

# 2022 嘉義布袋鹽灘地 基礎調查

## 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
貳、 工作項目與實施方法與步驟.....	3
一、 水質調查.....	3
(一) 調查項目.....	3
(二) 調查頻率.....	3
(三) 調查方法.....	4
二、 底質調查.....	5
(一) 調查項目.....	5
(二) 調查頻率.....	6
(三) 調查方法.....	6
三、 生物調查.....	6
(一) 水域生物調查.....	6
四、 歷年數據資料分析.....	7
參、 工作時程安排.....	8
肆、 基礎調查資料與結果.....	8
一、 年度水質調查結果.....	8
二、 年度生物調查結果.....	17
(一) 水域生物調查.....	17
三、 年度底質八大重金屬調查結果.....	27
伍、 歷年數據資料彙整結果.....	30
一、 水質歷年資料分析.....	30
二、 水域生物歷年資料分析.....	32
陸、 期末總結.....	39
柒、 討論與評估.....	41
捌、 引用文獻資料.....	42

# 圖目錄

圖一、111 年之計畫樣區採樣點配置圖 .....	2
圖二、布袋鹽田濕地第八區鳥類調查分區與位點圖 .....	3
圖三、樣點 BD815 之採樣情形 .....	9
圖四、樣點 BD811 之採樣情形 .....	9
圖五、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月水中懸浮固體結果圖 .....	16
圖六、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月水中含高鹵離子化學需氧量之結果圖 .....	16
圖七、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月水中生化需氧量結果圖 .....	17
圖八、布袋鹽田濕地第八區第一季（111 年 3 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖 .....	20
圖九、布袋鹽田濕地第八區第二季（111 年 6 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖 .....	21
圖十、布袋鹽田濕地第八區第三季（111 年 8 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖 .....	21
圖十一、布袋鹽田濕地第八區第三季（111 年 11 月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖 .....	22
圖十二、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鎘濃度推估圖 .....	28
圖十三、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鎳濃度推估圖 .....	28
圖十四、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鉻濃度推估圖 .....	29
圖十五、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鋅濃度推估圖 .....	29
圖十六、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鉛濃度推估圖 .....	29
圖十七、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥銅濃度推估圖 .....	29
圖十八、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥砷濃度推估圖 .....	30
圖十九、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥汞濃度推估圖 .....	30
圖二十、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析圖 .....	31
圖二十一、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年水體採樣送驗結果主成分分析圖 .....	32
圖二十二、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年各季之魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖 .....	35
圖二十三、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年之螺、貝與多毛類數量柱狀圖 .....	38

# 表目錄

表一、111 年度布袋鹽田八區之樣點編號與調查項目 .....	2
表二、重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準 .....	5
表三、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第一季（111 年 3 月）結果 .....	10
表四、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第二季（111 年 6 月）結果 .....	11
表五、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第三季（111 年 8 月）結果 .....	12
表六、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第四季（111 年 11 月）結果 .....	13
表七、布袋鹽田濕地第八區水質送驗項目第一次（111 年 3 月）結果 .....	14
表八、布袋鹽田濕地第八區水質送驗項目第一次（111 年 8 月）結果 .....	15
表九、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第一季（111 年 3 月）結果 .....	18
表十、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第二季（111 年 6 月）結果 .....	19
表十一、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第三季（111 年 8 月）結果 .....	19
表十二、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第四季（111 年 11 月）結果 .....	20
表十三、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第一季（111 年 3 月）結果 .....	24
表十四、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第二季（111 年 6 月）結果 .....	25
表十五、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第三季（111 年 8 月）結果 .....	26
表十六、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第四季（111 年 11 月）結果 .....	27
表十七、布袋鹽田濕地第八區底泥重金屬檢測（111 年 3 月）結果 .....	28
表十八、以 PERMANOVA 分析布袋八區 107 年至 111 年魚、蝦與蟹類組成於年份與季別間差異之統計結果 .....	33
表十九、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第一季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果 .....	34
表二十、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第二季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果 .....	34
表二十一、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第三季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果 .....	34
表二十二、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第四季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果 .....	34
表二十三、以 PERMANOVA 分析布袋八區 107 年至 111 年螺、貝與多毛類組成於年份與季別間差異之統計結果 .....	36
表二十四、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第一季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果 .....	36
表二十五、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第二季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果 .....	37
表二十六、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第三季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果 .....	37
表二十七、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第四季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果 .....	37

## 壹、 調查範圍

本案之調查計畫整體範圍為嘉義布袋鹽田第八區全區(圖一)，本團隊自 107 年 5 月起，依不同工程進度，執行該區之生態與環境調查。由於過去在此區周邊之相關生態與環境調查甚少，且生態調查部份的樣點數量亦不多(施上粟，2014；施上粟、黃國文、黃志偉、洪崇航、任秀慧，2016；財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會，2006；國立成功大學，2016；經濟部水利署水利規劃試驗所，2013)，因此自 107 年 5 月起，本案於此區的計畫，於生態調查項目的樣點數量，共計設置十處，期以對該區之生物資源有所了解，以建置環境背景資料。因著工程進度與環境變化，今年(111 年)的調查目的，在保留區內人工島坡度調降的關係而有所調整。人工島坡度降低工程於 111 年 1 月施工，為期 16 天。主要目的為減少水鳥的視野屏障。為了解此項作業對於水鳥的影響，今年度在環境與生物基礎調查的樣點部分因此而有所調整，調整之調查項目、樣點與頻度如以下所示：

調查項目與樣點部分，全區的調查樣點分布如圖一所示。今年(111 年)依據鳥類調查的樣點進行其他調查項目之樣點規劃。相對應之水質與水域生物調查樣點調整如下：保留區內樣點共計 5 個(BD802、BD805、BD813、BD814 和 BD815)；1 個參考點(BD811)。在底質八大重金屬的部分，則維持過去監測樣點共計 10 個(BD802、BD804、BD805、BD806、BD807、BD808、BD809、BD810 和 BD813，以及 1 處參考點 BD811)。詳細之樣點與調查項目如表一所示；鳥類調查分區與位點如圖二所示。

調查頻度部分，水質調查分為現場水質監測與採樣送驗，頻度為每半年一次；水域生物調查為每季一次，調查項目包含水域魚、蝦、蟹、螺、貝、多毛類；底質八大重金屬為隔年採樣，一年一次(111 年 3 月份採樣)。



圖一、111年之計畫樣區採樣點配置圖。黃框為保留區，藍框為光電板架設電廠區域。

表一、111年度布袋鹽田八區之樣點編號與調查項目

樣點編號	所屬鳥類調查樣區	調查項目
BD802	A1 區	水質監測、水域生物調查、底泥/土壤重金屬
BD804		底泥/土壤重金屬
BD805	B 區 (人工島區)	水質監測、水域生物調查、底泥/土壤重金屬
BD806		底泥/土壤重金屬
BD807		底泥/土壤重金屬
BD808		底泥/土壤重金屬
BD809		底泥/土壤重金屬
BD810		底泥/土壤重金屬
BD811	參考點	水質監測、水域生物調查、底泥/土壤重金屬
BD813	A2-1、A2-2	水質監測、水域生物調查、底泥/土壤重金屬
BD814	A2-3 至 A2-9	水質監測、水域生物調查
BD815	B 區 (人工島以外區)	水質監測、水域生物調查



圖二、布袋鹽田濕地第八區鳥類調查分區與位點圖

## 貳、工作項目與實施方法與步驟

### 一、水質調查

#### (一) 調查項目：

水質現場量測、水質送驗。

#### (二) 調查頻率：

半年1次，共計2次。

### (三) 調查方法：

現場量測部份，以手持式多參數水質監測儀 (HORIBA U-50, JAPAN) 記錄水質狀況。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 ( $\sigma_t$ ) 等十一項水質監測項目。

水質送驗部分，依現地狀況，在水體足夠的情況下，每樣點採集 15L 水樣後送驗。將現地採集之水體，依行政院環境保護署環境檢驗所公告之規範辦理，轉送合格之檢驗單位進行水質檢驗。送驗項目包括，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。最後，參考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，評估各送驗項目有無超標 (表二)。

#### 1. 總氮 (Total nitrogen, TN)

包含下列四種：氨氮 (Ammonia nitrogen)、凱氏氮 (Kjeldahl nitrogen)、硝酸鹽氮 (Nitrate nitrogen)、亞硝酸鹽氮 (Nitrite nitrogen)。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 W104.52C) 辦理。檢測方法為依照環檢所之標準方法：水中總氮檢測方法 (NIEA W423.52C) 進行檢測。

#### 2. 總磷 (Total phosphorus, TP)

採樣步驟參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則 (NIEA W104.52C) 辦理。採樣後水樣酸化並保存於  $4\pm 2^\circ\text{C}$  暗處，樣品於七天內依環檢所標準方法：水中磷檢測方法—分光光度計/維生素丙法 (NIEA W427.53B) 進行檢測。

#### 3. 生化需氧量 (Biochemical oxygen demand, BOD)

採樣步驟參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則 (NIEA W104.52C) 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：水中生化需氧量檢測方法 (NIEA W510.55B) 進行檢測。



#### 4. 化學需氧量 (Chemical oxygen demand, COD)

採樣步驟參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則 (NIEA W104.52C) 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—重鉻酸鉀迴流法 (NIEA W515.55A) 進行檢測。

#### 5. 懸浮固體 (Suspended solids, SS)

採樣步驟參考河川、湖泊及水庫水質採樣通則 (NIEA W104.52C) 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。

表二、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。			

## 二、底質調查

### (一) 調查項目：

底泥/土壤重金屬調查。

(二) 調查頻率：

隔年施做，每年一次。

(三) 調查方法：

底泥/土壤重金屬監測項目為砷 (As)、鎘 (Cd)、鉻 (Cr)、銅 (Cu)、汞 (Hg)、鎳 (Ni)、鉛 (Pb)、鋅 (Zn) 共八種。依據環保署公告的土壤採樣方法 (NIEA S102.64B) 及底泥採樣方法 (NIEA S104.32B) 進行採樣。

採樣方式為，在樣點處隨機選擇三處，各採取表層 0 至 15 公分的樣品後徹底混合，取 600 至 1000 克之混樣後樣品，以密封袋裝袋保存。樣品於採樣後保存在 4°C 以下，於採樣當日送至環檢所認證之檢驗單位進行檢測。

各樣點所採集之土樣，其檢測方法依環檢所標準方法執行，以廢棄物及底泥中金屬檢測方法—酸消化法 (NIEA M353.02C) 處理後以感應耦合電漿原子發射光譜法 (NIEA M104.02C) 分析。

八種重金屬樣品各分析方法如下：

六大重金屬：王水消化法/感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP-OES)

砷：砷化氫原子吸收光譜法/火焰原子吸收光譜儀

汞：熱分解汞齊原子吸收光譜法/汞分析

水質與底質之樣品送驗單位資料如下所示：

檢驗單位：佳美檢驗科技股份有限公司 (<http://www.cmit.com.tw/>)

佳美環境科技股份有限公司檢驗室—機構基本資料查詢網址：

(<https://www.epa.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=168814DC03DEAB2D>)

佳美環境科技股份有限公司檢驗室—許可檢驗類別查詢網址：

(<https://www.epa.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=6C0826180D3765D9>)

### 三、生物調查

(一) 水域生物調查

1. 調查項目：

魚、蝦、蟹類、螺貝類與多毛類

2. 調查頻率：

一季一次，共計四次。

3. 調查方法：

每季調查一次，每年共計進行四次。本案調查樣區多為沙泥底質，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。

3-1 魚、蝦、蟹類

此類採用陷阱誘捕法，在十個樣點周圍區域各設置兩個蝦籠（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，佈設一天一夜後收回，記錄誘捕到的生物種類、數量及重量。物種鑑定依據為臺灣物種名錄、臺灣魚類資料庫。

3-2 螺貝類與多毛類

此類採用定量過篩法，在採集時將自製之 PVC 採土管打入土壤中，於各樣點分別採取直徑 10 公分、高 10-15 公分之土壤立方柱。土壤於現地進行過篩，篩出之螺貝及多毛類物種以薄荷腦進行麻醉，並倒入 4 % 福馬林進行固定後，攜回實驗室，並置於顯微鏡下進行物種鑑定。物種鑑定依據為臺灣物種名錄、臺灣貝類資料庫。

四、歷年數據資料分析

過去對於水鳥隻次與水域生物間是否有關聯性，一直未能有長期調查數據進行分析。自 108 年以來，本團隊於布袋鹽田第八區保留區累積近四年的調查數據後，今年度擬試以多變量統計分析方法進行數據分析，解析布袋鹽田第八區保留區內來訪之水鳥隻次、該區水域生物與水位高低之間的關係，以期能了解水鳥與水域生物間的交互作用。

### 參、工作時程安排

時間 工作項目	111												112
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
土壤/底泥重金屬調查													
水質調查(現場量測)						△							
水質調查(水體送驗)													
生物調查- 魚、蝦、蟹類						△							
生物調查- 螺、貝、多毛類						△							
歷年數據資料分析													
報告撰寫 <sup>(1)</sup>													

(1) 考量到調查結束後數據分析時程，本規劃案預計 111/07 繳交期中報告書、111/09 繳交預計投稿之論文初稿、112/01 繳交期末報告書。

(2) 「△」為實際調查執行月份。原定於 111/05 執行之各項調查，因調查人員確診，故延後至 111/06 執行。

### 肆、基礎調查資料與結果

今年(111年)之工作進度，目前已完成四季水質及生物之基礎調查，以及於5月完成本年度之1次底質採樣。各調查項目之分析調查結果如下分項說明：

#### 一、年度水質調查結果

水質調查分為水質現場量測與水質採樣送驗兩部分，水質現場量測已完成四季調查(111年3、6、8與11月)，水質採樣送驗已完成兩次調查(111年3及8月)。水質量測與採樣送驗共計6個樣點(BD802、BD805、BD811、BD813、BD814和BD815)，如圖一所示。

水質現場量測部分，四季之各項現場量測結果如表三至表六所示。四季多數樣點之溶氧量有偏高之情形，且水體呈現綠色(圖三與圖四)，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)。pH值部分，四季各樣點之pH值介於8.1-8.8之間，屬於弱鹼性。鹽度與總固形

物部分，第二季（111年6月）各樣點間之濃度皆低於其他三季，推測可能與降雨量有關係（111年2月28號至3月29日降雨量：66.5 mm；111年5月13號至6月13日降雨量：485.5 mm；111年7月23號至8月23日降雨量：119.5 mm；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111年5月至6月之當地降雨量遠遠高於其他月份，推測此為水體鹽度與總固形物濃度在第二季呈現較低的原因之一。氧化還原電位部分，四季各樣點之數值大致上為正值，代表呈現氧化態，如表三至表六所示。

水體採樣送驗結果部分，依計畫書之規劃，於第一季（111年3月）與第三季（111年8月）進行水體採樣送驗，各項檢測值如表七與表八所示。依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（表二），第一季送驗結果顯示各樣點間懸浮固體、含高鹵離子化學需氧量與生化需氧量高於地方級濕地標準，其餘檢測項目皆符合地方級濕地標準；第三季送驗結果顯示，各樣點間懸浮固體皆高於地方級濕地標準，含高鹵離子化學需氧量除樣點BD811外，其餘樣點皆高於地方級濕地標準，如圖五至圖七所示。



圖三、樣點BD815之採樣情形



圖四、樣點BD811之採樣情形

表三、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第一季（111年3月）結果

項目\樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
溫度 (°C)	22.1	23.3	21.5	23.6	23.0	23.8
酸鹼度 (pH)	8.4	8.5	8.3	8.6	8.6	8.5
氫離子濃度 (mV)	-85.3	-90.0	-77.0	-95.0	-94.0	-92.0
氧化還原電位 (mV)	-22.0	111.0	71.7	53.7	96.3	110.3
導電度 (mS/cm)	23.8	33.1	26.5	24.7	24.4	34.4
濁度 (NTU)	300.3	489.3	562.0	215.0	228.7	317.7
溶氧量 (mg/L)	8.7	12.1	7.6	10.1	10.0	11.6
溶氧度 (%)	110.4	162.8	97.1	132.3	128.9	159.0
總固形物 (g/L)	14.8	20.2	16.4	15.3	15.2	21.0
鹽度 (psu)	14.4	20.7	16.2	15.0	14.8	21.6
海水比重 ( $\sigma_t$ )	8.8	13.2	10.2	8.8	8.9	13.7

表四、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第二季（111年6月）結果

項目\樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
溫度 (°C)	32.1	31.8	33.8	33.7	33.0	33.3
酸鹼度 (pH)	8.2	8.8	8.7	8.7	8.7	8.7
氫離子濃度 (mV)	-73.3	-104.0	-100.3	-104.0	-103.0	-103.0
氧化還原電位 (mV)	81.7	98.0	-61.8	52.0	88.7	100.8
導電度 (mS/cm)	14.9	14.6	12.5	13.0	12.9	14.3
濁度 (NTU)	61.5	155.7	291.8	239.0	135.7	185.0
溶氧量 (mg/L)	10.5	7.9	10.2	10.1	8.8	8.0
溶氧度 (%)	151.1	112.5	148.6	147.1	127.4	117.0
總固形物 (g/L)	9.2	9.0	7.7	8.1	8.0	8.8
鹽度 (psu)	8.6	8.4	7.1	7.5	7.3	8.2
海水比重 ( $\sigma_t$ )	1.6	1.6	0.0	0.2	0.4	0.9

表五、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第三季（111年8月）結果

項目\樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
溫度 (°C)	35.6	34.2	35.7	37.8	35.8	36.4
酸鹼度 (pH)	8.7	8.6	8.5	8.7	8.6	8.7
氫離子濃度 (mV)	-103.7	-95.0	-89.0	-104.3	-99.0	-103.0
氧化還原電位 (mV)	-16.3	85.0	40.5	51.0	80.7	63.3
導電度 (mS/cm)	19.9	22.5	19.6	21.1	20.8	22.4
濁度 (NTU)	180.0	131.3	128.0	322.0	274.0	215.7
溶氧量 (mg/L)	7.7	10.3	7.7	9.1	8.8	9.9
溶氧度 (%)	118.0	156.7	119.2	145.2	135.9	154.7
總固形物 (g/L)	12.3	14.0	12.1	13.1	12.9	13.9
鹽度 (psu)	11.8	13.5	11.6	12.6	12.4	13.4
海水比重 ( $\sigma_t$ )	2.8	4.5	2.6	2.6	3.1	3.7



表六、布袋鹽田濕地第八區水質現場量測第四季（111年11月）結果

項目\樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
溫度 (°C)	27.8	26.3	27.0	29.5	29.7	27.5
酸鹼度 (pH)	8.4	8.4	8.1	8.5	8.6	8.4
氫離子濃度 (mV)	-84.0	-82.0	-65.0	-90.0	-92.0	-84.0
氧化還原電位 (mV)	120.0	89.3	119.3	94.0	86.3	73.0
導電度 (mS/cm)	49.9	56.8	36.8	50.0	50.6	57.5
濁度 (NTU)	94.8	182.0	50.0	233.0	267.7	444.0
溶氧量 (mg/L)	5.6	9.9	3.8	11.4	9.2	9.4
溶氧度 (%)	87.9	156.5	55.3	182.1	147.7	150.9
總固形物 (g/L)	30.4	34.1	22.5	30.2	30.4	34.5
鹽度 (psu)	32.7	37.8	23.3	32.8	33.2	38.3
海水比重 ( $\sigma_t$ )	20.9	25.2	14.1	20.4	20.7	25.2

表七、布袋鹽田濕地第八區水質送驗項目第一次（111年3月）結果

項目 (mg/L)	樣點編號					
	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
懸浮固體	<u>54.2</u>	<u>383.0</u>	<u>47.0</u>	<u>60.2</u>	<u>118.0</u>	<u>49.8</u>
含高鹵離子化學需氧量 <sup>(1)</sup>	<u>106.0</u>	<u>115.0</u>	<u>104.0</u>	<u>120.0</u>	<u>119.0</u>	<u>108.0</u>
生化需氧量	<u>33.8</u>	<u>33.3</u>	<u>30.1</u>	<u>35.3</u>	<u>35.8</u>	<u>34.8</u>
氨氮	0.20	0.07	0.15	0.18	0.17	0.07
硝酸鹽氮	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
亞硝酸鹽氮 <sup>(2)</sup>	0.0028	0.0035	0.0023	0.0033	0.0024	0.003
凱氏氮 <sup>(2)</sup>	2.23	2.48	5.61	5.18	2.53	2.56
總氮 <sup>(2)</sup>	2.26	2.50	5.63	5.20	2.54	2.57
總磷	0.732	0.388	0.882	0.742	0.803	0.434

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

（2）表此測項目前無明定管制標準

（3）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

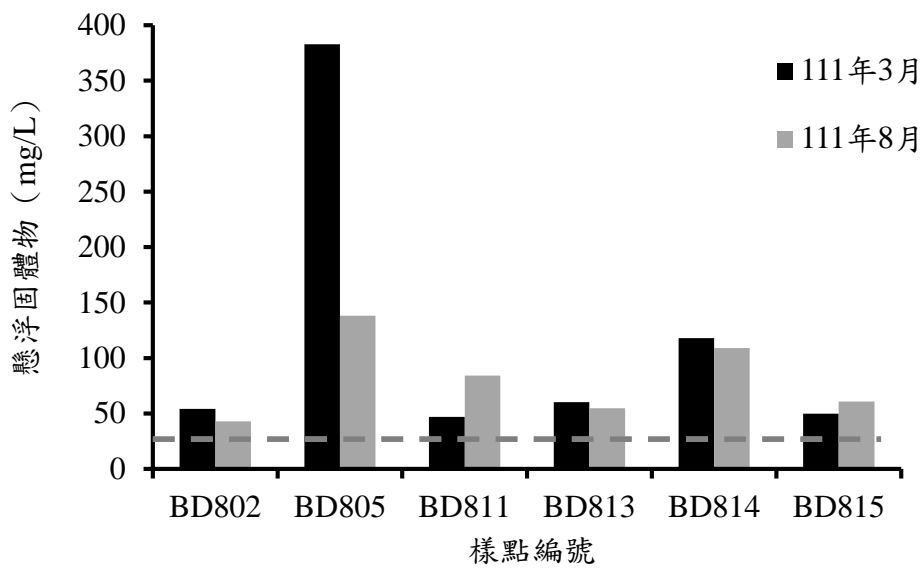
表八、布袋鹽田濕地第八區水質送驗項目第一次（111年8月）結果

項目 (mg/L)	樣點編號					
	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
懸浮固體	<u>42.8</u>	<u>138</u>	<u>84.2</u>	<u>54.8</u>	<u>109</u>	<u>60.8</u>
含高鹵離子化學需氧量 <sup>(1)</sup>	<u>100</u>	<u>107</u>	64.2	<u>114</u>	<u>106</u>	<u>118</u>
生化需氧量	21.8	24.3	13.5	20.1	21.6	20.1
氨氮	0.21	0.21	0.12	0.23	0.19	0.2
硝酸鹽氮	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09
亞硝酸鹽氮 <sup>(2)</sup>	0.0015	0.0021	0.0023	0.0019	0.0019	0.002
凱氏氮 <sup>(2)</sup>	3.46	2.84	1.33	2.06	3.99	2.96
總氮 <sup>(2)</sup>	3.56	2.93	1.42	2.15	4.07	3.05
總磷	0.46	0.392	1.03	0.624	0.586	0.364

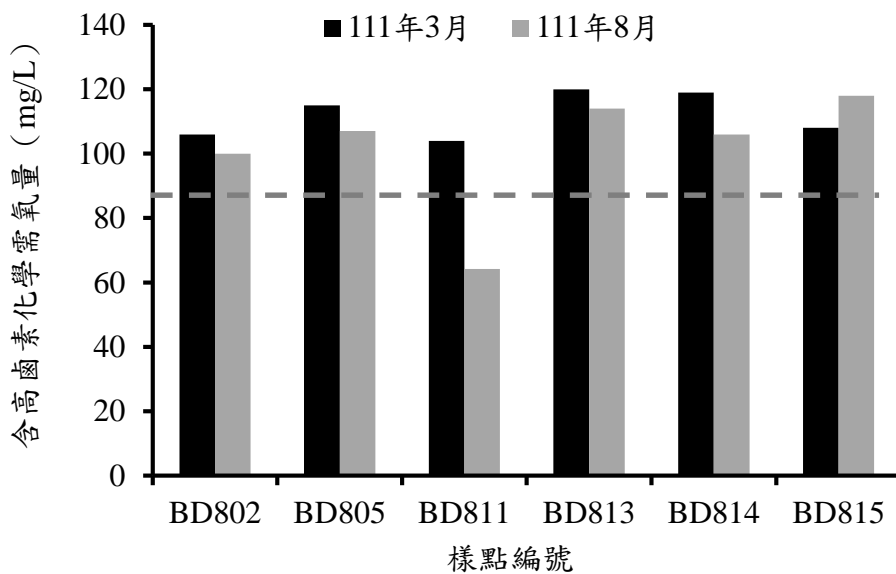
註：（1）化學需氧量依水中氯離子含量多寡以不同方式檢測並表示，水中氯離子為 2000 mg/L 以下時，以化學需氧量表示；水中氯離子為 2000 mg/L 以上時則以含高鹵離子化學需氧量表示

（2）表此測項目前無明定管制標準

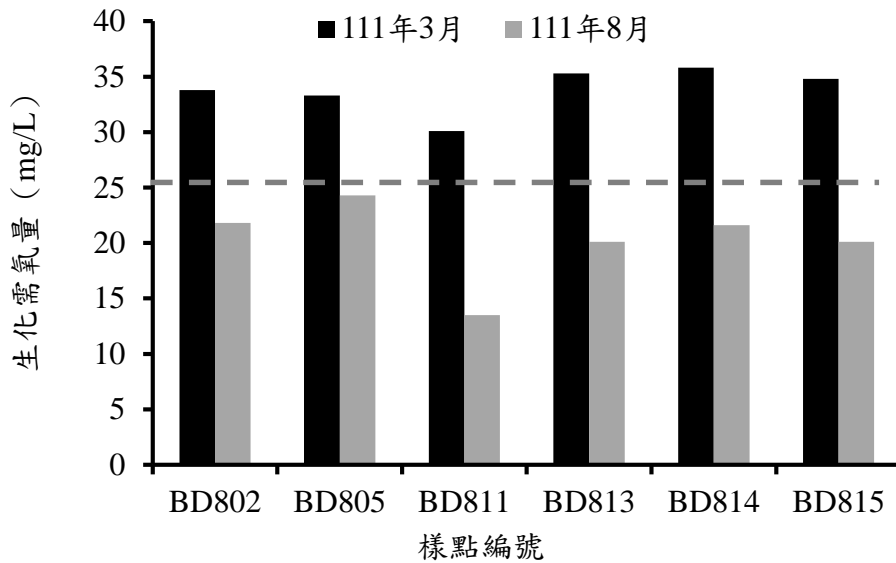
（3）數值以底線表示者，為超過重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入之標準中地方級濕地標準之樣點



圖五、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月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)。



圖六、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月水中含高鹵離子化學需氧量之結果圖。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)。



圖七、布袋鹽田濕地第八區 111 年 3 月與 8 月水中生化需氧量結果圖。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 (25.5 mg/L)。

## 二、年度生物調查結果

### (一) 水域生物調查

#### 1. 魚蝦蟹類

魚蝦蟹生物調查已完成四季調查(111 年 3 月、6 月、8 月與 11 月)，共計調查 6 個樣點(BD802、BD805、BD811、BD813、BD814 和 BD815)，如圖一所示。

第一季(111 年 3 月)調查記錄到魚、蝦、蟹類共 3 科 5 種，各樣點間調查到的魚、蝦、蟹類物種數與個體數各有差異，如表九所示。樣點 BD805 與 BD813 所調查到的魚蝦蟹個體數最多，分別為 47 與 51 隻次；樣點 BD813 所調查到的魚蝦蟹種類數最多，為 3 種；樣點 BD811 所調查到的魚蝦蟹種類數與數量皆為最少，為 1 種與 1 隻次。本季之優勢種為五鬚蝦 (*Exopalaemon orientis*，約佔 85.63%)。在各樣點魚、蝦、蟹類生物量部分，本季生物量最高的是樣點 BD805，如圖八所示。

第二季(111 年 6 月)調查記錄到魚、蝦、蟹類共 4 科 5 種，主要的優勢種為大肚魚(*Gambusia affinis*，約佔 58.54%)，主要記錄於樣點 BD813；其次為五鬚蝦(約佔 30.81%)，主要記錄於樣點 BD802 與 BD815，如表十所示。樣點 BD813 所調查到的魚蝦蟹個體數最多，為 170 隻次；樣點 BD805 所調查到的魚蝦蟹個體數為最少，為 16 隻次。樣點 BD813 所

調查到的魚蝦蟹數量與生物量於本季中最高，與記錄到較多大肚魚有關，如圖九所示。

第三季（111年8月）調查記錄到魚、蝦與蟹類共4科7種，主要的優勢種為大肚魚（約佔80.37%），主要記錄於樣點BD813；其次為帆鰭摩利魚（*Poecilia velifera*，約佔14.32%），主要記錄於樣點BD813，如表十一所示。樣點BD813所調查到的魚蝦蟹個體數最多，為312隻次；樣點BD805所調查到的魚蝦蟹個體數為最少，為18隻次；樣點BD802與BD815所調查到的魚蝦蟹物種數為最高，為5種；樣點BD813所調查到的魚蝦蟹物種數為最少，為2種。樣點BD802與BD813所調查到的魚蝦蟹數量與生物量於本季中最高，與記錄到較多大肚魚和帆鰭摩利魚有關，如圖十所示。

第四季（111年11月）調查記錄到魚、蝦與蟹類共4科5種，主要的優勢種為大肚魚（約佔81.29%），主要記錄於樣點BD813與BD814；其次為帆鰭摩利魚（約佔13.43%），主要記錄於樣點BD813，如表十二所示。樣點BD813所調查到的魚蝦蟹個體數最多，為206隻次；樣點BD805與BD811所調查到的魚蝦蟹個體數為最少，各為3隻次；樣點BD813所調查到的魚蝦蟹物種數為最高，為4種；樣點BD802與BD805所調查到的魚蝦蟹物種數為最少，各為1種。樣點BD813所調查到的魚蝦蟹數量與生物量於本季中最高，與記錄到較多的大肚魚和帆鰭摩利魚有關，如圖十一所示。

表九、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第一季（111年3月）結果

		單位：(隻次)					
物種科名	物種中文名/學名	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
花鱗科	大肚魚	0	0	0	16	0	0
	<i>Gambusia affinis</i>						
	帆鰭摩利魚	0	0	0	3	0	0
	<i>Poecilia velifera</i>						
鰕虎科	清尾鰕鰕虎	2	0	1	0	0	0
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>						
	縱紋擬鰕鰕虎	0	0	0	0	0	2
	<i>Pseudigobius sp.3</i>						
長臂蝦科	五鬚蝦	9	47	0	32	25	30
	<i>Exopalaemon orientis</i>						
	物種數	2	1	1	3	1	2
	個體數	11	47	1	51	25	32

表十、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、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	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
花鱗科	大肚魚	2	3	30	148	13	13
	<i>Gambusia affinis</i>						
慈鯛科	帆鰭摩利魚	3	0	6	9	0	1
	<i>Poecilia velifera</i>						
慈鯛科	吳郭魚	2	1	0	1	0	0
	<i>Oreochromis spp.</i>						
長臂蝦科	五鬚蝦	27	8	2	12	12	49
	<i>Exopalaemon orientis</i>						
鰕虎科	清尾鰕鰂虎	0	4	2	0	6	3
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>						
	物種數	4	4	4	4	3	4
	個體數	34	16	40	170	31	66

表十一、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第三季（111年8月）結果

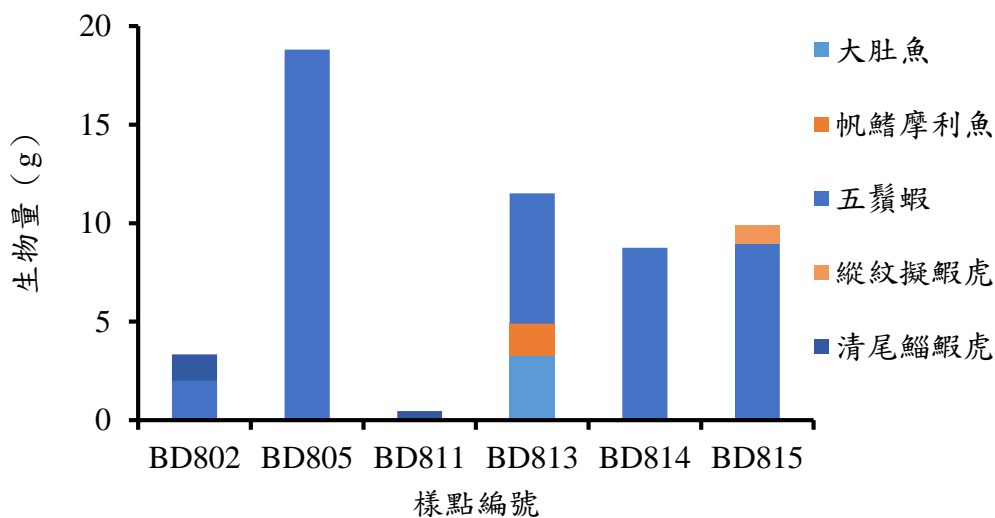
單位：(隻次)

物種科名	物種中文名/學名	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
花鱗科	大肚魚	139	0	128	234	159	81
	<i>Gambusia affinis</i>						
鰕虎科	帆鰭摩利魚	25	0	0	78	3	26
	<i>Poecilia velifera</i>						
鰕虎科	清尾鰕鰂虎	5	0	2	0	0	6
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>						
	縱紋擬鰕鰂虎	0	1	0	0	0	0
	<i>Pseudigobius sp.3</i>						
慈鯛科	爪哇擬鰕鰂虎	0	2	0	0	1	0
	<i>Pseudogobius javanicus</i>						
慈鯛科	吳郭魚	1	0	0	0	0	1
	<i>Oreochromis spp.</i>						
長臂蝦科	五鬚蝦	9	15	1	0	2	3
	<i>Exopalaemon orientis</i>						
	物種數	5	3	3	2	4	5
	個體數	179	18	131	312	165	117

表十二、布袋鹽田濕地第八區各樣點魚、蝦、蟹類調查第四季（111年11月）結果

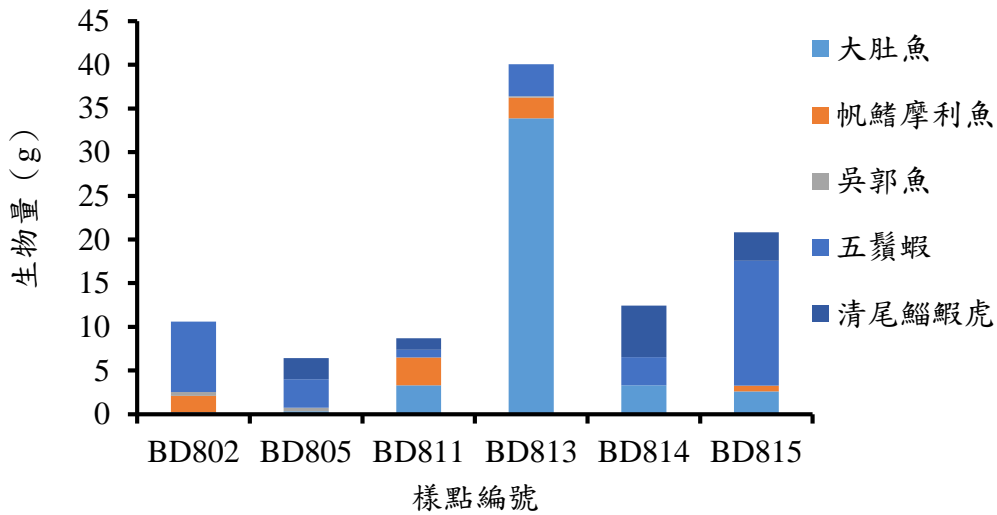
單位：(隻次)

物種科名	物種中文名/學名	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
花鱗科	大肚魚	0	0	1	156	144	38
	<i>Gambusia affinis</i>						
帆鰭摩利魚	帆鰭摩利魚	0	0	2	38	10	6
	<i>Poecilia velifera</i>						
鰕虎科	清尾鰕鰕虎	0	0	0	10	0	3
	<i>Mugilogobius cavifrons</i>						
慈鯛科	吳郭魚	0	0	0	2	0	0
	<i>Oreochromis spp.</i>						
長臂蝦科	五鬚蝦	4	3	0	0	0	0
	<i>Exopalaemon orientis</i>						
	物種數	1	1	2	4	2	3
	個體數	4	3	3	206	154	47

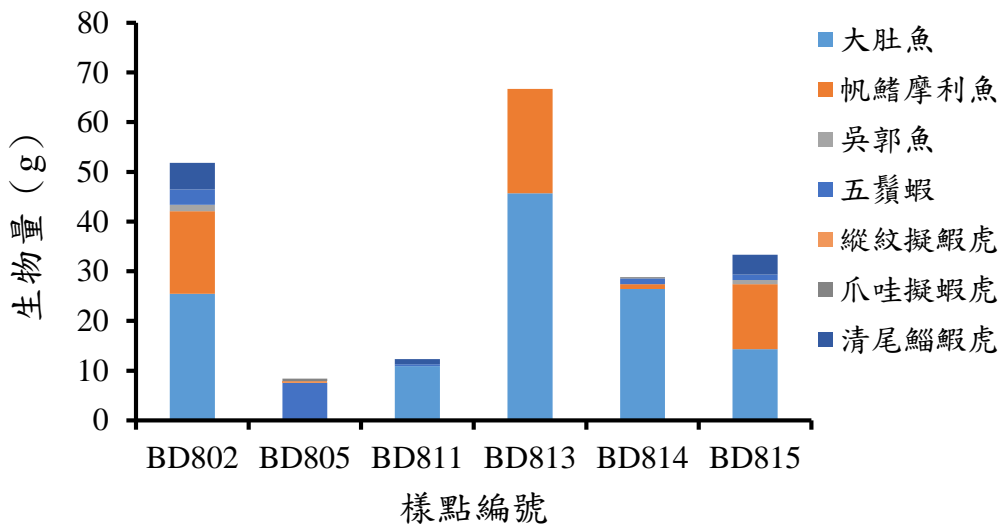


圖八、布袋鹽田濕地第八區第一季（111年3月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖

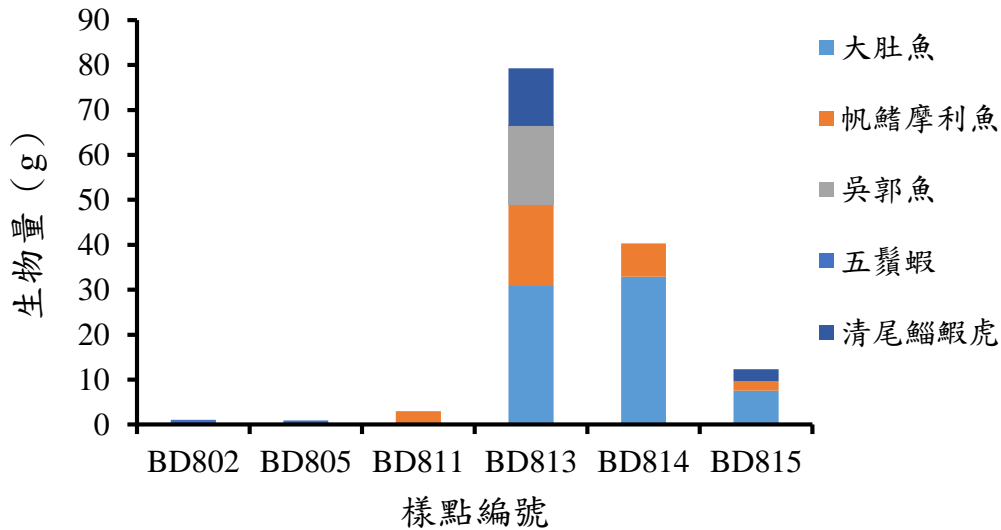




圖九、布袋鹽田濕地第八區第二季（111年6月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖



圖十、布袋鹽田濕地第八區第三季（111年8月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖



圖十一、布袋鹽田濕地第八區第三季（111年11月）魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖

## 2. 螺、貝類與多毛類

螺、貝與多毛類調查已完成 111 年度之四季調查（3 月、6 月、8 月及 11 月），共計調查 6 個樣點（BD802、BD805、BD811、BD813、BD814 和 BD815），位置如圖一所示。跳蝦科 (*Talitridae*) 與搖蚊屬 (*Chironomus*) 雖不屬於螺、貝與多毛類，但由於仍被本計畫之螺、貝類與多毛類之採樣調查方法所記錄到，且可能被水鳥和魚類所捕食，因此亦將其納入討論。

第一季（111 年 3 月）調查，共記錄螺、貝與多毛類 5 科 5 屬 3 種。由於有些物種樣本破碎，僅能辨認至科或屬，因此以科或屬作為表示，如表十三所示。樣點 B811 沒有記錄到任何螺、貝與多毛類。本季優勢物種為腺帶刺沙蠶 (*Neanthes glandicineta*，約 72.4%)，除樣點 BD811 無發現外，其餘樣點皆有其紀錄。白腺纓鰓蟲 (*Laonome albicingillum*) 僅於樣點 BD805 有記錄到；角才女蟲 (*Polydora cornuta*) 僅於樣點 BD802 有記錄到；偽才女蟲屬 (*Pesudopolydora*) 僅於樣點 BD815 有記錄到；跳蝦科僅於樣點 BD805 有記錄到；搖蚊屬僅於樣點 BD802 有記錄到。樣點 BD802 與 BD805 所調查到的種類數最多，為 3 種；樣點 BD805 所調查到的個體數最多，為 2526.48 隻/每平方公尺。

第二季（111 年 6 月）調查，共記錄螺、貝與多毛類 7 科 6 屬 3 種，由於有些物種樣本破碎，僅能辨認至科或屬，因此以科或屬作為表示，如表十四所示。本季優勢物種同第一季，為腺帶刺沙蠶（約 57.8%）、其次

為白腺纓鰓蟲(約 23.3%)。樣點 BD805 所記錄到之稚齒蟲屬(*Prionospio* sp.) 為本計畫首次發現。小頭蟲屬(*Capitella* sp.) 僅於樣點 BD811 有其紀錄；角才女蟲僅於樣點 BD815 有記錄到；搖蚊屬僅於樣點 BD805 與 BD811 有記錄到。樣點 BD805 與 BD815 所調查到的種類數皆最多，為 4 種；樣點 BD805 與 BD815 所調查到的個體數皆最多，為 1193.06 隻/每平方公尺與 1087.79 隻/每平方公尺。樣點 BD802、BD811 與 BD813 所記錄到每平方公尺的個體數明顯低於其他樣點。

第三季(111 年 8 月)調查，共記錄螺、貝與多毛類 4 科 3 屬 4 種，如表十五所示。樣點 B811 沒有記錄到任何螺、貝與多毛類。本季優勢物種同第一季，為腺帶刺沙蠶(約 45.8%)、其次為白腺纓鰓蟲(約 33.3%)。角才女蟲僅於樣點 BD815 有記錄到；截尾薄殼蛤(*Laternula anatina*) 僅於樣點 BD815 有記錄到。樣點 BD815 所調查到的種類數與個體數皆最多，為 4 種與 1087.79 隻/每平方公尺。

第四季(111 年 11 月)調查，共記錄螺、貝與多毛類 6 科 5 屬 3 種，由於有些物種樣本破碎，僅能辨認至科或屬，因此以科或屬作為表示，如表十六所示。本季優勢物種同第一季，為腺帶刺沙蠶(約 60.7%)、其次為白腺纓鰓蟲(約 24.6%)。小頭蟲屬僅於樣點 BD811 有紀錄到；跳蝦科僅於樣點 BD802 有記錄到；搖蚊屬僅於樣點 BD811 有記錄到。樣點 BD815 所調查到的個體數最多，為 842.16 隻/每平方公尺。

表十三、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第一季（111年3月）結果

單位：(個體數/平方公尺)

物種/樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
環節動物門 (Annelida)						
沙蠶科 (Nereididae)						
刺沙蠶屬 ( <i>Neanthes</i> )						
腺帶刺沙蠶 <i>Neanthes glandicineta</i>	140.36	1193.06	0	1368.51	1333.42	666.71
纓鰓蟲科 (Sabellidae)						
纓鰓蟲屬 ( <i>Laonome</i> )						
白腺纓鰓蟲 <i>Laonome albicingillum</i>	0	631.62	0	0	0	0
海稚蟲科 (Spionidae)						
才女蟲屬 ( <i>Polydora</i> )						
角才女蟲 <i>Polydora cornuta</i>	350.9	0	0	0	0	0
偽才女蟲屬 ( <i>Pesudopolydora</i> )	0	0	0	0	0	70.18
節肢動物門 (Arthropoda)						
軟甲綱 (Malacostraca)						
端足目 (Amphipoda)						
跳蝦科 (Talitridae)	0	701.8	0	0	0	0
搖蚊科 (Chironomidae)						
搖蚊屬 ( <i>Chironomus</i> )	35.09	0	0	0	0	0
種類數	3	3	0	1	1	2
個體數	526.35	2526.48	0	1368.51	1333.42	736.89

表十四、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第二季（111年6月）結果

單位：(個體數/平方公尺)

物種/樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
環節動物門 (Annelida)						
小頭蟲科 (Capitellidae)						
小頭蟲屬 ( <i>Capitella</i> sp.)	0	0	35.09	0	0	0
沙蠶科 (Nereididae)						
刺沙蠶屬 ( <i>Neanthes</i> )						
腺帶刺沙蠶 <i>Neanthes glandicincta</i>	70.18	596.53	0	70.18	421.08	666.71
纓鰓蟲科 (Sabellidae)						
纓鰓蟲屬 ( <i>Laonome</i> )						
白腺纓鰓蟲 <i>Laonome albicingillum</i>	0	421.08	0	0	70.18	245.63
海稚蟲科 (Spionidae)						
稚齒蟲屬 ( <i>Prionospio</i> sp.)	0	35.09	0	0	0	0
海稚蟲科 (Spionidae)						
才女蟲屬 ( <i>Polydora</i> )						
角才女蟲 <i>Polydora cornuta</i>	0	0	0	0	0	70.18
節肢動物門 (Arthropoda)						
軟甲綱 (Malacostraca)						
端足目 (Amphipoda)						
跳蝦科 (Talitridae)	70.18	140.36	0	0	70.18	105.27
搖蚊科 (Chironomidae)						
搖蚊屬 ( <i>Chironomus</i> )	0	35.09	35.09	0	0	0
種類數	2	4	2	1	3	4
個體數	140.36	1193.06	70.18	70.18	561.44	1087.79

表十五、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第三季（111年8月）結果

單位：(個體數/平方公尺)

物種/樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
環節動物門 (Annelida)						
沙蠶科 (Nereididae)						
刺沙蠶屬 ( <i>Neanthes</i> )						
腺帶刺沙蠶 <i>Neanthes glandicineta</i>	280.72	105.27	0	35.09	70.18	280.72
纓鰓蟲科 (Sabellidae)						
纓鰓蟲屬 ( <i>Laonome</i> )						
白腺纓鰓蟲 <i>Laonome albicingillum</i>	0	70.18	0	35.09	0	456.17
海稚蟲科 (Spionidae)						
才女蟲屬 ( <i>Polydora</i> )						
角才女蟲 <i>Polydora cornuta</i>	0	0	0	0	0	315.81
軟體動物門 (Mollusca)						
雙殼綱 (Bivalvia)						
薄殼蛤科 (Laternulidae)						
截尾薄殼蛤 <i>Laternula anatina</i>	0	0	0	0	0	35.09
種類數	1	2	0	2	1	4
個體數	280.72	175.45	0	70.18	70.18	1087.79

表十六、布袋鹽田濕地第八區螺、貝與多毛類調查第四季（111 年 11 月）結果

單位：(個體數/平方公尺)

物種/樣點	BD802	BD805	BD811	BD813	BD814	BD815
環節動物門 (Annelida)						
小頭蟲科 (Capitellidae)						
小頭蟲屬 ( <i>Capitella</i> sp.)	0	0	35.09	0	0	0
沙蠶科 (Nereididae)						
刺沙蠶屬 ( <i>Neanthes</i> )						
腺帶刺沙蠶 <i>Neanthes glandicincta</i>	140.36	315.81	280.72	35.09	105.27	421.08
纓鰓蟲科 (Sabellidae)						
纓鰓蟲屬 ( <i>Laonome</i> )						
白腺纓鰓蟲 <i>Laonome albicingillum</i>	0	175.45	0	35.09	35.09	280.72
海稚蟲科 (Spionidae)						
才女蟲屬 ( <i>Polydora</i> )						
角才女蟲 <i>Polydora cornuta</i>	0	105.27	0	0	0	140.36
節肢動物門 (Arthropoda)						
軟甲綱 (Malacostraca)						
端足目 (Amphipoda)						
跳蝦科 (Talitridae)	35.09	0	0	0	0	0
搖蚊科 (Chironomidae)						
搖蚊屬 ( <i>Chironomus</i> )	0	0	35.09	0	0	0
種類數	2	3	3	2	2	3
個體數	175.45	596.53	350.9	70.18	140.36	842.16

### 三、年度底質八大重金屬調查結果

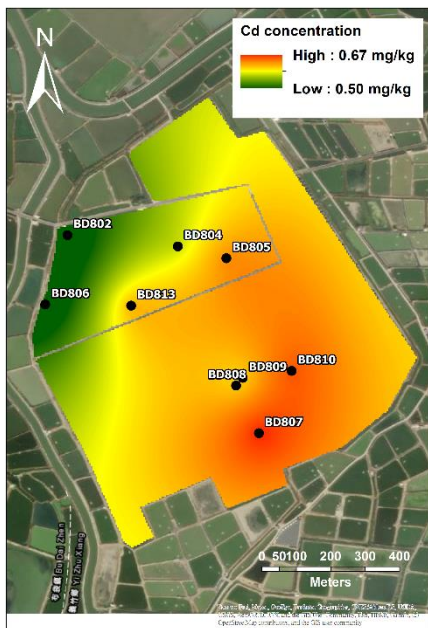
本項目於 111 年 3 月完成採樣。檢驗結果顯示八大金屬中鎘 (Cd) 測值於 4 個樣點 (BD805、BD807、BD810 與 BD813) 高於行政院環保署底泥品質指標下限值；鎳 (Ni) 測值於所有樣點中皆超過指標下限值；砷 (As) 測值於 7 處樣點 (BD804 至 BD805、BD807 至 BD811) 超過指標下限值，如表十七所示。圖十二至圖十九為利用克利金 (Kriging) 預測重金屬濃度推估圖。樣點 BD802 與 BD806 鄰近區域除汞和銅外，其餘重金屬濃度略低於其他區域。樣點 BD810 鄰近區域除汞和銅外，其餘重金屬濃度略高於其他區域。

表十七、布袋鹽田濕地第八區底泥重金屬檢測（111年3月）結果

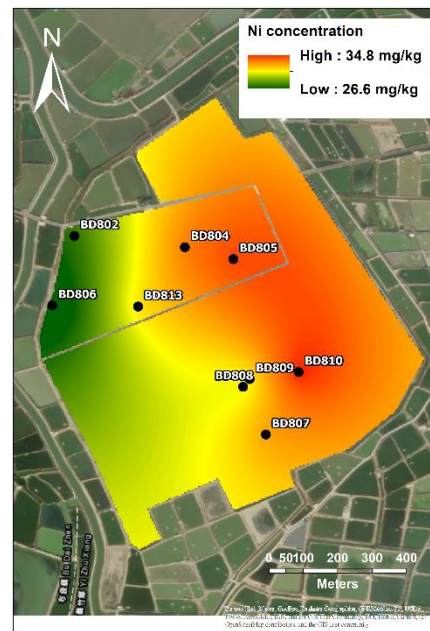
單位：(mg/kg)

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
BD802	0.47	<u>28.1</u>	37.7	84.1	16.5	17.9	11.0	0.131
BD804	0.55	<u>33.6</u>	39.2	94.1	21.7	16.7	<u>16.7</u>	0.057
BD805	<u>0.68</u>	<u>34.4</u>	46.5	99.3	18.0	18.2	<u>13.4</u>	0.073
BD806	0.45	<u>26.3</u>	32.3	76.4	16.3	13.3	9.72	0.057
BD807	<u>0.73</u>	<u>33.0</u>	40.8	96.8	19.5	17.5	<u>13.4</u>	0.061
BD808	0.59	<u>30.8</u>	39.5	92.0	18.2	16.7	<u>12.7</u>	0.053
BD809	0.57	<u>31.4</u>	39.5	103.0	17.6	16.0	<u>12.8</u>	0.065
BD810	<u>0.69</u>	<u>35.2</u>	46.7	103.0	20.9	17.4	<u>19.7</u>	0.062
BD811	0.60	<u>30.9</u>	43.5	101.0	19.5	20.7	<u>11.4</u>	0.076
BD813	<u>0.71</u>	<u>32.0</u>	40.6	95.8	18.6	19.0	10.4	0.082

註、超過行政院環保署底泥品質指標下限值以底線表示。

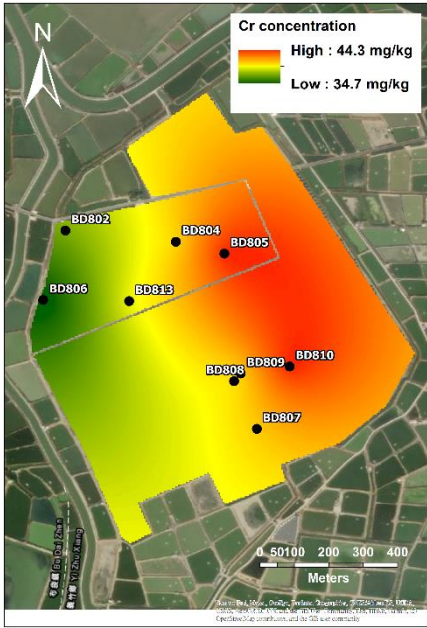


圖十二、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鎘濃度推估圖

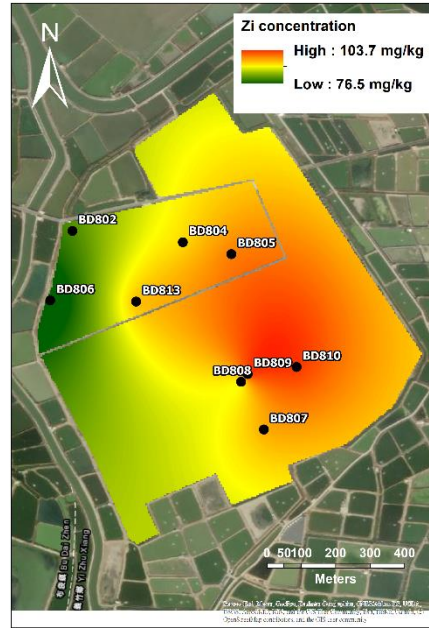


圖十三、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鎳濃度推估圖

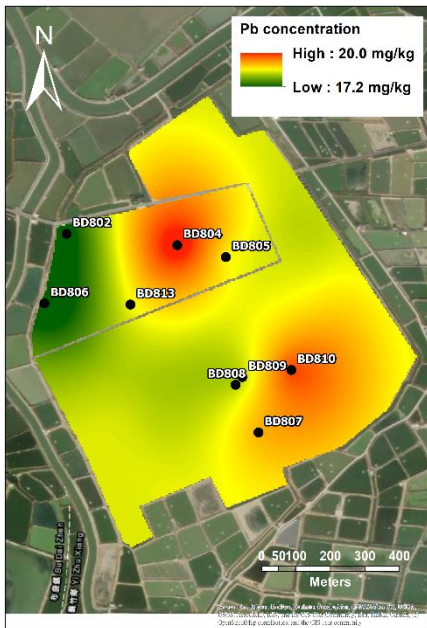




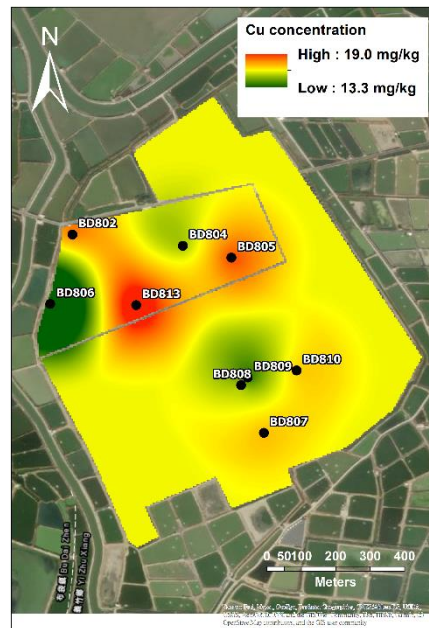
圖十四、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鉻濃度推估圖



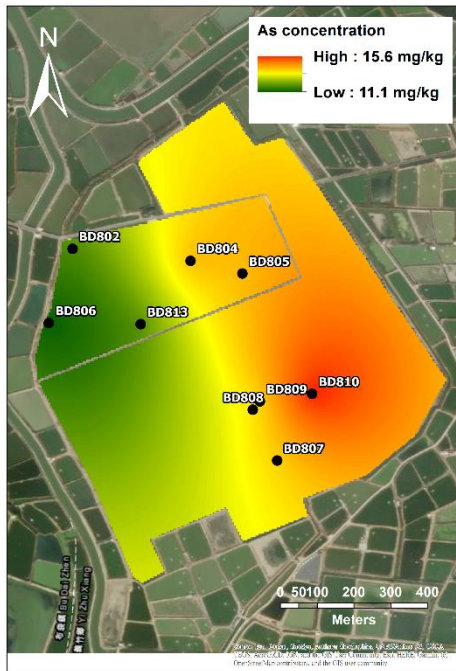
圖十五、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鋅濃度推估圖



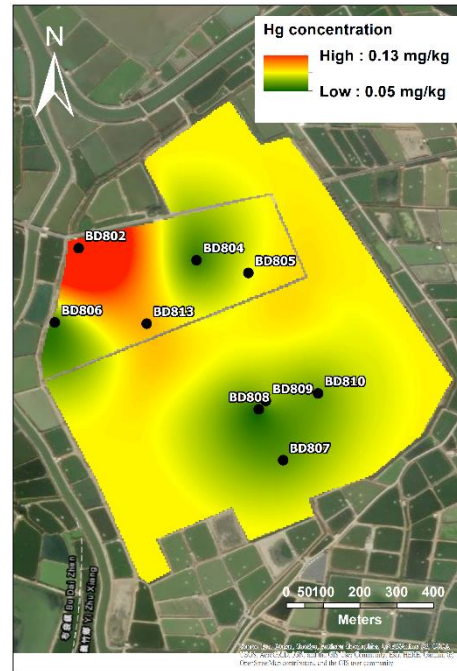
圖十六、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥鉛濃度推估圖



圖十七、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥銅濃度推估圖



圖十八、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥砷濃度推估圖

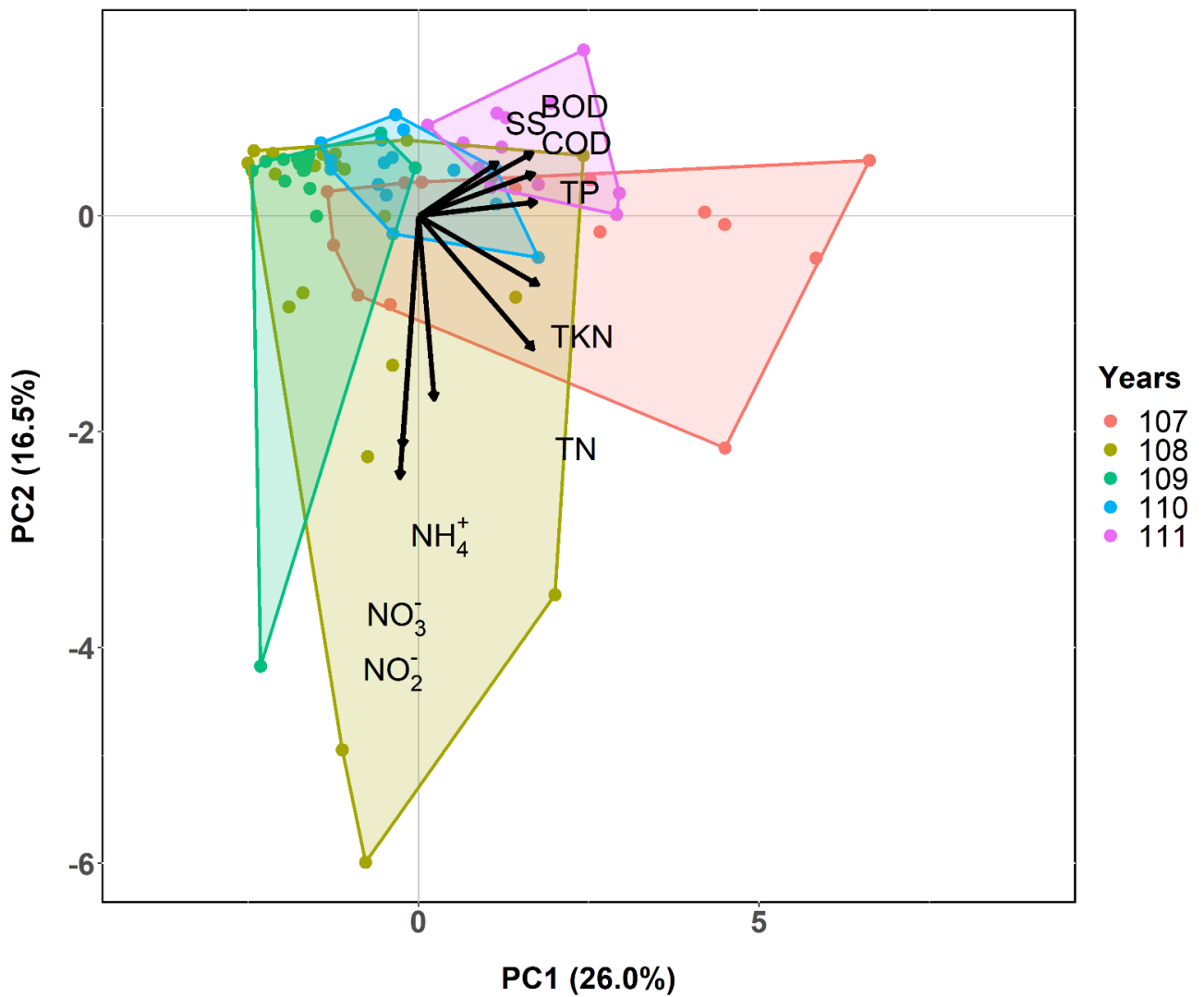


圖十九、布袋鹽田濕地第八區 111 年之底泥汞濃度推估圖

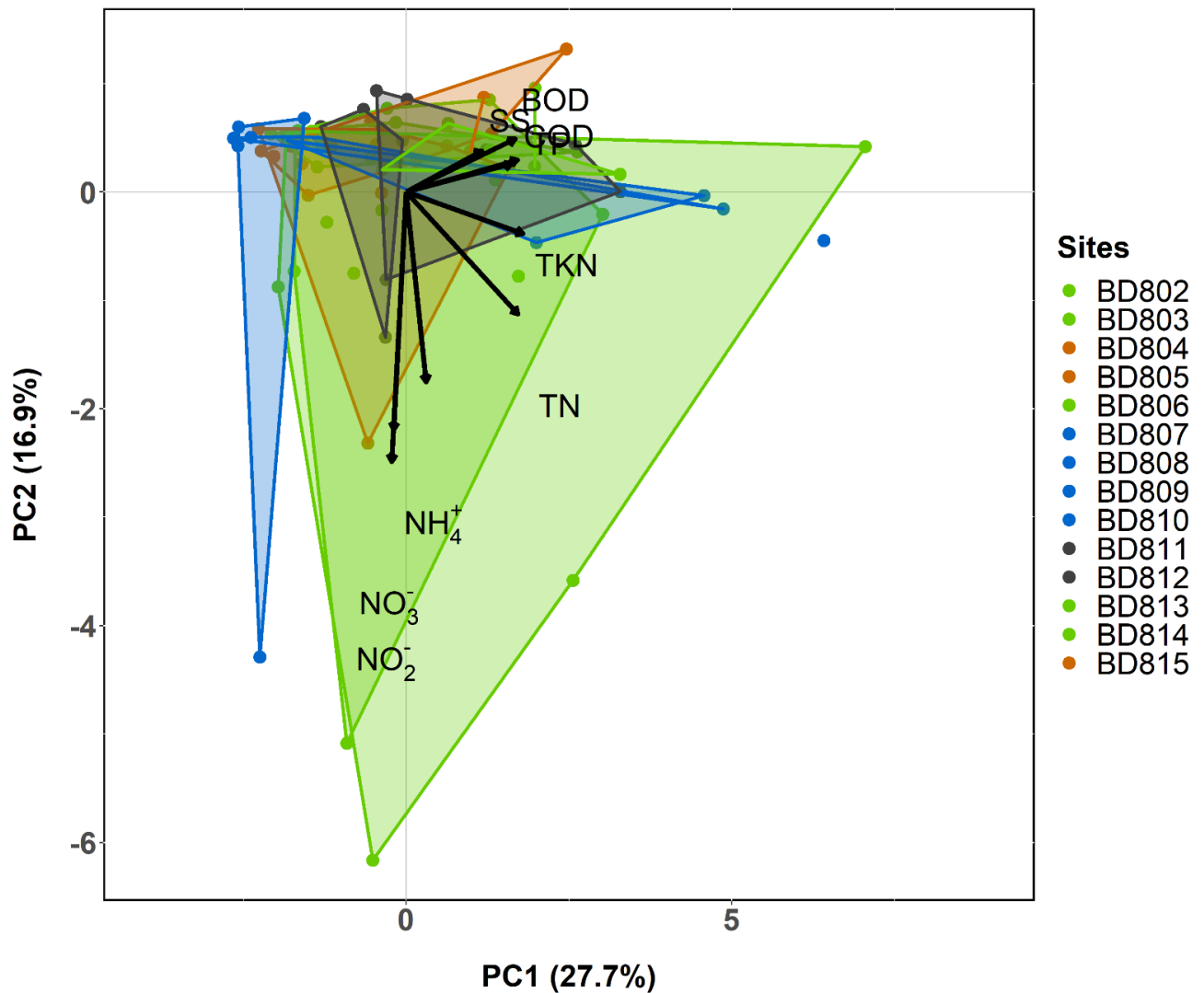
## 伍、 歷年數據資料彙整結果

### 一、 水質歷年資料分析

利用主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 統計布袋鹽田第八區 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。年度間的比較顯示，施工前、中、後階段的水質皆有所差異，由圖二十顯示，施工前 (107 年) 與施工中 (108 與 109 年) 差異較大；施工中 (108 與 109 年) 兩年水質較為接近；施工後 (110 與 111 年) 兩年差異較大，但有逐年回到施工前的趨勢。以區域間的水質分析來看，結果顯示保留區 (圖二十一、綠色與紅色範圍) 與廠區外 (圖二十一、黑色範圍) 的水質狀況無明顯差異，光電板架設區 (圖二十一、藍色範圍) 的水質狀況變異較大 (圖二十一)。



圖二十、布袋鹽田濕地第八區 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 42.5 %。



圖二十一、布袋鹽田濕地第八區 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 44.6%，不同顏色的範圍為各區的结果。綠色：保留區（鳥類調查分區 A，圖二），紅色：保留區（鳥類調查分區 B，圖二），藍色：光電板架設區（鳥類調查分區 D+E，圖二），黑色：廠區外的參考點。

## 二、水域生物歷年資料分析

### 1. 魚蝦蟹類

利用 Permutational multivariate analysis of variance

(PERMANOVA) 分析布袋鹽田第八區 107 年至 111 年魚、蝦與蟹類組成，事後分析同樣以 PERMANOVA 統計，並以 false discovery rate 進行 p 值校正。結果顯示魚、蝦與蟹類組成在不同年份與季別間有顯著差異，且交感有顯著差異（表十八），優勢物種為大肚魚。各年間第一季

沒有顯著差異（表十九），優勢物種為大肚魚。各年間第二季的物種組成變異較大，除 109 年與 111 年沒有顯著差異外，其餘皆有顯著差異（表二十），優勢物種為大肚魚。各年間第三季 107 年與 109 年至 111 年有顯著差異，107 年與 108 年接近顯著差異，其餘年間第三季皆無明顯差異（表二十一）。可能原因如下，等齒沼蝦與台灣厚蟹僅 107 年第三季有紀錄；日本藻蝦於 107 年第三季有較多的個體；相較於其他年間，107 年第三季有較少的五鬚蝦、帆鰭摩利魚與清尾鰻鰕虎。107 年第四季與其他年間皆有顯著差異，108 年與 109 年第四季以及 109 年與 110 年第四季有顯著差異（表二十二）。可能原因如下，等齒沼蝦、縱紋擬鰻鰕虎與點帶叉舌鰻鰕虎僅 107 年第四季有紀錄；日本藻蝦於 107 年第四季有較多的個體；108 與 110 年第四季的優勢物種為大肚魚，109 年第四季則為頭紋細棘鰻鰕虎。

此外，由於大肚魚為 107 年至 111 年間調查的優勢物種，佔魚、蝦與蟹類總隻次約 59.22 %（圖二十二），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（ $z = 63.47, p < 0.001$ ）與鹽度（ $z = -35.79, p < 0.001$ ）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（ $s = 1718, p = 0.0028$ ，相關係數 = -0.51），代表降雨量越高，鹽度則會越低。

表十八、以 PERMANOVA 分析布袋八區 107 年至 111 年魚、蝦與蟹類組成於年份與季別間差異之統計結果

	<i>df</i>	SS	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
季別	3	3.527	1.176	7.04	0.001
年份	4	5.615	1.404	5.96	0.001
季別*年份	11	5.599	0.509	2.55	0.001
Residual	91	18.148	0.199		
Total	109	32.928	0.302		

表十九、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第一季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果

	108 年	109 年	110 年
109 年	0.128	-	-
110 年	0.161	0.360	-
111 年	0.067	0.532	0.475

表二十、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第二季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.013	-	-	-
109 年	0.013	0.018	-	-
110 年	0.042	0.039	0.050	-
111 年	0.013	0.022	0.308	0.029

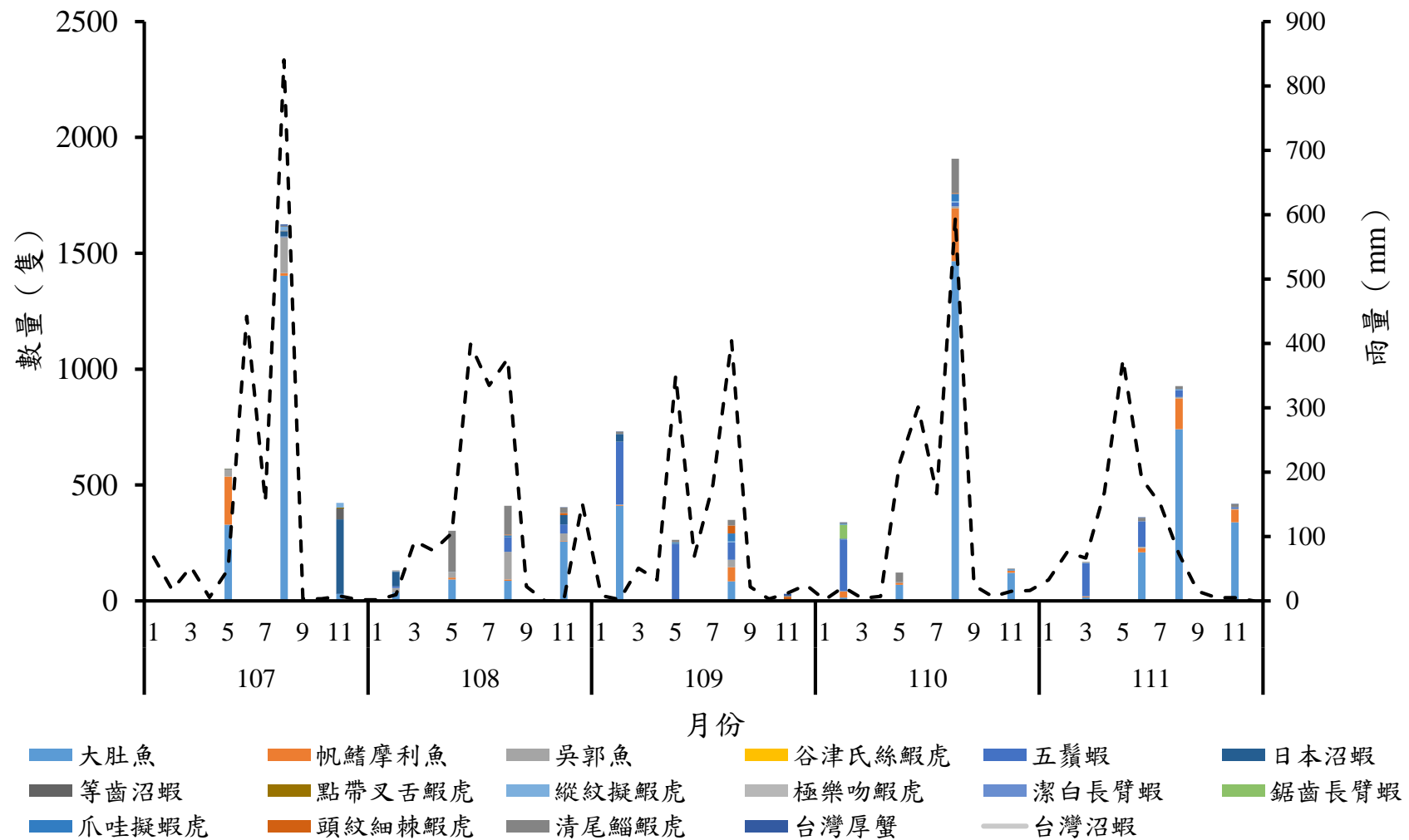
表二十一、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第三季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.057	-	-	-
109 年	0.036	0.717	-	-
110 年	0.049	0.151	0.218	-
111 年	0.049	0.126	0.201	0.580

表二十二、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第四季魚、蝦與蟹類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.014	-	-	-
109 年	0.014	0.028	-	-
110 年	0.014	0.239	0.022	-
111 年	0.014	0.417	0.067	0.843





圖二十二、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年各季之魚、蝦、蟹類生物量柱狀圖，虛線為布袋測站降雨量。

## 2. 螺、貝類與多毛類

利用 Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) 分析布袋鹽田第八區 107 年至 111 年螺、貝與多毛類組成，事後分析同樣以 PERMANOVA 統計，並以 false discovery rate 進行  $p$  值校正。結果顯示螺、貝與多毛類組成在不同年份與季別間有顯著差異，且交感有顯著差異（表二十三），優勢物種為腺帶刺沙蠶。各年間第一季沒有顯著差異（表二十四），優勢物種為腺帶刺沙蠶。各年間第二季沒有顯著差異（表二十五），優勢物種為腺帶刺沙蠶。各年間第三季沒有顯著差異（表二十六），優勢物種為腺帶刺沙蠶。各年間第四季沒有顯著差異（表二十七），優勢物種為腺帶刺沙蠶。統整布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年之螺、貝與多毛類數量（圖二十三），結果顯示截尾薄殼蛤有逐年變少的趨勢；腺帶刺沙蠶與白腺纓鰓蟲有逐年變多的趨勢。

表二十三、以 PERMANOVA 分析布袋八區 107 年至 111 年螺、貝與多毛類組成於年份與季別間差異之統計結果

	<i>df</i>	SS	MS	<i>F</i>	<i>P</i>
季別	3	1.761	0.587	2.82	0.001
年份	4	2.103	0.526	2.52	0.001
季別*年份	11	4.449	0.404	1.94	0.001
Residual	66	13.739	0.208		
Total	84	22.052	0.263		

表二十四、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第一季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果

	108 年	109 年	110 年
109 年	0.321	-	-
110 年	0.536	0.553	-
111 年	1.000	0.354	0.512



表二十五、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第二季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果

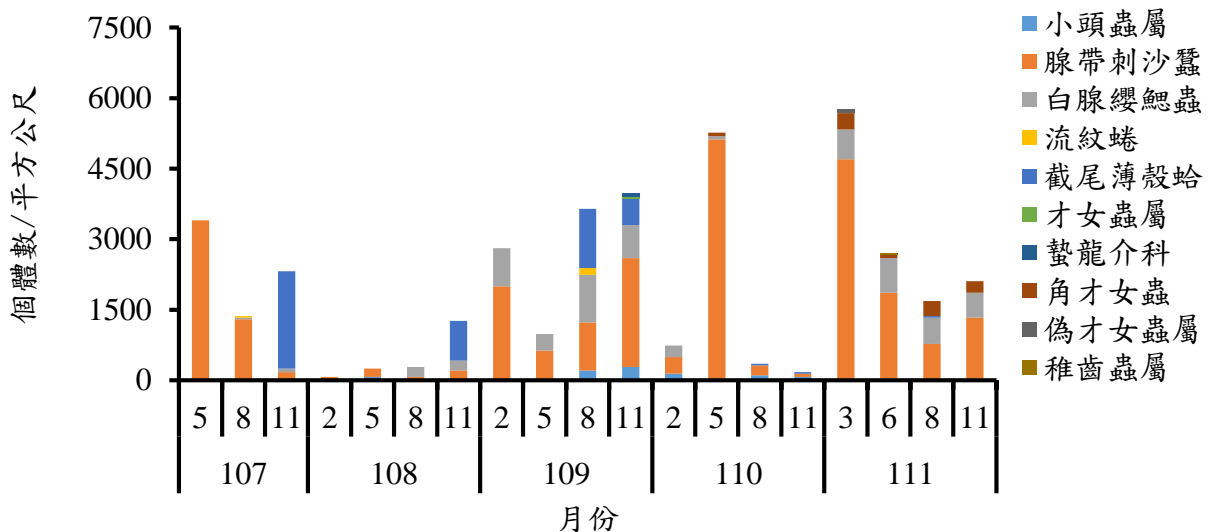
	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.599	-	-	-
109 年	1.000	0.529	-	-
110 年	0.354	0.234	0.562	-
111 年	0.387	0.354	0.564	0.932

表二十六、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第三季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.234	-	-	-
109 年	0.354	0.234	-	-
110 年	0.234	0.234	0.353	-
111 年	0.408	0.295	0.195	0.195

表二十七、以 PERMANOVA 分析布袋八區各年間第四季螺、貝與多毛類組成差異之統計結果

	107 年	108 年	109 年	110 年
108 年	0.562	-	-	-
109 年	0.234	0.430	-	-
110 年	0.760	0.661	0.562	-
111 年	0.195	0.234	0.195	0.354



圖二十三、布袋鹽田濕地第八區 107 年至 111 年之螺、貝與多毛類數量柱狀圖

### 3. 歷年鳥類與水位之關聯性分析

分析結果顯示，鹽田第八區中，水位高低對於鳥類的物種組成確實造成顯著影響 ( $t=8.58, df=154.2, p<0.001$ )，但卻沒有改變該區的有效物種數。顯示不同深度的水位能吸引不同類群的鳥種，但是卻不一定能提高其  $\alpha$  多樣性。

### 4. 歷年鳥類與水域生物之關聯性分析

分別針對鳥類物種組成 v.s. 水域生物物種組成、鳥類總隻次 v.s. 水域生物總個體數、鳥類有效物種數 v.s. 水域生物有效物種數三種組合，以廣義線性混淆模型 (GLMM, Generalized Linear Mixed Model) 分別在四個季別中分析兩者間是否互相影響。結果顯示，無論在物種組成的組合、總個體數的組合，以及有效物種的組合，鳥類與水域生物間皆無明顯受彼此影響 (鳥類物種組成 v.s. 水域生物物種組成:  $t=-0.678, df=25.6, p=0.504$ ; 鳥類總隻次 v.s. 水域生物總個體數:  $t=0.54, df=26.6, p=0.595$ ; 鳥類有效物種數 v.s. 水域生物有效物種數:  $t=-0.67, df=27.1, p=0.507$ )，顯示鳥類的組成、多寡及多樣性，皆與水域生物間無關。

## 陸、 期末總結

總結 111 年（1 月至 12 月）之嘉義布袋鹽田八區之環境與生物之基礎調查結果，依照水質、生物、重金屬與歷年資料分析之順序，進行結論與討論。

綜觀 111 年四季（3、6、8 與 11 月）現地水質量測與 111 年 3 與 8 月份水體送驗之調查結果，大多數樣點之氧化還原電位為正值，代表水體大多呈現氧化態。各樣點之 pH 值介於 8.1 至 8.8 之間，呈現弱鹼性。比較四季鹽度與總固體物，結果顯示，第二季（111 年 6 月）各樣點間之濃度皆低於其他三季，推測可能由於 111 年 5 月至 6 月之當地降雨量遠遠高於其他月份所致。此現象同時反映在 111 年 8 月份水體送驗的懸浮固體濃度結果：當月份各個樣點之懸浮固體物濃度皆高於地方級濕地標準，尤其是樣點 BD805 高於其他樣點。溶氧部分，多數樣點可能因水中有水生植物或藻類（龍鬚藻或水綿）行光合作用，其溶氧值有偏高之情形，且水體呈綠色；第一季（111 年 3 月）各個樣點間的生化需氧量濃度皆高於地方級濕地標準；含高鹵素離子化學需氧量，除樣點 BD811 於第二次調查時（111 年 8 月）低於地方及濕地標準之外，其餘樣點在一年兩次的調查中皆超過地方級濕地標準。

在水域生物（魚蝦蟹類）的調查部分，整合 111 年四季（3、6、8 與 11 月）之魚、蝦與蟹類調查結果，其中，四季皆調查到的物種為大肚魚、帆鰭摩利魚、清尾鰓鰻虎、吳郭魚和五鬚蝦。以物種來看，第一季（111 年 3 月）主要的優勢物種為五鬚蝦；第二季（111 年 6 月）主要的優勢物種為大肚魚，次要優勢物種為五鬚蝦；第三季（111 年 8 月）主要的優勢物種為大肚魚，次要優勢物種為帆鰭摩利魚；第四季（111 年 11 月）主要的優勢物種為大肚魚，次要優勢物種為帆鰭摩利魚；以個體數來看，第三季（111 年 8 月）所記錄到魚、蝦與蟹類之個體數明顯高於其他三季；由樣點來看，各季別記錄到最高生物量的樣點，分別為第一季（111 年 3 月）樣點 BD805，第二季（111 年 6 月）樣點 BD813，第三季（111 年 8 月）樣點 BD813，第四季樣點 BD813。其中樣點 BD813 於四季皆記錄到最多魚、蝦、蟹類之個體數（51 隻、170 隻、312 隻與 206 隻）。

在水域生物（螺貝類和多毛類）的調查部分，整合 111 年四季（3、6、8 與 11 月）之結果，由物種數和個體數量來看，第一季（111 年 3 月）的個體數明顯高於其他三季；第二季（111 年 6 月）與第四季（111 年 11 月）的種類數高於其他兩季。由物種來看，四季別主要優勢物種皆為腺帶刺沙蠶，而稚齒蟲屬為首次於本計畫所記錄到；由樣點部分來看，樣點 BD805 於第一季（111 年 3 月）與第二季（111 年

6月)有最多個體數；樣點 BD815 則於第三季(111年8月)與第四季(111年11月)有最多個體數，其他樣點皆記錄到偏少的個體。

在底質八大重金屬調查部分，111年3月的採樣結果顯示，鎳(Ni)測值在所有調查樣點皆高於行政院環保署底泥品質指標之下限值(24.0 mg/kg)；鎘(Cd)測值則在10個調查中，有4處高於行政院環保署底泥品質指標之下限值(0.65 mg/kg)；砷(As)測值則在10個調查中，有7處高於行政院環保署底泥品質指標之下限值(11.0 mg/kg)，其他重金屬測值則無任何超標之狀況。

在歷年水質資料分析的部分，布袋第八區 107 至 111 年整體水質組成的變異，施工前(107年)與施工中(108與109年)差異較大；施工中(108與109年)的水質較為接近；施工後(110與111年)兩年差異較大，但有逐年回到施工前的趨勢。分區間的比較結果顯示，保留區與廠區外(參考點)的水質狀況無明顯差異，而光電板架設區(BD807、BD808、BD809與BD810)的水質狀況變異較大。

在歷年水域生物(魚、蝦、蟹類)的部分，魚、蝦與蟹類組成在不同年份、不同季別，及年份與季別的交通皆有顯著差異。單獨檢視各季別在年度間的比較：第一季在年度間物種組成相似；第二季的物種組成變異較大，除109年與111年沒有顯著差異外，其餘皆有所不同；第三季在107年分別與109年、110年、111年間皆有所不同，其餘年間則物種組成相近；第四季物種組成在107年與其他年間皆明顯不同，108年與109年，以及109年與110年間也有所差異。而歷年調查以來本區的優勢物種大肚魚，其總隻數易受到當月現地之降雨量與鹽度影響，當降雨量越大，大肚魚總隻數越多；鹽度越高，大肚魚總隻數則越少。

在歷年水域生物(螺、貝與多毛類)的部分，107年至111年的物種組成，在不同年份、不同季別，及年份與季別的交通皆有顯著差異。然而，當單獨四個季別在各年間皆沒有顯著。統整布袋鹽田濕地第八區107年至111年之螺、貝與多毛類數量，結果顯示截尾薄殼蛤有逐年變少的趨勢；腺帶刺沙蠶與白腺纓鰓蟲有逐年變多的趨勢。

在歷年底質重金屬的部分，檢視過去三個年度(107、108與109年)之結果顯示，今年(111年)超過行政院環保署底泥品質指標之下限值的重金屬和先前相同，皆為鎘、鎳、砷；而由樣點數量來看，過去超過下限值的樣點數量，在鎘的部分稍有減少的趨勢，由先前的10處(BD802至BD810，及BD812)降至4處(BD805、BD807、BD810和BD813)，但砷和鎳在超過下限值的樣點數量上，則無太大變化。

## 柒、 討論與評估

水質部分，雖懸浮固體物、化學需氧量與生化需氧量之濃度高於地方級重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準，但由於此標準相對較為嚴苛且為適用於濕地類型之水體標準，同時，各個超標項目之濃度無超出地方級濕地標準太多，因此，布袋鹽田第八區之水質狀況處於相對良好之狀況。另外，各樣點水體呈現綠色，且溶氧量偏高，部分樣點水中藻類繁盛，推測有優養化的可能性。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。目前可先增加水流的流通性來增加水體物質的流動，並再觀察水體呈色是否有改變，若仍未改變，建議可透過檢測水體之總磷、葉綠素 a 與透明度等項目來計算卡爾森指數，以確認水體優養化的現象後，再加以評估後續的執行方針。

水域生物部分，由於多毛類非常容易受到粒徑大小而影響其分布，其偏好於底質特性為砂質（粒徑偏大）的棲地棲息，但本案並無針對底質特性做調查，因此僅能推測，可能引水後的擾動，造成底質上的變化，以至於影響到螺、貝類與多毛類的組成與數量變化。

底質重金屬部分，由於鎘 (Cd)、鎳 (Ni) 和砷 (As) 測值屬於超過行政院環保署底泥品質指標之下限值的情況，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，未來仍須針對底泥重金屬部分持續監測為佳。

棲地水位高低確實會影響鳥類（尤以水鳥）的物種組成，但是對於該處的生物多樣性（ $\alpha$  多樣性）並無明顯改變。推測可能是因為水鳥的高度移動性以及周圍的區域鳥類物種庫大的關係，因而造成區域內的鳥類物種組成變化改變，但  $\alpha$  多樣性持平的現象。另外，鳥類的組成、多寡及多樣性，皆與水域生物無關，綜合上述的分析結果，推測鳥類並不會因為當地的水域生物多寡，或是有特定的物種，或是種類特別繁多而吸引更多的鳥前來，反而受不同水位高低的影響更甚。水位的多樣性會提高該區的鳥類多樣性。因此，除了保留一定面積的棲地環境之外，適切的營造多樣棲地，將能夠吸引更多樣化的物種前來。

## 捌、 引用文獻資料

- Benjamini, Y. & Yekutieli, D. 2001. The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency. *The Annals of Statistics*, 29:1165-1178.
- 行政院環境保護署 (2022)。河川、湖泊及水庫水質採樣通則 NIEA W104.52C。
- 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 (2004)。水中總氮檢測方法 NIEA W423.52C。
- 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 (2018)。水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法 NIEA W515.55A。
- 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 (2022)。土壤採樣法 NIEA S102.64B。
- 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 (2016)。廢棄物及底泥中金屬檢測方法—酸消化法 NIEA M353.02C。
- 行政院環境保護署 (2013)。感應耦合電漿原子發射光譜法 NIEA M104.02C。
- 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](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/>。

臺灣物種名錄。檢自 <https://taibnet.sinica.edu.tw/home.php>。

臺灣貝類資料庫。檢自 [https://shell.sinica.edu.tw/chinese/index\\_c.php](https://shell.sinica.edu.tw/chinese/index_c.php)。