僅 109 年有紀錄到。樣點間的比較結果顯示，樣點 W14 与其它樣點的魚、蝦與蟹類組成有顯著差異（表十九）。樣點 W14 的優勢物種為日本沼蝦，其餘樣點的優勢物種則為大肚魚。

此外，由於大肚魚為 106 年至 111 年間調查的優勢物種，佔魚、蝦與蟹類總隻次約 55.7 %（圖四十六），故將每季調查隻大肚魚總隻數與調查當月之布袋測站降雨量和鹽度，以廣義線性分析中的卜瓦松迴歸（Poisson regression）進行分析。結果顯示大肚魚總隻數會受到調查當月之布袋測站降雨量（ $z = 60.46, p < 0.001$ ）與鹽度（ $z = -39.29, p < 0.001$ ）影響，雨量越多大肚魚總隻數越多，鹽度越高大肚魚總隻數越少。鹽度與降雨量以 Spearman's correlation 統計，結果顯示鹽度與降雨量呈現負相關（ $s = 1516.1, p = 0.556$, 相關係數 = -0.14），代表降雨量越高，鹽度則會越低。

表十七、以 PERMANOVA 分析九區 107 年至 111 年 11 不同年份與樣點間魚、蝦與蟹類組成差異

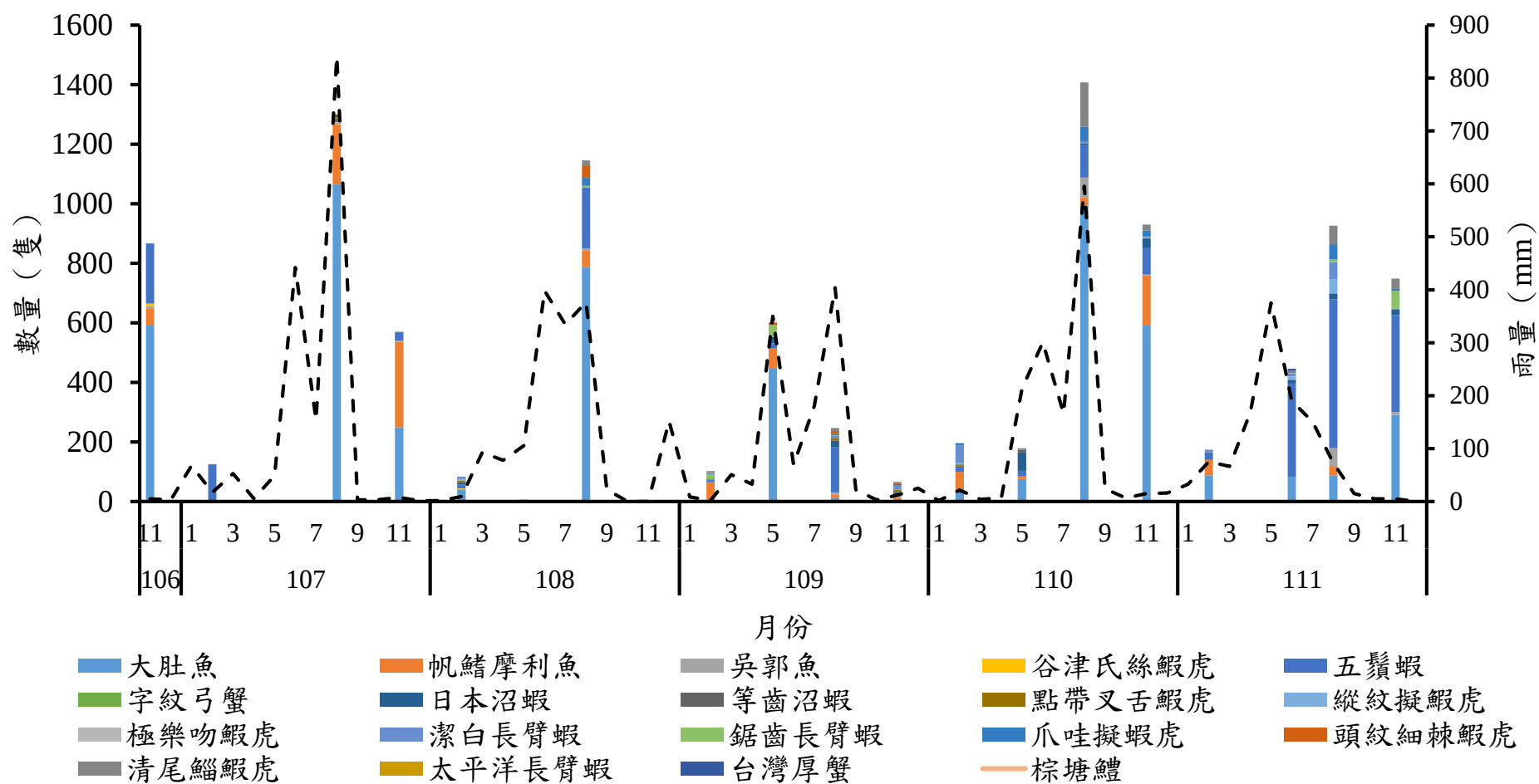
	<i>df</i>	SS	MS	<i>F</i>	<i>p</i>
年份	4	2.790	0.698	2.576	0.002
樣點	4	4.825	1.206	4.454	0.001
年份*樣點	16	4.526	0.283	1.045	0.382
Residual	59	15.979	0.271		
Total	83	28.120	0.339		

表十八、PERMANOVA 事後分析之各年份間魚、蝦、蟹類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	1.000	-	-	-
109 年	0.030	1.000	-	-
110 年	1.000	1.000	0.210	-
111 年	0.910	0.160	0.180	0.650

表十九、PERMANOVA 事後分析之各樣點間魚、蝦、蟹類組成差異之統計結果

	W02	W07	W08	W12
W07	1.000	-	-	-
W08	1.000	1.000	-	-
W12	0.380	1.000	1.000	-
W14	0.010	0.010	0.010	0.010



圖四十六、布袋鹽田濕地第九區 106 年 11 月至 111 年各季之魚、蝦、蟹類數量柱狀圖。虛線為布袋測站降雨量，108 年 11 月因計畫調整之因素未調查

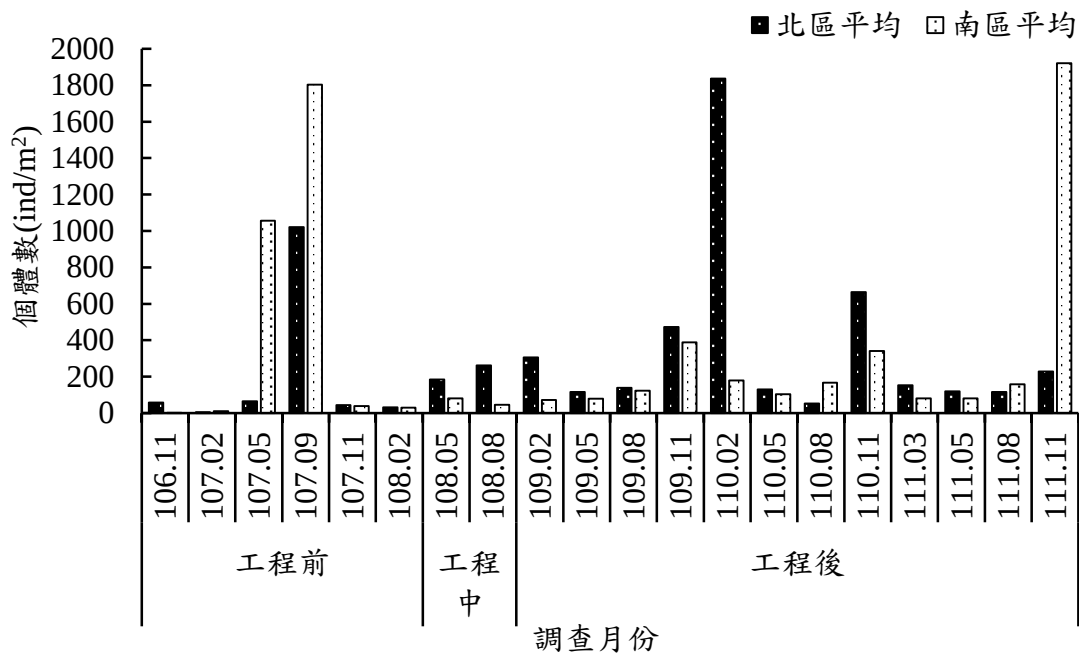
(2) 軟體動物

由於歷年調查到的多毛類數量較低，較無可比較性，因此僅彙整分析 106 年 11 月起至 111 年 11 月共 20 季 5 個測站之底棲軟體動物調查結果，樣點包含北區保留區的測站 W02、W07、W08，南區滯洪池的 W12 及光電區的 W14。分析結果如下：

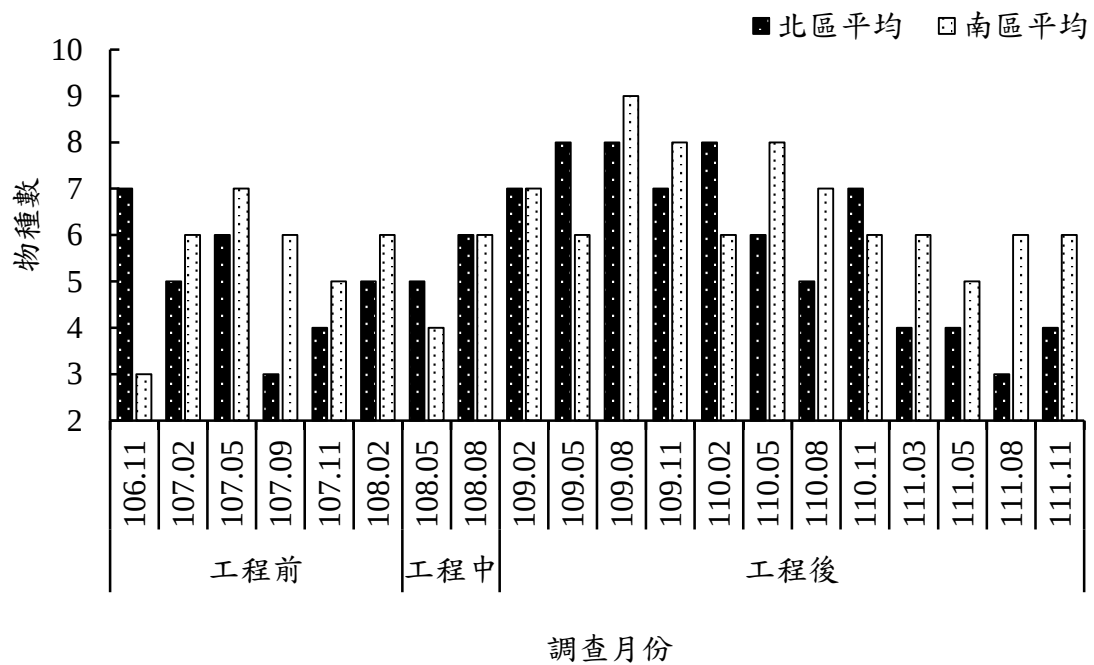
A. 物種與數量變化

20 季共調查到 7 科 13 種，其中以錐蜷科 (Thiaridae) 物種數 4 種為最高，其次為殼菜蛤科 (Mytilidae) 3 種，其餘科皆僅調查到 1 種。20 季別之軟體動物個體數、物種數與生物量分別如圖四十七至圖四十九所示。

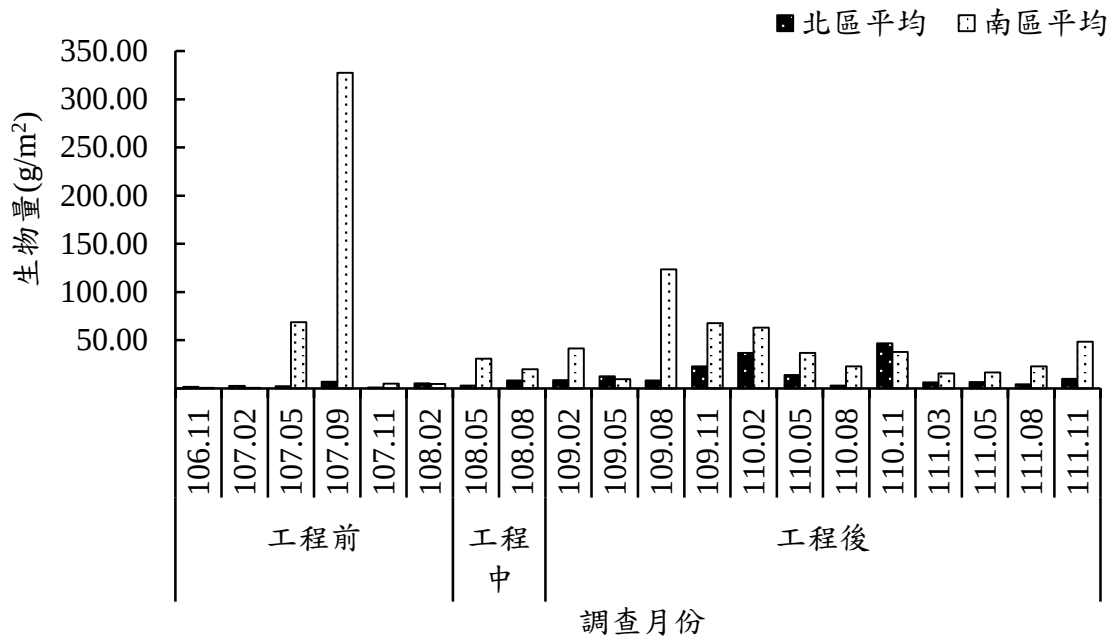
施工前 (106/11-108/02) 共調查到 7 科 12 種，施工中 (108/05-108/08) 共調查到 6 科 10 種，完工後 (109/02-111/11) 共調查到 6 科 10 種，以施工前的軟體動物物種數為最高，施工中及完工後次之。其中山椒蝸牛科的一種 (*Assimineidae* sp.) 僅在施工中發現，殼菜蛤科的東亞殼菜蛤 (*Musculus senhousia*) 及抱蛤科 (Corbulidae) 的光芒抱蛤 (*Potamocorbula fasciata*) 僅在施工前或施工中發現。數量變化上，在部分季節調查到特定物種群聚，如臺灣栗螺 (*Stenothyra formosana*) 於 107 年 9 月及 110 年 2 月分別調查到 8787 ind./1000 cm³ (62.20 %) 及 4556 ind./1000 cm³ (77.64 %)；瘤蜷 (*T. granifera*) 則於 111 年 11 月調查到 3260 ind./1000 cm³ (71.96 %)。利用無母數變異數分析 (Kruskal-Wallis test) 分別對北區測站及南區測站檢定施工前、施工中及完工後軟體動物數量變化，檢定結果北區及南區 P-value 分別為 0.077 及 0.236，說明施工前、中、後軟體動物數量沒有顯著差異。生物量變化主要受特定物種如殼菜蛤科物種或流紋蜷影響，因此生物量變化反應在較大型物種的數量變化。多樣性指數變化上，北區測站歧異度指數 (H') 及均勻度指數 (J') 最低值出現在 111 年 11 月 (圖五十、圖五十一)，豐富度指數 (SR) 次低值出現在 111 年 8 月，完工後的 111 年多樣性指數較 106 年至 110 年低 (圖五十二)，說明北區測站物種數量趨向由少數優勢種佔據環境的現象；南區測站數值變化量較小，說明南區的滯洪池及光電區環境較穩定。



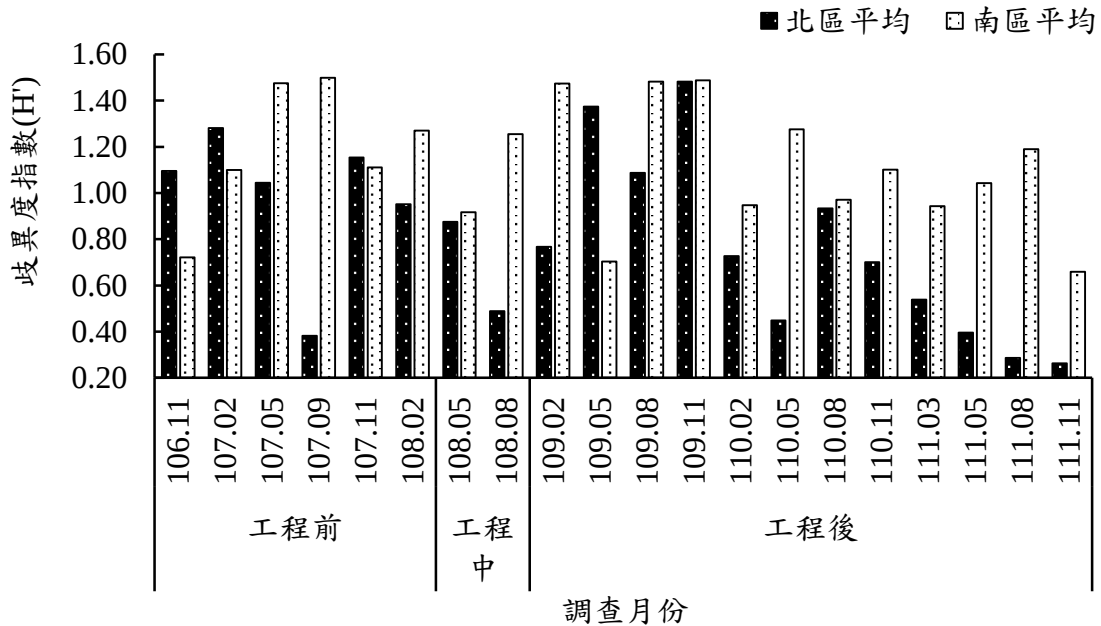
圖四十七、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物個體數



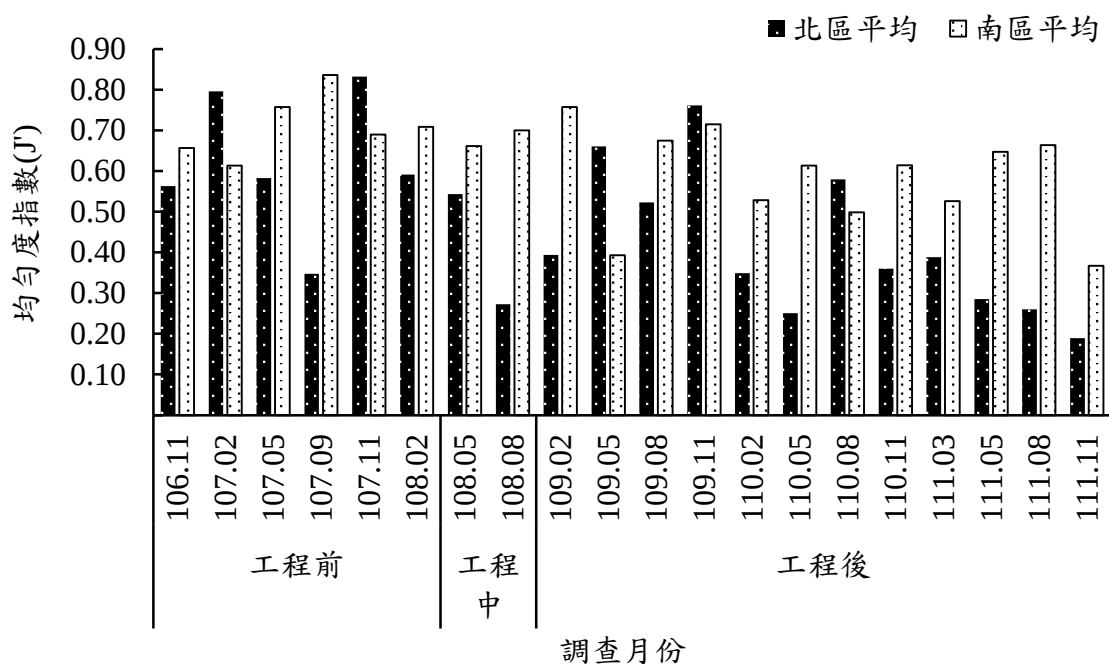
圖四十八、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物種數小計



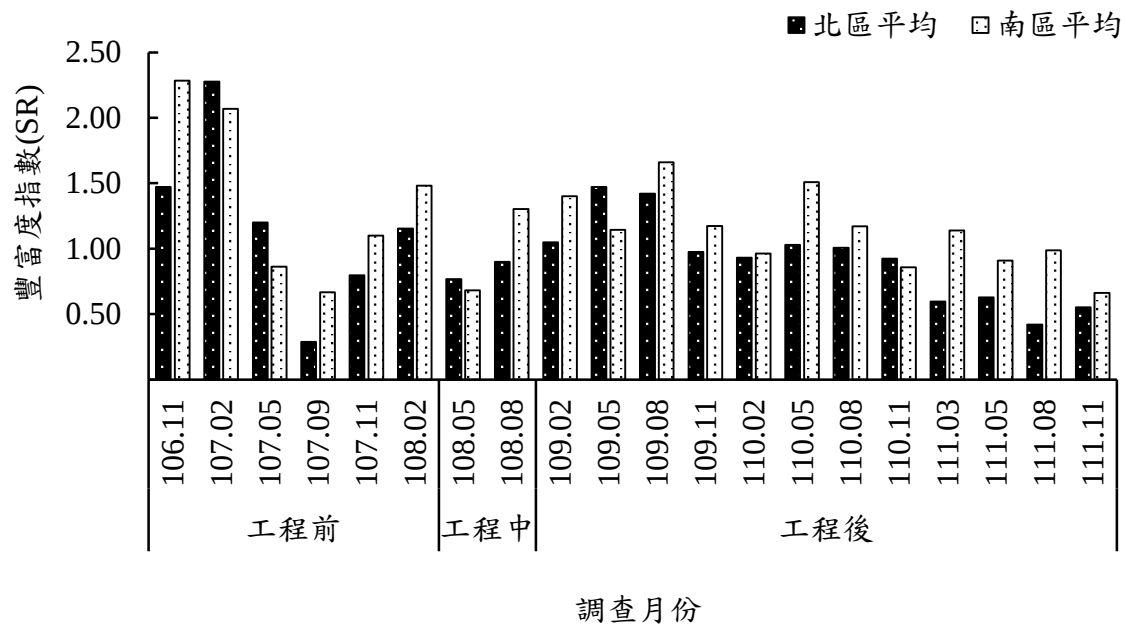
圖四十九、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物生物量



圖五十、歷年北區測站（W02、W07、W08）及南區測站（W12、W14）底棲軟體動物歧異度指數



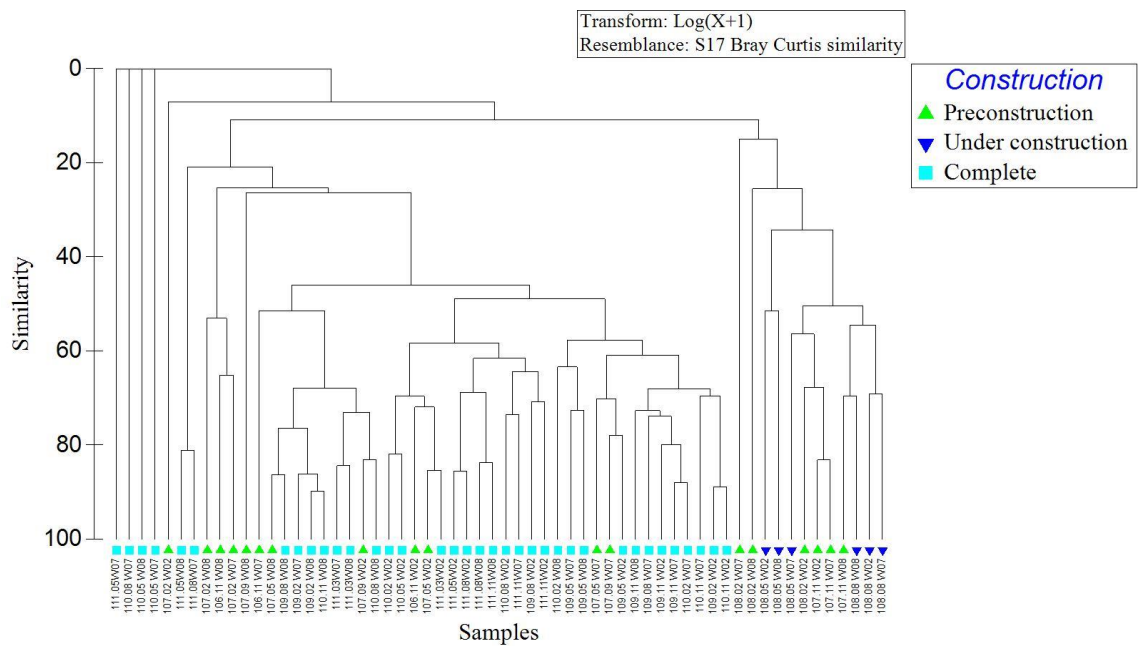
圖五十一、歷年北區測站 (W02、W07、W08) 及南區測站 (W12、W14) 底棲軟體動物均勻度指數



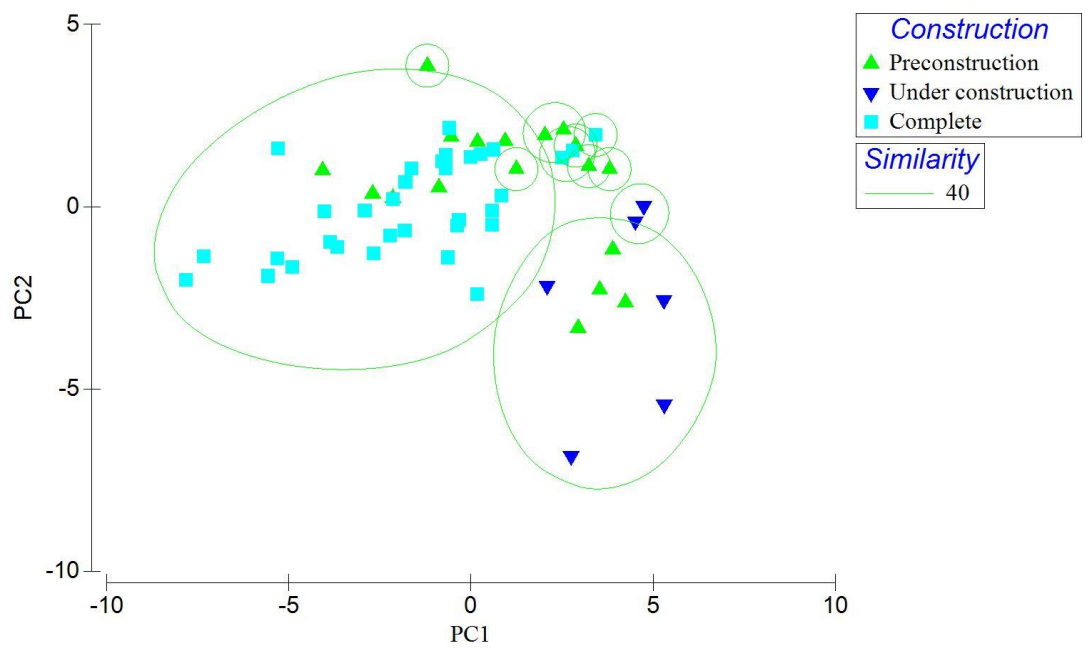
圖五十二、歷年北區測站 (W02、W07、W08) 及南區測站 (W12、W14) 底棲軟體動物豐富度指數

B. 物種組成分析

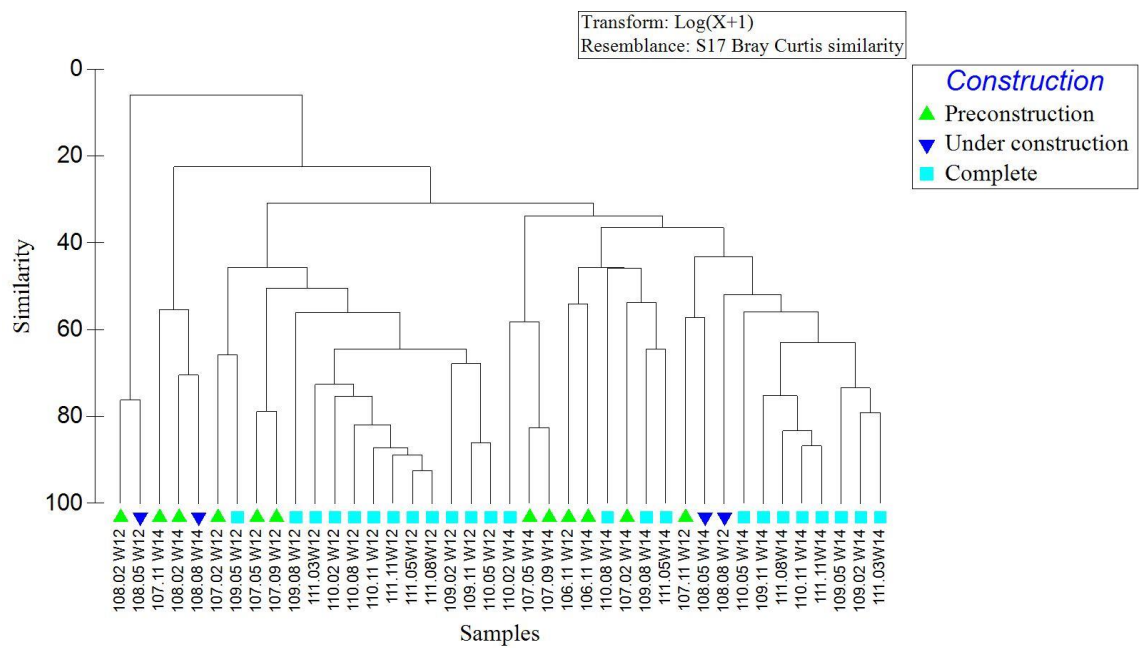
利用集群分析 (Clustering analysis) 及主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 分別分析北區及南區測站施工前、中、後的物種組成差異。結果顯示，北區測站除未調查到物種的樣本 (W07—110/05、110/08、111/05；W08—110/05) 外，主要分為兩群 (圖五十三、圖五十四)，其中施工中 (108/05、108/08) 調查結果與施工前 (107/11、108/02) 較相似，大部分施工後調查結果物種組成相似度較高 (>50%)，說明施工前後北側樣區底棲軟體動物物種組成產生變化；南區測站方面，集群分析及主成分分析結果呈現測站 W12 及 W14 大部分調查結果各自分為 1 群 (相似度>30%) (圖五十五、圖五十六)，說明施工對南區測站的擾動程度較低。



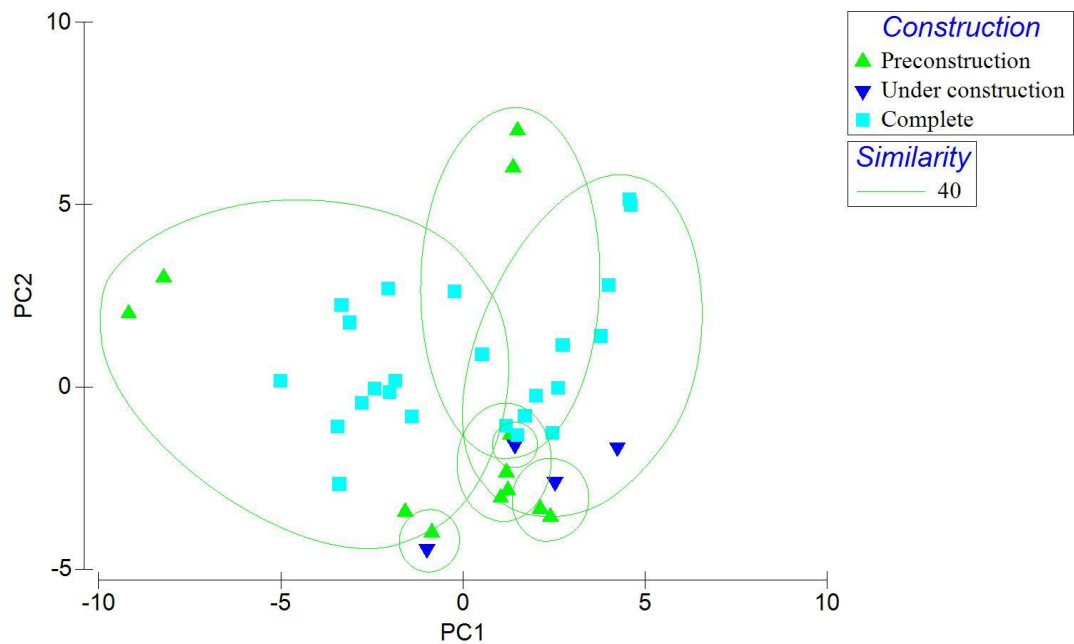
圖五十三、歷年北區測站 (W02、W07、W08) 底棲軟體動物群聚分析結果



圖五十四、歷年北區測站（W02、W07、W08）底棲軟體動物主成分分析結果



圖五十五、歷年南區測站（W12、W14）底棲軟體動物群聚分析結果



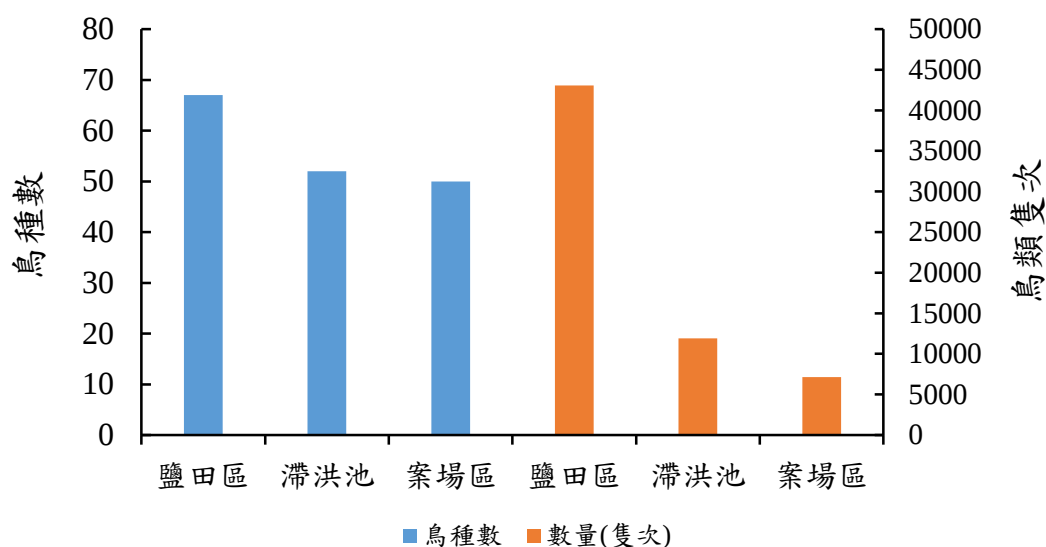
圖五十六、歷年南區測站（W12、W14）底棲軟體動物主成分分析結果

（二）鳥類調查結果

1. 111 年鳥類組成與季節變化

111 年度的鳥類調查從 1 月至 12 月每月進行一次，共計 12 次調查，記錄 92 種 62,083 隻次的鳥類（表二十）。由調查的資料顯示，鹽田區為種類與數量最多的區域，本區的環境較多樣的濕地環境，適合雁鴨、鷗及鵲鴿類等水鳥棲息；滯洪池由於棲地較單一化，因此物種數較少，今年的觀察亦發現開始有一些鳥種會利用水域裡的光電板之設施棲息或築巢；案場開發區棲地為人工建物為主，鳥種上有較多的陸鳥種類，南北側水域有濕地鳥類，因此鳥種數與滯洪池區相當，而數量最低（見圖五十七、表二十一、表二十二）。

鳥種組成來看，全區水陸鳥比為 96.8% 與 3.2%，案場開發區由於建物與灌叢環境，吸引陸域鳥類棲息，使其陸鳥比例最高，達 26.0%（表二十）。



圖五十七、111 年 1 月至 12 月各區鳥種數與數量圖

表二十、111 年 1 月至 12 月各區水鳥及陸鳥組成

樣區類型	水鳥		陸鳥	
	數量 (隻次)	百分比 (%)	數量 (隻次)	百分比 (%)
鹽田區	42,952	99.8	94	0.2
滯洪池	11,863	99.6	50	0.4
案場區	5,275	74.0	1,849	26.0
總計	60,090	96.8	1,993	3.2

從各月份間的變化來看，1-3 月與 11、12 月的種類與數量均最多，主要是有數量龐大的雁鴨、鷗類、鸕鶿等冬候鳥為主，4 月之後則逐月遞減。由於鹽田區的水路在兩年前因排水線改道，水源補助僅靠降雨供給，今年直至 4 月下旬才有比較明顯的降雨，負責認養鹽田國有地的高雄市野鳥學會團隊於 4 月中旬嘗試於九區的樣區 1 龍宮溪進行引水工程，成功的吸引了許多鸕鶿類的水鳥進駐，使得 5 月份仍有一定的數量，主要以鸕鶿類為主（表二十一、表二十二）。

表二十一、各樣區於 111 年各月份鳥種數

樣區/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
案場開發區	33	30	33	28	35	14	13	12	13	17	29	31	67
滯洪池	29	24	24	18	15	8	8	10	17	16	23	21	52
鹽田區	19	26	19	21	20	15	16	17	20	18	22	20	50
總計	53	50	52	49	46	21	20	25	30	34	43	42	92

表二十二、各樣區於 111 年各月份鳥類族群數量

樣區/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總計
案場開發區	6,641	5,027	6,835	4,920	3,514	91	115	315	352	1,034	4,434	9,768	27,028
滯洪池	3,382	2,210	1,530	449	533	522	516	284	128	160	727	1,472	11,913
鹽田區	595	673	228	240	206	238	146	391	610	273	1,937	1,587	7,124
總計	10,618	7,910	8,593	5,609	4,253	851	777	990	1,090	1,467	7,098	12,827	62,083

2. 111 年鳥類保育類

111 年度 1-12 月保育類鳥種的調查結果共計發現 14 種，數量最多為 I 級黑面琵鷺（2,496 隻次）與 II 級小燕鷗（1,564 隻次）（圖五十八），其次為 III 級黑尾鷗（110 隻次）（圖五十八），資料整理於表二十三。

I 級保育類為黑面琵鷺 1 種，是調查區最重要的保育類鳥種，今年除了鹽田區外，同時也有小群在滯洪池區棲息，12 月份亦於案場北側生態池畔與鷺科、雁鴨科鳥類一齊覓食（圖五十九）。

II 級保育類有 8 種，分別小燕鷗、白琵鷺、紅隼、魚鷹、黑翅鳶、遊隼、環頸雉與彩鷸，小燕鷗為數量最多的鳥種，主要在滯洪池南、北池區繁殖，過往主要在滯洪池區南側水中島繁殖，今年則主要在北池的水中島繁殖，猛禽中的魚鷹、黑翅鳶與遊隼都出現在案場區，魚鷹主要活動於空域，而黑翅鳶與遊隼則停棲於區內的建物上（圖五十八），比較特別的是 8 月份在案場的光電板下，觀察到一隻彩鷸母鳥，雖然在現場有持續觀察一段時間，但並未發現有繁殖的情況，但 8 月份的東側因降雨有一些草澤環境適合彩鷸的繁殖（圖六十）。

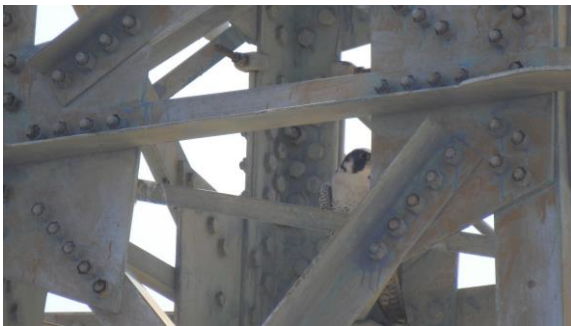
III 級保育類有 5 種，分別為大杓鷗、半蹼鷗、紅尾伯勞、黑尾鷗與燕鵻，除燕鵻外，均於鹽田區觀察到（圖五十八）。

表二十三、保育類物種分佈及數量

單位：隻次

鳥種	保育等級	總計	案場區	滯洪池	鹽田區
黑面琵鷺	I	2496	2,350	142	4
小燕鷗	II	1,564	1,320	233	11
白琵鷺	II	27	2	25	
魚鷹	II	5	2		3
黑翅鳶	II	3			3
環頸雉	II	2		2	
紅隼	II	1	1		
遊隼	II	1			1
彩鷸	II	1			1
黑尾鷸	III	110	110		
大杓鷸	III	24	24		
半蹼鷸	III	3	3		
紅尾伯勞	III	3	1		2
燕鴿	III	1		1	
鳥種數		14	9	5	7
總計		4,241	2,749	1,467	25

*保育等級分為「I」-瀕臨絕種、「II」-珍貴稀有、「III」-其他應予保育之野生動物共三類。



圖五十八、保育類鳥種，左上黑面琵鷺、右上黑尾鶯、左下遊隼、右下黑翅鳶



圖五十九、12 月份案場北側生態池覓食的黑面琵鷺，與大白鷺、雁鴨類共棲



圖六十、8 月份案場光電板下觀察到彩鷗活動

3.111 年各分區鳥類族群情況

本年度三區調查資料整理如表二十四，分別列出各樣區數量前十的鳥種資料，各區因棲地環境的差異，使其各優勢鳥種也不同。各區鳥類族群情況分述如下：

表二十四、鹽田、滯洪池與案場區 111 年 1 至 12 月調查優勢種數量（隻次）表

鹽田區		滯洪池		案場區	
鳥種	數量	鳥種	數量	鳥種	數量
1 黑腹燕鷗	11,865	赤頸鴨	2,752	白冠雞	1,600
2 太平洋金斑鴿	6,085	鳳頭潛鴨	1,804	鳳頭潛鴨	924
3 黑腹濱鷗	5,015	小燕鷗	1,320	琵嘴鴨	745
4 東方環頸鴿	3,194	琵嘴鴨	974	紅鳩	693
5 黑面琵鷺	2,350	裏海燕鷗	810	麻雀	657
6 琵嘴鴨	1,899	東方環頸鴿	639	赤頸鴨	430
7 反嘴鴿	1,842	白冠雞	555	小鸕鶿	400
8 紅胸濱鷗	1,269	小白鷺	495	尖尾鴨	297
9 赤頸鴨	1,058	黑腹燕鷗	408	大白鷺	287
10 裏海燕鷗	1,057	尖尾鴨	389	珠頸斑鳩	118

(1) 鹽田區

本區包含樣區 1-5，因兩年前排水線改道而導致水源須仰靠降雨，今年上半年受到天候降雨減少的影響，樣區 1-5 的鹽田區一直維持淺水泥灘的狀態，使得今年雁鴨的數量大幅下降，但黑腹燕鷗、太平洋金斑鴿的數量明顯增加。4 月中旬，棲地的管理單位利用虹吸管原理，將鄰近龍宮溪水源引入樣區 1，改善棲地的乾旱危機，使得 4、5 月份仍吸引不少鳥類進駐棲息（圖六十一），改變最大為本年度棲地以淺水鹽灘地為主，因此今年的鷓鴣類水鳥數量明顯增加許多，優勢鳥種中就有 5 種鷓鴣類的鳥種，包含太平洋金斑鴿、黑腹濱鷓、東方環頸鴿、反嘴鴿、紅胸濱鷓等。

(2) 滯洪池區

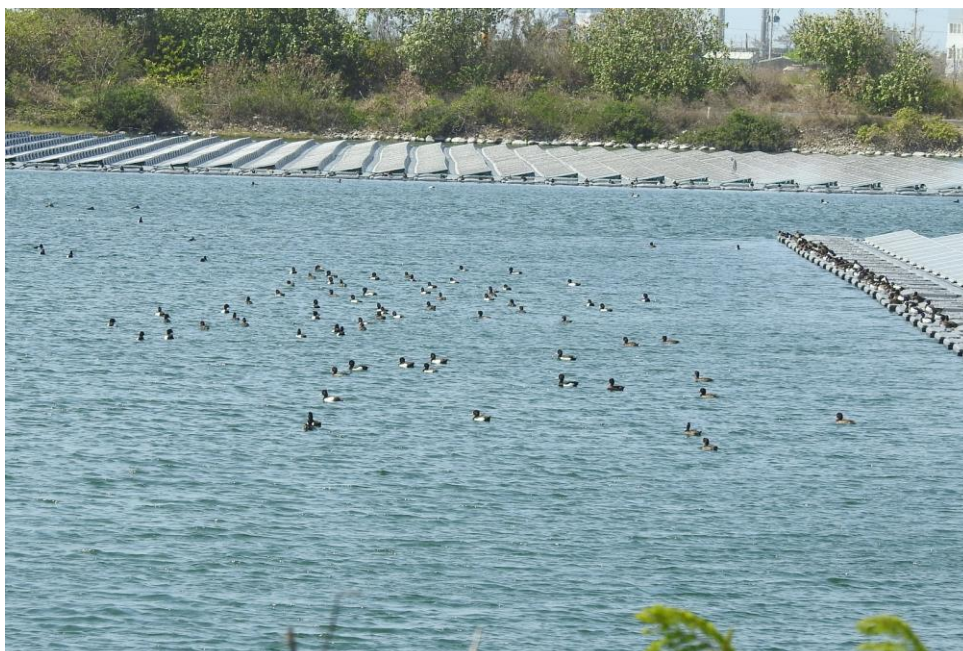
本區包含樣區 6、7，數量仍以雁鴨類最優勢，其中數量以赤頸鴨、鳳頭潛鴨、琵嘴鴨最多，燕鷗類的小燕鷗、裏海燕鷗的數量也不少。本區的水中島為小燕鷗重要的繁殖區，今年的繁殖情況又比去年差些，前期 4 至 5 月份主要集中在北池，6 月後往南池繁殖。原本鹽田區優勢的鳥種，部分因鹽田區缺水，改停棲於本區與樣區 9 北側的生態池（圖六十二）。

(3) 太陽能光電板案場區

今年的調查以白冠雞與雁鴨類的數量最多，優勢種中排名前三的分別為白冠雞、鳳頭潛鴨與琵嘴鴨，陸域鳥類以案場區內的麻雀與紅鳩為主。今年北側樣區 8 已整地完成，整體干擾變少，鳥況逐漸恢復中（圖六十三）。



圖六十一、4 月份樣區 1 棲地水源改善後水鳥棲息情況



圖六十二、滯洪池棲息的赤頸鴨（光電板旁停棲）與鳳頭潛鴨群（水面上）



圖六十三、案場北側水池停棲的白冠雞（水面上）與岸邊停棲的琵嘴鴨、赤頸鴨

4.111 年繁殖鳥況調查

(1) 滯洪池區

今年五月份的調查發現，西側滯洪南池僅有少許的小燕鷗繁殖，主要繁殖鳥種為高蹺鴿，由岸邊利用單筒望遠鏡估計約有 80 至 90 巢左右（圖六十四），小燕鷗僅不到 10 巢，另亦有 2 至 5 巢東方環頸鴿，而今年小燕鷗主要在北池的水中島繁殖，但在五月下旬的豪雨中幾乎全數淹沒失敗。六月份部分小燕鷗移往南池繁殖，數量達 100 巢以上，降雨情況使得今年小燕鷗在滯洪池的繁殖往後推延了約一個月。本年度因降雨已造成許多次的繁殖失敗，因此無上島再做繁殖調查。



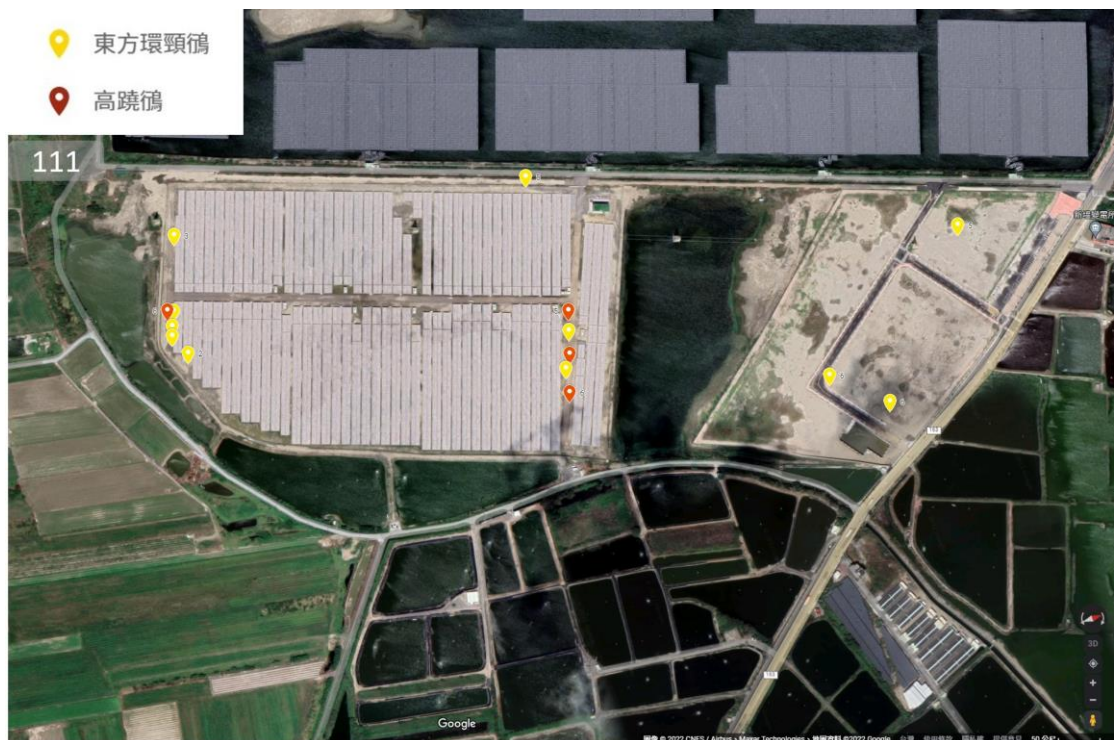
圖六十四、5 月份在滯洪南池繁殖的高蹺鴿

(2) 太陽能光電板案場區

繁殖調查亦由去年度（110 年）的 11 月開始進行，不過直至今年 2 月的調查才發現第一巢（圖六十五），至 8 月的調查共有 7 巢東方環頸鴿與 4 巢高蹺鴿在樣區 9 案場內（圖六十六），另外在案場外的樣區 8 今年也整地完成，開闊的棲地也提供了可供水鳥繁殖的棲地，6 月份南側發現 3 個東方環頸鴿巢。樣區 9 案場內的巢位以 6 月份最多，共有 6 巢（3 巢東方環頸鴿、3 巢高蹺鴿）。今年的 4、5、6 月均有強降雨的情況，短暫的強降雨會導致巢蛋淹沒或沖毀，但相對也在場區的西南角營造了有水源的棲地（圖六十七），使得今年的繁殖情況要比過去兩年好，整體 2 種 11 巢比去年的 2 種 3 巢（東方環頸鴿 2 巢、高蹺鴿 1 巢）增加許多。



圖六十五、案場內（樣區 9）於 2 月發現今年度第一個東方環頸鴿的巢蛋



圖六十六、111 年 1-8 月案場與週邊繁殖調查巢位分布圖

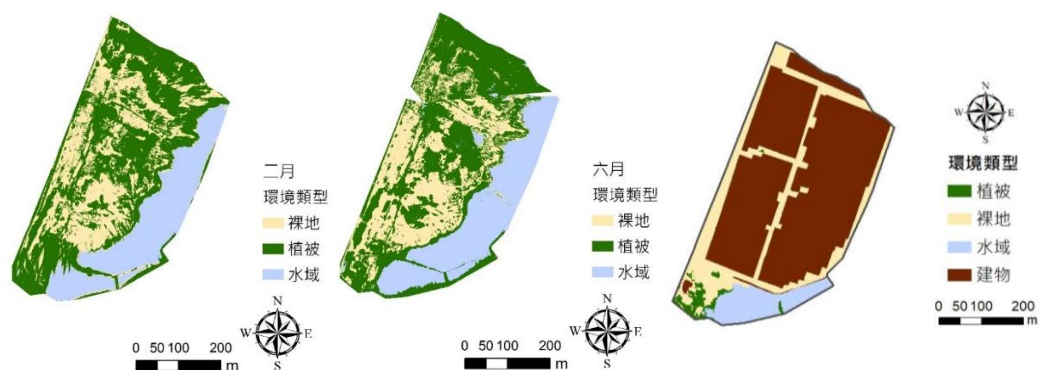


圖六十七、案場區西南邊積水水域區

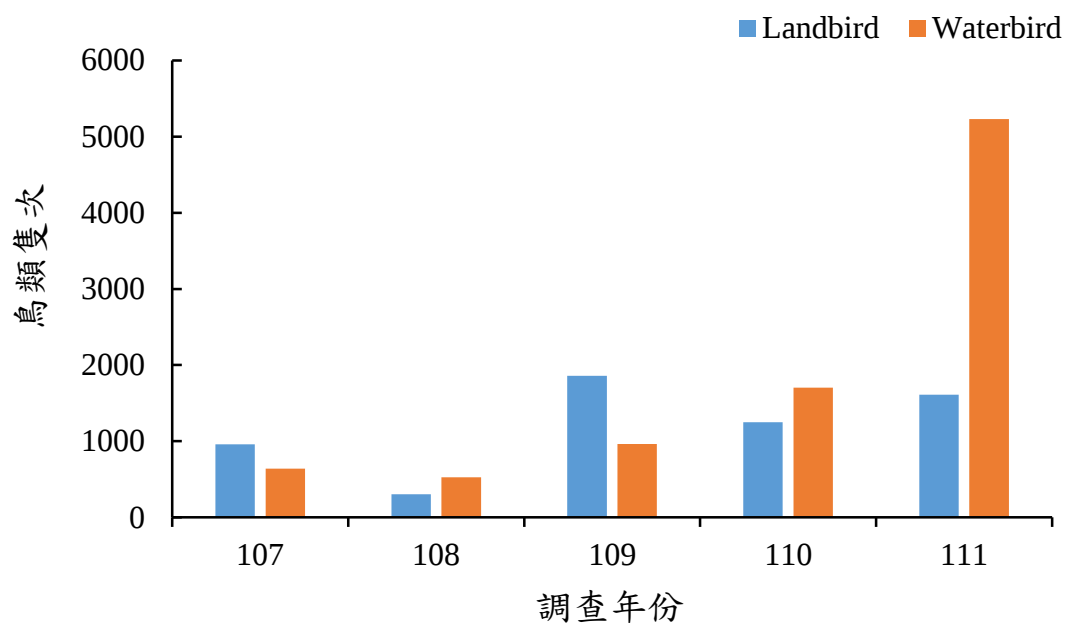
5.111 年棲地環境調查

於 107 年 2 月與 6 月與 108 年 8 月，利用空拍機實地拍攝 9-9 樣區空照圖或 Google 影像資料為基礎，以 ArcGIS 將空照圖定位，再使用 ERDAS 非監督式分類法將樣區內的環境分為裸地、植被及水域（圖六十八），以了解樣區內的棲地環境，並計算各類型棲地面積，以供未來棲地改變後，各棲地面積、比例與鳥類族群變動作為比較的參考。空照圖辨識結果顯示，兩年棲地變化主要為原本為植被與裸地的環境。

今年度因光電板已經於去年度施工完畢，整體已無明顯的改變，整體的面積比例與去年相仿，僅有植被與礫石有些微的改變（小數點以下，資料整理如表二十五），人工棲地環境提供主要為麻雀與紅鳩的棲地。近兩年北側生態池水域鳥類的數量明顯增加，因此，在整體數量增加的同時，案場區水鳥比例也逐年提高（圖六十九），主要增加的物種為白冠雞、鳳頭潛鴨、琵嘴鴨、赤頸鴨等（表二十四），而相對優勢陸鳥物種麻雀、紅鳩仍為陸域鳥類的優勢物種，只是整體數量已被水域鳥種超越。



圖六十八、非監督式分類辨識結果



圖六十九、案場區歷年水、陸鳥數量（隻次）變化圖

表二十五、非監督式分類各環境類型面積與各年度鳥類組成

年份	陸域			水域	陸鳥	水鳥	優勢種
	礫石	植被	建物	水域			
107	29%	45%	0.1%	26%	60%	40%	紅鳩（273）、麻雀、小白鷺
108	22%	2%	68%	8%	37%	63%	小白鷺（168）、紅鳩、小青足鵲
109	22%	2%	68%	8%	66%	34%	麻雀（1074）、紅鳩、小白鷺
110	22%	2%	68%	8%	42%	58%	麻雀（661）、紅鳩、琵嘴鴨
111	22%	2%	68%	8%	24%	76%	白冠雞（1600）、鳳頭潛鴨、琵嘴鴨

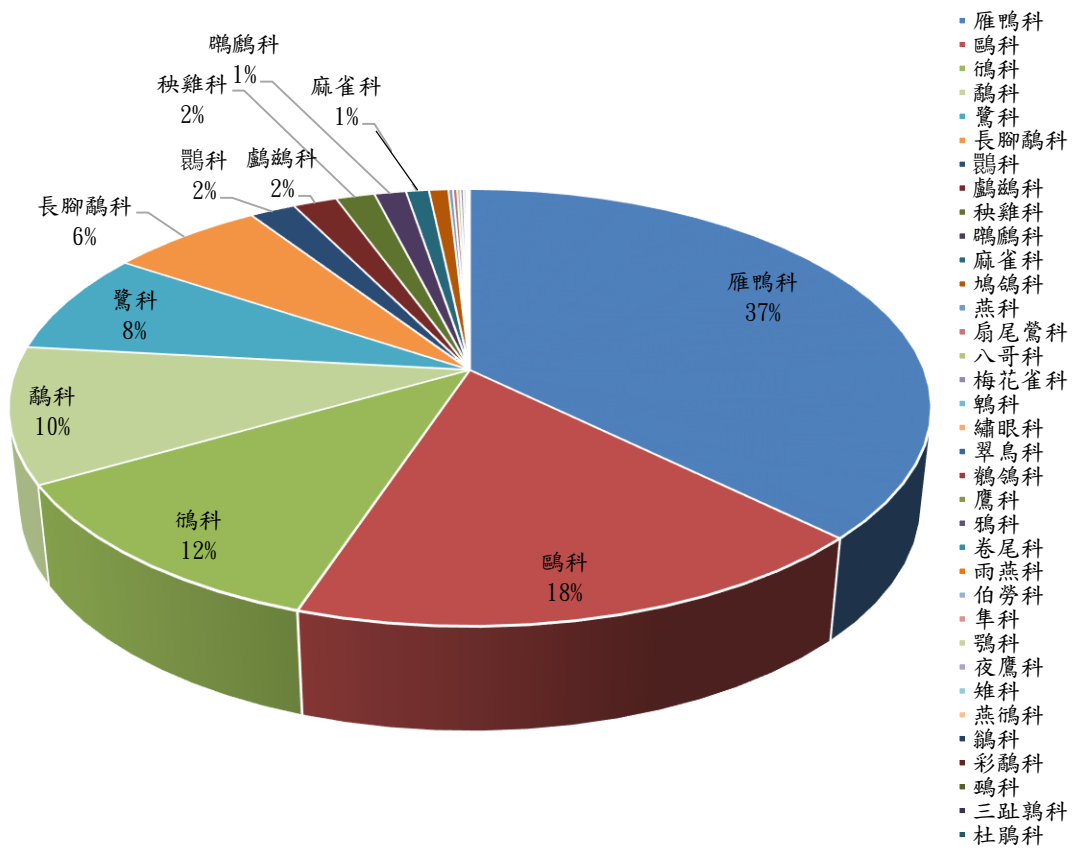
6. 歷年鳥類群聚變動情況

本區調查自 106 年 11 月開始，為了比較施工前後與年間鳥類群聚變動情況，因此將施工的 108 年設定為施工期，往前一年 107 年為施工前資料，往後至今為施工後三年，第一年的兩個月份的資料省略不計。統計五年資料，全區歷年以雁鴨科鳥類為最大宗，佔總數量的 37%，其次為鵲鴝類鳥類（約佔 22%）與鷗類（約佔 18%），為本區最優勢之三大類群。

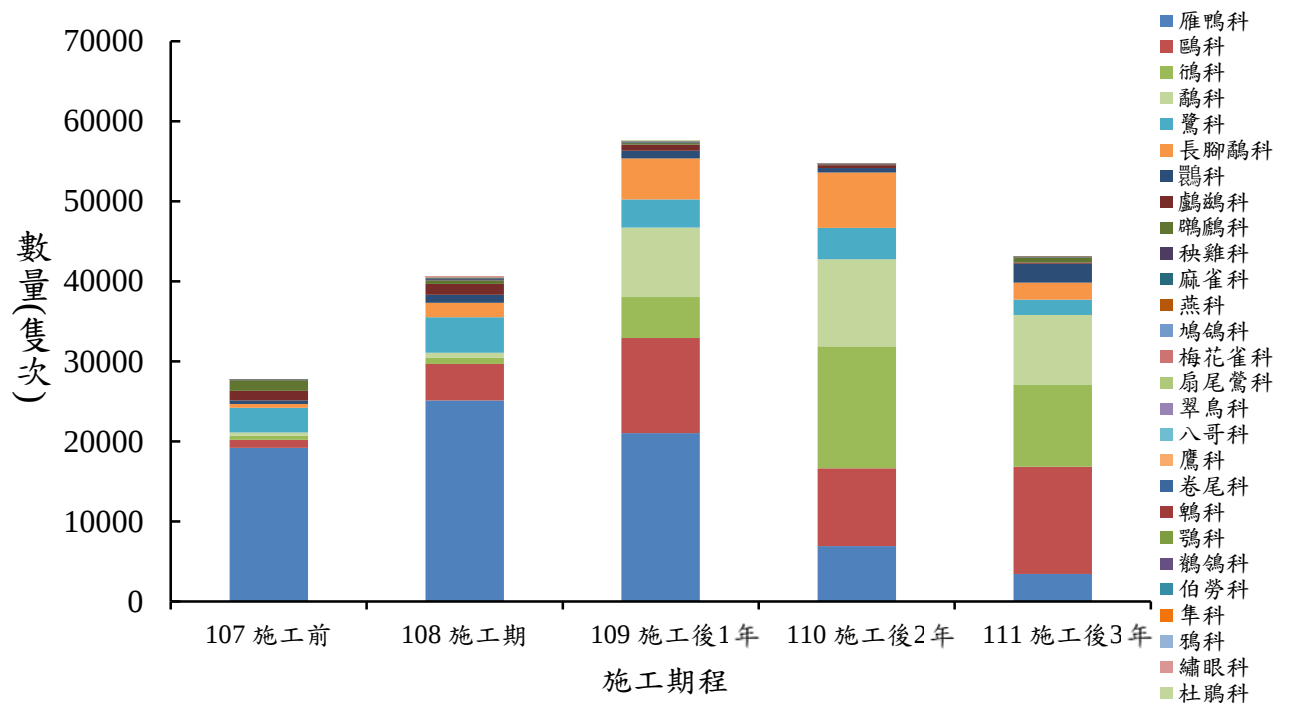
鹽田區（樣區 1-5）歷年數量整理如圖十三，以 109 年最高，施工前 107 年最低，但布袋鹽田的水鳥會受到鄰近不同區域鹽田棲地情況影響，因此單看一區鳥類變動不易描述實際情況。本區歷年以雁鴨類為大宗，但至施工後第二年（110 年）開始明顯下降，轉而增加的為鷗科、鵲科、鵲科，主要是水位由原本適合雁鴨之較深水域因降雨減少轉為低水位的鹽田淺灘為主，雖然仍吸引許多鳥群來利用，但鳥群組成已發生改變。

滯洪池區（樣區 6-7）歷年數量整理如圖十四，歷年的變化較少，約在 12,000 隻次上下，主要科別為雁鴨科與鷗科為主，為本區的最大宗，本區因長年為深水域水體，其他鳥種主要棲息於滯洪池中的水中島上，水位的變化會改變水中島的面積大小，為影響其他鳥種數量之主因，而 108-109 年區內進行浮島式光電板為影響本區雁鴨類數量的因素，今年度的調查數量有略微下降。

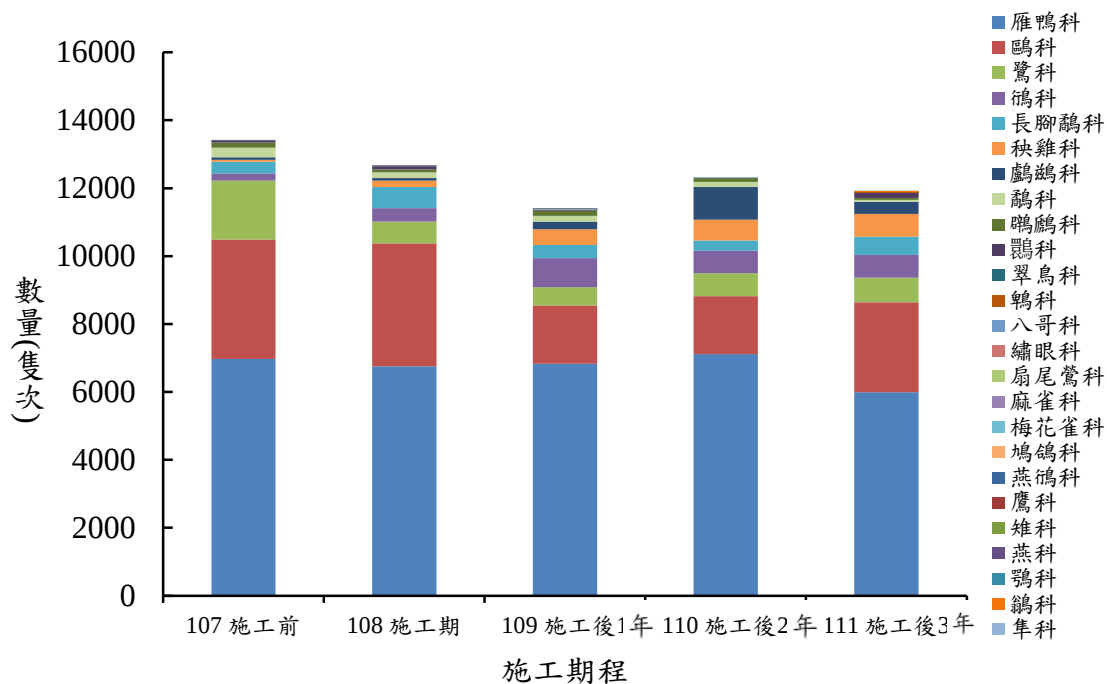
案場區（樣區 8-9）歷年數量整理如圖十五，整體數量以今年（111 年）最高，主要受到雁鴨類（鳳頭潛鴨、琵嘴鴨）、秧雞類（白冠雞）今年大量進駐至樣區 9 北側生態池的原因所影響，以 108 年施工期最低，109-110 年間，樣區 8 縣府加工廠預定地仍持續進行整地、填土等作業，因此也影響本區的數量。



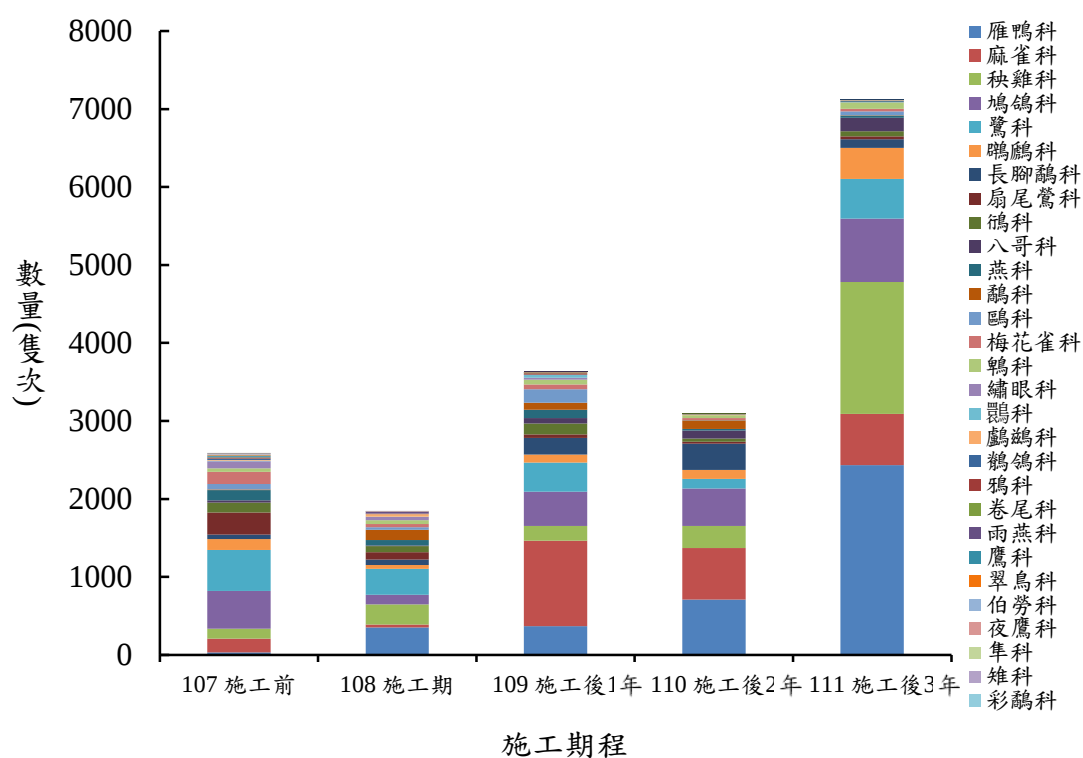
圖七十、九區全區歷年鳥類數量（隻次）依科別比例圖



圖七十一、鹽田區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖



圖七十二、滯洪池區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖



圖七十三、案場區歷年各科鳥數量（隻次）變化圖

四、底質重金屬調查結果

本項目於 111 年 2 月完成採樣。檢驗結果顯示八大重金屬中僅鎳（Ni）測值於 1 個樣點（W12）高於行政院環保署底泥品質指標下限值；汞（Hg）測值於全部樣點中皆低於方法之偵測極限，汞偵測極限為 0.026 mg/kg，如表二十六所示。圖七十四至圖八十為利用克利金（Kriging）預測重金屬濃度推估圖。由於底泥汞的濃度皆低於方法之偵測極限，因此無法利用克利金推估廠區底泥重金屬潛勢圖。底泥銅的濃度於樣點間濃度差異不大、且沒有特定趨勢，導致利用克利金推估時呈現全部皆為同一數值。樣點 W02 鄰近區域除銅與汞外，其餘底泥重金屬濃度略低於其他區域。樣點 W12 與 W14 鄰近區域除銅和汞外，其餘底泥重金屬濃度略高於其他區域。

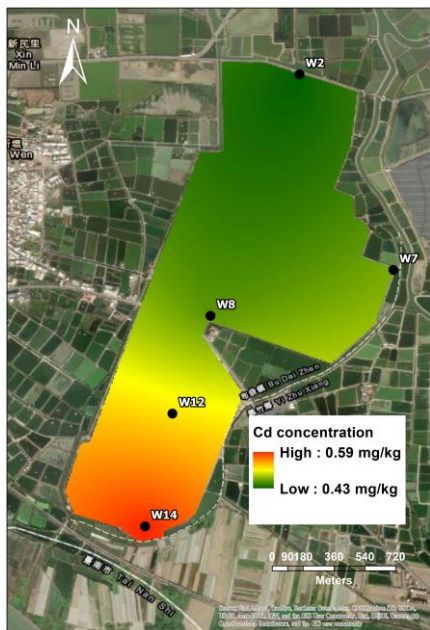
表二十六、布袋鹽田濕地第九區底泥重金屬檢測（111 年 2 月）結果

單位：（mg/kg）

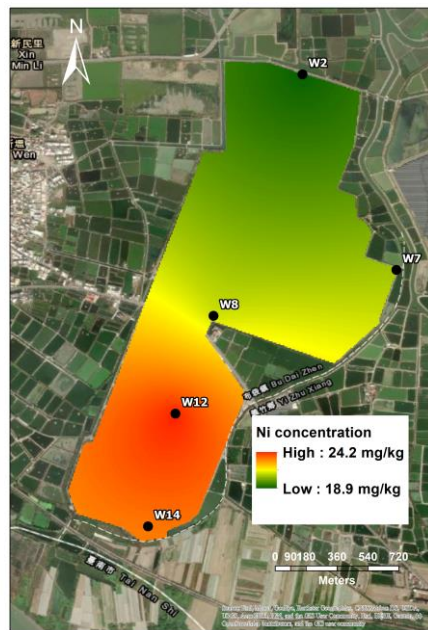
樣點\項目	鎘	鎳	鉻	鋅	鉛	銅	砷	汞
指標上限值	2.49	80.0	233.0	384.0	161.0	157.0	33.0	0.870
指標下限值	0.65	24.0	67.0	140.0	48.0	50.0	11.0	0.230
W02	0.43	18.7	20.9	51.5	11.5	12.4	7.69	N.D.
W07	0.47	20.7	22.4	63.2	13.3	12.6	9.03	N.D.
W08	0.46	20.8	23.0	65.1	11.7	11.3	6.36	N.D.
W12	0.52	<u>24.8</u>	27.6	75.9	15.8	12.7	10.6	N.D.
W14	0.59	23.3	24.3	67.3	14.4	10.1	9.19	N.D.

註、超過行政院環保署底泥品質指標下限值以底線表示。

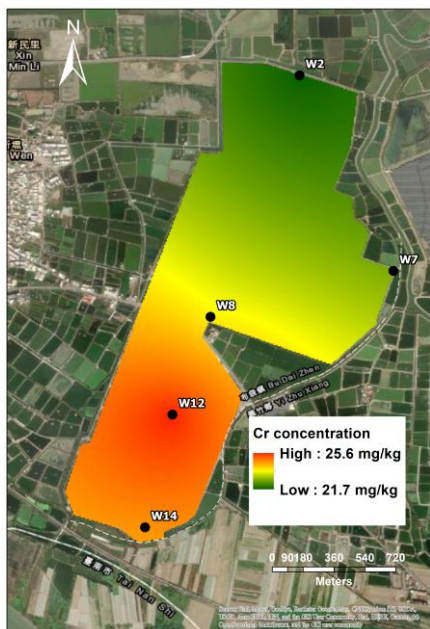
N.D.：低於方法之偵測極限，汞為 0.026 mg/kg。



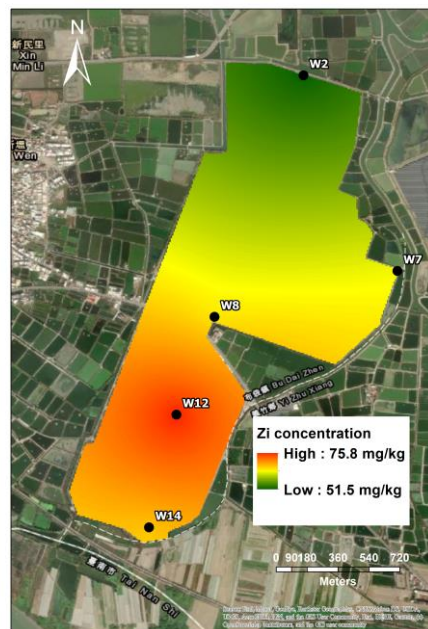
圖七十四、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鎘濃度推估圖



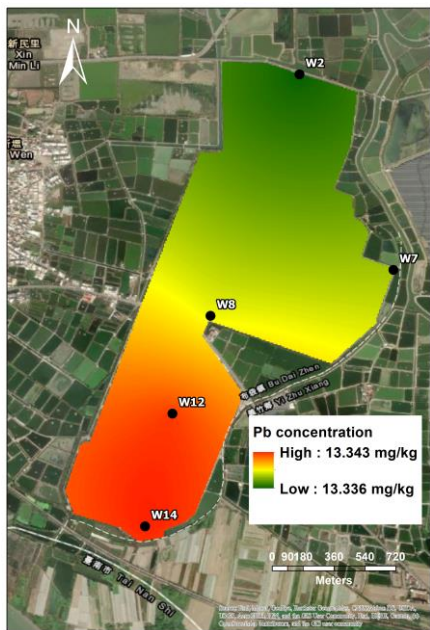
圖七十五、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鎳濃度推估圖



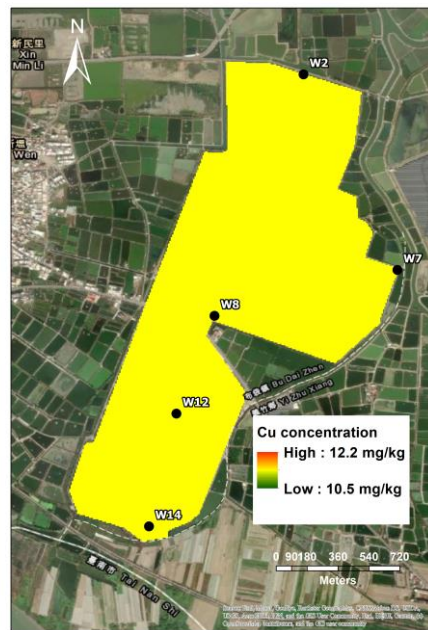
圖七十六、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鉻濃度推估圖



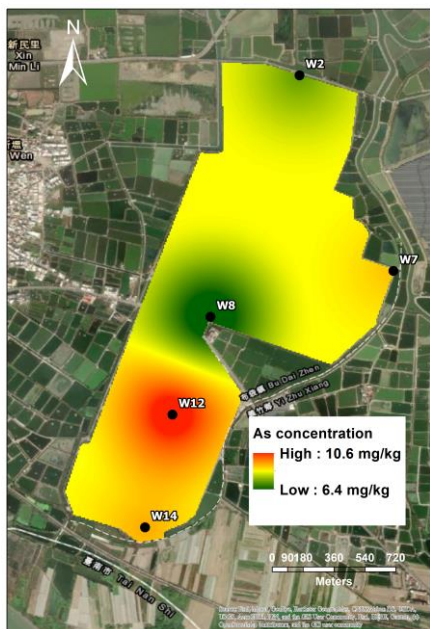
圖七十七、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鋅濃度推估圖



圖七十八、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥鉛濃度推估圖



圖七十九、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥銅濃度推估圖



圖八十、布袋鹽田濕地第九區 111 年之底泥砷濃度推估圖

伍、111 年結論

總結 111 年（1 月至 12 月）嘉義布袋鹽田九區環境與生物之基礎調查，包括水文、水質、魚蝦蟹類、底棲軟體動物、多毛類、鳥類以及底質重金屬調查，進行結論與討論。

水文部分，嘉義縣布袋水產精品加值產業園區動工後，南北系統連接水路因土方回填中斷，南北系統之水位變化已無計畫初期的同步現象。110 年度調查結果顯示北系統有長時間乾涸狀況，本年度亦觀察到相同情形。而布袋鹽田區的認養團體—高雄鳥會，為解決北系統乾涸情形，已於 111 年 4 月設置虹吸式水源補注設施，同年梅雨季節過後，北系統水深上漲並恢復常時有水狀態至今。南系統部分，光電基地生態池南北系統連接水路因加值產業園區工程中斷，本團隊由過往觀察經驗推估，生態池平時應會有乾涸情況，但實際現況卻與過往觀察經驗相異，經現場調查發現，生態池東側有養殖排放水管及抽水等相關設備，推測生態池補注水源除降雨及光電板清洗用水外，鄰近魚塭養殖之抽排利用也可能是補注來源之一。

水質部分，四季多數樣點之溶氧量有偏高的情形，且水體呈現綠色，推測可能與水中有大量之水生植物或藻類（龍鬚藻或水綿）行光合作用有關。鹽度部分，多屬於半淡鹹水，當地降雨量則會影響區域的鹽度；四季水中酸鹼度介於 8.2 至 9.2 間，屬於弱鹼性。四季各個樣點之氧化還原電位為正值，代表水中呈現氧化態。樣點 W12 於四季間之各項檢測項目皆符合營建署公告之地方級重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準。樣點 W07 於第三與第四季之懸浮固體濃度明顯高於其它樣點；樣點 W12 與 W14 所有測項之濃度大致上低於其它樣點。

水域生物（魚蝦蟹類）部分，四季皆有調查紀錄者為大肚魚、日本沼蝦和五鬚蝦。季節上，以第二季與第四季（8 月與 11 月）所記錄到魚、蝦、蟹類之個體數明顯高於其它兩季。樣點 W14 於四季間皆記錄到最低之個體數，明顯低於其他樣點。由於水域生物與水的關聯性非常高，第一季（2 月）和其它三季在物種數和個體數上的差異，推測同樣與當地於 111 年 2 月份降雨量較低有關。

底棲軟體動物方面，四季調查共記錄到軟體動物 6 科 10 種，分別為冰柱螺科（Cylichnidae）1 種、波浪蛤科（Lyonsiidae）1 種、殼菜蛤科（Mytilidae）2 種、海蜷螺科（Potamididae）1 種、粟螺科（Stenothyridae）1 種及錐蜷科（Thiaridae）4 種，各測站調查之物種種類數至多為 5 種。調查中較為特別的物種為波浪蛤科之臺灣波浪蛤（*Lyonsia taiwanica*），為 2002 年所發表的新種，其模式產地為臺南四草之紅樹林濕地。四季中，優勢物種為錐蜷科的流紋蜷及瘤蜷，流紋蜷為第一、第二及第三季最優勢種，第四季為

次優勢種；瘤蟯為第四季最優勢種及四季總和最優勢種。本案調查範圍內各測站所調查到的物種包含偏海水與偏淡水之物種，偏海水物種如波浪蛤科、殼菜蛤科及海蟯科，偏淡水物種如粟螺科、錐蟯科。目前光電工程作業皆已完工，生物豐度曲線顯示測站大多屬於輕度干擾至未受干擾，但第二季測站 W07 未記錄到物種，推測由於環境變動較大。

多毛類部分，四季共調查到 2 科 5 種。由於多毛類數量與物種數不多，樣點 W07 更是少有紀錄。

鳥類部分，今年共記錄 92 種 62,083 隻次的鳥類。整體調查結果總隻次較去年提高，鹽田區為種類與數量最多的區域，本區的環境較多樣的濕地環境，適合雁鴨、鷗及鸕鶿類等水鳥棲息；滯洪池由於棲地較單一化，因此物種數較少，今年的觀察亦發現開始有一些鳥種會利用水域裡的光電板之設施棲息或築巢；案場開發區棲地為人工建物為主，鳥種上有較多的陸鳥種類，南北側水域有濕地鳥類，因此鳥種數與滯洪池區相當，而數量最低。繁殖鳥類情況，在滯洪池西側南池僅有少許的小燕鷗繁殖，主要繁殖鳥種為高蹺鴿，另亦有 2-5 巢東方環頸鴿。今年小燕鷗主要在北池的水中島繁殖，但在五月下旬的豪雨中幾乎全數淹沒失敗。六月份部分小燕鷗移往南池繁殖，數量達 100 巢以上，降雨情況使得今年小燕鷗在滯洪池的繁殖往後推延約一個月。

底質八大重金屬部分，111 年 2 月的採樣結果顯示，鎳(Ni)測值於 1 個樣點(W12)高於行政院環保署底泥品質指標下限值(24.0 mg/kg)；汞(Hg)測值於全部樣點中皆低於方法之偵測極限，汞偵測極限為 0.026 mg/kg，其他底泥重金屬測值無任何超標之狀況。

陸、建議

一、水文

由施工前至本年度調查成果顯示，太陽光電施工及設置主要影響範圍為南系統內部，內部水路高程因填土變化，造成生態池低水位時期與南側水域連結中斷，而針對南北兩系統之水文循環，水產精品加值產業園區施工阻斷水路之影響明顯高於太陽光電施工與設置之影響。以水文研究角度而言，水路中斷或改變會逐漸改變區域水質狀況，若再拉長觀測尺度，水質改變可能會逐步影響該水域的生態系統結構，相關單位可藉由生態調查成果來評估影響程度並據以擬定後續相關計畫或應對措施。

二、水質

利用主成分分析統計布袋鹽田第九區 107 年至 111 年整體水質變異，結果顯示施工前（107 年）與施工後（110 年）有些樣點在多年間差異較大，但整體水質狀況在五年間變化不大。區域間的比較結果顯示整體保留區（綠色）和案場區（藍色）在年度間水質差異不大；保留區有一些樣點在多年間差異較大，但整體保留區水質狀況無明顯變化；案場區在年度間水質狀況相對穩定，無特別明顯變。化綜合以上結果顯示，布袋鹽田第九區之水質狀況處於相對良好之狀況。國際上多以卡爾森指數(Carlson' s TSI)為基準來衡量水體優養化現象，可利用總磷、葉綠素 a 與透明度等項目計算出該數值。

三、水域生物

魚蝦蟹類部份，布袋鹽田第九區 107 年至 111 年魚、蝦與蟹類組成在不同年份與樣點間有顯著差異，但兩者間沒有交感。年份間以 107 年與 109 年的魚、蝦與蟹類組成有顯著差異。樣點間則是以樣點 W14 與其它樣點的魚、蝦與蟹類組成明顯不同。由於大肚魚為 106 年至 111 年間調查的優勢物種，佔魚、蝦與蟹類總隻次約 55.7%，且大肚魚總隻數受到調查當月之布袋測站降雨量與鹽度影響，雨量越多大肚魚總隻數越多，鹽度越高大肚魚總隻數越少。雖然該區的組成以外來種大肚魚為主要優勢物種，但對此區的水鳥來說，都是食物來源之一，水鳥並沒有取食上的物種專一性，因此，由吸引水鳥的進駐的角度來看，提高此區的水域生物個體數量，會是更有效的策略。

底棲軟體動物方面，直線殼菜蛤（*M. strigata*）原產於澳洲，目前為世界普遍入侵種，本種已分布於南臺灣多處區域，同似殼菜蛤會阻塞管道、造成危害，並損害當地的養殖物種。物種組成方面，其中殼菜蛤科的東亞殼菜蛤（*M. senhousia*）在施工後之調查無紀錄，僅記錄到外來種的直線殼菜蛤與似殼菜蛤（*Mytilopsis sallei*），另外山椒蝸牛科的一種（*Assimineidae* sp.）及光芒抱蛤（*P. fasciata*）在施工後也沒有發現，故工程仍有一定程度影響底棲軟體動物之物種組成。歷年調查中，優勢種不固定，大多為機會物種，逢機出現適合環境便會大量出現，環境產生變化則會快速消失，故樣區內環境可能在季間環境變化較大，使物種組成變化較大。從歷年鹽度測量與現場泥灘地水位狀況來看，北區測站歷年冬季（11月）至夏季（5月）在降雨前灘地水位持續下降、鹽度持續上升，雨季後（8月）的大量降雨在補充淡水使鹽度下降、水位得到補充，環境因子變化劇烈也使物種組成較不穩定。後續環境維護建議針對水位進行調控或引入自然海水潮汐，穩定灘地水位以達到維持生物多樣性之目標。

水域生物為水鳥的主要食源，建議仍需維持該區的水源，穩定甚至提高區域內水域生物族群數量，以吸引候鳥前來覓食、停棲、休憩等。

四、鳥類

水對於水鳥而言重要性極高。在布袋鹽田第九區，由於鹽田區的水路在兩年前因排水線改道，水源補助僅靠降雨供給，因此水源匱乏，區域內幾乎呈現乾涸狀態，僅有薄薄水層，直至111年4月下旬才有比較明顯的降雨，而讓水位上升。負責認養鹽田國有地的高雄市野鳥學會團隊於111年4月中旬，試驗性的將鹽田九區附近龍宮溪，進行引水工程，成功的吸引了許多鸕鶿類的水鳥進駐，並於該年5月份的鳥類調查中，仍記錄到一定的鳥類數量，主要以鸕鶿類為主。未來可嘗試進階調節區域內的水位，提高水位的多樣性，吸引更多偏好不同水位深度的水鳥前來棲息。

五、底質重金屬

今年調查中，僅有鎳在樣點 W12 超過行政院環保署底泥品質指標下限值。依據底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法第五條規定，底泥品質指標項目濃度高於下限值且低於上限值者，目的事業主管機關應針對該項目增加檢測頻率。本團隊建議，未來仍需持續監測為佳。

柒、引用文獻資料

- Clarke, K.R. (1990) Comparisons of dominance curves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 138: 143-157.
- Warwick, R. M. (1986) A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar Biol*, 92, 557-562.
- Warwick R. M. & Clarke K. R. (1994) Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Mar Biol* 118:739–744.
- 行政院環境保護署 (2004)。河川、湖泊及水庫水質採樣通則 NIEA W104.51C。
- 行政院環境保護署 (2004)。軟底質海域底棲生物採樣通則 NIEA E103.20C。
- 行政院環境保護署 (2005)。水中氨氮檢測方法—靛酚比色法 NIEA W448.51B。
- 行政院環境保護署 (2006)。水中凱氏氮檢測方法 NIEA W451.51A。
- 行政院環境保護署 (2010)。水中磷檢測方法—分光光度計／維生素丙法 NIEA W427.53B。
- 行政院環境保護署 (2011)。水中生化需氧量檢測方法 NIEA W510.55B。
- 行政院環境保護署 (2013)。水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法—103~105°C乾燥 NIEA W210.58A。
- 行政院環境保護署 (2015)。土壤採樣法 NIEA S102.63B。
- 行政院環境保護署 (2015)。水中硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮檢測方法—鎘還原流動分析法 NIEA W436.52C。
- 行政院環境保護署 (2016)。底泥採樣方法 NIEA S104.32B。
- 行政院環境保護署 (2018)。水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法 NIEA W517.53B。
- 林幸助、薛美莉、陳添水、何東輯 (2009)。濕地生態系生物多樣性監測系統標準 作業程序。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。南投縣。
- 施上粟 (2014)。嘉義縣新塭滯洪池濕地生態功能改善評估。水利署電子報。第 73 期。
(2019/6/11) 檢 自
http://epaper.wra.gov.tw/Epaper_Content.aspx?s=C5067255DC3B2693。
- 施上粟、黃國文、黃志偉、洪崇航、任秀慧 (2016)。滯洪池濕地生態功能評價指數建立及應用。農業工程學報。第 62 卷，第 3 期：第 1-12 頁。

財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會（2006）。嘉義地區排水環境與生態調查分析。經濟部水利署水利規劃試驗所。臺北市。

國立成功大學（2016）。嘉義縣 104 年度國家重要濕地保育行動計畫-布袋鹽田濕地及好美寮濕地水文生態環境與泥沙永續管理計畫（III）。臺南市。

經濟部水利署水利規劃試驗所（2013）。滯洪池之濕地生態功能評價及改善研究。臺北市。

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

捌、附錄

附錄一、布袋鹽田濕地第九區各樣點環境照（111 年 3 月）

	
樣點W02	樣點W07
	
樣點W08	樣點W12
	
樣點W14	

附錄二、布袋鹽田濕地第九區各樣點環境照（111 年 5 月）



樣點W02



樣點W07



樣點W08



樣點W12



樣點W14

附錄三、布袋鹽田濕地第九區各樣點環境照（111 年 8 月）



樣點W02



樣點W07



樣點W08



樣點W12



樣點W14

附錄四、布袋鹽田濕地第九區各樣點環境照（111 年 11 月）



樣點W02



樣點W07



樣點W08



樣點W12



樣點W14

附錄五、111 年布袋九區鹽田各測站四季次軟體動物調查結果統計表

物種/測站	第一季 (111/03)								第二季 (111/05)							
	W02	W07	W08	W12	W14	總計	平均	%	W02	W07	W08	W12	W14	總計	平均	%
MOLLUSCA 軟體動物																
Cylichnidae 冰柱螺科																
<i>Acteocina</i> cf. <i>decoratoides</i> 秀氣粗米螺									8					8	1.00	1.54%
Lyonsiidae 波浪蛤科																
<i>Lyonsia taiwanica</i> 臺灣波浪蛤									8					8	1.00	1.54%
Mytilidae 殼菜蛤科																
<i>Mytilopsis sallei</i> 似殼菜蛤												24		24	3.00	4.63%
<i>Mytella strigata</i> 直線殼菜蛤												74		74	9.25	14.29%
Potamididae 海蜷螺科																
<i>Pirenella cingulata</i> 栓海蜷	4					4	0.50	0.64%								
Stenothyridae 栗螺科																
<i>Stenothyra formosana</i> 臺灣栗螺	24	8	12			44	5.50	7.07%	16					16	2.00	3.09%
Thiaridae 錐蜷科																
<i>Melanoides tuberculatus</i> 網蜷		16	4			20	2.50	3.22%								
<i>Tarebia granifera</i> 瘤蜷				2	11	13	1.63	2.09%				26	10	36	4.50	6.95%
<i>Thiara riqueti</i> 流紋蜷	368	8	16		4	396	49.50	63.67%	320		4	2	16	342	42.75	66.02%
<i>Thiara scabra</i> 塔蜷				1	1	2	0.25	0.32%				10		10	1.25	1.93%
數量小計(ind./m ²)	396	32	32	118	44	622	77.75		352	0	4	136	26	518	64.75	
科數小計(F)	3	2	2	2	2	5	5		4	0	1	2	1	5	5	
種數小計(S)	3	3	3	4	4	9	9		4	0	1	5	2	8	8	
生物量(g/m ²)	16.03	1.41	1.18	28.93	1.94				19.20	0.00	0.56	29.64	3.17			
歧異度指數(H')	0.28	1.04	0.97	0.54	0.94				0.40	0.00	0.00	1.21	0.67			
均勻度指數(J')	0.26	0.95	0.89	0.39	0.68				0.29	-	-	0.75	0.96			
豐富度指數(SR)	0.33	0.58	0.58	0.63	0.79				0.51	-	-	0.81	0.31			

附錄三、111 年布袋九區鹽田各測站四季次軟體動物調查結果統計表（續）

物種/測站	第三季 (111/08)								第四季 (111/11)							
	W02	W07	W08	W12	W14	總計	平均	%	W02	W07	W08	W12	W14	總計	平均	%
MOLLUSCA 軟體動物																
Cylichnidae 冰柱螺科																
<i>Acteocina</i> cf. <i>decoratoides</i> 秀氣粗米螺	8					8	1.00	1.21%	4					4	0.50	0.09%
Lyonsiidae 波浪蛤科																
<i>Lyonsia taiwanica</i> 臺灣波浪蛤	12		3		34	49	6.13	7.39%		4	3		134	141	17.63	3.11%
Mytilidae 殼菜蛤科																
<i>Mytilopsis sallei</i> 似殼菜蛤				15		15	1.88	2.26%				7		7	0.88	0.15%
<i>Mytella strigata</i> 直線殼菜蛤				49		49	6.13	7.39%				90		90	11.25	1.99%
Potamididae 海蜷螺科																
<i>Pirenella cingulata</i> 栓海蜷						0				28				28	3.50	0.62%
Stenothyridae 栗螺科																
<i>Stenothyra formosana</i> 臺灣栗螺						0								0		
Thiaridae 錐蜷科																
<i>Melanoides tuberculatus</i> 網蜷						0								0		
<i>Tarebia granifera</i> 瘤蜷				25	50	75	9.38	11.31%				48	3212	3260	407.50	71.96%
<i>Thiara riqueti</i> 流紋蜷	268	2	55	5	60	390	48.75	58.82%	90	92	466	3	270	921	115.13	20.33%
<i>Thiara scabra</i> 塔蜷				19	58	77	9.63	11.61%				5	74	79	9.875	1.74%
數量小計(ind./m ²)	288	2	58	113	202	663	82.875		94	124	469	153	3690	4530	566.25	
科數小計(F)	3	1	2	2	2	4	4		2	3	2	2	2	5	5	
種數小計(S)	3	1	2	5	4	7	7		2	3	2	5	4	8	8	
生物量(g/m ²)	9.24	0.12	3.62	36.29	9.56				3.10	11.18	15.37	27.23	69.89			
歧異度指數(H')	0.30	0.00	0.20	1.40	1.36				0.18	0.67	0.04	1.01	0.51			
均勻度指數(J')	0.27	-	0.29	0.87	0.98				0.25	0.61	0.06	0.62	0.37			
豐富度指數(SR)	0.35	-	0.25	0.85	0.57				0.22	0.41	0.16	0.80	0.37			

附錄六、111 年布袋九區鹽田各測站四季次多毛類調查結果統計表

物種/測站	第一季 (111.03)					第二季 (111.05)				
	W02	W07	W08	W12	W14	W02	W07	W08	W12	W14
POLYCHAETA 多毛綱										
Nereididae 沙蠶科										
<i>Dendronereis</i> sp. 鰓沙蠶的一種					2.55					0.64
<i>Neanthes</i> sp. 刺沙蠶的一種	2.55	1.27	3.82	1.27		7.64		1.27		5.09
<i>Nereididae</i> sp. 沙蠶科的一種										
<i>Perinereis</i> sp. 圓沙蠶屬的一種									0.64	
Spionidae 海雄蟲科										
Spionidae sp. 海雄蟲科的一種			0.64							
數量小計 (ind./10cm ³)	2.55	1.27	4.46	1.27	2.55	7.64	0.00	1.27	0.64	5.73
種數小計 (S)	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	2.00
生物量 (g/10cm ³)	0.24	0.01	0.13	0.27	0.38	0.06	0.00	0.06	0.10	0.07

物種/測站	第三季 (111.08)					第四季 (111.11)				
	W02	W07	W08	W12	W14	W02	W07	W08	W12	W14
POLYCHAETA 多毛綱										
Nereididae 沙蠶科										
<i>Dendronereis</i> sp. 鰓沙蠶的一種					4.46					7.00
<i>Neanthes</i> sp. 刺沙蠶的一種	2.55					0.64				
<i>Nereididae</i> sp. 沙蠶科的一種			0.64	0.64				1.27	0.64	1.27
<i>Perinereis</i> sp. 圓沙蠶屬的一種				1.27						
Spionidae 海雄蟲科										
Spionidae sp. 海雄蟲科的一種								0.64		
數量小計 (ind./10cm ³)	2.55	0.00	0.64	1.91	4.46	0.64	0.00	1.91	0.64	8.28
種數小計 (S)	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	2.00	1.00	2.00
生物量 (g/10cm ³)	0.06	0.00	0.01	0.02	0.07	0.01	0.00	0.01	<0.01	0.64

附錄七、布袋鹽田濕地第九區採集軟體動物與多毛類之棲地現況
(111 年 03 月採集現況)

	
軟體動物定量匡採集	多毛類土壤立方柱採集
	
滯洪池 (W12) 測站底質狀況	非滯洪池 (W02) 測站底質狀況

(111 年 05 月採集現況)



軟體動物定量匡採集



多毛類土壤立方柱採集



滯洪池 (W12) 測站底質狀況



非滯洪池 (W02) 測站底質狀況

(111 年 08 月採集現況)



軟體動物定量匡採集



多毛類土壤立方柱採集



滯洪池 (W12) 測站底質狀況



非滯洪池 (W02) 測站底質狀況

(111 年 11 月採集現況)



軟體動物定量匡採集



多毛類土壤立方柱採集



滯洪池 (W12) 測站底質狀況



非滯洪池 (W07) 測站底質狀況

附錄八、軟體動物生物照

	
似殼菜蛤	斧形殼菜蛤
	
殼菜蛤科物種大量群聚	網蜷
	
瘤蜷	臺灣栗螺

附錄九、布袋鹽田濕地鳥類調查總表

鳥種	學名	鹽田區					滯洪池		案場		總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
白眉鴨	<i>Spatula querquedula</i>				196	5	15				216
琵嘴鴨	<i>Spatula clypeata</i>	95	16	36	552	1200	919	55		745	3618
赤膀鴨	<i>Mareca strepera</i>					3	2				5
羅文鴨	<i>Mareca falcata</i>						1				1
赤頸鴨	<i>Mareca penelope</i>	10			277	771	2155	597		430	4240
綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>					1				8	9
尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>	1		2	75	160	334	55		297	924
小水鴨	<i>Anas crecca</i>				8	43	31	1		31	114
紅頭潛鴨	<i>Aythya ferina</i>						18				18
鳳頭潛鴨	<i>Aythya fuligula</i>						1323	481		924	2728
斑背潛鴨	<i>Aythya marila</i>						5				5
環頸雉	<i>Phasianus colchicus</i>							2			2
小鸕鶿	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	19	1	2	281	284	29	26		400	1042
野鴿	<i>Columba livia</i>							3			3
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	8	12						45	648	713
珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>		4					2	21	97	124
南亞夜鷹	<i>Caprimulgus affinis</i>									3	3
紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	1			3		61	56	2	89	212
白冠雞	<i>Fulica atra</i>						485	70		1600	2155
高蹺鴿	<i>Himantopus himantopus</i>	46	98	43	46	43	157	175	10	93	711
反嘴鴿	<i>Recurvirostra avosetta</i>	766	392	18	423	243	206		1	6	2055
灰斑鴿	<i>Pluvialis squatarola</i>	59	32				1				92
太平洋金斑鴿	<i>Pluvialis fulva</i>	2954	2958	3	170		20				6105
蒙古鴿	<i>Charadrius mongolus</i>	715	131	1	40						887
鐵嘴鴿	<i>Charadrius leschenaultii</i>	1		1							2
東方環頸鴿	<i>Charadrius alexandrinus</i>	318	2625	61	162	28	23	616	20	22	3875
小環頸鴿	<i>Charadrius dubius</i>	1						6		26	33
彩鸕	<i>Rostratula benghalensis</i>									1	1
中杓鸕	<i>Numenius phaeopus</i>						5				5
大杓鸕	<i>Numenius arquata</i>	10	14								24
黑尾鸕	<i>Limosa limosa</i>	53	57								110
翻石鸕	<i>Arenaria interpres</i>	1	2								3

鳥種	學名	鹽田區					滯洪池		案場		總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
流蘇鷸	<i>Calidris pugnax</i>	1									1
寬嘴鷸	<i>Calidris falcinellus</i>	610	61								671
尖尾濱鷸	<i>Calidris acuminata</i>	168	59			2					229
彎嘴濱鷸	<i>Calidris ferruginea</i>	477	165		27						669
長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>			1							1
紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>	254	574	2	439			4			1273
黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>	2415	2416	5	179		10	6			5031
半蹼鷸	<i>Limnodromus semipalmatus</i>	3									3
長嘴半蹼鷸	<i>Limnodromus scolopaceus</i>		1								1
紅領瓣足鷸	<i>Phalaropus lobatus</i>	3									3
磯鷸	<i>Actitis hypoleucos</i>							1			1
鶴鷸	<i>Tringa erythropus</i>		2								2
青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>	145	89	17	23	3	7				284
小青足鷸	<i>Tringa stagnatilis</i>	238	76	2	4	5	24				349
鷹斑鷸	<i>Tringa glareola</i>									4	4
赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>	44	58		1	2	4				109
燕鷸	<i>Glareola maldivarum</i>							1			1
紅嘴鷗	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	139	46	4			109			1	299
銀鷗	<i>Larus argentatus</i>	1		1		1					3
小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	126	71	15	15	6	316	1004		11	1564
鷗嘴燕鷗	<i>Gelochelidon nilotica</i>	1				1					2
裏海燕鷗	<i>Hydroprogne caspia</i>	976	25		21	35	807	3		1	1868
白翅黑燕鷗	<i>Chlidonias leucopterus</i>	2	47			1					50
黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>	6691	4958	85	77	54	400	8	1	37	12311
鸕鷀	<i>Phalacrocorax carbo</i>	5	5	132	7	9	315	37		3	513
黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	1	1		3	1	1			4	11
栗小鷺	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	1				1					2
蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	14	41	25	670	55	29	54		23	911
大白鷺	<i>Ardea alba</i>	119	106	91	333	104	89	22	4	283	1151
中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>	2	8	2	5	6	5	2			30
小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	58	69	25	76	34	400	95	4	77	838
黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	4	2	4				1	4	9	24
夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	8	3	10	7	24	7		100	162

鳥種	學名	鹽田區					滯洪池		案場		總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
埃及聖鸛	<i>Threskiornis aethiopicus</i>						6				6
白琵鷺	<i>Platalea leucorodia</i>	11	6	4	2	2	2				27
黑面琵鷺	<i>Platalea minor</i>	415	145	903	760	127	142			4	2496
魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>				2					3	5
黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>								1	2	3
翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	1	2		3	1	4	2		2	15
紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>					1					1
遊隼	<i>Falco peregrinus</i>									1	1
大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>		1						3	3	7
紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>					1				2	3
灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>					2		1	1	4	8
褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	2	2			2	1		6	21	34
棕扇尾鷺	<i>Cisticola juncidis</i>								2	3	5
棕沙燕	<i>Riparia chinensis</i>	2	5								7
家燕	<i>Hirundo rustica</i>	18							7		25
洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	5	4						9	11	29
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>							17	12	69	98
斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>							15			15
家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>								2	58	60
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	4							12	99	115
野鴿	<i>Calliope calliope</i>						1	1			2
斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>								11	22	33
麻雀	<i>Passer montanus</i>	11					1		105	552	669
灰鵲鴿	<i>Motacilla cinerea</i>									2	2
東方黃鵲鴿	<i>Motacilla tschutschensis</i>		1							2	3
白鵲鴿	<i>Motacilla alba</i>									6	6
黑臉鵐	<i>Emberiza spodocephala</i>								2		2
鳥種數		53	44	27	32	36	41	33	23	48	92
數量(隻次)		18028	15396	1488	4890	3244	8487	3426	285	6839	62083

附錄十、工作團隊及人員配置

本團隊（東海大學生態與環境研究中心）有多年的濕地調查經驗，團隊共計 12 人，依照計畫執行項目與工作範疇如下表所示。

類別	姓名	職稱	服務單位	擬任工作內容	相關經歷與專長
計畫主持人	林惠真	教授	東海大學生命科學系	計畫統籌與執行進度調控	水域生物學、濕地生態學
協同主持人	王筱雯	教授	成功大學水利及海洋工程學系	水文水路相關調查研究分析	河川復育、環境規劃與評估、生態水利學
協同主持人	邱郁文	副教授	嘉義大學生物資源學系暨研究所	軟體動物、多毛類相關調查研究分析	軟體動物學、濕地生物及生態、生態檢核
研究助理	曾于芳、鄭怡如、謝瑀、丁偉峻	助理	東海大學生命科學系	濕地生態調查與監測	濕地野外作業、底棲動物調查、資料處理、統計分析
研究助理	曾廣瑜、洪昆瑯、謝韻婷、黃崇鑫、	博士生	東海大學生命科學系	濕地生態調查與監測	濕地野外作業、底棲動物調查
研究助理	蔣忠祐	博士生	東海大學生命科學系	濕地鳥類調查與監測	濕地鳥類調查作業、鳥類數據分析