

目 錄

摘要.....	1
Abstract.....	2
一、前言.....	3
(一) 環境概況	3
(二) 氣候	6
(三) 波浪、潮汐與侵淤特性	9
(四) 生物資源調查	18
(五) 濕地周遭水質狀況	26
(六) 土地利用	29
二、調查範圍、項目與方法	31
(一) 調查範圍	31
(二) 調查項目與方法說明	31
1. 生態調查	32
2. 水質監測	38
3. 土壤調查	39
4. 教育宣導課程	50
5. 彙整資料及分析	55
三、結果與討論	55
(一) 生態	55
1. 植物	55
2. 鳥類	59
3. 水域生物	63
(二) 水質	98
(三) 土壤	104
1. 土壤硬度	104
2. 泥沙淤積	107
3. 飛砂量測	116
(四) 教育宣導課程結果	131
四、彙整資料及分析	141
(一) 歷年水質情況	141
(二) 濕地上外來種植物分布	151
(三) 歷年生物組成變化	156
(四) 歷年土壤硬度、淤砂標竿尺與 VBS-RTK 調查資料及土壤泥砂	

淤積變化之趨勢分析與淤積發展變化	178
(五) 濕地內生態變遷及未來可能面臨之課題及因應對策	185
五、本案工作項目及目前完成進度	207
六、結論與建議	209
七、團隊組織與人員配置	225
附錄一、主要參考文獻	226
附錄二、意見回覆表	232
附錄三、水域生物調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐	263
附錄四、水質調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐	264
附錄五、浮游生物實驗室處理與計數換算	265
附錄六、113 年高美濕地植物調查名錄	266
附錄七、113 至 114 年鳥類調查結果表	271
附錄八、植物調查現地照片	274
附錄九、水域生物調查現地照片	277
附錄十、VBS-RTK 調查現地照片	284
附錄十一、高美濕地地形測量工作報價單	292

圖目錄

圖一、高美野生動物保護區分區圖	5
圖二、高美重要濕地保育利用計畫功能分區圖	6
圖三、臺中港測站民國 92 至民國 111 年波浪玫瑰圖	11
圖四、侵襲臺灣地區颱風路徑圖	12
圖五、颱風波浪推算目標點位置示意圖	13
圖六、臺中港測站民國 92 至民國 111 年海流玫瑰圖	15
圖七、臺中港測站民國 92 至民國 111 年風玫瑰圖	16
圖八、計畫區實測地形侵淤圖（民國 91 年至 108 年）	17
圖九、鄰近高美濕地之環保署與臺中市環保局設立之水質監測站位置圖	27
圖十、高美濕地周邊地區國土利用情形	30
圖十一、高美濕地調查範圍示意圖	32
圖十二、水域生物採集工具實體照片	37
圖十三、高美濕地木棧道周圍土壤土質硬度監測點示意圖	40
圖十四、數顯式土壤硬度計 CE-TYD-2	40
圖十五、泥沙淤積調查位點示意圖	42
圖十六、113 年 8 月土壤調查之現勘調照片記錄，樣點 S1 無法抵達	43
圖十七、VBS-RTK 定位測量	44
圖十八、高美濕地飛沙調查範圍示意圖	47
圖十九、垂直式沙粒收集器及 Davis 風速風向計	48
圖二十、砂運移示意圖	49
圖二十一、113 年高美重要濕地境內銀合歡及水筆仔分布圖	57
圖二十二、113 年高美重要濕地境內銀合歡純林位置示意圖	58
圖二十三、113 至 114 年鳥類族群在季節與樣段間的變化	61
圖二十四、滿潮前草澤上飛行覓食的家燕群	62
圖二十五、113 至 114 年高美濕地保育類鳥種出現紀錄之位置	62
圖二十六、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類物種組成和數量的樣點與季節變化圖	69
圖二十七、113 年 9 月至 114 年 6 月蝦籠捕捉之水域生物物種組成和數量的樣點與季節間的比較	77
圖二十八、113 年 9 月至 114 年 6 月螺貝類組成和數量的樣點與季節變化圖	82
圖二十九、113 年 9 月至 114 年 6 月動物性浮游生物物種組成與數量在四季與樣點間的變化	88
圖三十、113 年 9 月至 114 年 6 月植物性浮游生物物種組成與數量在四季與樣點間的變化	97
圖三十一、113 年 9 月至 114 年 4 月水體葉綠素 a 濃度在四季與樣點間的變化	99
圖三十二、水質樣點 WQ3 冬季採樣環境	99
圖三十三、113 年 8 月至 114 年 4 月於 10 cm 深度之土壤硬度示意圖	105
圖三十四、淤沙標竿尺高程圖	108
圖三十五、淤沙標竿尺季高程變化圖	109
圖三十六、VBS-RTK 高程圖	114

圖三十七、VBS-RTK 季高程變化圖.....	114
圖三十八、VBS-RTK 樣點侵淤分布圖.....	115
圖三十九、淤沙標竿尺與 VBS-RTK 量測結果比較圖.....	116
圖四十、風速垂直分佈圖.....	119
圖四十一、 U_* 與 $U_{0.2}$ 之關係圖.....	120
圖四十二、 Z_0 與 $U_{0.2}$ 之關係圖.....	121
圖四十三、 Q 與 $U_{0.2}$ 之關係圖（風速）.....	125
圖四十四、 Q 與 $U_{0.2}$ 之關係圖（粒徑）.....	125
圖四十五、 Q 與 ω 之關係圖.....	126
圖四十六、 Q 與 D_{50} 之關係圖.....	127
圖四十七、 $U_{0.2}$ ：11.56 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖.....	128
圖四十八、 $U_{0.2}$ ：10.89 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖.....	129
圖四十九、 $U_{0.2}$ ：10.42 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖.....	129
圖五十、 $U_{0.2}$ ：10.44 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖.....	130
圖五十一、高美重要濕地歷年水質測項結果.....	146
圖五十二、106 至 111 年水質變化 PCA 分析結果圖.....	149
圖五十二、95 %預測橢圓呈現 PCA 圖在 PC1 與 PC2 的關係.....	150
圖五十三、113 及 111 年高美濕地互花米草分布範圍.....	153
圖五十四、101 年至 113 年高美濕地互花米草分布面積變化.....	153
圖五十五、111 年 9 月高美濕地水筆仔與銀合歡之分布情況.....	154
圖五十六、112 年 3 月高美濕地水筆仔與銀合歡之分布情況.....	155
圖五十七、106 年至 114 年高美濕地鳥種數與數量（隻次）圖.....	158
圖五十八、106 年至 114 年高美重要濕地螃蟹相於各樣點之密度。長條圖上方的數字代表該樣點的總物種數量。.....	163
圖五十九、106 至 111 年大型底棲蟹類 NMDS 分析圖.....	164
圖六十、取食蟹類之水鳥總數與蟹類數量在不同樣段年份間的比較.....	165
圖六十一、取食蟹類水鳥總數與蟹類數量間的關係.....	166
圖六十一、106 年至 114 年高美重要濕地魚類於各樣點之陷阱抓捕數量.....	170
圖六十二、106 至 111 年大型底棲魚類 NMDS 分析圖（A）以年份分群（B）以樣點分群。.....	171
圖六十三、106 年至 114 年高美重要濕地螺貝類於各樣點之調查數量.....	174
圖六十四、110 年至 114 年高美重要濕地動物性浮游生物於各樣點之調查數量.....	176
圖六十五、110 年至 114 年高美重要濕地植物性浮游生物於各樣點之調查結果.....	177
圖六十六、高美濕地歷年平均硬度與遊客人數比較圖.....	180
圖六十七、高美濕地歷年 H2-H4 平均硬度與遊客人數關係圖.....	181
圖六十八、107 至 114 年淤沙標竿尺之年度變化圖.....	184
圖六十九、107 至 114 年間 VBS-RTK 高程之年度變化圖.....	184
圖七十、木棧道兩側淤積調查位置示意圖.....	188
圖七十一、木棧道北側淤積高程變化.....	191
圖七十二、木棧道南側淤積高程變化.....	192
圖七十三、木棧道兩側泥沙淤積年度高程變化.....	192
圖七十四、木棧道兩側之侵淤量變化.....	193

圖七十五、H1-H5 測線遊客人數與土壤硬度比較圖	195
圖七十六、2023 年 9 月雲林莞草面積與泥沙侵淤變化圖	197
圖七十七、2024 年 9 月雲林莞草面積與泥沙侵淤變化圖	198
圖七十八、歷年水域生物 W7 樣點中的大型底棲蟹類豐度與鄰近區域土壤平均硬度 之間的回歸關係圖	199
圖七十九、歷年水域生物 W7 樣點中的最優勢物種短指和尚蟹豐度與鄰近區域土壤 平均硬度之間的回歸關係圖	200
圖八十、歷年之大型底棲蟹類在高美重要濕地中之最優勢種分布圖	206
圖八十一、於風機基座附近飛行覓食的洋燕	223
圖八十二、沿著風機陣列盤旋返回灘地的魚鷹	223
圖八十三、穿越風機的黃頭鷺族群	224

表目錄

表一、106 年至 112 年清水氣象站統計資料.....	8
表二、臺中港民國 93 至民國 112 年潮位統計表	9
表三、颱風侵襲路徑類型百分比	12
表四、臺中港外海颱風波迴歸分析統計表	14
表五、自民國 86 年至民國 112 年止計畫執行進程.....	18
表六、自民國 86 年至民國 112 年止高美濕地相關計畫主要成果表.....	19
表七、環保單位水質測站（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游）112 年全年各月數據....	27
表八、環境部河川污染指數（RPI）之計算與比對基準值	28
表九、重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準	28
表十、高美重要濕地土地使用現況面積及比例	29
表十一、水域生物調查樣點之 GPS 座標	35
表十二、水質調查樣點之 GPS 座標	39
表十三、高美濕地木棧道周圍土壤土質硬度監測點 GPS 座標	40
表十四、泥沙淤積調查樣點 GPS 座標	43
表十五、VBS-RTK 作業規範.....	45
表十六、量測儀器規格	45
表十七、一等水準點基本資料	46
表十八、課程教案內容與時間安排	51
表十九、植物調查物種歸隸特性統計	56
表二十、113-114 年鳥類優勢種與保育類於樣線與季節間的變化	63
表二十一、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類物種組成和數量的樣點與季節變化	66
表二十二、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類多樣性指數的樣點與季節變化....	68
表二十三、蝦籠捕獲水域生物數量在樣點與季節間的比較	72
表二十四、113 年 10 月定置網捕獲之魚類組成和數量在樣點間的比較.....	79
表二十五、113 年 9 月至 114 年 6 月螺貝類組成和數量的樣點與季節變化.....	80
表二十六、113 年 9 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	84
表二十七、113 年 12 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	85

表二十八、114 年 3 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	86
表二十九、114 年 5、6 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	87
表三十、113 年 9 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	91
表三十一、113 年 12 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	92
表三十二、114 年 3 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	94
表三十三、114 年 5、6 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化.....	96
表三十四、113 年 9 月至 114 年 4 月水質特性於現地量測之四季與樣點間變化.....	100
表三十五、113 年 9 月至 114 年 4 月送驗水體之水質特性於四季與樣點間變化.....	102
表三十六、113 年 8 月至 114 年 4 月於 10 cm 深度之土壤硬度數值.....	106
表三十七、淤沙標竿尺調查數據結果	107
表三十八、淤沙標竿尺季變化與年變化	108
表三十九、標竿尺實驗照片	110
表四十、VBS-RTK 調查數據結果.....	112
表四十一、VBS-RTK 季變化與年變化.....	113
表四十二、風速觀測分析表	118
表四十三、飛砂量試驗資料	123
表四十四、垂直高程飛砂總量對照表	130
表四十五、第一場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄	131
表四十六、第二場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄	132
表四十七、第三場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄	133
表四十八、第四場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄	134
表四十九、第五場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄	135
表五十、環境教育活動回饋單之問卷內容統計	137
表五十一、歷年調查資料採用計畫案列表	141
表五十二、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較水質狀況.....	150
表五十三、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較水質狀況.....	151
表五十四、106 至 114 年鳥類調查資料彙整.....	159
表五十五、106-113 年度高美濕地鳥類年份間相似度分析表	160
表五十六、111-113 年度高美基礎調查鳥類季節間相似度分析表.....	160
表五十七、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較大型底棲蟹類物種組成.....	167
表五十八、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較大型底棲蟹類物種組成.....	167
表五十九、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較魚類物種組成.....	172
表六十、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較魚類物種組成.....	172
表六十一、歷年臺中區漁會提送清水區鰻苗漁獲量	172
表六十二、106 至 114 年土壤硬度調查彙整說明.....	178
表六十三、106 至 114 年土壤硬度調查數據彙整表.....	179
表六十四、106 至 114 年泥沙淤積調查彙整表.....	182
表六十五、107 至 114 年間淤沙標竿尺之年度變化量.....	182
表六十六、107 至 114 年間 VBS-RTK 之年度變化量.....	183
表六十七、木棧道兩側泥沙淤積調查結果	190
表六十八、本案鄰近水質調查樣點之水域生物調查樣點	212
表六十九、依銀合歡分布區塊之環境狀態選擇適宜的移除與復舊作業方式	219
表七十、團隊成員及工作配置	225
表七十一、本團隊計畫工作人員列表	225

摘要

高美濕地為臺中市兼具生態與觀光功能之國家級重要濕地。為保護自然環境與生物多樣性，本計畫進行基礎生態調查，涵蓋植物、鳥類、水域生物、水質與土壤監測，以及教育推廣與資料分析，作為濕地保育管理之參考。除生態資源調查外，亦透過定期水質、土壤硬度、淤積與飛砂監測，以掌握環境變化。113-114 年度結果顯示，植物共 47 科 124 屬 151 種，其中含 2 特有種、103 原生種、41 歸化種及 5 栽培種；外來種以銀合歡（569 株）及入侵種水筆仔（1,442 株）最具影響，集中於保護區東北側。鳥類記錄 81 種、總數 14,510 隻次，以水鳥（79.6%）為主，冬季數量最高，優勢鳥種為黑腹濱鵲、東方環頸鴿、家燕。水域生物部分，大型蟹類 8 科 15 種，以短指和尚蟹最優勢；魚類 7 目 8 科 12 種，黑點多紀魮與花身魮最常見；螺貝類 8 科 172 個體，以薄殼蛤科最多。浮游動物以猛水蚤與端腳類為主，植物性浮游生物近九成為矽藻，顯示水體屬半鹹水環境。水質多符合濕地標準，僅少數樣點懸浮固體超標，超標原因主要為採水樣時因水深過淺以致擾動底質有關，葉綠素 a 於 113/09 與 114/06 偏高。彙整 106 年起至今歷年資料顯示，高美濕地可分三大生態系：(1)北側河口區水體變化大，為洄游魚苗哺育場，兼具洪水調節與地形穩定功能；(2)中段潮間帶草澤區有機質豐富，灘地植物與蟹類多樣，為生物多樣性核心並具固碳與教育價值；(3)南側淤砂區以砂質為主，底棲生物較少，但為漲潮前水鳥替代棲地，兼具海岸保護與演替功能。逐年記錄並累積之調查成果可作為濕地永續經營之參考依據。

Abstract

Gaomei Wetland, located in Taichung City, is a nationally important wetland that serves both ecological and tourism functions. To conserve its natural environment and biodiversity, this project conducted a baseline ecological survey including vegetation, birds, aquatic organisms, water quality, soil monitoring, environmental education, and data analysis, providing a reference for wetland conservation and management. In addition to ecological resource surveys, regular monitoring of water quality, soil hardness, sediment erosion and deposition, and windblown sand was carried out to assess environmental changes. Results from 2024–2025 recorded 151 plant species from 47 families and 124 genera, including 2 endemic species, 103 native species, 41 naturalized species, and 5 cultivated species. The main invasive species were *Leucaena leucocephala* (569 individuals) and *Kandelia obovata* (1,442 individuals), concentrated in the northeastern part of the protected area. A total of 81 bird species and 14,510 individuals were observed, dominated by waterbirds (79.6%), with peak abundance in winter. Dominant bird species included *Calidris alpina*, *Charadrius alexandrinus*, and *Hirundo rustica*. Aquatic fauna included 15 crab species from 8 families, with *Mictyris brevidactylus* as the most dominant; 12 fish species from 7 orders and 8 families, with *Takifugu niphobles* and *Terapon jarbua* most abundant; and 172 mollusk individuals from 8 families, dominated by Laternulidae. Zooplankton were primarily composed of Harpacticoid and Amphipoda, while nearly 90% of phytoplankton were Bacillariophyta, indicating a brackish water environment. Water quality generally met wetland standards, with only a few sites exceeding suspended solids limits, mainly due to shallow sampling depth disturbing bottom sediments. Chlorophyll-a concentrations were higher in September 2024 and June 2025. Long-term data shows that Gaomei Wetland can be divided into three major ecosystems: (1) the northern estuarine zone with high hydrological variation, serving as a nursery ground for migratory fish and providing flood regulation and geomorphic stability; (2) the central intertidal marsh zone with fine sediments and high organic content, supporting diverse halophytes and crabs, representing the biodiversity hotspot of the wetland with additional carbon sequestration, water purification, and educational value; and (3) the southern sandy zone dominated by coarse sediments, with fewer benthic organisms but functioning as an alternative roosting habitat for waterbirds before high tide, while also contributing to coastal protection and wetland succession. The cumulative findings from annual surveys provide an important basis for the sustainable management of Gaomei Wetland.

一、前言

（一）環境概況

根據《拉姆薩公約》的定義，濕地是指沼澤、沼泥地、泥煤地或水域等地區；無論其為天然或人為、永久或暫時、死水或活流、淡水或海水、或兩者混合、以及海水淹沒地區，其水深在低潮時不超過六公尺者皆屬之。濕地為地球上生產力豐富的生態系之一，具有生態、防洪、淨水及碳匯等功能。其中更是多種生物的棲所與避難所，同時也影響到遷徙性候鳥的動態及分布（Ramsar, Iran, 1971）。臺灣位在東亞候鳥遷徙路徑上相當重要的樞紐位置，每年有數以萬計的候鳥遠從北方的西伯利亞、中國、韓國及日本等地飛至臺灣度冬，或是過境至更南端的澳洲、婆羅洲等地。這些候鳥在臺灣停留時期，取食濕地上的底棲生物作為能量補充來源，以期前往更南端度冬。因此，臺灣的濕地資源對於候鳥來說相當重要（劉小如等人，2012）。

位於臺灣中部的高美濕地，其地理位置，北臨近臺中市大甲溪出海口處，南邊則以臺中港北防砂堤為界，在兩者間逐漸淤積成為濕地。高美濕地靠北處（大甲溪出海口）屬於河口生態系，中間近岸側則有大片濕地植物生長，為潮間帶草澤，為海洋/海洋濕地類型之一（陳宜清，2007）。高美濕地與鄰近以廣大但棲地型態較為單一的大肚溪口濕地不同，雖然同屬於海岸型濕地，但大肚溪口濕地以幅員廣闊的泥灘地為主要特色，其棲地較為單純，雖然生物多樣性較低，但物種的豐度高（彰化縣政府，2019；彰化縣政府，2020；彰化縣政府，2021；彰化縣政府，2022；彰化縣政府，2023；彰化縣政府，2024）。而高美濕地為臺灣相當具特色的潮間帶草澤，其棲地類型多樣，除了近岸側的草澤外，其他還包括泥灘地、石礫堆、沙地等，因此得以蘊含多種潮間帶生物，具高度生物多樣性（林惠真，1998；林惠真等人，2003；臺中市政府，2010）。

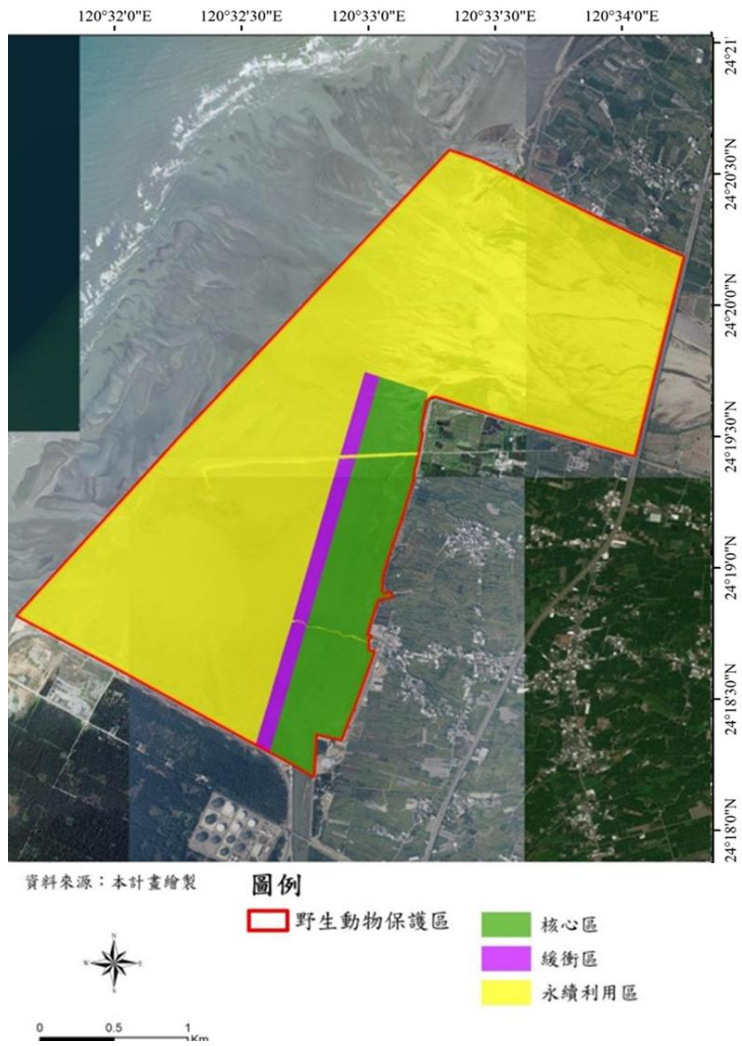
高美濕地於民國 93 年 9 月，由農委會劃設公告為「高美野生動

物保護區」；民國 96 年 12 月，國家公園署將其列為國家重要濕地。最新的高美野生動物保護區，以及國家重要濕地分區管理（圖一、圖二）。除了豐富的生態資源之外，高美濕地多年來為民眾觀光之熱門景點，過去更曾被日本旅行社網路票選為海外旅遊最為嚮往的景點之一。民國 108 年 9 月，高美濕地遊客中心啟用，然而在環境教育功能的發揮上仍有發展空間。

隨著時間演進，高美濕地及其周遭區域漸漸有生態與環境課題出現，包括北防砂堤的施作與延伸、大甲溪出海口的持續輸砂、木棧道的建置等，皆對濕地的淤積有所影響，而濕地整體逐漸淤積，也進而影響該地的特色生物—雲林莞草生存，再加上外來入侵種互花米草與其競爭，使得雲林莞草的生長面積逐漸面臨縮減的情況。再者，由於觀光遊客數量地持續上升，遊客行至木棧道末端進入濕地內的永續利用區遊憩，其大量的踩踏是否影響濕地底質狀況，也是需要持續關注的部分。

陸蟹路殺也是源自於高美濕地遊客數增加的議題之一。高美濕地周邊的荒地、防風林和墓地等為陸蟹棲息地，其釋幼路線須爬行橫越防汛道路，攀上堤防後才能抵達濕地。大量觀光客因高美濕地的夕陽美景慕名而來，但遊客開車離開高美濕地的時間與陸蟹釋幼的時間重疊，導致濕地周邊陸蟹路殺情況嚴重。高美濕地周邊的放流水其水質狀況需定期檢測，且濕地上的水域生物和水鳥亦須累積其調查資料，充實當地的生物資源資料庫。

以上種種原因，本案擬進行以下各項調查工作，包括環境部分的濕地整體侵淤調查、木棧道末端的土壤硬度調查、飛砂調查、放流水的水質調查，以及生物部分的植物調查、鳥類調查以及水域生物調查等。陸蟹路殺的部分市府則以另案處理。累積更多生態與環境資料，提供高美濕地經營管理之參考。



資料來源：高美野生動物保護區保育計畫

圖一、高美野生動物保護區分區圖



資料來源：高美重要濕地（國家級）保育利用計畫

圖二、高美重要濕地保育利用計畫功能分區圖

(二) 氣候

高美濕地位於臺中市清水區的中部沿海平原，屬於亞熱帶季風氣候區。依據交通部中央氣象局清水觀測站（位址：清水區護岸路 37 號）近五年的氣象資料（民國 106 年至 112 年）整理如表一，相關資料簡述如下：

1. 降雨

全年累積雨量年平均為 98.23 公釐，降雨日每年平均 6.4 天。一年中雨量多集中在 5 至 8 月，為梅雨季節或颱風所帶來的降雨。8 月

平均 296.29 公釐為降雨之高峰，11 月平均 3.00 公釐為最少降雨月份。降雨受季風及地形影響甚大，乾旱季區分明顯，為全臺降雨偏少的地區之一。

2. 氣壓

本地區年平均測站氣壓為 1010.19 毫巴，其中測站氣壓以 1 月平均氣壓為最高，達 1,016.87 毫巴，8 月份之月平均氣壓最低，僅 1,002.71 毫巴。顯示此區冬季受西伯利亞分裂高壓影響，而夏季為太平洋高壓影響之副熱帶氣候形態。

3. 溫度

本地區氣溫冷熱適中，平均氣溫介於 16.84 至 30.01°C，全年平均溫度為 23.87°C，平均氣溫以 6 月至 9 月較高，其中以 7 月 30.01°C 最高，1 月 16.84°C 溫度最低，氣溫之季節性變化與臺灣全區類似。月最高溫度以 7 月之 35.87°C 為最高，月最低溫度則以 1 月之 9.89°C 為最低。

4. 相對濕度

本地區年平均相對濕度介於 79.71 % 至 86.14 %，平均為 83.29 %，其中以 2 月份最高（86.14 %），10 月份最低（79.71 %）。

5. 風力及風向

統計中央氣象局清水測站之風速及風向資料，全年主要盛行風為東北風至東南風，5 月至 8 月以東風至東南風為主，平均風速較多數月份為弱；其他月份之風向多為北北風至東北風。歷年平均風速為 2.92 m/s，尤以 10 月至翌年 2 月秋、冬兩季風速較大，其中以 12 月平均風速為 4.33 m/s 最大，8 月平均風速 2.06 m/s 最小。

表一、106 年至 112 年清水氣象站統計資料

	測站 氣壓 (hPa)	平均 氣溫 (°C)	最高 氣溫 (°C)	最低 氣溫 (°C)	平均 風速 (m/s)	風向 (360°)	最大 瞬間風 (m/s)	最大瞬 風風向 (360°)	降水量 (mm)	降水 日數 (day)	相對 濕度 (%)
1 月	1016.87±1.15	16.84±0.99	25.37±2.40	9.89±1.97	3.57±0.37	33	21.29±3.03	29	24.00±29.94	4.6±3.2	85.14±4.14
2 月	1016.16±1.25	17.30±1.60	28.63±3.20	10.94±2.63	3.40±0.61	33	20.10±4.80	39	26.36±27.56	4.3±3.1	86.14±5.87
3 月	1013.03±0.46	20.21±0.53	29.99±0.50	12.03±0.85	2.67±0.10	33	18.87±1.97	122	99.86±75.68	7.6±4.0	85.14±6.74
4 月	1010.86±1.55	23.07±1.17	31.09±0.85	15.31±1.28	2.51±0.29	34	18.59±2.85	84	78.64±78.56	7.1±3.3	84.43±6.75
5 月	1007.40±0.66	26.24±1.61	33.01±1.19	18.86±2.05	2.36±0.26	105	16.53±2.56	132	130.50±146.24	10.3±5.5	86.00±6.56
6 月	1004.66±1.17	28.91±0.40	34.14±0.38	23.59±0.67	2.36±0.32	153	16.11±2.06	167	137.00±151.42	11.1±3.6	84.43±6.90
7 月	1003.69±1.37	30.01±0.30	35.87±0.47	24.86±0.57	2.27±0.31	178	16.91±2.79	169	94.00±67.76	7.6±3.4	80.86±5.64
8 月	1002.71±2.56	29.57±0.78	35.23±0.97	24.70±0.71	2.06±0.24	124	17.49±3.18	137	196.29±191.36	12.4±3.7	83.29±4.50
9 月	1006.09±0.94	28.41±0.82	34.89±0.49	22.76±1.53	2.43±0.67	31	19.31±3.58	30	47.57±58.36	4.6±2.1	81.29±4.54
10 月	1010.80±0.84	25.13±0.79	32.91±1.25	19.33±1.51	3.64±0.67	35	24.90±6.44	42	7.14±7.06	2.3±1.4	79.71±4.82
11 月	1013.51±0.61	22.41±0.76	29.41±1.74	15.96±2.19	3.41±0.50	34	22.36±1.80	33	3.00±4.58	1.7±2.4	81.29±6.24
12 月	1016.46±0.71	18.50±0.94	26.99±2.77	11.04±2.49	4.33±0.70	34	25.94±3.15	40	34.43±39.21	3.0±1.7	81.71±3.35
全年	1010.19±5.10	23.87±4.81	31.46±3.63	17.44±5.70	2.92±0.81	—	19.87±4.44	—	98.23±129.97	6.4±4.6	83.29±5.66

資料來源：

1.交通部中央氣象局，氣候資料年報-地面資料，民國 106 年至 112 年。

2.中央氣象局，氣候資料服務系統，<https://codis.cwa.gov.tw/>。

(三)波浪、潮汐與侵淤特性

1. 潮位

臺灣西部海域的潮流，漲潮時，海水會由南北兩端流向臺灣中部，在臺灣中部交會，退潮時則相反，由中部往兩端流出；本研究根據內政部中央氣象局設置在臺中港 4 號碼頭之潮位站民國 93 至民國 112 年之潮位觀測資料，彙整其最高高潮位、最高天文潮、平均高潮位、平均潮位、平均低潮位、最低天文潮及最低低潮位資料，並依天文潮位資料換算成潮差後列於表二。

分析臺中港海域民國 93 至民國 112 年期間潮位資料，臺中港站最高高潮位範圍約在 2.79 至 3.39 公尺、最高天文潮位為 2.57 至 3.09 公尺、平均高潮位為 1.94 至 2.29 公尺、平均潮位為-0.03 至 0.31 公尺、平均低潮位為-2.19 至-1.86 公尺、最低天文潮位為-3.00 至-2.56 公尺、最低低潮位為-3.31 至-2.71 公尺，其中歷年全年平均潮差與為 4.10 公尺，而全年最大潮差可達 6.08 公尺，顯示研究區鄰近海域具潮差較大之特性。

表二、臺中港民國 93 至民國 112 年潮位統計表

月份	最高高潮位 暴潮位 (m)	最高 天文潮 (m)	平均 高潮位 (m)	平均 潮位 (m)	平均 低潮位 (m)	最低 天文潮 (m)	最低 低潮位 (m)	平均 潮差 (m)	最大 潮差 (m)
1	2.84	2.63	1.93±0.12	-0.06±0.08	-2.23±0.01	-3.00	-3.31	4.16±0.50	6.15
2	2.78	2.71	1.91±0.12	-0.04±0.08	-2.14±0.01	-2.98	-3.07	4.05±0.17	5.86
3	3.18	2.83	1.97±0.13	0.00±0.09	-2.08±0.08	-2.89	-3.09	4.06±0.15	6.27
4	2.83	2.80	1.99±0.10	0.06±0.07	-2.01±0.08	-2.78	-3.13	4.00±0.14	5.96
5	2.80	2.79	2.03±0.11	0.14±0.06	-1.97±0.10	-2.76	-3.04	3.99±0.44	5.84
6	2.88	2.64	2.08±0.12	0.18±0.07	-1.98±0.10	-2.64	-3.10	4.07±0.94	5.98
7	3.05	2.75	2.15±0.14	0.22±0.07	-1.94±0.11	-2.57	-3.16	4.09±0.21	6.21
8	3.21	2.94	2.25±0.12	0.28±0.06	-1.88±0.13	-2.57	-3.02	4.13±0.23	6.23
9	3.34	3.04	2.24±0.12	0.26±0.07	-1.89±0.14	-2.56	-2.94	4.13±0.23	6.27
10	3.16	2.97	2.18±0.13	0.17±0.07	-1.98±0.11	-2.60	-2.98	4.16±0.20	6.14
11	2.98	2.87	2.09±0.13	0.08±0.06	-2.09±0.12	-2.88	-3.14	4.18±0.22	6.12
12	2.79	2.65	1.98±0.11	0.00±0.06	-2.17±0.14	-2.99	-3.16	4.14±0.22	5.95
全年	3.34	3.04	2.07±0.10	0.11±0.05	-2.03±0.09	-3.00	-3.31	4.10±0.17	6.08

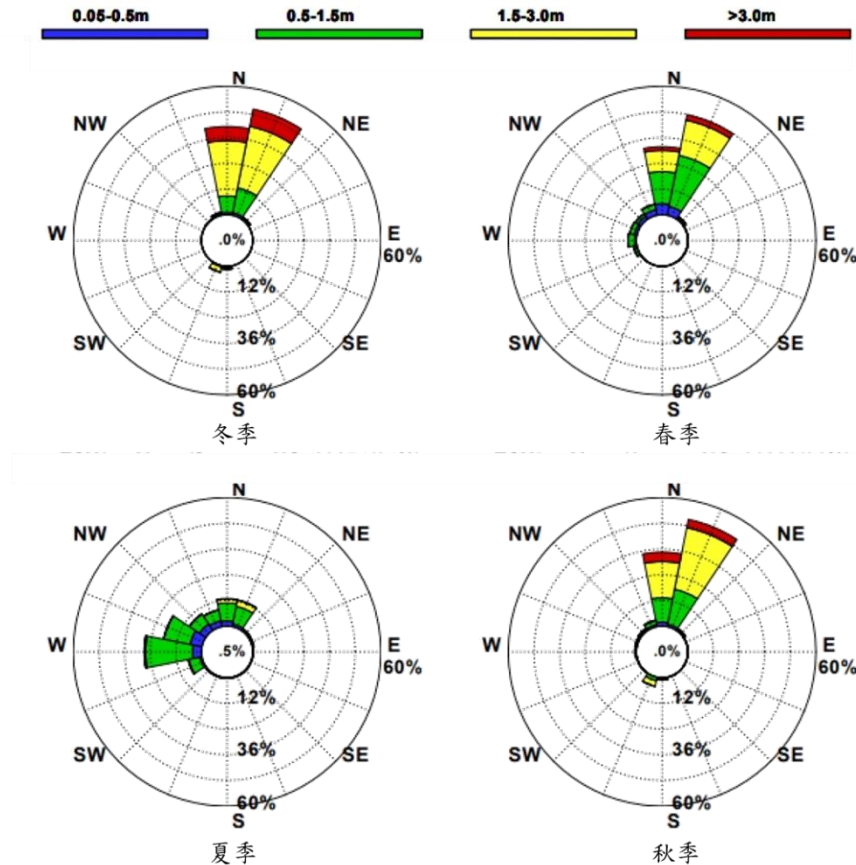
資料來源：交通部中央氣象局

2. 暴潮

暴潮並非潮汐，其為氣壓下降造成海水面的上升現象。臺灣地區暴潮主要多為颱風引起，水位因氣壓下降而上升，海面同時帶來之強風而造成海水之流動，遇海岸之阻止或流動速率之改變，常會產生海水堆積之作用，此等作用，所造成海岸水位上升至比平常天文潮水位要高之異常水位，稱之暴潮位。暴潮之高度與氣壓、風力有關外，與海岸地形有極大關係，一般而言，地形為海灣、內海、海峽所造成之暴潮位較大。由表二顯示，臺中港歷年觀測全年最高高潮位比全年平均高潮位高約 1.28 公尺，且以 9 月份統計最高高潮位 3.39 公尺最高。

3. 季節波浪

本計畫蒐集鄰近計畫區臺中港測站波浪觀測資料(交通部港灣研究中心觀測資料年報中民國 92 至民國 111 年之統計資料)，夏季波浪方向由 N 至 W 波向均有分布，並以 W 波向分布機率較大，且平均波高多介於 0.5 至 1.5 公尺。冬季波浪則多分布於 N 至 NNE，波高介於 1.5 至 3.0 公尺發生機率較高（圖三）。



資料來源：2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報（8 港域觀測波浪資料），交通部運輸研究所，113 年

圖三、臺中港測站民國 92 至民國 111 年波浪玫瑰圖

此外，蒐集「彰化西島離岸風力發電計畫環境影響說明書」，季節波浪條件，係參考臺中港波浪統計分析之冬、夏季代表波浪進行數值模擬分析。其分析條件為冬季之代表性波浪波高（ H_s ）為 2.5 m，週期（ T_s ）為 7.1 sec，夏季之代表性波浪波高（ H_s ）為 1.4 m、週期（ T_s ）為 6.1 sec。入射波向為 WSW 之颱風代表性波浪波高（ H_s ）為 4.25 m，週期（ T_s ）為 4.7 sec；入射波向為 NNW 之颱風代表性波浪波高（ H_s ）為 4.7 m、週期（ T_s ）為 9.1 sec。

4. 颱風波浪

本計畫蒐集民國 47 至 112 年間，發布侵襲臺灣之颱風警報共 206 個，颱風侵襲臺灣之路徑可略分為 10 種路徑如圖四，其中以路徑類型 3 之颱

風對本計畫研究區域有較大影響，發生機率約為 14.1%，整理如表三，平均每年約有 3.2 次侵臺颱風對計畫區有影響。



資料來源：中央氣象局颱風資料庫 (<http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB/>)

圖四、侵襲臺灣地區颱風路徑圖

表三、颱風侵襲路徑類型百分比

路徑類型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
次數	24	31	29	20	30	32	11	5	16	8
百分比	11.7	15.0	14.1	9.7	14.6	15.5	5.3	2.4	7.8	3.9

為瞭解臺中港在颱風作用下可能面臨的極限波浪情況，「近岸漂沙機制與防治研究（2/4）」蒐集中央氣象局民國 29 年至民國 95 年間，通過 118.39°至 122.39E、22.30°至 26.30°N 範圍內（圖五），且颱風中心氣壓小於或等於 970 毫巴，共 106 筆資料，利用井島武士及湯麟武博士之理論進行颱風波浪推算，藉以求得颱風情況下，不同波向可能發生的最大示性波高，再以極端值分布法推算各迴歸期之波高與週期，如表四所示。

由臺中港外海颱風波浪迴歸分析統計結果顯示，臺中港 50 年迴歸期

颱風波浪以 N 向影響最大，波高約為 7.3 m、對應週期約為 11.3 sec。過去，臺中港區曾於民國 93 年 5 月 28 日 22 時，測得波高 7.5 m，其值趨近於颱風作用下 50 年迴歸期之極限波高情況。



資料來源：近岸漂沙機制與防治研究（2/4），交通部運輸研究所，100 年
圖五、颱風波浪推算目標點位置示意圖

表四、臺中港外海颱風波迴歸分析統計表

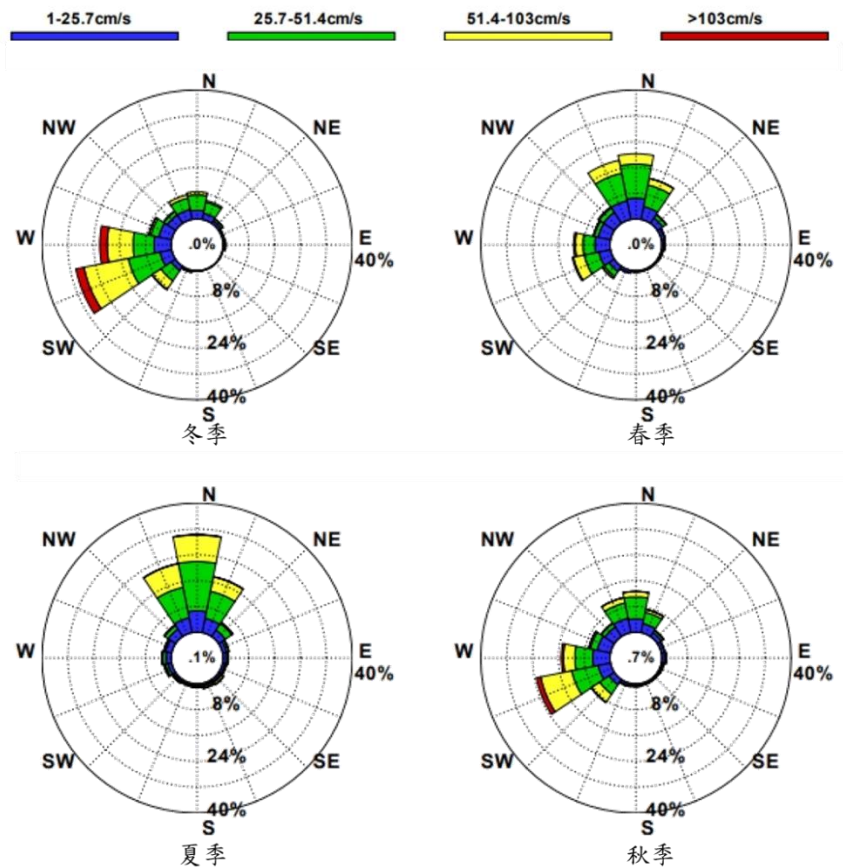
水深：-31 m

波向 \ 迴歸期	250 年		200 年		100 年		50 年		25 年		20 年		10 年	
	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)	波高 (m)	週期 (sec)
NE	7.3	11.3	7.1	11.2	6.6	10.8	6.0	10.3	5.4	9.8	5.1	9.5	4.4	8.8
NNE	8.8	12.5	8.6	12.3	8.0	11.9	7.2	11.3	6.6	10.8	6.4	10.6	5.6	9.9
N	8.8	12.5	8.6	12.3	8.0	11.9	7.3	11.3	6.6	10.8	6.3	10.5	5.5	9.8
NNW	8.0	11.9	7.8	11.7	7.2	11.3	6.5	10.7	5.8	10.1	5.6	9.9	4.7	9.1
NW	7.5	11.5	7.3	11.3	6.8	11.0	6.2	10.5	5.5	9.8	5.3	9.7	4.6	9.0
WNW	6.9	11.0	6.8	11.0	6.3	10.5	5.8	10.1	5.2	9.6	5.1	9.5	4.4	8.8
W	6.8	11.0	6.6	10.8	6.2	10.5	5.7	10.0	5.2	9.6	5.0	9.4	4.4	8.8
WSW	6.5	10.7	6.4	10.6	6.0	10.3	5.5	9.8	5.0	9.4	4.8	9.2	4.3	8.7
SW	5.6	9.9	5.5	9.8	5.1	9.5	4.7	9.1	4.3	8.7	4.2	8.6	3.7	8.1

資料來源：近岸漂沙機制與防治研究（2/4），交通部運輸研究所，100 年

5. 海流

計畫區鄰近海域臺中港測站民國 92 至民國 111 年間夏季及冬季海流玫瑰圖如圖六所示。全年資料統計即以 W、NNW 為主，圖中所示臺中港鄰近海域於夏季呈現 NNW 至 N 向為主，海流流速則每秒約 25.7 至 51.4 cm；冬季則轉以 W 至 WSW 向為主，海流流速則可達每秒 103 cm 以上，尤以冬季呈現近 30 % 的流向最為顯著。

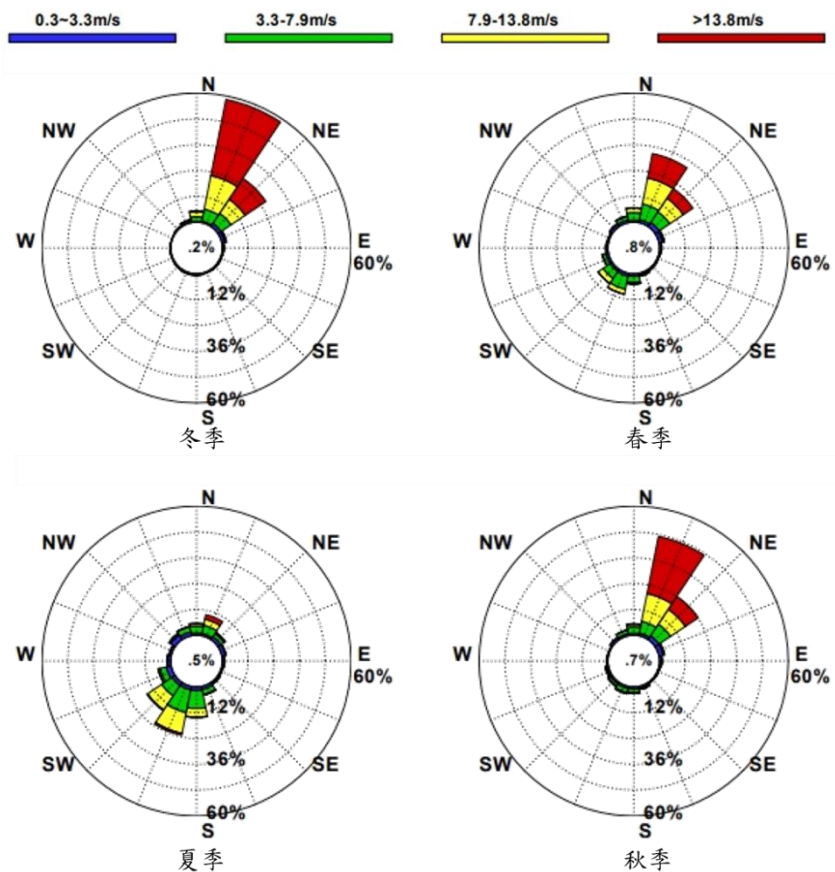


資料來源：2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報（8 港域觀測海流資料），交通部運輸研究所，113 年。

圖六、臺中港測站民國 92 至民國 111 年海流玫瑰圖

6. 海域風速及風向

在計畫區海域風速及方向方面，參考交通部港灣技術研究中心於民國 92 至民國 111 年之臺中港港北防波堤之風速測站資料。臺中港海域夏季風向多呈現約 SSW 向，風速介於每秒 3.37 至 13.8 公尺。冬季風速分布呈現 NNE 至 NE 向，最大風速超過每秒 13.8 公尺，風玫瑰圖如圖七所示。

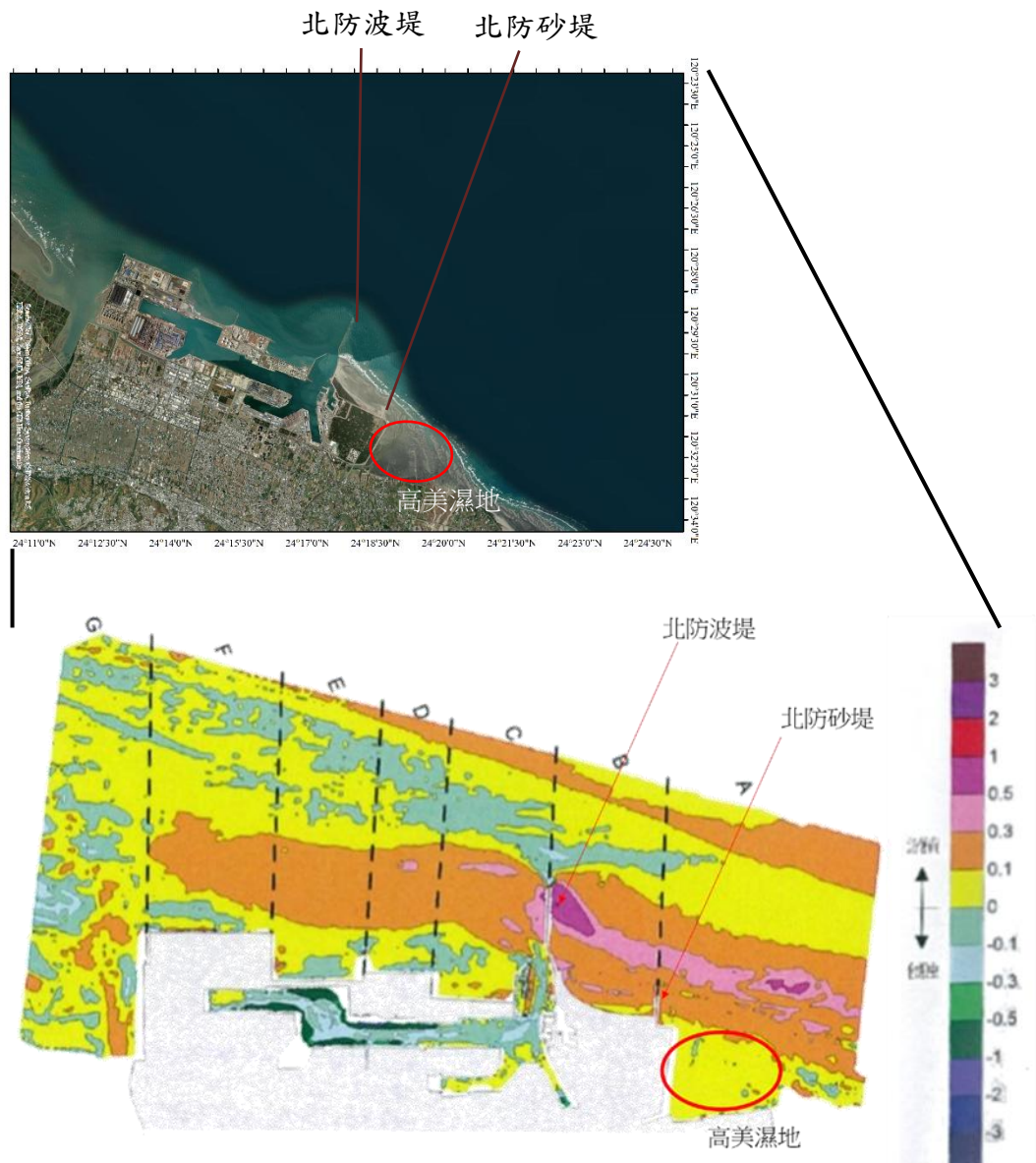


資料來源：2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報（8 港域觀測風力資料），交通部運輸研究所，113 年

圖七、臺中港測站民國 92 至民國 111 年風玫瑰圖

7. 地形侵淤特性

本計畫分析民國 91 年至 108 年之實測地形，進行海域地形之侵淤分析。近期的實測地形資料，臺中市政府農業局已行文至臺中港務分公司申請相關資料（發文日期：113 年 6 月 20 日，文號：中市農林字第 1130025100 號），並於 113 年 6 月 28 日回覆臺中市政府，說明該區域自 109 年之後，並無再委託規劃公司進行年度間的地形實測，故圖八的實測地形圖為目前該區域最新的資料。依據圖八實測地形顯示，高美濕地附近海域附近處及近岸沙灘區域呈現微量淤積現象，於計畫區附近海域則有微量之侵淤現象。北防波堤及北防砂堤間之北淤沙區近岸海域呈現外海淤積現象。



資料來源：臺中港北側淤沙區漂飛沙整治第四期計畫，臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司，109 年

圖八、計畫區實測地形侵淤圖（民國 91 年至 108 年）

(四)生物資源調查

本團隊由民國 86 年 1 月起，針對清水高美濕地的螃蟹相進行了解。截至目前為止 25 年的調查與記錄，期間因各年度計畫之調查目標與標的不同，分別也記錄了高美濕地的動植物生態調查（包含鳥類、魚類、蝦蟹螺貝類、昆蟲、多毛類以及螃蟹幼生回歸時間推斷等不同項目調查結果，將 25 年來各年度計畫執行目標及主要成果整理如表五及表六。

表五、自民國 86 年至民國 112 年止計畫執行進程

研究進程	研究方法	研究目的	執行成果
第一階段 86 年至 90 年	穿越線普查生物多樣性	建立各類生物資源的名錄（植物、鳥類、魚類、螃蟹類、貝類）	高美濕地生物資源/ 高美濕地解說手冊
第二階段 91 年至 92 年	選定不同棲地代表性測站、劃設樣區	棲地多樣性與生物多樣性指數；生物棲息地受干擾程度之指標（ABC Index）	臺中縣海岸濕地生態教室
第三階段 93 年至 95 年	分析各類型棲地底質特性並估算各樣區物種歧異度、分析雲林莞草區	底棲生物之分布與其棲息地環境因子之間的交互關係	完成調查工作及分析
第四階段 96 年至 99 年	環境變遷監測、社區巡守隊、風力發電機組運作後對高美濕地棲息生物的影響	建立持續環境監測機制以及訓練當地居民擔任社區巡守隊	完成架設高美氣象站以及社區巡守隊的訓練
第五階段 100 年至 110 年	底棲生物幼生生態、雲林莞草分布範圍、外來種（互花米草、長腳捷蟻（ <i>Anoplolepis gracilipes</i> ））範圍與移除或防治 ⁽¹⁾ 、水生昆蟲普查	針對外來種（互花米草、長腳捷蟻（ <i>A. gracilipes</i> ））對於當地生物（雲林莞草、底棲生物幼生、陸蟹）的影響調查	完成 10 年來雲林莞草與互花米草之範圍推移與變化、長腳捷蟻（ <i>A. gracilipes</i> ）防治降低陸蟹遭蟻殺之機率、高美濕地水生昆蟲名錄建立，以及潮間帶步行蟲系統性調查結果發表。
第六階段 110 年起迄今	雲林莞草及外來種（互花米草）範圍	高美濕地陸化程度對雲林莞草以及外	持續記錄雲林莞草與互花米草之範圍

	調查、底棲生物（蟹類幼生 DNA 分析與鑑種）、二枚貝類資源調查	來種（互花米草）互相消長的情況；二枚貝復育區的畫設成效；高美濕地底棲生物（蟹類為主）幼生的物種組成與環境間的關聯性。	推移與變化；二枚貝復育區內與區外之二枚貝類物種及豐度記錄；蟹類幼生鑑種及每季豐度記錄。
--	----------------------------------	--	---

註、(1)互花米草與長腳捷蟻 (*A. gracilipes*) 因為屬於強勢外來種的移除，對當地環境與源生態造成影響，故執行移除作業。

表六、自民國 86 年至民國 112 年止高美濕地相關計畫主要成果表

年度	研究目的	執行成果	資料/計畫來源
86	高美濕地生物資源調查	自 86 年 1 月至 12 月每月於高美濕地進行生物資源調查，共記錄鳥類 34 科 103 種、蟹類 7 科 23 種、貝類 7 科 8 種、魚類 3 科 7 種及植物 27 科 105 種。	1997 臺中縣高美濕地生物資源調查
87	高美濕地生物資源調查	87 年 7 月起，調查範圍擴大為臺中縣大甲溪出海口至清水大排水溝出海口以北沿海濕地及臺中港北防波堤以南之防風林。統計共記錄鳥類 38 科 135 種、蟹類 9 科 30 種及植物 30 科 110 種。兩年之執行成果彙整並出版「高美濕地生態資源」。	1998 臺中縣高美濕地生物資源調查(II)
88-89	高美濕地生物資源調查與高美濕地解說手冊編撰	88-89 年度的調查工作重點放在調查範圍內，各區（不同棲地類型）之大型底棲動物物種與數量變化的記錄。89 年，出版「高美濕地解說手冊」一書。	1999 臺中縣高美濕地生物資源 (III) 2000 臺中縣高美濕地生物資源 (IV)
90-91	生物資源調查範圍擴大至整個臺中縣沿海	由第三河川局所發包興建的高美海堤於 90 年底完成。本計畫持續執行臺中縣沿海生物資源調查，並直接評估該海堤的建設對高美濕地生物相之干擾。同時亦分別比較調查範圍內三條溪流（大安溪、大甲溪、大肚溪）的生物群落受到人為干擾的程度；結果發現臺中縣沿海三個樣區均呈現中重度壓迫的狀態，其中又以大肚溪出海口火力發電廠區最為嚴重，而大安船頭埔則是在三個採樣地中，唯一呈現中度壓迫的棲地（表示干擾程度較其他兩處輕微）。	2001 臺中縣高美濕地生物資源調查(V) 2001 臺中縣沿海生物資源調查 (I)

92	『臺中縣海岸濕地生態教室』之書籍編撰	根據過去幾年的調查結果，以生態學的觀點，對臺中縣海岸特色進行整體介紹，並將各園區或景點串聯成線，幫助民眾的了解與利用。期望本書能帶領民眾擺脫過去對自家環境資訊不足的情況，進入一個自我提升與終身學習的新視野。	2003「臺中縣沿海自然資源保育推廣計畫」
93-94	底棲生物之分布與其棲息地環境因子之間的交互關係	分析各類型棲地底質特性並估算各樣區之物種歧異度。藉由生物分析篩分析雲林莞草區底棲蟹類幼生期族群分布情況及物種歧異度。	2004 臺中縣高美濕地大型底棲生物幼生期分布調查-季節性變化與永續利用之規劃 2004 臺中縣高美濕地大型底棲生物幼生期分布調查-季節性變化與永續利用之規劃（II）
95	臺中縣海岸濕地之底棲蟹類物種豐富度及生物量研究；雲林莞草區底棲蟹類幼生期族群之季節性變化	影響高美濕地大型蟹類分布的因子除季節因素外，底土粒度、有機物含量及酸鹼度的影響大過鹽度。建議政府等相關單位在進行保護區規劃時，應對泥灘地及雲林莞草區特別予以重視。因為棲地多樣性造就生物多樣性，因此需努力於棲地多樣性的維持。	2006 高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：雲林莞草分布的變化
95-98	高美濕地區域內雲林莞草分布的季節變化	持續記錄高美濕地區域內雲林莞草於不同季節的分布。結果發現在二號海堤外的族群有顯著向外遷移的情形，取代而來的是較為耐鹽、耐旱、耐濕的鹽地鼠尾粟、中華結縷草以及水筆仔。該年度外移程度是否擴大，迫切需要監測。	2006 高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：雲林莞草分布的變化 2007 高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：風力發電機組的影響 2008 高美野生動物保護區資源監測計畫(II) 2009 臺中縣高美濕地保護復育及社區參與發展計畫
96-97	評估人為活動及風力發電機組對雲林莞草生態系的影響	主要針對已經被遊客破壞的高美燈塔、高美新建第二海堤以及風力發電機組對高美濕地棲地的影響進行監測。發現新建高美二號海堤的緩坡設計，加速高美濕地的陸化，並且因為陸化而將雲林莞草的棲地往灘地外側推移。	2007 高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：風力發電機組的影響 2008 高美野生動物保護區資源監測計畫(II)
97	針對高美濕地內不同棲地類型在春季與夏季出現的幼生蟹數量進行調查	幼生螃蟹主要出現在春季（四、五月），進入夏季之後幼生螃蟹數量會急遽下降，到了八月份則無幼生螃蟹的紀錄；在四月份時，幼生螃蟹主要出現在遮蔽性良好的雲林莞草區，而五月份則是會出現在開闊的泥灘與沙地。	2008 高美野生動物保護區資源監測計畫(II)
98	針對臺中縣高美濕地生態及	濕地之監測項目與方法標準化；於清水漁民活動中心頂樓架設線上即	2009 臺中縣高美濕地保護復育及社區參與發展計畫

	地景復育及生態旅遊策略性規劃；執行高美濕地之調查監測與生態網絡之建立	時監測系統；高美濕地環境變遷歷程紀錄與分析；針對高美濕地所面臨的課題提出對策，以短中長期規劃。包括濕地的離岸區利用、濕地的分區管理等。	
99	高美濕地遊客數量與螃蟹密度及生殖成功率的關係	針對高美濕地持續湧進的遊客數量做監測，並且觀察是否會直接影響到螃蟹的密度以及生殖成功率。初步結果推測抱卵雌蟹易受到遊客挖掘、踩踏以及捕捉等行為的干擾，但是否真的會影響子代產出的數量，則需要另外設計實驗來證實。99年06月29日高美油污污染事件後，進行「油污污染地區螃蟹密度調查」，結果發現受到污染的灘地螃蟹數量有顯著下降60%，由50隻/平方公尺下降到20隻/平方公尺。	2010 高美野生動物保護區資源監測及巡查計畫
100-102	針對入侵種互花米草對高美濕地的雲林莞草及底棲生物相的影響；檢視高美濕地不同植物族群中之螃蟹組成差異	比較雲林莞草、蘆葦及互花米草三種植物族群下螃蟹組成。調查結果發現蘆葦及互花米草棲地之螃蟹組成較相近，而雲林莞草棲地之螃蟹組成較多樣，互花米草棲地之螃蟹組成最為單一。	2011 高美野生動物保護區資源監測計畫 2012 高美野生動物保護區資源監測計畫 2013 高美野生動物保護區資源監測計畫
102-104	底棲生物幼生生態自然資源調查	執行底棲生物幼生生態自然資源調查。調查結果發現101年二號海堤外樣點恰好為遊客下灘地區，棲地受到不斷的干擾及踐踏下，使得幼蟹數量較其他樣點少；二號海堤與一號海堤外樣點之幼蟹組成較相近，番仔寮海堤外樣點則為沙質棲地，幼蟹組成較不相同。	2013 高美野生動物保護區資源監測計畫 2014 高美野生動物保護區資源監測計畫 2015 高美野生動物保護區資源監測計畫
105	高美濕地鳥類調查	水鳥群棲息地熱點及重要的覓食區恰好位在木棧道末端，遊客可進入的濕地範圍周邊。為避免遊客干擾鳥群棲息及覓食，建議減低遊客於退潮下灘的干擾。	2016 105 年度臺中市濕地型保護區經營管理計畫-高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫
103-106	雲林莞草棲地改善試驗	執行雲林莞草棲地改善試驗。由持續的觀察記錄發現2015年11月棲地改善工程完工後6個月，有些許雲林莞草植株於施工後棲地生長，但同時也觀察到陸化植物重新長回該棲地。	2014 高美野生動物保護區資源監測計畫 2015 高美野生動物保護區資源監測計畫 2016 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫

			2017 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫
107	外來種長腳捷蟻 (<i>A. gracilipes</i>) 防治	執行高美野生動物保護區番仔寮海堤週邊外來種長腳捷蟻 (<i>A. gracilipes</i>) 調查，進行長腳捷蟻 (<i>A. gracilipes</i>) 族群分布調查及液態餌劑防治。調查結果發現長腳捷蟻 (<i>A. gracilipes</i>) 大多分布在番仔寮海堤南側堤段的灌木植栽區。在液態餌劑防治後，大部分樣區的危害級數下降，應持續進行調查及防治。	2018 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫
	水質大腸桿菌檢測	執行高美野生動物保護區水質大腸桿菌群檢測。4 個採樣點共三季的檢測結果，僅樣點 G4（木棧道末端遊客進入灘地處）在秋季符合標準，其餘檢測值皆高於海域環境分類及海洋環境品質標準之甲類海域海洋環境品質標準 1000 CFU / 100 ml。	
108	高美濕地排水渠道之底泥重金屬調查	執行高美野生動物保護區排水渠道之底泥重金屬調查。共計採集 10 處樣點的表層底泥，進行底泥之八大重金屬檢測。檢測結果發現某些樣點的鎘、砷、鋅有略高於底泥品質指標下限的狀況。	2019 高美野生動物保護區資源監測計畫
108-109	底棲生物幼生生態自然資源調查	進行底棲生物幼生生態自然資源調查，樣區位置及調查方法與 101-104 年相同，以利於比較 5 年間的變化。共進行 9 樣點的幼蟹組成調查。兩年分別在 5 月及 6 月為幼蟹及大眼幼蟹的活動高峰期。108 年共計採集 6 科 15 種 1,569 隻，109 年共計採集 6 科 11 種 1,582 隻。兩年皆以沙蟹科的數量最多，9 個樣點中，又以樣點番仔寮海堤外側之 N1 樣區的蟹類幼生多樣性最高。	2019 高美野生動物保護區資源監測計畫 2020 高美野生動物保護區資源監測計畫
109	高美濕地昆蟲相調查	進行內昆蟲相調查，調查類群為底棲水生昆蟲與蜻蛉目成蟲，以及陸域環境步行蟲科群聚結構調查。底棲水棲昆蟲共採集 7 目 23 科 1,906 隻，分屬於 27 個形態種，以雙翅目搖蚊科記錄個體數最高，全區 Shannon 多樣性指數為 1.94。蜻蛉目成蟲調查，共記錄 10 種 81 隻，以青紋細蟴記錄到的個體數最高，	2020 高美野生動物保護區資源監測計畫

		全區 Shannon 多樣性指數為 1.92。陸域環境步行蟲科群聚結構調查，共記錄到 23 種步行蟲，B. (D.) <i>foochowense</i> 與 B. (O.) <i>gebieni</i> 皆為臺灣第二筆的正式採集記錄；其中 B. (D.) <i>foochowense</i> 為潮間帶特有的步行蟲。C. (A.) <i>touzalini</i> 為臺灣新紀錄之步行蟲。大甲溪口步行蟲物種數最高，共 18 種，其次為番仔寮海堤共 6 種，高美二號海堤未記錄步行蟲活動。	
109	臺灣早招潮分布調查	進行臺灣早招潮蟹分布範圍調查。6-9 月的調查結果顯示，其分布位置皆位於近岸側，空曠泥灘地且無植被處，與其偏好的棲地類型有關。分布範圍介於 1.27-1.43 公頃，以高美二號海堤分布的數量及密度最高，密度約為 0.19 隻/平方公尺。	2020 高美野生動物保護區資源監測計畫
109	高美濕地底泥與生物體重金屬檢測	執行高美清水大排區域底泥及生物體之重金屬含量檢測。底泥之重金屬檢測結果顯示，底泥之重金屬砷、鎘、鉻、銅、汞、鎳、鉛及鋅，各項目檢測值皆未高於「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」之上、下限值。	2020 高美野生動物保護區資源監測計畫
101-112	高美濕地雲林莞草分布範圍	在 101 年至 110 年之間，鄰近海堤的近岸側，分布範圍約減少 19.45 公頃，而近海側新生長的植株，僅增加 5.74 公頃。此外，與 2012 年相比，2021 年有部分區域呈現破碎化，且近海側增加的範圍中有很多零星植株，尤其在番仔寮海堤外的分布情況最為明顯。依照歷年來調查所累積的經驗，發現到若分布範圍呈現破碎化，隔年該區域的雲林莞草便不會生長，尤其在近岸側的分布範圍最容易出現此狀況，可能代表著近岸側的灘地已不適合雲林莞草生長。	2013 高美野生動物保護區資源監測計畫 2014 高美野生動物保護區資源監測計畫 2015 高美野生動物保護區資源監測計畫 2016 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫 2017 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫 2018 高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫 2019 高美野生動物保護區資源監測計畫 2020 高美野生動物保護區資源監測計畫 2021 高美野生動物保護區資源監測計畫 2022 高美野生動物保護區資源監測計畫 2023 高美野生動物保護區資源
	高美濕地互花米草分布範圍	持續監測互花米草生長範圍。調查結果發現互花米草面積持續增加，於 105 年首度達到 3 公頃。106 年在農業局派遣重機具進行大範圍移	

		除後，互花米草面積控制在 2 公頃左右。107 年春、夏季互花米草面積增加至 2.6 公頃，秋季在重機具進行移除後，面積減少至 1.9 公頃。108 年夏季增加至 2.4 公頃，移除工作完成後，秋季減少至 1.71 公頃。109 年移除工作完成後，分布面積減少至 0.7 公頃。在 110 年冬季、春季、夏季及秋季分別為 0.73、0.95、1.14 及 0.35 公頃。目前在河道以北的分布範圍較大，河道以南的植株，在 109 年的移除工作結束後，冬季（110 年 2 月）的分布範圍減少許多，然而其分布範圍隨著時間逐漸增加，春季和夏季時零星植株又向外擴散，分布範圍逐漸增加。	監測計畫
110	高美濕地昆蟲相調查	底棲水棲昆蟲共採集 6 目 14 科 3,046 隻，分屬於 22 個形態種，以雙翅目捕獲數量最高，佔 58.90%。全區 Shannon 多樣性指數為 1.82。蜻蛉目成蟲調查共記錄 3 科 13 種 385 隻蜻蛉目成蟲，自 109 年度迄今共記錄 4 科 16 種蜻蛉目成蟲。陸域環境步行蟲科群聚結構調查，共調查到 27 種步行蟲，自 109 年迄今共記錄 31 種步行蟲與 2 個分類群。本年度首次記錄的 B. (A.) formosanus 為臺灣特有亞屬特有種，亦為生活在潮間帶的步行蟲種類，正式標本於一個世紀前於臺南安平所採集，首次於臺中高美濕地野生動物保護區發現。	2021 高美野生動物保護區資源監測計畫
110	臺灣早招潮分布調查	臺灣早招潮分布範圍，自 6 月至 9 月，依次約為 2.96、2.38、2.53 及 1.98 公頃。6 月至 8 月在分布範圍內的族群密度約為 0.07、0.11 及 0.23 隻/平方公尺。分布密度最高的區域，位於高美二號海堤木棧道南側，推測該區域因在鄰近海堤的邊緣有較寬廣的空曠泥灘地所致。	2021 高美野生動物保護區資源監測計畫
111-112	螃蟹幼生 DNA 定序分析及鑑種	111 年共採集 17 組樣本幼蟹進行 DNA 定序分析，其中有 10 組樣本成功萃取 DNA1 並完成定序，螃蟹種類包括臺灣厚蟹、側足厚蟹、三櫛擬相手蟹、紅螯螳臂蟹、短身大眼蟹、弧邊管招潮蟹、德氏仿厚	2022 高美野生動物保護區資源監測計畫 2023 高美野生動物保護區資源監測計畫

		蟹、角眼切腹蟹及淡水泥蟹；112 年共採集 19 組樣本進行 DNA 定序，其中有 12 組樣本成功萃取 DNA 並完成定序，包括弧邊管招潮蟹 1 隻（蚤狀幼體）、萬歲大眼蟹 1 隻（大眼幼蟹）及漢氏東相蟹（無齒螳臂蟹）10 隻。並完成 1 隻弧邊管招潮蟹、1 隻萬歲大眼蟹及 3 隻漢氏東相蟹的螃蟹幼生生物繪圖。	
112	二枚貝類資源調查	二枚貝類調查完成四季之 20 個樣點的貝類資源調查。共記錄 4 科 6 種 224 個個體。其中，冬季所調查到的物種數最多；春季則豐度較高；秋季則有較高的 Shannon 多樣性指數。綜合各項分析顯示，復育區內、外的群聚組成相似，但以復育區內的二枚貝類物種數和個體數較多、種間的分配較均勻以及殼長較長，體型較大。二枚貝類復育區自 2022 年 6 月底設置，推測與禁止漁民、遊客進入採集貝類，人為干擾降低有關。	2023 高美野生動物保護區資源監測計畫

高美濕地過去的生態調查會隨著調查頻度以及調查方法的不同，而有相當程度的差異，也會隨著調查的目的性而影響整體調查成果。整理高美濕地過去 20 年的調查結果，發現不同年度之間會有些許差異，除了高美濕地本身環境變遷的影響外，調查方式/頻度/努力量的不同也是可能因素之一。以高美濕地的鳥類調查為例，86 年共計調查有 34 科 104 種；105 年為 22 科 55 種；106 年根據臺灣野鳥協會的調查資料則記錄到 43 科 131 種。調查頻度的部分，86 年為每月 3 至 6 次，且包含濕地周遭陸域（非濕地範圍）；105 年則為每季一次，且僅調查濕地範圍內；106 年臺灣野鳥協會為每月調查，調查範圍則為濕地與周遭陸域（非濕地範圍）。而在本案自 106 至 112 年的鳥類調查結果顯示，鳥種數落在 67 至 93 種之間，總隻次的變化較大，介於 5,333 隻次至 18,842 隻次間。因此，調查頻度、努力量等的不同，導致無法確認調查數據的差異是否時空變化所造成，也因此無法進行年份間的比較。有鑑於此，彙整多年來不同計畫案之調查結果

的資料，較不容易說明其生物資源的改變是否來自於濕地環境本生的變化，或是調查樣點/努力量等的差異。本計畫案始於 106 年，依據固定樣點的定量資料調查結果，可能較能說明高美濕地相關的生物資源變化，而此部分內容將會於期末報告做相關彙整。

(五)濕地周遭水質狀況

除了生物資源調查外，過去針對高美濕地範圍內的水質監測資料較為缺乏，較相關的監測資料為臺中市環保局針對高美濕地北側之大甲溪出海口處共兩處之河川水質監測站（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游，圖九）。

根據行政院環保署設立之全國環境水質監測資訊網的水質監測顯示，上述兩處河川監測站（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游）最近一次的監測結果為 112 年 12 月，而 112 年全年的監測結果如表七所示。依據公告於臺中市政府環境保護局網頁之最近一次（112 年 2 月）的臺中市河川水質監測結果顯示，鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游兩測站的水體分類等級皆為丁級。依據環保署評估河川水質之綜合性指標「河川污染指數，River Pollution Index」（RPI），鰻魚苗網下游測站與鰻魚苗網上游測站之 RPI 皆為 3.25，屬「中度污染」。RPI 之計算是由生化需氧量、溶氧量、氨氮及懸浮固體等四項理化水質參數組成，用以根據其數值來對污染程度加以分類，計算方式如下： $RPI = (1/4) \sum S_i$ 式中， S_i 為污染點數， i 為水質項目，RPI 為河川污染指數，介於 1 至 10 間，RPI 2 以下代表未（稍）受污染。 S_i ：第 i 項水質參數之點數，水質參數包括 DO（mg/L）、BOD₅（mg/L）、NH₃-N（mg/L）、SS（mg/L），比對基準值如表八所示。



圖九、鄰近高美濕地之環保署與臺中市環保局設立之水質監測站位置圖

表七、環保單位水質測站（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游）112 年全年各月數據

採樣時間		測站 名稱	水溫 (°C)	酸鹼 值	導電度 (µmho/cm25°C)	懸浮固體 (mg/L)	溶氧	生化	化學	氮氮 (mg/L)	總磷 (mg/L)	大腸桿菌 (CFU/100mL)
年份	月份						(電極法) (mg/L)	需氧量 (mg/L)	需氧量 (mg/L)			
112 年	1	鰻魚苗網上游	17.9	7.6	459	7	8.8	<2.0	<5.1	0.04	0.038	230
	2		18.2	7.8	455	288	7.9	<2.0	<5.1	0.06	0.133	1100000
	3		19.7	8.2	505	18.4	7.6	<2.0	<5.1	0.1	0.025	170
	4		25.2	8.0	444	11	8.3	<2.0	<5.1	0.74	0.011	1000
	5		25.5	8.1	327	19.9	8.3	<2.0	5.8	0.13	0.06	330000
	6		28.7	8.3	430	11.6	6.6	<2.0	<5.1	0.06	0.016	1600
	7		27.2	8.6	313	5.6	8.3	<2.0	10.1	0.09	0.035	2200
	8		26.7	8.6	274	6.1	8.2	<2.0	<5.1	0.07	0.035	2200
	9		25	8.7	256	35.4	7	<2.0	5.3	0.09	0.027	1000
	10		25.6	8.2	364	<2.5	7	<2.0	8.8	0.09	0.006	950
	11		21.8	7.5	396	9.5	8.5	<2.0	<5.1	0.12	<0.006	20000
	12		21.1	8.0	374	10.4	6.8	<2.0	<5.1	0.05	0.037	190000
	1	鰻魚苗網下游	18.3	8.0	2540	46.2	8.6	<2.0	8.1	0.09	0.049	110
	2		18.2	7.9	452	248	8	<2.0	8.7	0.09	0.133	1500000
	3		21.3	8.0	463	16.5	7.1	<2.0	<5.1	0.11	0.024	1200
	4		26.4	8.0	23800	12.2	7.2	<2.0	<5.1	1.04	0.056	65
	5		25.9	8.4	355	26.4	7.6	<2.0	9.8	0.08	0.066	75000
	6		30.2	8.2	607	7.1	7.3	<2.0	<5.1	0.1	0.047	950
	7		27.6	8.7	322	9.8	7.3	<2.0	5.2	0.21	0.033	1000
	8		28.8	8.9	288	14.6	9.5	<2.0	<5.1	0.1	0.043	1700
	9		25.5	8.6	271	16.6	8.1	<2.0	7	0.11	0.024	1200
	10		26.4	8.1	365	2.8	6.8	<2.0	<5.1	0.06	0.008	1100
	11		21.3	6.1	28600	18.3	6.8	<2.0	16.9	0.51	0.018	12000
	12		22.8	7.9	1910	15.5	6.2	<2.0	11.8	0.08	0.053	280000

表八、環境部河川污染指數（RPI）之計算與比對基準值

水質/項目	未（稍） 受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量（DO） mg/L	$DO \geq 6.5$	$6.5 > DO \geq 4.6$	$4.5 \geq DO \geq 2.0$	$DO < 2.0$
生化需氧量 （BOD ₅ ）mg/L	$BOD_5 \leq 3.0$	$3.0 < BOD_5 \leq 4.9$	$5.0 \leq BOD_5 \leq 15.0$	$BOD_5 > 15.0$
懸浮固體（SS） mg/L	$SS \leq 20.0$	$20.0 < SS \leq 49.9$	$50.0 \leq SS \leq 100$	$SS > 100$
氨氮（NH ₃ -N） mg/L	$NH_3-N \leq 0.50$	$0.50 < NH_3-N \leq 0.99$	$1.00 \leq NH_3-N \leq 3.00$	$NH_3-N > 3.00$
點數	1	3	6	10
污染指數積分值 （S）	$S \leq 2.0$	$2.0 < S \leq 3.0$	$3.1 \leq S \leq 6.0$	$S > 6.0$

資料來源：環境部

除了河川水質監測外，依濕地保育法第十五條第五項規定，制定重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準，其內容第二條明定，排放水進入國家級重要濕地之入流水水質項目及限值如表九所示。為了能夠系統性的取得高美濕地整體生態、水質以及周遭土地利用對濕地環境的影響，希望能夠藉由本案持續性的監測，建立高美濕地的基礎調查資料庫，以達到濕地保育管理及生態環境永續利用之目的。

表九、重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準

項目	限值			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（mg/L）	5.0	7.5	8.5	
硝酸鹽氮（mg/L）	25.0	37.5	42.5	
總磷（mg/L）	2.0	2.0	2.0	
生化需氧量（mg/L）	15.0	22.5	25.5	
化學需氧量（mg/L）	50.0	75.0	85.0	
懸浮固體（mg/L）	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。			

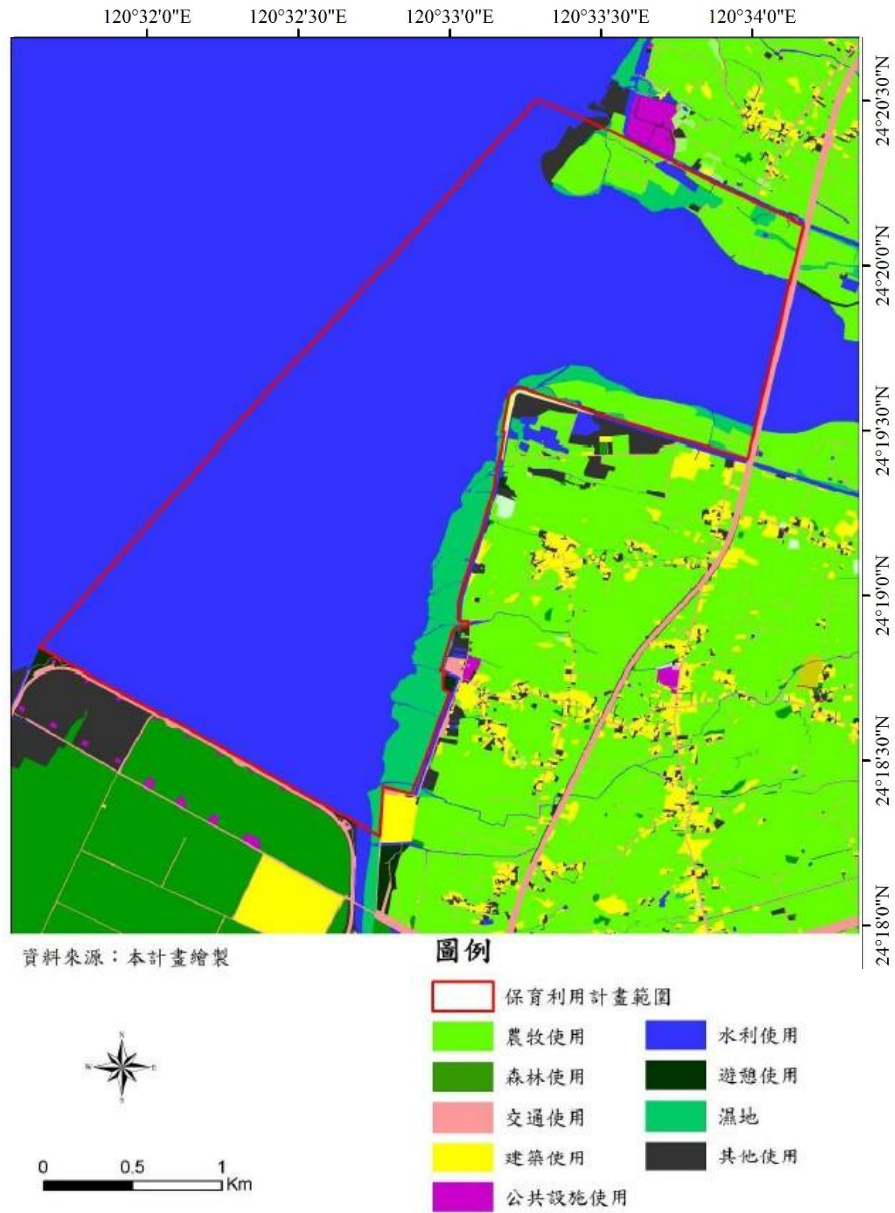
(六) 土地利用

根據民國 99 年本團隊針對高美地區進行的社會人文問卷調查分析顯示，高美地區的受訪者中以學生比例最多，佔 21.5%，其次是服務業和家庭主婦，皆佔 12.5%，製造業佔 12.2%，營造與農林業各佔 10.3%，軍公教佔 5.8%，商業佔 3.5%，水電煤氣業佔 2.6%，魚牧業佔 2.2%，運輸倉儲及通訊業 1.6%，大眾傳播業 1.0%，礦業及土石採取業 0.6%。另外，在 107 年高美重要濕地（國家級）保育利用計畫中，其高美濕地的土地利用狀況顯示，現況使用中，以水利用佔最高，約佔濕地面積的 85.6%，其次為濕地，佔約 7.3%（表十、圖十）。

表十、高美重要濕地土地使用現況面積及比例

編號	土地現況 使用類別	說明	小計 (公頃)	比例 (%)
1	農牧使用	包含農作、畜牧及農業附帶設施	45.2	6.16
2	森林使用	包含天然林及人工林	0.0	0.00
3	交通使用	包含一般道路、省道、快速道路及道路 相關設施	2.2	0.30
4	水利使用	包含河川、堤防、水道沙洲灘地、蓄水 池、防汛道路及海面	628.2	85.57
5	建築使用	包含住宅、商業及其他倉儲設施	0.0	0.00
6	公共設施 使用土地	包含政府機關及公共設施	0.0	0.00
7	遊憩使用	包含文化設施及休閒設施	0.3	0.02
8	濕地	包含濕地、沼澤及紅樹林	53.9	7.34
9	其他使用 土地	指不在以上類別地使用型態	4.5	0.61
總計			734.3	100.00

資料來源：高美重要濕地（國家級）保育利用計畫



資料來源：高美重要濕地（國家級）保育利用計畫

圖十、高美濕地周邊地區國土利用情形

二、調查範圍、項目與方法

（一）調查範圍

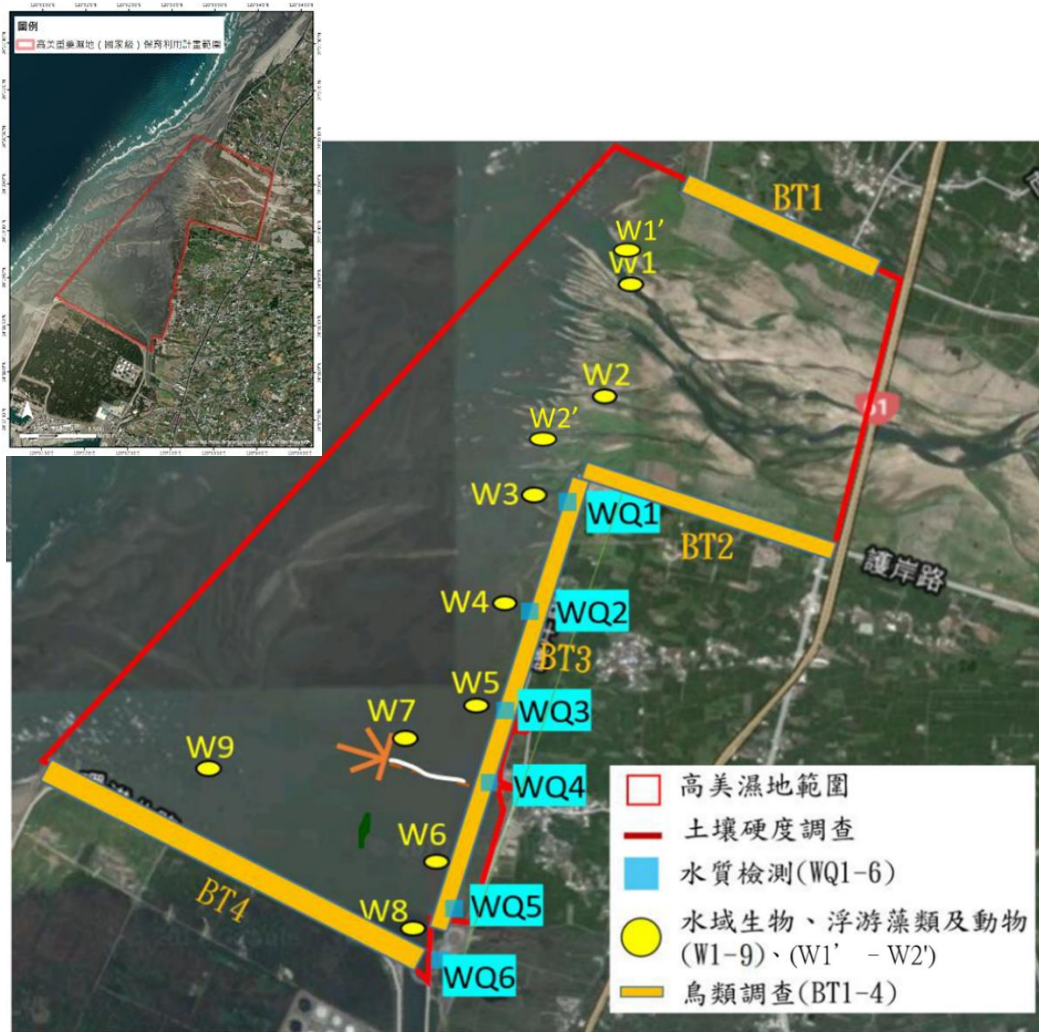
本計畫以臺中市高美（國家級）重要濕地為整體調查範圍，北以大甲溪出海口北岸為界，東界為西濱快速道路，沿清水區海岸堤防南下，經番仔寮海堤、高美一號海堤、高美二號海堤等海堤堤尖；西側以平均低潮線為界；南以臺中港北防沙堤為界，面積約為 734.3 公頃。

（二）調查項目與方法說明

高美重要濕地基礎調查：

進行動、植物生態、水質監測、鳥類與土壤之調查，調查範圍如圖十一所示，其中，在邀標書上所標示之 W1 與 W2 在執行計畫前現勘後，確認無法抵達該點位，故修改且取代至 W1'與 W2'。因此邀標書標註之 W1 和 W2 樣點無執行調查工作。

調查作業期間，於 113 年 8 月、113 年 11 月、114 年 2 月及 114 年 5 月按季至濕地生態資料庫網站（<https://wetland-db.nps.gov.tw>）填列執行進度及參與人次。調查作業結束後，將調查資料及成果依「濕地調查資料及成果報告上傳暨使用作業須知」上傳至濕地生態資料庫網站（<https://wetland-db.nps.gov.tw>）。各項調查項目如下：



圖十一、高美濕地調查範圍示意圖

1. 生態調查

包括植物、鳥類、水域生物（魚、蝦蟹與浮游藻類及動物）等調查，調查方法將依照「濕地生態監測系統標準作業程序」規劃進行。除了鳥類是於漲潮時期進行調查外，其餘項目皆於退潮前後 3 小時內執行調查。其中，邀標書內所示之浮游藻類，應修正為植物性浮游生物，後續內容皆以植物性浮游生物、動物性浮游生物稱之。

(1)植物調查

於高美重要濕地範圍內區域，全年進行一次植物普查調查。

採集及鑑定：

於預定範圍內，進行全區之植種調查，包含原生、歸化及栽植之

種類。而高美濕地的特色物種雲林莞草，在本團隊另一計畫案中執行分布範圍調查，相關結果將會概述於本案的期末報告中，以供參考。而關於雲林莞草或其他高美濕地植物的碳源/碳匯部分，則因所需費用與工作量較大，建議宜另案處理。

調查時沿可行之路線進行記錄工作，若發現未能即時辨識之物種，則採集適量之植株，並參照 Flora of Taiwan 第二版、圖鑑及標本館資料，逐一鑑定核對，以確定種類無誤。若發現水筆仔及銀合歡等非本地之外來種，則以 GPS 定位，並以 QGIS 軟體進行套繪及圖面呈現。

植物名錄製作及植物種類統計：

植物名稱及名錄製作主要參考「Flora of Taiwan」(Huang *et al.*, 1993-2003)。將發現之植物種類一一列出，依據科屬種之學名字母順序排序，附上中名，並註明生態資源特性（徐國士，1987，1980；許建昌，1971，1975；劉崇瑞，1960；劉瓊蓮，1993）。

(2) 鳥類調查

由大甲溪北岸至臺中港北防砂堤，包括大甲溪北岸、大甲溪南岸、番仔寮-高美二號海堤及臺中港北防砂堤。各樣段調查位置依鳥群停棲位置做選擇，大甲溪北岸(BT1)以南埔堤防為主；大甲溪南岸(BT2)以高北加壓站園區平臺附近為主；番仔寮海堤至二號海堤(BT3)選擇在輸油管入口南北側、番仔寮海堤南段涼亭以及高美一號與二號海堤的涼亭為主；臺中港北防砂堤(BT4)則以第一座停車場至臺中港風力發電站之間區域為主。

鳥類調查方法會因棲地類型與特性而不同，西部的潮間帶調查主要在漲潮期間進行，但由於高美濕地的海岸環境條件，鳥類在最滿潮期間停棲的位置較不易調查，因此本計畫之調查選擇在滿潮前 2 至 4 小時間來進行。鳥群調查方式配合調查環境分為穿越線法（內陸樣

區)與群集計數法(Counting flocks)(潮間帶樣區)(Sutherland, 2000), 記錄所出現的鳥種。漲潮時期, 潮水會將鳥帶往靠近海堤的灘地上與鄰近的沙洲或內陸環境, 在調查上相對容易, 且計數上較為精確; 灘地調查部分, 則主以水鳥覓食區為主。

本計畫一年共計調查 8 次(春、夏、秋和冬四季, 每季進行 2 次調查), 將記錄出現的鳥種、數量、季節性變化、分布位置、行為等, 以瞭解不同季節之鳥類種類、數量、季節性變化、分佈位置及周邊棲地等詳盡資料。同時需利用拍攝照片之方式記錄鳥類出現之棲地環境與其行為, 並觀察濕地旁之風機對鳥類族群的影響, 並於報告書中呈現相關成果(每季將提供至少 2 張照片, 盡量不重複物種), 並於期末報告中提供物種名錄。鳥類的物種鑑定依據以中華民國野鳥學會於 112 年公告之"2023 臺灣鳥類名錄"(丁宗蘇等 2020)。

(3) 水域生物調查(包含魚、蝦蟹、螺貝、植物性及動物性浮游生物)

於高美濕地範圍內選取 9 樣區進行調查, 包括大甲溪出海口、越戰美軍戰備油管、木棧道、清水大排與臺中港北堤等。樣點示意圖請參考圖十一。各樣點 TWD97 經緯度座標如表十一所示(因邀標書上所標示之經緯度座標有誤, 故在工作計畫書內做修正)。

表十一、水域生物調查樣點之 GPS 座標

位置	原邀標書內標示		修正為		圖十一 位置
	緯度	經度	緯度	經度	
W1 (大甲溪出海口北側)	24.33752 N	120.55540 E	24.33802 N	120.55544 E	W1'
W2 (大甲溪出海口南側)	24.33257 N	120.55402 E	24.32891 N	120.54994 E	W2'
W3 (越戰美軍戰備油管北側)	24.32506 N	120.55112 E	維持不變		
W4 (越戰美軍戰備油管南側)	24.32334 N	120.55139 E	維持不變		
W5 (木棧道北側)	24.31346 N	120.54855 E	維持不變		
W6 (木棧道南側)	24.31297 N	120.54476 E	24.31115 N	120.54769 E	W6
W7 (木棧道末端)	24.31297 N	120.54476 E	維持不變		
W8 (清水大排出口)	24.30632 N	120.54280 E	維持不變		
W9 (臺中港北防砂堤北側)	24.31264 N	120.53503 E	維持不變		

水域生物調查方法各類群不同，依魚蝦類、蟹類及植物性與動物性浮游生物之特性，依據「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」所述的方法來進行。魚、蝦蟹類調查採用蝦籠誘捕法，在九個水域生物樣點周圍潮溪區域，設置 2 個同尺寸蝦籠（直徑 12 公分，長度 32 公分），於蝦籠內放置餌料（秋刀魚塊外裹鰻粉），並在較有可能出現以下魚類物種（鰕虎科、四齒鮪科、鯛科及鯔科）的位置布置蝦籠誘捕。蝦籠放置經歷一個完整潮水週期後再取回，其調查結果的數據單位以隻數/籠表示；大型底棲蟹類，採用穿越線合併目視預測法進行調查，並在有可能出現以下的物種（沙蟹科、方蟹科、玉蟹科及饅頭蟹科）的棲地中進行調查。在固定樣框內（樣框為 100 cm × 100 cm）觀察出現的蟹類物種及隻數，一個樣點調查三個樣框，其調查結果的數據將三個樣框內的結果平均，其單位以隻數/m² 表

示；螺貝類採集固定樣框內之定量且固定面積的底泥（樣框為 50 cm × 50 cm，土層採約 5 cm 深，再以 10 目不鏽鋼分析篩網（臺製，直徑 20 公分，篩網內部高度 6 公分，網目 2 mm）過濾，採集在分析篩上的活體螺貝類，其調查結果的數據單位以個體數/ m^2 表示；植物性與動物性浮游生物則利用浮游生物網，撈取水樣 20 L 於現地進行過濾，再將蒐集到的浮游生物攜於實驗室進行鑑定。有關於植物性與動物性浮游生物之計數換算說明，請參考附錄五之說明。其調查結果的數據，動物性浮游生物單位以個體數/1000ml 表示之，植物性浮游生物單位則以 cells/L 表示。採集工具之蝦籠、篩網等照片，如圖十二所示，其蝦籠購買場所為臺灣常見之釣具行，整體為塑膠材質；不鏽鋼分析篩購自於博視科教公司。魚類之物種鑑定依據主要以臺灣魚類資料庫之內容為主；蝦、蟹類及浮游生物之物種鑑定依據主要以臺灣物種名錄之資料庫內容為主；螺貝類之物種鑑定依據主要以臺灣貝類資料庫內容為主。以上結果將於期末報告書中呈現各類物種名錄。

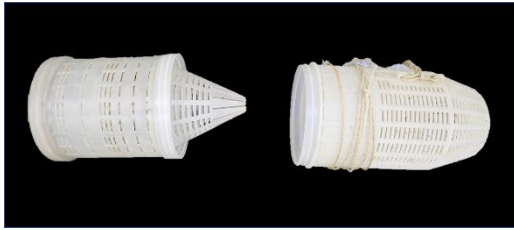
本工作項目於 113 年 8 至 9 月、113 年 11 至 12 月、114 年 2 至 3 月及 114 年 5 至 6 月間進行調查，一年共計調查 4 次。

(A)

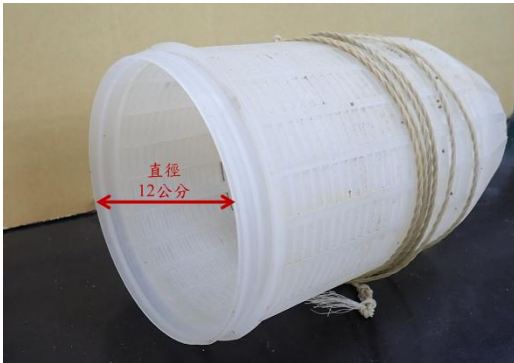
蝦籠整體



蝦籠分解



蝦籠直徑



蝦籠入口處

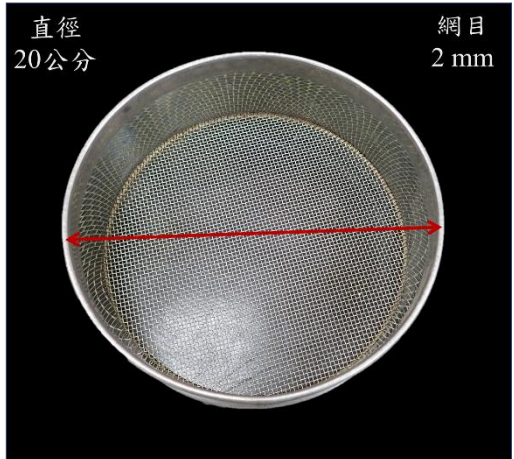


(B)

不鏽鋼分析篩網整體



不鏽鋼分析篩網直徑與網目



不鏽鋼分析篩網規格



圖十二、水域生物採集工具實體照片 (A) 蝦籠 (B) 不鏽鋼分析篩

2. 水質監測

北起大甲溪，南至清水大排，選取當中 6 處主要排水溝及水圳樣點，調查項目至少須包含水溫、鹽度、溶氧量、導電度、氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、葉綠素 a 及酸鹼值（氫離子濃度指數）共計 13 項。採樣作業均以國家環境研究院（原行政院環境保護署之環境檢驗所）公告「河川、湖泊及水庫水質採樣通則」（NIEA W104.52C）、「監測井地下水採樣方法」（NIEA W103.56B）、「水質檢測方法總則」（NIEA W102.51C）為基本規範。調查時間為每季調查一次，一年共計 4 次。原則上於 113 年 8 至 9 月、113 年 10 至 12 月、114 年 1 至 3 月、114 年 4 至 6 月間進行採樣。本團隊採樣時間於退潮時期執行，多選擇在當日白天最低潮前後 3 小時間進行採樣。採樣期間若有發現任何重大變異，將依規定通報主管機關。為了延續濕地水質狀況監測之可比對性，各調查樣點之 TWD97 經緯度座標如表十二所示：

表十二、水質調查樣點之 GPS 座標

樣點編號與位置	緯度	經度	鄰近排水
WQ1（越戰美軍戰備油管北側）	24.32622	120.55100	大甲溪
WQ2（越戰美軍戰備油管南側）	24.31811	120.55089	農田排水
WQ3（高美一號海堤）	24.31470	120.55037	頂海口排水、農田排水
WQ4（木棧道北側）	24.31229	120.54963	農田排水
WQ5（高美二號海堤）	24.30650	120.54769	清水大排、農田排水
WQ6（清水大排）	24.30609	120.54508	清水大排

3. 土壤調查

本計畫針對木棧道周圍土壤土質硬度及濕地泥沙淤積情形，進行每季 1 次之評估，藉以瞭解在不同季節特性下，木棧道周圍土壤硬度及濕地泥沙淤積變化之情形。並蒐集歷年土壤硬度調查情況，於期末報告針對人為踩踏等影響因素進行彙整與討論。調查時間規劃如下：113 年 7-8 月進行第一次調查、113 年 10-11 月進行第二次調查、114 年 1-2 月進行第三次調查、114 年 4-5 月進行第四次調查。

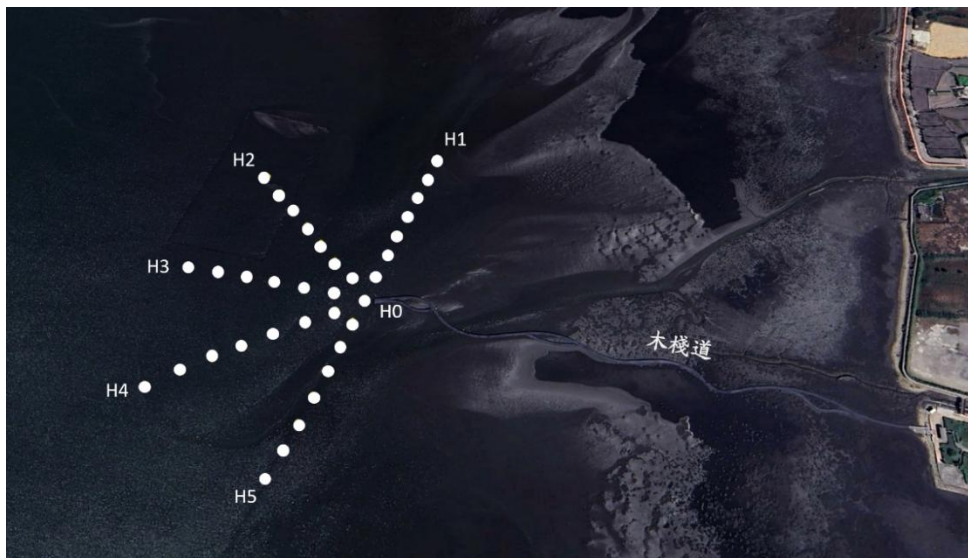
(1) 土壤硬度

於木棧道周遭及末端設置 5 條 200 公尺長之樣線 H1 至 H5（圖十三），每條樣線上選擇 6 至 10 處測量點進行測量，檢測木棧道周遭表土以下 10 公分處之土質硬度變化，每季一次進行記錄。比較旅遊旺季（7 或 8 月）與淡季（11 月或 1 月）土壤硬度的差異性，以評估遊客對濕地環境可能造成的影響，各點位分佈及之 TWD97 經緯度座標如圖十三及表十三所示。

土壤硬度測量方式為，以手持硬度計（顯式土壤硬度計 TYD-2，圖十四）在各監測點直接進行硬度測量，每處重複測量三次讀值，最後數值呈現以平均值表示之。

表十三、高美濕地木棧道周圍土壤土質硬度監測點 GPS 座標

位置	緯度	經度
起點（木棧道末端）	N24.313193	E120.545088
北終點（1）	N24.314930	E120.545621
南終點（5）	N24.311456	E120.544508
西終點（3）	N24.313602	E120.543108
西北終點（2）	N24.314695	E120.543912
西南終點（4）	N24.312287	E120.543323



圖十三、高美濕地木棧道周圍土壤土質硬度監測點示意圖



圖十四、數顯式土壤硬度計 CE-TYD-2

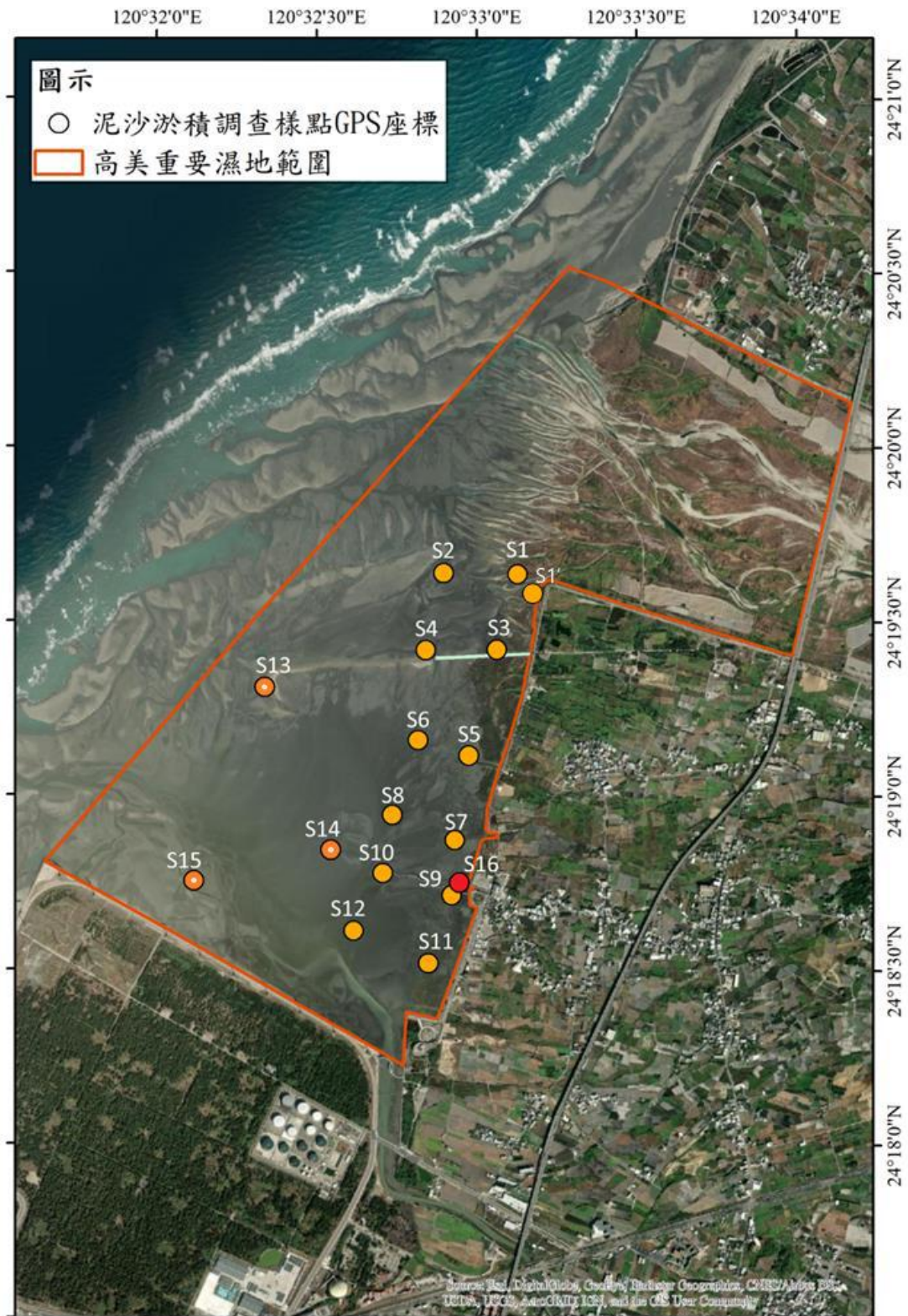
(2)泥沙淤積

本計畫以淤砂標準桿方式並搭配 VBS-RTK 即時動態量測調查濕地內沿岸各處之泥沙淤積情形，考量濕地內區域將長期受到海水漲、退潮及波浪作用影響，將採用有刻度之標竿植入泥灘地中進行量測，各採樣點位 GPS 座標整理如表十四，樣點示意圖如圖十五所示。

本案於濕地境內距離堤岸約 50 公尺及 450 公尺處，南北向每隔 400 公尺設置 1 測量樣點，共設置 12 樣點，另外於木棧道末端、木棧道北側、臺中港北防砂堤北側及越戰美軍輸油管西側分別設置一樣點，全濕地共計設置 16 處樣點。由於近年高美濕地之河道變化大，在調查期間，如遇樣點沒於水中或無法抵達之情況，將與府方提出討論，視現地情況進行調查點位之調整。

於 113 年 8 月初，本團隊於樣點 S1 現勘後，因河道位置改變，河道變寬且深，水流湍急，以至於無法涉水至於原位置測量，故將其位移至附近的 S1' 樣點（圖十四、圖十五、表十四），故本報告以樣點 S1' 取代原本 S1，於報告中呈現。

本調查頻度為每季記錄 1 次泥沙淤積情況，於 113 年 7 至 8 月、113 年 10 至 11 月、114 年 1 至 2 月、114 年 4 至 5 月期間，共計進行 4 次量測，藉以瞭解其季節變化。



圖十五、泥沙淤積調查位點示意圖



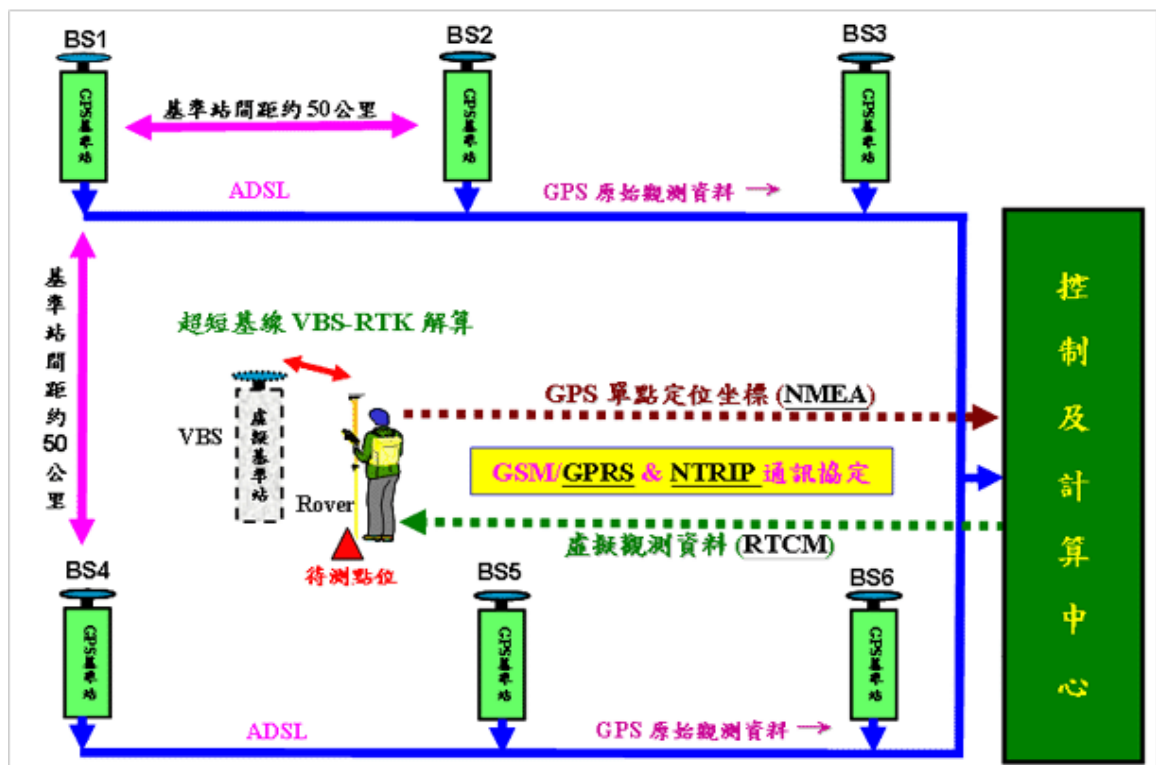
圖十六、113 年 8 月土壤調查之現勘調照片記錄，樣點 S1 無法抵達

表十四、泥沙淤積調查樣點 GPS 座標

位置	編號	原座標 (TWD97)	修正座標 (TWD97)	圖十五 位置
番仔寮海堤	S1	N24.32724, E120.55224	N24.32644, E120.55328	S1'
	S2	N24.32729, E120.54838		
	S3	N24.32364, E120.55116		
	S4	N24.32362, E120.54747		
	S5	N24.31858, E120.54972		
	S6	N24.31930, E120.54707		
高美一號海堤	S7	N24.31452, E120.54901	N24.32644, E120.55328	S1'
	S8	N24.31573, E120.54573		
木棧道南側	S9	N24.31190, E120.54885		
	S10	N24.31294, E120.54526		
高美二號海堤	S11	N24.30864, E120.54764		
	S12	N24.31018, E120.54376		
越戰美軍輸油管	S13	N24.32183, E120.53907		
木棧道末端	S14	N24.31405, E120.54254		
*臺中港北防砂堤	S15	N24.31257, E120.53541		
木棧道北側	S16	N24.31250, E120.54924		

*臺中港最北側低度發展區海堤

為避免淤砂標準桿設於濕地內受海氣象條件之影響，產生觀測上之誤差，本計畫於設置淤沙標準桿外，再以高精度之 VBS-RTK 即時動態定位方式進行量測，此技術是由多個 GNSS 基準站全天候連續地接收衛星資料，並經由網際網路或其它通訊設備與控制及計算中心連接，藉以計算出任一移動站附近之虛擬基準站的相關資料，VBS-RTK 在量測時，只需在移動站上擺設衛星定位接收儀，並將相關定位資訊送至控制及計算中心，如圖十七所示。據以計算虛擬基準站之模擬觀測量後，再回傳至移動站衛星定位接收儀，進行超短基線 RTK 定位解算，即可獲得公分級精度定位坐標。VBS-RTK 作業規範如表十五，測量儀器規格與一等水準點資料請見表十六和表十七。



圖十七、VBS-RTK 定位測量

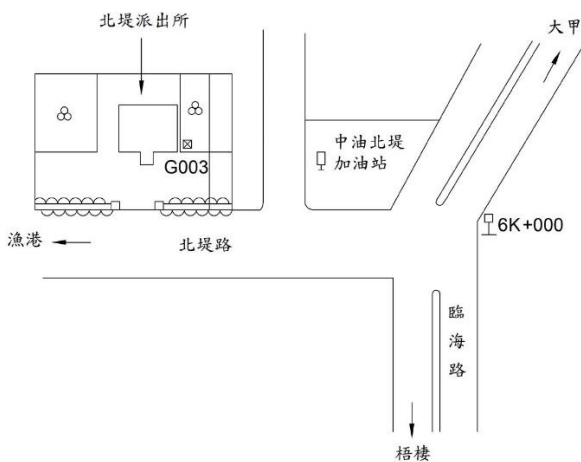
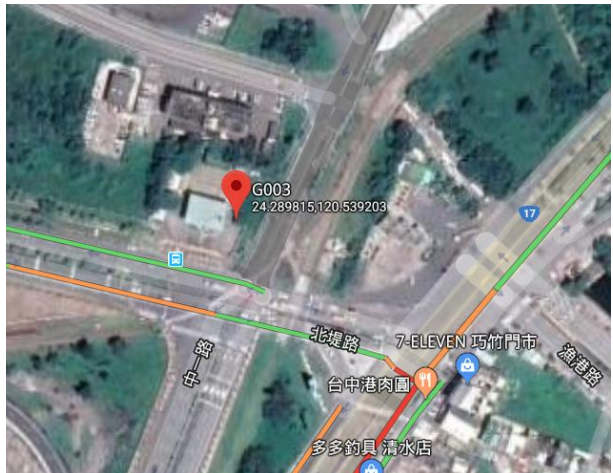
表十五、VBS-RTK 作業規範

項目	作業規範
資料記錄速率	1 秒
觀測數量	固定（FIX）解至少 180 筆以上
重複觀測	至少觀測 2 次，每次至少須間隔 60 分鐘以上，且兩次坐標較差要符合平面位置較差 ≤ 30 毫米，高程位置較差 ≤ 50 毫米。
成果精度	平面中誤差 ≤ 20 毫米 高程中誤差 ≤ 50 毫米

表十六、量測儀器規格

儀器種類	廠牌	型號	儀器照	測量精度
衛星 定位儀	HORIZON	KRONOS C3		H: $\pm 2.5\text{mm} + 0.5$ ppm V: $\pm 3.5\text{mm} + 0.5$ ppm
衛星 定位儀	HORIZON	KRONOS K300		H: $\pm 2.5\text{mm} + 1$ ppm V: $\pm 5\text{mm} + 1$ ppm

表十七、一等水準點基本資料

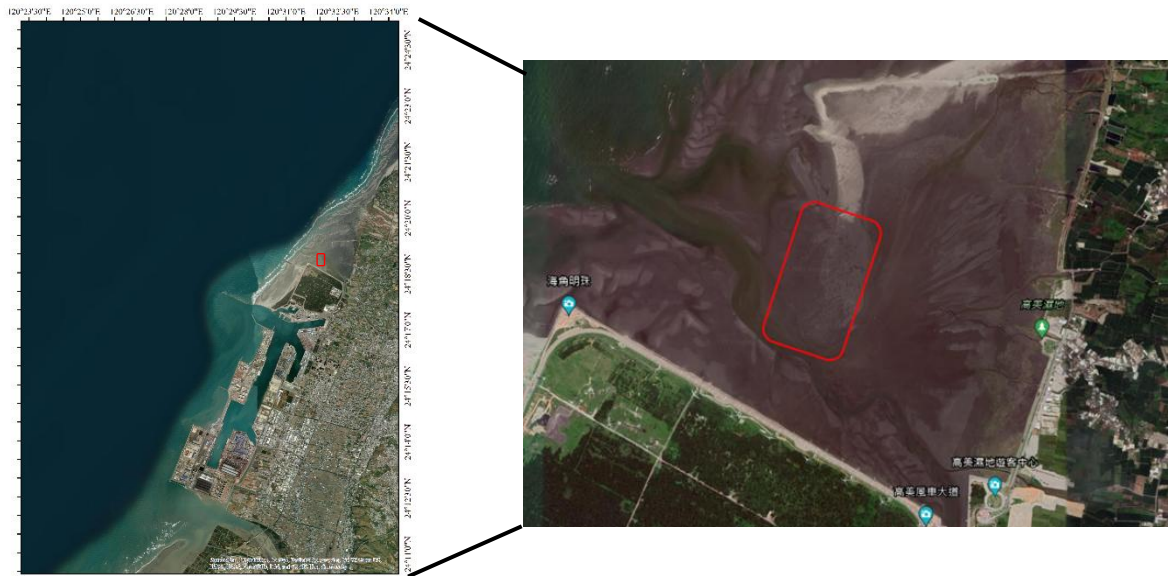
點號	G003	點名	北堤派出所
控制點等級	一等水準點	所在地	臺中市清水區
測量方法	GPS 動態測量	座標 (TWD97)	
地質狀況	泥土面	橫坐標 (m)	120.539203
公告機關	中興測量有限公司	縱坐標 (m)	24.289815
測量日期	2014.03.10	高程 (m)	4.70489
路線圖		空照圖	
			

詳細地點 由大甲沿臺 17 線往梧棲方向，行至指標 6K+000 處，左轉北堤路可見北堤派出所，點位即在所內花園中。

近景照	遠景照
	

(3) 飛沙量測

為瞭解飛沙對高美濕地的影響，將於高美濕地境內規劃一處調查範圍，如圖十八紅框處所示。利用沙粒收集器進行捕砂作業，調查高美濕地範圍內飛砂量情形，分別於秋、冬季，各進行一次進行飛砂調查試驗。



圖十八、高美濕地飛沙調查範圍示意圖

風速與風向為影響飛砂量之主要影響因子，本研究擬在觀測區域利用垂直式沙粒收集器及 DAVIS6410 風速風向計進行相關量測工作，在垂直式沙粒收集器採集期間，記錄不同垂直高度之風速與風向，觀測時間將與捕砂器捕砂時間相互配合，藉以求得飛砂量與風速間的相互關係。垂直式沙粒收集器及 Davis 風速風向計，如圖十九所示。



圖十九、垂直式沙粒收集器及 Davis 風速風向計

垂直式砂粒收集器開口設置高度為 0.1 m、寬度為寬 0.04 m、擴散角為 4° ，可降低通過之風速，使飛砂沉降，而砂粒採樣器後方出口以#200 白鐵篩網代替防止渦流產生，避免收集之沙量由開口飛散，各層採樣口以下緣高度別為 0.0 m、0.1 m、0.2 m、0.3 m、0.4 m、0.5 m，採樣器架設方法為迎風面無干擾處設置，同時配合 Davis 風速風向計，紀錄區間為 15 min，同步進行飛砂採樣及風速、風向之量測。

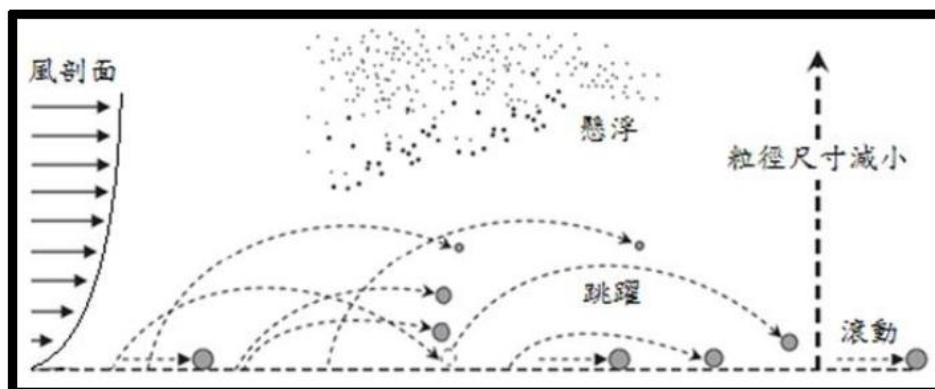
飛砂試驗需同時考量潮汐、日照、砂粒曝曬、乾糙程度及風速等多種條件因素影響，最佳觀測時段為上午十一時至下午三點之間，且需於退潮時段，風速達 3 m/s 以上，較易觀察到飛砂運移，故試驗次數較一般環境調查偏低。本計畫期能透過現地調查作業，逐步累積高美濕地之風速、風向、飛砂量體與飛砂粒徑等資料，用以建立現地風速與飛砂量之關係，作為不同風速下飛砂量推估之依據。

砂粒之運移形態是根據砂粒粒徑的大小，其飛砂之移動型式可分成三個部份，表層滾動（creep）、跳躍（saltation）以及懸浮（suspension），而跳躍（saltation）為主要的運移方式（圖二十），因為在 75% 飛砂運移過程中，提供動能於其他兩項型態，並且驅動了表層躍動（creep）以及懸浮（suspension）型態（Anderson and Willetts, 1991）。以上三種特性如下所述：

（1）滾動：發生滾動（creep）之沙粒粒徑約介於 0.5~2 mm 之間，因受重力作用影響，主要用運動模式為滾動方式進行，在過程中，沙粒彼此互相衝撞，並將能量傳遞給另一砂粒，造成使停滯之砂粒啟動，進而增加滾動量。

（2）跳躍：發生跳躍（saltation）之沙粒粒徑約介於 0.1~0.5 mm 之間，運動模式為沿著地表面跳躍前進，其跳躍高度主要為 1m 以下，因受到風力作用與砂粒本身重力影響，造成運動模式為跳躍式前進，砂粒之速度約為風速的 0.3~0.5 倍，其跳躍落下時撞擊其他停滯砂粒，並破壞沙粒而造成小沙粒粒徑，最後將增加懸浮之沙量。

（3）懸浮：發生懸浮（suspension）之砂粒主要為小於 0.1 mm 之間，因其砂粒重量較輕，易受風力作用影響而飛揚，當砂粒重量大於上揚力時，沙粒會互向吸附或因水分濕潤影響，進而自行落至於地面。



圖二十、砂運移示意圖(資料參考自 Blanco and Lal, 2008)

4. 教育宣導課程

優先以臺中市學校學生及在地周邊社區居民為對象，辦理 5 場次濕地教育推廣活動，講授主題內容和高美濕地過去課題相關，例如高美濕地蟹類生態與陸蟹危機、高美濕地水鳥之美、濕地生態系統服務、外來種植物對濕地的影響、高美濕地目前面臨的困難與危機等，並針對授課對象群體而彈性調整，因此在講題會有重複的可能性（例如，不同場次的不同學校團體，講授主題同為濕地水鳥的情況）。每場次課程辦理時間約 2 小時，參加人數至少 25 人。每場次結束時，將請參與學員填寫意見回饋單，並於結案時提供講授內容之電子檔及傳單電子檔，作為教案內容提供其他人員參考。相關課程教案內容與時間安排如表十八所示：

地點：臺中市清水區高西里高西漁民活動中心、高美濕地

時間：113 年 11 月至 114 年 12 月。總共辦理 5 場次環教活動

課程主題與講師：

1. 高美濕地蟹類生態與陸蟹危機 【謝韻婷資深調查員】
2. 高美濕地水鳥之美 【社團法人臺灣野鳥協會吳自強老師】

表十八、課程教案內容與時間安排

活動名稱	高美濕地生態講座_蟹類生態與陸蟹危機		
講師	東海大學生態與環境研究中心 謝韻婷調查員	對象	臺中市各級學校學生
活動地點	高西里漁民活動中心、高美重要濕地	預計人數	25
課程日期	114 年 11 月至 12 月		
活動時間	9:00-12:00/13:00-16:00 共計 3 小時		
課程大綱	1.濕地簡介 2.濕地功能及生態系統服務 3.濕地生物 4.高美濕地之環境特色與底棲生物 5.高美濕地面臨的危機		
教學（教材）準備	教學簡報、麥克風、筆記型電腦、投影設備、小蜜蜂		
教學目標	1.了解何謂濕地 2.能說出濕地主要功能及生態系統服務 3.能說出濕地主要生物 4.能明白高美濕地特色 5.能理解高美濕地目前危機		
課程設計	教學活動內容	時間	教學資源
高美濕地環境教育問卷前測填寫	先了解學生現階段對濕地的了解概況。整體課程結束後會再填寫同一份問卷（後測），用以了解本次環教講座的學生學習成效。	5 分鐘	前測問卷
室內課程： 引起學習動機、濕地簡介	透過提問，了解何謂濕地。並請學生描述曾經去過哪些濕地？形容一下濕地的樣子。	2 分鐘	投影片、影片、筆記型電腦、麥克風、投影設備
濕地功能	濕地功能介紹，包括生態、防洪、淨水及碳匯等多樣功能。是除了熱帶雨林外，地球上生產力最豐富的生態系之一。濕地提供魚類、甲殼類、鳥類及其他野生動物庇護、覓食及生育時的棲息地，具有生物多樣性等生態系統服務功能，數以千計的生物	3 分鐘	

濕地生物與水鳥	仰賴濕地生態的保存才得以存活。	5 分鐘	小蜜蜂、生態解說員
高美濕地特色	透過圖片、照片、影片等介紹濕地常見的生物：彈塗魚、蟹類、魚類、水鳥等...	10 分鐘	
高美濕地危機	以地圖標示高美濕地的地理位置，並介紹高美濕地屬於臺灣西部難得的草澤濕地，特色植物為雲林莞草（扁桿蔗草）。高美濕地地形多樣（草澤、沙地、石礫、沙泥、潮溪等），因此生物多樣性高，亦吸引多種水鳥前來棲息。	15 分鐘	
室外課程： 高美濕地現地導覽 解說	外來種入侵的危機： 互花米草、銀合歡、埃及聖鵝、長腳捷蟻等 陸化危機： 突堤效應導致的泥砂淤積、互花米草和水筆仔讓泥灘地越亦趨向陸化 遊憩壓力： 遊客數量過多，以致木棧道尾端灘地有硬化趨勢、遊客車輛輾壓濕地周邊欲越堤釋幼的陸蟹以致路殺	45 分鐘	
	分數小隊，沿高美堤岸介紹目前可見的生物，以濕地底棲生物與植物（招潮蟹、和尚蟹、雲林莞草等）為主，並介紹其生物特性、行為特徵等。 由木棧道尾端進入永續利用區，讓學童接觸濕地、更近距離觀察生物、體驗濕地特色。	45 分鐘	
教學評量	有獎徵答、高美濕地環境	35 分鐘	

	教育後測問卷填寫	
課程檢討	課程問卷回饋	15 分鐘

活動名稱	高美濕地生態講座_高美濕地水鳥之美		
講師	社團法人臺灣野鳥協會 吳自強老師	對象	臺中市各級學校學生
活動地點	高西里漁民活動中心、 高美重要濕地	預計人數	25
課程日期	114 年 11 月至 12 月		
活動時間	9:00-12:00/13:00-16:00 共計 3 小時		
課程大綱	1.濕地簡介 2.濕地功能及生態系統服務 3.濕地生物 4.高美濕地之環境特色與水鳥資源 5.高美濕地面臨的危機		
教學（教材）準備	教學簡報、麥克風、筆記型電腦、投影設備、小蜜蜂		
教學目標	1.了解何謂濕地 2.能說出濕地主要功能及生態系統服務 3.能說出濕地主要生物 4.能明白高美濕地特色 5.能理解高美濕地目前危機		
課程設計	教學活動內容	時間	教學資源
高美濕地環境教育問卷前測填寫	先了解學生現階段對濕地的了解概況。整體課程結束後會再填寫同一份問卷（後測），用以了解本次環教講座的學生學習成效。	5 分鐘	前測問卷
室內課程： 引起學習動機、濕地簡介	透過提問，了解何謂濕地。並請學生描述曾經去過哪些濕地？形容一下濕地的樣子。	5 分鐘	投影片、筆記型電腦、麥克風、投影設備
濕地功能	濕地功能介紹，包括生態、防洪、淨水及碳匯等多樣功能。是除了熱帶雨林外，地球上生產力最豐富的生態系之一。濕地提供魚類、甲殼類、鳥類及其他野生動物庇護、覓食及生育時的棲息地，具有生物多樣性等生態系統服	10 分鐘	

濕地生物與水鳥	務功能，數以千計的生物仰賴濕地生態的保存才得以存活。	5 分鐘	小蜜蜂
高美濕地特色	透過圖片、照片、影片等介紹濕地常見的生物：彈塗魚、蟹類、魚類、水鳥等...	10 分鐘	
高美濕地危機	以地圖標示高美濕地的地理位置，並介紹高美濕地屬於臺灣西部難得的草澤濕地，特色植物為雲林莞草（扁桿蔗草）。高美濕地地形多樣（草澤、沙地、石礫、沙泥、潮溪等），因此生物多樣性高，亦吸引多種水鳥前來棲息，並介紹高美濕地的水鳥資源。	15 分鐘	
室外課程： 高美濕地現地導覽 解說	外來種入侵的危機： 互花米草、銀合歡、埃及聖鵝、長腳捷蟻等 陸化危機： 突堤效應導致的泥砂淤積、互花米草和水筆仔讓泥灘地越亦趨向陸化 遊憩壓力： 遊客數量過多，以致木棧道尾端灘地有硬化趨勢、遊客車輛輾壓濕地周邊欲越堤釋幼的陸蟹以致路殺	75 分鐘	
	分數小隊（若可行），沿高美堤岸介紹目前可見的生物，以水鳥為主、濕地其他底棲生物與植物（招潮蟹、和尚蟹、雲林莞草等）為輔。		
教學評量	有獎徵答、高美濕地環境教育後測問卷填寫	35 分鐘	
課程檢討	課程問卷回饋	15 分鐘	

5. 彙整資料及分析

於期末報告時彙整自 106 年執行高美濕地基礎生態調查計畫之相關成果資料，內容包括（1）以多變量分析呈現水質歷年調查結果，若有重大污染並提出相關因應對策（2）利用 ArcGIS 繪製圖層的方式，呈現濕地上外來種植物的分布狀況（3）以多變量分析歷年生物調查成果（螃蟹相、魚類、蝦類、螺貝類、植物性與動物性浮游生物）及其多樣性指數之變化，包括以 Principal Coordinates Analysis (PCoA) 呈現分群間的差異，再以 PERMANOVA 分析檢視其差異是否達顯著不同（4）蒐集高美重要濕地歷年土壤硬度、淤砂標竿尺與 VBS-RTK 之調查資料，進行土壤硬度、泥砂淤積變化之趨勢分析，分析濕地內土壤淤積之發展變化等（5）濕地內生態變遷及未來可能面臨之課題及因應對策等。

三、結果與討論

(一) 生態

1. 植物

(1) 植物普查

調查共記錄 47 科 124 屬 151 種，其中包含 2 種特有種、103 種非特有原生種、41 種歸化種及 5 種栽培種，以型態區分，共 15 種喬木、19 種灌木、24 種藤本植物及 93 種草本植物，植物歸隸特性請見表十九，植物物種調查名錄請見附錄六，現地調查照片紀錄請見附錄八。

表十九、植物調查物種歸隸特性統計

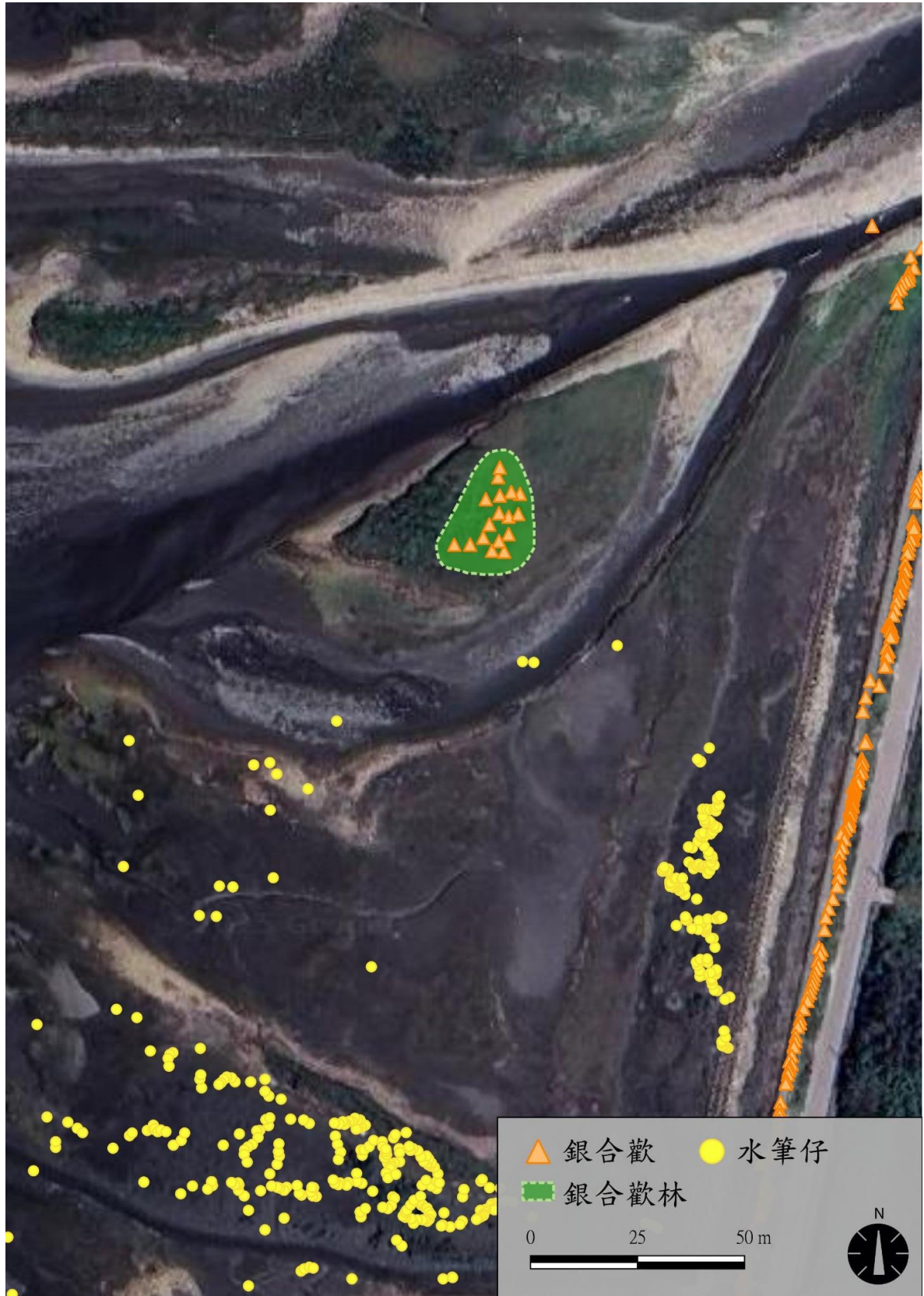
物種 歸隸特性		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	3	0	38	6	47
	屬數	3	0	94	27	124
	種數	3	0	116	32	151
型態	喬木	0	0	14	1	15
	灌木	0	0	17	2	19
	藤本	0	0	24	0	24
	草本	3	0	61	29	93
屬性	特有	0	0	2	0	2
	原生(非特有)	3	0	77	23	103
	歸化	0	0	34	7	41
	栽培	0	0	3	2	5

(2) 非本地外來種（銀合歡、水筆仔）之 GPS 定位

非本地外來種方面，於濕地內共記錄銀合歡 569 株及水筆仔 1,442 株，其中銀合歡主要分布於保護區之東側，沿著堤岸自北向南呈帶狀生長（圖二十一），多數屬混林，但在部分位置仍有一定範圍的純林，純林位置（範圍中心點位置：TWD97 X: 204601.0510, Y: 2691214.12）如圖二十二所示。水筆仔則以保護區北側生長密度較高，向南則逐漸降低，而水筆仔於蘆葦叢之間生長之植株較為大型，較為開闊之泥灘地所記錄之個體為則多為幼株或是小型植株。



圖二十一、113 年高美重要濕地境內銀合歡及水筆仔分布圖



圖二十二、113 年高美重要濕地境內銀合歡純林位置示意圖

2. 鳥類

113 至 114 年度鳥類調查共計記錄 81 種 14,510 隻次，以水域鳥類為主，共計 11,546 隻次，約占 79.6 %，陸鳥約占 20.4 %，各樣線與各季節優勢種與保育類資料整理如圖二十三、表二十，全年完整調查資料與名錄整理於附錄七。

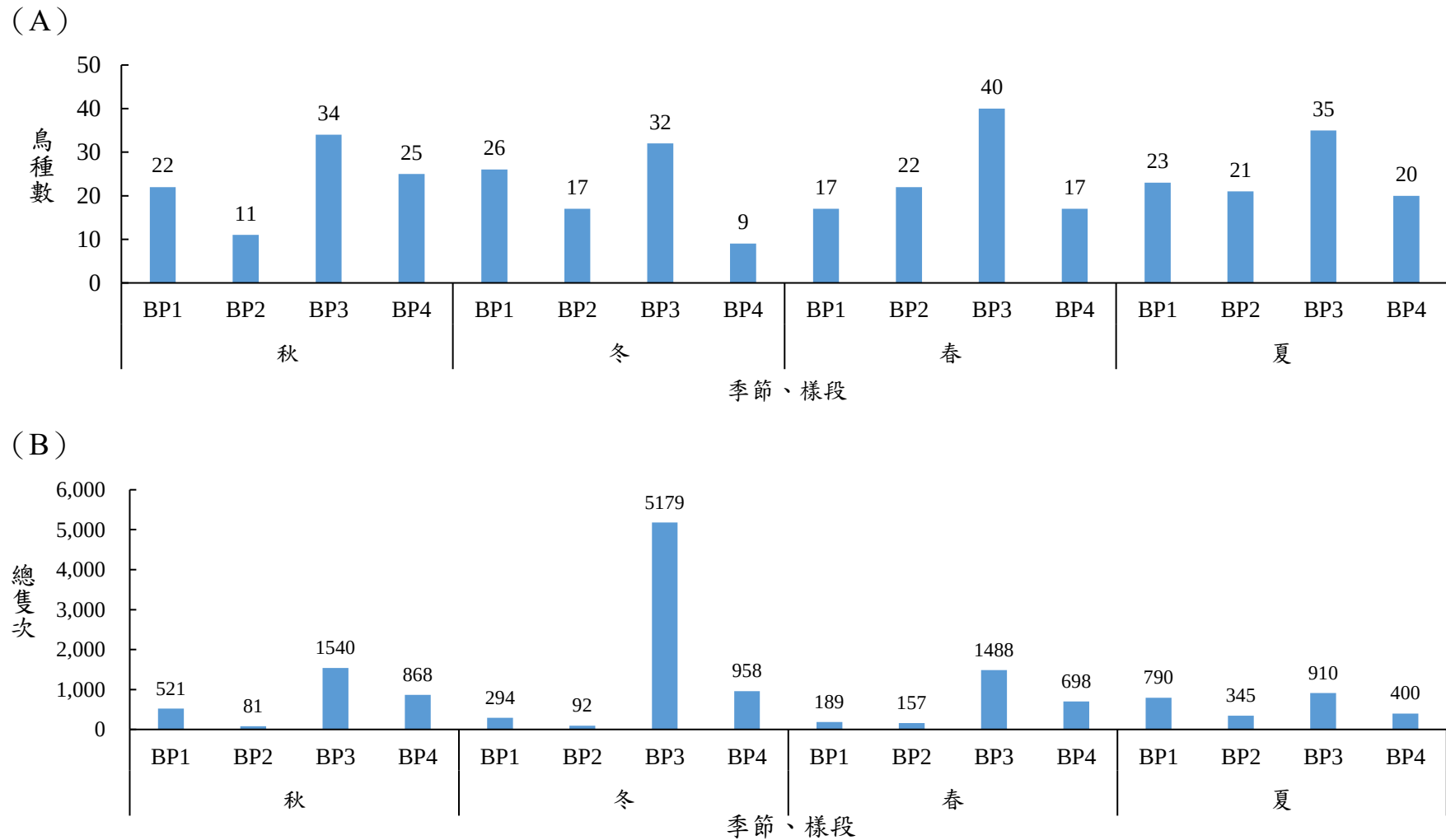
從樣區來看，BT3 是高美濕地主要的灘地與草澤區，是各種水鳥最重要覓食與休息的區域，因此整體的鳥種數與數量都是最多的；其次 BT4 為高美濕地中、低潮線的灘地區，滿潮前有較多的鷺科、鶺鴒科與燕鷗鳥類在此區覓食，因此數量為四個樣區的次高；BT1 主要為大甲溪口北岸，臨堤道路側有水田、水塘等不同的棲息地，所以鳥種數比 BT4 多，但個體數量較少。北岸灘地相較於過去幾年棲地可能受到溪口的沖刷、堆積效應，有產生新的高灘地環境，提供鳥群在滿潮期間停棲，但數量並不多。BT2 是本樣區鳥種與數量均最少的樣區，主要以陸域鳥類為主，本年度冬季部分河段有雁鴨回來停棲，不過整體數量並不如過去多。

從各調查季節的資料來看（每季調查兩個月份），每季的鳥種數均達 40 種以上，以春季的 51 種最多，夏季的 46 種最少；數量上以冬季的 6,523 隻次最多，秋、春過境其次，夏季最少。冬季主要有度冬黑腹濱鵲、東方環頸鵲族群，春、秋則主要為過境鳥種為主，今年有觀察到在草澤活動的家燕、灘地活動的鐵嘴鵲、在潮線邊緣活動的鳳頭燕鷗等。夏季的調查是 5、6 月份，雖然數量最低，但因涵蓋了部分春過境末期和秋過境初期，故鳥種部分亦包含一些過境種類，因此鳥種也維持在 40 種以上。

優勢種的部份，全區累積數量（隻次）最多的 10 種優勢種，其彙整資料如表二十上半部。本年度的主要優勢鳥種為鵲鵲類的黑腹濱鵲、東方環頸鵲、家燕最多，前二名的鳥種與前年度（111-112 年）的結果相同。比較特別的是家燕，為秋過境調查時在 BT3 樣區草澤上觀察到過境的族群（圖二十四）；鷺科的小白鷺、大白鷺照舊列於優勢種的前 10 名內；其他鵲鵲類還有鐵嘴鵲與紅胸濱鵲，另外有兩種陸鳥麻雀與白尾八哥也包含在內；燕鷗類為鳳頭燕鷗，為夏季時記

錄到大群停棲於灘地上或水線邊，應為澎湖繁殖族群在繁殖期間或繁殖後，飛至本島活動的群體。鵲鴝類、鷺科均主要棲息活動於灘地環境，主要的行為是在灘地上覓食，滿潮後部分族群會匯集到灘地上，位在美軍輸油管末端的沙丘處棲息，此時主要行為是休息；燕鷗類的鳳頭燕鷗與小燕鷗主要在水邊覓食，再飛至高灘地或竹竿上休息。而過去一直被關注的外來種埃及聖鵝，本年度並無觀察紀錄。

保育類鳥種調查資料彙整如表二十下半部。本年度共計記錄 13 種 472 隻次，數量最多者為鳳頭燕鷗、小燕鷗與大濱鵲，累積數量均超過 100 以上，其他 10 種僅有零星個體。本調查年度沒有屬 I 級保育類的鳥種，而屬 II 級保育類者包含鳳頭燕鷗、小燕鷗、彩鵲、八哥、魚鷹、黑翅鳶、遊隼、紅隼等 8 種，屬 III 級保育類者則有大濱鵲、紅腹濱鵲、燕鵲、紅尾伯勞、黑頭文鳥等 5 種。各鳥種於調查區出現與分布情況整理如圖二十五所示。鵲鴝類的大濱鵲、紅腹濱鵲主要出現在灘地區覓食；小燕鷗、鳳頭燕鷗、魚鷹、遊隼等主要在低潮線區的潮水線邊、泥灘地上飛行、覓食；黑翅鳶、紅隼、紅尾伯勞、黑頭文鳥、八哥常於內陸或建物上停棲或於空中飛行，而燕鵲則觀察到在空中飛行。



圖二十三、113 至 114 年鳥類族群在季節與樣段間的變化 ((A) 種類數、(B) 總隻次)



拍攝日期：2024/8/23

圖二十四、滿潮前草澤上飛行覓食的家燕群



圖二十五、113 至 114 年高美濕地保育類鳥種出現紀錄之位置

表二十、113-114 年鳥類優勢種與保育類於樣線與季節間的變化

	樣線				113	114				總計	保育等級
	BT1	BT2	BT3	BT4	秋	冬	春	夏			
優勢種											
黑腹濱鵲	3,367 542				3,633	274	2	3,909	II		
東方環頸鴿	90	1,850 750			413	1,827	113	337		2,690	
家燕	63	83	979	24	877	9	114	149		1,149	
小白鷺	80	1	291	573	188	141	360	256		945	
鐵嘴鴿	16	550 264			175	17	462	176		830	
麻雀	247	141	213	26	195	82	85	265		627	
鳳頭燕鷗	337	40	10	85	85	387				472	
大白鷺	2	2	240	115	71	140	105	43		359	
紅胸濱鵲	268 38			21	8	220	57	306			
白尾八哥	97	64	58	9	48	17	64	99		228	
保育類										保育等級	
鳳頭燕鷗	337	40	10	85	85	387			472	II	
小燕鷗	81	40	44	3	35	133			168	II	
大濱鵲	107 5			112			112	III			
紅尾伯勞	7 2 2		4	4	2	1	11	III			
燕鴿	4			2	2	4	III				
彩鵲	2	2		2	2	4	II				
八哥	3				3	3	II				
魚鷹	1	1 1		1	2	3	II				
黑翅鳶	2			2			2	II			
黑頭文鳥	2			2			2	III			
遊隼	1 1			1	1	2	II				
紅腹濱鵲	2			2			2	III			
紅隼	1				1	1	1	II			

註 1：鳥類資料參照中華民國野鳥學會於 2023 年修訂的「2023 年臺灣鳥類名錄」。

註 2：保育等級：「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。

3. 水域生物

水域生物調查時間分別為 113 年 9 月、113 年 12 月、114 年 3 月、114 年 5 月及 6 月。水域生物現地調查照片請見附錄九。

(1) 大型底棲蟹類

彙整四季調查結果如表二十一及圖二十六所示，總計共調查到 8 科 15 種大型底棲蟹類，其中優勢種為短指和尚蟹，4 季共高達 475.7 隻/m²，次多者為乳白南方招潮，4 季共計 180.6 隻/m²。以樣點來看，

全年在樣點 W5 記錄到最多的蟹類數量，總計高達 182.3 隻/m²，樣點 W6 和 W7 則為數量次多的樣點，分別總計 147.3 隻/m² 與 140.0 隻/m²。數量最少的樣點則為 W9，4 個季別中，有 3 個沒有調查到任何螃蟹，僅於秋季（113/09）調查到共計 4.3 隻/m² 的蟹類數量（雙扇股窗蟹、角眼沙蟹和斯氏沙蟹）。

秋季（113/09）共計調查到 5 科 11 種大型底棲蟹類。當季優勢物種為短指和尚蟹，共計於 4 處樣點（W5 至 W8）調查到 155.3 隻/m²（表二十一）。分布最廣的物種為乳白南方招潮蟹，於 5 處樣點（W1'、W2'、W4、W5 和 W8）中皆有紀錄（表二十一）。在調查樣點部分，樣點 W7 和 W8 的個體數最多，每平方公尺有近 70 隻上下的個體，其中，W7 以短指和尚蟹佔絕大多數，而 W8 則以雙扇股窗蟹、乳白南方招潮和短指和尚蟹平均分布，其他則有少部分北方丑招潮和角眼沙蟹為組成之一。在多樣性指數部分，樣點 W8 的多樣性指數最高（Shannon index 1.35，表二十二），而樣點 W6 最低，僅有一物種被調查到。

冬季（113/12）調查結果，主要螃蟹種類總共有 6 科 8 種（表二十一），當季優勢物種與秋季（113/09）相同，為短指和尚蟹，共計於 4 處樣點（W3、W5 至 W7）調查到 134.7 隻/m²（表二十一），然而與秋季（113/09）不同，本季（113/12）分布最廣的物種為短指和尚蟹。在調查樣點部分，樣點 W6（72.0 隻/m²）和 W5（51.6 隻/m²）的個體數較多，其中，W6 以短指和尚蟹佔多數，其他則有 3 種招潮蟹（北方丑招潮、乳白南方招潮、弧邊管招潮）為其物種組成。而 W5 則以短指和尚蟹佔絕大多數，另一物種則為豆形拳蟹。在多樣性指數部分，樣點 W6 的多樣性指數最高（Shannon index 0.76，表二十二），而忽略沒有物種調查紀錄的樣點（W1'、W2'、W8、W9）後，以樣點 W3 最低，僅有一物種被調查到。

春季（114/03）調查結果，共計記錄 5 科 9 種蟹類（表二十一）。其中，以和尚蟹科的短指和尚蟹數量最多，為當季的優勢種，共計於 3 處樣點（W5 至 W7）調查到 122.7 隻/m²。而分布最廣者為沙蟹科的乳白南方招潮，在 9 個調查樣點中，於 4 處樣點（W1'、W2'、W5、W6）有其出沒紀錄。由樣點來看，物種數最多者為 W2'

和 W6，皆有 4 種物種（W2'：德氏仿厚蟹、乳白南方招潮、北方丑招潮、近親擬相手蟹；W6：乳白南方招潮、北方丑招潮、弧邊管招潮、短指和尚蟹）。在多樣性指數部分，和冬季（113/12）相同，為樣點 W6 的多樣性指數最高（Shannon index 0.99，表二十二），而忽略沒有物種調查紀錄的樣點（W3、W4、W8、W9）後，以樣點 W7 最低，雖然有 3 個物種被調查到，但因為短指和尚蟹於該樣點數量太大，因而降低其多樣性值。

夏季（114/05、06）調查結果，共計記錄 5 科 9 種蟹類（表二十一）。本季仍舊以和尚蟹科的短指和尚蟹數量最多（63.0 隻/m²），為當季優勢種，但已比前一季數量少，降至約一半左右（表二十一）。分布最廣者為沙蟹科的乳白南方蟹，以及和尚蟹科的短指和尚蟹兩種，皆於 6 處樣點有所調查紀錄，其中乳白南方招潮在樣點 W1'、W2'、W3、W4、W6 和 W8 出沒，而短指和尚蟹則出沒於 W2'、W3、W5、W6、W7 和 W8。而以樣點來說，調查到物種數最多的樣點為 W3 和 W4，皆有 4 物種調查紀錄（W3：雙扇股窗蟹、乳白南方招潮、斯氏沙蟹、短指和尚蟹；W4：乳白南方招潮、北方丑招潮、弧邊管招潮、斑點擬相手蟹）。在多樣性指數部分，為樣點 W3 的多樣性指數最高（Shannon index 1.17，表二十二），而忽略沒有物種調查紀錄的樣點（W9）後，和前一季（114/03）相同，以樣點 W7 最低，僅有兩物種有調查紀錄（短身大眼蟹、短指和尚蟹）。

表二十一、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類物種組成和數量的樣點與季節變化

		(隻/ m ²)																		
科名	物種中文俗名/學名	秋季 (113/09)									冬季 (113/12)									
		W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	
大眼蟹科	短身大眼蟹 <i>Macrophthalmus abbreviatus</i>							0.3									1.7			
玉蟹科	豆形拳蟹 <i>Pyrhila pisum</i>													0.3			0.3			
毛帶蟹科	雙扇股窗蟹 <i>Scopimera bitympana</i>								21.3	3.3										
	長趾股窗蟹 <i>Scopimera longidactyla</i>			18.0	13.0															
沙蟹科	乳白南方招潮 <i>Austruca lactea</i>	1.0	19.7		27.7	2.3			23.0							10.7				
	北方丑招潮 <i>Gelasimus borealis</i>					4.0			8.3							7.3				
	角眼沙蟹 <i>Ocypode ceratophthalmus</i>	2.3							0.3	0.3										
	斯氏沙蟹 <i>Ocypode stimpsoni</i>			22.3						0.7										
	弧邊管招潮 <i>Tubuca arcuata</i>				2.0								0.3		0.3					
和尚蟹科	短指和尚蟹 <i>Mictyris brevidactylus</i>					51.3	19.3	64.7	20.0			0.7		51.3	53.7	29.0				
相手蟹科	近親擬相手蟹 <i>Parasesarma affine</i>				3.3															
	斑點擬相手蟹 <i>Parasesarma pictum</i>				1.0								0.3							
黎明蟹科	頑強黎明蟹 <i>Matuta victor</i>																0.3			

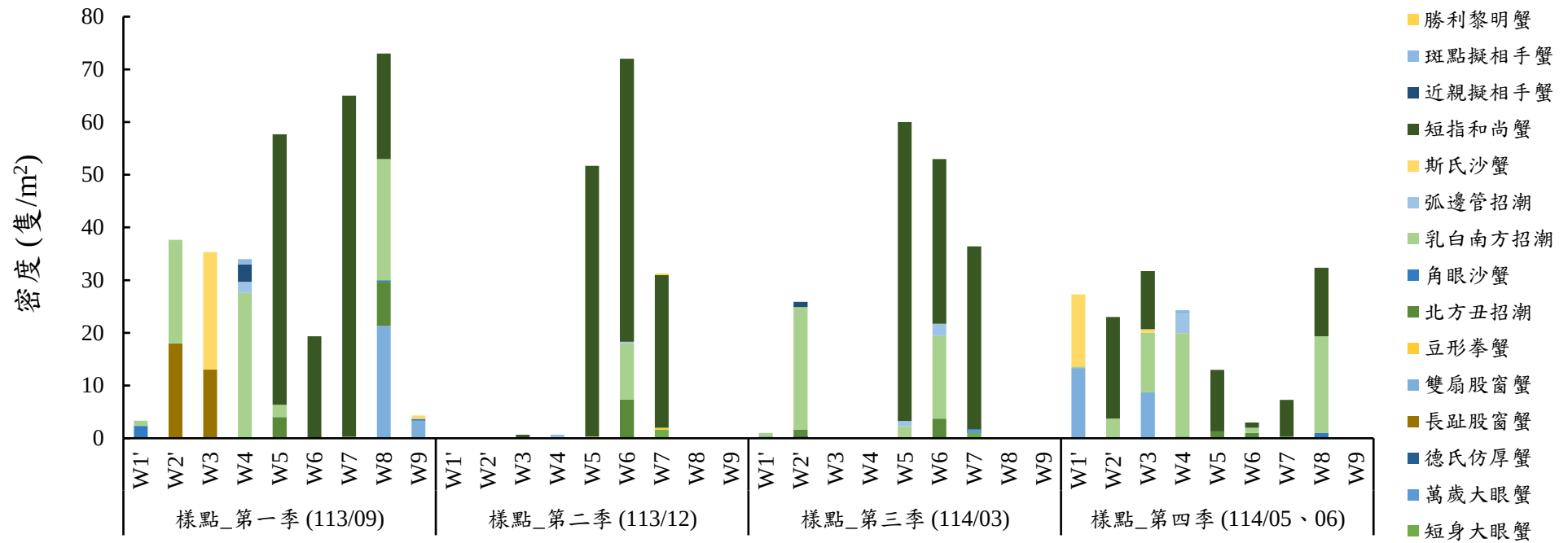
表二十一、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類物種組成和數量的樣點與季節變化(續)

		(隻/m ²)																	
科名	物種中文俗名/學名	春季(114/03)									夏季(114/05、06)								
		W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
大眼蟹科	短身大眼蟹							1.0									0.3		
	<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>																		
弓蟹科	萬歲大眼蟹							0.7											
	<i>Macrophthalmus banzai</i>																		
毛帶蟹科	德氏仿厚蟹		0.3																
毛帶蟹科	長趾股窗蟹																		
	<i>Scopimera longidactyla</i>																		
沙蟹科	雙扇股窗蟹										13.3		8.7						
	<i>Scopimera bitympana</i>																		
沙蟹科	乳白南方招潮	0.7	23.3			2.3	15.7				0.3	3.7	11.3	19.7		1.0		18.3	
	<i>Austruca lactea</i>																		
沙蟹科	北方丑招潮		1.3				3.7							0.3	1.3	1.0			
	<i>Gelasimus borealis</i>																		
沙蟹科	角眼沙蟹	0.3																1.0	
	<i>Ocypode ceratophthalmus</i>																		
和尚蟹科	斯氏沙蟹										13.7		0.7						
	<i>Ocypode stimpsoni</i>																		
和尚蟹科	弧邊管招潮					1.0	2.3							3.7					
	<i>Tubuca arcuata</i>																		
和尚蟹科	短指和尚蟹					56.7	31.3	34.7			19.3	11.0		11.7	1.0	7.0	13.0		
	<i>Mictyris brevidactylus</i>																		
相手蟹科	近親擬相手蟹		1.0																
	<i>Parasesarma affine</i>																		
相手蟹科	斑點擬相手蟹																		
	<i>Parasesarma pictum</i>													0.7					

表二十二、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類多樣性指數的樣點與季節變化

多樣性指數	秋季（113/09）									冬季（113/12）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Shannon Index	0.61	0.69	0.66	0.67	0.42	0.00	0.03	1.35	0.69	N.D.	N.D.	0.00	0.69	0.04	0.76	0.32	N.D.	N.D.
有效物種數	1.84	2.00	1.93	1.95	1.52	1.00	1.03	3.86	1.99	N.D.	N.D.	1.00	2.00	1.04	2.14	1.38	N.D.	N.D.

多樣性指數	春季（114/03）									夏季（114/05、06）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Shannon Index	0.61	0.42	N.D.	N.D.	0.25	0.99	0.22	N.D.	N.D.	0.75	0.44	1.17	0.61	0.33	1.10	0.17	0.80	N.D.
有效物種數	1.84	1.53	N.D.	N.D.	1.28	2.70	1.25	N.D.	N.D.	2.11	1.55	3.23	1.84	1.38	3.00	1.19	2.22	N.D.



圖二十六、113 年 9 月至 114 年 6 月大型底棲蟹類物種組成和數量的樣點與季節變化圖

(2) 蝦籠誘捕之水域生物（魚類、甲殼類）

蝦籠誘捕之四季（113/09、113/12、114/03、114/05、06）調查結果，魚類共 7 目 8 科 12 種；甲殼類中，蝦類 1 科 7 種；蟹類 3 科 6 種（表二十三、圖二十七）。

魚類包含花身鰱（*Terapon jarbua*）、黑點多紀魮（*Takifugu niphobles*）、大鱗鰲（*Planiliza macrolepis*）、綠背鰲、黑體塘鱧（*Eleotris melanosoma*）、尖頭塘鱧（*Eleotris oxycephala*）、平鯛（*Rhabdosargus sarba*）、銀紋笛鯛（*Lutjanus argentimaculatus*）、正叉舌鰕虎（*Glossogobius giuris*）、點帶叉舌鰕虎（*Glossogobius olivaceus*）等，及無法鑑定至種的雙邊魚屬（*Ambassis* sp.）一個體。

彙整 4 季資料整體來看，以黑點多紀魮採集數量最多，屬當地優勢物種，其次為花身鰱（表二十三）。若以樣點來看，W7 誘捕到的總個體數量最高；誘捕的總個體數量次之為 W9，兩樣點同樣皆以花身鰱數量最多，次之者黑點多紀魮。若由調查季別來看，秋季（113/09）共計記錄 165 個體，冬季（113/12）共計記錄 49 個體，春季（114/03）共記錄 41 個體，夏季（114/05、06）共記錄 170 個體。其中，秋季（113/09）的優勢種為花身鰱（151 個體，表二十三），冬季（113/12）、春季（114/03）和夏季（114/05、06）的優勢種則轉為黑點多紀魮（分別為 34 個體、31 個體和 143 個體，表二十三）。其中，秋季（113/09）W5 所捕獲的雙邊魚，因樣本有些許破損，無法鑑定至種，因此無法確認是否為入侵種之蛙副雙邊魚，需再持續關注。而春季（114/03）和夏季（114/05、06）其他物種則以鰕虎目、鰻形目的物種零星被蝦籠誘捕，夏季（114/05、06）且有 10 個體的平鯛被蝦籠所捕捉。

甲殼類中，蝦類分別調查到日本沼蝦（*Macrobrachium nipponense*）、東方白蝦（*Palaemon orientis*）、等齒沼蝦（*Macrobrachium equidens*）和鋸齒長臂蝦（*Palaemon serrifer*）、臺灣沼蝦（*Macrobrachium formosense*）其中，有兩個樣本因為損毀嚴重，僅能鑑定至屬，分別為秋季（113/09）W3 的沼蝦屬個體，以及 W8 的長臂蝦屬個體。彙整 4 季資料整體來看，以臺灣沼蝦的數量最多，計有 18 隻，其次為日本沼蝦，共計 12 隻。

甲殼類中，被蝦籠所誘捕到的蟹類較少，僅在秋季（113/09）和冬季（113/12）有平背蜞（*Gaetice depressus*）、絨毛近方蟹（*Hemigrapsus penicillatus*）、字紋弓蟹（*Varuna litterata*）、高掌折顎蟹（*Ptychognathus altimanus*）及寄居蟹科（Paguridae spp.）的兩個體。

表二十三、蝦籠捕獲水域生物數量在樣點與季節間的比較。W1'至 W9 採集地點詳圖十一

單位：個體數/2 籠

分類	秋季（113/09）									冬季（113/12）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
條鰭魚綱																		
日鱸目																		
鰺科																		
花身鰺			3				104	5	39				1	2	10			
鮡形目																		
四齒鮡科																		
黑點多紀鮡								2	2		3	1				8	7	15
鰻形目																		
鰻科																		
大鱗鰻						2		1							1			
鰕虎目																		
塘鱧科																		
黑體塘鱧						3							1					
鰕虎科																		
正叉舌鰕虎						1												
點帶叉舌鰕虎					1		1											

分類	秋季（113/09）									冬季（113/12）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
鱸形目																		
雙邊魚科																		
雙邊魚屬					1													
軟甲綱																		
十足目																		
弓蟹科																		
平背蜞										1								
字紋弓蟹												1						
高掌折顎蟹			3															
絨毛近方蟹											1							
沙蟹科																		
斯氏沙蟹									1									
長臂蝦科																		
沼蝦屬			1															
日本沼蝦	1	7			1			2										
東方白蝦		1			1			1					1					
等齒沼蝦		1																

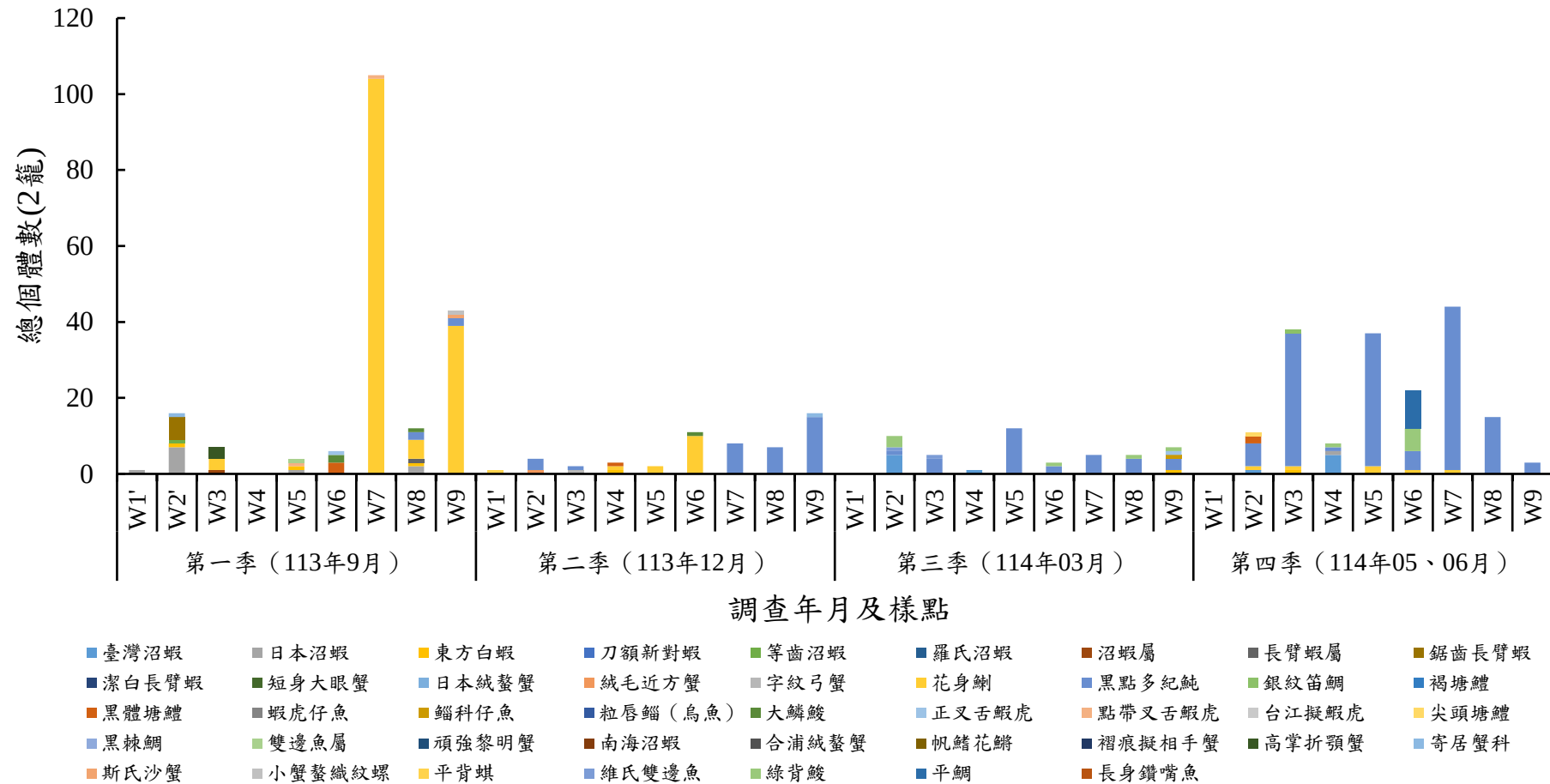
長臂蝦屬	1																	
鋸齒長臂蝦	6																	
寄居蟹科	1																	
分類	秋季（113/09）									冬季（113/12）								
	W1’	W2’	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1’	W2’	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
腹足綱																		
新腹足目																		
織紋螺科																		
小蟹螯織紋螺	1																	
總計	1	16	7	0	4	6	105	12	43	1	4	2	3	2	11	8	7	16

表二十三、蝦籠捕獲水域生物數量在樣點與季節間的比較。W1'至 W9 採集地點詳圖十一（續）

單位：個體數/2 籠

分類	春季（114/03）									夏季（114/05、06）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
條鰭魚綱																		
日鱸目																		
鰱科																		
花身鰱											1	1		2	1	1		
鮡形目																		
四齒鮡科																		
黑點多紀鮡		1	1	3	4	1		9	12		6	35	1	35	5	43	15	3
鰻形目																		
鰻科																		
綠背鰻		2	3	1									1		6			
鯛科																		
平鯛															10			
笛鯛目																		
笛鯛科																		
銀紋笛鯛												1						
鰕虎目																		
塘鱧科																		
黑體塘鱧											2							
尖頭塘鯉											1							

分類	春季（114/03）									夏季（114/05、06）								
	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
鱸形目																		
雙邊魚科																		
維氏雙邊魚		1	1		1	1												
軟甲綱																		
十足目																		
長臂蝦科																		
沼蝦屬																		
日本沼蝦													1					
臺灣沼蝦		1	5	4		1	1				1		5					
東方白蝦												1						
總計	0	5	10	8	5	3	1	9	12	0	11	38	8	37	12	44	15	3



圖二十七、113 年 9 月至 114 年 6 月蝦籠捕捉之水域生物物種組成和數量的樣點與季節間的比較

由於本案以蝦籠誘捕作為調查濕地魚類的漁具，但不同漁具所調查到的魚種可能不同，因此臺中市政府以另案處理，於 113 年 10 月 17 日（農曆十五，大潮）執行一次魚類調查。此調查延續本計畫案之水域生物調查樣點，在 W2 至 W9 處尋覓合適的位置（表二十四）放置誘捕漁具，用以比較在相同樣點在不同漁具之採集效果。此案之使用漁具為定置網，協同熟悉地形之當地漁民架設網具，以提高採集效率。網具規格為 40 呎（長）x 8 呎（高）（換算約為長 1219.2 公分，高 243.8 公分），網目大小為 8 分，以竹竿支撐並用鋼筋固定於濕地上。網具於 10/17 中午 12:30 架設，經過一個完整潮汐週期後，於次日清晨低潮前 1 小時收集魚類樣本。

該案於 8 處樣點（W2'至 W9）共採集到 9 科 12 種 62 隻魚類。優勢種為鯔，共於 5 處樣點採集到 29 隻。由樣點來看，W3 和 W5 皆有 5 種魚類被捕獲，而 W6、W7 和 W9 則僅捕獲 1 至 2 種。

比較不同漁具於高美濕地的魚類捕獲結果顯示，蝦籠（本案）和定置網（另案）的捕捉成果不同，前者以小型且半淡鹹水的物種為主，以黑點多紀魷和花身魷為大宗，同時還捕獲不少鰕虎目物種；後者則以海魚為主，較多經濟性魚種。這部分結果顯示，不同網具所蒐集到的魚種不同，對於生物多樣性研究有不同的貢獻。蝦籠對於底棲性且半淡鹹水的物種有較好的捕獲性，而網具則多捕獲到經濟性海魚，因此需視研究目的，選擇適合的網具來執行調查。

表二十四、定置網調查位置與所屬高美濕地分區範圍

調查位點 (延續本案調查位點)	保護區分區	緯度	經度
W2 (大甲溪出海口南側)	永續利用區	24.32891 N	120.54994 E
W3 (越戰美軍戰備油管北側)	核心區	24.32506 N	120.55112 E
W4 (越戰美軍戰備油管南側)	核心區	24.32334 N	120.55139 E
W5 (木棧道北側)	核心區	24.31346 N	120.54855 E
W6 (木棧道南側)	核心區	24.31115 N	120.54769 E
W7 (木棧道末端)	緩衝區	24.31297 N	120.54476 E
W8 (清水大排出口)	緩衝區	24.30632 N	120.54280 E
W9 (臺中港北防砂堤北側)	永續利用區	24.31264 N	120.53503 E

表二十五、113 年 10 月定置網捕獲之魚類組成和數量在樣點間的比較

Family	Species	中文	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	鱷形叉尾鶴鱗		2						
Carangidae	<i>Caranx sexfasciatus</i>	六帶鰺	1	2	1					
Carangidae	<i>Trachinotus blochii</i>	布氏鰺鯊				6				
Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	虱目魚	1							
Clupeidae	<i>Sardinella lemuru</i>	黃小沙丁魚								2
Engraulidae	<i>Thryssa hamiltonii</i>	漢氏稜鯷		1	1					
Megalopidae	<i>Megalops cyprinoides</i>	大海鯰				1				1
Mugilidae	<i>Planiliza affinis</i>	前鱗鯪	1	2	1	1			1	
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>	鰻	1	3	9		4	12		
Pempheridae	<i>Pempheris schwenkii</i>	南方擬金眼鯛								1
Sparida	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	黑棘鯛				1				1
Sparida	<i>Acanthopagrus taiwanensis</i>	臺灣棘鯛				3		2		

資料來源：利用定置網調查高美濕地內魚種組成試驗計畫，2024（未公開）

(3) 螺貝類

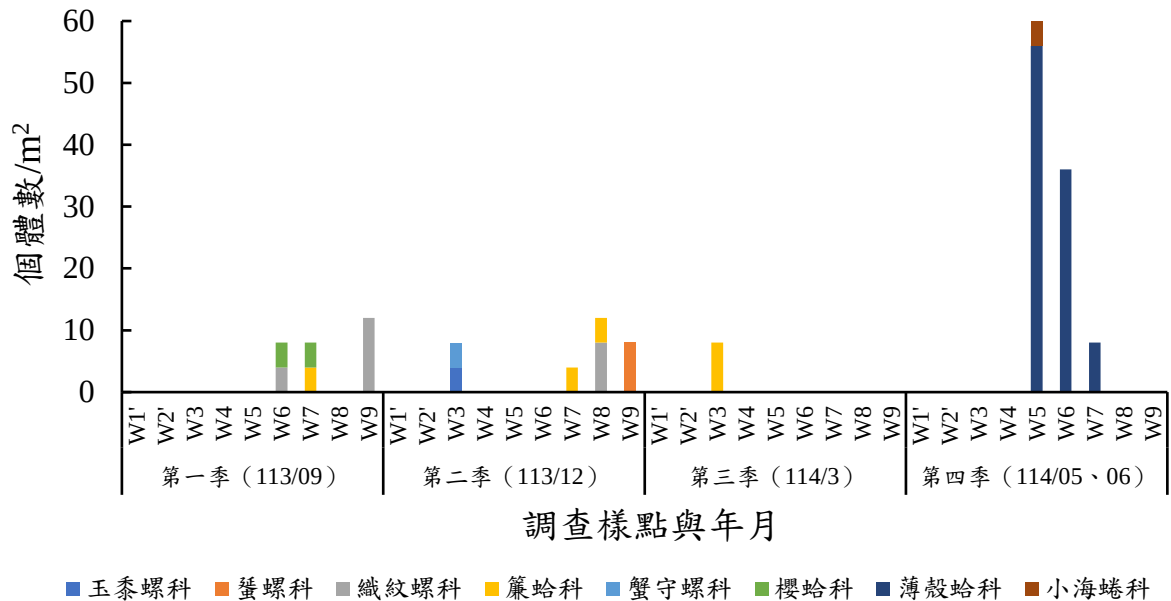
彙整四季的螺貝類調查結果如表二十六和圖二十八所示，共計記錄 8 科 172 個體（活體）的螺貝類，其中部分個體之織紋螺科、簾蛤科和櫻蛤科能鑑定至種，其餘個體則鑑定至科。四季中，以樣點 W5 有最多的螺貝調查紀錄（4 季共計 60 個體數/m²），而樣點 W1'、W2' 和 W4 則皆無螺貝類被調查到。在物種部分，以科來看，四季調查到最多的物種為薄殼蛤科（4 季共計 100 個體數/m²），且集中於夏季（114/05、06）。而織紋螺科次之（4 季共計 24 個體數/m²）。

表二十六、113 年 9 月至 114 年 6 月螺貝類組成和數量的樣點與季節變化

科名	物種中文俗名/學名	個體數/ m ²																	
		秋季（113/09）									冬季（113/12）								
		W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
玉黍螺科	玉黍螺科												4						
蜆螺科	蜆螺科																	8	
織紋螺科	織紋螺科						4												
	小唐冠織紋螺																	8	
	小蟹螯織紋螺									12									
簾蛤科	文蛤屬							4											
	臺灣文蛤																4		
	環文蛤																	4	
蟹守螺科	蟹守螺科												4						
櫻蛤科	花瓣櫻蛤						4	4											
總計		0	0	0	0	0	8	8	0	12	0	0	8	0	0	0	4	12	8

表二十五、113 年 9 月至 114 年 6 月螺貝類組成和數量的樣點與季節變化（續）

		個體數/ m ²																		
科名	物種中文俗名/學名	春季（114/03）									夏季（114/05、06）									
		W1’	W2’	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1’	W2’	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	
簾蛤科	臺灣文蛤			8																
薄殼蛤科	截尾薄殼蛤													56	36	8				
小海蜷科	燒酒海蜷													4						
總計		0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	36	8	0	0		



圖二十八、113 年 9 月至 114 年 6 月螺貝類組成（分類階層：科）和數量的樣點與季節變化圖

(4) 動物性浮游生物

113 至 114 年的四季調查結果如表二十七至表三十，及圖二十九內容所示。秋季（113/09）和春季（114/03）有兩處樣點（W2'和 W3）沒有調查紀錄，冬季（113/12）及夏季（114/05、06）則全部樣點皆有紀錄。

動物性浮游生物的豐度，隨季節和樣點而變動。在秋季（113/09）各樣點豐度介於 2.6 個體/L 至 46.5 個體/L 之間，以 W9 樣點採集到最豐，多以節肢動物的劍水蚤和猛水蚤，以及節肢動物的無節幼蟲為主。分布最廣的類群以猛水蚤、葦頂蟲屬（*Arcella* sp.）和無節幼蟲為主，分別在 5 至 6 處樣點有採集紀錄。猛水蚤是本季最優勢物種，為常見於潮池半淡鹹水交替之動物性浮游生物。次優勢物種為葦頂蟲屬（*Arcella* sp.），以樣點 W4 最豐；第三優勢物種為無節幼蟲，同樣在樣點 W4 最多。由動物性浮游生物調查紀錄結果，推測本次各水域生物樣點，W1'為偏海水環境，W4 至 W6 偏淡水環境，W7 至 W9 偏海水環境。

冬季（113/12）各樣點豐度介於 0.1 個體數/1000ml 至 12.6 個體數

/1000ml 之間，明顯低於秋季（113/09）。本季以 W4 採集到最豐，多以猛水蚤為主。分布最廣的類群以劍水蚤和猛水蚤為主，都是在 6 處樣點有採集紀錄。冬季（113/12）最優勢物種與秋季（113/09）相同，為猛水蚤；次優勢物種為劍水蚤，屬於廣鹽性物種，在樣點 W1' 最豐；第三優勢物種是角突臂尾輪蟲(*Brachionus angularis*)，為廣鹽性生物，以樣點 W1' 及 W6 最多。由動物性浮游生物調查紀錄結果，推測本次各水域生物樣點，9 處皆為半淡鹹水，並多以偏淡水環境為主。

春季（114/03）各樣點豐度介於 0.5 個體數/1000ml 至 3.7 個體數/1000ml 之間，為所有調查季次中最低的一季。本季以 W9 採集到最豐，多以猛水蚤為主。分布最廣的類群同樣為猛水蚤，在 5 處樣點有採集紀錄。春季（114/03）最優勢物種與前兩季相同，為猛水蚤；次優勢物種為橈腳類的無節幼蟲，在樣點 W5 最豐；第三優勢物種是端腳類，屬海水種，以 W7 最多，且此樣點還採集到少量蝦類幼生。雖樣點 W7 有端腳類及蝦類的採集紀錄，且屬於海水種，但其可自由移動，故整體的此 9 個樣點仍推測較偏屬淡水環境。

夏季（114/05、06）各樣點豐度介於 0.5 個體數/1000ml 至 7.9 個體數/1000ml 之間，對比前一季（114/03）稍有增加。本季以 W5 採集到最豐，多以端腳類為主。分布最廣的類群同樣是端腳類，在 5 處樣點有採集紀錄。夏季（114/05、06）最優勢種為端腳類，在樣點 W5、W6、W7 有較多採集紀錄。由動物性浮游生物調查紀錄結果顯示，本季（114/05、06）水蚤類群的豐度較前三季下降，且於樣點 W3 和 W5 分別記錄到少量蝦類幼生。雖然在部分樣點有蝦類和端腳類的調查記錄，但本區仍以偏淡水環境為主。

由生物多樣性指數來看（表二十七至表三十），秋季（113/09）樣點 W4、W5 和 W9 的歧異度指數 Shannon's diversity index 最高；冬季（113/12）歧異度指數最高的樣點則為 W1' 和 W5；春季（114/03）多樣性指數皆偏低，歧異度指數最高的樣點則為 W9，但數值僅為 1.1，而樣點 W1' 和 W4 歧異度指數為 1.0；夏季（114/05、06）多樣性數值稍有提升，歧異度指數最高的樣點則為 W9 和 W3，分別為 1.3 和 1.2。

表二十七、113 年 9 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：個體數/1000ml

物種/樣點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Protozoa 原生動物									
<i>Arcella</i> sp.				10.0	2.5	1.3		1.3	1.3
<i>Ceratium</i> 甲藻					1.3				
<i>Tintinnopsis</i> 纖毛蟲									1.3
Trochelminthes 輪形動物									
<i>Brachionus angularis</i>					1.3				
<i>Keratella</i> valge				1.3					
<i>Lepadella</i> sp.				1.3					
<i>Rotaria</i> sp.				1.3					
Arthropoda 節肢動物									
Cladocera 枝角類					1.3				1.3
Calanoid 哲水蚤									3.8
Cyclopoid 劍水蚤	1.3					2.5	1.3		11.3
Harpacticoid 猛水蚤	1.3			7.5		1.3	3.8	1.3	17.5
nauplius 無節幼蟲				3.8	1.3	1.3	1.3		10.0
Protochordata 原索動物									
Appendicularia 尾蟲							0.1		
總計(個體/ℓ)	2.6	0.0	0.0	25.2	7.7	6.4	6.4	2.6	46.5
種類數	2	0	0	6	5	4	4	2	7
Shannon's diversity index	0.7	0.0	0.0	1.5	1.6	1.3	1.0	0.7	1.5
Dominance Index	0.5	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3
Species Richness	0.2	0.0	0.0	0.7	0.7	0.5	0.5	0.2	0.8
Pielou evenness index	1.0	0.0	0.0	0.8	1.0	1.0	0.7	1.0	0.8

註、計數換算說明請參考附錄五

表二十八、113 年 12 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：個體數/1000ml

物種/樣點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Protozoa 原生動物									
<i>Arcella</i> sp.						1.3			
<i>Centropyxis</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
Trochelminthes 輪形動物									
<i>Brachionus angularis</i>	3.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Rotaria</i> sp.	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Arthropoda 節肢動物									
Cladocera 枝角類	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cyclopoid 劍水蚤	3.8	5.0	1.3	2.5	1.3	3.8	0.0	0.0	0.0
Harpacticoid 猛水蚤	1.3	0.0	0.0	8.8	5.0	3.8	0.0	2.5	3.8
nauplius 無節幼蟲	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
Shrimp larva 蝦類幼生	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
總計(個體/ℓ)	11.5	6.3	1.3	12.6	8.9	8.9	0.1	3.8	5.1
種類數	5	2	1	3	4	3	1	2	2
Shannon's diversity index	1.5	0.5	0.0	0.8	1.2	1.0	0.0	0.6	0.6
Dominance Index	0.3	0.7	1.0	0.5	0.4	0.4	1.0	0.6	0.6
Species Richness	0.7	0.2	0.0	0.3	0.5	0.3	0.0	0.2	0.2
Pielou evenness index	0.9	0.7	0.0	0.7	0.8	0.9	0.0	0.9	0.8

註、計數換算說明請參考附錄五

表二十九、114 年 3 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：個體數/1000ml

物種/樣點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Protozoa 原生動物									
<i>Arcella</i> sp. 葦頂蟲屬						1.0			
<i>Ceratium</i> 角藻屬									0.5
Trochelminthes 輪形動物									
<i>Asplanchna</i> sp1.									0.5
<i>Brachionus angularis</i>									0.5
<i>Brachionus calyciflous</i>								0.5	
Arthropoda 節肢動物									
Cladocera 枝角目	0.5								
Harpacticoid 猛水蚤目	1.0			1.5	1.5		1.0		2.2
nauplius 無節幼蟲	0.5			1.0	1.5	0.5			
Amphipoda 端腳類							1.5		
Shrimp larva 蝦類幼生							0.1		
Ostracoda 介形類				0.5					
總計(個體/ℓ)	2.0	0.0	0.0	3.0	3.0	1.5	2.6	0.5	3.7
種類數	3	0	0	3	2	2	3	1	4
Shannon's diversity index	1.0	0.0	0.0	1.0	0.7	0.6	0.7	0.0	1.1
Dominance Index	0.4	0.0	0.0	0.4	0.5	0.6	0.5	1.0	0.4
Species Richness	0.5	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2	0.4	0.0	0.6
Pielou evenness index	0.9	0.0	0.0	0.9	1.0	0.9	0.7	0.0	0.8

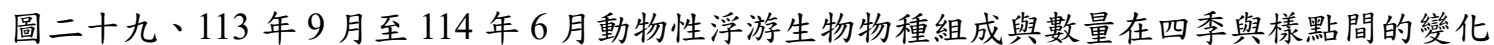
註、計數換算說明請參考附錄五

表三十、114 年 5、6 月動物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：個體數/1000ml

物種/樣點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Trochelminthes 輪形動物									
<i>Brachionus calyciflous</i>							0.5		
<i>Rotaria</i> sp. 轉輪屬		0.5							
<i>Testudinella</i> sp.				0.5					
Annelida 環節動物									
Polychaeta 多毛類									1.9
Arthropoda 節肢動物									
Cladocera 枝角目			0.5						
Cyclopoid 劍水蚤目							0.5		
Harpacticoid 猛水蚤目			0.5		1.0				0.5
nauplius 無節幼蟲			0.5		1.0				1.5
Amphipoda 端腳類					5.8	5.3	2.9	0.5	1.0
Shrimp larva 蝦類幼生			0.1		0.1				
Ostracoda 介形類	0.5								
總計(個體/ℓ)	0.5	0.5	1.5	0.5	7.9	5.3	3.9	0.5	4.9
種類數	1	1	4	1	4	1	3	1	4
Shannon's diversity index	0.0	0.0	1.2	0.0	0.8	0.0	0.7	0.0	1.3
Dominance Index	1.0	1.0	0.3	1.0	0.6	1.0	0.6	1.0	0.3
Species Richness	0.0	0.0	0.7	0.0	0.5	0.0	0.4	0.0	0.6
Pielou evenness index	0.0	0.0	0.9	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	0.9

註、計數換算說明請參考附錄五



(5) 植物性浮游生物

113 至 114 年的四季調查結果如表三十一至表三十四，及圖三十內容所示。

四季次所調查到的植物性浮游生物有七門，分別是矽藻門、綠藻門、藍菌門、隱藻門、雙鞭毛蟲門、眼蟲門和纖毛蟲動物門。其中又以矽藻門為最優勢族群，佔了近 9 成，次優勢族群為綠藻門。矽藻為海水中最主要的藻類，在淡水中則相對海水少，但淡水的矽藻種類也很多且較綠藻耐鹽及有機污染環境。綠藻以淡水為主要生存環境，海水中較少。由於海水矽藻不會出現於全淡水中，如 *Chaetoceros* sp. 及 *Skeletonema* sp. 等，因此若有海水矽藻的調查紀錄，表示此樣點應偏屬海水環境，如 113 年 9 月份的樣點 W1'。藍菌則好發於高溫、高氮環境及相對較有機污染的環境。

豐度部分調查資料結果顯示，多數樣點於冬季（113/12）的植物性浮游生物豐度高於秋季（113/09）。在秋季（113/09），各測站豐度介於 11,520 cells/L 至 38,400 cells/L 之間，以樣點 W3 的豐度（38,400 cells/L）和物種數（13 種）最高；冬季（113/12），各測站豐度介於 17,920 cells/L 至 158,720 cells/L 之間，以樣點 W9 豐度最高，達 158,720 cells/L，以矽藻的卵形藻屬（*Cocconeis* sp.）為最大優勢種，其屬廣鹽性種類，能生存在淡水及海水環境；春季（114/03）各測站豐度介於 7,680 cells/L 至 48,640 cells/L 之間，多數樣點較前一季豐度低，本季以樣點 W8 豐度與物種數（12 種）最高，以矽藻門為最大優勢類群；夏季（114/05、06）各測站豐度介於 12,800 cells/L 至 170,240 cells/L 之間，整體豐度較前一季高。本季則樣點 W5 豐度最高，同樣是矽藻門為最優勢類群，而樣點 W6 則為物種數（14 種）最高者。以植物性浮游生物的調查結果來判定水體環境，情況與動物性浮游生物類似，全區皆屬於半淡鹹水環境，而秋季（113/09）樣點 W1'、W3、W9 偏屬於海水環境，冬季（113/12）僅樣點 W1' 偏海水，其餘樣點皆偏屬淡水環境；春季（114/03）全部樣點皆偏屬淡水環境；夏季（114/05、06）則是樣點 W9 偏海水，其餘樣站皆為低鹽度或偏屬淡水環境。

由生物多樣性指數來看，秋季（113/09）樣點 W3 的歧異度指數 Shannon's diversity index 最高，冬季（113/12）歧異度指數較高的樣點

則為 W4 和 W8，其中，W9 歧異度指數值最低，是因為該樣點有相當大量的卵形藻屬 (*Cocconeis* sp.) 出現，由優勢度指數 Dominance index 數值為當季最高 (W9: 0.94)，均勻度指數 Pielou evenness index 數值為當季最低的情況 (W9: 0.08) 亦可看出；春季 (114/03) 整體樣點的豐度皆偏低，歧異度指數高者為樣點 W8 (Shannon's diversity index: 2.43)，所記錄到的 12 物種其豐度差異不大，因此樣點 W8 的優勢度指數 Dominance index 數值為當季所有樣點中最低 (W8: 0.09)；夏季 (114/05、06) 歧異度指數最高的樣點為 W6，且該樣點同樣為當季調查記錄到最多物種者 (14 種)。而樣點 W5 則是當季調查樣點豐度最高者 (170,240 cells/L)，比 W6 樣點 (66,560 cells/L) 多出逾 2 倍。且 W5 的物種數也高，達 13 種之多，但是其中直鏈藻屬 (*Melosira* sp.) 和針杆藻屬 (*Synedra* sp.) 的豐度，其占比較其他物種高，因此歧異度指數低於樣點 W6。

表三十一、113 年 9 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：cells/L

物種/地點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Bacillariophyta 矽藻門									
<i>Chaetoceros</i> spp.	5120		2560						
<i>Coscinodiscus</i> sp.									1280
<i>Cymbella</i> sp1.			2560						
<i>Cymbella</i> sp2.						2560			
<i>Diploneis</i> sp.				2560					
<i>Gyrosigma</i> sp.								5120	
<i>Navicula gregaria</i>	2560	2560	2560	2560	2560	2560	5120	5120	
<i>Navicula transitans</i>		2560			2560		5120	5120	
<i>Navicula</i> spp.	2560	5120	2560	2560	5120	2560	5120	5120	
<i>Nitzschia clausii</i>			2560						
<i>Nitzschia cocconeiformis</i>			2560						
<i>Nitzschia palea</i>				2560	2560	2560		2560	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			2560						
<i>Nitzschia</i> spp.	5120	5120	5120	2560	2560	5120		5120	
<i>Pinnularia</i> sp.			2560						
<i>Skeletonema</i> sp.	5120		2560						5120
<i>Synedra ulna</i>			5120						
<i>Synedra</i> sp.			2560						
<i>Thalassiosira</i> sp.									5120
Chlorophyta 綠藻門									
<i>Dictyosphaerium</i> sp.			2560						
Euglenozoa 眼蟲門									
<i>Euglena proxima</i>					2560				
Ciliophora 纖毛蟲動物門									
<i>Strobilidium</i> sp.					2560				
Total cells/ ℓ	20,480	15,360	38,400	12,800	20,480	15,360	15,360	28,160	11,520
Total species 種類數	5	4	13	5	7	5	3	6	3
Shannon's diversity index	1.56	1.33	2.52	1.61	1.91	1.56	1.10	1.77	0.96
Dominance Index	0.22	0.28	0.08	0.20	0.16	0.22	0.33	0.17	0.41
Species Richness	0.40	0.31	1.14	0.42	0.60	0.41	0.21	0.49	0.21
Pielou evenness index	0.97	0.96	0.98	1.00	0.98	0.97	1.00	0.99	0.88

註、計數換算說明請參考附錄五

表三十二、113 年 12 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：cell/L

物種/地點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Bacillariophyta 矽藻門									
<i>Actinocyclus</i> sp.								1,280	
<i>Cocconeis</i> sp.									153,600
<i>Cyclotella</i> sp.				5,120			5,120		
<i>Cymbella</i> sp1.	2,560	5,120	2,560	2,560					
<i>Diatoma</i> sp.					2,560				
<i>Diploneis</i> sp.									5,120
<i>Fragilaria</i> sp.				5,120					
<i>Gomphonema</i> sp.		5,120		2,560		2,560			
<i>Gyrosigma</i> sp.				5,120					
<i>Navicula gregaria</i>	2,560	5,120	2,560	5,120	2,560	2,560	5,120	5,120	
<i>Navicula transitans</i>		5,120				2,560	2,560	2,560	
<i>Navicula</i> spp.	2,560	10,240	2,560	5,120	2,560	2,560	5,120	5,120	
<i>Nitzschia clausii</i>			2,560					2,560	
<i>Nitzschia cocconeiformis</i>			2,560					2,560	
<i>Nitzschia palea</i>				2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	
<i>Nitzschia sigma</i>						2,560		2,560	
<i>Nitzschia</i> spp.	5,120	5,120	2,560	5,120	2,560	5,120	2,560	5,120	
<i>Pinnularia</i> sp.		5,120	2,560	2,560				2,560	
<i>Skeletonema</i> sp.	5,120								
<i>Synedra ulna</i>		10,240	5,120	5,120				5,120	
<i>Synedra</i> sp.		5,120	2,560					2,560	
Chlorophyta 綠藻門									
<i>Closterium</i> sp.					2,560				
<i>Dictyosphaerium</i> sp.					2,560				
Cyanophyta 藍菌門									
<i>Chroococcus</i> sp.					5,120		10,240		
Euglenozoa 眼蟲門									
<i>Englena proxima</i>					2,560				
<i>Englena</i> spp.					2,560				
Total cells/ ℓ	17,920	56,320	25,600	46,080	28,160	20,480	33,280	39,680	158,720
Total species 種類數	5	9	9	11	10	7	7	12	2
Shannon's diversity index	1.55	2.15	2.16	2.35	2.27	1.91	1.82	2.41	0.14

Dominance Index	0.22	0.12	0.12	0.10	0.11	0.16	0.18	0.10	0.94
Species Richness	0.41	0.73	0.79	0.93	0.88	0.60	0.58	1.04	0.08
Pielou evenness index	0.96	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.93	0.97	0.21

註、計數換算說明請參考附錄五

表三十三、114 年 3 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：cells/L

物種/地點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Bacillariophyta 矽藻門									
<i>Coscinodiscus</i> sp.									2,560
<i>Cyclotella meneghiniana</i>				5,120					
<i>Cymbella</i> sp1.	2,560								
<i>Diatoma</i> sp.					2,560				
<i>Diploneis</i> sp.									5,120
<i>Gomphonema</i> sp.		5,120		2,560		2,560			
<i>Melosira</i> sp.				5,120				5,120	
<i>Navicula cryptocephala</i>	2,560					2,560			
<i>Navicula gregaria</i>	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	2560	2,560	
<i>Navicula pupula</i>						2,560		5,120	
<i>Navicula transitans</i>	2,560					2,560		2,560	
<i>Navicula</i> spp.	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	5,120	2560	5,120	
<i>Nitzschia palea</i>					2,560				
<i>Nitzschia sigma</i>				2,560				2,560	
<i>Nitzschia</i> spp.	2,560	2,560	2,560	5,120	2,560	2,560	2560	5,120	
<i>Pinnularia</i> sp.								2,560	
<i>Synedra ulna</i>			5,120	5,120		2,560		5,120	
<i>Synedra</i> sp.		2,560	2,560			5,120		2,560	
<i>Surirella</i> sp.					5,120	5,120			
<i>Thalassiosira</i> sp.									5,120
Chlorophyta 綠藻門									
<i>Monoraphidium</i> sp.								5,120	
<i>Scedesmus</i> spp.			5,120					5,120	
Cyanophyta 藍菌門									
<i>Merismopedia</i> sp.			5,120						
<i>Oscillatoria</i> sp.		5,120							
Cryptophytes 隱藻門									
<i>Cryptomonas</i> sp.			20,480						
Pyrrophyta 雙鞭毛蟲門									
<i>Gymnodinium</i> sp.									2,560
<i>Peridinium</i> sp.									2,560
<i>Prorocentrum</i> sp.									10,240
<i>Protoceratium</i> sp.									2,560
Euglenozoa 眼蟲門									
<i>Englena</i> spp.		2,560							
Total cells/ℓ	15,360	23,040	46,080	30,720	17,920	33,280	7,680	48,640	30,720

Total species 種類數	6	7	8	8	6	10	3	12	7
Shannon's diversity index	1.79	1.89	1.74	2.02	1.75	2.25	1.10	2.43	1.79
Dominance Index	0.17	0.16	0.25	0.14	0.18	0.11	0.33	0.09	0.19
Species Richness	0.52	0.60	0.65	0.68	0.51	0.86	0.22	1.02	0.58
Pielou evenness index	1.00	0.97	0.83	0.97	0.98	0.98	1.00	0.98	0.92

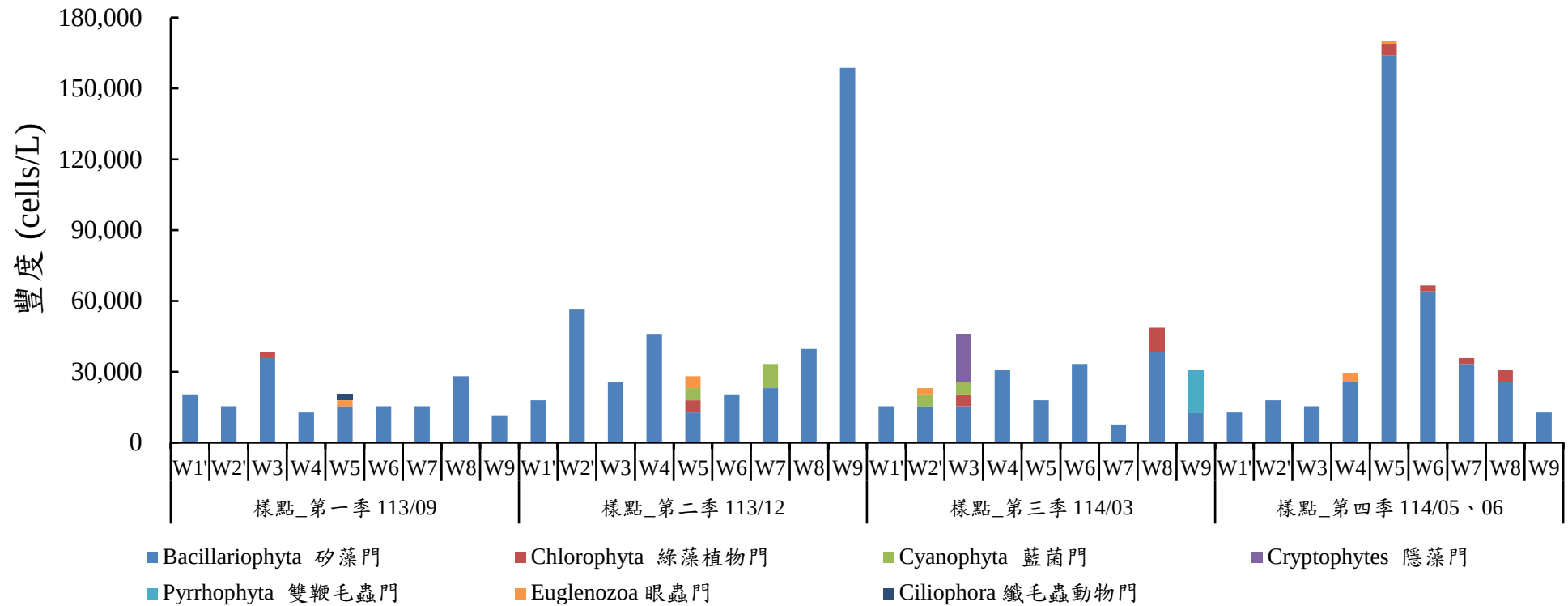
註、計數換算說明請參考附錄五

表三十四、114 年 5、6 月植物性浮游生物物種組成與數量在樣點間的變化

單位：cells/L

物種/地點	W1'	W2'	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9
Bacillariophyta 矽藻門									
<i>Cocconeis</i> sp.									2,560
<i>Cymbella</i> sp1.	2,560			2,560					
<i>Diatoma</i> sp.					2,560				
<i>Diploneis</i> sp.									5,120
<i>Gomphonema</i> sp.		5,120		2,560	20,480	2,560			
<i>Melosira</i> sp.					61,440				
<i>Navicula cryptocephala</i>						2,560			
<i>Navicula gregaria</i>		2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	
<i>Navicula pupula</i>						2,560			
<i>Navicula transitans</i>						2,560			
<i>Navicula</i> spp.	2,560	2,560	2,560	2,560	2,560	5,120	2,560	2,560	
<i>Nitzschia acicularis</i>								2,560	
<i>Nitzschia palea</i>					2,560	2,560			
<i>Nitzschia sigma</i>				2,560	5,120	5,120		2,560	
<i>Nitzschia</i> spp.	2,560	2,560	2,560	5,120	5,120	5,120	2,560	5,120	
<i>Pinnularia</i> sp.						5,120		2,560	
<i>Synedra ulna</i>			5,120	5,120	10,240	2,560	5,120	5,120	
<i>Synedra</i> sp.	5,120	5,120	2,560	2,560	51,200	5,120	20,480	2,560	
<i>Surirella</i> sp.						20,480			
<i>Thalassiosira</i> sp.									5,120
Chlorophyta 綠藻門									
<i>Actinastrum</i> sp.								2,560	
<i>Coelastrum</i> sp.								2,560	
<i>Scenedesmus</i> spp.					2,560	2,560	2,560		
Euglenozoa 眼蟲門									
<i>Trachelomonas</i> sp.				1,280	1,280				
<i>Englena</i> spp.				2,560					
Total cells/ℓ	12,800	17,920	15,360	29,440	170,240	66,560	35,840	30,720	12,800
Total species 種類數	4	5	5	10	13	14	6	10	3
Shannon's diversity index	1.33	1.55	1.56	2.23	1.78	2.35	1.35	2.25	1.05
Dominance Index	0.28	0.22	0.22	0.12	0.24	0.14	0.37	0.11	0.36
Species Richness	0.32	0.41	0.41	0.87	1.00	1.17	0.48	0.87	0.21
Pielou evenness index	0.96	0.96	0.97	0.97	0.69	0.89	0.75	0.98	0.96

註、計數換算說明請參考附錄五



圖三十、113 年 9 月至 114 年 6 月植物性浮游生物物種組成（分類階層：門）與數量在四季與樣點間的變化

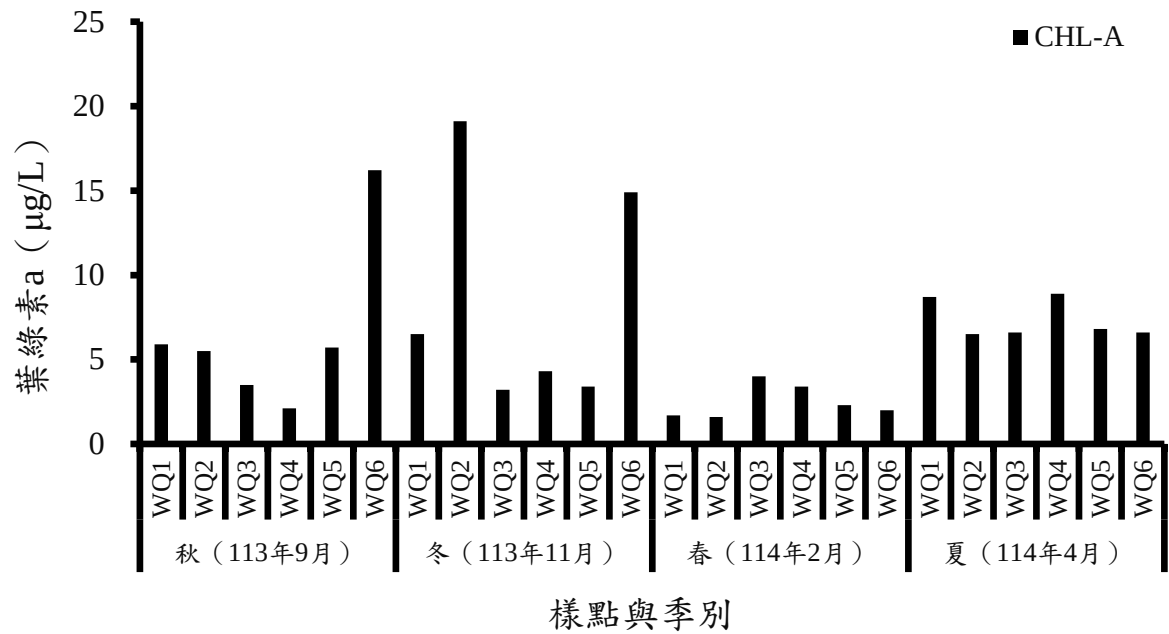
(二)水質

本計畫四季之 6 處樣點（與水域生物的 9 處樣點不相同）的水質監測結果如表三十五及表三十六所示，並參考內政部國家公園署公告之重要濕地灌溉排水蓄水放淤給水投入標準內的國家級濕地排放標準（表九）檢視此六處樣點的水質狀況。

秋季（113/09）均溫為 28.48℃，冬季（113/11）均溫為 23.80℃，春季（114/02）均溫為 21.30℃，夏季（114/04）均溫為 26.09℃。四季各樣點所量測之水溫數值，在所有樣點皆介於當季平均溫度的正負兩度間；氨氣、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量及化學需氧量的數值，皆落於標準限值內；懸浮固體部分，秋季（113/09）的 WQ5、WQ6，冬季（113/11）的 WQ2、WQ3、WQ6，春季（114/02）的 WQ3、WQ6，以及夏季（114/04）的 WQ1、WQ3、WQ5 和 WQ6，以上樣點其值高於國家級濕地排放標準；酸鹼值在秋季（113/09）的平均數值為 7.69、冬季（113/11）平均數值為 8.10、春季（114/02）平均數值為 7.73、夏季（114/04）平均數值為 8.20。四季次各樣點之水質皆呈現中性至弱鹼，其測值符合國家級濕地排放標準，所有樣點皆介於本案水體基礎調查之平均酸鹼值的正負 1 之間。

在溶氧測值部分，其容易受到多種物理、化學和生物因素影響，包括水溫、鹽度、水體運動性、生物活動的光合作用與呼吸作用、有機物分解等。樣點 WQ3 在秋季（113/09）和冬季（113/11）的溶氧值偏低，檢視其生化需氧量並不特別高，且水溫和其他測值與其他當日測量的水質樣點相當，推測可能是因為 WQ3 的水流緩慢（圖三十二），水深較淺的關係導致。

在 113 至 114 年四季次之各樣點水體葉綠素 a 的測值如圖三十二所示。整體來看，6 處水體採樣點的葉綠素 a 含量，在春季（114/02）最低，秋季（113/09）和冬季（113/11）則不同樣點間互有高低，尤其是樣點 WQ6 在此兩季數值都較高。夏季（114/04）則所有樣點的葉綠素 a 濃度都較前一季高。秋季（113/09）平均值為 6.48 $\mu\text{g/L}$ ，僅樣點 WQ6 為 16.20 $\mu\text{g/L}$ 高於平均值；冬季（113/11）的平均值為 8.57 $\mu\text{g/L}$ ，超過平均值的樣點分別為 WQ2 及 WQ6；春季（114/02）的平均值為 2.5 $\mu\text{g/L}$ ，其中樣點 WQ3 和 WQ4 超過平均值；夏季（114/04）的平均值為 7.35 $\mu\text{g/L}$ ，而樣點 WQ1 和 WQ4 則高於平均值。



圖三十一、113 年 9 月至 114 年 4 月水體葉綠素 a 濃度在四季與樣點間的變化



圖三十二、水質樣點 WQ3 冬季採樣環境，水深淺且水流緩慢。

表三十五、113 年 9 月至 114 年 4 月水質特性於現地量測之四季與樣點間變化

季節	樣點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	氧化還原電位 (mV)	導電度 (mS/cm)	濁度 (NTU)	溶氧 (mg/L)	溶氧度 (%)	總溶解固體 (g/L)	鹽度 (psu)
秋季 (113/09)	WQ1	27.11	8.27	217.25	0.23	311.00	7.02	89.45	0.15	0.10
	WQ2	28.08	7.41	130.75	0.84	7.08	3.62	46.90	0.54	0.40
	WQ3	27.91	7.49	200.75	0.36	93.38	2.41	31.05	0.23	0.20
	WQ4	28.72	7.60	179.67	0.47	22.47	5.01	65.40	0.31	0.20
	WQ5	28.96	7.90	176.33	0.43	59.27	6.75	88.37	0.28	0.20
	WQ6	30.11	7.50	92.67	1.65	39.83	2.92	38.97	1.05	0.80
冬季 (113/11)	WQ1	23.28	8.59	149.75	0.33	1.50	10.26	123.08	0.21	0.20
	WQ2	23.77	7.94	197.25	1.47	58.40	6.45	78.20	0.94	0.70
	WQ3	24.28	7.69	-28.40	0.81	46.94	2.18	26.56	0.52	0.40
	WQ4	23.01	7.88	106.25	0.48	11.75	6.01	71.78	0.31	0.20
	WQ5	23.69	8.09	165.20	0.46	11.92	8.32	100.56	0.30	0.20
	WQ6	24.75	8.43	192.40	1.60	45.94	7.51	92.60	1.02	0.80
春季 (114/02)	WQ1	23.31	7.58	149.33	1.68	7.00	9.42	113.43	1.08	0.83
	WQ2	21.33	7.28	94.00	1.68	6.10	8.47	98.52	1.07	0.86
	WQ3	21.16	8.08	204.60	0.61	15.80	11.46	132.56	0.39	0.30
	WQ4	19.46	7.71	121.67	0.47	12.53	9.08	101.73	0.31	0.20
	WQ5	20.76	7.73	109.00	3.13	14.20	9.05	104.63	2.00	1.63

	WQ6	21.78	8.02	180.33	17.27	19.00	9.83	121.40	10.70	10.10
夏季	WQ1	27.14	8.87	194.00	2.13	43.03	9.78	125.40	1.36	1.10
(114/04)	WQ2	25.68	7.87	138.33	13.17	19.07	9.11	118.23	8.18	7.57
	WQ3	26.47	8.08	176.67	1.29	15.90	8.85	112.03	0.83	0.60
	WQ4	25.88	7.84	137.67	1.00	14.00	6.16	77.13	0.64	0.50
	WQ5	25.97	8.36	194.67	0.92	18.53	9.10	114.20	0.59	0.50
	WQ6	25.40	8.17	169.00	25.80	20.67	9.75	132.10	16.00	15.73

表三十六、113 年 9 月至 114 年 4 月送驗水體之水質特性於四季與樣點間變化

葉綠素 a 單位：μg/L；其他測項單位：mg/L

季節	樣點	懸浮固體	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	硝酸鹽氮	凱氏氮	總磷	葉綠素 a
秋季 (113/09)	WQ1	14.90	3.40	1.30	0.05	0.95	0.37	0.06	5.90
	WQ2	7.60	8.90	1.80	0.64	0.49	1.21	0.18	5.50
	WQ3	17.70	8.80	1.80	0.25	0.67	0.61	0.18	3.50
	WQ4	21.20	11.50	2.70	0.25	0.74	0.84	0.27	2.10
	WQ5	<u>25.70</u>	6.80	1.70	0.19	1.14	0.56	0.13	5.70
	WQ6	<u>41.80</u>	10.50	2.00	0.60	0.69	1.25	0.27	16.20
冬季 (113/11)	WQ1	9.70	3.90	<1.0	0.04	0.57	0.19	0.01	6.50
	WQ2	<u>55.00</u>	11.10	1.20	0.32	0.08	0.60	0.02	19.10
	WQ3	<u>60.00</u>	28.20	4.30	0.06	0.17	0.77	0.83	3.20
	WQ4	19.30	12.00	3.00	0.34	0.54	0.67	0.19	4.30
	WQ5	9.50	8.10	1.40	0.11	0.69	1.33	0.12	3.40
	WQ6	<u>213.00</u>	11.50	4.30	0.88	0.78	0.93	0.20	14.90
春季 (114/02)	WQ1	5.00	3.70	<1.0	0.05	0.19	0.23	0.018	1.70
	WQ2	4.90	5.50	2.0	0.68	0.70	0.89	0.121	1.60
	WQ3	<u>25.10</u>	6.20	1.5	0.16	0.29	0.42	0.072	4.00
	WQ4	17.80	10.80	3.8	0.44	0.78	0.78	0.179	3.40
	WQ5	8.70	6.80	<1.0	0.19	0.88	0.34	0.092	2.30
	WQ6	<u>26.00</u>	9.00	<1.0	0.41	0.81	1.57	0.137	2.00

季節	樣點	懸浮固體	化學需氧量	生化需氧量	氨氮	硝酸鹽氮	凱氏氮	總磷	葉綠素 a
夏季 (114/04)	WQ1	<u>75.70</u>	9.00	1.10	0.08	0.53	0.32	0.07	8.70
	WQ2	18.80	5.90	1.50	0.65	0.61	1.01	0.14	6.50
	WQ3	<u>30.80</u>	9.60	1.60	0.26	0.67	0.70	0.14	6.60
	WQ4	20.20	9.90	2.70	0.33	0.77	0.65	0.15	8.90
	WQ5	<u>23.60</u>	6.50	1.60	0.31	0.96	0.53	0.12	6.80
	WQ6	<u>38.00</u>	6.50	1.50	0.25	0.59	0.56	0.09	6.60

註、超過國家級之重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準者，以底線標註

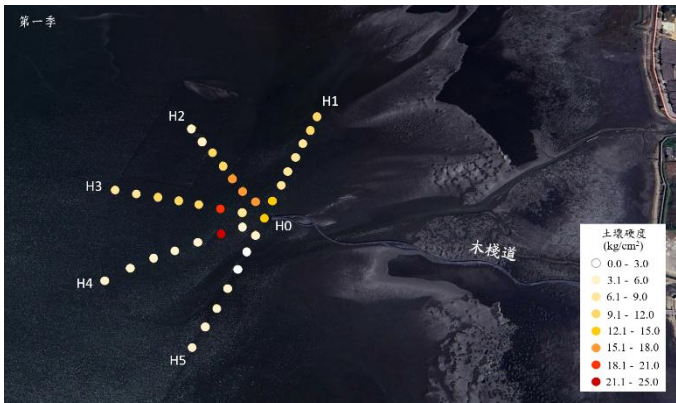
(三) 土壤

1. 土壤硬度

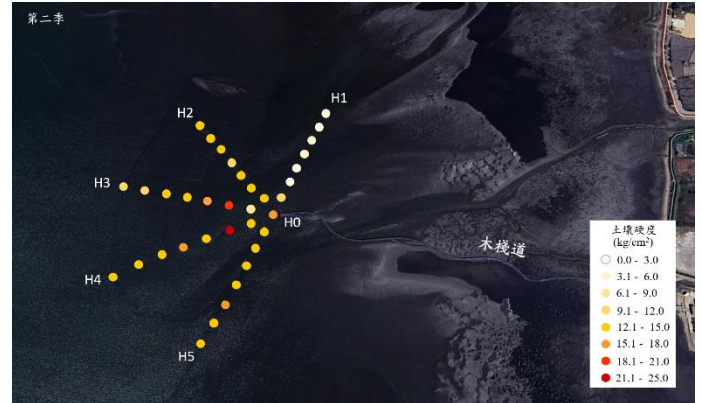
本計畫以木棧道末端作為原點，以放射線狀劃設 5 條 200 m 之樣線，針對木棧道周圍表土 10 cm 處，進行土壤硬度調查，藉以瞭解在不同季節特性下濕地泥沙淤積情形與木棧道周圍土壤土質硬度之變化。調查時間如下：113 年 8 月進行第一次調查、113 年 10 月進行第二次調查、114 年 2 月進行第三次調查、114 年 4 月進行第四次調查，各季土壤硬度之調查結果，如圖三十三及表三十七所示。

木棧道末端表土 10 cm 處之土壤硬度調查結果顯示，夏季（113 年 8 月）土壤硬度介於 2.93 至 24.87 kg/cm² 之間，秋季（113 年 10 月）土壤硬度介於 4.40 至 24.33 kg/cm² 之間，冬季（114 年 2 月）土壤硬度介於 3.47 至 18.27 kg/cm² 之間，春季（114 年 04 月）土壤硬度介於 3.27 至 27.17 kg/cm² 之間。原點硬度於春季出現最大值（27.17 kg/cm²），整體而言，各測線之土壤硬度大致呈現木棧道末端向外灘地遞減之趨勢，其中活動頻繁之 H2、H3、H4 測線，硬度普遍較高，H3、H4 測線 60 m 處出現 13.37 至 24.87 kg/cm² 之高硬度值，可能因人為踩踏導致土壤壓實，致使土壤硬度增加；相較之下，H1、H5 因竹圍籬阻隔，受到人為干擾相對較小，硬度明顯較 H2、H3、H4 測線偏低。

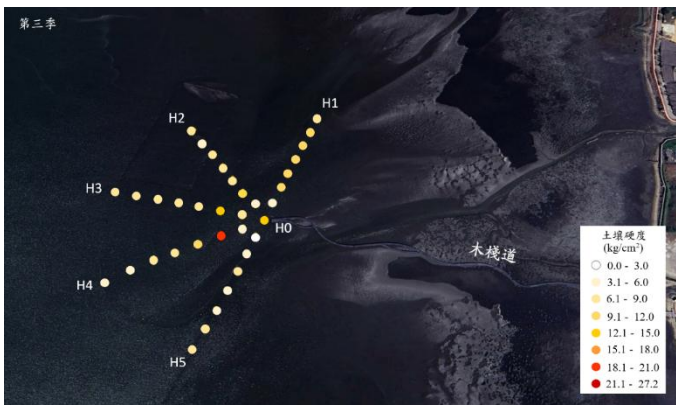
(A) 夏季 (113/08)



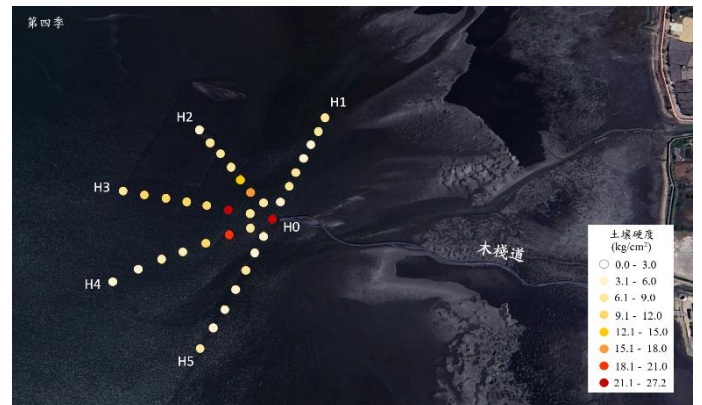
(B) 秋季 (113/10)



(C) 冬季 (114/02)



(D) 春季 (114/04)



圖三十三、113 年 8 月至 114 年 4 月於 10 cm 深度之土壤硬度示意圖

表三十七、113 年 8 月至 114 年 4 月於 10 cm 深度之土壤硬度數值

編號	H1	H2	H3	H4	H5
夏季（113 年 08 月 14 日）					
起點	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
30 m	11.57	15.17	7.47	3.67	4.30
60 m	5.20	16.43	20.80	24.87	2.97
85m	5.90	17.90	11.43	4.10	2.93
115 m	5.57	11.87	9.47	5.53	3.70
140 m	4.10	12.23	11.93	3.73	5.60
170 m	9.50	8.03	8.93	3.10	4.90
200 m	9.50	8.54	7.50	5.17	4.13
秋季（113 年 10 月 25 日）					
起點	15.83	15.83	15.83	15.83	15.83
30 m	9.07	12.03	8.87	12.43	14.43
60 m	6.10	14.03	19.33	24.33	12.60
85m	6.50	13.10	16.10	13.90	13.13
115 m	4.40	10.97	14.10	16.67	13.17
140 m	4.70	13.10	13.23	12.53	15.07
170 m	6.47	13.93	10.90	13.70	13.90
200 m	8.23	13.47	9.37	14.27	12.83
冬季（114 年 02 月 05 日）					
起點	12.73	12.73	12.73	12.73	12.73
30 m	5.60	5.10	7.57	4.03	3.47
60 m	9.27	13.30	13.37	18.27	5.30
85m	10.13	7.77	7.57	10.63	6.23
115 m	12.47	9.63	6.83	8.23	3.63
140 m	10.87	6.10	6.63	7.87	5.23
170 m	11.03	5.30	5.53	5.40	8.40
200 m	6.60	8.47	7.13	4.33	7.23
春季（114 年 04 月 29 日）					
起點	27.17	27.17	27.17	27.17	27.17
30 m	4.50	6.97	7.97	7.27	3.27
60 m	6.57	15.47	21.10	18.43	5.43
85m	7.73	13.73	11.60	11.13	6.13
115 m	4.27	8.03	10.27	8.50	3.47
140 m	5.23	7.00	10.27	8.00	5.07
170 m	7.13	6.27	9.97	5.43	5.93
200 m	6.13	3.60	7.53	4.37	7.53

2. 泥沙淤積

(1) 淤沙標竿尺量測結果

本調查每季記錄 1 次泥砂淤積情況，已於 113 年 8 月、113 年 10 月、114 年 2 月、114 年 4 月期，共計進行 4 次量測，藉以瞭解其季節變化。各季土壤硬度之調查結果，淤沙標竿尺調查結果如表三十八、表三十九、圖三十四及圖三十五所示。

兩季調查（113 年 8 月、113 年 10 月期間）之結果顯示，113 年 8 月至 113 年 10 月期間，S2、S5、S6、S12、S14 及 S15 受外力影響傾倒而重新佈放，S1' 樣點高程並無變化，S4、S10 二個樣點呈現淤積，S3、S7、S8、S9、S11、S13、S16 七個樣點呈現侵蝕。淤沙標竿尺實驗照片如表四十所示。

表三十八、淤沙標竿尺調查數據結果

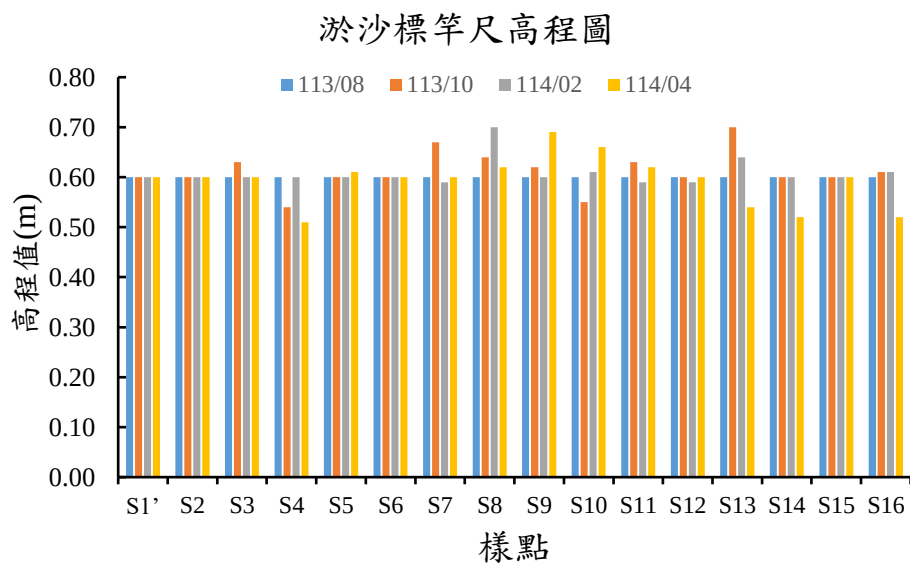
時間 樣點	夏季	秋季	冬季	春季
	113 年 08 月 高程 (m)	113 年 10 月 高程 (m)	114 年 02 月 高程 (m)	114 年 04 月 高程 (m)
S1'	0.60	0.60	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>
S2	0.60	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>
S3	0.60	0.63	0.60	0.60
S4	0.60	0.54	<u>0.60</u>	0.51
S5	0.60	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>	0.61
S6	0.60	<u>0.60</u>	0.60	0.60
S7	0.60	0.67	0.59	<u>0.60</u>
S8	0.60	0.64	0.70	0.62
S9	0.60	0.62	<u>0.60</u>	0.69
S10	0.60	0.55	0.61	0.66
S11	0.60	0.63	0.59	0.62
S12	0.60	<u>0.60</u>	0.59	<u>0.60</u>
S13	0.60	0.70	0.64	0.54
S14	0.60	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>	0.52
S15	0.60	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>	<u>0.60</u>
S16	0.60	0.61	0.61	0.52

註：底線為重插之點位數據

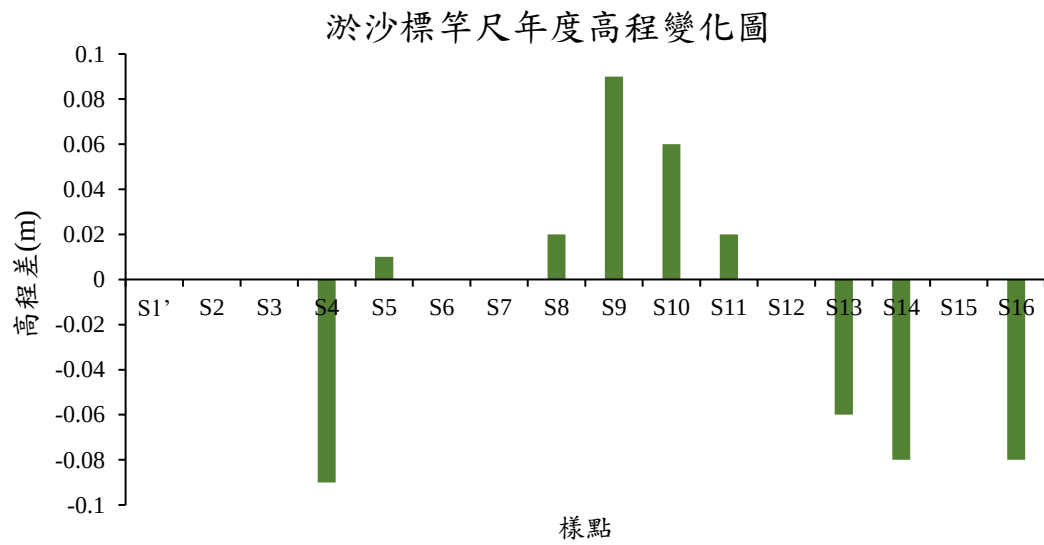
表三十九、淤沙標竿尺季變化與年變化

樣點 \ 時間	季變化(m)			年變化(m)
	1 st ~2 nd	2 nd ~3 rd	3 rd ~4 th	
S1'	0.00	-	-	-
S2	-	-	-	-
S3	0.03	-0.03	0.00	0.00
S4	-0.06	-	-0.09	-0.09
S5	-	-	0.01	0.01
S6	-	0	0.00	0.00
S7	0.07	-0.08	-	-
S8	0.04	0.06	-0.08	0.02
S9	0.02	-	0.09	0.09
S10	-0.05	0.06	0.05	0.06
S11	0.03	-0.04	0.03	0.02
S12	-	-0.01	-	-
S13	0.10	-0.06	-0.10	-0.06
S14	-	-	-0.08	-0.08
S15	-	-	-	-
S16	0.01	0	-0.09	-0.08

註: 正值為淤積，負值為侵蝕，“-”為無數據之點位



圖三十四、淤沙標竿尺高程圖



圖三十五、淤沙標竿尺季高程變化圖

表四十、標竿尺實驗照片

位置	樣點	照片	位置	樣點	照片
番仔寮海堤	S1'		番仔寮海堤	S2	
	S3			S4	
	S5			S6	

位置	樣點	照片	位置	樣點	照片
高美一號海堤	S7		高美一號海堤	S8	
木棧道南側	S9		木棧道南側	S10	
高美二號海堤	S11		高美二號海堤	S12	
越戰美軍輸油管	S13		木棧道末端	S14	

位置	樣點	照片	位置	樣點	照片
(最北側低度發展海堤) 臺中港北防砂堤	S15		木棧道北側	S16	

(2) VBS-RTK 結果

本調查每季記錄 1 次泥砂淤積情況，於 113 年 8 月、113 年 10 月、114 年 2 月、114 年 4 月，共計進行 4 次量測，藉以瞭解其季節變化。VBS-RTK 調查結果如表四十一、表四十二、圖三十六及圖三十七所示。VBS-RTK 現地調查照片請見附錄十。

四季調查結果顯示，113 年 8 月至 114 年 4 月間，S2、S3、S4、S6、S7、S8、S13、S14、S15、S16 十個樣點呈現侵蝕，S1'、S5、S9、S10、S11、S12 六個樣點呈現淤積。

表四十一、VBS-RTK 調查數據結果

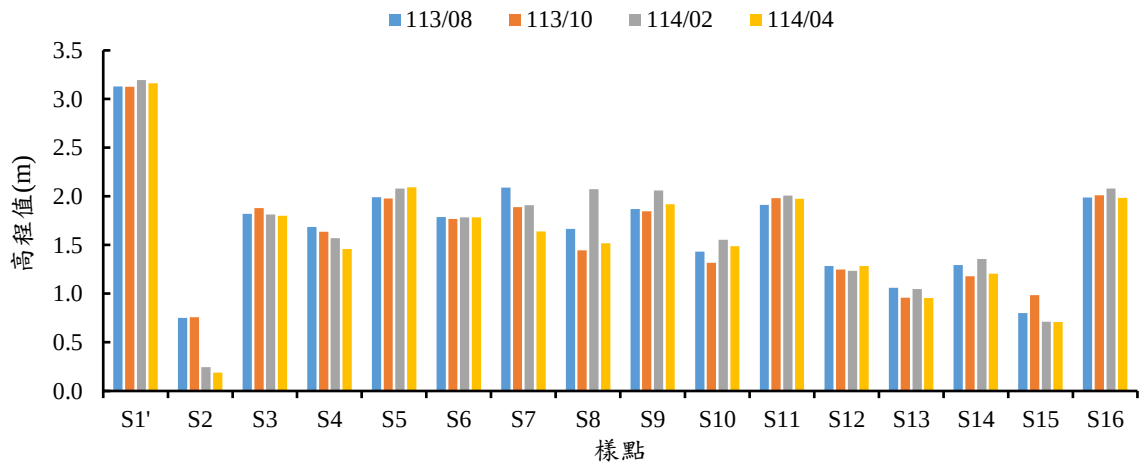
樣點 \ 時間	夏季	秋季	冬季	春季
	113 年 08 月 高程 (m)	113 年 10 月 高程 (m)	114 年 02 月 高程 (m)	114 年 04 月 高程 (m)
S1'	3.1281	3.1255	3.1958	3.1627
S2	0.7515	0.7579	0.2452	0.1877
S3	1.8211	1.8787	1.8138	1.8019
S4	1.686	1.6369	1.5716	1.4587
S5	1.9928	1.977	2.0796	2.0926
S6	1.7862	1.7678	1.7829	1.7828
S7	2.0913	1.8908	1.9096	1.6406
S8	1.6654	1.4454	2.0731	1.5166
S9	1.8707	1.8457	2.0603	1.9204
S10	1.4337	1.3169	1.5527	1.4878

S11	1.9133	1.9816	2.0082	1.9755
S12	1.2827	1.2464	1.2348	1.2838
S13	1.0598	0.9593	1.047	0.9563
S14	1.2928	1.1802	1.3551	1.2039
S15	0.8015	0.9847	0.7121	0.7073
S16	1.9895	2.0109	2.0816	1.9859

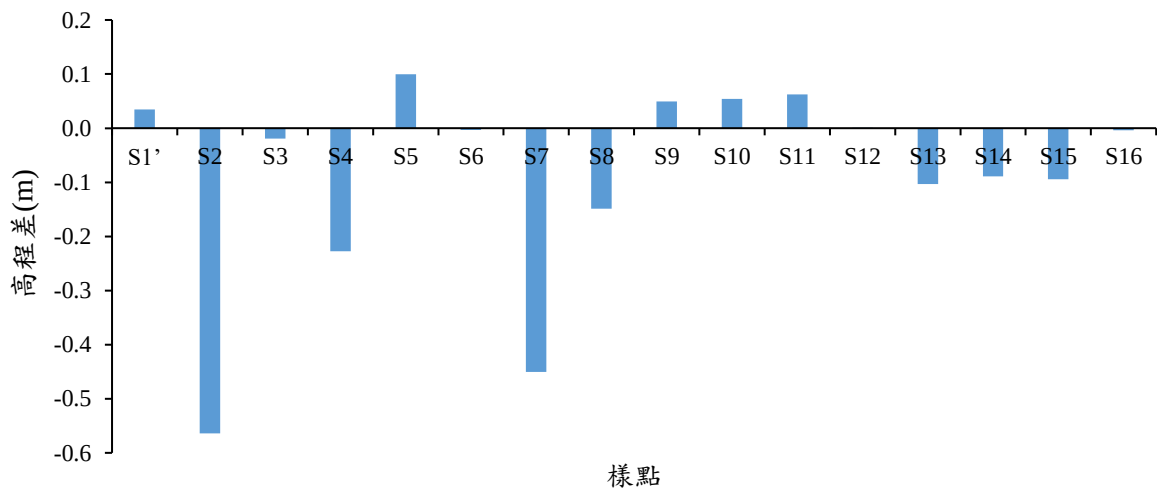
表四十二、VBS-RTK 季變化與年變化

樣點 \ 時間	季變化(m)			年變化(m)
	1 st ~2 nd	2 nd ~3 rd	3 rd ~4 th	
S1'	-0.003	0.070	-0.033	0.035
S2	0.006	-0.513	-0.058	-0.564
S3	0.058	-0.065	-0.012	-0.019
S4	-0.049	-0.065	-0.113	-0.227
S5	-0.016	0.103	0.013	0.100
S6	-0.018	0.015	0.000	-0.003
S7	-0.201	0.019	-0.269	-0.451
S8	-0.220	0.628	-0.557	-0.149
S9	-0.025	0.215	-0.140	0.050
S10	-0.117	0.236	-0.065	0.054
S11	0.068	0.027	-0.033	0.062
S12	-0.036	-0.012	0.049	0.001
S13	-0.101	0.088	-0.091	-0.104
S14	-0.113	0.175	-0.151	-0.089
S15	0.183	-0.273	-0.005	-0.094
S16	0.021	0.071	-0.096	-0.004

註: 正值為淤積，負值為侵蝕



圖三十六、VBS-RTK 高程圖



圖三十七、VBS-RTK 季高程變化圖

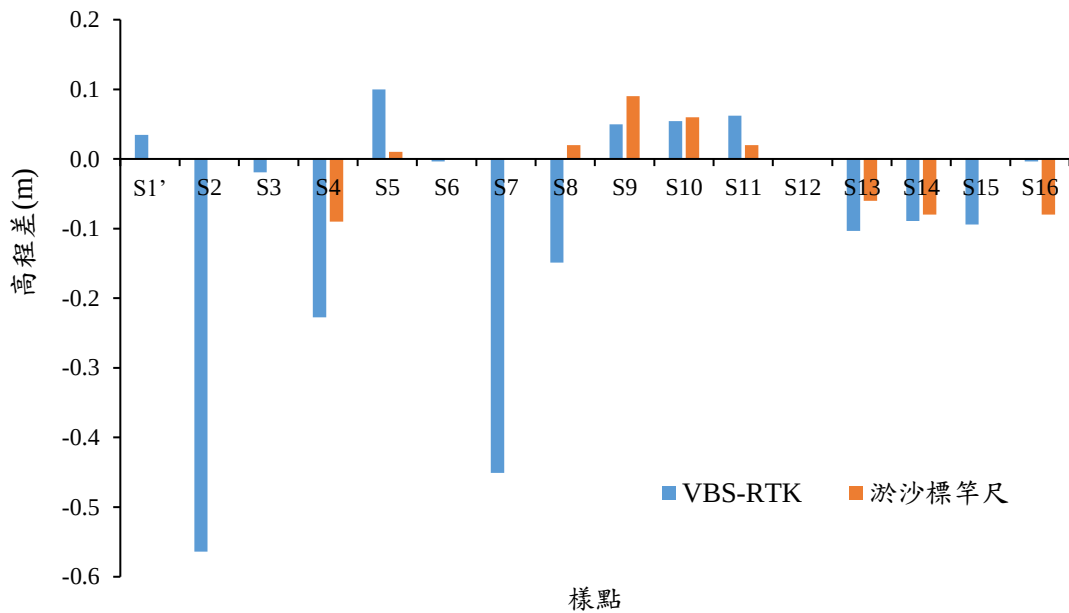
另據 VBS-RTK 資料分析，113 年 08 月至 114 年 04 月調查期間 VBS-RTK 樣點侵淤分佈，如圖三十八所示。調查結果顯示，共有 6 個樣點淤積、10 個樣點侵蝕，淤積區域多集中於清水大排注入處，其中以 S3 樣點淤積最為顯著（-0.56 m），S5 樣點侵蝕情況最為明顯（0.1 m），整體侵淤分佈趨勢與 111-112 年度調查結果相近。



圖三十八、VBS-RTK 樣點侵淤分布圖（紅點代表淤積；藍點代表侵蝕）

(3) 淤沙標竿尺與 VBS-RTK 結果比較

113 年 08 月至 114 年 04 月調查期間，淤沙標竿尺與 VBS-RTK 量測結果，如圖三十九所示。綜合比較淤沙標竿尺與 VBS-RTK 之量測結果可發現，兩者變化趨勢大致相符，僅 S8 樣點呈現相反趨勢，推測是因 S8 於調查期間多處於水道之中，底質鬆軟，致使淤沙標竿尺出現向下沉陷的情況，進而產生淤沙標竿尺量測高程相對 VBS-RTK 偏高之現象。淤沙標竿尺量測易受外力如風、波浪、水流以及漲退潮等作用影響，可能造成其傾斜或下陷，亦可能因水生動植物附著而影響讀值判斷，故建議以 VBS-RTK 之數據做為泥沙淤積情況的主要參考。



圖三十九、淤沙標竿尺與 VBS-RTK 量測結果比較圖

3. 飛砂量測

(1) 風速風向之探討

飛砂之發生主要受風速影響，風作用時對沙表面產生一剪應力，當此剪應力超過臨界值時，沙粒即開始移動，因此，以風速、摩擦風速及粗糙長度等作為探討沙粒移動臨界條件之主要因子。本研究根據 Prandtl 之對數法則，將高美濕地飛砂試驗所測得之風速風向資料進行分析。經由對數線性迴歸及相關係數分析所得之方程式，求得迴歸係數 a 、 b 及相關係數 r 條列於表四十三，並加以推算摩擦風速 (U_*) 及粗糙長度 (Z_0)。

A. 風速之垂直分布分析

對於風速之垂直分佈特性，本研究以 Prandtl 之對數法為依據，在大氣中風速 U 與高度 Z 之關係式為：

$$U = 5.75 \times U_* \log \frac{Z}{Z_0} \quad (1)$$

式中 U_* 為摩擦風速， Z_0 為粗糙長度，粗糙長度與沙粒粒徑 d 關係如下：

$$Z_0 = 0.081 \times \log \frac{d}{0.18} \quad (2)$$

本研究根據（Horickawa and Shen，1960）現地觀測結果顯示，白天約有 93% 之風速垂直分佈遵循對數法則，然而夜間由於熱氣層出現，對於對數法則無法充分地表現出風速之垂直分佈；因此，本研究針對白天時段進行飛砂觀測試驗。根據式（1），在不同高度之風速，可求得摩擦風速，風速垂直分佈與高度之對數呈直線關係，如式（3）：

$$U = a + b \log Z \quad (3)$$

經由最小平方法求式（3）之常數 a 及迴歸係數 b 。在 Prandtl 之風速對數法則成立下，由式（1）與式（3）可得：

$$U_* = \frac{b}{5.75}, \quad Z_0 = 10^{\frac{a}{b}} \quad (4)$$

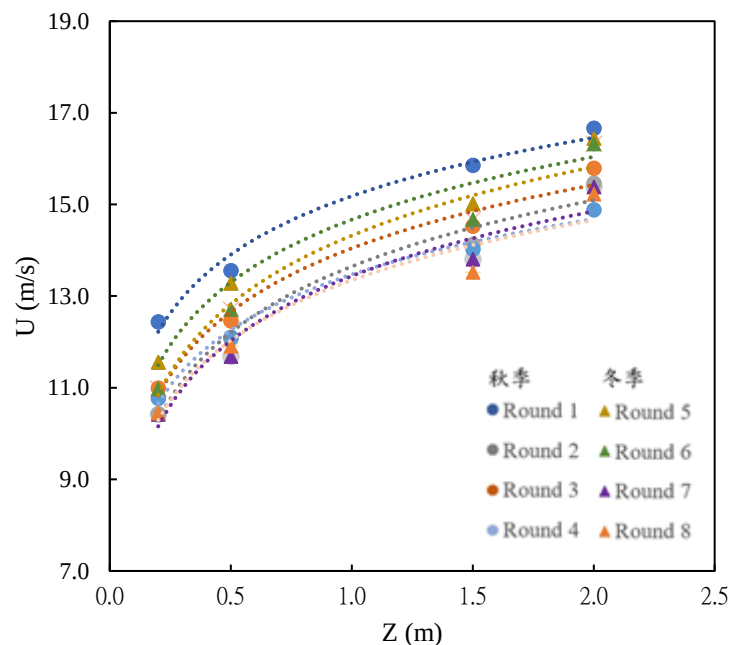
表四十三、風速觀測分析表

Season	Data	Round	Wind velocity at 4 height				a	b	r	U_* (m/s)	Z_0 (m)	Wind direction
			0.2 m	0.5m	1.5 m	2.0 m						
秋季	113/10/29	1	12.44	13.55	15.86	16.66	15.182	1.841	0.9811**	0.320	5.67E-09	N
		2	10.43	12.06	14.13	15.46	13.647	2.082	0.9793**	0.362	2.79E-07	NNW
		3	10.99	12.46	14.52	15.79	14.041	1.997	0.9775**	0.347	9.30E-08	NNE
		4	10.77	12.10	14.02	14.88	13.470	1.749	0.9903**	0.304	1.98E-08	NNE
冬季	114/02/27	5	11.557	13.282	15.014	16.443	14.668	1.975	0.9720**	0.343	9.29E-03	N
		6	10.976	12.708	14.672	16.323	14.320	2.161	0.9654**	0.376	5.77E-03	N
		7	10.419	11.680	13.806	15.385	13.436	2.038	0.9532**	0.354	7.27E-03	N
		8	10.445	11.903	13.520	15.225	13.344	1.8947	0.9442**	0.330	9.85E-03	N

註：a、b：迴歸係數， r：相關係數，**p<0.01

B. 風速時序列分析

本研究風速觀測係利用於氣象觀測中，所使用之多層式時序列風速計進行風速量測，多層式時序列風速計設置高程為 0.2 m、0.5 m、1.5 m、2.0 m，量測間隔為 15 min，時序表中，秋季風向以 NNW~NNE 為主，冬季則以 N 為主。在飛砂發生的情況下，自地面至高度 2 m 範圍內之風速垂直分佈符合對數函數分佈，風速垂直分佈如圖四十所示。試驗所得之風速垂直分佈皆呈現良好之對數關係， R^2 介於 0.9442 至 0.9903 之間。



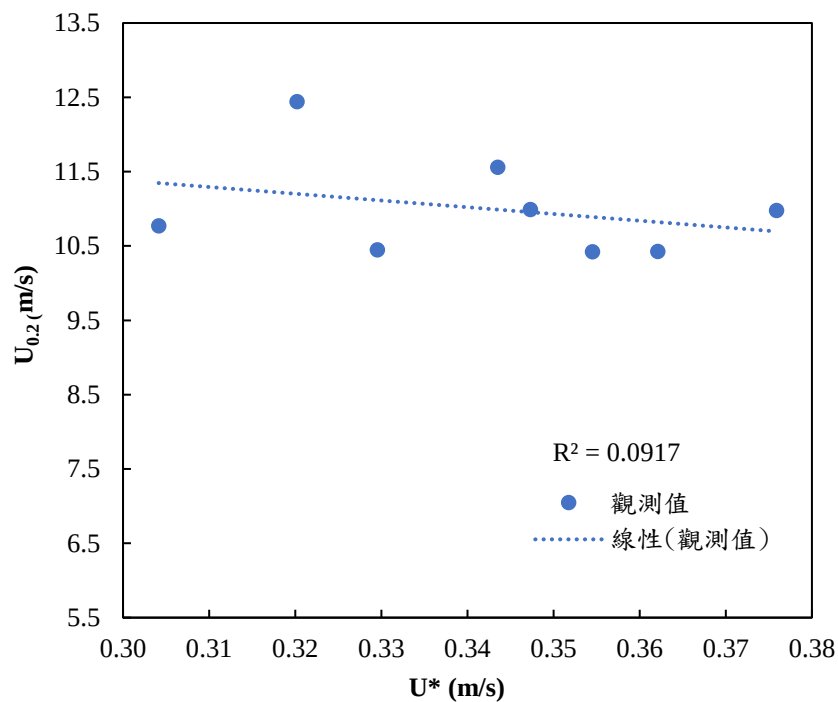
圖四十、風速垂直分佈圖

C. 風速 $U_{0.2}$ 與摩擦風速 U_* 之影響

過往學者多以摩擦風速 作為飛砂量之影響因子進行探討 (Bagnold, 1954；江和張, 1978)，但過往研究多為實驗室測試所得，實際於野外觀測時，常有間歇性陣風，易有不穩定氣流產生，故較高摩擦風速是否有較高風速之存在，乃是值得探討之問題 (吳, 2006)。

Bagnold (1954) 及江和張 (1978) 研究指出，飛砂移動傳輸量之高度大致發生在 0.3 m 範圍內，故於多層風速杯 0.2 m 高度

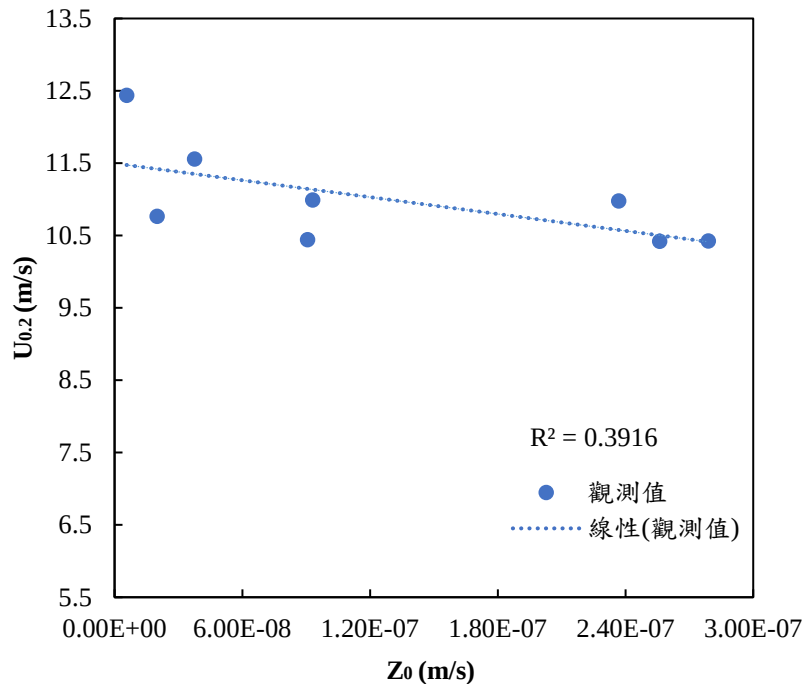
所觀測之風速，可能對飛砂量傳輸有極大之影響。故本研究以摩擦風速 U_* 與 $U_{0.2}$ 風速進行相關性討論，如圖四十一所示，圖中顯示摩擦風速 U_* 與 $U_{0.2}$ 風速之相關性低（ $R^2=0.0917$ ），與吳（2006）於臺中港北淤沙區野外調查之研究結果相同，由此可知，現地野外情況下， U_* 將難以做為風速垂直變化之指標，故本文後續將以0.2 m 高之 $U_{0.2}$ 風速作為影響飛砂量傳輸之因子進行相關探討。



圖四十一、 U_* 與 $U_{0.2}$ 之關係圖

D. 風速 $U_{0.2}$ 與粗糙長度 Z_0 之影響

在野外地表主要都以沙粒覆蓋為主，然而地形起伏變化小，粗糙長度之變化範圍皆在 $10^{-6} \sim 10^{-10}$ m 之間，故粗糙長度對於往後分析上並無太大的影響。經量測，高美濕地現地粗糙長度 Z_0 介於 $5.67 \times 10^{-9} \sim 2.79 \times 10^{-7}$ 之間，地表之粗糙長度 Z_0 與 $U_{0.2}$ 風速關係，如圖四十二所示。圖中顯示，粗糙長度 Z_0 與 $U_{0.2}$ 風速並無高度相關性存在（ $R^2=0.3916$ ），與吳（2006）於臺中港北淤沙區野外調查之研究結果相同。

圖四十二、 Z_0 與 $U_{0.2}$ 之關係圖

(2) 飛砂移動公式

A. 飛砂量 Q 與風速 $U_{0.2}$ 之關係

風速為沙粒驅動之主要因子，因此本研究係以高程 0.2 m 之風速為探討飛砂量之依據，並將吳（2006）及徐（2013）於臺中港北淤沙區野外調查現地量測之飛砂數據一同進行飛砂量與高程 0.2 m 之風速關係分析，資料列於表四十四所示。經由指數迴歸分析後，所求得下列飛砂量與風速 $U_{0.2}$ 之方程式：

臺中港北淤沙區：

$$Q = 0.7158e^{0.1958 U_{0.2}}, \quad R^2 = 0.8440 \quad (5)$$

高美濕地：

$$Q = 0.002 e^{0.6884 U_{0.2}}, \quad R^2 = 0.4435 \quad (6)$$

式中 Q ：飛砂量 (g/m-s)； $U_{0.2}$ ：高程為 0.2 m 之風速 (m/s)，其關係如圖四十三所示。對應表四十四及圖四十三可知，觀測期間（113/10 及 114/02），高美濕地於 $U_{0.2}$ 之飛砂量介於 0.97~7.89 g/m-s 之間，113 年度秋季風速較高，整體秋季平均風速相較於 111

年度秋季風速，約提升了 44.33 %，與 111 年度冬季平均風速接近，導致今年度秋季飛砂量明顯高於 111 年度秋季。根據本研究 111 年至 114 年調查結果，高美濕地於 $U_{0.2}$ 之飛砂量介於 0.15~7.89 g/m-s 之間，與臺中港北淤沙區相比，當風速低於 9 m/s 時，高美濕地飛砂量明顯低於臺中港北淤沙區，當風速提升至 9 m/s 以上，兩地飛砂量則較為接近，推測是因臺中港北淤沙區整體皆為乾砂，而高美濕地受到潮汐作用影響，砂粒含水率較高，致使於風速低於 9 m/s 時，沙量較臺中港北淤沙區偏低，需至風速達 9 m/s 以上才可產生飛砂運移。此外，113 年度秋季試驗過程中，正逢漲潮時段，砂源亦同時受到潮水影響，進而影響起砂，因此本次飛砂量數據較 111 年度冬季為低。另一方面，高美濕地沙體需由潮濕狀態經曝曬乾燥後，才能產生飛砂運移，兩地飛砂環境特性有顯著的不同。

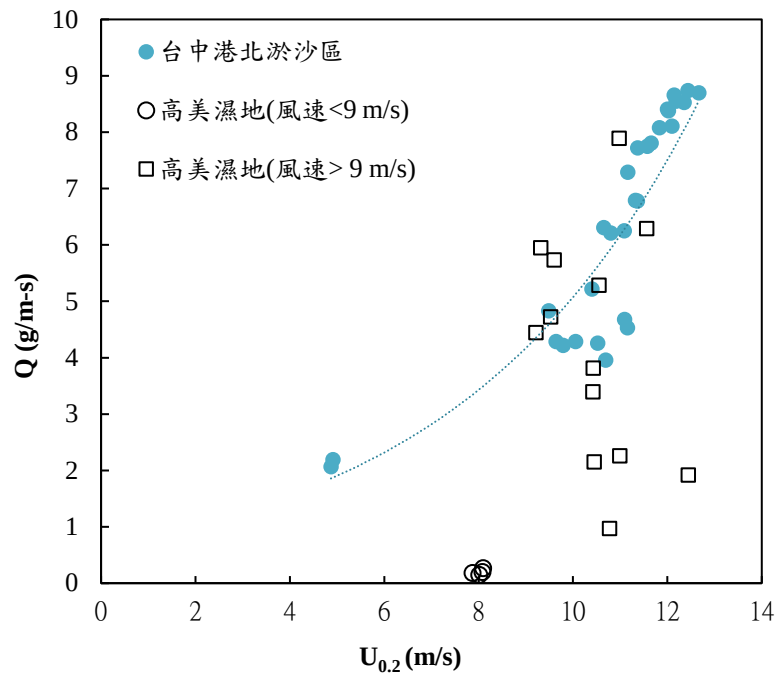
高美濕地飛砂源來自其濕地北方大甲溪河口高灘地，其地形起伏明顯，海水退去後地表仍可能形成水窪，故呈現之乾燥砂地區域具有不穩定性。雖風速條件達到飛砂啟動狀態時，但可提供給濕地之飛砂量則易產生變動。

除此之外，粒徑大小可能亦是飛砂運移的影響因素之一，如表四十四所示，113 年度秋季整體飛砂粒徑較大，推測砂源可能來自大甲溪河口高灘地，其整體飛砂量相對較低，因此以當粒徑大於 0.5 mm，整體飛砂量明顯下降，當粒徑小於 0.5 mm，且風速條件達歷年平均風速以上時，飛砂量則普遍明顯上升，如圖四十四所示。

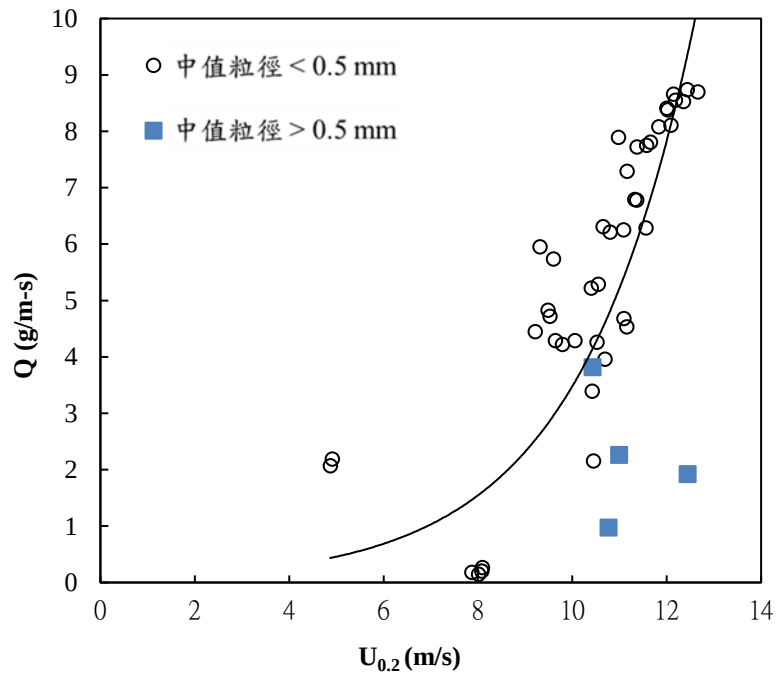
表四十四、飛砂量試驗資料

飛砂量 Q (g/m-s)	風速 $U_{0.2}$ (m/s)	含水率 ω (%)	中值粒徑 d_{50} (mm)	摩擦風速 U_* (m/s)
吳 (2006)				
7.72	11.37	0.1	0.23	0.52
6.25	11.08	0.12	0.22	0.65
6.21	10.8	0.13	0.24	0.69
6.31	10.65	0.13	0.23	0.44
7.29	11.16	0.12	0.22	0.53
7.75	11.57	0.12	0.23	0.73
8.66	12.14	0.1	0.22	0.70
8.55	12.18	0.1	0.23	0.68
8.74	12.43	0.14	0.22	0.69
8.11	12.09	0.1	0.22	0.70
8.70	12.66	0.09	0.22	0.71
8.53	12.35	0.09	0.23	0.77
8.38	12.02	0.15	0.22	0.44
8.08	11.83	0.1	0.22	0.54
8.41	12	0.12	0.25	0.63
7.81	11.65	0.13	0.23	0.56
6.79	11.32	0.14	0.24	0.55
4.83	9.48	0.11	0.26	0.54
4.29	9.64	0.11	0.25	0.56
4.22	9.79	0.13	0.24	0.63
徐(2013)				
3.96	10.69	1.2	0.24	0.55
4.53	11.15	0.5	0.23	0.48
6.78	11.36	0.9	0.23	0.53
4.68	11.09	0.6	0.24	0.52
4.29	10.05	0.9	0.23	0.34
4.26	10.52	1.2	0.24	0.49
5.22	10.4	0.9	0.23	0.43
2.19	4.91	0.13	0.27	0.42
2.07	4.87	0.12	0.26	0.45

飛砂量 Q (g/m-s)	風速 $U_{0.2}$ (m/s)	含水率 ω (%)	中值粒徑 d_{50} (mm)	摩擦風速 U^* (m/s)
本研究 111 年調查結果				
0.15	8.01	0.45	0.32	0.17
0.20	8.08	0.37	0.30	0.19
0.18	7.87	0.57	0.31	0.18
0.27	8.09	0.23	0.32	0.19
5.29	10.55	0.98	0.33	0.29
4.45	9.21	0.78	0.32	0.31
4.72	9.53	1.17	0.32	0.37
5.74	9.60	1.03	0.33	0.37
5.95	9.31	1.07	0.31	0.40
本研究 113 年度調查結果				
1.92	12.44	0.57	0.70	0.32
3.82	10.43	0.71	0.69	0.36
2.26	10.99	0.82	0.68	0.35
0.97	10.77	0.60	0.69	0.30
6.29	11.56	2.46	0.12	0.34
7.89	10.98	1.71	0.13	0.38
3.39	10.42	1.95	0.13	0.35
2.15	10.44	1.96	0.14	0.33



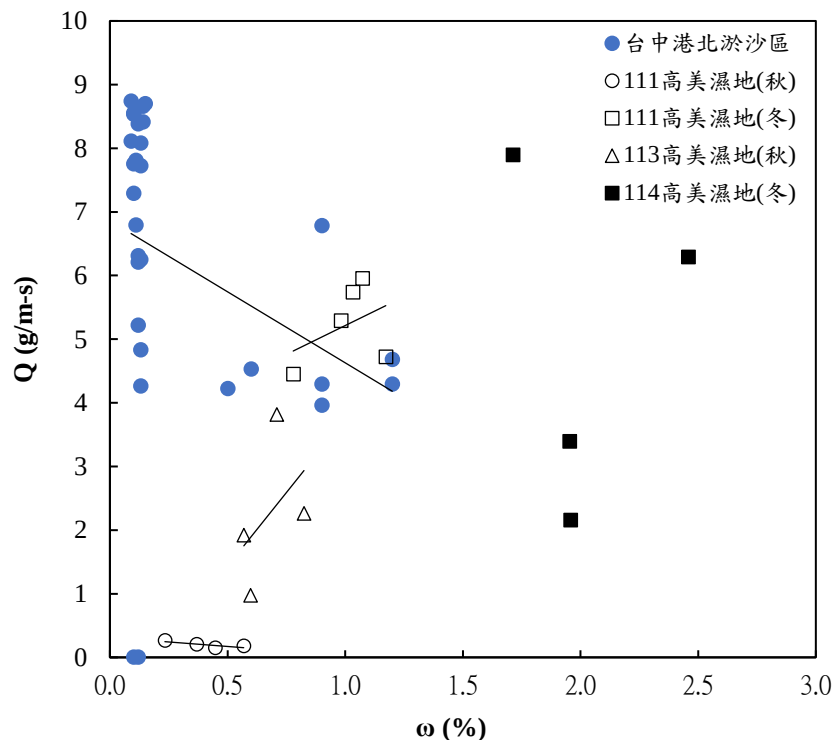
圖四十三、 Q 與 $U_{0.2}$ 之關係圖（風速）



圖四十四、 Q 與 $U_{0.2}$ 之關係圖（粒徑）

B. 飛砂量 Q 與砂粒含水率 ω 之關係

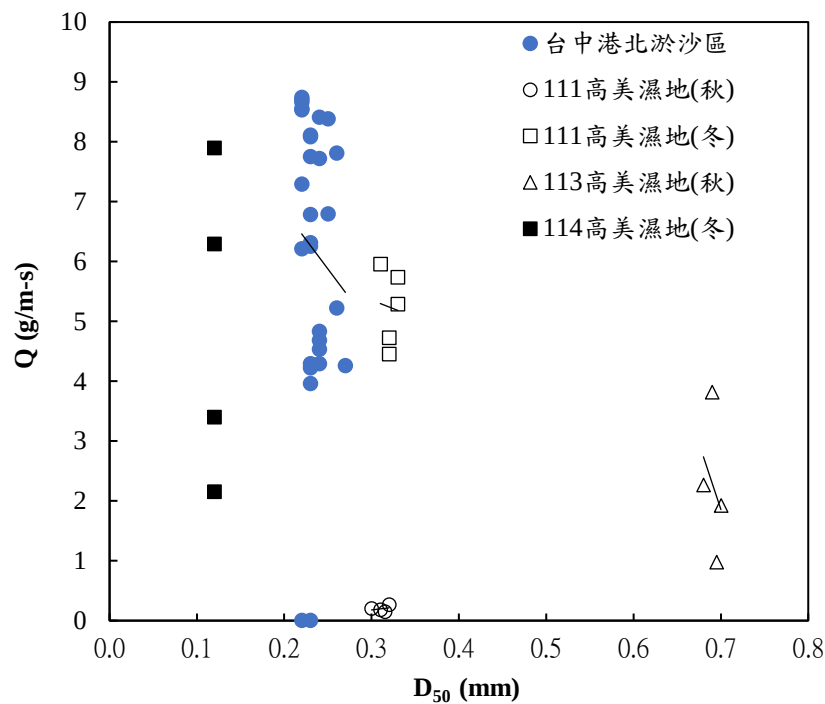
由於裸露在表層之砂粒含水率是影響風沙運移之重要因素，故本研究將探討砂粒含水率 ω 與飛砂運移之狀況。砂粒含水率 ω 及飛砂量 Q 之資料對應表四十四及圖四十五。臺中港北淤沙區砂粒含水率 ω 多介於 0.09~0.15 % 之間，高美濕地砂粒含水率 ω 則介於 0.23~2.46 % 之間，整體較臺中港北淤沙區砂粒含水率偏高。



圖四十五、 Q 與 ω 之關係圖

C. 飛砂量 Q 與中值粒徑 D_{50} 之關係

本研究飛砂量 Q 與中值粒徑 D_{50} 之關係，如圖四十六所示。臺中港北淤沙區之飛砂量中值粒徑分佈範圍為 0.22 mm~0.27 mm 之間，高美濕地之飛砂量中值粒徑分佈範圍則介於 0.12 mm~0.70 mm 之間。如圖四十六所示，臺中港北淤沙區整體粒徑相對偏小，因此其飛砂量相 114 年冬季之數據與其相近，113 年冬季則粒徑較大，飛砂量明顯下降。高美濕地地形起伏明顯，海水退去後地表仍可能形成水窪，故呈現之乾燥砂地區域具有不穩定性，進而造成砂源及粒徑的變動。

圖四十六、 Q 與 D_{50} 之關係圖D. 飛砂量 Q 與垂直高程 Z 之關係

受風速剖面變化影響，飛砂量與高程呈現對數應之變化關係，其關係式可由實測數據加以建立，以垂直高程 0.0 m、0.1 m、0.2 m、0.3 m、0.4 m 及 0.5 m 所量測之飛砂量進行指數迴歸分析，飛砂量與高程之關係式如式(7)：

$$Q_{111 \text{ 秋}} = 7.413 * 0.012^{4Z}, R^2 = 0.9957 \quad (7)$$

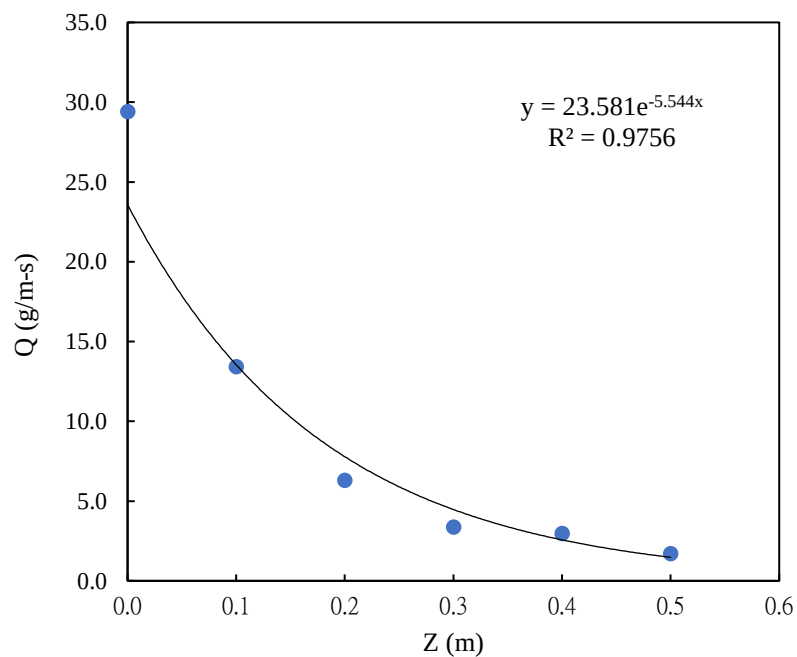
$$Q_{111 \text{ 冬}} = 22.197 * 0.180^{4Z}, R^2 = 0.99945 \quad (8)$$

$$Q_{113 \text{ 秋}} = 18.869 * 0.075^{4Z}, R^2 = 0.9986 \quad (9)$$

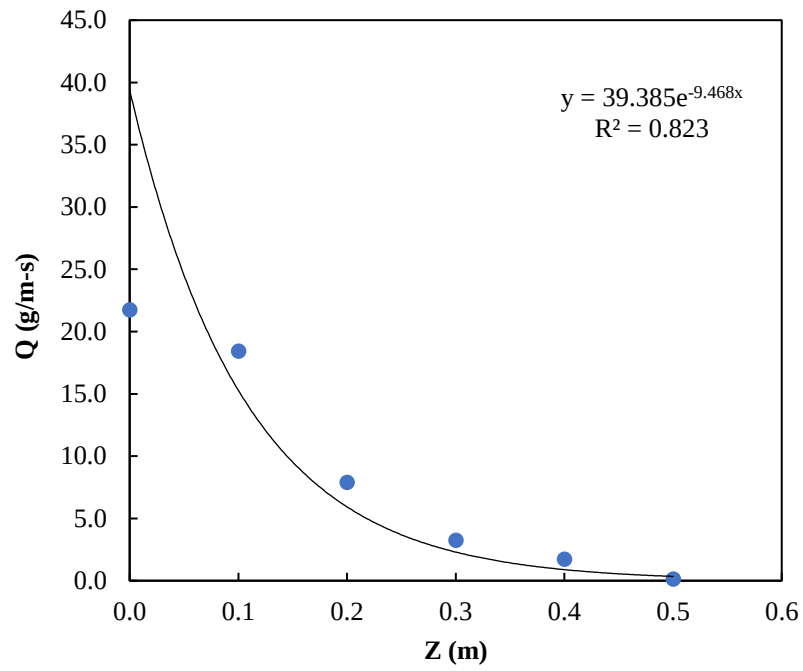
$$Q_{114 \text{ 冬}} = 23.581 * 0.250^{4Z}, R^2 = 0.9612 \quad (10)$$

由上式得知，垂直高程與飛砂量呈現指數關係，隨高度增加迅速遞減。移動範圍在高程 0.2 m 以下有較多之飛砂量，高程高於 0.2 m 以上則急遽減少。飛砂量 Q 與垂直高程 Z 之關係圖如圖

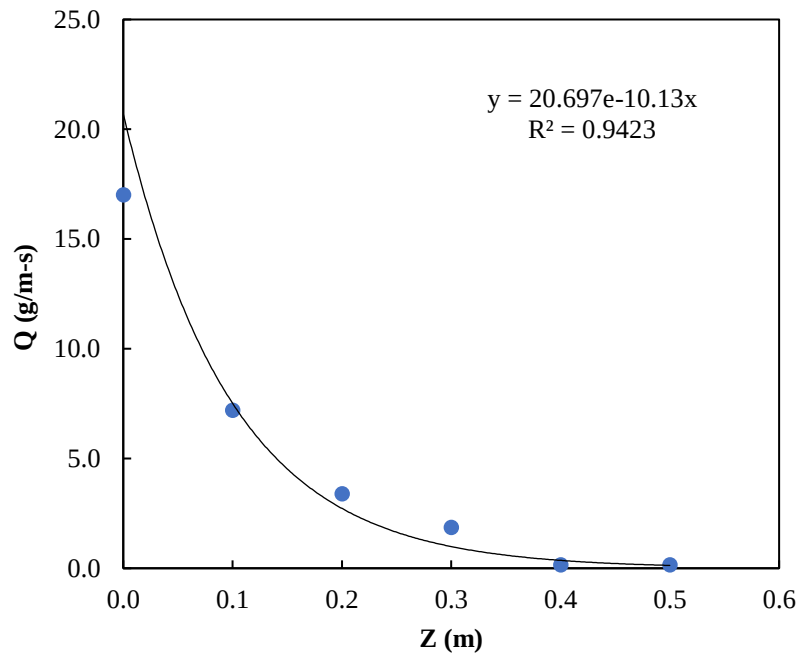
四十七至圖五十所示。111 年度試驗結果顯示，因入冬風速提升，故底層飛砂量有顯著變動，整體介於 9.29~88.46 g/m-s 之間。113-114 年度試驗結果顯示，風速略大於 111 年度，但整體底層飛砂量相近。113-114 年度 Q_0 飛砂量分別佔總飛砂量的 66.24% 與 71.66%、 $Q_{0.1}$ 飛砂量為總量 23.44% 與 20.94%、 $Q_{0.2}$ 為總量 9.80% 與 3.48%、 $Q_{0.3}$ 至 $Q_{0.5}$ 飛砂量均為總量 0.30%~2.48% 之間。垂直高程飛砂量彙整如表 20 所示。垂直高程飛砂量彙整如表四十五所示。



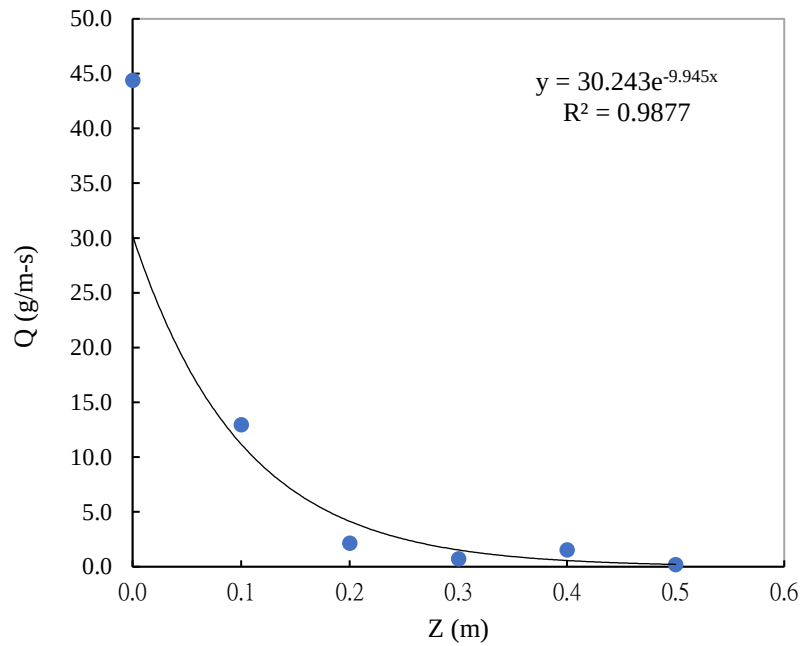
圖四十七、 $U_{0.2}$ ：11.56 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖



圖四十八、 $U_{0.2}$ ：10.89 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖



圖四十九、 $U_{0.2}$ ：10.42 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖



圖五十、 $U_{0.2}$ ：10.44 m/s 時， Q 與 Z 之關係圖

表四十五、垂直高程飛砂總量對照表

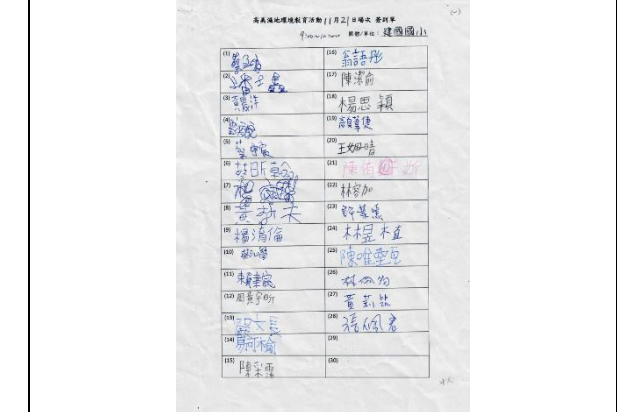
高程 (m)	飛砂量占比 Q (%)			
	111 秋季 (111.10.20)	111 冬季 (111.12.30)	113 秋季 (113.10.29)	114 冬季 (114.02.07)
$U_{0.2}$ (m/s)	8.01	9.64	12.44	10.44
0.0~0.1	88.46	51.07	66.24	71.66
0.1~0.2	9.29	24.26	23.44	20.94
0.2~0.3	1.72	13.05	6.80	3.48
0.3~0.4	0.45	6.78	2.19	1.14
0.4~0.5	0.07	3.23	0.94	2.48
0.5~0.6	0.01	1.62	0.39	0.30

(四)教育宣導課程結果

本案已於 113 年 11 月及 12 月辦理完成 5 場次的環境宣導課程。第一場次執行日期為 113/11/21，當天參與人數為 28 人，為臺中市清水區建國國小三年級師生；第二和第三場次執行日期為 113/11/29，分為上午場與下午場，上午場參與人數為 39 人，下午場參與人數為 40 人，皆為臺中市北屯區北新國中之七年級師生；第四場次執行日期為 113/12/04，當天參與人數為 25 人，為臺中市清水區清泉國中七年級師生；第五場次執行日期為 113/12/10，當天參與人數為 40 人，為臺中市大肚區山陽國小三四年級師生。實際之宣導課程時程、參與情況與簽到單如至表四十六至表五十所示；課程教案如表十八所示。

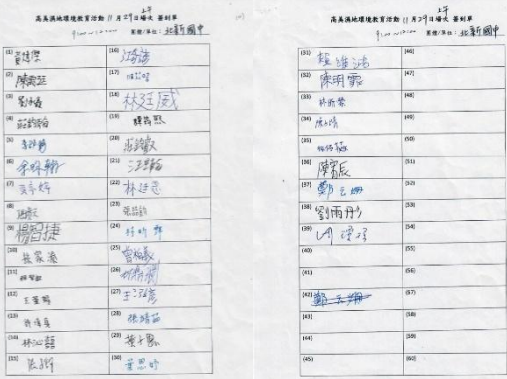
表四十六、第一場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄

	
室內課執行情況 1	室內課執行情況 2
	
室外課執行情況 1	室外課執行情況 2

	
室外課執行情況 3	簽到單

表四十七、第二場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄

	
室內課執行情況 1	室內課執行情況 2
	
室外課執行情況 1	室外課執行情況 2

	
室外課執行情況 3	簽到單

表四十八、第三場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄

	
室內課執行情況 1	室內課執行情況 2
	
室外課執行情況 1	室外課執行情況 2

高美濕地環境教育活動 11月20日場次 簽到單
(113學年 龍新國中)

(12)	羅瀚宇	(137)	林晉恩
(13)	陳永泰	(138)	張子樞
(14)	李承富	(139)	謝振威
(15)	陳冠廷	(140)	劉安仲
(16)	黃子軒	(141)	劉家文
(17)	李冠穎	(142)	謝振威
(18)	莊曉暘	(143)	林安
(19)	吳景暉	(144)	張政威
(20)	邱冠	(145)	陳冠廷
(21)	黃冠威	(146)	謝振威
(22)	黃米敬	(147)	林安
(23)	李承富	(148)	劉安仲
(24)	陳冠廷	(149)	劉家文
(25)	李冠穎	(150)	謝振威

高美濕地環境教育活動 11月20日場次 簽到單
(113學年 龍新國中)

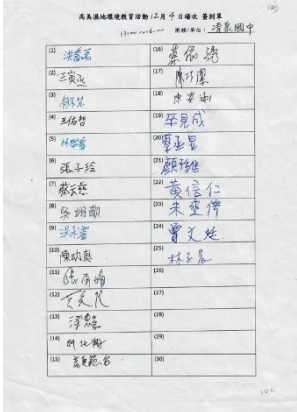
(151)	羅瀚宇	(165)	
(152)	陳永泰	(166)	
(153)	李承富	(167)	
(154)	陳冠廷	(168)	
(155)	黃子軒	(169)	
(156)	李冠穎	(170)	
(157)	莊曉暘	(171)	
(158)	吳景暉	(172)	
(159)	邱冠	(173)	
(160)	黃冠威	(174)	
(161)	黃米敬	(175)	
(162)	李承富	(176)	
(163)	陳冠廷	(177)	
(164)	陳冠廷	(178)	
(165)	李冠穎	(179)	

室外課執行情況 3

簽到單

表四十九、第四場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄

	
室內課執行情況 1	室內課執行情況 2
	
室外課執行情況 1	室外課執行情況 2

	
室外課執行情況 3	簽到單

表五十、第五場次高美濕地環境教育推廣活動之執行情況紀錄

	
室內課執行情況 1	室內課執行情況 2
	
室外課執行情況 1	室外課執行情況 2

高美濕地環境教育活動(12月10日場次) 簽到單			
日期: 113.12.10 地點: 高美濕地			
(1)	陳品如	(11)	周川夏
(2)	陳品如	(12)	劉家豪
(3)	陳品如	(13)	黃長亮
(4)	陳品如	(14)	張秋宏
(5)	陳品如	(15)	
(6)	陳品如	(16)	
(7)	陳品如	(17)	
(8)	陳品如	(18)	
(9)	陳品如	(19)	
(10)	陳品如	(20)	
(21)	陳品如	(22)	
(23)	陳品如	(24)	
(25)	陳品如	(26)	
(27)	陳品如	(28)	
(29)	陳品如	(30)	
(31)	陳品如	(32)	
(33)	陳品如	(34)	
(35)	陳品如	(36)	
(37)	陳品如	(38)	
(39)	陳品如	(40)	
(41)	陳品如	(42)	
(43)	陳品如	(44)	
(45)	陳品如	(46)	
(47)	陳品如	(48)	
(49)	陳品如	(50)	

高美濕地環境教育活動(12月17日場次) 簽到單			
日期: 113.12.17 地點: 高美濕地			
(1)	陳品如	(11)	周川夏
(2)	陳品如	(12)	劉家豪
(3)	陳品如	(13)	黃長亮
(4)	陳品如	(14)	張秋宏
(5)	陳品如	(15)	
(6)	陳品如	(16)	
(7)	陳品如	(17)	
(8)	陳品如	(18)	
(9)	陳品如	(19)	
(10)	陳品如	(20)	
(21)	陳品如	(22)	
(23)	陳品如	(24)	
(25)	陳品如	(26)	
(27)	陳品如	(28)	
(29)	陳品如	(30)	
(31)	陳品如	(32)	
(33)	陳品如	(34)	
(35)	陳品如	(36)	
(37)	陳品如	(38)	
(39)	陳品如	(40)	
(41)	陳品如	(42)	
(43)	陳品如	(44)	
(45)	陳品如	(46)	
(47)	陳品如	(48)	
(49)	陳品如	(50)	

室外課執行情況 3

簽到單

問卷回饋的部分，第一場次共計回收 24 份、第二場次共計回收 38 份、第三場次共計回收 39 份、第四場次共計回收 21 份、第五場次共計回收 36 份。回饋之內容統計如表五十一所示。室內課程的部分，大多數學員滿意當日的課程內容，而對於講師的部分，其專業度和講述內容皆與題目相符，大多持滿意的態度。在高美濕地現地導覽的部分，當天所能看到的生物，與當天的天氣與環境狀況有關，尤其是鳥況更是不好掌握。在第一場次時，當天天氣狀況不是太好，飄著小雨且海風非常大，除了常見的小白鷺之外，仍有看到一群東方環頸鴿和黑腹濱鵲在灘地上覓食。螃蟹的部分，則是常見的乳白南方招潮、弧邊管招潮、萬歲大眼蟹、短身大眼蟹、短指和尚蟹等皆有出現紀錄，同時亦有觀察到彈塗魚；第二場次當天氣候稍陰，且海風強，雖然時值漲潮，淡水鳥出沒不多，因此轉以介紹高美的濱海植物以及講述高美燈塔歷史以及全臺燈塔現況；第三場次延續上午場的天氣，陰天且風大，當日出現的濕地生物並不多，但仍有觀察到小白鷺、東方環頸鴿、黑腹濱鵲、以及其他常見的螃蟹，但其個體數量較為稀少。第四場次因配合參與的校方要求，並無讓學童下至永續利用區的灘地，因此僅在木棧道及堤岸上觀察。除常見的水鳥與螃蟹有觀察到其出沒外，亦沿堤岸介紹高美濕地的濱海植物與高美燈塔的歷史；第五場次為所有場次中天氣最佳的一場，因此所觀察到的生物和個體數量也較多，除了前幾場有出現的水鳥及螃蟹皆有觀察到之外，還在灘地上的潮溪觀察到一群近 10 隻的尖尾鴨，距離相當近，也提供學生非常好的觀察機會。對學員來說，在聽完室內課後，能馬上直接看到/碰觸到野外環境中的生物，其學

習印象是相對較深刻的，因此，現地導覽的部分，多數得獲得非常滿意的結果，而現地導覽結束後的有獎徵答，也提高學員的學習氣氛，因此整體五場次的講座活動，九成以上的參與者皆感到滿意。

表五十一、環境教育活動回饋單之問卷內容統計

第一場次回饋問卷資料統計					
編號	問題	彙整統計			
1	性別	男性 13 人、女性 11 人			
2	年紀組成	12 歲以下 24 人			
3	教育程度	國小 24 人			
	滿意度調查	不滿意	尚可	滿意	非常滿意
4	您對本課程主題安排之滿意程度	0	0	6	18
5	主題和內容之相關性	0	2	3	19
6	講師的表達能力	0	1	0	23
7	您對課程內容的滿意程度	0	1	2	21
8	您對講師整體表現的滿意程度	0	0	2	22
9	您對課程進行整體的滿意程度	0	1	3	20
10	導覽主題和導覽內容相符	0	1	4	19
11	室外導覽進行方式	0	3	5	16
12	室外導覽時間的安排	0	1	4	19
13	室外導覽內容對您的幫助	0	1	5	18
14	整體而言，我對本次講座活動滿意程度	0	2	3	19
第二場次回饋問卷資料統計					
編號	問題	彙整統計			
1	性別	男性 20 人、女性 18 人			
2	年紀組成	12 至 16 歲 38 人			
3	教育程度	國中 38 人			

		不滿意	尚可	滿意	非常滿意
4	您對本課程主題安排之滿意程度	0	1	13	24
5	主題和內容之相關性	0	0	13	25
6	講師的表達能力	0	2	16	20
7	您對課程內容的滿意程度	0	2	14	22
8	您對講師整體表現的滿意程度	0	1	14	23
9	您對課程進行整體的滿意程度	0	1	14	23
10	導覽主題和導覽內容相符	0	2	9	27
11	室外導覽進行方式	0	2	13	23
12	室外導覽時間的安排	0	2	11	25
13	室外導覽內容對您的幫助	0	1	12	25
14	整體而言，我對本次講座活動滿意程度	0	1	11	25
第三場次回饋問卷資料統計					
編號	問題	彙整統計			
1	性別	男性 24 人、女性 15 人			
2	年紀組成	12 至 16 歲 39 人			
3	教育程度	國中 39 人			
		不滿意	尚可	滿意	非常滿意
4	您對本課程主題安排之滿意程度	0	1	12	26
5	主題和內容之相關性	0	1	7	31
6	講師的表達能力	0	2	10	27
7	您對課程內容的滿意程度	0	2	9	28
8	您對講師整體表現的滿意程度	0	2	8	29
9	您對課程進行整體的滿意程度	0	0	10	29

10	導覽主題和導覽內容相符	0	1	4	34
11	室外導覽進行方式	0	4	3	32
12	室外導覽時間的安排	0	3	8	28
13	室外導覽內容對您的幫助	0	3	7	29
14	整體而言，我對本次講座活動滿意程度	0	0	9	30

第四場次回饋問卷資料統計

編號	問題	彙整統計			
1	性別	男性 12 人、女性 9 人			
2	年紀組成	12 至 16 歲 21 人			
3	教育程度	國中 21 人			
		不滿意	尚可	滿意	非常滿意
4	您對本課程主題安排之滿意程度	0	0	7	14
5	主題和內容之相關性	0	0	3	18
6	講師的表達能力	0	1	3	17
7	您對課程內容的滿意程度	0	0	5	16
8	您對講師整體表現的滿意程度	0	0	3	18
9	您對課程進行整體的滿意程度	0	0	5	16
10	導覽主題和導覽內容相符	0	0	4	17
11	室外導覽進行方式	0	0	5	16
12	室外導覽時間的安排	0	0	5	16
13	室外導覽內容對您的幫助	0	1	5	15
14	整體而言，我對本次講座活動滿意程度	0	1	7	13

第五場次回饋問卷資料統計

編號	問題	彙整統計			
----	----	------	--	--	--

1	性別	男性 19 人、女性 17 人			
2	年紀組成	12 歲以下 36 人			
3	教育程度	國小 36 人			
		不滿意	尚可	滿意	非常滿意
4	您對本課程主題安排之滿意程度	0	3	12	21
5	主題和內容之相關性	0	2	15	19
6	講師的表達能力	0	4	8	24
7	您對課程內容的滿意程度	0	2	12	22
8	您對講師整體表現的滿意程度	0	1	7	28
9	您對課程進行整體的滿意程度	0	4	7	25
10	導覽主題和導覽內容相符	1	3	7	25
11	室外導覽進行方式	1	0	7	28
12	室外導覽時間的安排	1	2	2	31
13	室外導覽內容對您的幫助	1	1	12	22
14	整體而言，我對本次講座活動滿意程度	0	1	7	28

四、彙整資料及分析

此部分彙整自 106 年於計畫區內調查之環境與生物資料進行歷年資料彙整與分析，試以檢視其中的變化。六年資料統整的數據所引用之計畫案如（表五十二）所示。每年執行調查的月份不同，因此分析時，統一以西元年+季別（冬：12 月至 2 月；春：3 月至 5 月；夏：6 月至 8 月；秋：9 月至 11 月）區分。其中，水質的採樣點曾有更動，因此僅分析與本案採樣點相同的數據結果。

表五十二、歷年調查資料採用計畫案列表

民國年	計畫名稱	主辦機關（委託單位）	執行單位	調查年月
106-107	高美（國家級）重要濕地基礎調查計畫	臺中市政府農業局	多樣性生態顧問有限公司	106/12-107/07
107-108	高美重要濕地（國家級）基礎調查計畫	臺中市政府農業局	東海大學	107/10-108/08
108-109	高美重要濕地（國家級）保育利用計畫工作項目計畫	臺中市政府農業局	多樣性生態顧問有限公司	108/11-109/08
109-110	高美重要濕地（國家級）外來種移除及環境教育推廣計畫	臺中市政府農業局	多樣性生態顧問有限公司	109/11-110/05
110-111	高美重要濕地（國家級）基礎生態調查及分析計畫	臺中市政府農業局	東海大學	110/08-111/05
111-112	高美重要濕地（國家級）生態調查分析及濕地教育推廣計畫	臺中市政府農業局	東海大學	111/08-112/05
113-114	高美重要濕地（國家級）（本案）生物資源及環境監測計畫	臺中市政府農業局	東海大學	113/08-114/06

（一）歷年水質情況

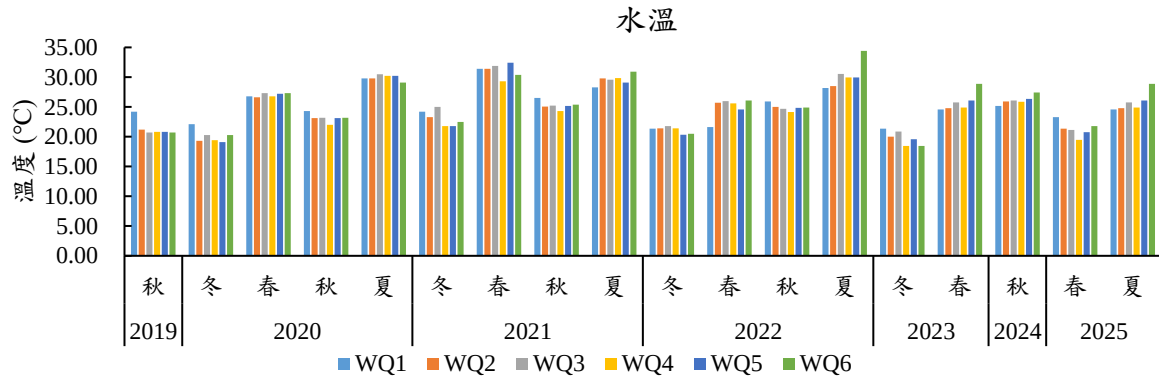
水質調查數據彙整自「108-109 年度高美重要濕地（國家級）保育利用計畫工作項目計畫」、「109-110 年度高美重要濕地（國家級）外來種移除及環境教育推廣計畫」、「110-111 年度高美重要濕地（國家級）

基礎生態調查及分析計畫」、「111-112 年度高美重要濕地（國家級）生態調查分析及濕地教育推廣計畫」，以及加上本案的調查數據。其中，水體葉綠素 a 濃度在「109-110 年度高美重要濕地（國家級）外來種移除及環境教育推廣計畫」並無列入該年度之工作項目中，因此 109 年秋季至 110 年春季間（2020 秋至 2021 春）並無數據。以下為歷年高美濕地樣點 WQ1 至 WQ6 的水質測項結果（圖五十一）。

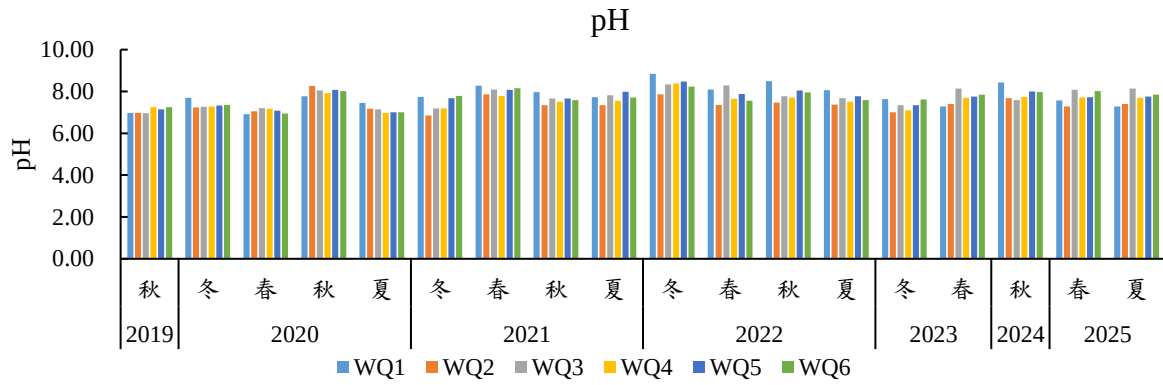
水溫部分和最近的清水測站所測得的該季別平均氣溫趨勢相近。每年冬季和前一年的秋季溫度較為接近，春季和夏季則偏高。各樣點之間在每個季別內的變化不大。pH 值部分，歷年皆落在 7 至 8 之間，屬於中性偏鹼。水中溶氧在年份季別間、樣點間皆變化大。因為溶氧易受溫度、水中生物活動、有機物質等諸多影響，因此無論在樣點間或是在年度季別間的較不一致，且無明顯的變化趨勢。鹽度部分，因為水質樣點多位於放流水口，雖然採樣點在濕地範圍內，受潮汐影響，但多數樣點之鹽度仍偏低。

依濕地保育法第十五條第五項規定，制定重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準，其內容第二條明定，排放水進入國家級重要濕地之入流水水質項目（表九）部分，包括氨氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量及懸浮固體。這些測項中，大多測值皆落在國家級濕地的標準值以下，僅懸浮固體因為採樣時若水深過淺，易擾動底質而造成水體混濁，有較多超過標準值以上的情況。總磷在 110 年秋季（2021 秋），和 112 年春季（2023 春）數值偏高，推測當時可能有含磷較多的廢水排入，可能的來源為生活污水及農業逕流。總凱氏氮在 109 年至 110 年間的濃度較其他年份高；葉綠素 a 則是在 111 年冬季（2022 冬）較高，其他年份各樣點的葉綠素 a 濃度較為一致。

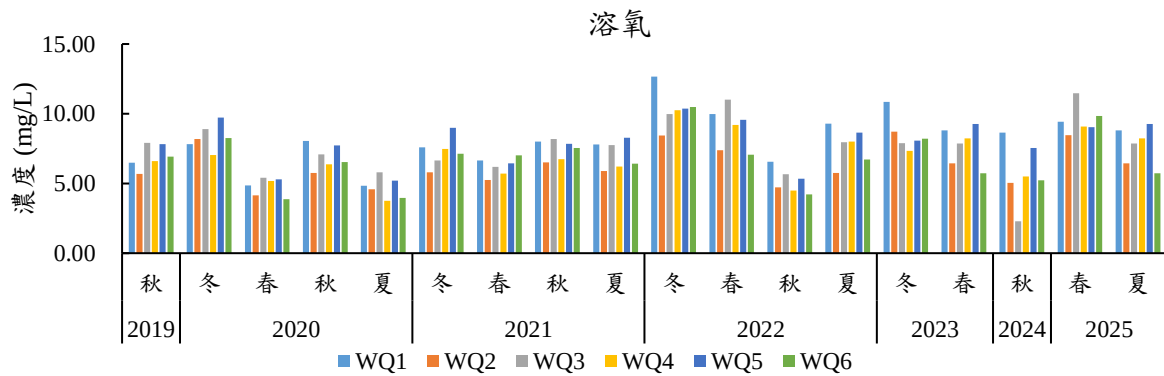
(A)



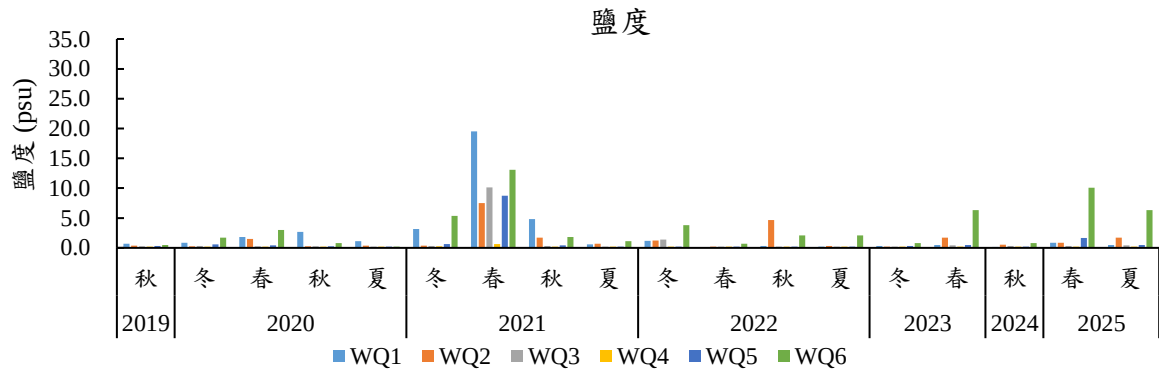
(B)



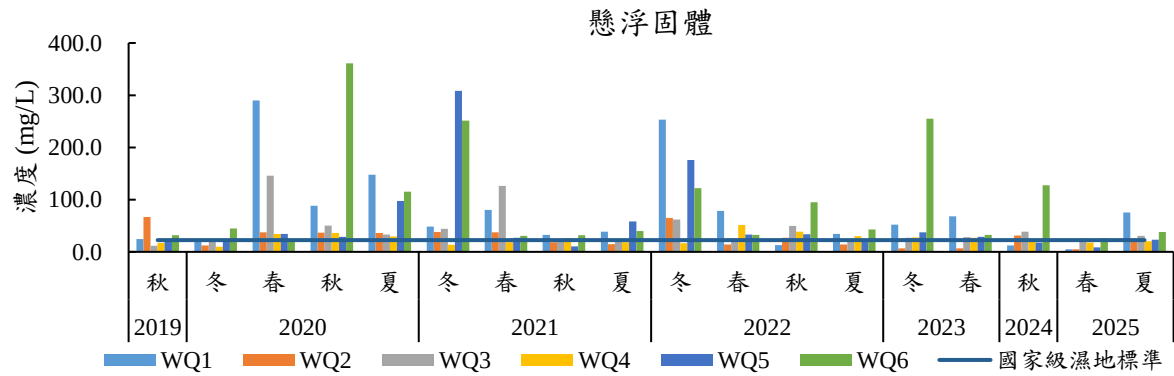
(C)



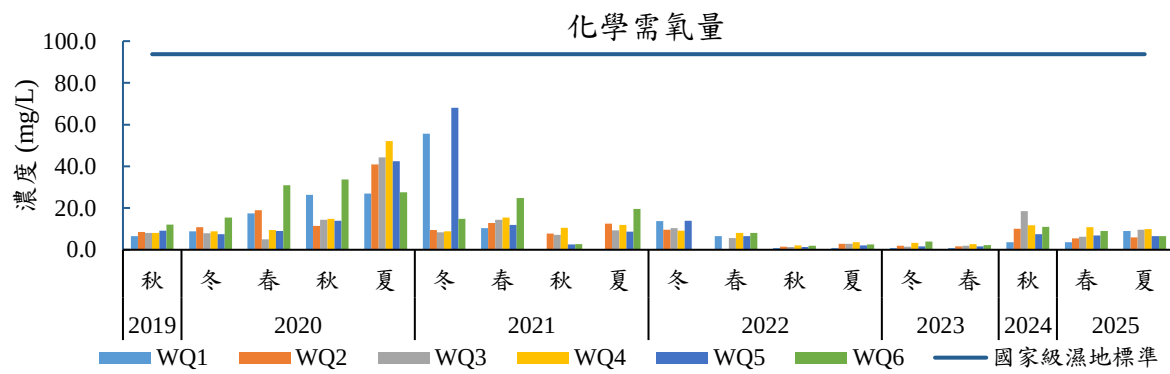
(D)



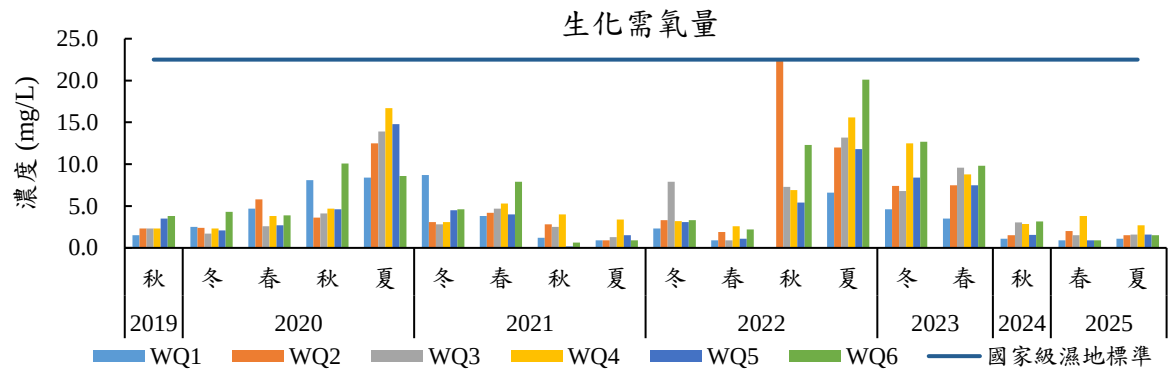
(E)



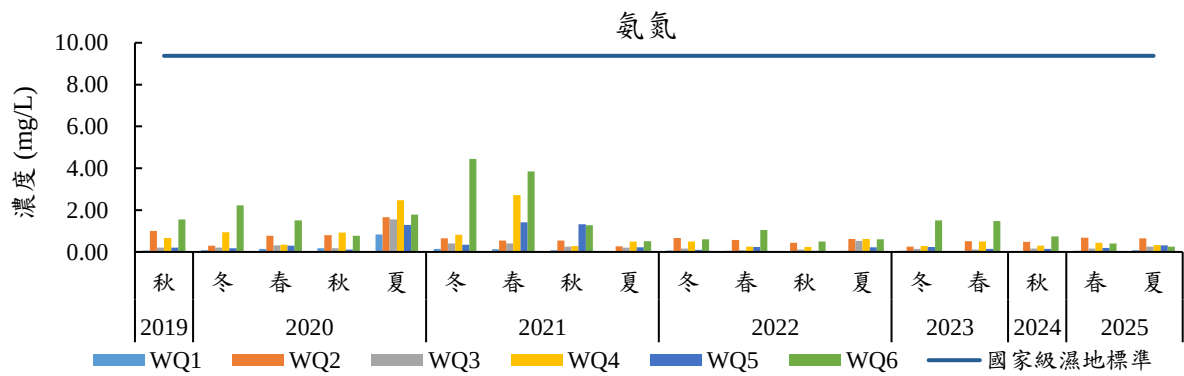
(F)



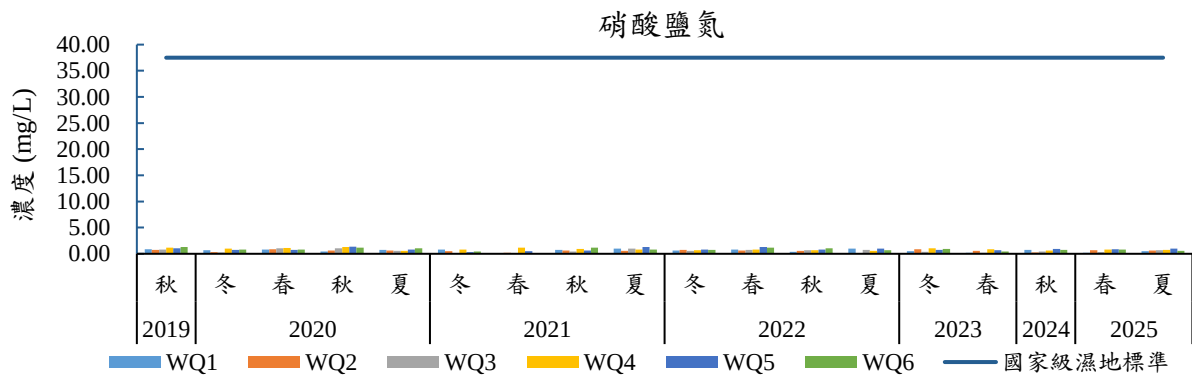
(G)



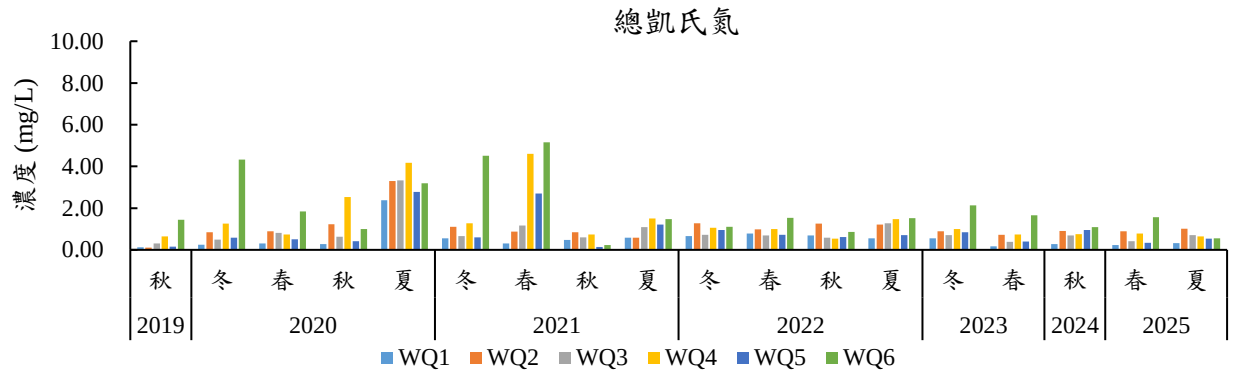
(H)



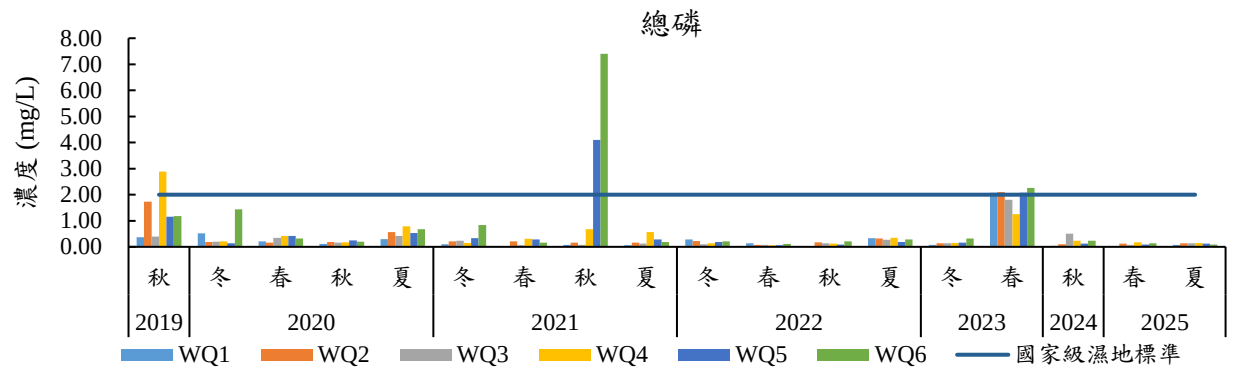
(I)



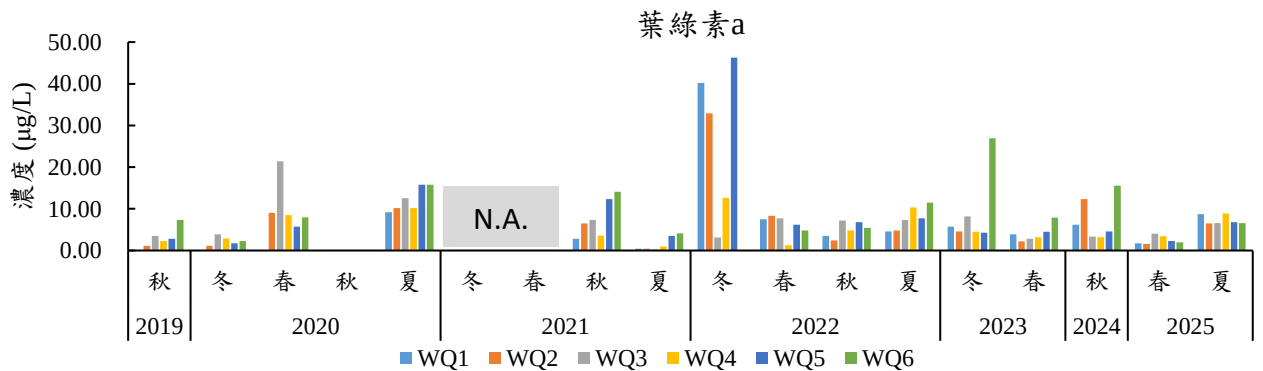
(J)



(K)



(L)



圖五十一、高美重要濕地歷年水質測項結果（水溫（A）、pH（B）、溶氧（C）、鹽度（D）、懸浮固體（E）、化學需氧量（F）、生化需氧量（G）、氨氮（H）、硝酸鹽氮（I）、總凱氏氮（J）、總磷（K）、葉綠素a（L））。直線則表示該測項於重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準中的國家級濕地標準值。

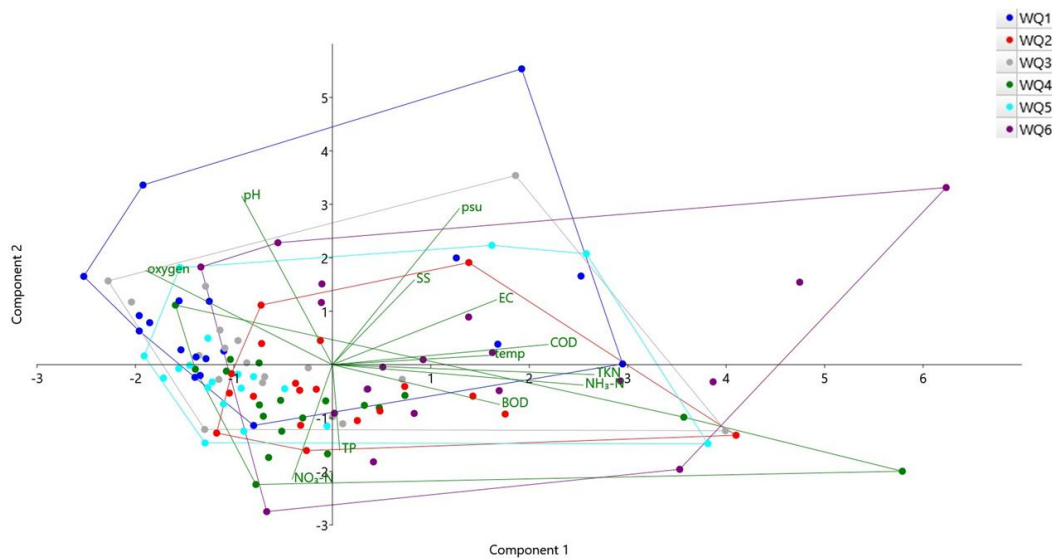
以主成分分析（Principal components analysis, PCA）檢視自 2017 年至 2025 年之 6 個水質採樣點的水體狀況，分析結果如圖五十二及圖五十三所示。其中 PC1 可解釋 25.54% 的變異，而 PC2 則可解釋 13.88% 的變異，兩軸共僅可解釋 39.42% 的變異。由圖五十二中可得知，以第一軸來看，水溫、鹽度、懸浮固體、導電度、生化需氧量、化學需氧量、總凱氏氮、氨氮和總磷屬於正相關的變量，屬於負相關的變量則為酸鹼值、溶氧、和硝酸鹽氮。而在這些水質測項中，溶氧與多數測項（生化需氧量、化學需氧量、氨氮、總凱氏氮、水溫）呈現負相關，但和總磷、硝酸鹽氮、導電度、鹽度及懸浮固體等較無關。

圖五十二（A）是以樣點分群，大多數樣點皆互相重疊，但其中樣點 WQ6 明顯與其他樣點重疊度較低。由 PERMANOVA 結果也顯示，不同樣點間的水質狀況明顯不同（one-way PERMANOVA (Euclidean distance measure): permutation N = 9999, total sum of squares 1356, within-group of squares 1190, $F_{5,113} = 3.018, p < 0.0001$ ），再經由兩兩比較分析顯示（表五十三），6 處水體採樣點中，確實以樣點 WQ6 與其他 5 處樣點的水質較為不同，其次為樣點 WQ1。由 PCA 結果（圖五十二（A））來看，總凱氏氮、氨氮和化學需氧量在樣點 WQ6 的數值貢獻度較大；而鹽度、懸浮固體和導電度則在樣點 WQ1 的數值貢獻度較多。但大多數的檢測值都還是集中在圖面的左側稍偏下方處。顯示多數樣點的水體測值屬於低鹽度、低懸浮固體、導電度偏低，且在氨氮、生化需氧量、化學需氧量、總凱氏氮等皆是濃度偏低的情況。樣點 WQ6 位於清水大排處，其排水系統包含清水大排、米粉寮支線及鹿寮排水，排水總長度 8.33 公里。清水大排沿途流經市區和人口稠密點，排放水來自民生廢水加上工業排水。而樣點 WQ1 位於大甲溪下游處出海口，而其他樣點多為農田水圳排水或民生廢水排水口，因此水體狀況稍有不同。

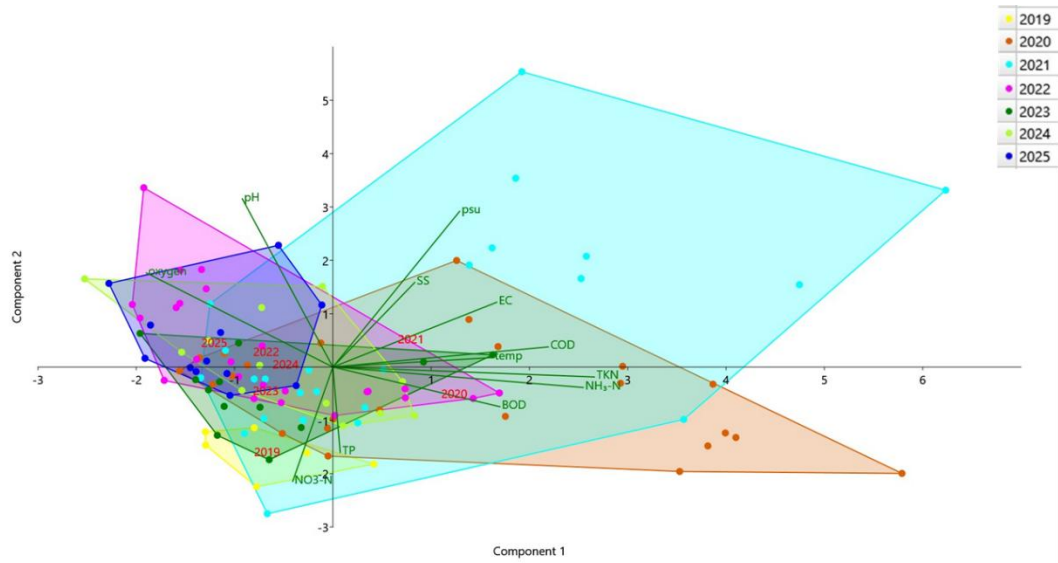
圖五十二（B）是以年份分群，大多年份互相重疊，但 2019 年的分布範圍較為狹小，而 2021 年分布範圍較廣。2020 年水質在多數樣點的生化需氧量、化學需氧量、總凱氏氮和氨氮偏高；2021 年的水質，在部

分樣點的鹽度、懸浮固體值、生化需氧量、化學需氧量、總凱氏氮和氨氮等偏高，明顯和其他年份的調查不同，但此兩年份多數樣點之水體測值彼此較為相近。PERMANOVA 統計結果顯示，不同年份間的水質狀況明顯不同（one-way PERMANOVA (Euclidean distance measure): permutation N=9999, total sum of squares 1356, within-group of squares 1095, $F_{6,113}=4.248, p<0.0001$ ），再經由兩兩比較分析顯示（表五十四），2022 年的水體狀況與其他年份相當接近，而 2020 年的水質與其他年份多數樣點較有差異，其生化需氧量、化學需氧量、總凱氏氮和氨氮貢獻較多變異值。

(A)

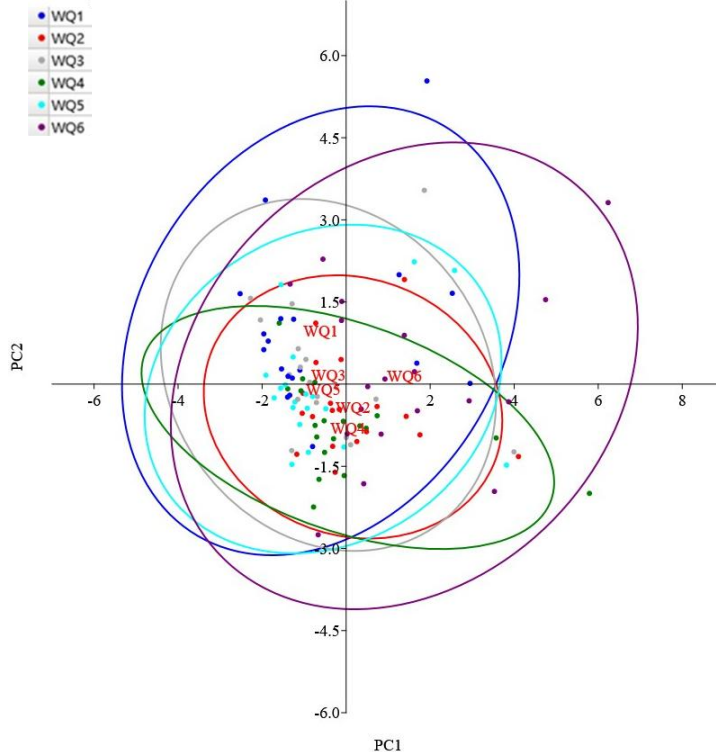


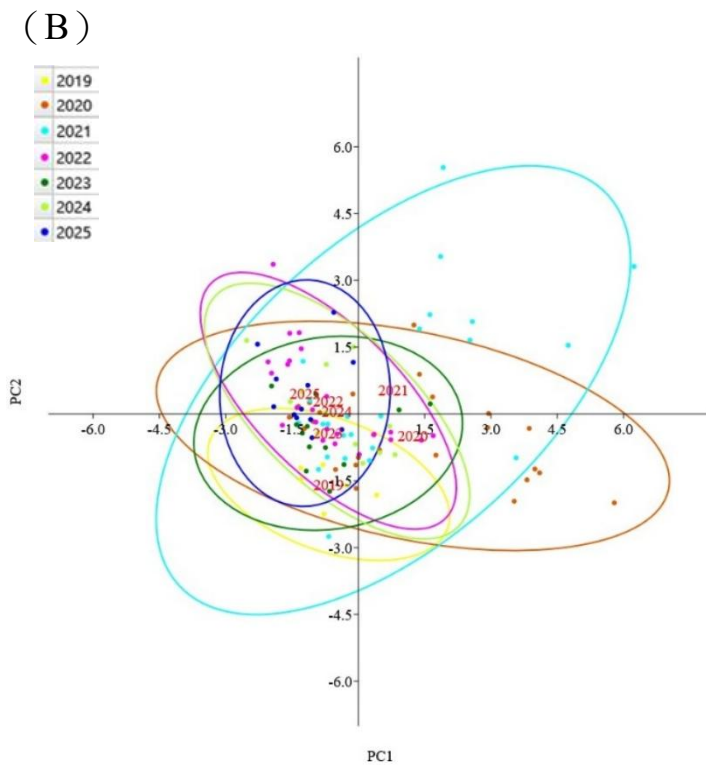
(B)



圖五十二、106 至 111 年水質變化 PCA 分析結果圖 (A) 以樣點分群 (B) 以年份分群。英文縮寫分別代表以下水質測項：溫度 (Temp)、導電度 (EC)、溶氧量 (oxygen)、酸鹼值 (pH)、鹽度 (psu)、氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)、總凱氏氮 (TKN)、硝酸鹽氮 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、總磷 (TP)、生化需氧量 (BOD)、化學需氧量 (COD)、懸浮固體 (SS)。

(A)





圖五十三、95 %預測橢圓呈現 PCA 圖在 PC1 與 PC2 的關係。(A) 以樣點分群 (B) 以年份分群。圓點表示投射到 PCA 空間中的原始資料點。橢圓表示在假設雙變量常態分佈下的 95 %信賴區間。

表五十三、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較水質狀況 (Bonferroni corrected p value)

樣點	WQ1	WQ2	WQ3	WQ4	WQ5
WQ2	0.0045**				
WQ3	1	1			
WQ4	0.0015**	0.477	0.282		
WQ5	1	0.018*	1	1	
WQ6	0.0015**	0.0015**	0.0015**	0.1005	0.0225*

*' 表 $p < 0.05$; '**' 表 $p < 0.01$

表五十四、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較水質狀況
(Bonferroni corrected p value)

年份	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2020	0.3171					
2021	0.4704	0.21				
2022	0.0021**	0.0021**	0.0021**			
2023	0.0126*	0.0084**	0.0504	0.2394		
2024	0.0042**	0.0126*	0.6069	0.1407	0.0021**	
2025	0.0042**	0.0105*	0.2268	0.1953	0.0021**	0.0231*

‘*’ 表 $p < 0.05$ ；‘**’ 表 $p < 0.01$

(二)濕地上外來種植物分布

針對高美濕地上外來種植物分布情況，整合本團隊於另外一案執行互花米草之分布面積結果，以及「111-112 年度高美重要濕地（國家級）生態調查分析及濕地教育推廣計畫」中的水筆仔與銀合歡分布範圍結顯示。

互花米草部分，主要分布於番仔寮海堤外，越戰美軍儲備油管兩側灘地（圖五十四）。105 年夏季面及達到近年來最大值，為 3.1 公頃。鑑於此，106 年起，臺中市政府農業局定期派遣重機具移除，再配合部分人工清除零星植株，濕地內的互花米草面積於 113 年已降至 0.13 公頃（圖五十五）。

水筆仔和銀合歡的分布狀況，由圖五十六和圖五十七可知其分布範圍。

水筆仔主要集中分布於番仔寮海堤、高美一號及二號海堤外之核心保育區，惟靠近番仔寮海堤北側及越戰美軍戰備油管之植株相對偏大且叢聚集中。另高美一號、二號海堤在 112 年 3 月的水筆仔調查數量，較 111 年 9 月明顯減少，且由本案調查並繪製之圖二十一顯示，113 年水筆仔數量亦再縮減。其有賴於臺中市海岸資源漁業發展所，委請清潔人員於保護區進行環境維護時，一併人工移除水筆仔幼株之成效。然而數量較大且植株較為密集的番仔寮海堤範圍，則因為植株較大的關係，

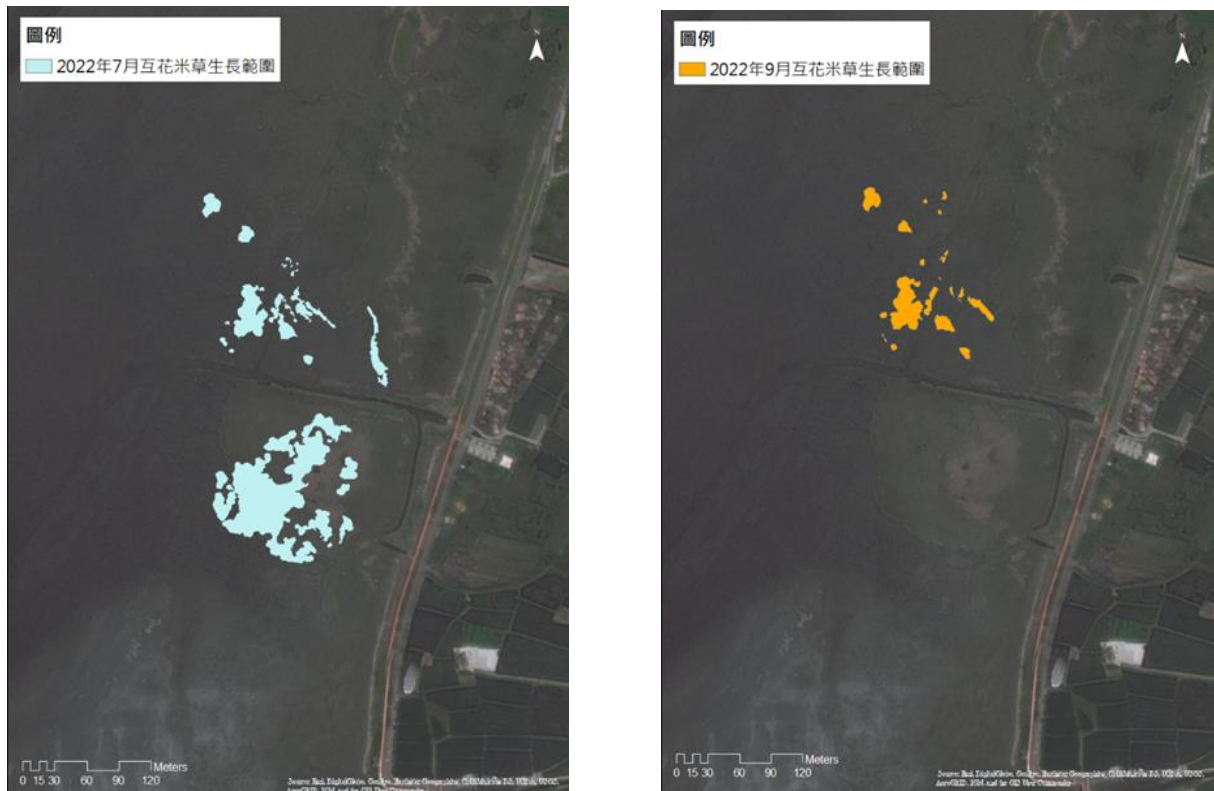
難以人工移除，故 113 年在番仔寮海堤範圍處的水筆仔情況與 111 年和 112 年相比無減少的情況。

銀合歡主要分布於番仔寮海堤處，尤以越戰美軍戰備油管以北最為密集，並於冬季時銀合歡會呈現枯槁狀態，待春夏時節，植株將再次抽出嫩芽生長。目前因為並無相關清除作業，故 113 年的分布情況與 111 年和 112 年近乎一致。

(A) 113 年

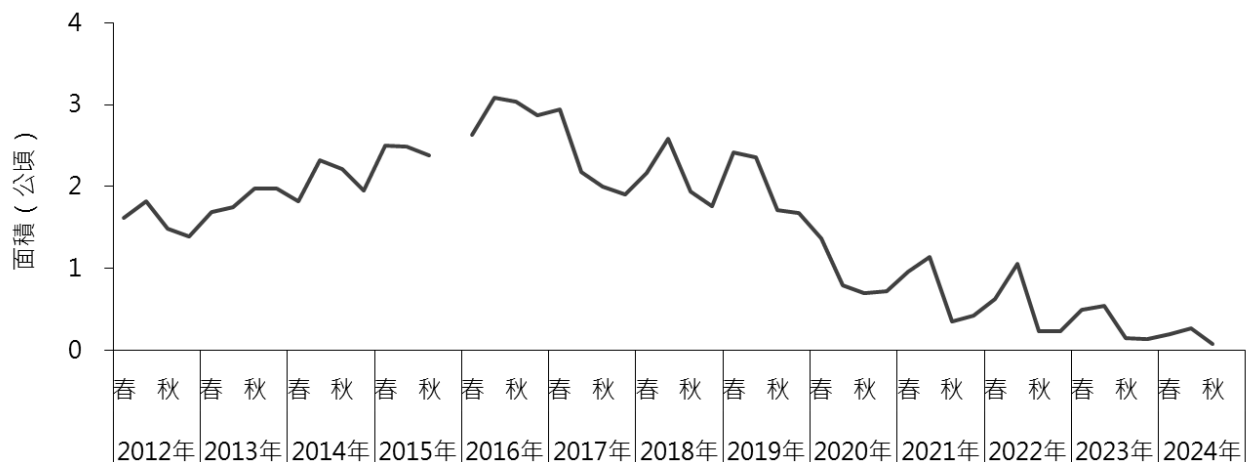


(B) 111 年



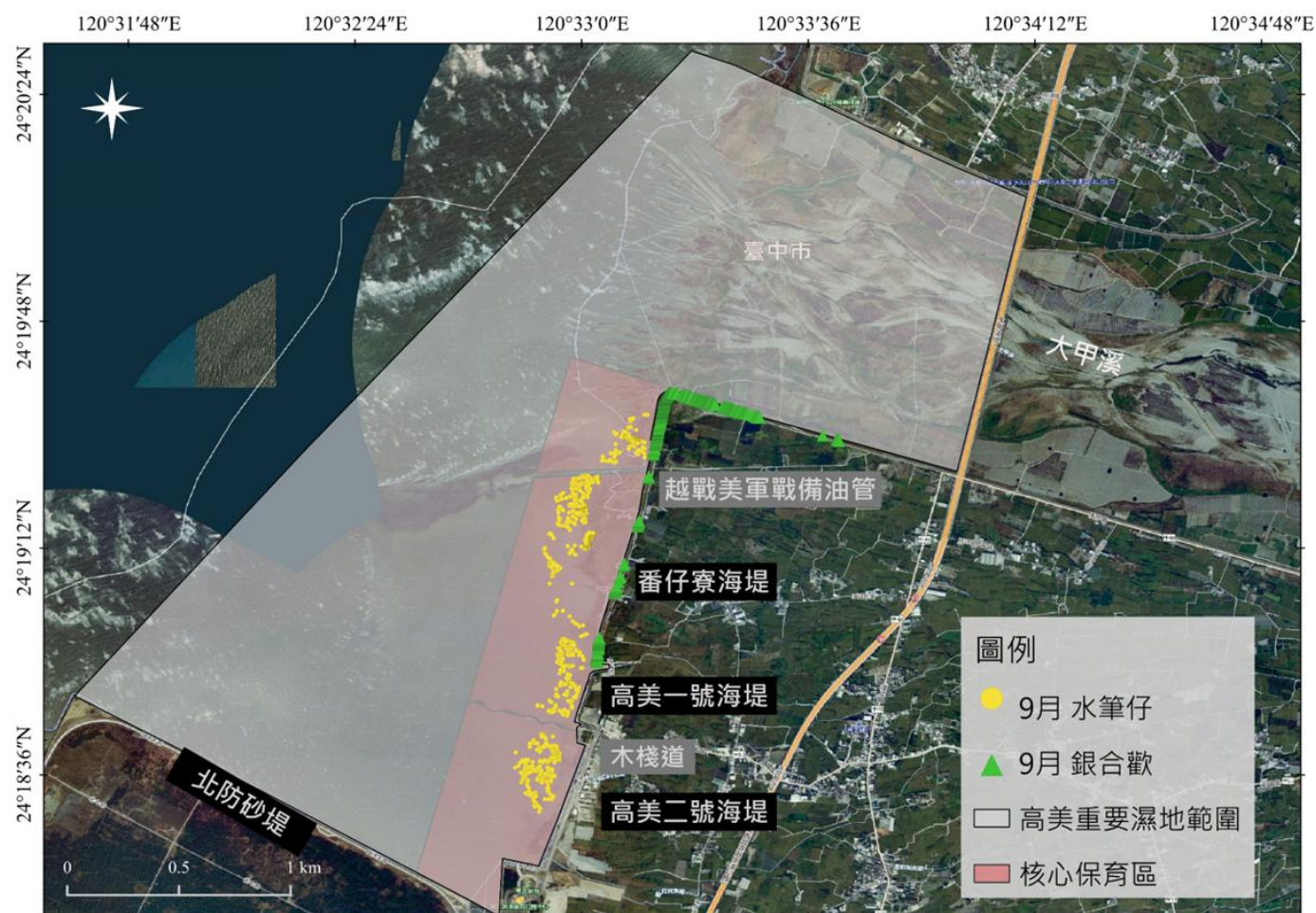
資料來源：高美野生動物保護區資源監測計畫，臺中市政府，2022、2024

圖五十四、113 及 111 年高美濕地互花米草分布範圍



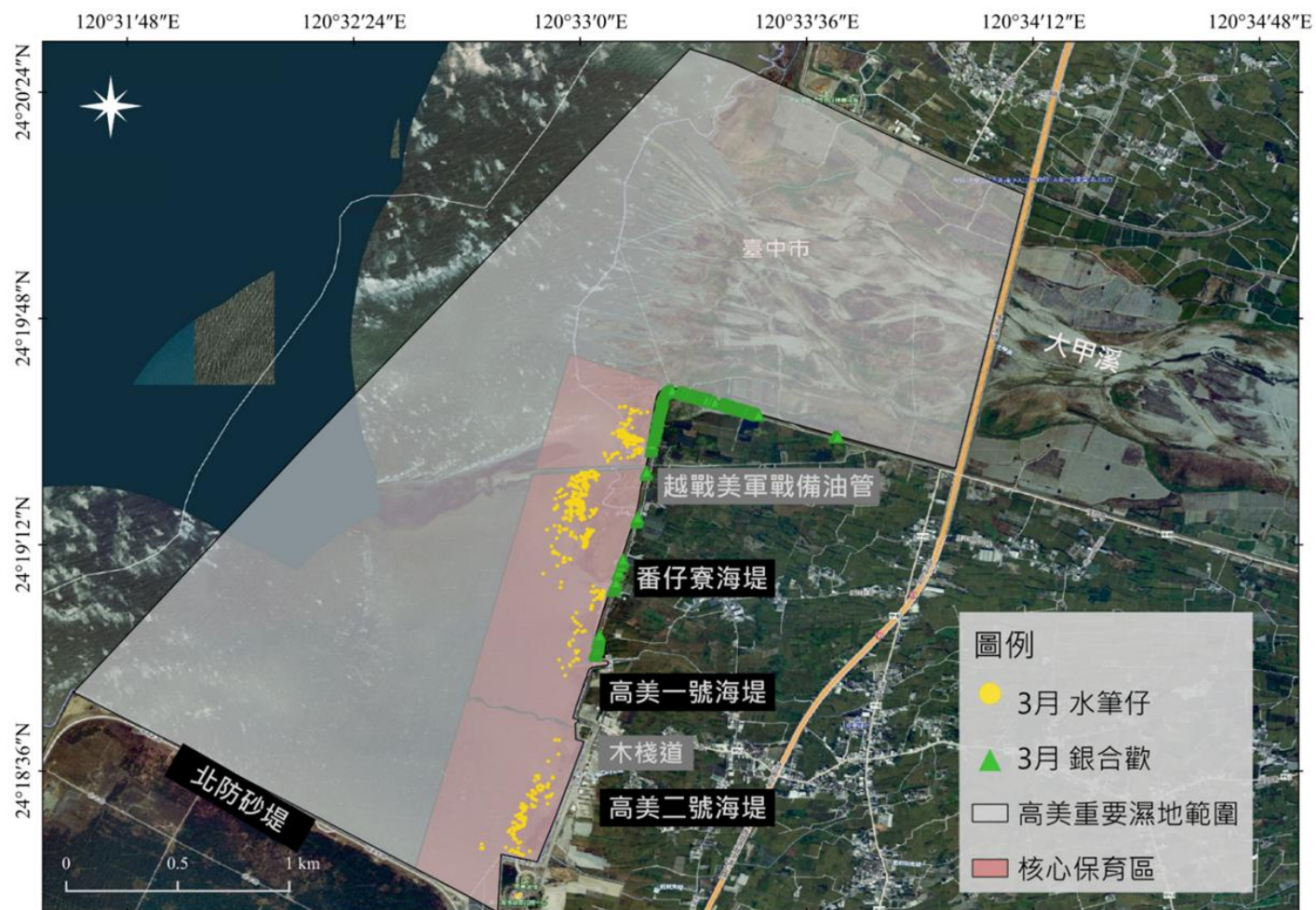
資料來源：高美野生動物保護區資源監測計畫，臺中市政府，2023

圖五十五、101 年至 113 年高美濕地互花米草分布面積變化



資料來源：111-112 年度高美重要濕地（國家級）生態調查分析及濕地教育推廣計畫，臺中市政府，2023

圖五十六、111 年 9 月高美濕地水筆仔與銀合歡之分布情況



資料來源：111-112 年度高美重要濕地（國家級）生態調查分析及濕地教育推廣計畫，臺中市政府，2023

圖五十七、112 年 3 月高美濕地水筆仔與銀合歡之分布情況

(三)歷年生物組成變化（鳥類、螃蟹相、魚類、螺貝類、植物性與動物性浮游生物）

鳥類部分，本區歷年鳥類調查資料（詳見表五十五、圖五十八）顯示，以 108-109 年的鳥種數最多，109-110 年個體數量最多。然而各年度在調查方法、樣區規劃與調查頻度上明顯不同，導致鳥類資料在跨年度的比較基準不一致。例如，109-110 年度因投入的調查樣點與頻度最高，記錄到的鳥類總數量也最多；然而，若以單位努力量（每樣點平均數量）進行標準化，該年度的相對數量反而是最低的。此案例凸顯了因調查基準不一，直接進行數據比較可能產生誤導。相較之下，近兩年度的調查規劃（包含方法與頻度）保持一致，具備可比較性。在 111-112 年及 113-114 年，兩年度間的調查結果顯示（表五十五），與 111-112 年度相比，113-114 年度鳥種數略有下降，但總數量微幅增加，整體族群變動幅度較往年平緩。

在基於鳥類資料於跨年度的比較基準不同的前提下，初步檢視歷年鳥類組成的相似程度。本團隊以相似度指數來探討某群集在不同時期的差異，或是同時間不同群集間的差異。其方法可依據是否納入物種豐度（數量）來區分。若僅著重比較物種的「有無」，可採用 Jaccard 相似度指數（Jaccard, 1902）；若需同時將物種數量一併考量，則可使用 Bray-Curtis 相似度指數（Bray & Curtis, 1957），本計畫將分別採用此二指數，以從「物種組成」與「群集結構」兩個層面進行探討。

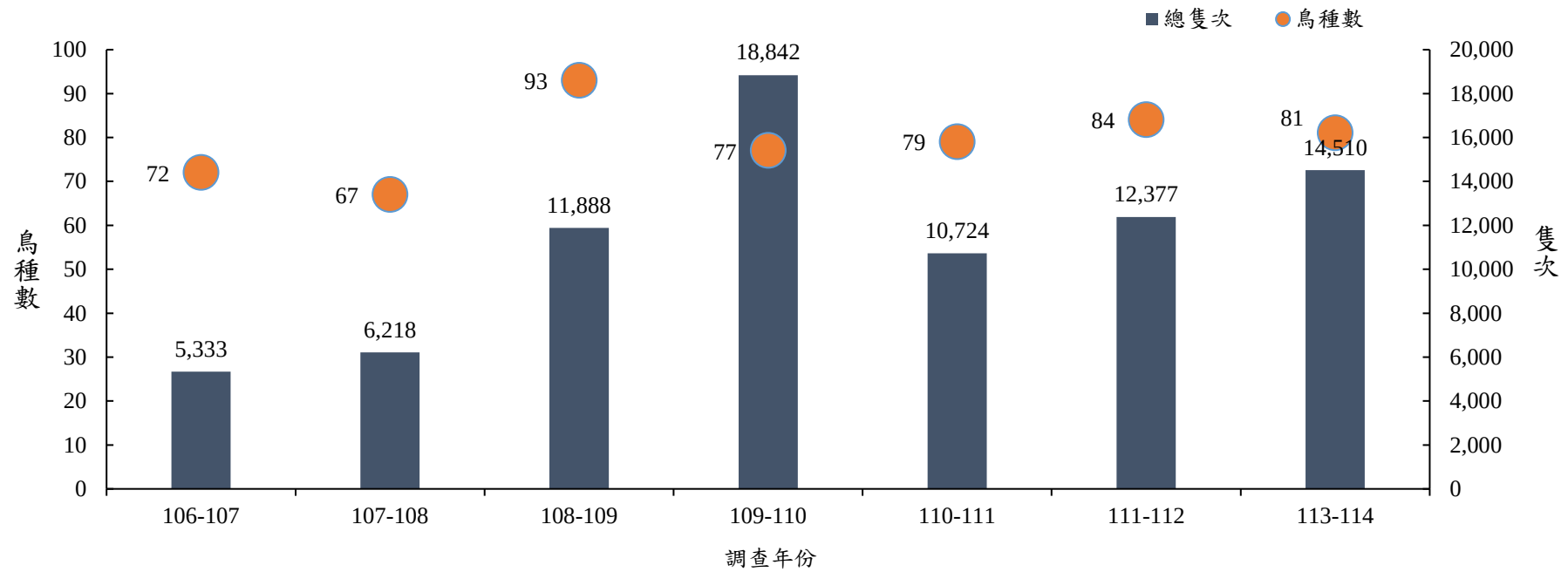
Jaccard 指數衡量的是不同年份間鳥類物種種類的重疊程度。數值越高，表示出現相同的鳥種越多，物種組成越相似。由表五十六分析結果可見，從 106 年至 113 年，各年份間的物種組成相似度普遍介於 0.549 至 0.729 之間，顯示每年雖然鳥種有所變動，但仍保持一定程度的核心物種穩定性；比較今年（113-114 年）與過去幾年的調查結果發現，與（111 年 0.722）和 110 年（0.716）的物種組成相似度最高，表示今年度的鳥種組成與近期年份的物種列表最為接近；與 106 年（0.566）和

109 年（0.559），相似度相對較低。

Bray-Curtis 相似度指數衡量的是不同年份間鳥類物種數量的分佈及比例的相似程度。數值越接近 1，表示物種的相對豐度結構越相似。各年份間的物種數量組成相似度介於 0.417 至 0.850 之間，表示數值在 0.7 以上的年份，其數量組成相似度非常高，顯示鳥類豐度結構在某些年度之間保持著高度一致性。比較今年（113-114 年）與過去幾年的調查結果發現，與 111 年（0.850）的鳥類數量組成相似度最高，與 106 年（0.524）和 107 年（0.554）的相似度則最低。

季節性比較的部分，因只有 111-112 年、113-114 年兩年的調查數據（包含調查頻度、調查樣區範圍）是一致的，因此選取該兩年度的調查數據進行李別的相似度比較，分析結果如表，結果顯示，以物種是否出現（Jaccard index），113 年秋季與 111 年秋季的物種種類組成最為相似；以鳥種數量組成來看，113 年夏季與 111 年夏季的鳥類數量組成最為相似，各鳥種的數量比例最為接近。

整體來看，近年的數據有較高的相似性，表示其出現的鳥種及其相對數量之一致性更為相近。113 年與 111 年的鳥類組成，無論是從物種有無的角度（Jaccard）還是從物種數量多寡的角度（Bray-Curtis）均呈現高度的相似性，表示在這兩年調查季度間，研究區域的生態環境條件大致維持了相對的穩定；然而相較於 106 年和 107 年等較早的年份，鳥類群落（特別是數量組成）則顯示出較大的差異，這些差異除了可能因為棲地環境歷經了變動外，同時亦受到過去不同年度間的調查方法、調查頻度、調查樣點位置、調查團隊等等變因所影響。為建立可靠的長期監測數據，建議未來應持續採用現行的調查規模與標準，以確保年度間比較分析的準確性。



圖五十八、106 年至 114 年高美濕地鳥種數與數量（隻次）圖

表五十五、106 至 114 年鳥類調查資料彙整

年份	106-107	107-108	108-109	109-110	110-111	111-112	113-114
調查方法	群集/穿越線	群集/穿越線	穿越線	定點	群集/穿越線	群集/穿越線	群集/穿越線
樣區/點數	7	5	4	10	4	4	4
調查頻度/月份	4	4	8	10	6	8	8
總調查區/點數	28	20	32	100	24	32	32
鳥種數	72	67	93	77	79	84	81
總隻次	5,333	6,218	11,888	18,842	10,724	12,377	14,510
單點平均隻次	190	311	372	188	447	387	453
優勢鳥種 1	黑腹濱鵲	東方環頸鵲	黑腹濱鵲	黑腹濱鵲	黑腹濱鵲	黑腹濱鵲	黑腹濱鵲
優勢鳥種 2	東方環頸鵲	小白鷺	東方環頸鵲	東方環頸鵲	東方環頸鵲	東方環頸鵲	東方環頸鵲
優勢鳥種 3	小白鷺	黑腹濱鵲	黃頭鷺	小白鷺	鐵嘴鵲	鐵嘴鵲	家燕

表五十六、106-113 年度高美濕地鳥類年份間相似度分析表

							Jaccard Index
年份	106	107	108	109	110	111	113
106	1	0.602	0.602	0.596	0.588	0.596	0.566
107	0.725	1	0.616	0.576	0.656	0.681	0.667
108	0.599	0.572	1	0.625	0.587	0.609	0.626
109	0.423	0.417	0.662	1	0.549	0.588	0.559
110	0.631	0.65	0.776	0.598	1	0.729	0.716
111	0.589	0.61	0.804	0.679	0.85	1	0.722
113	0.524	0.554	0.777	0.735	0.75	0.85	1

Bray-Curtis Similarity

註：年份為該年度計畫的起始年份，如“113-114 年度”呈現為 113 年

表五十七、111-113 年度高美基礎調查鳥類季節間相似度分析表

Jaccard Index				
年份	113 年_秋	113 年_冬	113 年_春	113 年_夏
111 年_秋	0.741	0.5	0.585	0.574
111 年_冬	0.351	0.508	0.342	0.301
111 年_春	0.493	0.463	0.545	0.557
111 年_夏	0.438	0.324	0.446	0.526
Bray-Curtis Similarity				
111 年_秋	0.711	0.48	0.617	0.606
111 年_冬	0.542	0.746	0.509	0.476
111 年_春	0.649	0.484	0.748	0.695
111 年_夏	0.646	0.332	0.67	0.755

註：年份為該年度計畫的起始年份，如“113-114 年度”呈現為 113 年

水域生物部分，由大型底棲生物（螃蟹）來看，9 年的調查數據資料顯示（圖五十九），在各年度間的所調查到的螃蟹物種組成，以短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）與乳白南方招潮（*Austruca lactea*）有較高的比例，為高美重要濕地上的優勢物種，但兩者間數量在不同年份互有消長。由於短指和尚蟹在退潮後，大多成群遊走於灘地上，因此在固定樣點觀測時，若剛好有和尚蟹出沒，則數量會大量攀升（2020 年至 2025 年，每年數量落在約 100 至 900 個體數/m² 間）。而乳白南方招潮則是於退潮後，若棲地合適，是於灘地上固定位置活動與覓食，因此數量則相對穩定（2020 年至 2025 年，每年數量多落在 250 至 500 個體數

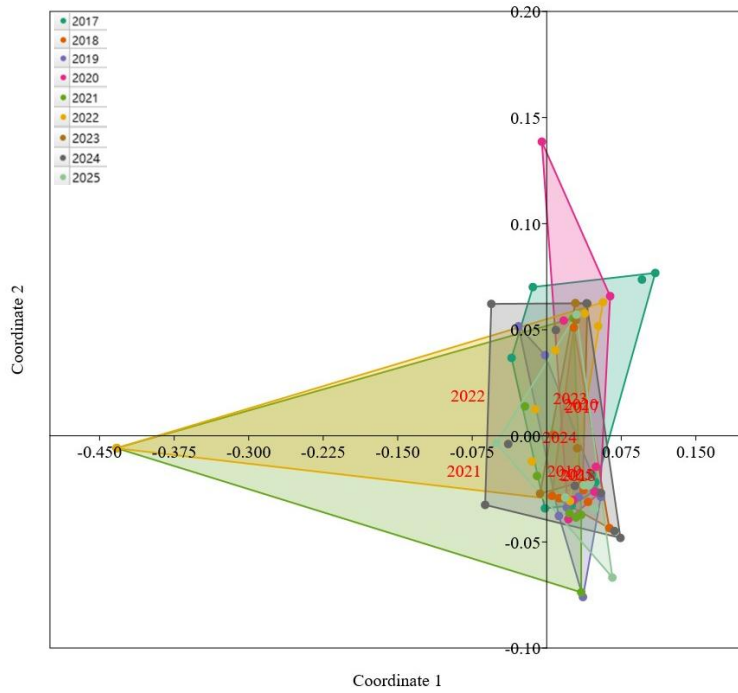
/m² 間)。若以樣點來看，則是在 W8 調查到較多的個體總數，而樣點 W1、W2 除 2016 年外，幾乎都是少有螃蟹調查紀錄，直至 2024 年開始，因該處經常受軍事演習干擾而另覓樣點為 W1'、W2' 後，才稍有螃蟹物種的調查紀錄。在物種數的部分，樣點 WQ4 整體有較多的螃蟹物種數調查紀錄，在 9 年的調查期間共計調查到 23 種（9 年共調查到 25 種），而樣點 W1 和 W2 仍為調查物種數最少者。由於並無針對水域生物調查樣點進行底質粒徑與有機質含量等採樣分析，因此前述之物種數量的差異變化，並無法更進一步說明是否為棲地變化所造成。

以非度量性多元尺度法（Nonmetric Multidimensional Scaling, NMDS）檢視自 2017 年至 2025 年之 9 個水域生物樣點的大型底棲蟹類狀況，分析結果如圖六十所示。圖六十（A）是以年份分群，多數年份皆互相重疊，但其中 2021 年和 2022 年明顯有部分範圍與其他年份無重疊，但兩年分彼此重疊度較高，且有極端值。檢視原始數據顯示，極端值由 2021 年和 2022 年的 W1 與 W2 樣點所貢獻，其調查數據皆為無任何物種被記錄，因此調查數據為零，與其他年份之其他樣點明顯不同。由 PERMANOVA 結果顯示，不同年份間的蟹類物種組成明顯不同（one-way PERMANOVA (Bray–Curtis distance measure): permutation N=9999, total sum of squares 25.39, within-group of squares 21.09, $F_{8,72}=1.63$, $p=0.0036$ ），但再經由兩兩比較分析則顯示（表五十八），2017 年起至 2025 年間，兩兩年份之間彼此的蟹類物種組成卻沒有顯著不同，表示兩兩年份間的物種差異雖有不同，但差異並不是非常明顯。檢視原始數據，各年份的前三優勢種中，前二名基本上皆為乳白南方招潮和短指和尚蟹為主，第三優勢種則互有不同，但占比較低，因此年份間的蟹類物種組成確實差異不大。圖六十（B）是以樣點分群，部分樣點互相重疊，但樣點 W1、W2 和 W1' 則與其他樣點重疊度較低，而樣點 W7 範圍則相當侷限。PERMANOVA 統計結果顯示，不同樣點的蟹類物種明顯不同（one-way PERMANOVA (Bray–Curtis distance measure): permutation N=9999, total sum of squares 25.39, within-group of squares

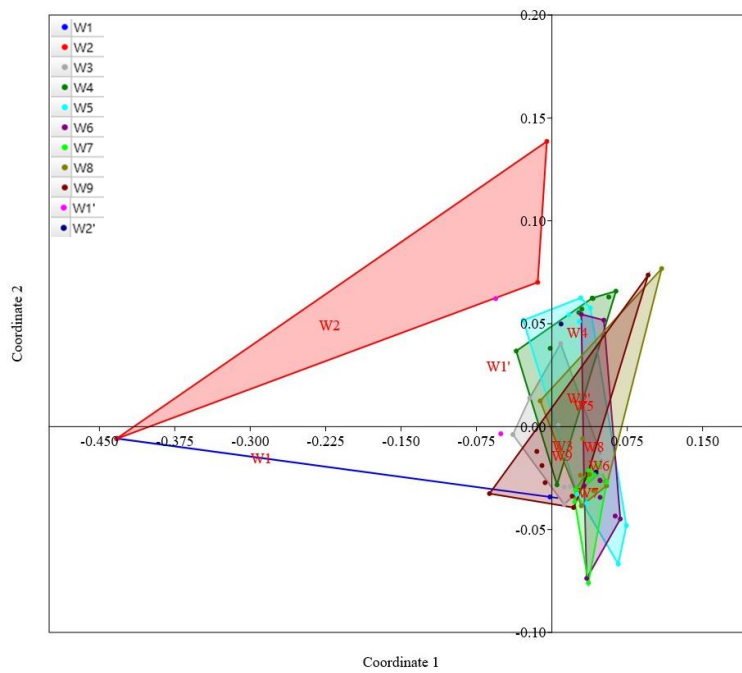
17.59, $F_{8,72}=2.749, p=0.0001$), 再經由兩兩比較分析顯示(表五十九), 僅樣點 W4 和 W7 之間蟹類物種有明顯不同, 其他樣點之間的蟹類物種組成則差異不明顯。檢視原始數據, 前二優勢種多以乳白南方招潮和短指和尚蟹為主, 第三優勢種則樣點間稍有不同, 但多數樣點為長指股窗蟹和雙扇股窗蟹。而樣點 W4 前三優勢種為乳白南方招潮、弧邊管招潮及萬歲大眼蟹(分別為 808 隻、109 隻、99 隻), 而樣點 W7 前三優勢種則為短指和尚蟹、乳白南方招潮及短身大眼蟹(分別為 810 隻、163 隻、129 隻), 其彼此在物種和數量上造成了差異。



(A)



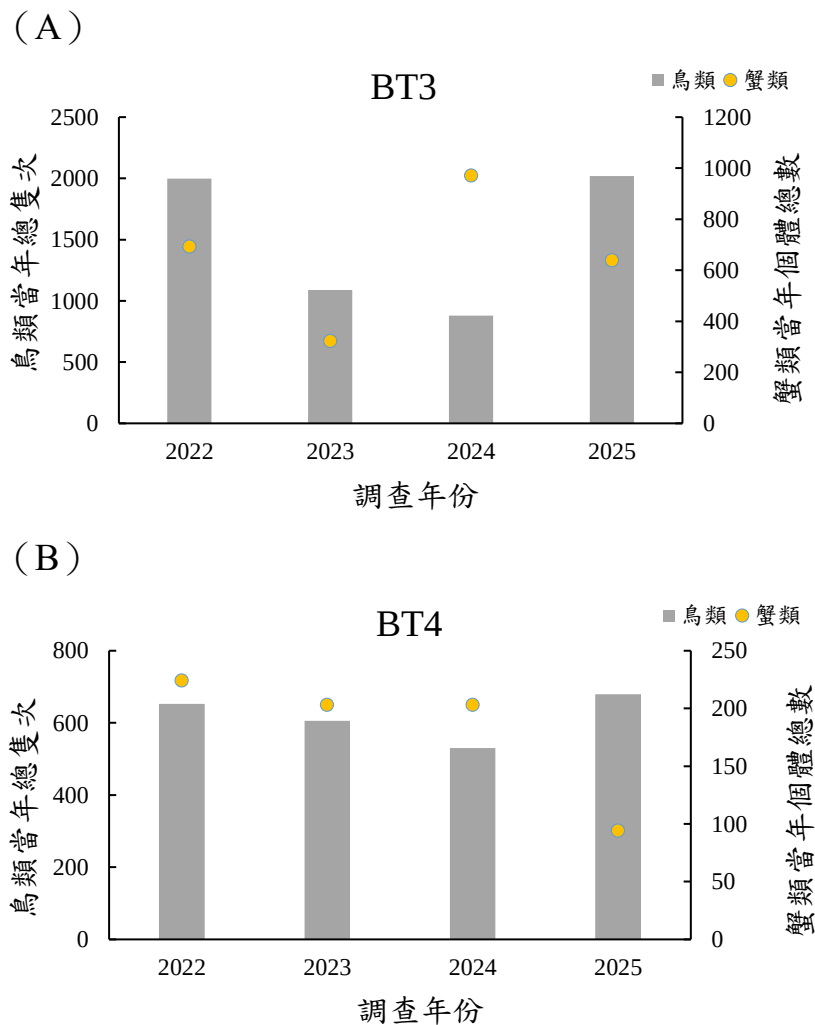
(B)



圖六十、106 至 111 年大型底棲蟹類 NMDS 分析圖(A)
以年份分群 (B) 以樣點分群。

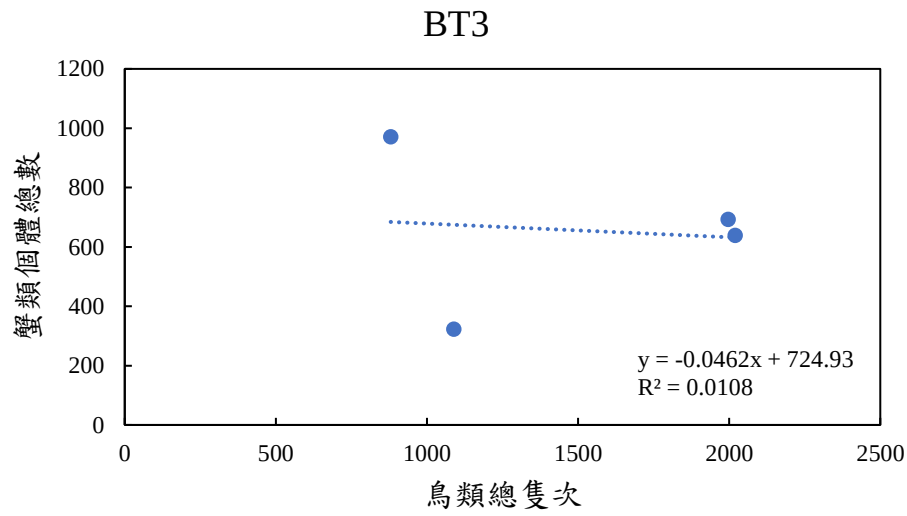
針對水鳥與濕地生物間的關聯，由於鳥類歷年調查努力量的不同，這部分僅以 111-112 年，及 113-114 年的調查結果進行分析。主要檢視在灘地上覓食蟹類的水鳥數量與被取食的螃蟹物種之間的數量變化。

水鳥物種為中杓鷸、太平洋金斑鷸、灰斑鷸、赤足鷸、東方環頸鷸、青足鷸、斑尾鷸、黃足鷸、蒙古鷸、銀鷗、翻石鷸、鐵嘴鷸、紅嘴鷗等；螃蟹物種為短指和尚蟹、乳白南方招潮、短身大眼蟹、長趾股窗蟹、雙扇股窗蟹等。由圖六十一顯示，無論是在生物熱點的 BT3 樣段，或是漲潮前的水鳥暫避棲地 BT4 樣段，上述水鳥與底棲蟹類的數量之間並無明顯的關聯性。尤其 BT4 樣段的底棲蟹類數量越少，水鳥數量卻越多（圖六十二）。推測可能是因為部分水鳥取食的螃蟹為幼蟹，但本案調查為目視可及之成蟹，以至於以目前的調查數據不足以反映兩者間的關聯。

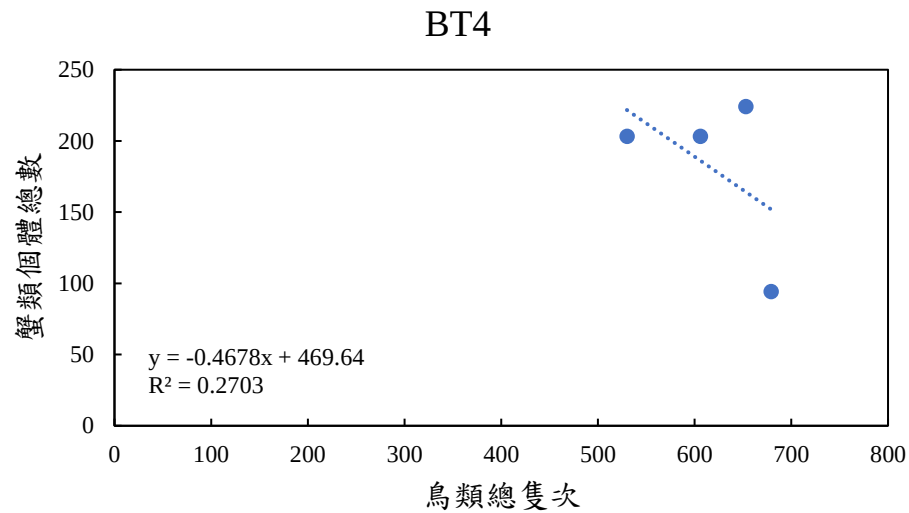


圖六十一、取食蟹類之水鳥總數與蟹類數量在不同樣段年份間的比較

(A)



(B)



圖六十二、取食蟹類水鳥總數與蟹類數量間的關係。(A)(B) 分別代表 BT3 與 BT4 調查樣段。

表五十八、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較大型底棲蟹類物種組成 (Bonferroni corrected p value)

年份	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2018	1							
2019	1	1						
2020	1	1	1					
2021	1	1	1	1				
2022	1	0.9972	0.8064	1	1			
2023	0.6696	1	1	1	1	1		
2024	1	1	1	1	1	1	1	
2025	1	1	1	1	1	0.54	1	1

表五十九、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較大型底棲蟹類物種組成 (Bonferroni corrected p value)

樣點	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'
W2	1									
W3	1	0.4125								
W4	0.2475	0.165	0.6325							
W5	0.2035	0.275	1	1						
W6	0.2585	0.0825	1	0.176	1					
W7	0.297	0.0935	0.1375	0.0055**	0.374	1				
W8	0.737	0.1375	1	0.5665	1	1	1			
W9	1	0.3135	1	0.1045	0.352	0.11	0.154	0.902		
W1'	1	1	1	1	1	1	0.979	1	1	
W2'	1	1	1	1	1	1	0.99	1	1	1

*** 表 $p < 0.01$

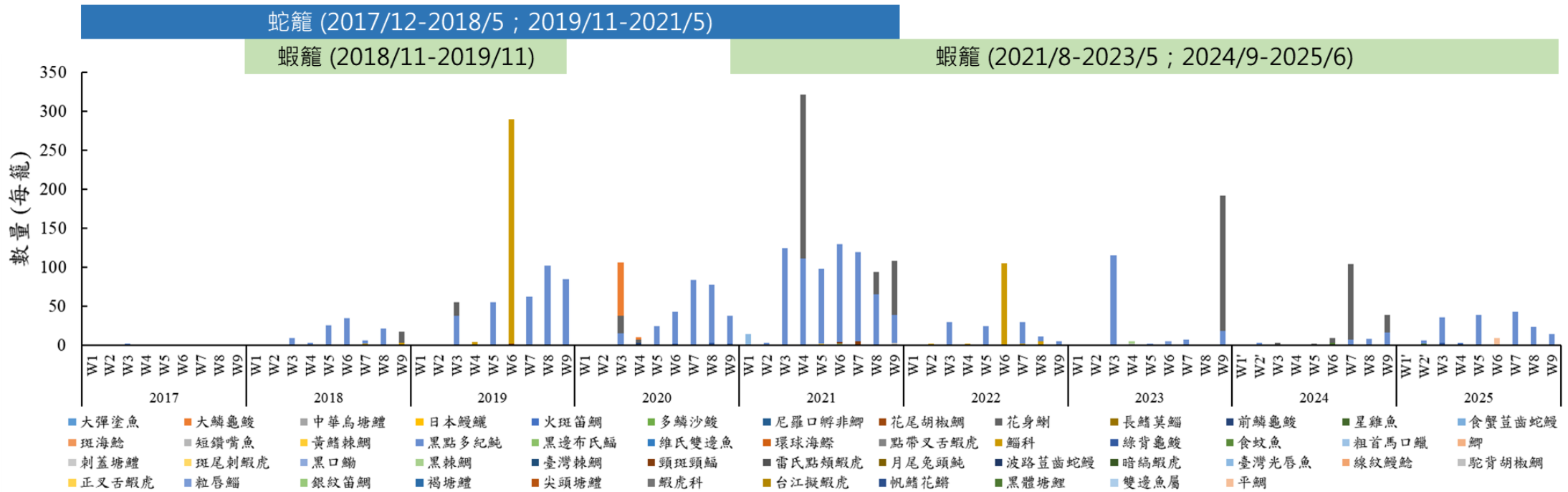
魚類部分，9 年的調查數據資料顯示（圖六十三），各年份所記錄之物種，以黑點多紀魮（*Takifugu niphobles*）、花身鯽（*Terapon jarbua*）及鰱科（*Mugilidae*）的比例較高，尤其以前兩者為優勢物種。考量到調查方法會影響其調查結果，檢視這 9 年調查數據的調查方法，皆是以蛇籠或蝦籠誘捕。為了解不同漁具所採集的高美濕地魚類是否有所差異，於 2024 年 11 月由臺中市政府另案辦理，以定置網調查的結果呈現於三、結果與討論的(一)生態中的水域生物，(2)蝦籠誘捕之水域生物（魚類、甲殼類）一節內。蝦籠/蛇籠和定置網（另案）的捕捉成果確實有所不同，前者以小型且半淡鹹水的物種為主，以黑點多紀魮和花身鯽為大宗，同時過去還曾還捕獲不少鰕虎目個體；後者則以海魚為主，多為經濟性魚

種。建議未來可視研究目的與經費，選擇合適的漁具來執行調查。

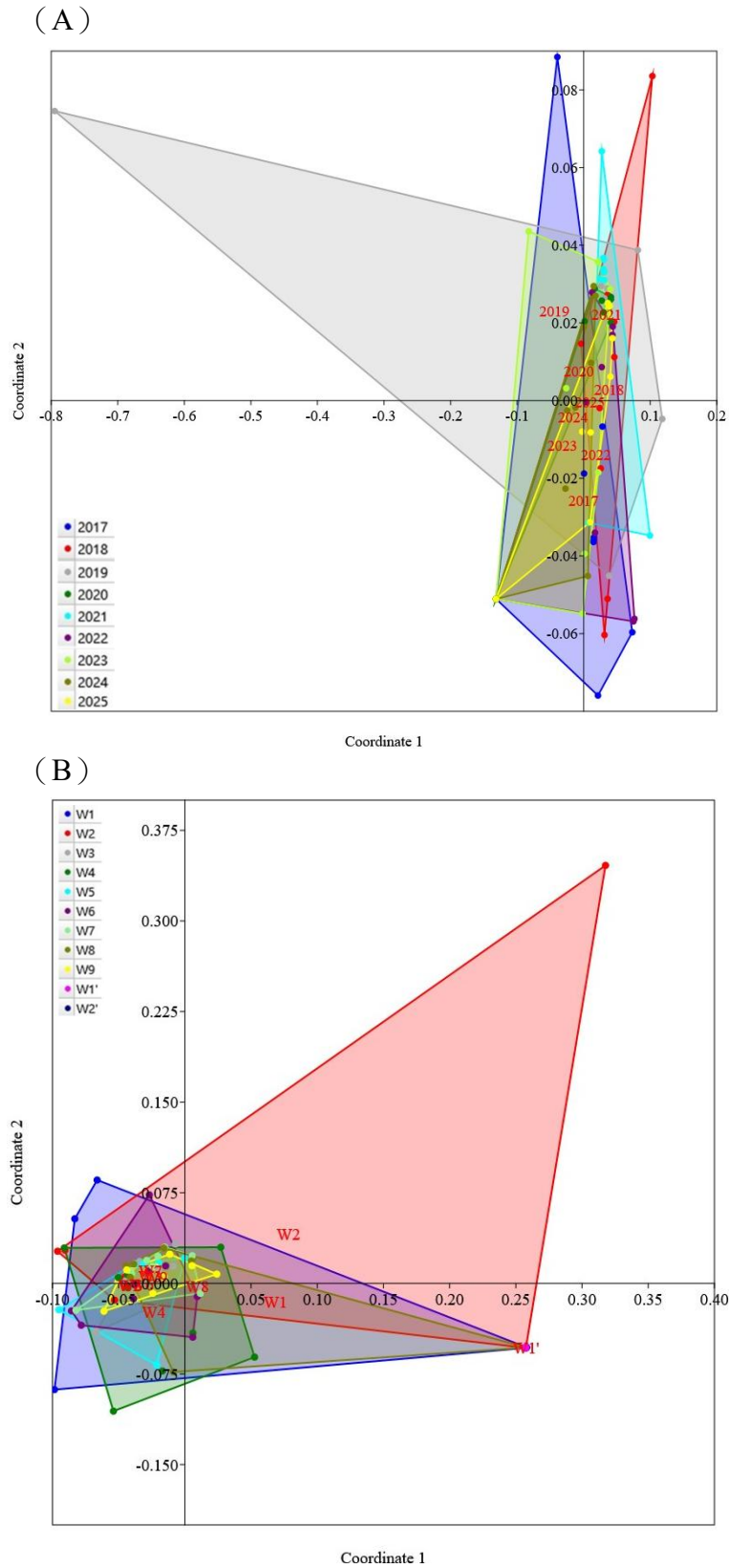
以非度量性多元尺度法（NMDS）檢視自 2017 年至 2025 年之 9 個水域生物樣點的魚類狀況，分析結果如圖六十四所示。圖六十四（A）是以年份分群，多數年份皆互相重疊，但 2019 年明顯有部分範圍與其他年份無重疊，顯示該年度魚類組成與其他年度稍不一致。檢視原始數據顯示，極端值為 2019 年樣點 W2，其調查數據為粗首馬口鱖 1 隻、刺蓋塘鱧 1 隻。此兩物種在歷年調查中僅出現在 2019 年的樣點 W2，不確定是否因物種稀有而罕被捕獲，或是人為鑑定偏差所致。由 PERMANOVA 結果顯示，不同年份間的魚類物種組成明顯不同（one-way PERMANOVA (Bray–Curtis distance measure): permutation $N = 9999$, total sum of squares 30.45, within-group of squares 23.34, $F_{8,80} = 2.745$, $p < 0.0001$ ），但再經由兩兩比較分析則顯示（表六十），2017 年的魚類物種組成明顯與其他年份不同，僅與 2023 年和 2024 年無明顯差異。而其他年份彼此間則差異不大。檢視原始數據，各年份的前二優勢種大多為黑點多紀魷、花身鰱和鰻科這三類中的兩類為主，而第三優勢種則不同年份間互相稍有不同。其中，2017 年所捕獲的魚類，除了整體數量偏少（17 隻個體）之外，和其他年份的優勢種（黑點多紀魷、花身鰱和鰻科）亦不太相近，為黑點多紀魷、鰻科、斑海鯰和火斑笛鯛。

圖六十四（B）是以樣點分群，多數樣點的魚類組成互相重疊，但樣點 W1 和 W2 與其他樣點重疊度較低。PERMANOVA 統計結果顯示，不同樣點間的魚類組成明顯不同（one-way PERMANOVA (Bray–Curtis distance measure): permutation $N = 9999$, total sum of squares 30.45, within-group of squares 24.04, $F_{8,80} = 1.866$, $p < 0.0001$ ），再經由兩兩比較分析顯示（表六十一），僅樣點 W1 的魚類物種和多數樣點間有明顯不同，其他樣點之間的魚類物種組成則差異不明顯。檢視原始數據，大部分樣點的前三優勢種黑點多紀魷、花身鰱和鰻科為主。而樣點 W1 前三優勢種則為臺灣光唇魚、尼羅口孵非鯽和鰻科，明顯與其他樣點魚類組成有所差別。

另外，在鰻苗漁獲量的資料部分，依據 114 年 5 月 9 日中市漁行字第 1140002437 號函其附件所提供之漁獲資料，時間自 106/11/01 至 114/2/28 止，每年一筆數據資料。相關鰻苗漁獲量請參考表六十二所示。在近 9 年的數據結果顯示，每年度的捕撈數量不盡相同，數量最豐者為 113 至 114 年，達 4 萬 5 千尾之多，其他年度則落在 1 萬尾至 2 萬 5 千尾之間，最少則是 111 至 112 年的 6,740 尾。



圖六十三、106 年至 114 年高美重要濕地魚類於各樣點之陷阱抓捕數量



圖六十四、106 至 111 年大型底棲魚類 NMDS 分析圖
(A) 以年份分群 (B) 以樣點分群。

表六十、以 PERMANOVA 分析年份間兩兩比較魚類物種組成（Bonferroni corrected p value）

年份	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2018	0.036*							
2019	0.0144*	1						
2020	0.0108*	0.1728	1					
2021	0.0288*	0.0324*	1	0.1728				
2022	0.0468*	1	1	1	0.036*			
2023	1	0.9	1	1	0.5292	1		
2024	0.1224	0.4896	0.3744	0.3888	0.1368	1	1	
2025	0.0144*	1	0.2952	0.8748	0.0252*	1	1	0.0864

**表 $p < 0.05$ 表六十一、以 PERMANOVA 分析樣點間兩兩比較魚類物種組成（Bonferroni corrected p value）

樣點	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W1'
W2	1									
W3	0.0055**	0.0165*								
W4	1	1	1							
W5	0.066	0.1265	1	1						
W6	0.077	0.1265	1	1	1					
W7	0.0275*	0.1155	1	1	1	1				
W8	0.748	0.55	1	1	1	1	1			
W9	0.022*	0.088	1	1	1	1	1	1		
W1'	1	1	1	0.9185	1	1	1	1	0.924	
W2'	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 $p < 0.05$ ；*表 $p < 0.01$

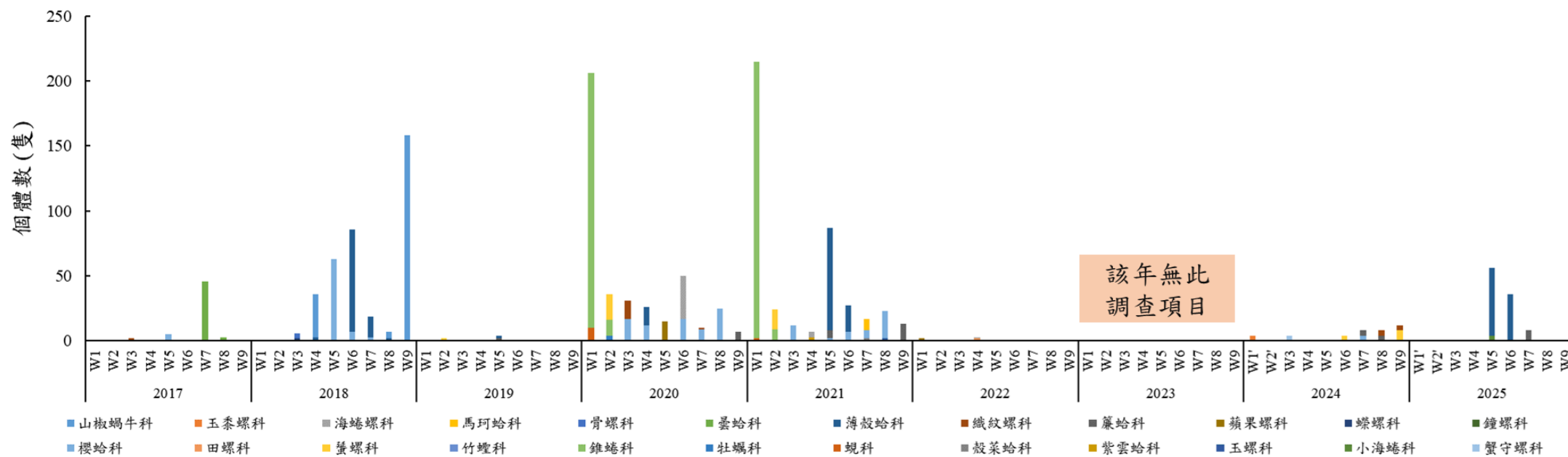
表六十二、歷年臺中區漁會提送清水區鰻苗漁獲量

單位：尾

捕撈期間							
106/11/01	107/11/01	108/11/01	109/11/01	110/11/01	111/11/01	112/11/01	113/11/01
-	-	-	-	-	-	-	-
107/03/31	108/02/28	109/02/29	110/02/28	111/03/31	112/02/28	113/02/29	114/02/28
9,568	18,804	24,049	22,784	9,344	6,740	10,635	45,935

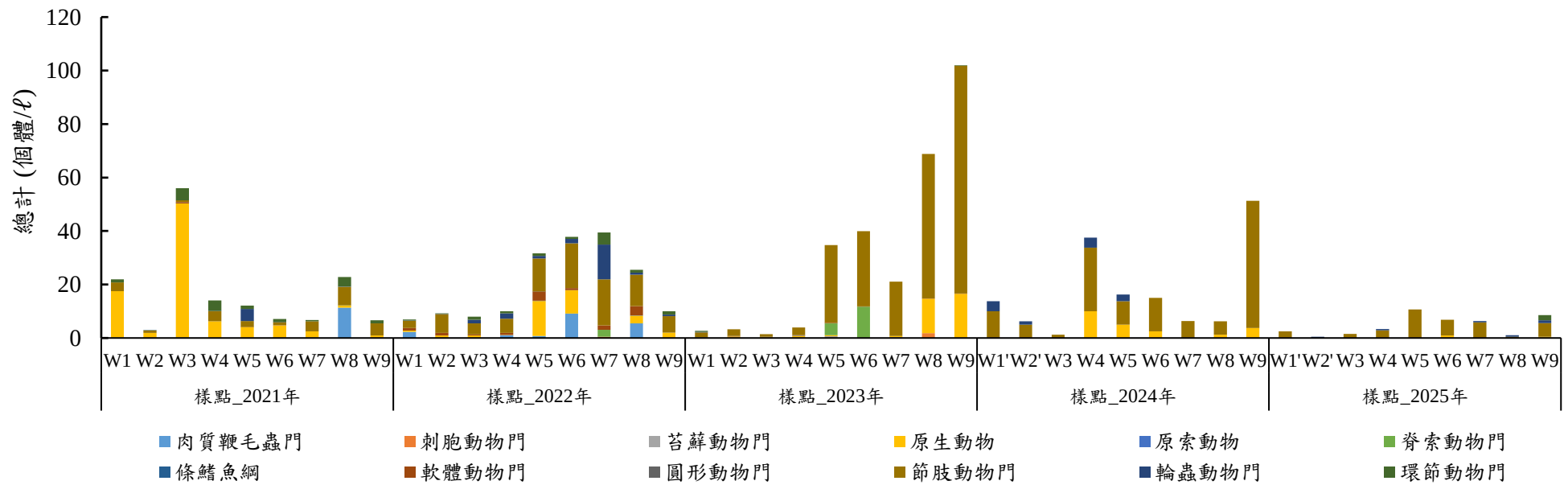
資料來源：114 年 5 月 9 日中市漁行字第 1140002437 號函

螺貝類的調查結果顯示，大多數的螺貝數量並不多，偶在某年度某樣點有較豐者，為多屬於機會生存的物種，在合適的條件下能快速生長繁衍，但也可快速消失，隨著季節的不同其所佔比例也有變化。由於螺貝類並非每年度調查（無螺貝類調查項目年度：107-108、111-112），且每年度調查方法並非一致，有些年度為樣框法，有些年度則為目視法，故歷年的調查結果並不能代表高美濕地整體的螺貝類狀況。依據 106 年起自 114 年的計畫資料結果，以錐蜷科和薄殼蛤科為優勢種，而分布最廣者，則以簾蛤科和織紋螺科為主。以樣點來看，樣點 W3 所調查到的科數最多，共曾記錄過 13 科（9 年總共調查到 24 物種），而個體數最豐的樣點則為樣點 W1，以錐蜷科記錄到 421 個體為最多（歷年樣點 W1 共調查到 441 個體）。

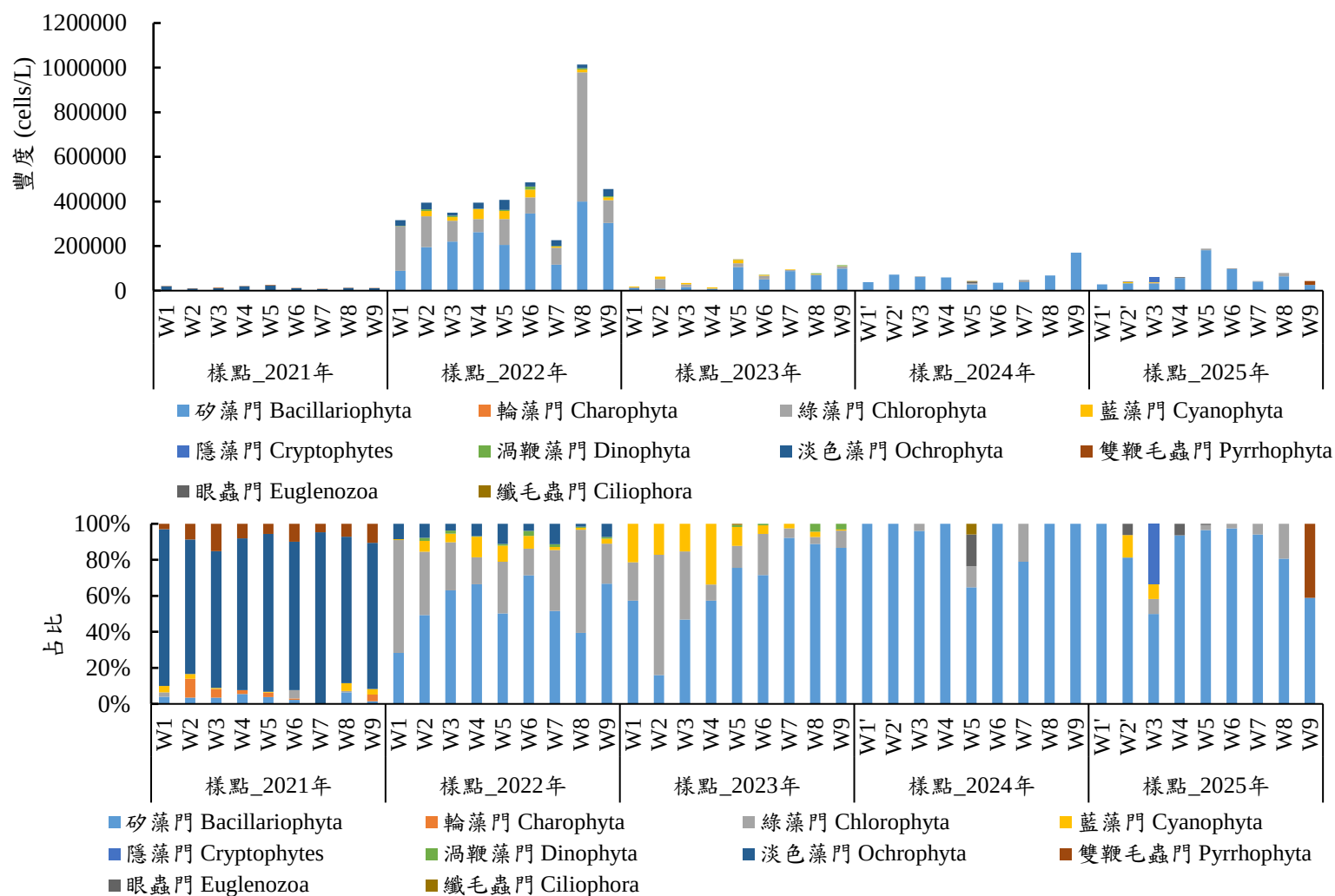


圖六十五、106 年至 114 年高美重要濕地螺貝類於各樣點之調查數量（分類單位為科）

浮游生物和螺貝類一樣並非每年度調查（有浮游生物調查項目年度：110-111 年度、111-112 年度、113-114 年度），在有調查數據的年份中，僅 111 年有一年 4 季次的結果，其餘年份僅一年 1 至 2 次，因此整體以年份呈現調查數據的結果僅供參考。檢視過去的調查結果（圖六十六），高美濕地的動物性浮游生物，以節肢動物為最大宗，幾乎是所有調查年份中的最優勢種。這些節肢動物大多是端足類、橈足類、水蚤、無節幼蟲等，少部分則為蝦類或蟹類的幼生。原生生物則是次優勢類群，大多為纖毛蟲動物。以樣點來看，樣點 W9 是有調查年份中，採集到最多動物性浮游生物的樣點，但樣點 W5 和 W7 則是記錄到較多類群的浮游性動物（10 類群），樣點 W9 雖然記錄到最豐個體數量，但僅有 6 類群被調查到，且以節肢動物的數量最豐，佔了樣點 W9 約 85% 的數量。高美濕地的植物性浮游生物調查結果（圖六十七）顯示，矽藻是該濕地數量最豐的類群，而綠藻則是次豐者，但 2021 年則以淡色藻為優勢種。檢視 2021 年的水質特性資料，發現該年份在鹽度、化學需氧量、氨氮、總凱氏氮以及總磷，在不同調查季次中皆有高於其他調查年份的情況。該年度的水質特性是否與淡色藻的數量有關，這部分並不清楚。以樣點來看，大多數樣點植物性浮游生物豐度差異不大；以年度來看，由於僅 2022 年有四季次的調查資料，因此該年度的豐度確實高於其他年份，而在 2022 年四季次的調查結果，矽藻的佔比與其他年份比起有稍微下降的現象，綠藻則稍稍提升，顯示調查頻度確實影響結果。



圖六十六、110 年至 114 年高美重要濕地動物性浮游生物於各樣點之調查數量



圖六十七、110 年至 114 年高美重要濕地植物性浮游生物於各樣點之調查結果。上圖為各年份各樣點不同類群之豐度，下圖為各類群豐度之佔比。

(四)歷年土壤硬度、淤砂標竿尺與 VBS-RTK 調查資料及土壤泥砂淤積變化之趨勢分析與淤積發展變化

＜歷年土壤硬度＞

彙整自 106 年起高美濕地之土壤硬度調查結果，如表六十三所示。歷年調查所採用之測線數量與測量深度略有差異，106-107 年度與 108-109 年度雖皆採 5 至 9 條測線進行測量，但部分年度未明確註記測量深度。自 107-108 年度起，逐步統一採用 kg/cm^2 為單位進行記錄，測深範圍多介於 4-12 cm 之間。109-110 及 110-111 年度則進一步將測深範圍改為 6-12 cm。111-112 及 112-113 年度未實施土壤硬度調查，113-114 年度重新進行調查，統一以 10 cm 測深及 5 條測線進行記錄。

整體而言，雖各年度於調查設計與測線數量略有調整，惟各期資料仍可用以分析特定區域之土壤壓實程度變化趨勢，惟需注意不同年度間測線位置與深度設計之差異性，避免直接比較所致之誤判，因此選定測量深度為 10-12 cm 區間之年度數據作為比對依據，且排除掉測線 H6 與 H7 之數據，確保各期數據在測量條件上具有相對一致性，106 至 114 年土壤硬度調查彙整如表六十三與表六十四所示。

表六十三、106 至 114 年土壤硬度調查彙整說明

年度	測量深度	單位	測線數量
106-107	無說明	mm	5
107-108	4 cm、12 cm	kg/cm^2	7
108-109	無說明	kg/cm^2	7
109-110	6、12 cm	kg/cm^2	9 (樣點數量與分佈與其他年度不同)
110-111	6 cm-12 cm	kg/cm^2	7
111-112	無硬度調查	--	--
112-113	無硬度調查	--	--
113-114	10 cm	kg/cm^2	5

表六十四、106 至 114 年土壤硬度調查數據彙整表

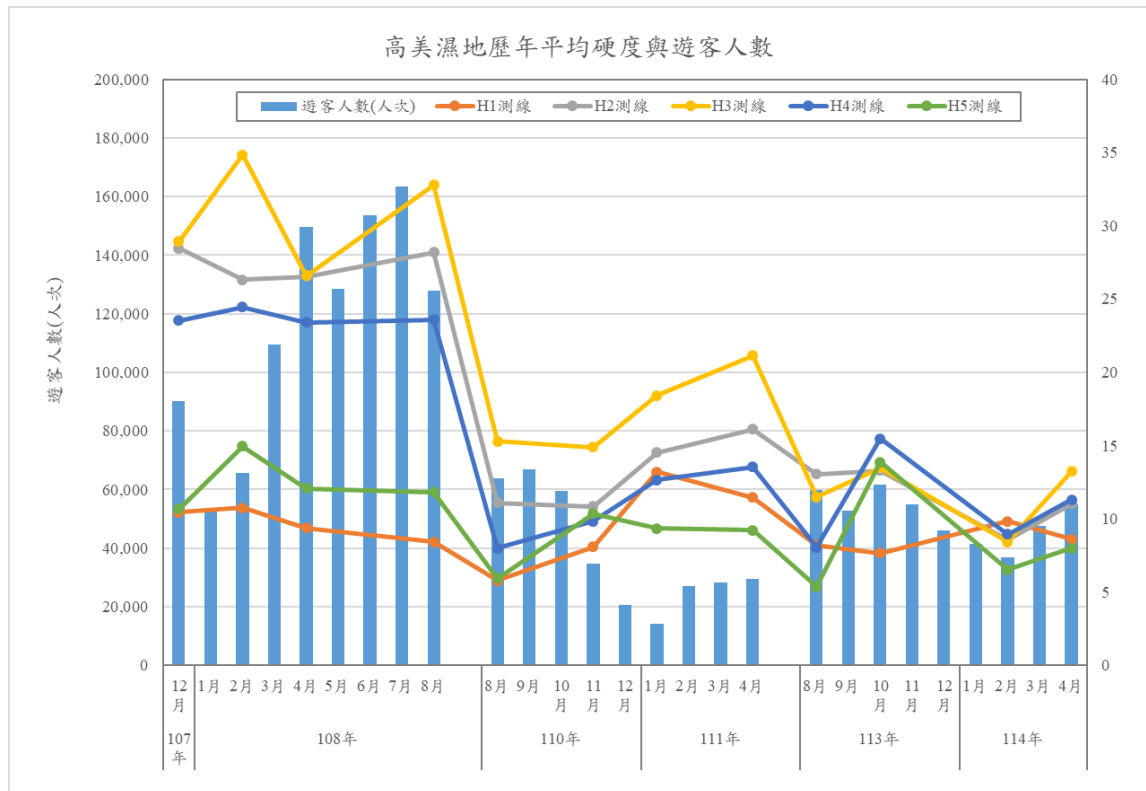
年度	月份 (月)	深度 (cm)	遊客人數 (人次)	測線				
				H1	H2	H3	H4	H5
107	12	12	90,144	10.44	28.46	28.92	23.52	10.66
108	2	12	65,570	10.75	26.31	34.83	24.45	14.94
	4	12	149,675	9.36	26.53	26.60	23.42	12.06
	8	12	127,845	8.41	28.19	32.78	23.58	11.81
110	8	12	63,782	5.78	11.08	15.29	8.00	5.95
	11	12	34,701	8.07	10.83	14.88	9.83	10.34
111	1	12	14,150	13.21	14.53	18.41	12.66	9.35
	4	12	29,309	11.44	16.12	21.15	13.55	9.23
113	8	10	59,766	8.20	13.05	11.47	8.05	5.35
114	10 月	10	61,659	7.66	13.31	13.47	15.46	13.87
	2 月	10	36,872	9.84	8.55	8.42	8.94	6.53
	4 月	10	54,799	8.59	11.03	13.23	11.29	8.00

107 年 12 月至 114 年 4 月間高美濕地五條測線（H1-H5）之土壤平均硬度與同期遊客人數變化趨勢如圖六十八所示。整體而言，108 年度為遊客踩踏頻率最高之年度，單月遊客人次常超過 12 萬，該年度期間，H2、H3、H4 測線之平均硬度皆出現顯著上升，尤以 H3 測線於 108 年 2 月達到 34.83 kg/cm² 之峰值，為調查期間之最大值。此外，自 110 年度起遊客人數明顯下滑，所有測線硬度亦同步下降，而隨著 113 年遊客量略有回升，硬度亦隨之升高。

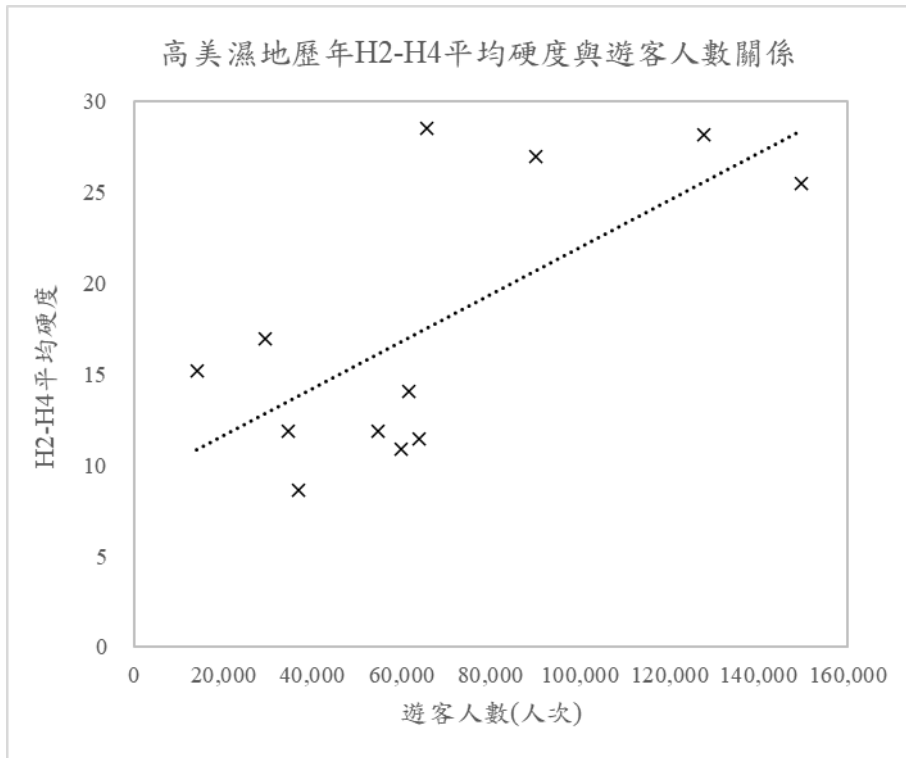
由圖六十八中可觀察到，H2 至 H4 測線之硬度變化幅度普遍大於 H1 與 H5 測線，顯示其對外部干擾反應較為敏感。由於 H2 至 H4 測線所處位置為一般遊客常行經或集中活動之主要通行區域，土壤長期承受較高之踩踏壓力，因此在高人流期間容易產生壓實現象。而 H1 與 H5 測線位處邊緣或受圍籬隔離區域，受人為干擾程度相對較低，硬度變異亦較穩定。

綜合分析結果顯示，土壤硬度於遊客壓力高峰期間顯著上升，尤其

在人為活動頻繁之測線（H2-H4）最為明顯，如圖六十九所示，兩者皮爾森相關係數為 0.68，呈中度正相關，說明土壤硬度與遊客人數具一定程度正相關性。



圖六十八、高美濕地歷年平均硬度與遊客人數比較圖



圖六十九、高美濕地歷年 H2-H4 平均硬度與遊客人數關係圖

＜歷年侵淤調查與分析＞

彙整 106 年起高美濕地之泥沙淤調查，如表六十五所示。歷年皆持續使用標竿尺方式進行淤沙量測，並自 107-108 年度起，逐步增列 VBS-RTK 方法以輔助調查，相關年度包含 107-108 年度、110-111 年度、111-112 年度及 113-114 年。其中，106-107 年度之淤沙標竿尺點位數量與樣點分佈與後續年度調查之樣點不同，113-114 年度於木棧道北側新增一樣點；另濕地環境資料庫無 119-110 年度之泥沙淤積之數據資料，故未納入綜整探討。另因現地環境條件變動，113-114 年度調整了 S1 測站之座標，並新增一測點 S16，以因應實際測量需求。

歷年淤沙標竿尺及 VBS-RTK 調查之年度變化量結果如表六十六、表六十七，及圖七十、圖七十一所示。

表六十五、106 至 114 年泥沙淤積調查彙整表

年度	測量方法		樣點數量
	淤沙標竿尺	VBS-RTK	
106-107	V		12 (樣點數量與分佈與其他年度不同)
107-108	V	V	15
108-109	V		15
109-110	V (無數據資料)		15
110-111	V	V	15
111-112	V	V	15
113-114	V	V	16 (S1 座標更動，增設 S16)

表六十六、107 至 114 年間淤沙標竿尺之年度變化量

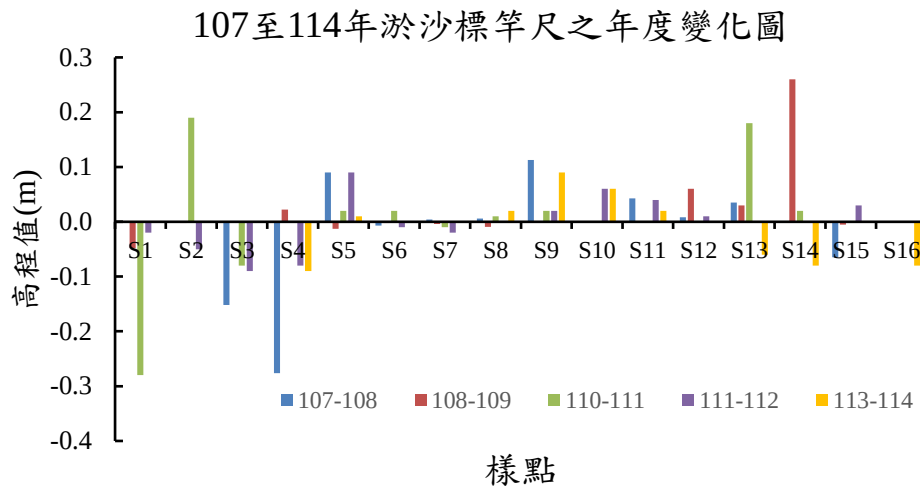
樣點	年度	107-108	108-109	110-111	110-112	113-114
	期間	107.11-108.08	108.11-109.08	110.08-111.04	111.08-112.04	113.08-114.04
		高程(m)	高程(m)	高程(m)	高程(m)	高程(m)
S1		*	-0.048	-0.28	-0.02	*
S2		*	-0.002	0.19	-0.05	*
S3		-0.152	-0.001	-0.08	-0.09	0.00
S4		-0.276	0.022	*	-0.08	-0.09
S5		0.09	-0.013	0.02	0.09	0.01
S6		-0.007	-0.002	0.02	-0.01	0.00
S7		0.004	-0.004	-0.01	-0.02	*
S8		0.006	-0.009	0.01	*	0.02
S9		0.113	*	0.02	0.02	0.09
S10		*	*	*	0.06	0.06
S11		0.043	0.001	*	0.04	0.02
S12		0.008	0.06	0	0.01	*
S13		0.035	0.03	0.18	*	-0.06
S14		*	0.26	0.02	*	-0.08
S15		-0.065	-0.005	*	0.03	*
S16						-0.08
最大侵蝕		-0.276	-0.048	-0.280	-0.090	-0.090
最大淤積		0.110	0.260	0.190	0.090	0.090

註: 正值為淤積，負值為侵蝕，“*” 為標竿尺重新佈放

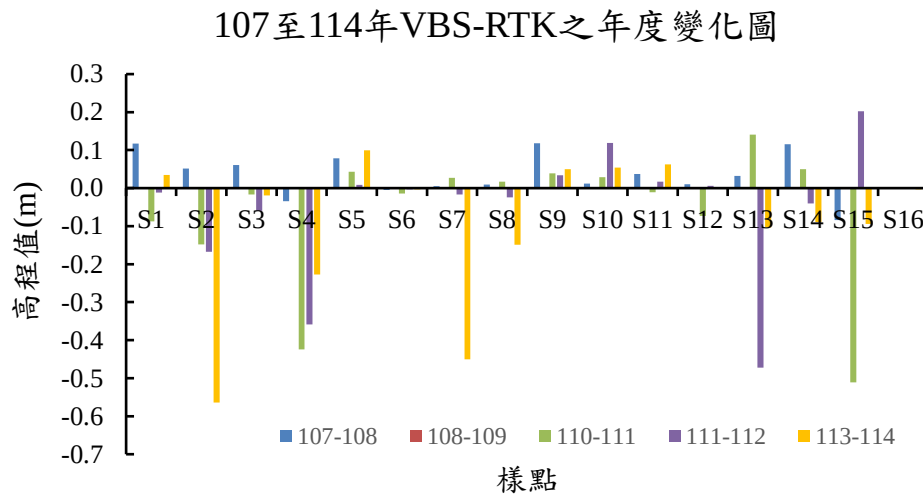
表六十七、107 至 114 年間 VBS-RTK 之年度變化量

樣點	年度 期間	107-108	108-109	110-111	110-112	113-114
		107.11-108.08 高程(m)	108.11-109.08 高程(m)	110.08-111.04 高程(m)	111.08-112.04 高程(m)	113.08-114.04 高程(m)
S1		0.117	--	-0.148	-0.167	0.035
S2		0.052	--	-0.017	-0.060	-0.564
S3		0.061	--	-0.424	-0.358	-0.019
S4		-0.034	--	0.043	0.008	-0.227
S5		0.078	--	-0.014	-0.003	0.100
S6		-0.005	--	0.027	-0.017	-0.003
S7		0.005	--	0.017	-0.024	-0.451
S8		0.009	--	0.039	0.034	-0.149
S9		0.118	--	0.029	0.119	0.050
S10		0.012	--	-0.011	0.017	0.054
S11		0.037	--	-0.073	0.006	0.062
S12		0.011	--	0.141	-0.473	0.001
S13		0.033	--	0.050	-0.040	-0.104
S14		0.115	--	-0.511	0.202	-0.089
S15		-0.084	--	-0.148	-0.167	-0.094
S16		--	--	--	--	-0.004
最大侵蝕		-0.084	--	-0.511	-0.473	-0.564
最大淤積		0.118	--	0.141	0.202	0.100

註：正值為淤積，負值為侵蝕，“--”為當年度無 VBS-RTK 量測



圖七十、107 至 114 年淤沙標竿尺之年度變化圖



圖七十一、107 至 114 年間 VBS-RTK 高程之年度變化圖

107 至 114 年淤沙標竿尺調查結果顯示，S1、S3 皆呈現侵蝕，S9、S10、S11、S12、S13、S14 則多呈現淤積。觀測期間，110-111 年度的 S1 出現最大侵蝕-0.280 m，108-109 年度的 S14 出現最大淤積量 0.26 m。107 至 112 年 VBS-RTK 調查結果顯示，S1、S2、S3 僅於 107-108 年呈現淤積，隨後 108-112 年皆呈現侵蝕，S4、S6 歷年皆呈現侵蝕，S5、S9、S10 歷年皆呈現淤積。107 至 114 年觀測期間，113-114 年度的 S2 出現最大侵蝕-0.564，111-112 年度的 S15 出現最大淤積量 0.202

m。

整體而言，107 至 114 年間之泥沙淤積調查結果顯示，高美濕地北側，受大甲溪口影響，S1、S2、S3 樣點整體呈現侵蝕，S4、S5、S6、S7、S8 歷年則為侵淤互現，高美濕地南側，鄰近清水大排注入處之 S9、S10、S11、S12 多呈現淤積之情況，S13、S14 則出現由早期淤積轉為近期侵蝕之情況，S15 歷年則多呈現侵蝕，仍需透過持續觀測以掌握其長期變化趨勢。

綜合比較 106 至 114 年泥沙淤積之調查結果，淤沙標竿尺雖具有較完整且長期的觀測資料，但受到外在環境影響，淤沙標準竿常因歪斜或遺失而需重新植入，可能造成定位座標的偏移；每年度 15 個樣點，最多可缺漏 4 個樣點數據，數據缺值占比最高達 26.67%。另標竿尺若坐落在較潮濕積水處，可能因泥土較軟，致使淤沙標準竿向下沉陷，產生淤沙標竿尺數據上升之情況，可能造成泥沙淤積評估之落差，故仍建議以 VBS-RTK 之數據做為泥沙淤積情況的主要參考。在工作會議中委員所提及的以光學雷達測量，用以瞭解高美濕地地貌的變化所需之費用，經詢價後為近 250 萬元。其詢價費用報價單附於附錄十一，提供相關單位未來規劃計畫之經費參考。

(五)濕地內生態變遷及未來可能面臨之課題及因應對策

<課題與對策>

針對高美濕地內的變遷，主要還是以淤沙及濕地逐漸朝陸化方向進行為主。可能面臨的課題大致可分為幾點，以下為各課題與其因應對策：

- (1) 雲林莞草分布逐漸遠離海堤往西部移動。靠近海堤側濕地逐漸陸化，並由蘆葦、鹽地鼠尾粟等取代。

對策：由於雲林莞草原生棲地受到濕地陸化與植被演替影響，像是泥沙淤積與水文改變，因此近海堤一側逐漸由蘆葦與鹽地鼠尾粟等陸生優勢種取代。建議由延緩陸化進程、強化並復育雲林莞草、水

文與鹽度調節、監測與管理等方面著手。延緩陸化進程部分，可考慮適度疏浚灘地上靠近堤岸的潮溪，增加水體交換頻率與鹽度，將有助於維持雲林莞草適宜的濕鹽環境。另外，在雲林莞草和入侵種互花米草混生的棲地，可適度移除或以黑布覆蓋互花米草，用以抑制其擴張。強化並復育雲林莞草部分，可考慮在其合適的棲地範圍中（鹽度適中處）人工補植，建立生長帶，以增加族群密度和競爭力。最後，定期監測調查雲林莞草的分布範圍及面積，以掌握其動態及植物變化，此部分臺中市政府已於2012年至2024年執行多年，並持續進行（各年份報告書詳如參考資料所示）。亦可微調整核心區、緩衝區的範圍，以配合目前的雲林莞草分布變化。

- (2) 逐漸陸化的棲地環境較適合入侵種互花米草，以及非現地原生種的水筆仔擴張其範圍，以致於濕地內原生植物逐漸減少，大型底棲蟹類多樣性降低。

對策：其因應對策可由生態保育、棲地管理與人為干預等方面來著手。生態保育部分，建議優先保育原生濕地物種，並評估是否可人工復育原生植物，改善棲地並強化原生植物的競爭力。在控制與管理入侵種/非原生種的部分，互花米草可採取割除（人工或機具）、割除後覆蓋黑網用以遮蔽光線等方式抑制互花米草生長及擴張。這部分臺中市政府已執行多年，且成效可見，建議持續每年執行之。而高美濕地的水筆仔非為原生水筆仔，除了需停止更進一步種植之外，需拔除幼苗，或以機具逐步移除成體，使其維持原本的開闊泥灘地或是草澤濕地，維持濕地原本的棲地多樣性。而棲地多樣化的維持，也等同於能提高區域內的生物多樣性。在水文或地形部分，若欲控制陸化的速度，可考慮透過疏濬等延緩陸化的過程。最後建議建立長期監測系統，針對濕地上的植物變化、大型蟹類多樣性、水質、淤沙等固定樣點進行年度監測，作為濕地經營管理的依據，這部分國家公園署與臺中市政府已執行近9年，且持續執行中。同

時建議配合環境教育，生態導覽，以及廣邀在地社區參與，提升當地社區對濕地的認同與支持，此部分國家公園署與臺中市政府同樣執行多年，並持續推進中。建議不同補助計畫可做不同運用，例如臺中市政府的補助計畫可用於教育單位的學生環境教育與生態導覽，而國家公園署的補助計畫則可用於進階生態導覽人員的培訓或是自然學科相關教師的專業知識補充等，將更有利於濕地環境教育的推進。

- (3) 沿堤岸生長的入侵種銀合歡生長範圍逐年擴大，對濕地生態系統造成諸多負面影響，包括抑制本土植物、改變當地植物組成、擾亂種子庫，且容易於人類活動區域擴張其範圍。

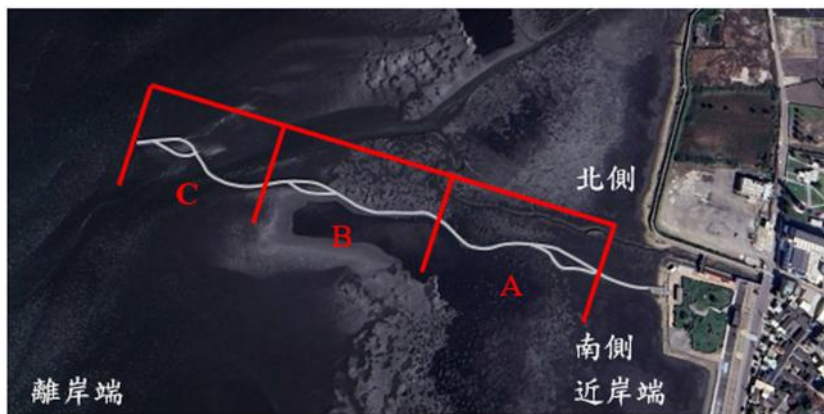
對策：由於銀合歡會形成密集的單一植物群落，並會分泌一種「含羞草毒」(mimosine)的相剋化學物質釋放至四周棲地，抑制周圍植物生長。本土植物生長容易受到其壓抑，甚至死亡凋萎，降低當地生物多樣性，對於臺灣原生物種危害甚大。且銀合歡結果量大，土壤內富含大量之種子庫，其植株在砍伐後擁有更強勢的萌芽更新能力，以上皆使得移除銀合歡的難度提升。依據林試所對恆春半島移除銀合歡的建議內容（王相華與洪聖峰，2021），提供其中可供高美濕地銀合歡的參考要點：(1) 移除前確認分布範圍、面積及環境狀態（包括：地形、交通可及性、純林或與其他樹種混生等）(2) 選擇移除作業方式，採機械或人工進行皆伐或擇伐的作業，是否設置緩衝之保護帶，以提供防風、水土保持等(3) 造林苗木選擇，依移除地栽植適地的苗木物種。有關於高美濕地銀合歡進一步的移除作業建議，統一陳述於六、結論與建議(七) 銀合歡移除須注意事項與相關建議一節中。

<濕地內環境與生態變遷>

高美濕地在日治時期（1932 年 8 月）高美海水浴場正式開場啟用，

為當時清水地區重要的名勝據點，至 1976 年因為臺中港北攔沙堤的修築造成河沙加速淤積，進而關閉海水浴場。1996 年 10 月，海渡發電廠擬於臺中港北防風林區興建火力發電廠，有引發濕地生態遭破壞的危機，因此保育團體及當地民眾展開高美濕地保護活動直至海渡發電廠因財務危機而停止建廠計劃。在眾人奔走下，2004 年臺中縣政府正式公告劃設高美濕地為「高美野生動物保護區」，內政部國家公園署於 2007 年評選高美濕地為國家級重要濕地。2014 年完成灘地上木棧道的修建且正式對外開放。該木棧道長達 691 公尺，由堤岸旁的解說半島開始，穿越整個灘地，沿途經過核心區、緩衝區與永續利用區。木棧道於建立迄今，對於高美濕地是否有影響，本團隊透過侵淤調查的結果，針對高美濕地木棧道兩側泥沙淤積情況進行初探，期能透過現地調查作業，瞭解木棧道南北兩側泥沙淤積之變化情況，作為高美濕地淤積問題研擬策略之參考。

木棧道由近岸段至離岸端大致分區分為 A、B、C 三區，並依照木棧道上木板標記之編號進行現地調查工作，以伸縮箱尺量測底部泥沙與木棧道間之高度差，其調查位置，如圖七十二所示。



圖七十二、木棧道兩側淤積調查位置示意圖

計畫執行期間，分別於冬、夏兩季（113 年 8 月、114 年 2 月）進行木棧道兩側泥沙淤積之量測工作，冬、夏兩季木棧道兩側泥沙淤積之調查結果如表六十八、圖七十三至圖七十六所示。

現地調查結果顯示，調查期間，木棧道北側橋面與泥土面間之高度，夏季介於 62.00 至 137.90 cm，冬季則介於 60.30 至 119.00 cm；木棧道南側橋面與泥土面間之高度，夏季介於 58.90 至 131.50 cm，冬季則介於 52.70 至 122.20 cm 之間。其中，木棧道標號 2200 至 2800 處（離岸端 C 區）之南北兩側樣點，在冬、夏兩季間呈現較明顯的泥沙高程差異，於冬、夏兩季之泥沙淤積高層差異較大，推測可能受橋墩下方積水所影響所致。

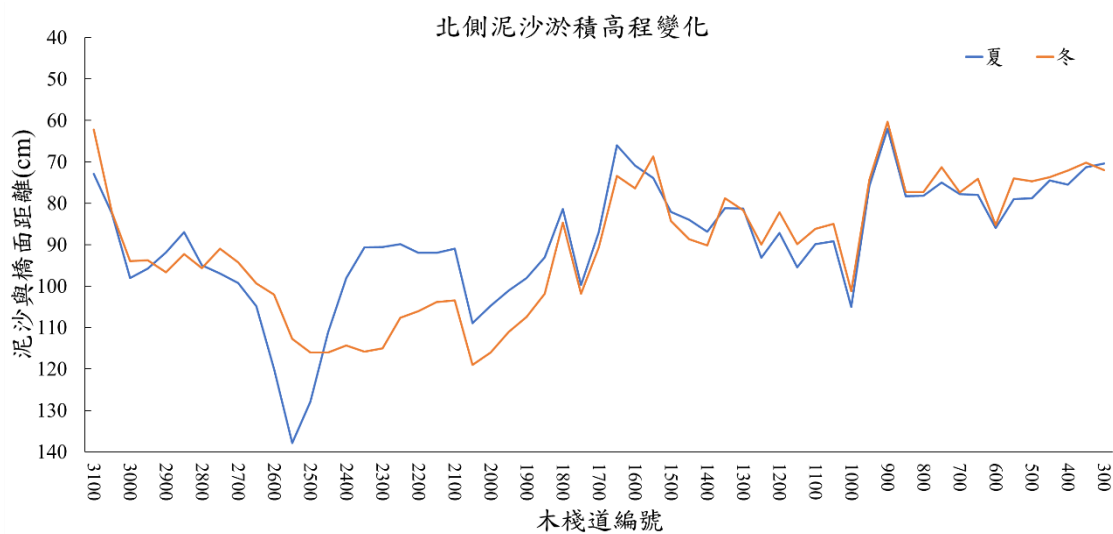
綜合分析年平均高度，木棧道北側橋面與泥土面間之年平均高度介於 61.15 至 125.30 cm，南側年平均高度介於 55.80 至 117.45 cm，北側侵蝕情況略高於南側。依據「臺中市高美地區解說站服務設施工程解說及棲地棧道工程（第一期）」資訊可知，木棧道橋面與泥土面間之高度餘裕量設定在 70 至 90 cm 之間。若以 90 cm 為基準，近岸 A 區橋面與泥土面間之距離已低於設計餘裕量，顯示近岸 A 區有較明顯的淤積現象。相較之下，受地形、波浪、水流之影響，離岸端 C 區淤積高程較近岸端偏低，木棧道南北兩側之淤積變化趨勢，並無顯著差異。

本年度僅於冬夏兩季進行二次的初步調查，建議規劃長期之定期觀測工作，避免因單一事件（如颱風、降雨）影響木棧道兩側泥沙淤積之年度調查結果，藉以進一步瞭解木棧道兩側之侵淤趨勢，並瞭解現況環境變動對泥沙淤積之影響。

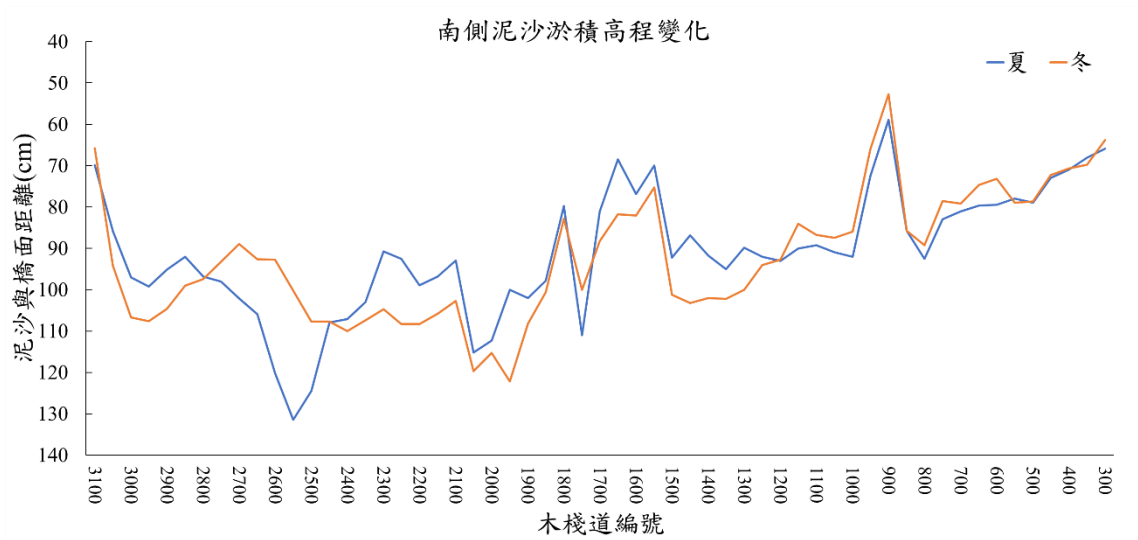
表六十八、木棧道兩側泥沙淤積調查結果

木棧道橋面與泥土面間之高度(cm)				
季節	夏季 113 年 8 月		冬季 114 年 2 月	
木棧道分區/木板編號	北側	南側	北側	南側
近岸 A 區	300	70.40	65.90	72.00
	350	71.30	68.10	70.20
	400	75.50	71.00	72.10
	450	74.50	73.00	73.70
	500	78.80	79.00	74.70
	550	79.00	78.00	74.00
	600	86.00	79.50	85.30
	650	78.00	79.70	74.10
	700	77.80	81.00	77.40
	750	75.00	82.90	71.30
	800	78.20	92.50	77.30
	850	78.30	85.70	77.30
	900	62.00	58.90	60.30
	950	75.80	72.50	74.30
	1000	105.00	92.00	101.20
	1050	89.20	90.90	85.00
	1100	89.90	89.20	86.20
	1150	95.50	90.00	89.90
	1200	87.20	93.00	82.20
B 區	1250	93.20	92.00	90.00
	1300	81.30	89.80	81.70
	1350	81.20	95.00	78.80
	1400	86.90	91.70	90.20
	1450	84.00	86.80	88.70
	1500	82.10	92.20	84.30
	1550	73.90	70.00	68.70
	1600	70.90	76.90	76.40
	1650	66.00	68.50	73.40
	1700	87.00	81.00	90.70
	1750	99.70	111.00	101.80
	1800	81.40	79.80	84.70
	1850	93.10	97.80	101.80
	1900	98.00	102.00	107.40
	1950	101.00	100.00	111.00
	2000	104.70	112.30	116.00
	2050	108.90	115.20	119.00

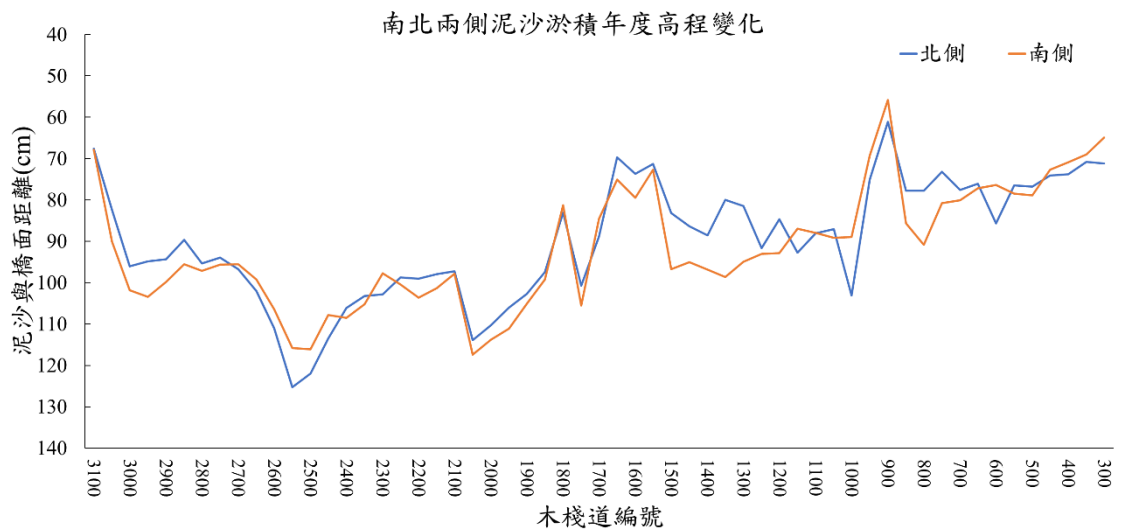
離岸C區	2100	91.00	92.90	103.40	102.70
	2150	92.00	96.80	103.80	105.80
	2200	92.00	98.90	106.00	108.30
	2250	89.90	92.50	107.60	108.30
	2300	90.60	90.70	115.00	104.70
	2350	90.70	103.00	115.80	107.40
	2400	98.00	107.10	114.30	110.00
	2450	111.10	107.90	116.00	107.70
	2500	127.90	124.50	116.00	107.70
	2550	137.90	131.50	112.70	100.20
	2600	120.00	120.20	102.00	92.70
	2650	104.80	105.90	99.30	92.60
	2700	99.20	102.10	94.30	88.90
	2750	96.90	98.00	91.00	93.20
	2800	95.00	96.80	95.70	97.40
	2850	87.00	92.00	92.30	99.00
	2900	91.90	95.10	96.70	104.60
	2950	95.80	99.20	93.80	107.60
	3000	98.00	97.00	94.00	106.70
	3050	82.50	85.80	82.20	94.20
	3100	72.90	69.90	62.20	65.80
	MIN	62.00	58.90	60.30	52.70
	MAX	137.90	131.50	119.00	122.20



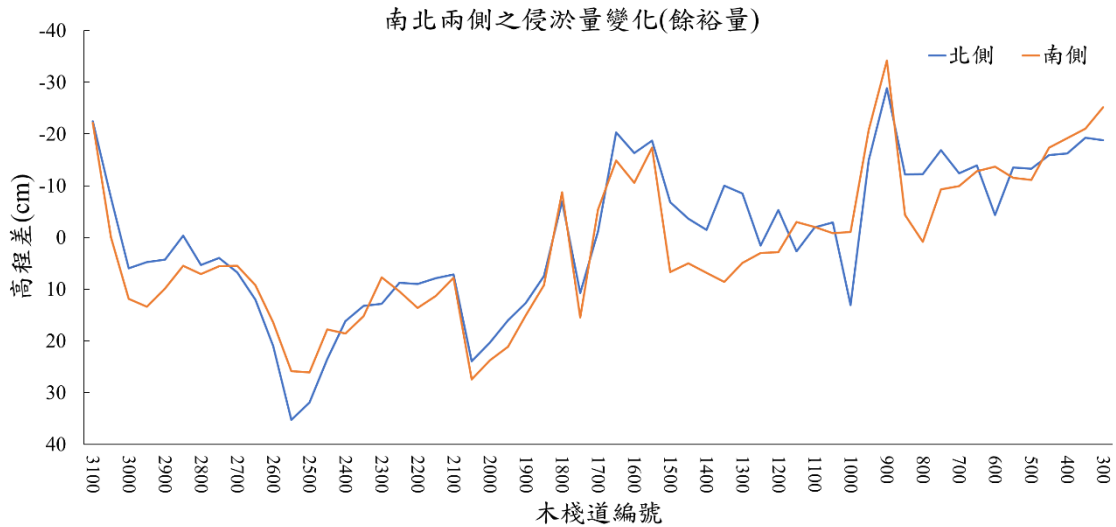
圖七十三、木棧道北側淤積高程變化



圖七十四、木棧道南側淤積高程變化



圖七十五、木棧道兩側泥沙淤積年度高程變化



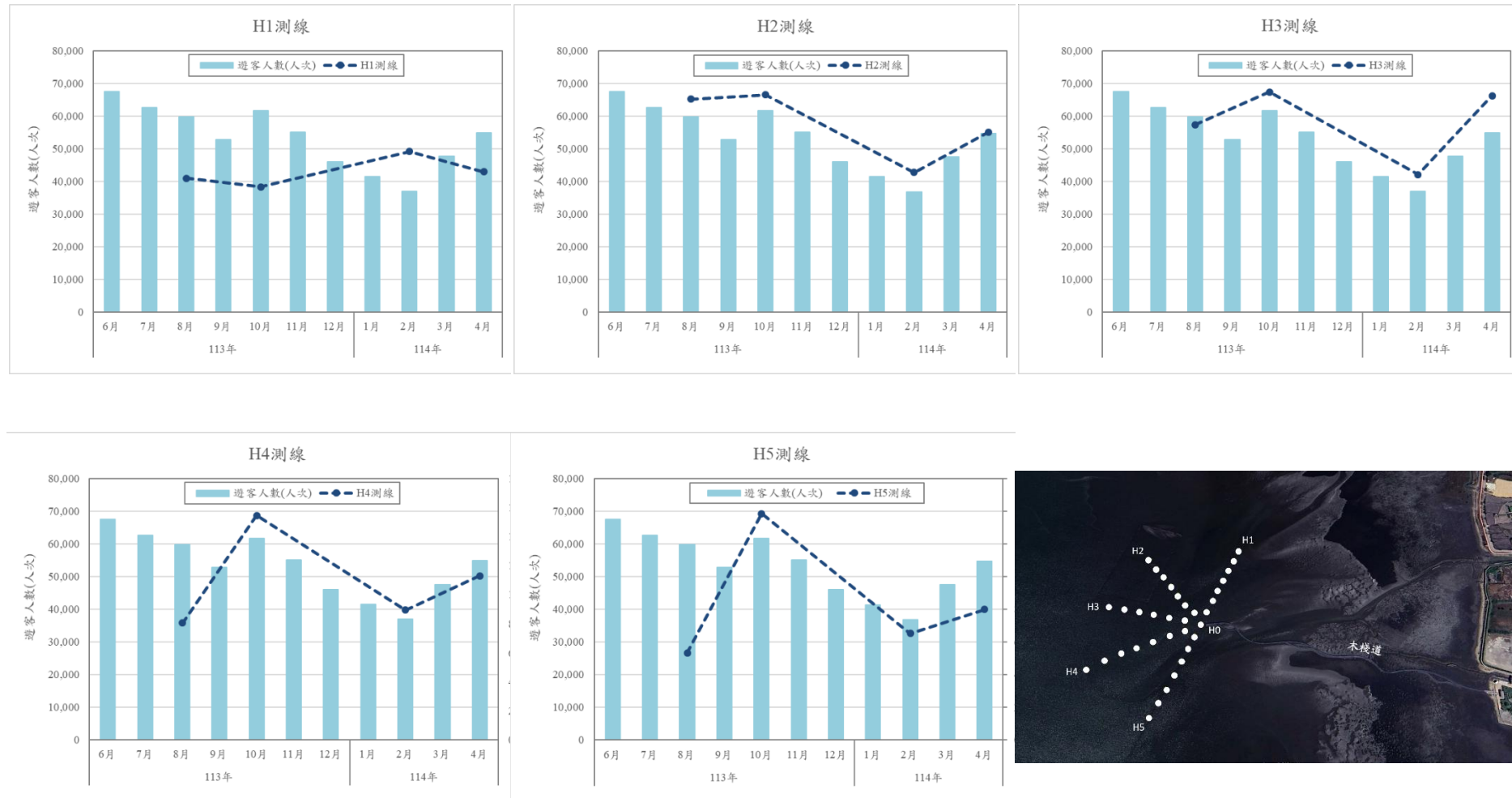
圖七十六、木棧道兩側之侵淤量變化

另外，高美濕地大量的遊客經由木棧道進入灘地後，過度的踩踏是否對濕地底質硬度造成影響，本團隊針對 113 至 114 年度之五條硬度調查之測線（H1-H5）量測結果，將其與同期遊客人數進行比對，以探討遊客活動對土壤物理性質的潛在影響，其結果如圖七十七所示。

從時間序列與各測線硬度變化趨勢分析可發現，測線所在區域之空間開放性與人流接觸頻率為影響土壤硬度變異的重要因素。位於主要動線、遊客可自由通行的 H2、H3、H4 測線，其土壤硬度變化與人流流量變動呈現高度相關性。以 H4 測線為例，在 113 年 10 月遊客數達高峰（逾 6 萬人次）時，其土壤平均硬度升至 15.46 kg/cm²，為所有測線中最高值，顯示遊客集中踩踏對該區土壤壓實效應極為顯著。相對來說，進入淡季（如 114 年 2 月）後，遊客人數下降至 3 萬多人次，土壤硬度亦同步回落至約 9 kg/cm² 以下，顯示土壤硬度與人流變化呈同步變動趨勢。而 H1 與 H5 測線設有圍籬，為管制進入區域，一般遊客無法直接進入。土壤硬度變化則較與遊客人數無明顯關係。

除了人為踩踏因素外，自然環境條件（如颱風、潮汐變化及風力作用）以及設施開放狀況，亦可能對濕地土壤硬度產生顯著影響。如：113 年 9 月 9 日至 9 月 23 日期間，高美濕地因木棧道維修暫停開放，

其遊客人次短暫減少，可能對局部區域之土壤壓實程度有所舒緩，另 113 年 9 月 29 日至 10 月 4 日，山陀兒強烈颱風襲臺，可能再次造成上部土壤再沉積、與土壤再分佈，進而影響秋季測值之穩定性。建議未來調查可同步監測土壤含水率、紀錄重大氣象事件與高美濕地管理情況…等資訊，以利更全面解析自然與人為因素對濕地土壤環境所造成之影響。



圖七十七、H1-H5 測線遊客人數與土壤硬度比較圖

另外，針對高美濕地泥沙侵淤與雲林莞草間的關係分析，檢視雲林莞草歷年的生長面積變化（表六十九）資料，本年度研究團隊選取 2023 及 2024 年當年份雲林莞草面積最大之月份（2023/09 與 2024/09）圖層，搭配當時泥沙侵淤變化進行比較，如圖七十八與圖七十九所示。

比較結果發現，兩年度雲林莞草分布面積無明顯變化，而鄰近雲林莞草之泥沙監測樣點亦是，顯示該區植物覆蓋應已具有一定穩定性，且具有良好固沙能力，進而提升其對外在擾動（如潮汐、水流變化）之抵抗力。

此外，鄰近雲林莞草樣區之泥沙監測點多數變化不大，僅 S1 與 S15 兩站出現顯著變動。S1 由侵蝕轉為淤積，研判其可能受大甲溪出水量與搬運能力變化所影響，當地區域水動力條件改變時，可能導致沉積速率上升；而 S15 則由淤積轉為侵蝕，推測可能受到清水大排出流或區域水力沖刷增強影響，導致底質流失。

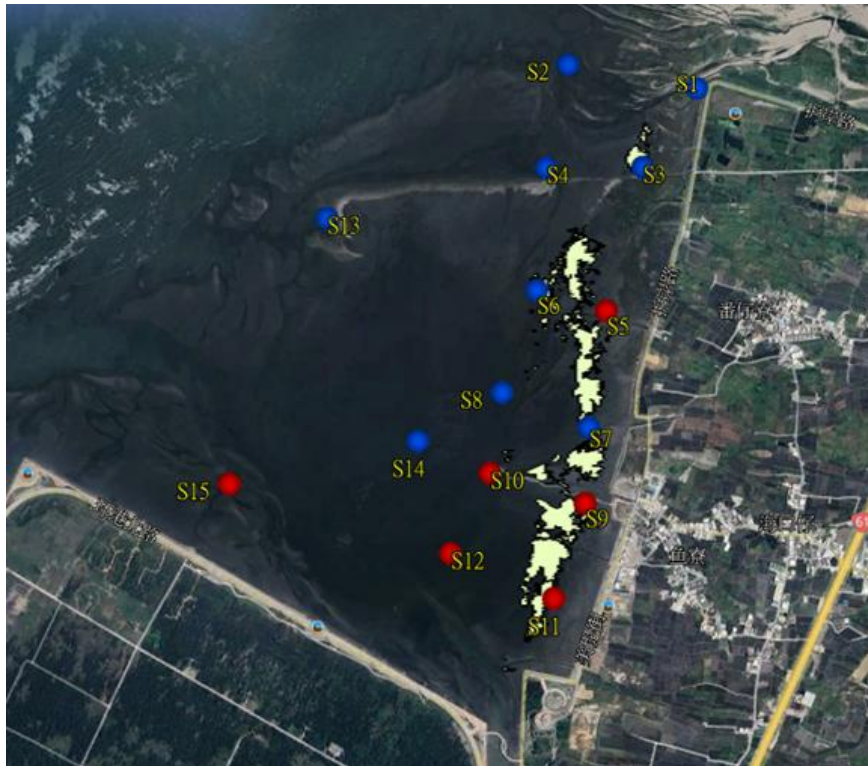
表六十九、2012 年至 2024 年雲林莞草 3-11 月生長面積變化

(單位：公頃)

	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
2012 年	10.37	14.99	23.09	25.14	25.37	23.07	24.36	23.46	
2013 年	14.26	20.84	25.72	24.47	23.76	22.89	22.61	19.29	
2014 年	16.72	21.79	25.56	26.12	26.22	25.06	24.90	18.08	
2015 年	7.28	16.39	20.02	21.87	23.27	24.66	23.81	19.27	
2016 年	-	20.14	25.09	25.71	26.16	24.49	19.82	13.27	
2017 年	0.92	13.70	19.91	23.44	24.39	24.61	21.89	14.92	3.81
2018 年	8.82	15.22	18.78	20.40	20.79	20.33	19.58	17.86	3.80
2019 年	1.48	9.57	18.77	21.53	22.59	22.62	22.75	20.52	4.52
2020 年	1.79	4.96	10.18	13.21	16.03	15.08	12.87	10.98	3.34
2021 年	0.59	5.21	7.45	8.92	10.50	11.87	12.48	12.31	8.03
2022 年	5.05	11.23	13.89	14.80	16.16	17.05	17.16	11.40	1.25
2023 年		3.13	9.31	10.58	11.88	12.59	13.22	12.50	
2024 年	2.79	5.48	8.70	10.87	12.97	13.36	13.98	13.04	

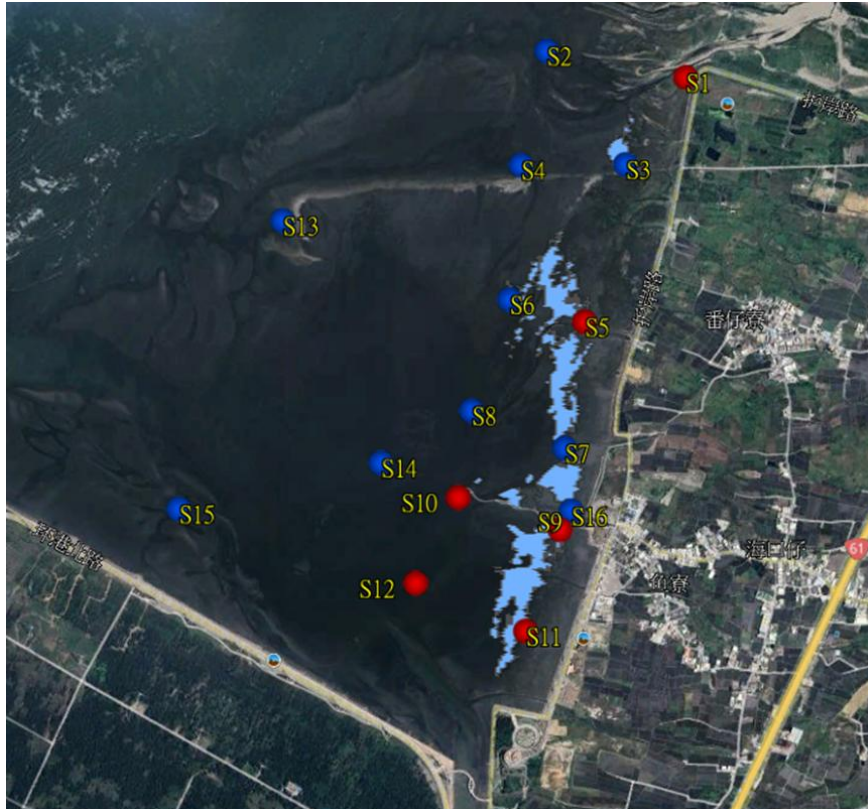
備註：

1. 資料來源：高美野生動物保護區資源監測計畫，臺中市政府，2012-2024
2. 粗體字為各年雲林莞草分布面積最大的月份；欄位內以「-」標示表示當月未收集到資料；欄位內以「空格」標示表示當月沒有雲林莞草分布。



圖七十八、2023 年 9 月雲林莞草面積與泥沙侵淤變化圖

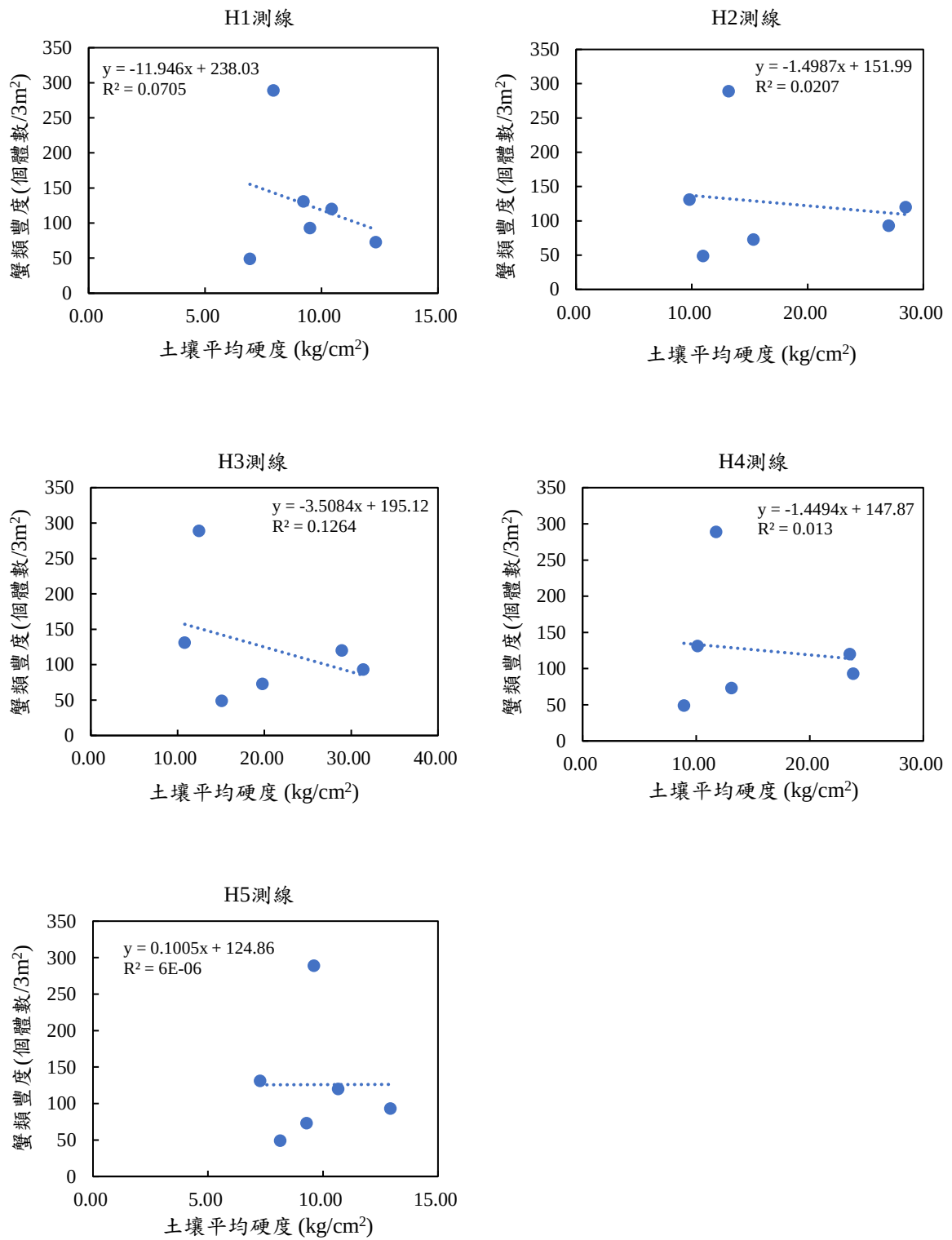
（紅點為淤積；藍點為侵蝕）



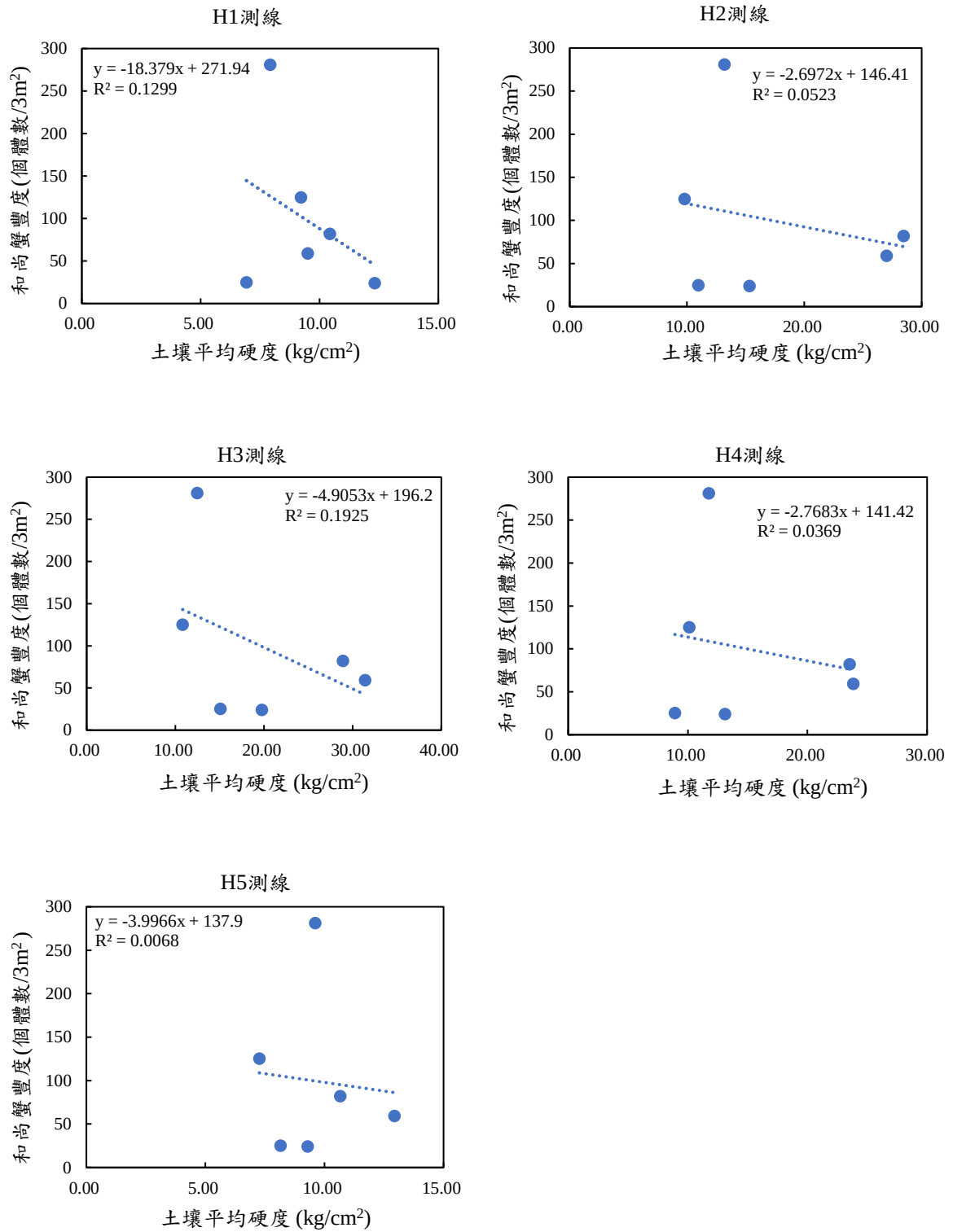
圖七十九、2024 年 9 月雲林莞草面積與泥沙侵淤變化圖

（紅點為淤積；藍點為侵蝕）

在水域生物與土壤硬度間的關聯性分析部分，以硬度與底棲蟹類間的關係進行分析。距離土壤硬度調查點最近的水域生物樣點為 W7，其餘水域生物樣點皆距離甚遠無法做比較。分析歷年的土壤硬度數據，以及該年份之水域生物調查樣點 W7 的總個體數及最優勢種（短指和尚蟹）間的關係，無論是硬度和總個體數（圖八十），或是硬度和最優勢種個體數（圖八十一），皆顯示兩者間為負相關，亦即當土壤硬度越大，螃蟹個體總數，以及短指和尚蟹總數皆越低。



圖八十、歷年水域生物 W7 樣點中的大型底棲蟹類豐度與鄰近區域土壤平均硬度之間的回歸關係圖。H1 至 H5 測線見圖三十三。



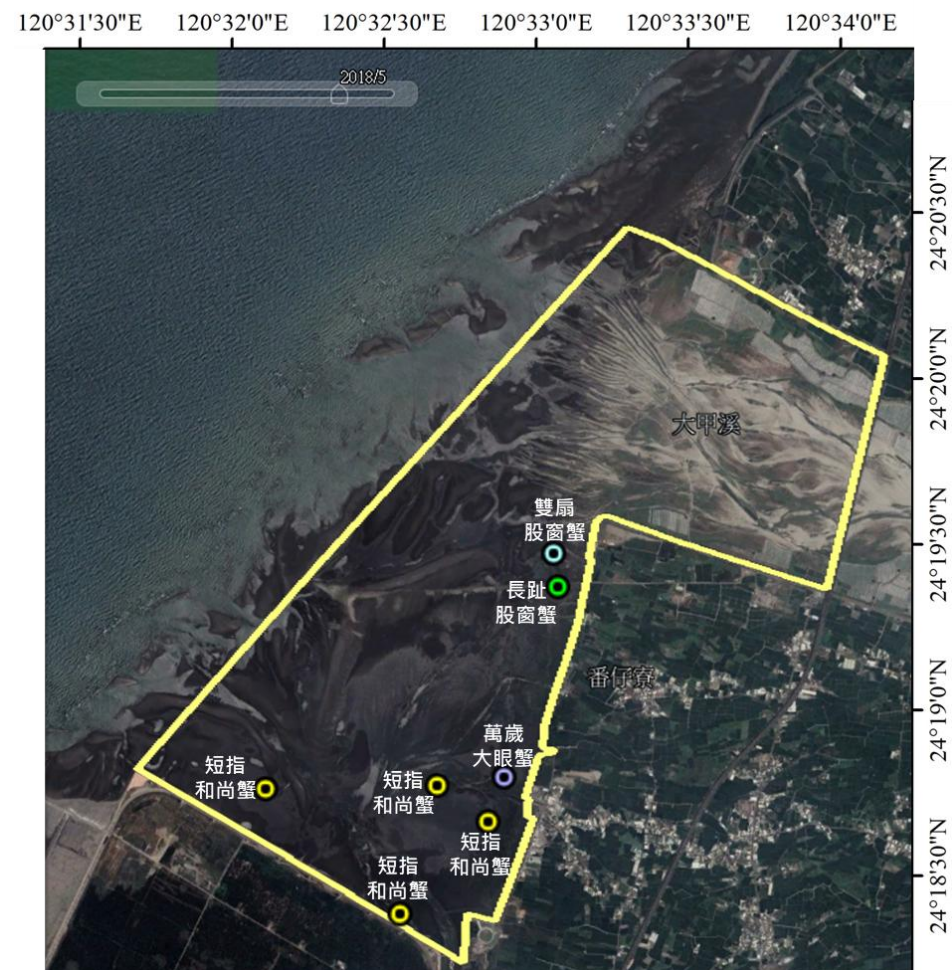
圖八十一、歷年水域生物 W7 樣點中的最優勢物種短指和尚蟹豐度與鄰近區域土壤平均硬度之間的回歸關係圖。H1 至 H5 測線見圖三十三。

生態變遷部分，以下針對大型蟹類優勢種，檢視其在高美濕地的變化。自 2017 年至 2025 年止，大型底棲蟹類於高美濕地各水域生物調查樣點的優勢種的變化如圖八十二所示。整體來看，高美濕地的蟹類優勢種一直是以短指和尚蟹和乳白南方招潮為主，雖然年度間不同樣點兩物種偶會互換，但整體變化不大。2017 年至 2021 年，大多數樣點以由於底棲蟹類的物種分布和底質關聯性較高，尤其易受底質的中值粒徑，以及篩選度/篩選係數影響（彰化縣政府，2019；彰化縣政府，2020；彰化縣政府，2021；彰化縣政府，2022；彰化縣政府，2023；彰化縣政府，2024）。檢視 9 處水域生物調查樣點，多數樣點目視皆屬於沙泥混合且開闊無植被覆蓋的棲地類型（樣點 W5、W7、W8、W9），少部分則屬於沙泥混合但有少量或部分灘地覆有草澤的棲地類型（樣點 W3、W4、W6），而樣點 W1、W2 以及今年變更位置的 W1'和 W2'，則和前述樣點較為不同，屬於較易受到潮汐與河水衝擊的區域，其底質環境較不穩定，且灘地範圍較為侷限，因此長年少有底棲蟹類的出沒紀錄。建議未來可加以採樣與分析水域生物調查樣點的底質中直粒徑與篩選度，以利檢視是否底質特性是否有所改變，進而影響底棲蟹類的分布與組成。

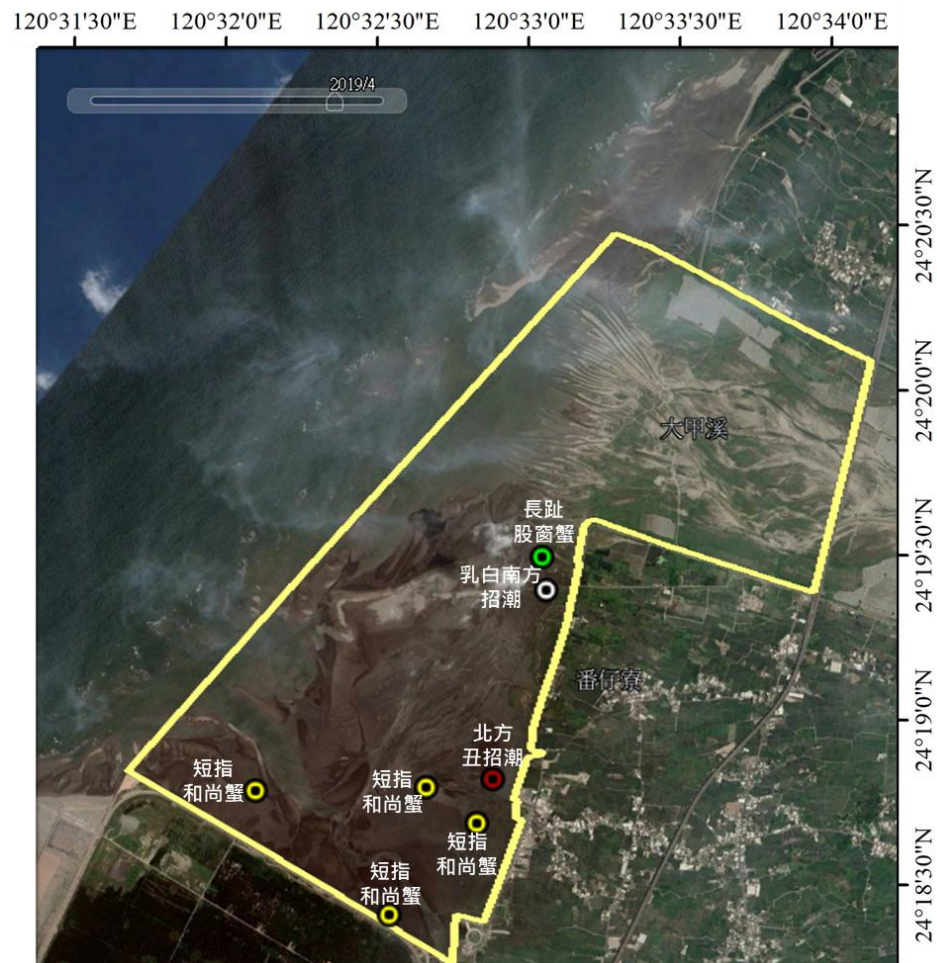
(A) 2017



(B) 2018



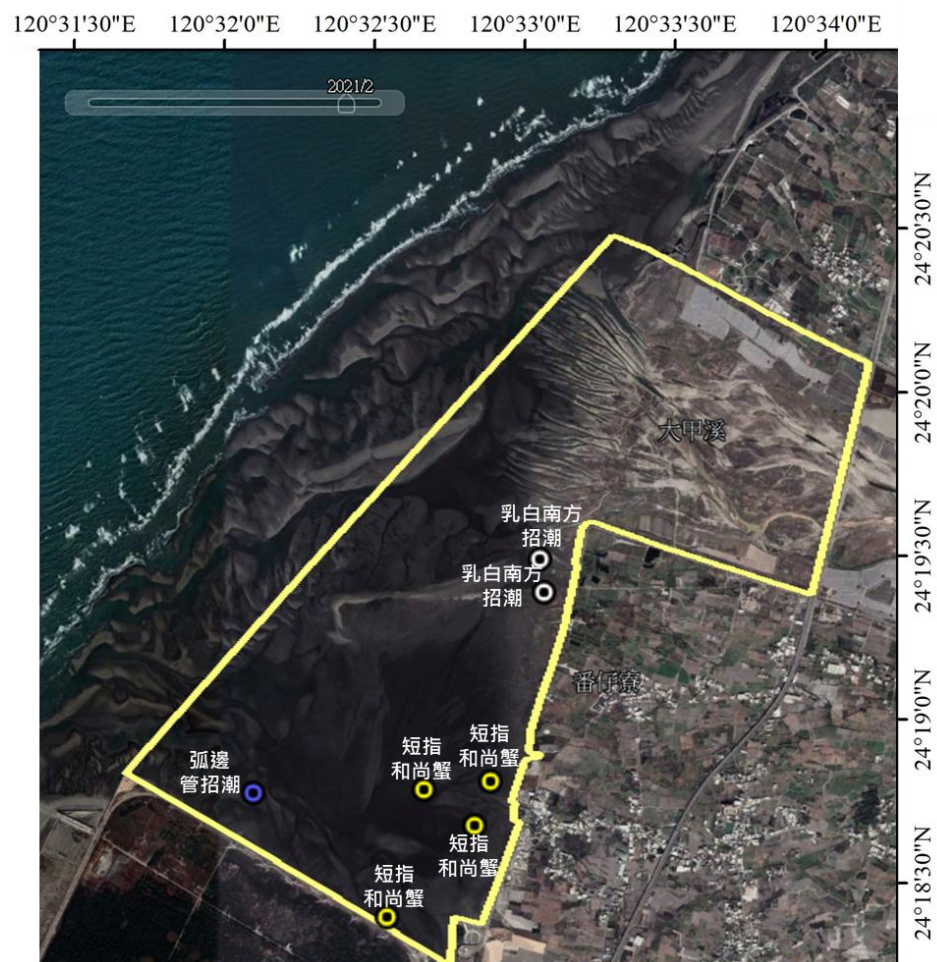
(C) 2019



(D) 2020



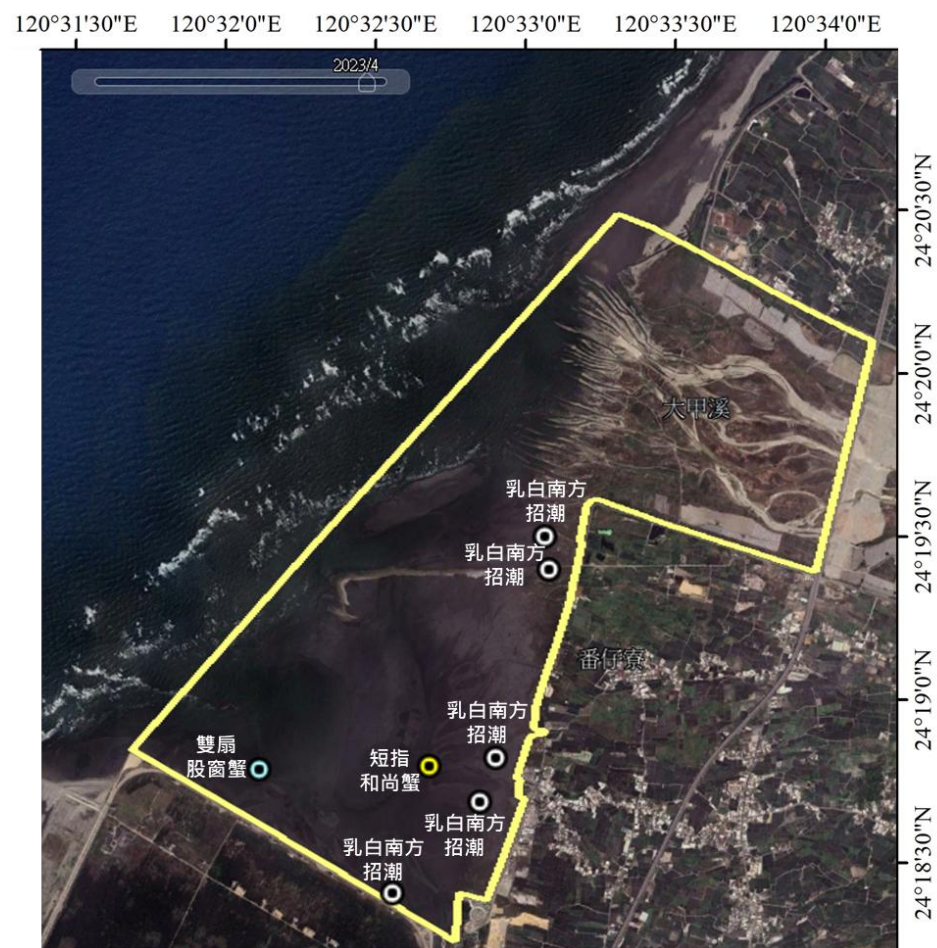
(E) 2021



(F) 2022



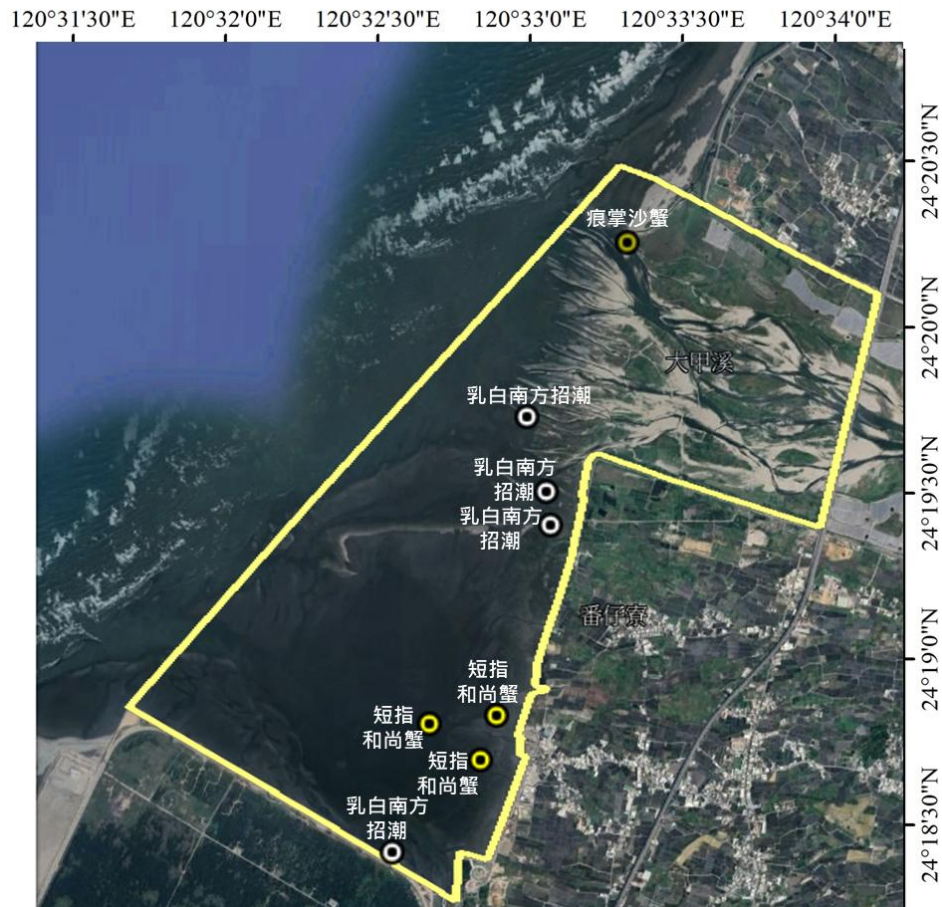
(G) 2023



(H) 2024



(I) 2025



圖八十二、歷年之大型底棲蟹類在高美重要濕地中之最優勢種分布圖。(A) 至 (I) 為各年份各水域生物調查樣點之蟹類最優勢種之分布位置。

五、本案工作項目及目前完成進度

工作項目	項目內容	預期進度 (%)	執行進度 (%)	執行成果
植物調查	於高美重要濕地範圍內區域，全年進行一次植物普查工作，並以示意圖方式標示並記錄非本地外來種植物相關位置將外來種植物（銀合歡、水筆仔）分佈位置。	100	100	已於 113/10 完成一次植物普查，且提供植物名錄，並以 ArcGIS 繪製銀合歡、水筆仔於高美重要濕地範圍內之分布位置。
鳥類調查	於 4 個樣段，每季調查 2 次鳥類調查，共計調查 8 次。記錄出現的鳥種、數量、季節性變化、分布位置、行為等。	100	100	已完成 8 次(113/08、113/09、113/12、114/011、114/03、114/04、114/05、114/06) 調查。同時完成鳥種紀錄、鳥類隻次紀錄、保育類鳥種在高美濕地上的分布位置繪製。
水域生物調查	於 9 個樣點進行每季一次之水域生物調查。調查時間預計為 113 年 9 月、113 年 12 月、114 年 2 月至 3 月間，及 114 年 5 月至 6 月間，共計調查 4 次。調查項目包括魚、蝦、蟹、螺貝、植物性與動物性浮游生物。	100	100	已完成 113/09、113/12、114/03 和 114/06 之 4 次調查。調查項目包括大型底棲蟹類、蝦籠誘捕之魚蝦蟹類、螺貝類、動物性與植物性浮游生物等調查。已完成調查物種紀錄、數量紀錄與季別間比較。
土壤調查	(1)完成濕地範圍與木棧道周圍土壤共計 5 樣線硬度調查，每季需調查 1 次，共計 4 次。 (2)完成高美濕地內共 16 樣點泥沙淤積及陸化情形調查，每季需調查 1 次，共調查 4 季。	100	100	(1) 已完成 113/08、113/10、114/02、114/04 之土壤硬度調查，共計 4 次。 (2) 已完成 113/08、113/10、114/02、114/04 之 4 次量測工作，包括淤沙標竿尺與 VBS-RTK 之兩種量測結果，並完成兩種方法之各別

	(3)完成高美濕地境內飛沙的量測並分析其對高美濕地的影響，秋及冬季各調查1次，共調查2次。			量測數值，及相同樣點中，兩者之方法之數值比較。同時亦繪製4次調查中所整合之高美濕地15處樣點的侵淤圖。 (3)已於113/10、114/02完成在高美濕地境內一處調查範圍內之2次（秋及冬季各調查1次）飛沙調查。並完成該次風速與飛沙量之相關推算結果。
水質監測	於6處樣點進行每季1次之水體採樣送驗，檢驗項目包括水溫、鹽度、溶氧量、導電度、氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、葉綠素a及酸鹼值（氫離子濃度指數）共計13種。原則上於113年8至9月、113年10至12月、114年1至3月、114年4至6月間進行，共計4次採樣。	100	100	已完成113/09、113/12、114/03和114/06之4次水體採樣與送驗。檢測項目包括水溫、鹽度、溶氧量、導電度、氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、葉綠素a及酸鹼值（氫離子濃度指數）共計13種。已完成檢測之數值結果，以及別間在不同樣點的水體比較。
環境教育推廣活動	規劃針對海線各級學校，共辦理兩場教育宣導活動，每場次時間為2.5小時，參加人數至少25人。規劃於113年10月至114年6月間擇期辦理5場次。	100	100	已於113年11月及12月辦理完成5場次的環境宣導課程。第一場次為113/11/21，28人參與；第二和第三場次為113/11/29，分為上午場與下午場，上午場39人參與，下午場40人參與；第四場次為113/12/04，25人參與；第五場次為113/12/10，40人參與。

六、結論與建議

(一) 生態

植物調查結果共記錄 47 科 124 屬 151 種，其中包含 2 種特有種、103 種非特有原生種、41 種歸化種及 5 種栽培種，以型態區分，共 15 種喬木、19 種灌木、24 種藤本植物及 93 種草本植物。非本地外來種部分，於濕地內共記錄銀合歡 569 株及水筆仔 1,442 株。銀合歡主要分布於保護區東側，沿堤岸自北向南呈帶狀生長；水筆仔以保護區北側生長密度高，向南植株漸疏。

鳥類調查部分，共計記錄 81 種 14,510 隻次，以水域鳥類為主，共計 11,546 隻次，約占 79.6 %。鳥種數與總隻次數量最高的樣線為 BT3 (屬核心區)，潮間帶的草澤與灘地環境提供水鳥多樣棲息空間；樣線 BT4 為中低潮線的灘地區，為漲潮前鷺科、鷗科、鴿科水鳥停棲與覓食的區域範圍，數量是四樣段的次高；BT1 屬大甲溪口北岸，臨堤道路側有水田、水塘等棲地，鳥種數比 BT4 多，但個體數量較少；BT2 是高美濕地鳥種與數量均最少的樣段，主要以陸域鳥類為主。四季次中，每季鳥種數均達 40 種以上，以春季的 51 種最多，夏季的 46 種最少，數量上以冬季的 6,523 隻次最多，秋、春過境其次，夏季最少。彙集四季的調查資料顯示，優勢鳥種為黑腹濱鵲、東方環頸鴿、家燕。前二名的鳥種與前年度(111-112 年)的結果相同，家燕為 9 月份調查時觀察到在灘地草澤區覓食的過境族群。保育類鳥種部份，113-114 年度調查中沒有屬 I 級保育類的鳥種，而屬 II 級者有小燕鷗、鳳頭燕鷗、魚鷹、遊隼、彩鵲等，III 級為燕鵲與紅尾伯勞。

水域生物調查部分，大型蟹類四季次共調查到 8 科 15 種，其中優勢種為短指和尚蟹，乳白南方招潮次之。全年在樣點 W5 記錄到最多的蟹類數量，樣點 W6 和 W7 則為數量次多的樣點。數量最少的樣點則為 W9，4 個季別中，有 3 個沒有調查到任何螃蟹，僅於秋季(113/09)調查到共計 4.3 隻/m² 的蟹類數量(雙扇股窗蟹、角眼沙蟹和斯氏沙蟹)；蝦籠誘捕的四季結果，蝦籠誘捕之四季(113/09、113/12、114/03、114/05、06)調查結果，魚類共 7 目 8 科 12 種；甲殼類中，蝦類 1 科 7 種；蟹類 3 科 6 種。魚類包含花身鱯、黑點多紀魷、大鱗鰱、綠背鰱、黑體塘鱧、尖頭塘鱧、平鯛、銀紋笛鯛、正叉舌鰕虎、點帶叉舌

鰕虎及雙邊魚屬一個體。彙整四季次資料，共以黑點多紀魷花身鰱誘捕數量最多，屬優勢物種，其次為花身鰱。其中，秋季（113/09）的優勢種為花身鰱（151 個體，表二十三），冬季（113/12）、春季（114/03）和夏季（114/05、06）的優勢種則轉為黑點多紀魷。螺貝類部分，四季次共計記錄 8 科 172 個體（活體）的螺貝類。四季次中，以樣點 W5 有最多的螺貝調查紀錄，而樣點 W1'、W2'和 W4 則皆無螺貝類被調查到。在物種部分，以科來看，四季次調查到最多的物種為薄殼蛤科，且集中於夏季（114/05、06），而織紋螺科次之。

大型底棲生物於冬季（113/12）四處樣點（W1'、W2'、W8、W9）無調查到個體的原因，推測與調查當下時的氣候有關。由於棲息於灘地上的螃蟹其活躍程度，與氣溫和風速有較大的影響。當氣溫偏高時，活躍程度越高，行為愈益豐富，當氣溫偏低且風速大時，除了行為上較不活躍外，基本上會躲在洞內不於灘地上活動，因而影響現地觀察記錄的數據。水域生物調查的時間日期，以及當天每小時的氣溫與風速資料，請參考附錄三。

動物性浮游生物部分，秋季（113/09）和春季（114/03）有兩處樣點（W2'和 W3）沒有調查紀錄，冬季（113/12）及夏季（114/05、06）則全部樣點皆有紀錄。豐度部分隨季別與樣點而變動，秋季（113/09）各樣點豐度介於 5.0 個體/L 至 92.5 個體/L 之間，為四季次中豐度最高者。春季（114/03）各樣點豐度介於 1.0 個體/L 至 7.3 個體/L 之間，為所有調查季次中最低的一季。四季次中，前三季主要優勢種以猛水蚤為主，夏季為則為端腳類。猛水蚤為常見於潮池半淡鹹水交替之動物性浮游生物。綜合動物性浮游生物調查紀錄結果，推測四季之各水域生物樣點，9 處皆為半淡鹹水，並多以偏淡水環境為主。

植物性浮游生物部分，四季次所調查到的植物性浮游生物有七門，分別是矽藻門、綠藻門、藍菌門、隱藻門、雙鞭毛蟲門、眼蟲門和纖毛蟲動物門。其中又以矽藻門為最優勢族群，佔了近 9 成，次優勢族群為綠藻門。矽藻為海水中最主要的藻類，在淡水中則相對海水少，但淡水的矽藻種類也很多且較綠藻耐鹽及有機污染環境。綠藻以淡水為主要生存環境，海水中較少。植物性浮游生物的豐度，目前調查資料結果顯示，四季次中，多數樣點豐度於冬季（113/12）和夏季（114/05、

06) 較高，秋季 (113/09) 和第三季 (114/03) 偏低。冬季 (113/12) 則以樣點 W9 豐度最高，優勢種為矽藻的卵形藻屬 (*Cocconeis* sp.)，屬廣鹽性種類，能生存在淡水及海水環境。由植物性浮游生物的調查結果來判定水體環境，情況與動物性浮游生物類似，全區皆屬於半淡鹹水環境。

(二) 水質

四季次的水質監測結果顯示，除部分樣點懸浮固體超標外，其餘皆符合內政部國家公園署公告之重要濕地（國家級）灌溉排水蓄水放淤給水投入標準。懸浮固體易超標原因在於水體採樣為於當日低潮時間進行，因此水位高度較淺，有些水質監測採樣點的水位偏低，故在採樣時容易擾動到底質，使懸浮固體稍微偏高。

四季次之各樣點水體葉綠素 a 的測值整體來看，6 處水體採樣點的葉綠素 a 含量，在第三季 (114/02) 最低，秋季 (113/09) 和冬季 (113/11) 則不同樣點間互有高低，尤其是樣點 WQ6 在此兩季數值都較高。夏季 (114/04) 則所有樣點的葉綠素 a 濃度都較前一季高。樣點 WQ6 的水體葉綠素 a 濃度與其他樣點相比偏高，推測可能和該處植物性浮游生物量較多有關。有鑑於本案之水質調查時間與水域生物調查時間，並非同日執行，因此難以以植物性浮游生物豐度來和水體之葉綠素 a 濃度進行對比。且水質調查樣點與水域生物調查樣點亦不一致，但仍有少部分樣點位置較為接近，比對圖十一之各項調查位點位置圖後，彙整鄰近水質調查樣點之水域生物調查樣點如表七十所示。在葉綠素 a 濃度偏高的秋季 (113/09) 樣點 WQ6、及冬季 (113/11) 樣點 WQ2 與 WQ6，其鄰近之水域生物樣點之植物性浮游生物數量也相對較多（表三十一、表三十二及圖三十）。而與水質調查項目本身而言，則是在葉綠素 a 濃度偏高的這幾處樣點，其總溶解固體的數值亦較高，這兩者間可能有關聯性。

表七十、本案鄰近水質調查樣點之水域生物調查樣點

水質調查樣點	鄰近之水域生物調查樣點
WQ1	W3
WQ2	W4
WQ3	W5
WQ4	無
WQ5	無
WQ6	W8

(三) 土壤

土壤硬度調查部分，由木棧道為原點，越接近原點處的硬度較高。其中 H2、H3、H4 測線因可供遊客自由通行，土壤硬度普遍偏高，應為人為踩踏導致；而 H1、H5 測線因設有竹圍籬阻隔，受到干擾較少，硬度值明顯較低。根據歷年土壤硬度與遊客人次比較結果，高美濕地土壤硬度與遊客人數呈中度正相關，其中以 108 年度人流最為集中，H3 測線硬度達歷年最高值(34.83 kg/cm²)。自 110 年起遊客人次下降，測線硬度亦隨之降低，至 113 年度人流略升，土壤硬度也出現回升現象。空間上，H2 至 H4 測線位於主要通行區域，受踩踏影響顯著，硬度變化幅度大。113 年 9 月木棧道維修導致人流驟減，及隨後颱風事件造成表層再沉積或再分佈，皆可能干擾土壤硬度之穩定表現，顯示自然與人為因素具交互影響性。

侵淤調查部分，綜合比較淤沙標竿尺與 VBS-RTK 之量測結果可發現，整體侵淤變化趨勢一致，但仍有部分淤沙標竿尺因遺失而無數據。由於淤沙標竿尺量測易受外力如風、波浪、水流以及漲退潮等作用影響，使淤沙標竿尺歪斜或向下沉陷而影響結果，故建議以 VBS-RTK 之數據做為泥沙淤積情況的主要參考。113 年 08 至 114 年 4 月之年度 VBS-RTK 數據結果顯示，樣點 S2、S3、S4、S6、S7、S8、S13~S16 共 10 個樣點呈現侵蝕，樣點 S1、S5、S9~S12 共 6 個樣點呈現淤積。歷年的侵淤調查結果顯示，高美濕地泥沙動態具明顯的區域性與時序變異。北側樣點長期受大甲溪口水動力影響，普遍呈現侵蝕趨勢；南側近清水大排區域則多為穩定淤積區，局部樣點亦觀察到由早期淤積

轉為近期侵蝕的現象，反映濕地地貌具動態演替特性。調查方法的建議部分，雖標竿尺提供較長期資料基礎，但易受傾倒、沉陷與環境干擾影響，資料缺值率曾達 26.67%；相較之下，VBS-RTK 具較高的精度與穩定性，建議作為未來淤積變遷的主要監測依據。整體而言，高美濕地泥沙變遷機制受潮汐、水流、地形與人為干擾共同影響，需仰賴持續且高精度之監測，以確保濕地保育與設施安全規劃之基礎資料完整性。針對高美濕地木棧道南北兩側之泥沙淤積初步調查，結果顯示近岸 A 區木棧道橋面與泥面間高度普遍低於設計餘裕量，已有明顯淤積趨勢，可能影響設施使用安全；相對離岸端 C 區橋面與地表間距離較大，淤積程度相對較低。整體而言，南北兩側高程變化趨勢相似，並未呈現顯著非對稱性，但 C 區部分測點於冬、夏兩季之變化幅度較大，推估與橋下積水或局部微地形有關。由於本調查僅進行兩次，仍屬初步觀測，建議未來應建立長期且定期之監測機制，以釐清木棧道兩側泥沙變化趨勢。在雲林莞草與濕地侵淤間的關係結果顯示，由於 2023 年 9 月、2024 年 9 月雲林莞草區域整體植被表現相對穩定，惟局部泥沙動態仍受河口水動力與排水路系統交互作用之影響。然而，鄰近雲林莞草之泥沙監測樣點並無明顯變化，顯示該區植被覆蓋具良好之固沙能力，能有效穩定表土、降低泥沙搬移風險。未來建議持續進行植被分布與泥沙侵淤變化之長期監測，作為濕地保育與泥沙管理之重要參據。

飛砂調查部分，113 年 10 月整體風速介於 10.43~16.66 m/s，風向以 NNW~NNE 為主，114 年 2 月整體風速介於 10.42~16.44 m/s，風向以 N 為主。飛砂發生的情況下，自地面至高度 2 m 範圍內之風速垂直分佈符合對數函數分布，試驗所得之風速垂直分佈皆呈現良好之對數關係。由於 113 年調查期間較 111 年相比風速較高，導致 113 年秋季之飛砂量明顯高於 111 年高美濕地之飛砂量。與臺中港北淤沙區相比，當風速低於 9 m/s 時，高美濕地飛砂量明顯低於臺中港北淤沙區，當風速提升至 9 m/s 以上，兩地飛砂量則較為接近，推測因臺中港北淤沙區整體皆為乾砂，而高美濕地受到潮汐作用影響，砂粒含水率較高，致使於風速低於 9 m/s 時，砂量較臺中港北淤沙區偏低，需至風速達 9m/s 以上才可產生飛砂運移。高美濕地飛砂源來自其濕地北方大

甲溪河口高灘地，其地形起伏明顯，海水退去後地表仍可能形成水窪，故呈現之乾燥砂地區域具有不穩定性。雖風速條件達到飛砂啟動狀態時，但可提供給濕地之飛砂量則易產生變動。歷年飛砂粒徑略有差異，113 年度秋季整體飛砂粒徑較大，其整體飛砂量相對較低，因此以粒徑 0.5 mm 分析，當粒徑大於 0.5 mm 時，整體飛砂量明顯下降，反之且風速條件達歷年平均風速以上時，飛砂量則普遍明顯上升，推測主要為飛砂來源不固定所致。

(四)歷年生態分析

鳥類部分，歷年調查資料顯示，108-109 年鳥種數最多，109-110 年個體數量最多。然而各年度調查方法、樣區與頻度不同，基準不一致。以 109-110 年度為例，因樣點與頻度最高，總數量最多，但若以單位努力量標準化，反而為最低，顯示跨年度數據直接比較可能誤導。相對而言，近兩期調查規劃一致，具可比性。111-112 與 113-114 年比較結果顯示，鳥種數略降但總數微升，族群變動趨緩。本團隊進一步以相似度指數檢視歷年鳥類組成。結果顯示，Jaccard 相似度介於 0.549 至 0.729 間，表示核心物種穩定。113-114 年與 111 年 (0.722)、110 年 (0.716) 最相近；Bray-Curtis 相似度介於 0.417 至 0.850 間，數值>0.7 者顯示數量結構高度一致。113-114 年與 111 年 (0.850) 最相近。整體而言，近年數據呈現較高相似性，鳥種及豐度結構趨於一致；相較 106、107 年，113 年群落特徵差異較大，可能因棲地環境變動及歷年調查方法、頻度、樣點位置與團隊不同所致。為建立可靠之長期監測，建議持續沿用現行調查規模與標準，以確保跨年度比較之準確性。

底棲蟹類部分，9 年間優勢種為短指和尚蟹 (*Mictyris brevidactylus*) 與乳白南方招潮 (*Austruca lactea*)，數量互有消長。和尚蟹常於退潮時成群遊走於灘地，調查數量易受觀察當時是否出現影響，每年數量調查數量變動較大；乳白南方招潮則在適合的棲地上固定活動，每年調查數量變動幅度較和尚蟹小。樣點 W8 調查到最多個體；W1、W2 自 2016 年起幾乎無紀錄，至 2024 年因軍事干擾改設 W1'、W2' 後才稍有數據。物種數方面，WQ4 紀錄最多 (9 年間 23 種)，全區共調查 25 種；W1 與 W2 最少。以上年度間的螃蟹數量或物種的變化，因缺

乏底質及有機質分析，無法確定差異是否與棲地變動相關。

魚類部分，9 年調查數據顯示，優勢種為黑點多紀魮（*Takifugu niphobles*）、花身魮（*Terapon jarbua*）及鰻科（*Mugilidae*），以前兩者比例最高。調查皆以蛇籠或蝦籠誘捕，捕獲者以小型半淡鹹水魚為主，黑點多紀魮與花身魮為大宗，偶有鰕虎目魚類；另 2024 年臺中市府另案以定置網調查，捕獲者則以海魚及經濟魚種為主，顯示不同漁具捕獲組成差異明顯，建議依研究目的與經費選擇合適漁具。歷年的魚類物種組成多數相似，唯 2017 年與其他年份不同。原始數據顯示，各年前二優勢種多為黑點多紀魮、花身魮及鰻科其中兩類，第三優勢種隨年度不同。2017 年則數量偏少（僅 17 隻），且優勢種為黑點多紀魮、鰻科、斑海鯰及火斑笛鯛，與其他年份差異大。樣點之間大多數魚類組成類似，唯 W1 和其他樣點較不同。原始數據顯示大部分樣點前三優勢種為黑點多紀魮、花身魮與鰻科；W1 則為臺灣光唇魚、尼羅口孵非鯽及鰻科，組成差異明顯。

螺貝類歷年結果顯示，大多數的螺貝數量並不多，由於螺貝類並非每年度調查（無螺貝類調查項目年度：107-108、111-112），且每年度調查方法並非一致，有些年度為樣框法，有些年度則為目視法，故歷年的調查結果並不能代表高美濕地整體的螺貝類狀況。檢視歷年數據顯示，高美濕地以錐蜷科和薄殼蛤科為優勢種，而分布最廣者，則以簾蛤科和織紋螺科為主。

浮游生物和螺貝類一樣並非每年度調查（有浮游生物調查項目年度：110-111 年度、111-112 年度、113-114 年度），在有調查數據的年份中，僅 111 年有一年 4 季次的結果，其餘年份僅一年 1 至 2 次，因此整體以年份呈現調查數據的結果僅供參考。檢視歷年資料顯示，高美濕地的動物性浮游生物，以節肢動物為最大宗（端足類、橈足類、水蚤、無節幼蟲），為所有調查年份中的最優勢種，少部分則為蝦類或蟹類的幼生；高美濕地的植物性浮游生物顯示，矽藻是該濕地數量最豐的類群，而綠藻則是次豐者，但 2021 年則以淡色藻為優勢種。而植物性浮游生物的豐度在樣點間差異不大。以年度來看，由於僅 2022 年有四季次的調查資料，因此該年度的豐度確實高於其他年份，而在 2022 年四季次的調查結果，矽藻的佔比與其他年份比起有稍微下降的

現象，綠藻則稍稍提升，顯示調查頻度確實會影響結果。

(五) 環境教育宣導

5 場次的環境宣導課程已於 113 年 11 月及 12 月辦理完成。第一場次執行日期為 113/11/21，為臺中市清水區建國國小三年級師生；第二和第三場次執行日期為 113/11/29，分為上午場與下午場，皆為臺中市北屯區北新國中之七年級師生；第四場次執行日期為 113/12/04，為臺中市清水區清泉國中七年級師生；第五場次執行日期為 113/12/10，為臺中市大肚區山陽國小三四年級師生。問卷回饋的部分，室內課程的部分，大多數學員滿意當日的課程內容，而對於講師的部分，其專業度和講述內容皆與題目相符，大多持滿意的態度。在高美濕地現地導覽的部分，當天所能看到的生物，與當天的天氣、環境與潮汐狀況狀況有關，尤其是鳥況更是不好掌握。學員對於在聽完室內課後，能馬上直接看到/碰觸到野外環境中的生物，其學習印象是相對較深刻的，因此，現地導覽的部分，多數得獲得非常滿意的結果，而現地導覽結束後的有獎徵答，也提高學員的學習氣氛，因此整體的講座活動，九成以上的參與者皆感到滿意。

(六) 高美濕地生態系統與生態功能

高美濕地根據位置和棲地類型的不同，可粗略分為三種生態系統：北側大甲溪出海口處的河口生態系、灘地上覆有濕地植被（雲林莞草、鹽地鼠尾粟、蘆葦、互花米草等）的潮間帶草澤生態系，以及南側靠近臺中港處且逐漸淤積的生態系。以下針對三種生態系做環境特徵、優勢生物種以及生態功能做討論：

河口生態系（水域生物樣點 W1、W2、W1'、W2'，鳥類樣段 BT1、BT2）：大甲溪出海口的河口生態系，為淡海水交界處，其受潮汐影響大。此區潮差較大，因此鹽度變化也大。此區域的水流快速，底質擾動較大。由於此區域水體的範圍較大，因此少有棲息在灘地上的底棲蟹類，故少有相關調查紀錄，若有蟹類，則多以沙蟹科的斯氏沙蟹、股窗蟹為主。魚類部分，因為受限於調查漁具（蝦籠/蛇籠），故較少有魚類被誘捕，但在調查期間，於鰻魚苗捕撈季節曾於樣點 W1'處觀察

到多面鰻魚苗網架設，推測此處應為洄游性魚種的魚苗熱點。植物部份，以大黍為最優勢物種，其他則包括白茅、大花咸豐草、銀合歡、及巴拉草等物種。鳥類部分，由於此區域主要為大甲溪河道、河口灘地，亦包括周邊農地、草生地等內陸棲息地，除在河口潮間帶的鷺鷥、燕鷗與魚鷹，河道上有度冬期的雁鴨族群，另外也有較多內陸棲地的陸域鳥種。河口生態系的生態功能，主要可提供**魚類及其他水域生物的孕育場**，同時也是**遷徙鳥類的中繼站**。另外，河口處亦可緩解部分上游突發的洪水，減緩流速，具有**洪水調節與防洪的功能**。而河口處的輸砂量大，為泥沙與有機物沉積的區域，對於穩定海岸地形、促進濕地生成與棲地自然演替扮演一定的角色，故具有**地形穩定的功能**。

潮間帶草澤生態系（水域生物樣點 W3、W4、W5、W6，鳥類樣段 BT3）：高美濕地上的草澤生態系，灘地上覆有薄薄水層，底質以粒徑較小的泥沙混合為主，且由於受到許多區域排水的影響，有機質含量較高。此區同樣受潮汐影響，但受影響程度不如河口生態區域，在近堤岸側的灘地受潮水淹沒與否視當天的潮汐狀況而定。潮間帶草澤生態系屬海岸鹹水灘地，其中的植物物種多樣性較高除蘆葦及水筆仔外，亦生長如海茄苳、苦林盤、草海桐、海埔姜及馬鞍藤等物種。而較靠近南邊清水大排出口處的淤積灘地，則以鹽地鼠尾粟及中華結縷草為主要優勢物種。底棲大型蟹類部分，以沙蟹科的招潮蟹、相手蟹科的相手蟹、以及成群覓食在灘地上遊走的短指和尚蟹為優勢種。相手蟹較常棲息於植被下，因此較難被發現，而招潮蟹和和尚蟹則出沒在草澤間隙。魚類部分，以黑點多紀鮪、花身鰱為主要優勢種，鰻科為次優勢種。在較靠近堤岸處的樣點（W4、W6），則偶有塘鱧科和鯛科被捕獲。鳥類部分，本區主要為泥灘地與草澤灘地環境，是高美濕地主要的鳥類覓食區，記錄到最多鳥種數與個體數，包括各類的鷺鷥、燕鷗、雁鴨等鳥類。潮間帶草澤生態系的功能，除了能**提供生物多樣的棲息地、支持生物多樣性且維持食物網、以及水鳥和遷徙鳥類的覓食與休憩處**之外，由於大量的濕地植物生長，以及受區域排水匯入影響，有機質含量高，泥沙底質細膩，有利於營養鹽與有機碳的吸附與分解。草澤中的植物與微生物促進營養物質的再循環，穩定整體濕地系統的物質流動，因此具有**固碳與調節營養鹽的功能**，同時也

能降低區域排水之水體流入海域的污染負荷，具有**污染過濾**以及**淨化水質**功能。由於草澤生態系在視覺上容易吸引人類的注意力，常成為遊客觀察濕地生態的重點區域，高美濕地上的木棧道也是橫跨此區域而建立，因此草澤生態系同時具有**文化與環境教育**的功能。

淤砂生態系（水域生物樣點 W7、W8、W9，鳥類樣段 BT4）：在高美濕地木棧道末端，以及靠近臺中港處，位於高美濕地南側堤岸的區域，是淤砂較多且幾乎無濕地植物覆蓋的灘地類型。底質的粒徑偏大，屬砂質，排水較快。由於較難累積有機物，因此生物組成較單一，在底棲蟹類部分，多以沙蟹科的股窗蟹，以及和尚蟹科的短指和尚蟹為主，但個體數量亦無潮間帶草澤生態系來的豐富。魚類部分，蝦籠和蛇籠多捕獲黑點多紀魷、花身鰱和鯔科個體，其餘魚種少有被記錄。此區域由於腹地開闊且廣大，鳥種主要以捕食沙蟹科的鴿科鳥類為主，如鐵嘴鴿、東方環頸鴿。漲退潮期也會有大、小白鷺、燕鷗類（小燕鷗、鳳頭燕鷗）與三趾濱鴉等沿著潮水線邊覓食的鳥類出沒。植物部分，此區幾乎無濕地植物覆蓋，若有，則零星分布鹽地鼠尾粟及中華結縷草。此區域長期受海流與風力搬運砂粒的影響，形成了底質顆粒偏大的砂質淤積處，能仍減緩波浪衝擊與侵蝕、攔截泥沙等，有**海岸保護**的功能。雖然物種單一且稀少，但可能是濕地由開闊海岸逐漸轉變成草澤的起點，**支撐生態演替**的功能。在食源較少的情況下，其開闊的腹地仍然提供漲潮前水鳥的暫時棲息處，提供**遷徙鳥類支持**功能，也能作為**替代棲地**之用。

（七）銀合歡移除須注意事項與相關建議

高美濕地的銀合歡，整體來看屬零星分布，多數屬混林，但在部分位置仍有較大範圍的純林。由林試所提供的評估選擇銀合歡移除且復舊的作業方式（表七十一），初步判斷，高美濕地的銀合歡，以人工方式的擇伐為主，保留帶是否設置，則須視該處銀合歡的覆蓋度是否高於 70% 而定。移除銀合歡後之枝條若具有花或果實等部位，應集中清運去化，避免以掩埋處理，參考林業及自然保育署屏東分署之銀合歡移除復育造林計畫，較大直徑之樹幹可就近集中堆置於裸露地，防

止雨水沖蝕土表，亦可做為日後進行原生樹種復育之支架來源。而在移除銀合歡後取代之濕地內原生植物，建議以密集且多層次之方式栽植，在地被層及灌木部分可選擇如鯽魚膽、馬氏濱藜、馬鞍藤、草海桐、濱豇豆、中華結縷草、白茅、小葉桑、海埔姜及苦林盤等，而喬木則可選擇如黃槿、棟、榕樹、欖仁、朴樹、臺灣海棗及臺灣海桐等樹種。

針對銀合歡移除規劃，應須全面審慎評估，擬定適合的移除配套方案及措施，而水筆仔部分則建議連根移除並持續調查紀錄，以利維持高美重要濕地內生物多樣性之維持與平衡。

表七十一、依銀合歡分布區塊之環境狀態選擇適宜的移除與復舊作業方式

環境狀態	作業方式			
		皆伐/擇伐	機具/人工	保留帶與否
混生情形 (銀合歡覆蓋率)	< 30 %	擇伐	人工	否
	30-70 %	擇伐	人工	否
	> 70 %	皆伐	機具	是
現有道路 可及性	高	依銀合歡與其他樹種混生情形決定作業方式		
	低	擇伐或不予作業	人工或不予作業	否
地形 (坡度)	≥ 30度	擇伐或不予作業	人工或不予作業	否
	< 30度	依銀合歡與其他樹種混生情形決定作業方式		

資料來源：王相華與洪聖峰，2021

(八) 雲林莞草保育建議

由於雲林莞草原生棲地受到濕地陸化與植被演替影響，在減緩雲林莞草棲地範圍縮減及保育雲林莞草的前提下，提出以下 2 點建議：

1. 延緩陸化進程、強化並復育雲林莞草、水文與鹽度調節、監測與管理。
2. 控制與管理入侵種/非原生種，並改善棲地並強化原生植物的競爭力。

強化並復育雲林莞草部分，可考慮在其合適的棲地範圍中（鹽度

適中處）人工補植，建立生長帶，以增加族群密度和競爭力。灘地上的入侵種，除了互花米草、銀合歡之外，還包括高美濕地的水筆仔。此處的水筆仔非原生，需積極拔除幼苗，或以機具逐步移除成體，使其維持原本的開闊泥灘地或是草澤濕地，維持濕地原本的棲地多樣性，進而提高區域內的生物多樣性。

(九)高美濕地飛砂減緩策略建議

針對高美濕地飛砂議題，本團隊建議採取兩項主要減緩策略。第一，透過設置防風籬柵以營造人工砂丘（編籬定砂），藉此降低近地表風速並促進沙粒沉積，並可逐步向海側推進，形成穩定之防護屏障；第二，栽植具耐鹽、耐風與耐砂埋特性的植生，以其根系固砂並快速覆蓋地表，進而穩定砂丘並兼顧生態功能之維護。另需注意，高美濕地飛砂來源若主要受大甲溪河口影響，則於河口推動相關飛砂減緩工程時，應同步評估通洪條件對成效及穩定性的潛在影響，以確保整體規劃具可行性與永續性。

(十)各項調查工作之方法與頻度建議

調查工作可分為環境調查與生物調查兩大部分，分別就兩部份的各項調查，其方法與頻度提供相關建議，以供未來執行計畫參考。其建議內容如下表所示：

<環境調查>

調查項目	調查頻度	調查方法與建議
水質	每季 1 次	調查目的為監測排放入濕地之放流水水體情況，因此調查樣點建議維持目前的水質樣點 WQ1 至 WQ6。水質測項主要維持目前規範，共計 12 項，包含水溫、鹽度、溶氧量、導電度、氨氮、凱氏氮、硝酸鹽氮、總磷、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體及酸鹼值（氫離子濃度指數）。採樣水體時須注意水深須至少達 30 公分深，並盡量減少擾動底質，以免影響懸浮固體測值。若當時採樣點水深不及 30 公分，須註記並說明現地情況。
底質特性	每季 1 次	本調查項目為建議之新增項目因底棲蟹類與其棲息地之底質特性關聯性較高，若計畫預算充裕且其目的欲探討底棲蟹類之變動或物種組成，建議新增底質特性之調查。本項調查樣點需

		與底棲蟹類調查樣點一致。底質採樣作業以行政院環境保護署環境檢驗所公告之方法進行採樣(NIEA S102.63B 土壤採樣法)。使用自製土壤採樣管進行底質採樣，採樣管長度 30 公分，直徑 3 公分。採樣時以採樣管垂直插入土壤內，採取 15 公分深的樣本，以低溫保存，帶回實驗室進行以下分析：(1)粒徑分析與篩選度，(2)總有機物含量與含水量。
土壤硬度	每季 1 次	為了解遊客與濕地硬度間的關聯性，於木棧道周遭及末端設置 5 條 200 公尺長之樣線 H1 至 H5，每條樣線上選擇 6 至 10 處測量點進行測量，檢測木棧道周遭表土以下 10 公分處之土質硬度變化，每季記錄 1 次。土壤硬度測量方式為，以手持硬度計在各監測點直接進行硬度測量，每處重複測量三次讀值，最終數值呈現以平均值表示之。
土壤侵淤	每季 1 次	於濕地境內距離堤岸約 50 公尺及 450 公尺處，南北向每隔 400 公尺設置 1 測量樣點，共設置 12 樣點，另外於木棧道末端、木棧道北側、臺中港北防砂堤北側及越戰美軍輸油管西側分別設置一樣點，全濕地共計設置 16 處樣點。調查頻度為每季記錄 1 次泥砂侵淤情況，以瞭解其季節變化。建議以 VBS-RTK 即時動態量測調查濕地內沿岸各處之泥沙侵淤情形。

<生物調查>

調查項目	調查頻度	調查方法與建議
植物	植物普查：2 年 1 次 非本地外來種：1 年 1 次，確定移除前須再執行 1 次調查	於預定範圍內，進行全區之植種調查，包含原生、歸化及栽植之種類。調查時沿可行之路線進行記錄工作，若發現未能即時辨識之物種，則採集適量之植株，並參照 Flora of Taiwan 第二版、圖鑑及標本館資料，鑑定核對。若發現水筆仔及銀合歡等非本地之外來種，則以 GPS 定位。調查頻度建議在非本地外來種植物移除前進行 1 次，移除後每季或每半年進行 1 次，以供未來非本地外來種移除成效參考。
鳥類	至少每季進行 2 個月份調查	調查樣段維持目前的 BT1 至 BT4 四個樣段。鳥群調查方式配合調查環境以群集計數法 (Counting flocks)(潮間帶樣區)與穿越線法(內陸樣區)，記錄所出現的鳥種。調查頻度依據最近兩個年度的調查，建議維持至少每季執行兩個月份調查。
底棲蟹類	每季 1 次	底棲蟹類調查方法如目前執行方式，參考「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」第

		78 頁第 5 點底棲動物內容所示，採用目視法於固定樣框內進行調查。觀察並計數在樣框內出現的蟹類物種及隻數，一個樣點調查三個樣框，其調查結果的數據以三個樣框內的結果平均，其單位以隻數/ m^2 表示。
魚類	每季 1 次	有鑑於使用不同種類與尺寸的漁具，包括蛇籠、蝦籠、定置網等，會捕獲到不同類群與大小的魚種與個體，因此需在執行前先行說明清楚使用的漁具、尺寸、並將其拍照記錄。

(十一) 水鳥與高美濕地南側風機間的互動

為了解高美濕地周邊架設之大型風機是否影響水鳥的行為，本計畫額外於現場調查時，觀測水鳥與高美濕地南側風機之互動行為。依據現地觀察結果，其互動行為按不同群的鳥種可歸納為三種類型：

1.當地留棲陸鳥：白頭翁、家燕及洋燕等鳥種，觀察到在風機基座附近活動，但未見其受風機運轉影響或干擾的明確行為（圖八十三）。

2.灘地活動鳥類：多數在灘地覓食的水鳥（如青足鷸、魚鷹）展現出迴避行為。當潮汐期間其飛行路徑靠近風機時，飛行方向多半與風機排列軸線平行（東西向），而非直接穿越（圖八十四）。

3.過境遷徙鳥類：調查期間曾記錄到黃頭鷺群體向北遷徙時，直接穿越風機陣列的案例（圖八十五）。

本調查雖已進行風機現場觀察，然其在時間與方法上均有侷限，不足以全面性地瞭解風機對鄰近鳥類族群的實際影響。在具體執行上，其調查方法建議結合傳統的觀測計數法（Observational Count Surveys）（Bibby *et al.*, 2000），並在遷徙、日夜活動高峰及關鍵潮汐時段增加調查頻率（施月英 2008）；同時搭配雷達調查（Radar surveys）進行較大範圍、全天候的監測（Hale *et al.*, 2014），以彌補目視觀測在夜間或惡劣天候下的不足。建議將此議題另案規劃為一獨立專案執行之，以利投入充足資源，獲取更精確與具體的評估結果。



圖八十三、於風機基座附近飛行覓食的洋燕

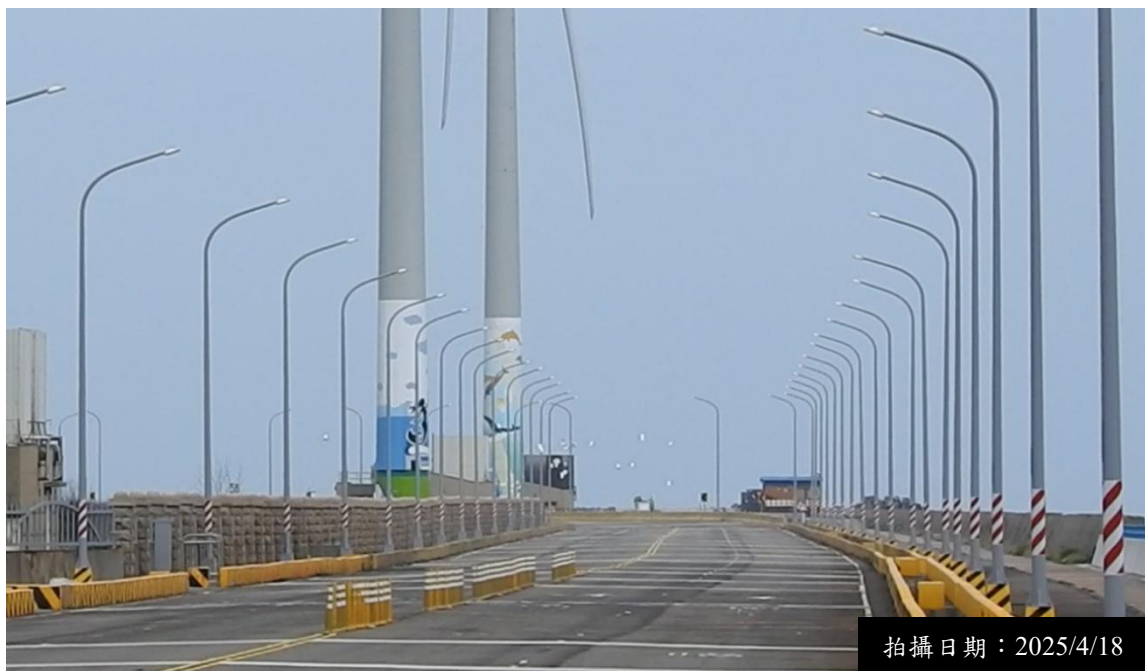


圖八十四、沿著風機陣列盤旋返回灘地的魚鷹

(A)



(B)



圖八十五、穿越風機的黃頭鷺族群 (A) (B)

七、團隊組織與人員配置

本團隊依照計畫執行項目與工作範疇，邀集濕地生態學、底棲動物生理生態學及海岸漂砂評估等相關學者專家，成立高美濕地基礎調查工作團隊，主要工作人員如表七十二與表七十三所示。

表七十二、團隊成員及工作配置

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	終身特聘教授	東海大學生命科學系	計畫主要聯絡人、計畫統籌與執行進度調控	水域生物學、濕地生態學
共同主持人	溫志中	副教授	弘光科技大學環境與安全衛生工程系	高美濕地漂砂與淤積評估	海岸環境變遷分析、海域污染物擴散模擬
協力廠商	蔡涵任	董事長	泓洋科技顧問有限公司	高美濕地淤積調查	協助進行土壤調查項目
協力廠商	唐光佑	負責人	壤壤生態顧問有限公司	高美濕地植調查	植物生態、生態資源調查與環境教育

表七十三、本團隊計畫工作人員列表

姓名	職稱	服務單位	擬任工作內容
曾于芳	研究助理	東海大學生命科學系	整體計畫彙整、教育宣導課程辦理
丁偉峻	研究助理	東海大學生命科學系	濕地水質調查與監測
溫秋美	行政助理	東海大學生命科學系	協助計畫相關行政事務
謝韻婷	碩士生	東海大學生命科學系	濕地生態調查與監測
蔣忠祐	博士候選人	東海大學生命科學系	濕地鳥類調查與監測、資料分析
曾廣瑜	博士候選人	東海大學生命科學系	濕地生態調查與監測、資料分析
洪昆璿	博士班研究生	東海大學生命科學系	濕地生態調查與監測
葉秀貞	研究助理	弘光科技大學環境與安全衛生工程系	土壤硬度、飛沙量測及泥沙淤積調查
楊茗凱	大專生	弘光科技大學環境與安全衛生工程系	土壤硬度、飛沙量測及泥沙淤積調查
高逸薰	大專生	弘光科技大學環境與安全衛生工程系	土壤硬度、飛沙量測及泥沙淤積調查

附錄一、主要參考文獻

- Anderson, R. and Willetts, B. 1991. A review of recent progress in our understanding of aeolian sediment transport. *Acta, Mechanica. Supplementum*. 1 : 1-19.
- Bagnold, R. A. 1954. The physics of blown sand and desert dunes. Chapman and Hall 86.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. and Mustoe S. H. 2000. Bird Census Techniques, second edition. Academic Press, London, UK.
- Blanco, H and Lal R. 2008. Principles of Soil Conservation and Management. Springer Science. 60:475-480.
- Bray, J.R. and Curtis, J.T. 1957. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27, 325-349.
- Hale, A. M., Hatchett, E. S., Meyer, J. A., and Bennett, V. J. 2014. No evidence of displacement due to wind turbines in breeding grassland songbirds. *The Condor: Ornithological Applications*, 116(3), 472-482.
- Horikawa, K. and Shen, H. W. 1960. Sand movement by wind action on the characteristics of sand traps, Beach Erosion Board Corps of Engineers, Technical Memorandum. 119.
- Huang, T. C., Koyama, T. M., Li, H. L., Liu, T. S., and DeVol, C.E. (eds). 1993-2003. Flora of Taiwan, Vol. 1-6.
- Jaccard, P. 1902. Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Bulletin Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 38, 69-130.
- Prandtl, L. 1925. Bericht Über Untersuchungen Zur Ausbildung der Turbulenz. *Z. Angew. Math. Mech.* 5(2) : 136.
- Sutherland, W.J. 2000. The Conservation Handbook: Research, Management and Policy. Blackwell Science Ltd. United Kingdom.

Zhibao, D. 2003. Aeolian sand transport: A win tunnel model.

Sedimentary Geology. 161:71-83.

丁宗蘇、吳森雄、吳建龍、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮（2023）

2023 年臺灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。臺北，臺灣。

內政部（2018）高美重要濕地（國家級）保育利用計畫。

內政部。重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準。臺內營字第

10408007407 號令訂定發布（2015.01.30）。

內政部國家公園署（2010）國家重要濕地環境調查及資料整合計畫總結報告書。

王相華、洪聖峰。2021。對恆春半島銀合歡移除及生態復舊作業之建議。

林業研究專訊 28: 69-72

交通部運輸研究所（2011）近岸漂沙機制與防治研究（2/4）。

交通部運輸研究所（2022）113 年港灣海氣象觀測資料統計年報（8 港域觀測波浪資料）。

光宇工程顧問有限公司（2019）彰化西島離岸風力發電計畫環境影響說明書（第 2 次變更）環境影響差異分析報告。

江永哲、張文詔（1978）海岸飛砂量估算之風洞試驗。中華水土保持學報，9(2)，第 55-第 81 頁。

行政院環境保護署（2005）水質檢測方法總則 NIEA W102.51C。

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）水中氨氮檢測方法—靛酚比色法 NIEA W448.52B。

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）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（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（2019）水中葉綠素 a 檢測方法－丙酮萃取法／分光光度計分析法 NIEA E507.04B。

行政院環境保護署（2021）監測井地下水採樣方法 NIEA W103.56B。

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。

吳昌翰（2006）臺中港海岸飛砂量推估之研究。中興大學水土保持學系碩士學位論文。

林幸助、薛美莉、何東輯、陳添水（2009）濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。農委會特有生物中心。南投縣。

林惠真（1998）高美濕地生物資源。臺中市政府。

林惠真、宋文汀、蘇珊慧（2003）臺中縣海岸濕地生態教室。臺中市政府。

施月英（2008）海岸風力發電機對鳥類群聚的影響-彰濱工業區崙尾風力場為例。靜宜大學碩士論文。臺中市。

徐國士（1980）臺灣稀有及有絕滅危機之植物。臺灣省政府教育廳。

徐國士、柳楷、呂勝由、楊遠波、林則桐、邱文良（1987）臺灣稀有植物群落生態調查。行政院農業委員會 75 年生態研究第 014 號。

徐稚昀（2013）飛砂隊臺中港海岸灘線變遷影響之研究。弘光科技大學環境工程系碩士學位論文。

許建昌（1971）臺灣常見植物圖鑑，I-庭園路旁耕地的花草。臺灣省教育會。

許建昌（1975）臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草。臺灣省教育會。

陳宜清（2007）濕地分類及其功能涵容評價之簡介。自然保育季刊，（60），3-20。

彰化縣政府（2019）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

彰化縣政府（2020）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

彰化縣政府（2021）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

彰化縣政府（2022）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

彰化縣政府（2023）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

彰化縣政府（2024）大肚溪口野生動物保護區底棲環境調查監測計畫。

臺中市政府（2010）高美野生動物保護區資源監測及巡查計畫。

臺中市政府（2011）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2012）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2013）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2014）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2015）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2016）高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2017）高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2018）高美與大肚溪口野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2019）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2020）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2021）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2022）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2023）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府（2024）高美野生動物保護區資源監測計畫。

臺中市政府農業局（2021）高美野生動物保護區保育計畫。

臺中市政府農業局（2023）111-112 年度高美重要濕地（國家級）生態

調查分析及濕地教育推廣計畫成果報告書。

臺中縣政府（1997）臺中縣高美濕地生物資源調查。

臺中縣政府（1998）臺中縣高美濕地生物資源調查(II)。

臺中縣政府（1999）臺中縣高美濕地生物資源調查（III）。

臺中縣政府（2000）臺中縣高美濕地生物資源調查（IV）。

臺中縣政府（2001）臺中縣沿海生物資源調查（I）。

臺中縣政府（2001）臺中縣高美濕地生物資源調查（V）。

臺中縣政府（2003）臺中縣沿海自然資源保育推廣計畫。

臺中縣政府（2004）臺中縣高美濕地大型底棲生物幼生期分布調查-季節性變化與永續利用之規劃。

臺中縣政府（2005）臺中縣高美濕地大型底棲生物幼生期分布調查-季節性變化與永續利用之規劃（II）。

臺中縣政府（2006）高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：雲林莞草分布的變化。

臺中縣政府（2007）高美野生動物保護區環境變遷監測計畫：風力發電機組的影響。臺中縣

臺中縣政府（2008）高美野生動物保護區資源監測計畫(II)。

臺中縣政府（2009）臺中縣高美濕地保護復育及社區參與發展計畫。

臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司（2020。臺中港北側淤沙區漂飛沙整治第四期計畫。

劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威（2012）臺灣鳥類誌第二版。農業部林業及自然保育署。

劉崇瑞（1960）臺灣木本植物圖誌。國立臺灣大學農學院。

劉瓊蓮（1993）臺灣稀有植物圖鑑（I）。臺灣省林務局。

網頁引用部分：

The convention on wetlands. [http:// https://www.ramsar.org/](http://https://www.ramsar.org/)

中央氣象局。2024。氣候資料服務系統。檢自

<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>（2024.05.27）。

中央氣象局。2024。颱風資料庫。檢自 <http://rdc28.cwb.gov.tw/TDB>

（2024.05.28）。

行政院環境部全國水質監測資訊網。河川污染指數（RPI）：檢自 https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_37.aspx

行政院環境部全國環境水質監測資訊網。河川其他機關監測數據：檢自 <https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/EnvWaterMonitoring/RiverWaterQuality.aspx>

臺灣貝類資料庫。 <https://shell.sinica.edu.tw/>

臺灣物種名錄。 <https://taicol.tw/>

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

附錄二、意見回覆表

評選會議之意見回覆

委員	審查意見	意見回覆
汪 委 員 靜 明	(一) 本計畫之研究成果及監測資料對於國家級重要濕地保育管理有重要參考價值。請教如何納入《濕地保育法》有關高美濕地保育管理之更新與改進。	(一) 感謝委員建議。本案旨在監測濕地的生物資源和環境資源。歷年的相關成果和數據已上傳至內政部國家公園署的濕地環境資料庫，作為濕地保育管理的基礎資料。這些資料將用於支持主管機關的後續管理規劃更新與改進。
	(二) 建議研究成果以「生態系統服務之」支持、供應、調控、文化之功能說明。	(二) 感謝委員建議。本案主要目的是監測高美濕地的生物資源和環境資源，並根據「生態系統服務」的四大功能，即支持、供應、調控及文化功能，於期末報告時進行說明。以下針對本案之工作項目與四大生態系統服務功能做初步說明： 支持功能部分： 濕地為多種生物提供了重要的棲息地，促進生物多樣性的維持。本案執行生物資源調查（植物普查、水域生物調查、鳥類調查）。 供應功能： 濕地提供豐富的漁業資源，包括多種魚類、蝦蟹和貝類，這些資源對當地社區的生計和經濟發展具有重要意義。另外，部分當地社區居民亦為高美濕地解說人員。本案所調查的生物資源成果可更新其解說內容。 調控功能： 濕地在調節水質、減少洪水風險、碳儲存和氣候調節方面扮演了關鍵角色。濕地的水質淨化功能有助於去除污染物，保護水源安全。本案執行環境調查（水質監測、土壤調查）。 文化功能： 濕地具有重要的文化、教育和休閒價值。它們不僅是生態旅遊的重要資源，還為科學研究和環境教育提供了豐富

		的場地，提升了公眾對環境保護的意識。本案針對臺中市學校學生及在地居民，辦理五場次濕地教育推廣活動，講授與高美濕地相關的主題，增進公眾對濕地保護的認識和理解。 本案之調查成果以生態系統服務的多重功能為基礎，全面展示了高美濕地的生態價值及其在支持、供應、調控和文化方面的重要性。這些成果將於期末報告中呈現，將作為濕地的保育和管理提供關鍵的數據和依據，促進濕地生態系統的可持續發展。
陳委員 仲吉	(一) p.26；圖 10，高美濕地周邊地區國土利用情形的圖，建議標示相關經緯度；同樣的，相關地形圖亦請標註經緯度。	(一) 感謝委員意見。本案之相關地形圖皆取自相關文獻資料，原始圖片資料並無經緯度標示。 <u>工作計畫書</u> 之 p.5 圖一與 p.6 圖二已另外繪製標註經緯度之小圖於左上側作為參考用。
	(二) 有關植物調查部分，高美濕地為重要雲林莞草生長區域，請問此部分是否將特別進行定量分布調查？	(二) 感謝委員意見。雲林莞草之範圍調查於本團隊另一個林業部計畫執行之。調查成果將呈現於該計畫成果報告。
	(三) 建議相關測量參數應將定量。	(三) 感謝委員意見。本案之測量參數除植物普查（提供物種名錄）外皆為定量。其調查結果的數據單位已補充於工作計畫書之 p.30、p.31。
	(四) 有關水質監測部分，相關採樣其潮時是否固定？請說明。若未固定，建議應於退潮前後 90 分鐘內完成採樣。	(四) 感謝委員意見。已補充說明於工作計畫書 p.31 之倒數第四行。
	(五) 請說明各相關測量參數將如何進行統計分析？藉以瞭解其變化之情形。	(五) 感謝委員意見。已補充說明於工作計畫書 p.40 彙整資料及分析一節內容。
	(六) 有關教育宣導課程部分，建議宜提供相關課程綱要。	(六) 感謝委員意見。已將課程內容安排補充列表於工作計畫書 p.38 教育宣導課程一節內容。

	(七) 有關彙整資料及分析部分，建議宜詳細說明相關分析方法為何？	(七) 感謝委員意見。已補充說明於工作計畫書 p.40 彙整資料及分析內容。
	(八) 建議考慮增加量測雲林莞草之生產力及相關固碳。	(八) 感謝委員建議。高美濕地屬於草澤濕地，其濕地上的植物之生產力和固碳等議題相當重要。有鑑於生產力量測與固碳測量需要相當程度的經費且人力支持，本案今年可能無法增加此工作項目，但可建議主管機關納入本案之上位計畫之工作項目中，以利經費提撥。
	(九) 建議評估過往土壤硬度受人為踩踏之影響。	(九) 感謝委員建議。感謝委員建議，將蒐集歷年土壤硬度調查情況，於期末報告針對人為踩踏等影響因素進行彙整與討論。
	(十) 未來考慮探討整體生態系之碳源，碳匯之問題。	(十) 感謝委員建議。高美濕地屬於草澤濕地，其濕地上的植物之生產力和固碳等議題相當重要。由於整體濕地之碳源與碳匯等議題需要相當程度的經費且專業人力支持，並深入探討。建議主管機關納入本案之上位計畫之工作項目中，以利經費提撥。
曾 委 員 萬 年	(一) 高美濕地是屬於什麼樣的生態系？扮演什麼標的生態角色？請就其生態構造和功能與以論述，請 review 以期增加前言內容。	(一) 感謝委員意見。高美濕地屬於海岸濕地，在近岸側的灘地上覆有相當面積的蘆葦、雲林莞草、鹽地鼠尾粟，所以草澤也是屬於高美濕地中的一個棲地類型。此外亦包含其他多種棲地類型，包括泥灘地、沙地、潮溪、石礫等。棲地多樣性也就代表著生物多樣性，不同的棲地類型支持不同類型的生物於此棲息。相關內容補充於修正計畫書 p.3 環境概況一節。
	(二) 主持人已經執行 25 年的調查計畫，除了表五、表六的列表之外，請就種類組成、優勢種數量以圖表示其時間序列變化。	(二) 感謝委員意見。在 25 年內的執行內容多樣，且為他案之調查內容，詳如修正計畫書 p.19 表六執行成果所示。每年的調查目的與調查項目不盡相同，甚至雖為相似的執行項目，但樣點不同，因此並無延續。在檢視過去迄今的所有調查項目後，有固定樣點、相同調查方法、及持續逐年累積數據的調查項目，為執

		行 10 年的雲林莞草分布範圍、互花米草分布範圍的調查。此部分成果可參閱另案之歷年期末報告。 本案自 106 年起，於水域生物、水質、侵蝕淤積等有逐年於固定樣點執行採樣調查。此部分之歷年結果將於本計畫之期末報告中呈現。
(三) 鰻魚苗是大甲溪出海口的 主要魚類資源，請務必調 查其漁獲量的長期變化。	(三) 感謝委員意見。鰻魚苗之漁獲量監測涉 及專業人士與專門技術，請需相當經費 執行之。且相關業務與農業部漁業署高 度重疊，建議另案處理為宜。	
(四) p.31 水質監測 6 處每季一 次的調查，請固定調查的 時間點才能比較。因水質 隨大小潮漲退潮而改變， 建議選擇在新月、漲和落 調查。	(四) 感謝委員意見。已補充說明於工作計畫 書 p.31 之倒數第四行。	
(五) 本區屬於草澤海岸濕地， p.20 101-112 的計劃為何 要大量移除互花米草，因 為就生態系而言，米草扮 演 primary producer 的角 色。	(五) 感謝委員意見。互花米草為當地之強勢 入侵種，因此每年執行移除，避免其擴 張而影響當地生態環境與物種組成。	
(六) 名詞和表格部分，浮游藻 類和動物，建議改成植物 性和動物性浮游生物。表 一、表二的平均值加標準 值差。	(六) 感謝委員意見。已修改，並於工作計畫 書 p.28 生態調查內容敘述之第 3 行說 明。平均值加上標準值差已補充於工作 計畫書 p.7 之表一、p.8 之表二。	
(七) 本濕地為觀光景點，人為 干擾在所難免，請規畫參 觀動線。	(七) 感謝委員意見。本案目的為生物資源與 環境監測，參觀動線設計及規劃涉及相 關主管單位權責，建請主管機關邀集權 責單位會勘與規劃設計為宜，以達生態 與觀光平衡之目的。	
(八) 請主辦單位安排現場履 勘，讓委員了解現況。	(八) 感謝委員意見。	

陳委員 柏宏	(一) p.16 地形侵淤圖建議引用最新年度。	(一) 感謝委員意見。近期的實測地形資料，臺中市政府農業局已行文至臺中港務局申請相關資料（發文日期：113 年 6 月 20 日，文號：中市農林字第 1130025100 號），並於 113 年 6 月 28 日回覆臺中市政府，說明該區域自 109 年之後，並無再委託規劃公司進行年度間的地形實測，故圖八的實測地形圖為目前該區域最新的資料。相關內容已補述於 <u>工作計畫書</u> p.15。
	(二) 進行水質調查期間，如有發現重大變異資訊請即通報主管機關。	(二) 感謝委員意見。遵照辦理。
	(三) 甘特圖水質調查標示與 p.31 敘述不符。	(三) 感謝委員意見。已修改工作計畫書 p.41 甘特圖之水質調查標示。
	(四) 教育訓練建議增加社區參與比重。	(四) 感謝委員意見。將盡量與在地社區團隊配合，以期增加參與比重。

工作計畫書審查會議之意見回覆

委員	審查意見	意見回覆
林 委 員 敏 弘	(一) 麻煩補充採購評審會議委員之意見回應表，以利確認委員建議意見之採納或說明之情形。	(一) 感謝委員意見。評選會議之委員意見回覆表請已附於修正工作計畫書之 p.232 附錄二、意見回覆表中。
	(二) 建議執行團隊於期中或期末報告時，可提供調查執行期間之相關建議事項，如可利用光學雷達測量瞭解濕地地貌的變化過程，或是土壤淤積部分有較新的量測方法等，以供下年度向內政部提報工作項目及爭取經費的參考。	(二) 感謝委員建議。將詢問相關光學雷達測量費用，並於成果報告中提出，供主辦單位作為經費與可行性評估之參考。
	(三) 有關內政部建議鳥類調查應納入高美濕地旁風機對鳥類族群的影響分析部分，調查結果請納入期中報告分析。	(三) 感謝委員意見。探討風機對鳥類的影響需針對其風險來制定調查方法（Katzner et al. 2016），一般對鳥類的評估部分主要有在風機週邊設置調查樣線或定期觀察點，或定期進行機組週邊屍體搜尋等方法（Katzner et al. 2016, Tesfahunegn et al. 2020），本案盡可能在有限的調查資源中，於鳥調時若觀察到鳥擊或相關的行為，將以照片或影像作記錄，後續評估如有需要進一步針對鳥擊的部分做調查或研究，再建請主管機關評估後另案辦理。
汪 委 員 靜 明	(一) 本次會議於高美濕地保護區召開，會前農業局及本計畫主持人林惠真教授親自生態解說保護區現況，對於濕地之棲地變遷(泥沙淤積、陸地化)有深入介紹，確實為濕地保育之重要課題。	(一) 感謝委員說明。
	(二) 有關棲地範圍之棲地變遷，除現有高美野生動物保護區分區圖(圖一,P.3)	(二) 感謝委員建議。有關於高美重要濕地的變遷，期末報告中除了會呈現本案自 106 年以來至今的歷年調查結果數據彙

	外，建議可有歷年衛星影像佐證說明變遷概況、棲地型態改變、以及常見與指標生物(鳥類、蟹類、螺貝類、魚類)之群係成改變，其中關注物種可特別加強說明。	整外，亦會嘗試配合以衛星影像，將本案的歷年調查結果（常見及指標生物，例如蟹類、優勢保育類鳥種及優勢鳥種）套疊，檢視是否有其關連。
	(三) 有關泥沙淤積監測，建議套疊衛星影像說明淤積區位及面積，藉以做為監測綜合評析其對棲地與棲地生物之重要影響與推估生態演替趨勢，做為生態保育措施之參考。	(三) 感謝委員建議。高美屬濕地區域，衛星影像之歷史圖像，僅能呈現泥沙裸露或因底質改變所產生之植物分布變化。期末報告中將嘗試蒐集衛星影像套疊侵淤或淤積調查數據，配合現有資料進行初步討論與分析。
	(四) 有關教育宣導課程對象(臺中市學校學生及在地周邊社區居民)、內容(高美濕地生態與環境變遷、高美濕地蟹類生態、水鳥之美等)均為適宜值得推廣。建議可有生態環境教育迴響單，列為佐證成果，以及後續課程之精進。	(四) 感謝委員建議。將於當次之環境教育宣導課程結束前，請參與者填寫意見回覆單，用以判斷當次課程之成效及須改進之處。
曾 委 員 萬 年	(一) 從 86-112 年，超過 20 年的調查，已經累積不少生物等調查資料，請以食物鏈的概念，整理出高美濕地生態的構造及功能，點出生態系中的 keystone species，做為分析其長期變化之參考。表六(P.18-21)增列一欄作者或出處(文獻)，P.60 文獻亦同。	(一) 感謝委員意見。關於生態系食物網等概念，及高美濕地生態構造及功能等議題，為一定學術層面的討論範疇。本案為針對高美重要濕地進行基礎生物調查與環境監測，其目的為在固定樣點，逐年記錄該區的生物及環境資料，因此在探討生態食物網及生態功能的議題，無論是經費或是深入的層面較難以於此案中實行。 表六已新增一欄資料與計畫來源，補充相關資料於修正計畫書 p.19 所示。

	(二) 本計畫的生物資源調查方法及網具，沒有詳細說明，例如動、植物性浮游生物的採集網具和採集方法沒有說明。其次魚類只調查到 3 科 7 種(P.18)與事實差距太大，是否是採集方法和網具(蝦籠、陷阱)的效率太差，建議採用蛇籠、流刺網等當地漁民慣用的漁法，又高美濕地北臨大甲溪出海口，屬於河口生態系，究竟有哪些河口依賴型的海洋魚類(estuarine-dependent marine fishes)也不清楚，河口又是鰻苗等重要經濟魚類的哺育場(nursery ground)，建議以漁民捕鰻苗的定置網採集魚類，在鰻苗捕撈期間，可以請漁民採集，除了鰻苗其他混獲魚類(by-catch)也一併調查。	(二) 感謝委員意見。關於生物資源調查方法及網具說明，敘述於工作計畫書 p.30 文字內容中。其中，魚、蝦蟹類調查採用蝦籠誘捕法，每樣點佈設 2 個(直徑 12 公分，長度 32 公分)蝦籠進行誘捕；大型底棲蟹類採用穿越線合併目視預測法進行調查；螺貝類採集固定樣框內之定量且固定面積的底泥，以 mesh no.10(網目 2.00 mm)篩網過濾，採集在篩網上的活體螺貝類。 魚類調查部分，考量需進行歷年調查結果比較，故採用與本案過去相同之本案之調查方法，同樣是以今年採用之 2 個(直徑 12 公分，長度 32 公分)蝦籠進行誘捕。未來倘若執行高美濕地魚類普查，除原本的蝦籠之外，可增加蟹籠、蛇籠等漁具進行調查。 鰻苗部分，鰻苗之族群監測涉及專業人士與專門技術，請需相當經費執行之。且相關業務與農業部漁業署高度重疊，建議另案處理為宜。
	(三) 本區的潮汐變化(潮差)很大，潮汐是屬於週日潮(diurnal)或半週日潮(semi-diurnal)? 生物採集時要注意潮汐狀況不論是定性或定量都會受潮汐影響。	(三) 感謝委員意見。臺灣西部及東部沿海的半週日潮較顯著，東北部沿海的基隆是週日潮及半週日潮影響各占一半的混合潮。而西南沿海的高雄則是以週日潮為主的混合潮。本區一天內有兩次漲退潮，屬於半週日潮。 關於生物採集之潮汐狀況，已補充說明於修正工作計畫書 p.32 之第 2 行。
	(四) 經緯度的單位不要省(N.E.)和以度分秒等表示，此度的小數點表示更清楚(P.30)。	(四) 感謝委員意見。經緯度表示法可以三種表示法，分別為 1. 度分秒表示(例如：49°30'00") 2. 度分表示(例如：49°30.0') 3. 度數表示(例如：49.5000°)。三者之間可做轉換。 因本案之邀標書內容標示以第三種做為表示，為避免樣點位置有所爭議，故在修正工作計畫書中仍遵循原邀標書之表示方法。若未來邀標書內容的標示方法有所改變，本團隊亦配合修改。

	(五) P.21 談到調查結果的年間差異很大，究竟怎麼大法，單單從 P.17~21 的表五、表六，無法了解，希望能以時間序列的圖形表示，並且進一步將調查頻度和努力量標準化。	(五) 感謝委員意見。在 25 年內的執行內容多樣，且為他案之調查內容，詳如修正計畫書 p.19 表六執行成果所示。每年的調查目的與調查項目不盡相同，甚至雖為相似的執行項目，但樣點不同，因此並無延續。在檢視過去迄今的所有調查項目後，有固定樣點、相同調查方法、及持續逐年累積數據的調查項目，為執行 10 年的雲林莞草分布範圍、互花米草分布範圍的調查。此部分成果可參閱另案之歷年期末報告。 本案自 106 年起，於水域生物、水質、侵蝕淤積等有逐年於固定樣點執行採樣調查。此部分之歷年結果將於本計畫之期末報告中呈現。
	(六) 植物性浮游生物的定性、定量分析，很費工，建議以測量葉綠素的方式取代之。	(六) 感謝委員建議。本案的調查項目遵循邀標書內容執行。若日後改以量測葉綠素 a 的方式執行，將配合辦理。
	(七) P.27~36 的調查方法和工作項目中，都沒有提到生物的數量與環境因子之間的關係。	(七) 感謝委員意見。由於本案之水域生物樣點與環境（水質）樣點位置不同，因此難以進行相關性分析。本團隊於他案在大肚溪口濕地的調查中，其在底棲生物調查樣點同時測量水質物理測項（鹽度、酸鹼值、濁度、溶氧等）及該樣點之底質測項（粒徑大小、有機質含量、酸鹼值等），該案分析結果顯示，某些螃蟹物種對於底質特性較為敏感，其分布與粒徑大小關聯較大，有些螃蟹物種則受鹽度影響較大。 本案並無於水域生物樣點同時進行底質與水質的採樣調查，因此無法進行兩者間的相關性分析。若在評估後，認為有其需要，建議可於上位計畫中進行規劃，以利經費分配與執行。
	(八) 本工作計畫，沒有回應第一次委員的提問，應補上。本次意見也應在期中報告書呈現。	(八) 感謝委員意見。評選會議之委員意見回覆表請已附於修正工作計畫書之 p.232 附錄二、意見回覆表中。

陳委員 仲吉	(一) P.26;圖 10,高美濕地周邊地區國土利用情形的圖,建議標示相關經緯度;同樣的,相關地形圖亦請標註經緯度。	(一) 感謝委員意見。 <u>修正工作計畫書</u> 之 p.13 圖五、p.17 圖八、p.27 圖九、p.30 圖十、p.40 圖十三、p.42 圖十五已補上經緯度標註。
	(二) 各相關測量參數將如何進行統計分析宜詳細說明?藉以瞭解其變化之情形。	(二) 感謝委員意見。相關統計分析如修正工作計畫書 p.55 彙整資料及分析內容所示。
	(三) 有關教育宣導課程部分,建議宜提供相關課程綱要。	(三) 感謝委員意見。關於課程綱要已補充說明於修正工作計畫書 p.50 教育宣導課程一節內容。
內政部 國家公園署	(一) 有關高美濕地歷年土壤調查顯示有泥沙淤積情況,且受季風影響有飛砂情形,建議規劃團隊除調查分析泥沙淤積程度及飛沙外,並研提改善方案或減緩措施,以供未來經營管理參考。	(一) 感謝機關建議。感謝委員建議,將持續進行泥沙淤積及飛砂調查,作為改善方案或減緩措施之參考。
農業部 林業及 自然保育署 臺中分署	(一) 感謝臺中市政府持續辦理高美濕地的基礎資料,累積的保護區資料相當豐富。	(一) 感謝機關說明。
	(二) P.16 缺字。針對清水高美濕地的螃蟹相進行了「解」截至...。	(二) 感謝機關意見。已於修正工作計畫書 p.18 補齊缺漏字。
	(三) P.32 土壤硬度的監測點 5 條是否全位於永續利用區,或是有位於緩衝區?圖十二、監測點示意圖,請問顏色分別代表什麼?	(三) 感謝機關建議。土壤硬度的監測點皆位處永續利用區。圖十二之監測點示意圖是為呈現過去之硬度調查結果(由標書提供),現以改為點位示意圖,於修正工作計畫書 p.40 圖十三中呈現。

臺中市 政府環境 保護局	(一) 建議後續如經費允許，可納入各生態調查，如損害賠償計算評估(事前對比事後差異)及復原所需經費、生態 GPS 分布圖資，以利未來貴局作為環境污染案件求償評估。	(一) 感謝機關建議。本案主要目的為高美重要濕地之生物資源與環境監測，相關之損害賠償計算非屬本案之目的與範疇，建議主管機關委請權責單位另案執行之。 本案自 106 年起之生態與環境調查數據，皆上傳至內政部國家公園署之濕地環境資料庫中（ https://wetland-db.nps.gov.tw/ ），該資料庫可於網頁直接呈現資料圖臺，並已累積全臺灣相當程度的濕地生態 GPS 分布圖資，可供貴局參考。
	(二) 依據表十、高美重要濕地土地使用現況面積及比例:農牧使用為 45.2 公頃，建議可增加農藥等水質檢測項目。(可參考保護人體健康相關環境基準)	(二) 感謝機關建議。本案之上位計畫為高美重要濕地（國家級）保育利用計畫。本團隊可將貴機關之增加農藥等水質檢測項目列入本案之成果報告書之相關建議中，提供給主管機關於日後檢討高美重要濕地（國家級）保育利用計畫內容時參考。
臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司	(一) P.15 地形侵淤特性第二行之臺中港務局，請修正為「臺中港務分公司」。	(一) 感謝機關意見，已修正於 <u>修正工作計畫書</u> p.15。
社團法人臺灣野鳥協會	(一) 建議土壤調查項目可於冬季及夏季時，調查木棧道左右兩側特別是第 1 根基樁至第 20 根基樁淤積程度的測量，以供市府日後研擬高美濕地淤積問題的參考。	(一) 感謝單位建議。於時間及人力充裕情況下，將補充調查木棧道左右兩側之淤積情況。

修正工作計畫書審查會議之意見回覆

委員	審查意見	意見回覆
曾 委 員 萬 年	(一) 魚類是生物資源的重要 component，以蝦蟹籠或蛇籠，無法採集到大部分的魚類種類，審查委員建議採用流刺網和定置網（河口域採鰻苗），計畫主持人反應有困難，請委託單位協助辦理。	(一) 感謝委員建議。為在相同調查樣點進行採集調查並做年度比較，故本團隊需延續過去的採樣方法執行，且經費部分亦以此方向進行規畫。然若須另外改以流刺網或定置網採集，在經費上和執行層面上有其困難性。在多方討論後，府方擬針對此部分另案辦理，以期能採集到較多的魚類種類。
	(二) 經緯度不論採用那一種方法表示，北緯(N)東經(E)的單位都不能省。	(二) 感謝委員建議。已修正。
	(三) 錯別字：動物系（性）	(三) 感謝委員意見。已修正。
	(四) 文獻格式： 1. 網頁引用，集中到後面，不要穿插在文獻中。 2. 作者和年代以及標點符號：例如 東海大學。1997。改成 臺中縣政府（1997）.....（其他亦同）。著作人 XX 不屬於東海大學。 3. 所有年代前後的「。」都改成（）。	(四) 感謝委員意見。已修正。
	(五) 標題是「生物資源」及....計畫，p.32 用「生態調查」兩者的調查內容不同。生物資源是種類和數量評估，生態調查，還要加上環境因子的相關分析。	(五) 感謝委員意見。本團隊主要還是依照工作項目執行。計畫名稱的部分，則視標案名稱而定。另環境因子相關分析部分，本計畫將於期末報告時，彙整水質調查數據進行分析。惟水質調查樣點及土壤硬度、侵淤樣點等和水域生物調查樣點不同，故難以進行兩者間的關聯性分析。但會嘗試配合以衛星影像，將本案的歷年調查結果（常見及指標生物，例如蟹類、優勢保育類鳥種及優勢鳥

		種、侵淤等）套疊，檢視其關聯。
	(六) 分頁問題 (p58, 59)：乍看之下，不知道 p.59 表格是什麼意思，原來標題在 p.58 的最後一行。either 把 p.59 的表格連到 p.58，或把 p.58 最後一行的標題移到 p.59 表格上方。	(六) 感謝委員意見。已修正。

期中審查會議之意見回覆

委員	審查意見	意見回覆
黃委員 育珍	請團隊收集資料於期末報告書提供濕地內有哪些本土植物可取代銀合歡之探討。	感謝委員建議。團隊將於期末報告中提及可能可取代銀合歡之本土植物，以及在移除銀合歡時可能須注意之事項。
汪委員 靜明	(一) 期中報告針對前次評選會議審查意見有關《濕地保育法》保育管理及研究成果應用於生態系統服務（支持、供應、調控、文化）功能回覆具體得宜，值得肯定。	(一) 感謝委員。
	(二) 承上，有關高美濕地教育宣導課程(報告p.47-p.51)其課程大綱及教育目標，建議增列「生態系統服務」，有助於宏觀生態永續思維與作為宣達。	(二) 感謝委員建議。已於修正期中報告書之p.50教育宣導課程之章節內容，於其課程大綱及教育目標中增補「生態系統服務」一詞。
	(三) 有關高美濕地生態講座與環境教育課程，建議後續可將高美濕地歷史生態演替及關鍵棲地變遷因子與影響，另列為進階課程設計，對學校教師及民間生態保育團體，可進一步交流。	(三) 感謝委員建議。未來若有機會辦理進階課程，可考量將高美濕地生態變遷演替，及影響棲地變遷之關鍵因子列入進階課程內容。對象誠如委員建議，為各級學校教師及民間生態保育團體成員，或是已受過專業訓練之導覽解說員等，以利進一步知識交流。
曾委員 萬年	(一) P.3 請補一段說明觀光客數量上升和陸蟹路殺、外來種入侵以及濕地淤積陸化的關係，以及要做本計畫的原因（P.30 工作範圍和工作項目）。	(一) 感謝委員意見。已補充相關內容於 p.3 最後一段。
	(二) P.I 五、期中小節之「節」應修正為「結」。	(二) 感謝委員建議。綜合參考審查委員之建議後，已修正為初步結論與建議。
	(三) P.2 前言，東海大學(2019,2020,2022,2023)，文	(三) 感謝委員意見。已修正與補充。

	獻中找不到，因為之前您已經改成彰化縣政府(XXXX)和臺中市政府(XXXX)了。另外，P.101 吳(2006)及徐(2013)，沒有引用文獻，P.125 et al 要全列。	
(四) P.34 及 35 請繪圖說明蝦籠的構造，直徑 12 公分，長度 32 公分怎麼表示。單位用「隻數/籠」表示也不精準，施放時間及其長短不同，同樣一籠的意義不同，螺貝類以 mesh size(2.00 mm)過濾，但以 m ² 表示，也看不懂為什麼這樣做。浮游生物用 cell/L 表現也很奇怪，哪有人用 cell 來表示數量的。一隻浮游生物有很多細胞 (cell)。	(四) 感謝委員意見。誠如委員意見九，已將蝦籠與不鏽鋼分析篩之實體構造照片呈現於 p.37 圖十二所示。相關採集單位之表示說明補充與修改如 p.34 至 35 之內容所示。	
(五) P.60 調查結果，建議換算成 m ² 不要用 3m ² ，表格亦同。	(五) 感謝委員建議。已修正。	
(六) P.62 建議表二十加一行累計就可省掉 P.64 的圖二十三，因為圖的色塊大小沒有表的數字好看。其他亦同。	(六) 感謝委員建議。已補充累計一行於表二十一、表二十三及表二十六。綜合審查會議中其他委員意見，仍保留圖二十六、圖二十七及圖二十八。	
(七) P.73 浮游生物的單位，請改成隻數/ℓ，而不是 cells/L，其他亦同。	(七) 感謝委員意見。綜合審查會議中其他委員的意見，動物性浮游生物的單位更正為個體/ℓ，植物性浮游生物的單位則維持 cells/ℓ 表示之。已將其單位修正。	
(八) P.103 ω 和 W 是相同的嗎？	(八) 感謝委員提醒。已將 Q 與 ω 關係圖之 X 軸修訂。	
(九) P.150 補充一張蝦籠照片，	(九) 感謝委員意見。水域生物採集工具之實	

	看不清楚蝦籠的外型，螺貝類調查的網具亦同。	體照片已補充於 p.37 圖十二。
	(十) P.152 及 153 生物照要對齊測量尺的起點，蝦要拉直照	(十) 感謝委員意見。第三季與第四季所採集到的樣本，拍攝生物照時將會秉筆辦理。
	(十一) 生物調查結果請依據 P.2 陳宜清(2007)的三種生態系整理和比較，也就是北邊的河口生態系，中間的潮間帶草澤和南邊逐漸淤積的臺中港附近，三種生態環境不同物種的特色。	(十一) 感謝委員意見。本案之生物調查結果，待完成四季調查的資料後，將於期末報告中依據陳宜清(2007)所整理的三種生態系進行整理和比較。
	(十二) 宜分析土壤調查結果、硬度、淤積和飛砂對生物質、量的影響。生態調查結果分析，用 PcoA 分群之外，也建議用 Factor Analysis 分析因果關係。	(十二) 感謝委員建議。本年度將彙整歷年土壤調查結果，瞭解土壤硬度、淤積、飛砂之時空變化趨勢，用以作為未來探討生物質、量之重要參考。另外，由於本案之土壤調查，其硬度和飛砂的調查樣點僅在整體濕地的局部小範圍內（硬度為木棧道末端數條放射線、飛砂為僅一處調查樣點），淤積調查的樣點則是大範圍分布於高美濕地，因此期末報告中，得以用較為全面的資料來評估底質與生物間情況之項目，目前已淤積調查的數據結果較為適合。期末報告將針對高美濕地的侵淤狀況與雲林莞草生長範圍進行分析。而水域生物調查結果部分，雖然水質調查樣點與水域生物調查樣點並不一致，但仍可嘗試用 Factor Analysis 或是 Redundancy Analysis 來分析環境與生物間的關聯性。
	(十三) 最後請論述高美濕地的生態構造和功能，做為保育管理之參考。	(十三) 感謝委員意見。相關論述將於期末報告中呈現。
	(十四) 很遺憾沒有鰻苗漁獲量。	(十四) 感謝委員意見。依據審查會中海資所的說明，由於目前尚在鰻苗捕撈季節，待捕撈季節結束後，本團隊將視情況

		行文請求該單位提供相關資料，若得以取得鰻苗資料，將補充於期末報告內。
陳 委 員 仲 吉	(一) 本期中報告基本符合工作內容要求。	(一) 感謝委員。
	(二) 有關報告內容部分，建議將五、其中小結修正為初步結論與建議。	(二) 感謝委員建議。已修正為初步結論與建議。
	(三) 在報告中基本以第一季或第二季來表示，建議此部分考慮用季節取代季次（如春、夏、秋、冬）。調查時間應詳列，包括日期、時間、尤其水質採樣。	(三) 感謝委員建議。已將報告書內容中的所有出現第一季或第二季之後方，補上年月資料。詳細調查時間則另外列表呈現於修正期中報告書 p.263 (四) 附錄三、水域生物調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐及 p.264 附錄四、水質調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐。
	(四) 有關調查結果與初步討論部分，目前大部分的資料只說明其結果，建議有特殊之數值或結果應做初步討論，例如：植物調查中之水筆仔未來將如何處理？宜提供建議，如是否進行移除...等。	(五) 感謝委員建議。有關於特殊情況，例如水域生物的大型底棲蟹類於第二季在四處樣點並無觀察記錄數據的原因，已於 p.123 補充其內容。而水質調查結果中，探討 WQ6 的葉綠素 a 值較其他樣點高的原因，則補充於六、結論與建議之 p.211(二)水質一節中。其餘與水筆仔或銀合歡等之相關建議，將於期末報告中討論。
	(五) P.58;圖 21，鳥類總數與總隻次建議將不同月份分開圖示。	(六) 感謝委員建議。已修正。
	(六) 在大型底棲蟹類調查結果部分，宜探討說明為何第二季(W1'、W2'、W8、W9)為何未量測到相關物種？另外，請說明為何此處的	(七) 感謝委員意見。已於第 p.123 最後一段探討其原因。主要原因推測與觀測記錄時的氣候有關，當氣溫偏低，風速偏大時，灘地上的螃蟹容易受其影響而不出沒，因而影響觀測記錄數據。而單位以

	單位是以 3m ² 表示?	3m ² 表示之的原因，是因為在樣點觀察記錄時，是每樣點觀測記錄三處 1 平方公尺大小內的螃蟹個體，數據呈現上以三處加總的數值呈現之，故單位以 3m ² 表示。為避免與其他計畫之數據於進行分析評估時造成數值上的混淆，本團隊已將底棲蟹類之數據單位修正為 m ² 表示之。
	(七) 動物性與植物性浮游生物之調查結果，建議以圓餅圖或柱狀圖來說明其結果。	(八) 感謝委員意見。已將柱狀圖補充於 p.88 圖二十九，及 p.97 圖三十。
	(八) 有關水質監測結果中之葉綠素濃度 a 較高的部分，宜探討說明其原因;另外，此結果與其他水質參數間是否有關連?	(九) 感謝委員意見。在水質調查樣點 WQ6 的葉綠素 a 數值偏高的可能原因，已補充於六、結論與建議之 p.211(二)水質一節中。
	(九) 有關淤沙標竿尺與 VBS-RTK 結果顯示，似乎 VBS-RTK 之結果可信度較高，故未來是否只進行此量測即可?另外，此結果未來是否與飛沙量測結果進行相關比較探討?	(十) 感謝委員建議。淤沙標竿尺量測因易受外力如風、波浪、水流以及漲退潮等作用影響，量測可信度較 VBS-RTK 偏低，但與 VBS-RTK 搭配，可有現地標記作用，並作為泥沙淤積變化趨勢之參考，在時間經費許可情況下，仍可同步執行。飛砂試驗需同時考量天候、潮汐等海氣象因素，執行不易。若欲嘗試進行淤沙高程及飛砂之相關性探討，需再行評估。
	(十) 有關附錄四等相關生態或野外照片，建議應標註拍攝日期，以利後續追蹤。	(十一) 感謝委員建議。已將原期中報告書之附錄四照片，補上拍攝日期如修正期中報告書之附錄六內容所示。
	(十一) 教育宣導目前主要以國中、小為主，有關在地周邊社區居民部份，未來是否將進行，如何達標。	(十二) 感謝委員意見。在高美濕地還有其他團隊在執行環境教育推廣，此外，本案在環境教育課程舉辦前，皆有請市府協助將活動內容以公文傳達的方式提供給臺中市各級學校、高美濕地周邊里長辦公室、與高美濕地有關聯的 NGO 團體等，鼓勵大家參與活動。未來若有機會，希望能以辦理進階課程

		的內容為努力方向。
	(十二)宜探討淤沙及飛沙等作用對高美生態環境之影響。	(十三)感謝委員建議。本年度將彙整歷年土壤調查結果，瞭解淤沙及飛沙之時空變化趨勢，用以作為未來探討高美生態環境影響之參考。
內政部 國家公園署	(一) 本次期中報告書有關飛沙量測結果（第 94-107 頁）及期中小節（第 122 頁），未有改善方案及減緩措施之建議，請規劃單位就該部分提具相關說明。	(一) 感謝機關建議。將彙整飛沙相關減緩措施，於期末報告中呈現。
林業保育署 臺中分署	(一) 感謝團隊在高美濕地執行生態調查多年，將這些資料化為環境教育內容也是非常重要的工作項目之一。在 p.108「課程教案如附錄所示」未見於附錄，請確認。	(一) 感謝機關意見。已修正為表十八。
臺中市 政府環境保護局	(一) 本案水質監測結果，懸浮固體項目於部分點位、時段有異常偏高情形，宜注意水質異常原生與對水體環境影響。	(一) 感謝機關建議。由於水體採樣為於當日低潮時間進行，因此水位高度較淺，有些水質監測採樣點的水位偏低，故在採樣時容易擾動到底質，使懸浮固體稍微偏高。會在執行水體採樣時盡量減少底質擾動的狀況。
	(二) 為符合海洋污染緊急應變所需之生態敏感區座標資料，本案已有建立 GIS 圖資及 GPS 定位系統，尚可因應重大水質污染及海洋污染案件。	(二) 感謝機關提供資訊。
	(三) 本局配合持續追蹤抽驗高美濕地水質，如有異常將請貴局即時轉知遊憩民眾，並配合追源稽查。	(三) 遵照機關意見辦理。
臺中市	(一) 有關鰻苗漁獲資料，如有	(一) 感謝機關提供資料。考量目前仍為鰻魚

海岸資源漁業發展所	需要再請業務單位會辦本所提供。	捕撈季節，待捕撈季結束後，再請求相關單位協助提供資料。
社團法人臺灣野鳥協會	(一) 考量銀合歡擴展及生長速度快速，請相關機關依權責研擬或協調移除方式(如番仔寮海堤)。	(一) 感謝單位建議。本團隊將於期末報告提供移除銀合歡時所需的相關注意事項，以及羅列可能可取代銀合歡之本土植物。
業務單位	(一) P.53 建議將「保護區內」用詞改為「濕地內」表示。	(一) 感謝機關建議。已修正。
	(二) P.117 學生問卷資料中，部分學童對於導覽主題和導覽內容相符、室外導覽進行方式、室外導覽時間的安排及室外導覽內容對您的幫助等問題，皆有表示不滿意之回饋，請問問卷上是否有說明不滿意之處或是建議事項？	(二) 感謝機關意見。由於問卷上僅為勾選的選項，而在以填寫方式的建議事項欄位中，填單學童並無做進一步的文字說明，故對於不滿意的原因並不清楚。但根據當天的課堂反映推測，五場次的當日天氣狀況，僅最後一場次（12/10）天氣最為適宜，其他場次天氣為風速強、氣溫偏低、或甚至飄雨。另外，有一場次的學校老師要求不要安排下灘地，僅在周邊堤岸說明介紹即可，再者，也有場次的時間上，是挑選滿潮時間前來（事前都有和校方溝通說明這部分和退潮時來的差異，校方是同意的），因此也僅能在堤岸上做介紹。這些都有可能與未能達到學生對於心目中室外導覽的期望有關。
	(三) 簡報第 38 頁提及，依據飛砂量 Q 與中粒徑 D50 之關係推測，高美濕地砂源來自於大甲溪出海口河床等成果未於報告書中呈現，請補充至報告書中。	(三) 感謝機關建議。113 年度秋季調查之 D50 較 111 年度調查之顆粒偏大，推測其砂源可能來自於大甲溪出海口河床，已補充於報告書中。

期末審查會議之意見回覆

委員	審查意見	意見回覆
何 委 員 文 鶯	(一) 本計畫已延續調查多年，考量調查方法或頻度若不相同，將導致調查數據不利分析，無法比較各年度成果之差異性，請團隊臚列各項調查工項適當的調查頻度及方法予主辦單位，以利未來提報計畫之參考。	(一) 感謝委員建議。相關調查建議內容已補充至 p.220 六、結論與建議(十)各項調查工作之方法與頻度建議一節。
	(二) 有關水質監測其懸浮固體項目超標部分，請團隊補充可能導致異常之原因於報告書中，以利後續檢討及追蹤；另亦請團隊提供採樣時具體的方法及建議，以利提高資料之正確性及一致性。	(二) 感謝委員建議。已補充懸浮固體偏高的可能原因於摘要，以及 p.211 六、結論與建議(二)水質一節的第一段內容中。採水方法主要依據「濕地生態系生物多樣性監測系統邊準作業程序」執行。在涉水採樣時，須自下游往上游的方向進行採樣，盡可能避免擾動底質沉積物。水深盡可能至少 30 公分深，但仍須視樣點環境而定。
曾 委 員 萬 年	(一) 摘要太長，要簡潔一點，分段說明比較清楚，長度以一頁為宜，且要增加英文摘要。三種生態系請標示(1)、(2)、(3)。P.1 的魚苗熱點改成哺育場。	(一) 感謝委員意見。已修正並縮減中文摘要內容，並補充英文摘要。
	(二) 用詞重覆，P.4 用了兩個「此外」。此外，以上種種原因…，請各另起一段。	(二) 感謝委員意見。已修正。
	(三) P.5 圖一，漏字「濕地」。	(三) 感謝委員意見。p.5 圖一為農業部劃設公告之「高美野生動物保護區」，該保護區名稱無「濕地」一詞。
	(四) P.31 工作改成調查。圖十一和表十一的 W1、W2 修正後，有調查嗎？沒調查原	(四) 感謝委員意見。W1 和 W2 因現勘後無法徒步抵達，故已於工作計畫書內修正更改至 W1'和 W2'處。因此 W1 和 W2 並無執行調查工作。此說明已補充於

	因要說明。	p.31 二、調查範圍、項目與方法(二)調查項目與方法說明一節之第一段內容中。
	(五) P.35 調查方法中，蝦籠太小，用來誘捕魚類不適合，捕獲的魚類體型太小，是混獲魚類(by-catch)，沒有代表性。P.36 表示「隻數/0.25m ² 」改成「個體數/m ² 」，後面結果重算。「個體/L」改成「個體數/1000ml」、「cells/L」改成「個體數/1000ml」。	(五) 感謝委員意見。已將螺貝類之單位「隻數/0.25m ² 」改成「個體數/m ² 」；動物性浮游生物之單位「個體/L」改成「個體數/1000ml」。植物性浮游生物之單位，在參考相關計畫案與學術文章後，因多數皆已「cells/L」作為其單位表述，故仍維持未更動。
	(六) P.51、53 缺實到人數。	(六) 感謝委員意見。此表格為課程內容展示，非實際課程紀錄，故已修改表格內容。
	(七) P.55(一)重覆出現「調查」用字 3 次，1.和(1)的部分就可省略，看用什麼字取代。	(七) 感謝委員意見。已修正。
	(八) P.62 表二十，說不清各標線調查結果，改成種類組成和數量的樣站和季節變化。(其他亦同)	(八) 感謝委員建議。因原期末報告書的表二十表說造成誤解，已將其表說修正如 p.63 表二十所示，修改為「113-114 年鳥類優勢種與保育類於樣線與季節間的變化」。鳥類調查總表則呈現於附錄七。所有表格內容皆呈現鳥類物種組成在樣線間與季節間的數據。
	(九) P.71 表二十三的表格圖說和格式。圖說改成蝦籠捕獲的魚類數量的季節和地點間的比較，W1'至 W9 為採集地點(詳圖十一)，表格沒有單位個體數/網，表格的標題第一季和第二季下方的線要有斷點。其他表格也應一併修改。	(九) 感謝委員意見。已修改。
	(十) P.77 網具規格的單位要統	(十) 感謝委員意見。已補上網具規格以公分

	一(呎,公分)。P.31 及圖十二請增加定置網的示意圖，蝦籠和定置網捕獲的魚類的體長不同，請增加捕獲魚類的體長及其發育階段，說明濕地的魚類生態棲位。	為單位的數值。而以定置網調查的計畫案非為本團隊執行，在參閱未公開的該計畫的報告書內容後，因並無提供定置網的照片或示意圖，故僅能由該報告書的文字內容，描述定置網具之規格。此外，定置網調查的計畫案僅記錄各樣點所捕獲之魚類魚種個體數量，並無其他量測資料，而本案也並無逐一量測所有捕獲之魚類個體，因此無法提供關於魚類體長及發育階段的資訊。
	(十一)P.87 圖二十八圖說不當。各樣點豐度長條圖改成豐度的季節性和樣站間比較。座標單位「總計(個體/L)」改成豐度(個體數/1000ml)(其他的圖說亦同)。	(十一)感謝委員提醒。已修正。
	(十二)P.146-147 圖五十(A)不只 WQ6 的水質與其他樣點不同，凡是座標超過 3 的點都有顯著意義，並且要說明是哪幾種水質有顯著的分群影響力，從水質的向量來看，圖五十(B)也是一樣，哪些年度是偏哪幾種向量(水質)。多邊形的圖形，最好是以 95%信賴限界的橢圓表示。	(十二)感謝委員意見。已補述於 p.147 第 1 段，說明不同水質測項彼此間的關係。在針對不同樣點的分群可能原因，說明於 p.147 第 2 段；不同年份的分群可能原因，說明於 p.147 第 3 段至 p.148。橢圓圖已補充於圖五十三。
	(十三)圖型的格式要一致，P.161 圖五十七及 P.166 圖五十九，請依照 P.147 圖五十的格式，尤其是座標軸要移到「0」的地方，而且沒有水質的向量指標說明分群的原因。另外，異常值(拉得很遠的點)究竟什麼原因也要說明。	(十三)感謝委員意見。已修正兩圖之座標軸，並於 p.161 第二段內容，以及 p.168 第 2 段補述圖中異常值(極端值)可能原因。水質向量指標與分群原因之回應同上題回覆。
	(十四)P.212 文獻格式，第 3 篇的作者要改成姓氏在前	(十四)感謝委員意見。已修正

	面，姓名在後面，讓它和其他的表示一致。	
	(十五)P.1、2 摘要中，有關結論彙整結果，高美濕地可以分成北、中、南三種生態系，與 P.5、6 圖一、圖二的保護區的分區不同，要如何提供高美濕地經營和保育管理之參考。要如何保育？保育哪些物種。	(十五)感謝委員建議。圖一與圖二分別為農業部和國家公園署，各別劃設之野生動物保護區及國家重要濕地範圍。檢視當初的分區管理依據，高美野生動物保護區主要是以保育草澤棲地為主，故將自番仔寮海堤、高美一號海堤、高美二號海堤往外延伸 400 公尺之草澤區域劃設為核心區；高美重要濕地範圍之核心區劃設，旨在保護雲林莞草及濕地生物多樣性之熱點，範圍為海堤向外約 500 公尺之區域，以維護生物多樣性的功能。兩者在畫設核心區時並無將生態系納入考量。未來若管理單位需要調整分區範圍時，可將本年度所彙集的結果納入參考。
	(十六)其他修改請參照期末報告書。	(十六)感謝委員意見。已遵照修改意見做修正。
陳 委 員 仲 吉	(一) 本期中報告基本符合工作內容要求。	(一) 感謝委員。
	(二) 報告書內容存在少數筆誤，建議應仔細校對。例如:P.51 表 18 之課程日期標示為 114 年 11-12 月(?); 另所提供之生態照片建議標註拍攝日期。	(二) 感謝委員意見。已修正，並已補上生態照片之拍攝日期。
	(三) 報告中調查時間的表述方式不一致，有使用「第一、二、三、四季」與「春、夏、秋、冬」兩種方式，建議統一為「春、夏、秋、冬」較為適宜。此外，在資料彙整與分析部分，目前採用 season1、season2、season3、season4，亦建議改為「春、夏、秋、冬」	(三) 感謝委員建議。已將本案水域生物調查與水質調查之第一季、第二季、第三季和第四季修改為秋季、冬季、春季和夏季；土壤調查部分，依照調查月份，將之第一季、第二季、第三季和第四季修改為夏季、秋季、冬季和春季。其中，生物調查中的鳥類調查部分，因為屬性較為特殊，因此依據候鳥時間來做季節區分。候鳥的部分為春季：國曆 3 月至 4 月；夏季：公曆 5 月至 6 月；秋季：國曆 8 月至 9 月；冬季：國曆 12 月至 1

	以便比較。	月表示之。
	(四) 在水質調查部分，建議將較特殊的數值以底線或粗體標示，以利醒目提醒。另在第 1、2 季中，溶氧數值偏低(約 2.0)，需深入探討其原因。有趣的是，該低溶氧情況似乎未完全反映在同時期的生化需氧量上，建議進一步分析並說明原因。	(四) 感謝委員建議。水質調查數據中，若有超過濕地保育法所制定之制定重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準中，國家級重要濕地所被規範的標準者，已以底線標示之，如表三十六之懸浮固體測值所示。而溶氧所受的影響包含多種物理因子與化學因子，除了生化需氧量外，水溫、鹽度、水體流動性等，亦會交互影響。檢視原始數據中，秋季與冬季於 WQ3 樣點的溶氧值偏低，推測可能與現地的水流緩慢，且水深較淺有關。相關內容已補述於 p.98 三、結果與討論(二)水質一節中的第三段內容。
	(五) P.160 圖 56 顯示 106-114 年高美濕地螃蟹各樣點的分布情形，似乎顯示其種類組成已有變化(此結果亦可從 P.193-197 圖 75 歷年大型底棲蟹類優勢種分布圖中得到佐證)。同樣地，PERMANOVA 分析結果亦顯示，不同年份間魚類種類組成差異明顯，建議探討其原因。另歷年比較結果宜納入最後「結論與建議」章節中。	(五) 感謝委員建議。螃蟹之物種組成變化已補充說明於 p.160。魚類不同年份與樣點間的差異說明如 p.168 倒數第 14 行內容所示。歷年結果之彙整已納入六、結論與建議(四)歷年生態分析一節。
	(六) P.176 圖 64 顯示高美濕地歷年 H2-H4 平均硬度與遊客人數有顯著關聯，此為相當有價值且有趣的結果，建議探討硬度變化如何影響底棲生物的生態環境，並評估是否需對高遊客量季節設定人數限制。	(六) 感謝委員意見。未來將持續蒐集並分析相關資料，探討土壤硬度變化對底棲生物生態環境的潛在影響，以釐清生物棲地與人為干擾之交互關係。同時，本團隊亦將參考遊憩承載量之相關研究，評估於高遊客量季節是否需提出適度的人數管制建議，以作為後續濕地管理及保育之重要參考依據。
	(七) 關於濕地內生態變遷及未來可能面臨的課題與因應對策，其中提到雲林莞草	(七) 感謝委員意見。本案並無調查雲林莞草之分布範圍。雲林莞草調查結果是依據臺中市政府之歷年高美野生動物保護

	逐漸由海堤附近往西部移動，並建議透過延緩陸化進程、強化與復育雲林莞草等多方面措施加以因應，此建議具有實用性，宜納入「結論與建議」章節。另外有關雲林莞草之植被變化，宜考量納入。	區資源監測計畫，已標註引用之報告書來源，以供內容資料參考之依據。相關建議已納入 p.219 六、結論與建議(八)雲林莞草保育建議一節。
	(八) 本計畫在進行資料分析時，水質調查與生物調查並非同步進行，可能影響結果比較與解釋之精確性，建議後續調查應改善此問題。	(八) 感謝委員建議。由於水質調查樣點與生物調查樣點並不相同，本就無法進行水質與生物間的關聯比較分析。且本計畫案水質調查之目的為監測放流水流入灘地之水質狀況，故原則上還是以在同一天完成所有水質樣點的水樣採集為佳，以利做為當日高美濕地周邊放流水之水質狀況紀錄。若未來調查目的需增加水質與生物間的關聯性分析，即可再作水質樣點與水體採樣時間的調整與安排。
	(九) 在「結論與建議」中，宜增列對未來高美濕地後續監測調查的建議內容，包括調查頻度、項目、方法及其理由等。在水質調查測站未來宜考慮納入大甲溪口及海域測站，另外海域生物與水質測站調查測站宜儘可能配合及同時調查。	(九) 感謝委員建議。相關調查建議內容已補充至 p.220 六、結論與建議(十)各項調查工作之方法與頻度建議一節。在水質調查測站部分，目前高美濕地周邊已設有之長期監測站，為臺中市環保局針對高美濕地北側之大甲溪出海口處共兩處之河川水質監樣點（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游），以及一處環境部設立之河川監樣點（大甲溪橋），在經費考量下，未來可先以此三處長期測站之資料納入水質分析範疇。而水質調查在本案的調查目的為監測放流水流入灘地之水質狀況，故原則上還是以在同一天完成所有水質樣點的水樣採集為佳，以利做為當日高美濕地周邊放流水之水質狀況紀錄。若未來調查目的需增加水質與生物間的關聯性分析，即可再作水質樣點與水體採樣時間的調整與安排。
	(十) 生物間及生物與環境間之關聯性宜深入探討，尤其	(十) 感謝委員建議。生物之間的關聯性，由於歷年的調查努力量、頻度、甚至樣點皆不一致，因此較難以在年度間一併做

	在歷年變化上。	比較。因此先以本案於 111-112 年，以及 113-114 年的鳥類與底棲蟹類調查數據進行初步分析。其結果補述於 p.164 至 p.166，主要針對覓食蟹類的水鳥與被取食的螃蟹物種間的數量關係說明。生物與環境間的關聯性，需要在同一處樣點同時有環境與生物的調查數據才得以分析關聯性。由於水質調查樣點與生物調查樣點並不相同，而生物調查樣點並無同時採樣底質樣本進行底質特性（底質粒徑、有機質含量、含水量等），因此生物與環境間的關係難以在此案進行更進一步的分析。土壤硬度部分，其硬度調查樣點同樣無生物樣點，唯一較為接近的是 W7，其歷年硬度與 W7 底棲蟹類的關係為負相關，表示當底質硬度越高，蟹類個體數量越少。相關分析已補充於 p.198 至 p.200。
	(十一)未來有無長期監測儀器監測之考量及建議，將設於何處對本研究調查有何助益。	(十一)感謝委員建議。若能導入長期自動化監測儀器，應可補強人工調查在時間解析度上的不足，並對研究具實質助益。然而，儀器設置與維護需考量多項因素，包括供電方式（市電或太陽能）、冬季日照不足與東北季風強勁對設備穩定性的影響，以及後續維護與保養成本等，皆為實務上需審慎評估的重要課題。目前高美濕地周邊設有之長期監測站，為臺中市環保局針對高美濕地北側之大甲溪出海口處共兩處之河川水質監測點（鰻魚苗網下游、鰻魚苗網上游），以及一處環境部設立之河川監測點（大甲溪橋）。考量現地海氣象條件與基礎設施限制，以現有經費執行連續監測有其困難度，由於長期監測儀器有管理維護以及經費上的考量，若主管機關未來針對高美濕地有前述三處之水質長期監測樣點之外的地方需額外做水質監測的規劃，則可視情況再斟酌架設，其架設點可規劃架設於清水大排出海口處，以監測主要排入高美濕地之水質。後續本團隊將持續評估相關技術與資源條件，並與主管機構研商設置之必要性，於可

		行時提出具體規劃，以提升監測效益並兼顧長期維運的可行性。
	(十二)未來相關監測項目宜定量，而非只有普查(如植物)相關調查方法建議參照環境部和海洋委員會海洋保育署沿岸或潮間帶之調查方法。	(十二)感謝委員建議。本案調查項目依不同目的而定。本計畫調查方法主要依據農業部生物多樣性研究所於 98 年出版之「濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序」執行之。未來將檢視近期環境部或海委會所公告之適合調查軟質濕地之調查方法，並隨之更新，以利符合相關規範與調查目的。
內政部 國家公園署	(一) 本次期末報告書有關飛沙量測結果(第 115-129 頁)及結論與建議(第 203-205 頁)，未有改善方案及減緩措施之建議，請規劃單位就該部分提具相關說明。	(一) 感謝機關建議。感謝委員意見，針對高美濕地飛砂議題，本團隊建議兩項減緩策略：一為編籬定砂，以籬柵降低風速並促進沙粒沉積；二為種植耐鹽、耐風及耐砂埋植披，以固砂並維護生態功能。此外，若飛砂主要來自大甲溪河口，相關工程亦需考量通洪情形之影響。相關建議已新增於 p.220 六、結論與建議(九)高美濕地飛砂減緩策略建議一節。
	(二) 期末報告書(第 31 頁)濕地環境資料庫網域名已更換為 https://wetland-db.nps.gov.tw ，請修正。	(二) 感謝機關意見。已修正。
	(三) 期末報告書(第 97 頁)內政部營建署，請修正為內政部國家公園署。	(三) 感謝機關建議。已修正。
	(四) 期末報告書(第 208 頁)有關銀合歡移除須注意事項與相關建議，提及部分區域為銀合歡純林，建議於圖上標註相關區域，以利後續經營管理納入參考。	(四) 感謝委員指教，目前調查高美濕地內之銀合歡林分布於範圍之北側，已於成果報告 p.58 圖二十二另外標註銀合歡純林位置（範圍中心點位置：TWD97 X: 204601.0510,Y: 2691214.12）。
	(五) 有關歷年鳥類彙整資料，目前以年為主要資料分析方式，然而鳥種組成很可能受季別影響，不同年度	(五) 感謝機關建議。鑒於不同年度的季節頻度、樣區/樣點規劃的差異，因此，此部分並無法進行比較。若要以季別資料進行比較，僅 111-112 年、113-114 年兩年

	在不同季節努力量亦不一致，建議可考慮以季別比較方式進行各年度比較，以利判讀各年度計畫在不同季別努力量下，鳥種組成差異，或針對不同年間共有的調查區域進行標準化比較，以減少統計偏誤問題產生。	的調查數據一致可做比較，已補充此兩年度的數據於 p.160 表五十七，113 年與 111 年的鳥類組成，無論是從物種有無的角度（Jaccard）還是從物種數量多寡的角度（Bray-Curtis）均呈現高度的相似性，表示在這兩年調查季度間，研究區域的生態環境條件大致維持了相對的穩定。
	(六) 後續請將成果報告書及相關調查原始資料上傳至本署濕地環境資料庫網站內。	(六) 感謝機關建議。遵照辦理。
農業部 林業及 自然保 育署臺 中分署	(一) P.180 提到「微調整核心區、緩衝區的範圍，以配合目前的雲林莞草分布變化」，臺中市政府已執行多年調查雲林莞草分布範圍及面積，關於這點是否有具體的範圍調整建議？是否搭配其他基礎生態調查結果提供整體調整建議？	(一) 感謝機關意見。關於雲林莞草範圍分布面積的歷年資料，已補充於 p.197 表六十九。其他詳細試驗與分析內容，在臺中市政府高美野生動物保護區資源監測計畫相關之歷年報告書皆有完整說明。目前單就近年結果顯示，雲林莞草分布自高美野生動物保護區公告分區範圍以來，有往海堤外移動的趨勢。檢視高美野生動物保護區之核心區範圍，建議可參考高美重要濕地保育利用計畫功能分區圖之核心保育區範圍，其邊界與木棧道底部切齊，將目前的緩衝區範圍納入核心區。若未來管理單位需要調整高美野生動物保護區之分區範圍，本團隊將提供相關調查資料，以作為範圍調整之考量依據。
	(二) P.181 提到「建議優先保育原生濕地物種並評估是否可人工復育原生植物」一項，高美濕地位於綠網「臺中海岸濕地保育軸帶」範圍內，生態植被復育是該軸帶主要推動策略之一，本分署也持續規劃在高美濕地旁的 1436 保安林和周邊農地進行原生濕地植物復育與棲地營造工作，	(二) 感謝機關建議。

	建議市府除持續調查監測工作外，也可以基於高美濕地三種生態系統提供的生態功能，與未來綠網計畫朝向自然解方(NbS)行動面向，共同討論推動更進一步的濕地復育工作。	
	(三) 文字誤植 1. P.208 第四行林業「與」自然保育署。 2. P.135 倒數第八行頸鴿、黑腹濱鷸、以及「長期他常見」的螃蟹。	(三) 感謝機關提醒。已修正。
臺中市 政府環 境保護 局	(一) 本案水質監測結果，懸浮固體項目於部分點位，時段有異常偏高情形宜注意水質異常原水與對水體環境影響。	(一) 感謝機關建議。由於水體採樣為於當日低潮時間進行，因此水位高度較淺，有些水質監測採樣點的水位偏低，故在採樣時容易擾動到底質，使懸浮固體稍微偏高。建議在執行水體採樣時，應避免水位偏低處（低於 30 公分），並減少底質擾動的狀況。
業 務 單 位	(一) 有關土壤淤積工項，S16 調查位點為本計畫才開始增設的位點(如報告書 P.176 倒數第 3 行的說明)，先前年度計畫未執行，故表六十五中 107-108 年度、110-111 年度及 111-112 年度應無相關數據，請修正。	(一) 感謝委員意見。原期末報告書表六十五中 S16 數值為誤植，已修正。
	(二) 有關成果報告電子光碟資料，請團隊放入本計畫兩季飛砂量測相關影像紀錄，以利瞭解高美飛砂型態及路徑。	(二) 感謝委員意見。已新增本計畫兩季飛砂量測相關影像於電子光碟中。
	(三) 圖六十五及六十六，其 107-108 年度與 113-114	(三) 感謝委員意見。已修改兩年度之顏色，以利閱讀辨識。

	年度呈現之顏色相近，請調整較易辨識之顏色。	
--	-----------------------	--

附錄三、水域生物調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐

季別	水域生物調查樣點	調查日期	調查時間	每時氣溫 ¹ (°C)	每時平均風速 ¹ (m/s)	每時瞬間最大風速 ¹ (m/s)	調查當日潮汐 ²
秋季	W1'	2024/9/18	17:00	29.3	7.9	17.5	10:47 H
	W2'	2024/9/18	15:45	30.5	6.4	16.4	17:04 L
	W3	2024/9/18	14:15	30.8	6.9	16.2	
	W4	2024/9/24	09:10	30.2	0.4	2.9	9:13 L
	W5	2024/9/24	10:00	30.3	2.1	4.4	15:44 H
	W6	2024/9/24	10:45	30.3	2.1	4.4	
	W7	2024/9/25	09:30	30.8	0.7	3.0	10:20 L
	W8	2024/9/25	10:20	31.1	1.0	3.0	17:01 H
	W9	2024/9/25	11:00	29.2	2.2	5.1	
冬季	W1'	2024/12/24	10:30	17.1	5.1	10.5	11:30 L
	W2'	2024/12/24	11:25	17.7	4.6	11.8	17:47 H
	W3	2024/12/16	14:40	16.8	5.3	12.9	11:38 H
	W4	2024/12/16	15:10	16.7	5.4	12.9	17:37 L
	W5	2024/12/11	09:45	21.0	3.1	7.0	06:53 H
	W6	2024/12/11	10:15	21.5	2.9	8.4	13:05 L
	W7	2024/12/11	11:00	22.4	2.6	8.0	
	W8	2024/12/16	16:00	16.6	5.4	13.2	11:38 H
	W9	2024/12/16	16:40	16.6	5.4	13.2	17:37 L
春季	W1'	2025/3/12	13:40	27.5	2.1	3.7	10:24 H
	W2'	2025/3/12	14:45	28.4	1.9	4.0	16:24 L
	W3	2025/3/25	11:00	26.8	3.0	9.6	7:57 H
	W4	2025/3/25	11:35	26.8	3.0	9.6	14:01 L
	W5	2025/3/11	12:40	18.9	2.4	7.7	9:42 H
	W6	2025/3/11	14:00	23.3	0.9	5.9	15:41 L
	W7	2025/3/11	13:15	20.1	1.8	8.0	
	W8	2025/3/25	12:10	26.4	3.8	8.2	7:57 H
	W9	2025/3/25	12:50	26.4	3.8	8.2	14:01 L
夏季	W1'	2025/6/10	13:10	31.4	2.4	7.4	10:23 H
	W2'	2025/6/10	14:20	31.5	2.2	7.2	16:46 L
	W3	2025/5/26	13:50	21.6	5.5	10.1	09:51 H
	W4	2025/5/26	14:45	21.4	4.9	10.0	16:13 L
	W5	2025/5/21	10:05	30.3	2.5	9.7	11:32 L
	W6	2025/5/21	11:35	31.3	3.0	7.8	17:30 H
	W7	2025/5/21	10:50	30.3	2.5	9.7	
	W8	2025/5/26	15:00	21.5	2.8	10.8	09:51 H
	W9	2025/5/26	15:40	21.5	2.8	10.8	16:13 L

備註：「1」表示資料來自中央氣象署氣候觀測資料查詢服務網之清水站氣象站；「2」表示資料來自中央氣象署臺中港 2024 及 2025 潮汐表

附錄四、水質調查時日、調查期間之氣溫與風速、當日潮汐

季別	水質調查樣點	調查日期	調查時間	每時氣溫 ¹ (°C)	每時平均風速 ¹ (m/s)	每時瞬間最大風速 ¹ (m/s)	調查當日潮汐 ²
秋季	WQ1	2024/9/12	8:31	28.7	1.3	3.5	10:54 L 17:42 H
	WQ2		8:48	28.7	1.3	3.5	
	WQ3		9:13	27.6	1.0	3.8	
	WQ4		9:47	27.6	1.0	3.8	
	WQ5		10:20	29.9	2.0	5.6	
	WQ6		10:46	29.9	2.0	5.6	
冬季	WQ1	2024/11/26	10:40	22.0	5.2	15.9	07:32 H 13:43 L
	WQ2		11:02	22.2	5.9	13.4	
	WQ3		11:25	22.2	5.9	13.4	
	WQ4		11:48	22.2	5.9	13.4	
	WQ5		12:16	21.4	7.6	16.9	
	WQ6		12:40	21.4	7.6	16.9	
春季	WQ1	2025/2/11	14:22	16.9	4.1	11.2	10:43 H 16:39 L
	WQ2		14:41	16.9	4.1	11.2	
	WQ3		15:02	16.6	3.8	11.1	
	WQ4		15:21	16.6	3.8	11.1	
	WQ5		15:41	16.6	3.8	11.1	
	WQ6		14:00	16.9	4.1	11.2	
夏季	WQ1	2025/4/29	13:54	26.1	4.4	12.4	11:40 H 18:01 L
	WQ2		14:11	26.3	3.7	12.2	
	WQ3		14:37	26.3	3.7	12.2	
	WQ4		14:56	26.3	3.7	12.2	
	WQ5		15:19	26.1	3.7	13.3	
	WQ6		13:30	26.1	4.4	12.4	

備註：「1」表示資料來自中央氣象署氣候觀測資料查詢服務網之清水站氣象站；「2」表示資料來自中央氣象署臺中港 2024 潮汐表

附錄五、浮游生物實驗室處理與計數換算

<植物性浮游生物>

1. 藻樣濃縮：取固定後之樣品，以離心(3,000 g x 10 min)方式濃縮藻樣，倒去上層液，保留下層藻樣。
2. 顯色：加入染劑 (Coomasie blue) 並用振盪器振勻之，直接取下層藻水混合後，可加甘油保存。
3. 檢視：利用滴管滴 0.02 mL 於血球計數器上並蓋上蓋玻片，隨機取 10 個視窗，取平均數量，計算其單一物種之數量。
4. 再乘上顯微鏡放大比值即為單一物種之總數量。
 - ① 100x15：平均數量 x 51200= 1 mL 內單一物種的藻類數，按比例放大
 - ② 40x15：平均數量 x 12800= 1 mL 內單一物種的藻類數，按比例放大
 - ③ 20x15：平均數量 x 2560= 1 mL 內單一物種的藻類數，按比例放大
 - ④ 10x15：平均數量 x 1024= 1 mL 內單一物種的藻類數，按比例放大

<動物性浮游生物>

採樣時單一樣點取三點具代表性的表層水樣 20 L。水樣混合後，以 30 μ m 過濾網過濾，之後再以蒸餾水沖洗網目內浮游動物，再將沖洗之水樣放入 50 mL 之乾淨塑膠瓶。每一水樣加入 1 mL 福馬林保存 (最終以 75 %酒精保存之)，並放入冰箱內帶回實驗室。將帶回實驗室之水樣視浮動數量多寡，將其濃縮成 2-5 mL 水樣，於(4-10)X15 倍顯微鏡下觀察並計數個體，若有太小無法辨識者，可取出個體在顯微鏡 20x10 倍數下觀察。每次以 0.1 mL 為單位於顯微鏡下觀察並計數，故數量多及小型的物種以平均所得數值 X 19 至 49 倍計算之，而較大型的物種則將 5 mL 水樣看完之總和表示之。

附錄六、113 年高美濕地植物調查名錄

綱	科	屬	學名	中文名	型態	原生別	2017 紅皮書等級
蕨類植物	木賊科	木賊屬	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf. subsp. <i>ramosissimum</i>	木賊	草本	原生	LC
蕨類植物	鳳尾蕨科	鳳尾蕨屬	<i>Pteris vittata</i> L.	鱗蓋鳳尾蕨	草本	原生	LC
蕨類植物	海金沙科	海金沙屬	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	海金沙	草本	原生	LC
雙子葉植物	爵床科	水蓼屬	<i>Hygrophila pogonocalyx</i> Hayata	大安水蓼	草本	特有	EN
雙子葉植物	番杏科	番杏屬	<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	番杏	草本	原生	LC
雙子葉植物	莧科	牛膝屬	<i>Achyranthes aspera</i> L. var. <i>rubro-fusca</i> Hook. f.	紫莖牛膝	草本	原生	LC
雙子葉植物	莧科	蓮子草屬	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Brown	節節花	草本	原生	LC
雙子葉植物	莧科	蓮子草屬	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Moq.) Griseb.	空心蓮子草	草本	原生	LC
雙子葉植物	莧科	莧屬	<i>Amaranthus patulus</i> Betoloni	青莧	草本	歸化	NA
雙子葉植物	莧科	千日紅屬	<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	假千日紅	草本	歸化	NA
雙子葉植物	繖形花科	雷公根屬	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	雷公根	草本	原生	LC
雙子葉植物	夾竹桃科	海欖果屬	<i>Cerbera manghas</i> L.	海欖果	喬木	原生	LC
雙子葉植物	菊科	藿香薊屬	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	藿香薊	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	藿香薊屬	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	紫花藿香薊	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	蒿屬	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	茵陳蒿	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	鬼針屬	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch.	大花咸豐草	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	假蓬屬	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. var. <i>canadensis</i>	加拿大蓬	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	假蓬屬	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker	野茼蒿	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	假蓬屬	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	美洲假蓬	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	昭和草屬	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	昭和草	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	鱧腸屬	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	鱧腸	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	紫背草屬	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. var. <i>javanica</i> (Burm. f.) Mattfeld	紫背草	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	鼠麴草屬	<i>Gnaphalium pensylvanicum</i> Willd.	匙葉鼠麴草	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	線球菊屬	<i>Grangea maderaspatana</i> (L.) Poir.	線球菊	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	兔仔菜屬	<i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Nakai	兔仔菜	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	萵苣屬	<i>Lactuca indica</i> L.	鵝仔草	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	蔓澤蘭屬	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	小花蔓澤蘭	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	銀膠菊屬	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	銀膠菊	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	闊苞菊屬	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	鯽魚膽	灌木	原生	DD
雙子葉植物	菊科	稀簽屬	<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	稀簽	草本	原生	LC

綱	科	屬	學名	中文名	型態	原生別	2017 紅皮書等級
雙子葉植物	菊科	假吐金菊屬	<i>Soliva anthemifolia</i> R. Br.	假吐金菊	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	苦苣菜屬	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	苦蕒菜	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	長柄菊屬	<i>Tridax procumbens</i> L.	長柄菊	草本	歸化	NA
雙子葉植物	菊科	斑鳩菊屬	<i>Vernonia amygdalina</i> Delile	扁桃斑鳩菊	灌木	栽培	
雙子葉植物	菊科	斑鳩菊屬	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	一枝香	草本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	蟛蜞菊屬	<i>Wedelia chinensis</i> (Osbeck) Merr.	蟛蜞菊	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	蟛蜞菊屬	<i>Wedelia prostrata</i> (Hook. & Arn.) Hemsl.	天蓬草舅	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	菊科	黃鵪菜屬	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. var. <i>japonica</i>	黃鵪菜	草本	原生	LC
雙子葉植物	落葵科	洋落葵屬	<i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) van Steenis	洋落葵	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	落葵科	落葵屬	<i>Basella alba</i> L.	落葵	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	十字花科	薺屬	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	薺	草本	原生	LC
雙子葉植物	十字花科	獨行菜屬	<i>Lepidium virginicum</i> L.	獨行菜	草本	歸化	NA
雙子葉植物	忍冬科	蒴藋屬	<i>Sambucus formosana</i> Nakai	冇骨消	灌木	原生	LC
雙子葉植物	木麻黃科	木麻黃屬	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	木麻黃	喬木	栽培	NA
雙子葉植物	藜科	濱藜屬	<i>Atriplex maximowicziana</i> Makino	馬氏濱藜	草本	原生	LC
雙子葉植物	藜科	藜屬	<i>Chenopodium virgatum</i> Thunb.	變葉藜	草本	原生	LC
雙子葉植物	藜科	藜屬	<i>Chenopodium serotinum</i> L.	小葉灰藊	草本	原生	LC
雙子葉植物	藜科	鹼蓬屬	<i>Suaeda nudiflora</i> (Willd.) Moq.	裸花鹼蓬	草本	原生	LC
雙子葉植物	旋花科	菟絲子屬	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	平原菟絲子	草質藤本	原生	DD
雙子葉植物	旋花科	牽牛屬	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	番仔藤	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	旋花科	牽牛屬	<i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq.	碗仔花	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	旋花科	牽牛屬	<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker-Gawl.	野牽牛	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	旋花科	牽牛屬	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet. subsp. <i>Brasiliensis</i> (L.) Oostst	馬鞍藤	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	旋花科	牽牛屬	<i>Ipomoea triloba</i> L.	紅花野牽牛	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	瓜科	苦瓜屬	<i>Momordica charantia</i> L. var. <i>abbreviata</i> Ser.	短角苦瓜	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	胡頹子科	胡頹子屬	<i>Elaeagnus oldhamii</i> Maxim.	檀梧	小喬木	原生	DD
雙子葉植物	大戟科	大戟屬	<i>Euphorbia atoto</i> Forst. F.	濱大戟	草本	原生	LC
雙子葉植物	大戟科	大戟屬	<i>Euphorbia hirta</i> L.	飛揚草	草本	原生	LC
雙子葉植物	大戟科	血桐屬	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Muell.-Arg.	血桐	喬木	原生	LC
雙子葉植物	大戟科	蓖麻屬	<i>Ricinus communis</i> L.	蓖麻	灌木	歸化	NA
雙子葉植物	大戟科	烏柏屬	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	烏柏	喬木	歸化	NA
雙子葉植物	草海桐科	草海桐屬	<i>Scaevola sericea</i> Vahl.	草海桐	灌木	原生	LC

綱	科	屬	學名	中文名	型態	原生別	2017紅皮書等級
雙子葉植物	豆科	煉莢豆屬	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	煉莢豆	草本	原生	LC
雙子葉植物	豆科	刀豆屬	<i>Canavalia lineata</i> (Thunb. ex Murray) DC.	肥豬豆	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	豆科	刀豆屬	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	濱刀豆	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	豆科	野百合屬	<i>Crotalaria pallida</i> Ait. var. <i>obovata</i> (G. Don) Polhill	黃野百合	草本	原生	LC
雙子葉植物	豆科	野百合屬	<i>Crotalaria zanzibarica</i> Benth.	南美豬屎豆	灌木	歸化	NA
雙子葉植物	豆科	山螞蝗屬	<i>Desmodium laxum</i> DC. subsp. <i>laterale</i> (Schindler) Ohashi	琉球山螞蝗	草本	原生	LC
雙子葉植物	豆科	木藍屬	<i>Indigofera spicata</i> Forsk.	倒卵葉木藍	草本	歸化	NA
雙子葉植物	豆科	銀合歡屬	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	銀合歡	灌木	歸化	NA
雙子葉植物	豆科	賽芻豆屬	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sesse & Moc. ex DC.) Urb.	賽芻豆	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	豆科	田菁屬	<i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir.	田菁	草本	歸化	NA
雙子葉植物	豆科	豇豆屬	<i>Vigna marina</i> (Burm.) Merr.	濱豇豆	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	錦葵科	木槿屬	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	黃槿	喬木	原生	LC
雙子葉植物	錦葵科	賽葵屬	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	賽葵	草本	歸化	NA
雙子葉植物	錦葵科	金午時花屬	<i>Sida rhombifolia</i> L.	金午時花	小灌木	原生	LC
雙子葉植物	錦葵科	野棉花屬	<i>Urena lobata</i> L.	野棉花	灌木	原生	LC
雙子葉植物	楝科	楝屬	<i>Melia azedarach</i> Linn.	楝	喬木	原生	LC
雙子葉植物	防己科	土防己屬	<i>Cyclea gracillima</i> Diels	土防己	木質藤本	特有	LC
雙子葉植物	防己科	千金藤屬	<i>Stephania japonica</i> (Thunb. ex Murray) Miers	千金藤	木質藤本	原生	LC
雙子葉植物	桑科	構樹屬	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Herit. ex Vent.	構樹	喬木	原生	LC
雙子葉植物	桑科	榕屬	<i>Ficus microcarpa</i> L. f. var. <i>microcarpa</i>	榕樹	喬木	原生	LC
雙子葉植物	桑科	葎草屬	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	葎草	草本	原生	LC
雙子葉植物	桑科	桑屬	<i>Morus australis</i> Poir.	小葉桑	灌木	原生	LC
雙子葉植物	柳葉菜科	水丁香屬	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	水丁香	草本	原生	LC
雙子葉植物	柳葉菜科	月見草屬	<i>Oenothera laciniata</i> Hill	裂葉月見草	草本	歸化	NA
雙子葉植物	酢醬草科	酢醬草屬	<i>Oxalis corniculata</i> L.	酢醬草	草本	原生	LC
雙子葉植物	西番蓮科	西番蓮屬	<i>Passiflora foetida</i> L.	毛西番蓮	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	西番蓮科	西番蓮屬	<i>Passiflora suberosa</i> Linn.	三角葉西番蓮	草質藤本	歸化	NA
雙子葉植物	葉下珠科	山漆莖屬	<i>Breynia vitis-idaea</i> (Burm. f.) C. E. Fischer	紅仔珠	灌木	原生	LC
雙子葉植物	海桐科	海桐屬	<i>Pittosporum tobira</i> Ait.	海桐	灌木	原生	LC
雙子葉植物	蓼科	蓼屬	<i>Polygonum chinense</i> L.	火炭母草	草本	原生	LC
雙子葉植物	蓼科	蓼屬	<i>Polygonum longisetum</i> De Bruyn	睫穗蓼	草本	原生	LC
雙子葉植物	蓼科	蓼屬	<i>Polygonum perfoliatum</i> L.	扛板歸	草本	原生	LC

綱	科	屬	學名	中文名	型態	原生別	2017 紅皮書等級
雙子葉植物	蓼科	蓼屬	<i>Polygonum plebeium</i> R. Br.	節花路蓼	草本	原生	LC
雙子葉植物	蓼科	酸模屬	<i>Rumex crispus</i> L. var. <i>japonicus</i> (Houtt.) Makino	羊蹄	草本	原生	LC
雙子葉植物	馬齒莧科	馬齒莧屬	<i>Portulaca oleracea</i> L.	馬齒莧	草本	原生	LC
雙子葉植物	馬齒莧科	馬齒莧屬	<i>Portulaca pilosa</i> L. subsp. <i>pilosa</i>	毛馬齒莧	草本	原生	LC
雙子葉植物	報春花科	琉璃繁縷屬	<i>Anagalis arvensis</i> L.	琉璃繁縷	草本	原生	LC
雙子葉植物	紅樹科	水筆仔屬	<i>Kandelia candel</i> (L.) Druce	水筆仔	喬木	原生	NT
雙子葉植物	茜草科	耳草屬	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.	繖花龍吐珠	草本	原生	LC
雙子葉植物	茜草科	雞屎藤屬	<i>Paederia foetida</i> L.	雞屎藤	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	茜草科	擬鴨舌廣屬	<i>Richardia scabra</i> L.	鴨舌癩	草本	歸化	NA
雙子葉植物	無患子科	倒地鈴屬	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	倒地鈴	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	無患子科	龍眼屬	<i>Dimocarpus longan</i> Lour	龍眼樹	喬木	栽培	NA
雙子葉植物	茄科	茄屬	<i>Solanum alatum</i> Moench.	光果龍葵	草本	原生	LC
雙子葉植物	茄科	茄屬	<i>Solanum capsicoides</i> Allioni	刺茄	草本	原生	LC
雙子葉植物	茄科	茄屬	<i>Solanum diphyllum</i> L.	瑪瑙珠	灌木	歸化	NA
雙子葉植物	茄科	茄屬	<i>Solanum nigrum</i> L.	龍葵	草本	原生	LC
雙子葉植物	田麻科	垂椶草屬	<i>Triumfetta bartramia</i> L.	垂椶草	灌木	原生	LC
雙子葉植物	榆科	朴屬	<i>Celtis sinensis</i> Personn	朴樹	喬木	原生	LC
雙子葉植物	榆科	山黃麻屬	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	山黃麻	喬木	原生	LC
雙子葉植物	蕁麻科	霧水葛屬	<i>Pouzolzia zeylanica</i> (L.) Benn.	霧水葛	草本	原生	LC
雙子葉植物	馬鞭草科	海茄苳屬	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.	海茄苳	喬木	原生	LC
雙子葉植物	馬鞭草科	海州常山屬	<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn.	苦林盤	灌木	原生	LC
雙子葉植物	馬鞭草科	馬纓丹屬	<i>Lantana camara</i> L.	馬纓丹	灌木	歸化	NA
雙子葉植物	馬鞭草科	牡荊屬	<i>Vitex rotundifolia</i> L. f.	海埔姜	蔓性灌木	原生	LC
雙子葉植物	葡萄科	山葡萄屬	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Traut. var. <i>hancei</i> (Planch.) Rehder	漢氏山葡萄	草質藤本	原生	LC
雙子葉植物	葡萄科	虎葛屬	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep.	虎葛	草質藤本	原生	LC
單子葉植物	龍舌蘭科	龍舌蘭屬	<i>Agave sisalana</i> Perr. ex Enghlm.	瓊麻	草本	栽培	NA
單子葉植物	棕櫚科	可可椰子屬	<i>Cocos nucifera</i> L.	椰子	喬木	栽培	NA
單子葉植物	鴨跖草科	鴨跖草屬	<i>Commelina communis</i> L.	鴨跖草	草本	原生	LC
單子葉植物	莎草科	雲林莞草屬	<i>Bolboschoenus planiculmis</i> (F. Schmidt) T. Koyama	雲林莞草	草本	原生	LC
單子葉植物	莎草科	莎草屬	<i>Cyperus distans</i> L. f.	疏穗莎草	草本	原生	LC
單子葉植物	莎草科	莎草屬	<i>Cyperus malaccensis</i> Lam. subsp. <i>monophyllus</i> (Vahl.) T. Koyama	單葉鹹草	草本	原生	LC
單子葉植物	莎草科	莎草屬	<i>Cyperus rotundus</i> L.	香附子	草本	原生	LC

綱	科	屬	學名	中文名	型態	原生別	2017 紅皮書等級
單子葉植物	莎草科	飄拂草屬	<i>Fimbristylis cymosa</i> R. Br.	乾溝飄拂草	草本	原生	LC
單子葉植物	莎草科	斷節莎屬	<i>Torulinum odoratum</i> (L.) S. Hooper	斷節莎	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	臂形草屬	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	巴拉草	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	蒺藜草屬	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	蒺藜草	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	虎尾草屬	<i>Chloris barbata</i> Sw.	孟仁草	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	狗牙根屬	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	狗牙根	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	龍爪茅屬	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv.	龍爪茅	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	雙花草屬	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forsk.) Stapf	雙花草	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	馬唐屬	<i>Digitaria henryi</i> Rendle	亨利馬唐	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	馬唐屬	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	馬唐	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	稗子屬	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	牛筋草	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	白茅屬	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv. var. <i>major</i> (Nees) Hubb. ex Hubb. & Vaughan	白茅	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	芒屬	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb	五節芒	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	稷屬	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	大黍	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	雀稗屬	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	兩耳草	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	雀稗屬	<i>Paspalum orbiculare</i> Forst.	圓果雀稗	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	雀稗屬	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	海雀稗	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	狼尾草屬	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	象草	灌木	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	蘆葦屬	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.	蘆葦	灌木	原生	LC
單子葉植物	禾本科	紅毛草屬	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb.	紅毛草	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	互花米草屬	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.	互花米草	草本	歸化	NA
單子葉植物	禾本科	濱刺麥屬	<i>Spinifex littoreus</i> (Burm. f.) Merr.	濱刺草	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	鼠尾粟屬	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	鹽地鼠尾粟	草本	原生	LC
單子葉植物	禾本科	結縷草屬	<i>Zoysia sinica</i> Hance	中華結縷草	草本	原生	LC
單子葉植物	甘藷科	甘藷屬	<i>Zostera japonica</i> Aschers. & Graebner	甘藷	草本	原生	LC

附錄七、113 至 114 年鳥類調查結果表

科別	鳥種	學名	特有性	保育等級 ¹	樣區				季節(113-114)				總計
					BT1	BT2	BT3	BT4	秋	冬	春	夏	
雁鴨科	白眉鴨	<i>Spatula querquedula</i>					9		9				9
	琵嘴鴨	<i>Spatula clypeata</i>			11		4	2	6	11			17
	赤頸鴨	<i>Mareca penelope</i>			2		11			13			13
	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>			65	4	2			65	6		71
	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>					22			22			22
	尖尾鴨	<i>Anas acuta</i>					26			26			26
	小水鴨	<i>Anas crecca</i>			53	3	3			56	3		59
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>			68	29	43	2	30	7	47	58	142
	珠頸斑鳩	<i>Spilopelia chinensis</i>			12	13	27		15	12	12	13	52
杜鵑科	番鵒	<i>Centropus bengalensis</i>					1				1		1
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	特亞		15	13	23		12	6	29	4	51
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>			4		2		2			4	6
	白冠雞	<i>Fulica atra</i>				2				2			2
長腳鷸科	高蹺鷸	<i>Himantopus himantopus</i>			203		12		212			3	215
鷸科	灰斑鷸	<i>Pluvialis squatarola</i>					155		30	76	47	2	155
	太平洋金斑鷸	<i>Pluvialis fulva</i>					27		3	2	22		27
	小瓣鷸	<i>Vanellus vanellus</i>					1			1			1
	蒙古鷸	<i>Charadrius mongolus</i>					70	23	1	45	40	7	93
	鐵嘴鷸	<i>Charadrius leschenaultii</i>			16		550	264	175	17	462	176	830
	東方環頸鷸	<i>Charadrius alexandrinus</i>			90		1850	750	413	1827	113	337	2690
	小環頸鷸	<i>Charadrius dubius</i>			6		4		2	4	2	2	10
彩鷸科	彩鷸	<i>Rostratula benghalensis</i>		II	2		2		2			2	4
鷸科	中杓鷸	<i>Numenius phaeopus</i>					36	5	26		15		41
	斑尾鷸	<i>Limosa lapponica</i>					1				1		1
	翻石鷸	<i>Arenaria interpres</i>					2	11	11	2			13
	大濱鷸	<i>Calidris tenuirostris</i>		III			107	5			112		112
	紅腹濱鷸	<i>Calidris canutus</i>		III			2				2		2
	尖尾濱鷸	<i>Calidris acuminata</i>						1				1	1
	長趾濱鷸	<i>Calidris subminuta</i>			5		8			6	7		13
	紅胸濱鷸	<i>Calidris ruficollis</i>					268	38	21	8	220	57	306
	三趾濱鷸	<i>Calidris alba</i>					4	37	14	27			41
	黑腹濱鷸	<i>Calidris alpina</i>					3367	542		3633	274	2	3909
	田鷸	<i>Gallinago gallinago</i>					19				19		19
	反嘴鷸	<i>Xenus cinereus</i>					4	2			2	4	6
	磯鷸	<i>Actitis hypoleucos</i>			6	2	14		6	8	4	4	22
	黃足鷸	<i>Tringa brevipes</i>					87	59	93		1	52	146
	青足鷸	<i>Tringa nebularia</i>			15		117	95	64	11	110	42	227
	鷹斑鷸	<i>Tringa glareola</i>			13		15		9	4	15		28
	赤足鷸	<i>Tringa totanus</i>					3		2			1	3

科別	鳥種	學名	特有性	保育等級 ¹	樣區				季節(113-114)				總計
					BT1	BT2	BT3	BT4	秋	冬	春	夏	
燕鴿科	燕鴿	<i>Glareola maldivarum</i>		III			4		2		2		4
鷗科	紅嘴鷗	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>						1			1		1
	銀鷗	<i>Larus argentatus</i>					1	2	1	2			3
	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>		II	81	40	44	3	35			133	168
	黑腹燕鷗	<i>Chlidonias hybrida</i>			35			105	140				140
	鳳頭燕鷗	<i>Thalasseus bergii</i>		II	337	40	10	85	85			387	472
	鷗嘴燕鷗	<i>Gelochelidon nilotica</i>					2				2		2
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>			32	2	83	9	24	88	8	6	126
	大白鷺	<i>Ardea alba</i>			2	2	240	115	71	140	105	43	359
	中白鷺	<i>Ardea intermedia</i>			1		36		9	9	2	17	37
	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>			80	1	291	573	188	141	360	256	945
	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>			30	5	1		5	7	2	22	36
	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>			25	3	39	43	93			17	110
鵟科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>		II	1		1	1	1			2	3
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>		II		2					2		2
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>				3				3			3
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>		II	1					1			1
	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>		II			1	1	1	1			2
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	特亞		3	1	3		3		4		7
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>		III		7	2	2	4	4	2	1	11
鴉科	樹鴉	<i>Dendrocitta formosae</i>	特亞			2				1		1	2
鴉科	喜鴉	<i>Pica serica</i>				2				2			2
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>					7				7		7
扇尾鶯科	灰頭鷓鴣	<i>Prinia flaviventris</i>			6	6	7		4		6	9	19
	褐頭鷓鴣	<i>Prinia inornata</i>	特亞		6	11	32	7	12	6	22	16	56
	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>			4						1	3	4
燕科	棕沙燕	<i>Riparia chinensis</i>			3		19	1	4		4	15	23
	家燕	<i>Hirundo rustica</i>			63	83	979	24	877	9	114	149	1149
	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>			72	22	80	27	8	45	30	118	201
鶇科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	特亞		8	135	16	19	17	8	69	84	178
繡眼科	斯氏繡眼	<i>Zosterops simplex</i>				10	20	35	1	2	62		65
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>			27	9	11		18	12	5	12	47
	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>			97	64	58	9	48	17	64	99	228
	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	特亞	II	3							3	3
鵲科	鵲鵲	<i>Copsychus saularis</i>				1						1	1
	黃尾鵲	<i>Phoenicurus auroreus</i>				1					1		1
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>			40	11	12		5	47		11	63
	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>		III			2					2	2
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>			247	141	213	26	195	82	85	265	627
鵲鴝科	灰鵲鴝	<i>Motacilla cinerea</i>			1	3				1	3		4

科別	鳥種	學名	特有 性	保育 等級 ¹	樣區				季節(113-114)				總計
					BT1	BT2	BT3	BT4	秋	冬	春	夏	
	東方黃鵠鴿	<i>Motacilla tschutschensis</i>			2		4		4		2		6
	鳥種數				44	35	66	36	48	52	50	45	81
	總隻次				1,794	675	9,117	2,924	3,010	6,523	2,532	2,445	1,4510

註 1. 保育等級：「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

附錄八、植物調查現地照片

 2024.10.12	 2024.10.12
保護區南側環境現況	保護區中段環境現況
 2024.10.12	 2024.10.12
保護區北側環境現況	保護區北側銀合歡生長現況
 2024.10.12	 2024.10.12
銀合歡生長現況	水筆仔與海茄苳共同生長於部分區域
 2024.10.12	 2024.10.12
水筆仔生長於蘆葦叢中	水筆仔生長現況

 2024.10.12	 2024.10.12
巴拉草	苦林盤
 2024.10.12	 2024.10.12
茵陳蒿	草海桐
 2024.10.12	 2024.10.12
馬鞍藤	椰子
 2024.10.12	 2024.10.12
榕樹	蔓荊

 2024.10.12	 2024.10.12
蘆葦	濱刀豆
 2024.10.12	 2024.10.12
調查工作照	調查工作照

附錄九、水域生物調查現地照片

	
113/09/12 水質樣點採樣工作照(WQ1)	113/09/12 水質樣點採樣工作照(WQ6)
	
113/09/18 螺貝類調查工作照	113/09/18 動物性浮游生物採樣工作照
	
113/09/18 蝦籠佈設(W3)	113/09/25 蝦籠佈設(W9)

	
113/09/25 採集之螺貝類(W7)	113/09/26 蝦籠捕捉之黑點多紀魮(W9)
	
113/12/24 水域生物調查_W1'	113/12/24 水域生物調查_W2'
	
113/12/16 水域生物調查_W3	113/12/16 水域生物調查_W4

	
113/12/11 水域生物調查_W5	113/12/11 水域生物調查_W6
	
113/12/11 水域生物調查_W7	113/12/16 水域生物調查_W8
	
113/12/16 水域生物調查_W9	113/12/16 工作照_動物性浮游生物過篩
	
113/12/16 工作照_軟體動物調查	113/12/12 蝦籠捕捉之大鱗鯪_W6

	
113/12/17 蝦籠捕捉之黑點多紀鮪_W9	113/12/17 蝦籠捕捉之東方白蝦_W4
	
113/12/16 螺貝類調查_蟹守螺科_W3	113/12/11 螺貝類調查_環文蛤_W7
	
114/3/12 水域生物調查_樣點 W1	114/3/25 水域生物調查_樣點 W3

	
114/3/11 水域生物調查_樣點 W5	114/3/25 水域生物調查_樣點 W7
	
114/3/12 工作照_螺貝類調查	114/3/12 工作照_螺貝類過篩
	
114/3/25 工作照_植物性浮游生物調查	114/6/10 水域生物樣點_W1
	
114/6/10 水域生物樣點_W2	114/5/26 水域生物樣點_W4

	
114/5/21 水域生物樣點_W6	114/5/26 水域生物樣點_W8
	
114/5/21 蝦籠置放_W5	114/6/10 生物照_灘地上大量斯氏沙蟹出沒_W1
	
114/6/21 蝦籠捕捉之平鯛_W4	114/6/21 蝦籠捕捉之黑點多紀魮_W3

	
114/5/26 螺貝類_燒酒海蜷_W5	114/5/26 螺貝類_截尾薄殼蛤_W5

附錄十、VBS-RTK 調查現地照片

			
樣點	緯度	經度	高程 (m)
S1'	24:19:35.18311	120:33:11.82259	3.1281
			
樣點	緯度	經度	高程 (m)
S2	24:19:37.52364	120:32:53.87733	0.7515



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S3	24:19:24.92650	120:33:04.17956	1.8211



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S4	24:19:24.97133	120:32:50.99234	1.6860



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S5	24:19:06.61762	120:32:58.83812	1.9928



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S6	24:19:09.66519	120:32:49.37836	1.7862



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S7	24:18:55.91733	120:32:56.50032	2.0913



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S8	24:18:56.30819	120:32:44.65347	1.6654



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S9	24:18:42.71357	120:32:55.83978	1.8707



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S10	24:18:46.30910	120:32:42.68943	1.4337



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S11	24:18:31.03296	120:32:51.36184	1.9133



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S12	24:18:36.50877	120:32:37.39396	1.2827

			
樣點	緯度	經度	高程 (m)
S13	24:19:18.65836	120:32:20.19890	1.0598
			
樣點	緯度	經度	高程 (m)
S14	24:18:50.39398	120:32:33.08896	1.2928



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S15	24:18:45.05418	120:32:07.44931	0.8015



樣點	緯度	經度	高程 (m)
S16	24:18:44.55106	120:32:57.10084	1.9895

附錄十一、高美濕地地形測量工作報價單



詮華國土測繪有限公司
RealWorld Surveying and Geomatics Corp.

詮華國土測繪有限公司
221新北市汐止區新台五路一段159號5樓之1
Tel: (02)2643-9699 Fax: (02)2643-9599
統一編號: 04622450

報價單

業主: 弘光科技大學 部門: 環境與安全衛生工程系 聯絡人: 溫志中 副教授 機關地址: 433台中市沙鹿區台灣大道六段1018號 發票地址: 統一編號:				電話: 0939-620901 E-mail: wen1558@sunrise.hk.edu.tw		報價編號: 報價日期: 2024/10/21 有效期限: 一個月內 交貨期限: 另訂 付款條件: 另訂 付款方式: 另訂	
工程名稱 高美濕地地形測量工作							
項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註	
1	平面控制測量	式	1	\$60,000	\$60,000	已知點檢測至少3點以上，並視作業需求引測航標點或導線點等。	
2	高程控制測量	式	1	\$60,000	\$60,000	已知點檢測至少3點以上，並視作業需求引測航標點或導線點等。	
3	1/1000地形測量	公頃	830	\$2,500	\$2,075,000	採航拍攝影+空載光達掃描方式測繪，依1/1000地形圖測製規格，測點間距約25m一點，並產製正射影像及DEM成果。	
4	測量成果製作	式	1	\$120,000	\$120,000	含測量成果報告及地形圖繪製等各乙式8份，及測量技師簽證。	
小計					\$2,315,000		
5	營業稅(5%)				\$115,750		
合計				2,430,750			
總價: 新臺幣				貳佰肆拾叁萬零柒佰伍拾		元整	
備註:							

本文件未蓋報價章無效



報價人員: 洪志偉
連絡電話: 02-26439699分機111
聯絡E-mail: hgw@chuanhwa.com.tw

客戶確認簽回

日期

報價人員簽章

日期

洪志偉

2024/10/21