

111-112 年度香山重要濕地（國家級）

基礎生態暨濕地水質監測調查計畫

成果報告

國立清華大學

分析與環境科學研究所

楊樹森 李清福

中 華 民 國 一 一 二 年 十 月

摘要

111 - 112 年度 4 季水質調查結果顯示香山濕地陸源水體多屬於中度汙染狀態；輸入香山溼地的排水渠道超過半數總磷與氨氮濃度過高。

根據 111 與 112 年度臺灣早招潮蟹族群監測結果，香山濕地的臺灣早招潮蟹幾乎已經占滿紅樹林移除後可棲息的高灘地，族群數量最高超過 46 萬隻；112 年因降雨豐沛加之部分棲地遭鹽生植物入侵，族群數量萎縮。根據邏輯式迴歸結果推估香山濕地臺灣早招潮蟹負載量約 39 萬隻，未來應持續維護紅樹林移除成果與監控鹽生植物擴張情形。

使用形態鑑定與高通量分子條碼 (metabarcoding) 鑑定 111 - 112 年度輸入香山溼地隻蟹類大眼幼體，由形態鑑定出 46 個分類群，高通量分子條碼比對出 143 個分類群，兩者有 35 分類群相同，佔形態鑑定超過 75%，且全年之物種集群模式相似。利用高通量分子條碼資料，亦協助尋找出臺灣早招潮蟹之大眼幼體，顯見傳統形態鑑定與利用次世代定序的高通量分子條碼鑑定具有互補性，未來可相須為用。將調查鑑定資料整理為香山濕地蟹類名錄，共 18 科、106 種，其中 46 種僅發現大眼幼體。

針對幼蟹分布密集區與產卵潛在棲調查結果，劃設有香山濕地幼蟹分布熱區與潛勢區，另劃有成蟹產卵潛在棲地一處。利用 111 - 112 年度的幼蟹調查資料，估計香山溼地幼蟹分布熱區為 37(95%CI: 36 - 46) 隻。

Abstract

The results of water quality surveys conducted throughout 2022-2023 reveal that the terrestrial source waters in Siangshan Wetland are consistently characterized by moderate pollution levels. Over half of the drainage channels leading into the wetland exhibit elevated levels of total phosphorus and ammonia nitrogen.

The population of *Xeruca formosensis* has almost entirely occupied the high tidal flat areas that became available following the removal of the mangrove forest. The population peaked at over 460,000 individuals. However, in 2023, a combination of abundant rainfall and the encroachment of halophytic plants in certain habitats led to a decline in the population. According to logistic regression fitting results, the estimated population capacity for *X. formosensis* in Siangshan Wetland is approximately 390,000 individuals. It is imperative to continue the successful management of mangrove forest removal and monitor the proliferation of halophytic plants in the future.

Morphological identification and metabarcoding were employed to identify crab megalopae that entered Siangshan Wetland in 2022 and 2023. Morphological identification revealed 46 taxa, while metabarcoding identified 143 taxa, with 35 taxa shared between both methods, accounting for over 75% of the morphological identifications. Furthermore, the species community patterns observed throughout the year in cluster analysis were quite similar. The use of metabarcoding data also facilitated the identification of *X. formosensis*

megalopae, highlighting the complementary nature of traditional morphological identification and metabarcoding, suggesting their continued synergy in future studies. The survey and identification data were consolidated into a list of crab species in Siangshan Wetland, encompassing 18 families and 106 species, with 46 species found exclusively in the megalopa stage.

Drawing from surveys conducted in areas with dense Chinese horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*) populations and prospective spawning sites, Siangshan Wetland's Chinese horseshoe crab distribution hotspots and potential areas were demarcated. An additional potential spawning habitat for adult Chinese horseshoe crabs was also identified. Based on data from juvenile Chinese horseshoe crab surveys in 2022 and 2023, the estimated distribution hotspots for juvenile Chinese horseshoe crabs in Siangshan Wetland were 37 individuals (95% CI: 36–46).

目 錄

摘 要	I
Abstract	II
壹、前言	1
一、香山國家級重要濕地概說	1
(一) 氣候概說	1
(二) 濕地侵淤特性概說	5
二、濕地經營管理現況	7
(一) 土地使用現況	7
(二) 濕地遊客活動型態及經營管理現況	7
三、生物資源調查研究歷史與現況	9
(一) 鳥類	9
(二) 底棲動物	9
(三) 特別關注物種：臺灣早招潮蟹	10
(四) 蟹類生活史研究	13
(五) 特別關注物種：三棘鬻出現紀錄	14
貳、計畫目標及工作項目	17
參、執行方法步驟	18
一、水質監測	18
(一) 測站位置	18

(二) 調查與分析方法	20
(三) 數據統計	22
二、臺灣早招潮蟹族群量監測	23
(一) 調查方法	23
(二) 族群數量統計與分布模式推斷	26
三、蟹類大眼幼體入添之季節變化監測	29
(一) 調查方法	29
(二) 樣本處理與定序	30
(三) 定序資料分析與物種比對	33
(四) 資料統計	34
四、保護區內三棘蟹分布調查及潛在產卵棲地調查	35
(一) 幼蟹出現潛勢區表層底質粒徑分析	35
(二) 幼蟹出現熱區調查	38
(三) 成蟹潛在產卵場調查	40
肆、執行結果	41
一、水質監測	41
(一) 長期監測調查點位水質監測結果	41
(二) 陸源排水渠道水質監測結果	63
(三) 111-112 年度香山濕地水質概要	78
二、臺灣早招潮蟹族群量監測結果	79

(一) 族群數量與棲地面積變化	79
(二) 族群分布模式變化	88
(三) 112 年度臺灣早招潮蟹棲地與族群變化概要	93
(四) 香山濕地臺灣早招潮蟹族群承載量估計結果	95
三、 蟹類大眼幼體入添之季節變化監測	97
(一) 形態鑑定結果	97
(二) 次世代定序高通量分子條碼比對結果	105
(三) 形態鑑定與次世代定序高通量分子條碼比對結果之比較 ..	117
(四) 以形態或次世代定序高通量分子條碼調查輸入濕地蟹類大眼 幼體群聚之適用性探討	121
四、 保護區內三棘蟹分布調查及潛在產卵棲地調查	129
(一) 幼蟹出現潛勢區表層底質粒徑分析結果	129
(二) 幼蟹出現熱區調查結果	131
(三) 香山濕地成蟹潛在產卵場調查結果	139
伍、 概要與結論	142
一、 本年度計畫執行概要	142
二、 結論與未來長期經營管理建議	143
陸、 參考文獻	145
一、 參考法規	145
二、 參考文獻	146
柒、 委員意見回覆與處理情形回應對照表	154

一、 期中意見回覆	154
二、 期末意見回覆	155
捌、 計畫參與人員	158
附錄 A、蟹類大眼幼體樣本 DNA 萃取與序列擴增方法	159
一、 樣本 DNA 萃取	159
二、 目標序列擴增	159
附錄 B、次世代定序資料處理與物種比對方法	161
一、 資料庫建立	161
二、 次世代定序資料處理	161
三、 物種比對	162
四、 比對結果處理	162
附錄 C、蟹類大眼幼體圖錄	163
附錄 D、其他附錄資料	165

表 目 錄

表 1、香山濕地陸源水質長期監測調查點位置與經緯度表。	18
表 2、香山濕地陸源排水渠道水質監測調查點經緯度表。	18
表 3、各項水質指標檢測方法與標準法規編號對照表。	21
表 4、河川污染指數 (RPI) 基準值。	21
表 5、臺灣早招潮蟹性比之文獻回顧資料與本計畫使用之性比對照表。	27
表 6、底質標準篩分離之粒徑分類表。	36
表 7、幼蟹出現潛勢區底質調查測站座標表。	37
表 8、香山濕地長期監測調查點位水質監測結果表。	42
表 9、長期監測調查點位水體河川污染指數推算表。	58
表 10、陸源排水渠道水質監測結果。	64
表 11、111-112 年度臺灣早招潮蟹族群量監測結果與前一年度比較表。	80
表 12、111 年度香山濕地臺灣早招潮蟹各棲地族群變化綜合分析描述 表。	92
表 13、112 年度香山濕地臺灣早招潮蟹各棲地族群變化綜合分析描述 表。	92
表 14、111-112 年度香山濕地大眼幼蟹形態鑑定名錄。數量單位：隻 數。	99
表 15、次世代定序蟹類序列數與其他動物序列數比較表。	106
表 16、111-112 年次世代定序高通量分子條碼蟹類物種比對名錄。	111

表 17、香山濕地蟹類大眼幼體形態與高通量分子條碼鑑定結果比較表。	118
表 18、香山濕地幼鸞出現潛勢區表層底質粒徑與 107、105 年測值比較 表。.....	130
表 19、香山濕地幼鸞出現潛勢區環境物化參數表。.....	134
表 20、111-112 年香山濕地幼鸞高頻出現區幼鸞出現頻次調查表.....	137

圖目錄

圖 1、香山濕地（國家級）保育利用分區定義範圍標示。.....	2
圖 2、中央氣象局香山氣象站氣候圖。.....	3
圖 3、中央氣象局香山氣象站自 97 年至 110 年風花圖。.....	4
圖 4、香山濕地漲退潮水流向示意圖。.....	6
圖 5、臺灣早招潮蟹於洞口修築的煙囪狀構造。.....	11
圖 6、95 至 110 年度香山濕地臺灣早招潮蟹估計族群量成長曲線。...	13
圖 7、香山濕地幼蟹大發生新聞稿截圖。.....	15
圖 8、水質監測點位圖。.....	19
圖 9、臺灣早招潮蟹族群調查之活動樣框。.....	24
圖 10、109-110 香山濕地北側臺灣早招潮觀察樣區編號與範圍。.....	25
圖 11、109-110 年香山濕地南側臺灣早招潮觀察樣區編號與範圍。.....	26
圖 12、香山濕地類大眼幼體入添之季節變化監測流程圖。.....	29
圖 13、本計畫採集蟹類大眼幼體所使用的浮游動物網。.....	30
圖 14、顯微鏡下的未知蟹類物種，之後根據分子條碼比對結果確定為麗彩擬瘦招潮（ <i>Paraleptuca splendida</i> ）。.....	31
圖 15、以 2mm 篩網篩選捕獲物。.....	32
圖 16、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。.....	36
圖 17、幼蟹出現潛勢區底質調查測站位置圖。.....	37
圖 18、幼蟹目擊調查群組部分回報內容。.....	39

圖 19、各樣點四季鹽度變化。.....	44
圖 20、各樣點四季 pH 值變化。.....	45
圖 21、各樣點四季溶氧量變化。.....	46
圖 22、各樣點四季懸浮固體量變化。.....	47
圖 23、各樣點四季生化需氧量變化。.....	48
圖 24、各樣點氨氮含量變化。.....	50
圖 25、各樣點亞硝酸鹽氮含量變化。.....	52
圖 26、各樣點硝酸鹽氮含量變化。.....	54
圖 27、各樣點正磷酸鹽氮含量變化。.....	55
圖 28、各樣點矽酸鹽氮含量變化。.....	56
圖 29、各樣點四季河川污染指數值變化。.....	59
圖 30、各固定監測點漲潮水質主成分分析結果。.....	61
圖 31、各固定監測點退潮水質主成分分析結果。.....	62
圖 32、各陸源排水渠道測站氫離子濃度指數測量結果。.....	66
圖 33、各陸源排水渠道測站溶氧量測量結果。.....	67
圖 34、各陸源排水渠道測站水體懸浮固體量檢測結果。.....	68
圖 35、各陸源排水渠道測站水體生化需氧量檢測結果。.....	69
圖 36、各陸源排水渠道測站水體氨氮含量檢測結果。.....	70
圖 37、各陸源排水渠道測站水體亞硝酸鹽氮含量檢測結果。.....	71
圖 38、各陸源排水渠道測站水體硝酸鹽氮含量檢測結果。.....	72

圖 39、各陸源排水渠道測站水體正磷酸鹽含量檢測結果。	73
圖 40、各陸源排水渠道測站水體矽酸鹽含量檢測結果。	74
圖 41、各陸源排水渠道測站水體河川污染指數值。	75
圖 42、各陸源排水渠道監測點水質主成分分析結果。	77
圖 43、客雅水資源回收中心周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖。	83
圖 44、海山漁港周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖。	86
圖 45、鹽港溪出海口周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖。	88
圖 46、客雅水資源回收中心周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109–112 年變化 圖。	89
圖 47、海山漁港周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109–112 年變化圖。	90
圖 48、海山罟與鹽港溪口周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109–112 年變化 圖。	91
圖 49、藍天橋附近大幅擴張的海馬齒族群。	94
圖 50、在海馬齒分布邊緣區活動的臺灣早招潮蟹。	94
圖 51、香山濕地 95–112 年度臺灣早招潮蟹族群承載量估計配適結果。	96
圖 52、形態分類各科大眼幼體隨時間所佔比例變化圖。	98
圖 53、臺灣早招潮蟹與弧邊管招潮蟹的大眼幼體。	101
圖 54、雙齒擬相手蟹與島嶼擬相手蟹的大眼幼體。	102
圖 55、香山濕地 111–112 年度蟹類大眼幼體形態鑑定叢聚分析結果。	103
圖 56、Macro 樣本中大量的蝦類。	105

圖 57、高通量分子條碼比對各科大眼幼體隨時間所佔比例變化圖。 ..	108
圖 58、香山濕地 111-112 年度蟹類大眼幼體次世代定序高通量分子條碼 比對叢聚分析結果。	110
圖 59、針對不同鑑定方法使用物種調查覆蓋度稀釋曲線做圖結果。 ..	122
圖 60、高通量分子條碼鑑定結果各主要科別比例對形態鑑定結果迴歸分 析結果。	123
圖 61、以形態與高通量分子條碼比對兩種方法鑑定蟹類大眼幼體物種叢 聚分析結果比較圖。	124
圖 62、香山濕地保育志工於賞蟹步道末端以手機拍攝的幼蟹。	131
圖 63、111 年 8 月調查到的幼蟹個體，背甲寬約 5.33 公分。	132
圖 64、於賞蟹步道外甘藻床發現的幼蟹個體。	133
圖 65、111 年度香山濕地幼蟹出現潛勢區畫設圖。	134
圖 66、香山濕地幼蟹出現潛勢區與濕地利用區域疊圖。	136
圖 67、112 年勘定香山濕地成蟹潛在產卵場。	139
圖 68、香山濕地成蟹潛在產卵場大潮時高潮線狀況。	140
圖 69、香山（左）與金門（右）潮間帶底質。	141

壹、前言

一、香山國家級重要濕地概說

（一）氣候概說

香山國家級重要濕地位於新竹市濱海，大部分區域屬於新竹市濱海野生動物保護區，依《濕地保育法》與內政部 104 年 1 月 28 日台內營字第 1040800278 號令公告，香山重要濕地範圍包括客雅溪及鹽港溪出海口，北起客雅溪口（含金城湖附近），南至無名溝（新竹市、苗栗縣交界），東至海岸線，西至最低潮線（不包含現有海山漁港、浸水垃圾掩埋場及客雅污水處理廠）。本計畫範圍除依濕地法劃設面積共約 1,768.16 公頃外，尚以濕地功能完整性劃設 9.63 公頃區外緩衝區，總面積為 1,777.79 公頃（如圖 1）。

香山濕地位於北迴歸線以北，屬於亞熱帶氣候區。根據最接近香山濕地的中央氣象局香山氣象站（位於香山區長興街路旁，座標 120.905456,24.746892）自 97 年 1 月至 110 年 12 月共 14 年統計資料顯示，此地年平均溫 22.69°C，標準差為 0.38°C，最暖月為 8 月，平均有 29°C，最冷月分為 2 月，平均 15.49°C，氣候圖如圖 2。根據中央氣象局統計 1990 - 2020 年資料（<https://www.cwa.gov.tw/V8/C/C/Statistics/monthlymean.html>，112 年 10 月 25 日造訪），新竹地區全年總日照時數約 1845.4 小時，佔可能日照時數約 40%。

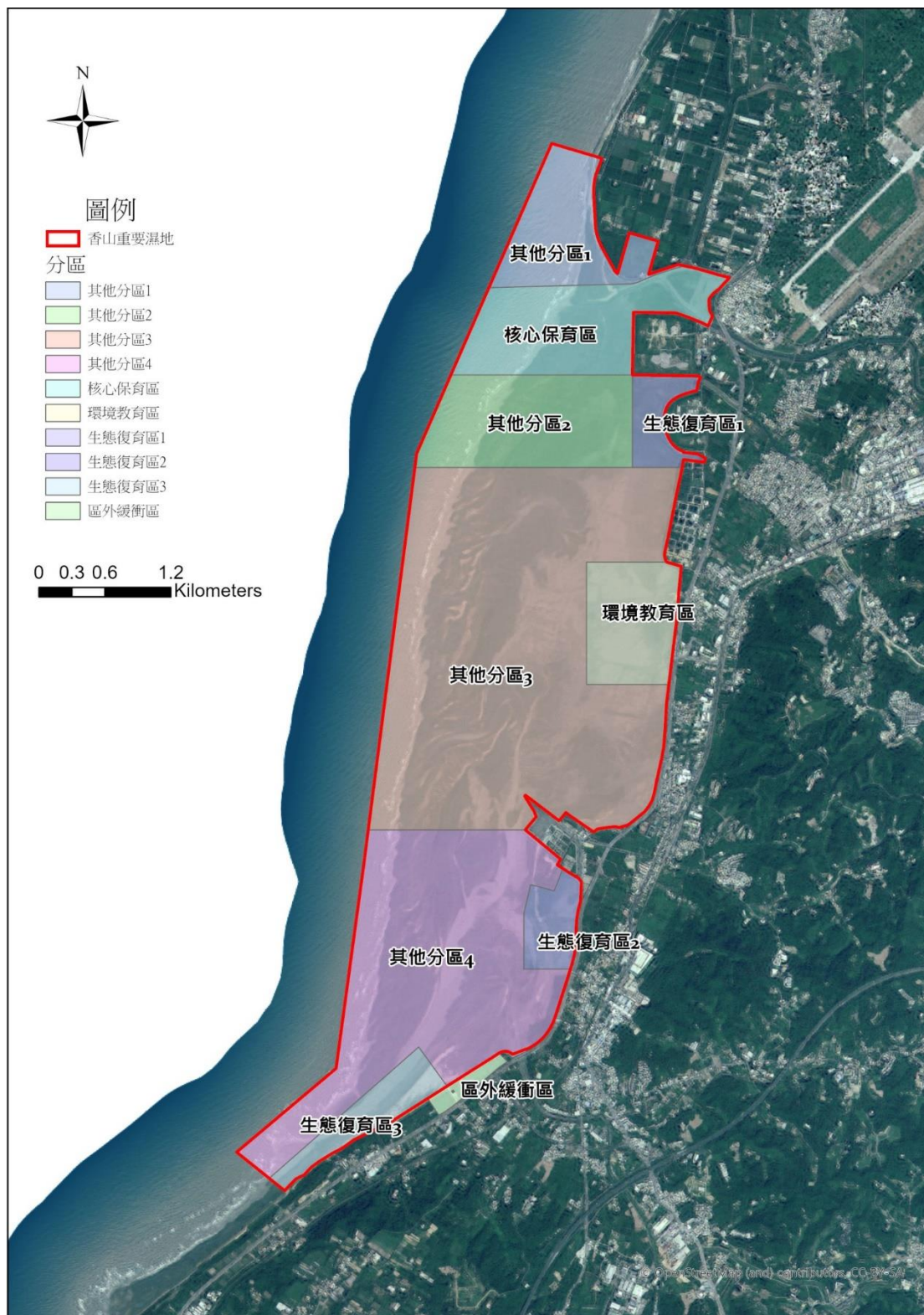


圖 1、香山濕地（國家級）保育利用分區定義範圍標示。

依照香山氣象站之長期觀測資料，本區氣候主要受東北季風和旺盛的西南氣流所影響，每年 10 月至翌年 3 月受強盛東北季風吹拂，平均風速約每秒 1 公尺，而這段期間每月最大陣風風速可高達每秒 10 公尺以上，最高可達每秒 15 公尺；春末起至夏季，除了北半球亞熱帶地區盛行的東北信風外，則是由旺盛的西南氣流自海面帶入濕氣（如圖 3）。年平均降雨量 1454 毫米，標準差為 459 毫米。降雨主要集中在 5 至 8 月，為較潮濕的季節，其中尤以 5、6 月的降雨最為明顯，7 月及 8 月天氣炎熱，降雨並不特別明顯，但是颱風及午後雷陣雨容易形成大量降雨，河川因而暴洪。當河川輸出量大時，濕地鹽度的變化最為明顯，近河口處鹽度可下降至淡水程度。10 月至翌年 1 月為乾季，月平均降雨約 56.92 毫米（附圖 1）。近十年來，香山測站年均溫呈現上升趨勢，降水量則高低互見；109 年度香山氣象站之年均溫為設站以來最高，但降雨量為設站以來最低（附圖 2）。

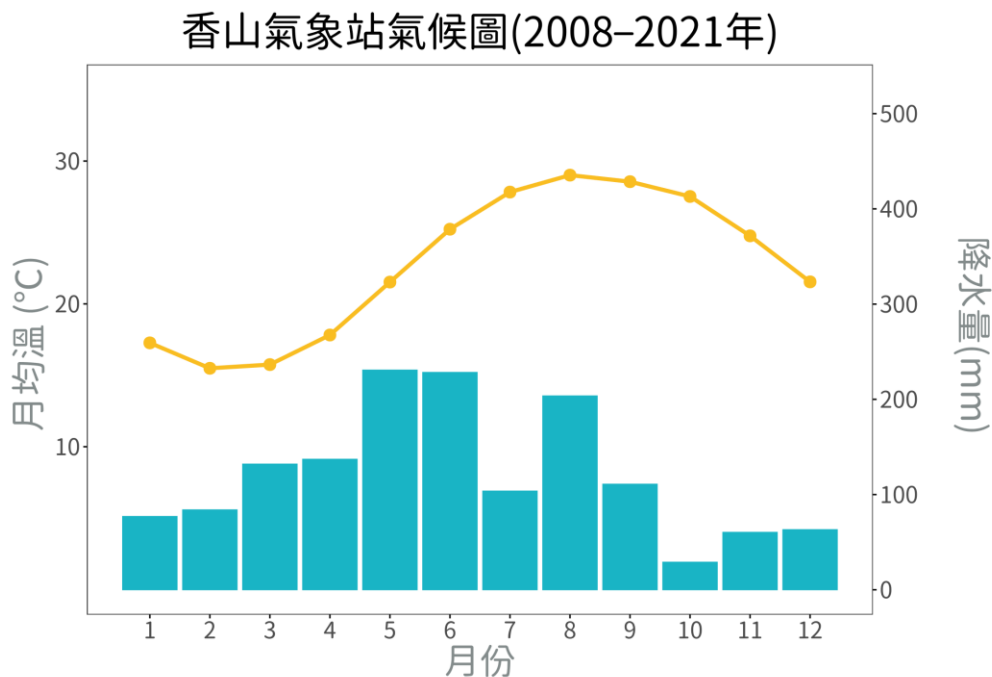
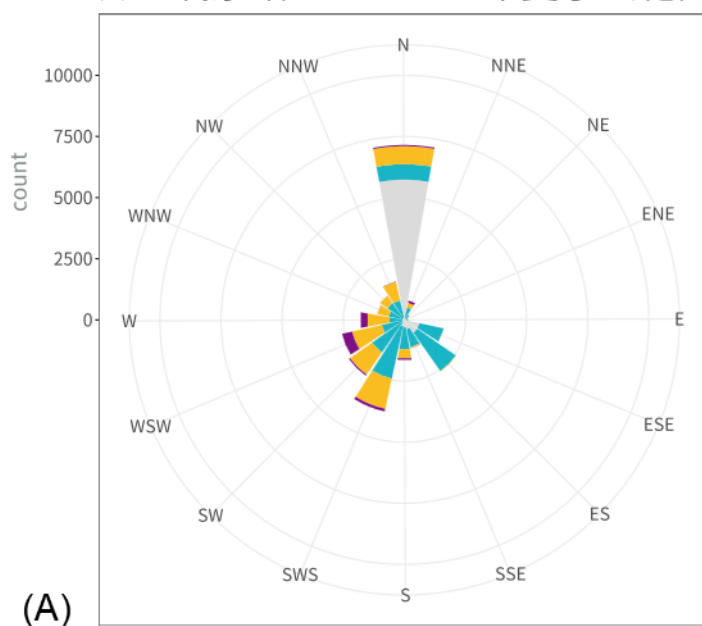


圖 2、中央氣象局香山氣象站氣候圖。

香山氣象站2008-2021年夏季風花圖



香山氣象站2008-2021年冬季風花圖

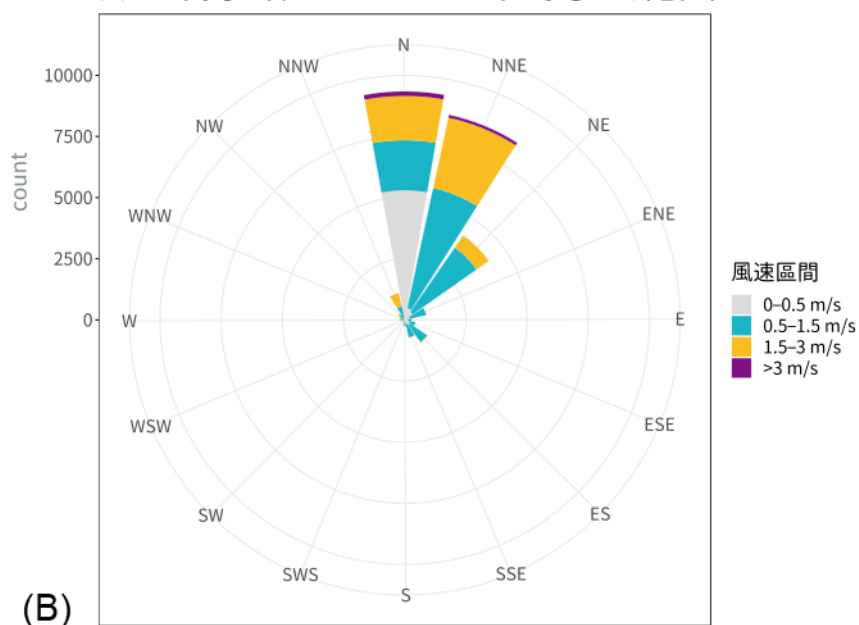


圖 3、中央氣象局香山氣象站自 97 年至 110 年風花圖。(A) 夏季（6-8 月）風花圖；(B) 冬季（12-2 月）風花圖。

（二）濕地侵淤特性概說

香山濕地為感潮之濕地環境，每日有高低潮各兩次，間隔時間約 12 小時 25 分鐘，潮差最大可達約 5 公尺，平均潮差在 3.34 至 3.51 公尺間。香山濕地的潮間帶漂沙主要來自頭前溪及鳳山溪，由北往南在濕地外側形成隆起的沙汕，這些沙汕的地勢，甚至可高於濕地內部灘地。夏季颱風洪水期間，更會由雪山山系帶下大量土石，增加沙汕的面積。每日漲潮期間，大部分沙汕及濕地被潮水掩蓋，海水會先從潮溝由南往北流入灘地，因為受到沙汕的阻隔，灘地內除了潮溝，海水流速與上漲速度極為緩慢；當潮高大於沙汕的高度時，潮流的方向則受到臺灣海峽的影響，潮水則由北方向南擠入灘地，美山、朝山、海山漁港北堤及鹽港溪口的潮水流速相對較高。退潮時則反方向流出，潮流的方向受到臺灣海峽影響，潮水由南方向北流入臺灣海峽，當潮水抵達沙汕之後，受阻隔的海水轉成北向南由潮溝流出，潮溝因而受到侵蝕切割。根據臺灣海峽潮波協振盪理論（邱銘達、黃宗群、高家俊與吳誌翰，2004；莊文傑，1999；Lin, M.-C., Juang, W.-J., & Tsay, T.-K., 2000）與現地觀察，繪製出香山濕地漲、退潮之水流方向如圖 4。

本區域海岸依據經濟部水利署民國 102 年的調查結果，客雅溪以北至頭前溪出海口南側之海岸，受新竹（南寮）漁港防波堤與橫向構造物（如橋樑、攔河堰、固床工等）攔阻砂源、漂砂以及河川輸砂量減少影響，海岸呈現持續後退「侵蝕」情形。民國 98 年 7 月至 102 年 10 月，部分海岸灘線已退至堤址，而港南濱海風景區以南至客雅溪出海口海岸段，沙洲變遷幅度甚大，灘線大幅度往陸側縮減，河口變動幅度達約 180 公尺。客雅溪以南至鹽港溪段海岸則呈「侵淤互現」的趨勢，但整體而言大致往陸側消退為主。

香山濕地周邊河川由北而南包含客雅溪、三姓溪、大庄溪、洪水港溪及鹽港溪，以客雅溪和鹽港溪為主要水系。根據環保署 2021 年水質報告，

香山濕地沿海海域水質良好，客雅溪水質為中度污染，鹽港溪水質為輕至中度污染，濕地的水質狀況密切地影響依此生存的豐饒物種與人類活動。

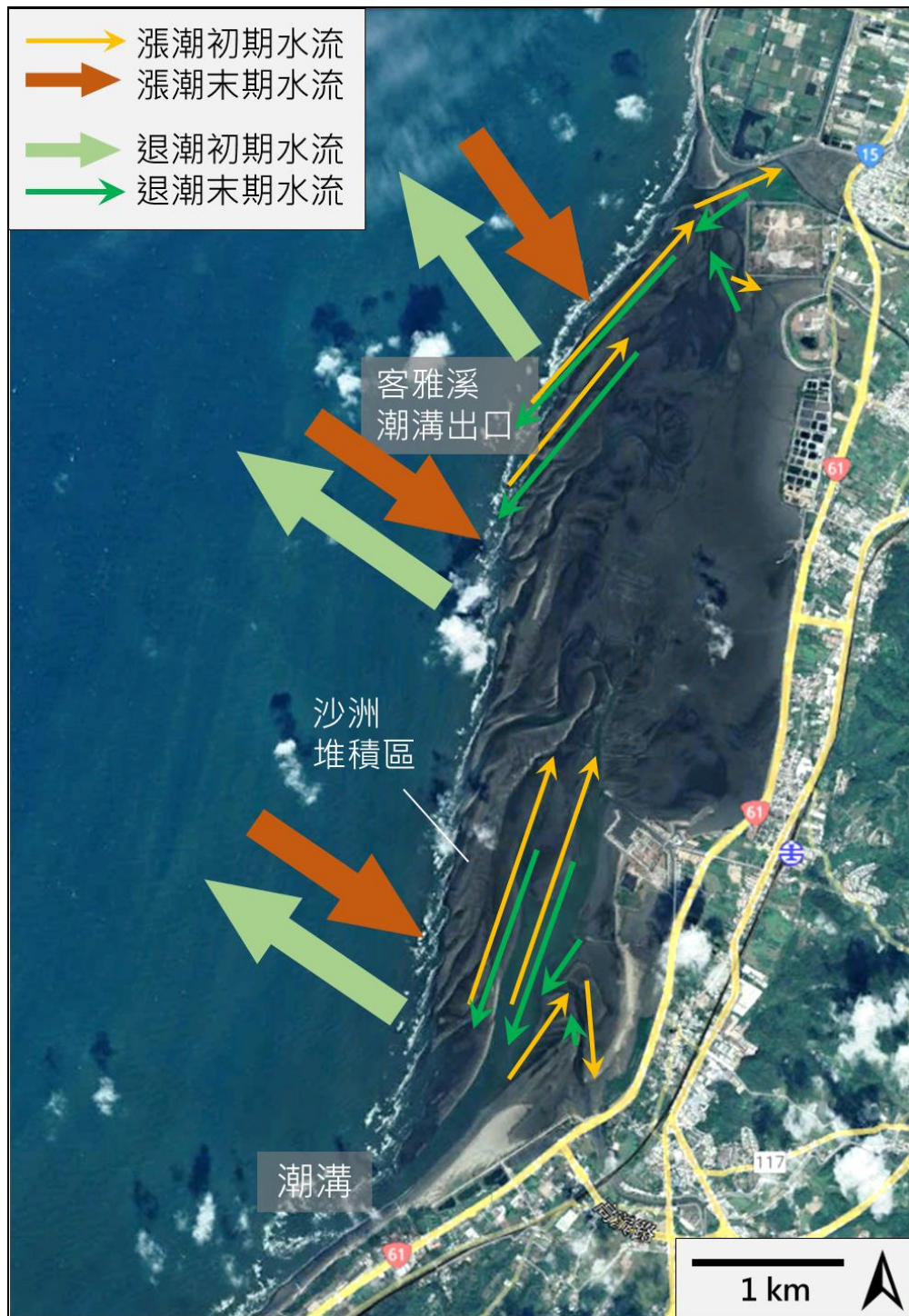


圖 4、香山濕地漲退潮水流向示意圖。

二、濕地經營管理現況

（一）土地使用現況

因豐富的生態資源，香山濕地漁業活動頻繁，其歷史亦已超過 100 年，早期漁民牡蠣養殖以插篔為之，目前已不存在此一養殖方式，現階段取而代之的是平掛式的養殖方式，蚵民利用退潮至蚵田整理採收，漲潮後牡蠣浸泡在水中過濾食物顆粒。除了養蚵之外，計畫範圍內尚有捕捉紅蟳及土龍、蛇籠捕蟹、定置的刺網漁業、捕捉海蟲、耙取文蛤、挖掘環文蛤及公代等種類的漁業活動。根據楊蕙禎（2009）的調查資料與實地參訪，可發現主要進行漁業採集的地方為浸水垃圾掩埋場以南到海山漁港北，貝類採集多聚集於美山安檢所以南至海山漁港北端靠外蚵架之處。

而依據新竹市政府的調查結果，香山濕地內土地使用現況主要為水利使用及其他使用，比例各為 50.65%及 48.53%，水利使用部分，主要為水道沙洲和海面，其他使用部分則為灘地、崩塌地及空置地。本研究區範圍多屬海域、灘地，並未記錄地籍資料，陸地部分僅有金城湖及其附近 21.4 公頃的公有地，原本分屬新竹市政府、財部國有財產局與行政院國軍退除役官兵輔導委員會管理，102 年 4 月已全數撥交新竹市政府管理（新竹市政府，2016）。

（二）濕地遊客活動型態及經營管理現況

新竹市濱海 17 公里海岸線的腳踏車道蜿蜒圍繞在香山濕地的西側，假日湧入的遊客從南寮漁港騎腳踏車到新竹市與苗栗交界的南港，沿途會停下休息，但因為有腳踏車牽絆（時間因素及個人攜帶財務因素），所以不會在同一地點停留太久，或是將腳踏車停放後進入到濕地。相較於台中高美濕地，新竹市濱海區域 17 公里海岸線的遊客都在 17 公里海岸線的腳踏車道上移動，或者在固定的停留點欣賞濕地風景，對濕地造成的壓力較小。

沿海的居民或者是對濕地比較熟悉的市民，除了體驗腳踏車和欣賞風景之外，濕地可以採集的軟體動物則更具吸引力，這些採集活動型態，並非典型的遊憩行為，而是比較接近於採集自然資源的漁民。

楊蕙禎（2009）對於新竹市濱海野生動物保護區人類活動型態及管理現況進行分析調查，結果發現影響民眾利用保護區的因素有假日、季節及潮汐，一般在假日、氣候溫和及最乾潮前三個小時之間有較高的進出人數。一般遊客使用保護區的時間區段，主要受限於假日與氣候因素，但不受限於潮汐，顯示香山濕地的遊客並非以進入濕地為主要目的。沿海居民或是專業的採集者的活動，則受限於潮汐因素及氣候因素，不受限於假日因子。不同民眾在保護區內有不同的資源使用方式。遊憩的民眾都集中在永續利用區，使用類型有散步欣賞風景、挖貝類、觀察螃蟹與自然攝影；採集生物的沿海居民活動範圍較廣，並不侷限於永續利用區。他們主要的活動類型為採集貝類、釣魚以及收獲管理牡蠣，根據 97 年收集的 1014 份問卷分析結果，非假日進出濕地的人數在冬季寒冷的月份大約 100 人／日左右，隨著氣溫上升人數逐漸增加，夏秋二季的人數最高可以達到 400 人／日，人數多寡受到貝類族群豐富度影響，採集者口耳相傳，會讓特定季節達到人數高峰。假日期間除了採集者之外，外地遊客也會進入濕地內活動，冬天寒冷風大的季節進入濕地總人數最低，大約在每日 200 人以下，隨著季節變換進入濕地人數逐漸上升，氣候溫和的 5 - 6 月是高峰，每日人數可到達 1500 以上，盛夏炎熱季節的假日，人數維持在 1000 上下，秋季氣溫涼爽，再度上升至 1500 人／日左右。將進入濕地使用人數及停留時間轉換成使用總時數，再推算每人平均停留時間，非假日的採集者平均停留時間 2 - 3 小時，少部份採集者停留時間多達 4 個小時以上，假日遊客進入濕地停留的時間介於 1 - 2 小時之間。根據問卷的調查，長時間停留的人士主要的活動類型是採集貝類，根據楊蕙禎（2009）的現場觀察記錄，當時的採集對象主要是環文蛤、文蛤、牡蠣及公代等貝類軟體動物，專業挖掘多毛類與星蟲的採集者人數較少。

三、生物資源調查研究歷史與現況

（一）鳥類

根據社團法人新竹市野鳥學會自 99 年 1 月至 110 年 10 月共 4 次的調查，於香山濕地範圍紀錄有鳥類 52 科 222 種 334,893 隻次。鳥種組成方面，港北區以麻雀為主，港南區以麻雀和燕鴿為主，金城湖以蒙古鴿、黑腹濱鶻及鐵嘴鴿為主，鄰近的客雅溪區以花嘴鴨和大白鷺為主，大庄區以東方環頸鴿、鐵嘴鴿、黑腹濱鶻、大濱鶻及灰斑鴿等涉禽為主，南港區以東方環頸鴿、黑腹濱鶻、大濱鶻、大白鷺及小白鷺為主，而南寮區以麻雀、黃頭鷺、紅鳩及白尾八哥為主。本區鳥種數低點發生在冬季 10 月，高點則發生在春季 4 月，主要與候鳥過境期有關。香山濕地有多樣的棲地樣態與豐富的生物資源可供覓食，常吸引大量遷移性鳥類於過境時暫棲於此，最豐富的候鳥種類為東方環頸鴿、鐵嘴鴿與黑腹濱鶻，皆為在裸露泥灘地覓食為主的鳥類，大量過境時，可在潮間帶的沙灘與泥灘發現其覓食身影（李雄略，2021）。

（二）底棲動物

自客雅溪口以南的海岸依序有客雅溪河口濕地，三姓溪及大庄溪口草澤濕地，香山泥灘濕地、海山苦紅樹林濕地及南港沙灘濕地等多樣貌的環境，各類棲地孕育了多樣豐富底棲動物，根據多篇新竹市濱海生物相調查的成果，保護區內含有貝類 118 種、蟹類 50 種以上、多毛類 30 餘種、魚類 208 種（楊樹森，2011）。多樣且豐富的底棲生物也吸引大批水鳥覓食棲息，區內曾記錄了 277 種遷移性鳥類及留鳥（楊樹森，2011）。

從 97 年的調查研究至今，濕地裡採集軟體動物的行為仍然持續，採集的大宗物種為環文蛤、船形薄殼蛤（*Laternula marilina* (Linnaeus, 1758)，又稱公代）。目前除了採集軟體動物之外，紅樹林清除之後，靠近堤岸區域

灘地面積擴大，採集沙蟲及紅蟲（俗稱紅蟲的物種包含數種俗稱沙蠶的多毛類，及稱為沙蟲的裸體方格星蟲）的漁業行為逐漸增加，這些採集活動除了對採集對象造成生存壓力之外，採集行為本身也對棲地造成干擾，尤其是採集沙蟲的挖掘行為對棲地干擾程度更為顯著，其挖掘深度可達 50 公分以上。沙蟲的挖掘行為主要發生在含泥量稍高的灘地，主要集中在靠近海山漁港的永續利用區，分布區域和鴨嘴海豆芽有部分重疊（楊樹森，2021）。

由 109 年 7 月至 110 年 9 月獲得的體長資料透過電子體長頻度分析系統（electronic length frequency analysis, ELEFAN）估算本托蘭斐成長方程式（von Bertalanffy growth function, VBGF）中的成長參數，分別推估香山濕地裸體方格星蟲、環紋蛤與船型薄殼蛤的極限體長分別為 152.63 mm、53.29 mm、55.53 mm；三種經濟性採集底棲無脊椎動物的幼體入添高峰於每年 9 月至隔年 2 月發生（楊樹森，2021）。

（三）特別關注物種：臺灣早招潮蟹

臺灣早招潮蟹（*Xeruca formosensis* (Rathbun, 1921)）又名臺灣招潮蟹，為臺灣特有種。臺灣早招潮蟹喜棲於寬廣開闊、幾乎裸露且無紅樹林的高潮位灘地，以泥地上的有機碎屑為主食。臺灣早招潮蟹會由洞內挖土，築成高約 10 公分、最高可達 20 公分的煙囪型洞口（圖 5）。每年 8、9 月間，幼蟹加入族群，此時可由目視法調查到最大數量的臺灣招潮蟹，因此香山濕地過去的臺灣早招潮蟹族群數量估計，均於 8 - 9 月間進行。



圖 5、臺灣早招潮蟹於洞口修築的煙囪狀構造。

臺灣早招潮蟹於香山濕地的棲地為三姓溪口至大庄溪口之間、海山漁港周遭，與海山罟周遭。近年影響本地臺灣早招潮蟹族群數量的原因，主要是紅樹林密度的消長與人為建物的建造。地方政府於 48 年在海山罟種植水筆仔及海茄苳，78 年再度由新竹縣政府委託行政院退除役官兵輔導委員會於客雅溪口種植水筆仔，85 年又在三姓公溪口以南的泥灘地種植海茄苳及紅海欖（楊樹森、張登凱、李沛沂，2014）。紅樹林的擴張使得香山濕地的棲地單一化，嚴重影響底棲動物與臺灣早招潮蟹的棲地品質，連帶影響候鳥的棲息覓食（楊樹森，2012）。新竹市政府為了提升市民的生活品質、減少環境污染，計畫在三姓公溪及大庄溪口之間的海埔地設置「客雅水資源回收中心」，於 89 年 11 月通過環境影響評估審查通過，並於 94 年 11 月開始建造施工。根據汪淑慧（2007）的調查，94 年底客雅水資源回收中心預定地的臺灣早招潮蟹族群量從估算約 13 - 14 萬隻，至 95 年 6 月銳減到 1 - 6 千隻，95 年 7 月後已全數滅絕。客雅水資源回收中心完工後，臺灣早招潮蟹分布地移至基地外圍，且族群密度明顯下降（汪淑慧、郭榮信、郭一羽、朱達仁，2012）。

為復育全臺灣最大的臺灣早招潮蟹棲地，新竹市政府於 96 年開始清

除海山畧的紅樹林，97 - 101 連續五年在水資源回收中心附近及海山畧進行紅樹林清除作業，至今仍每年固定進行紅樹林清除與維護作業（如附表 1）。紅樹林移除期間之操作實驗與後續數年的監測，皆顯示疏伐紅樹林可以有效復育臺灣早招潮蟹的棲地（劉建伸，2010；楊樹森，2012；楊樹森與張筱筠，2013）。

106 年度紅樹林大規模清除之後，濕地表面底質因為潮汐流動改變，水資源回收中心至低潮線間出現大面積沙質灘地，而美山永續利用區表面的含泥量則增加。近岸區的灘地面積增加，意味可供底棲無脊椎動物與招潮蟹棲息、築巢的棲地出現，實際上也觀察到臺灣早招潮蟹的族群量逐年上升。自紅樹林清除的起始年度 97 年開始，香山濕地臺灣早招潮蟹的族群量呈現指數性上升趨勢（圖 6），截至 109 - 110 年度的調查結果，年度族群估計達 43.5 萬隻，為 108 年族群數的近 1 倍（楊樹森，2021）；預期這種現象會持續，直至臺灣早招潮蟹拓殖到香山濕地所有可供棲息的高灘地後，族群量呈現平穩的小幅波動趨勢。為估計香山濕地對臺灣早招潮蟹的環境負載力，每一年度的觀察監測均十分重要；透過逐年監測，亦可以了解臺灣早招潮蟹的族群量消長狀況與棲地面積變化趨勢。

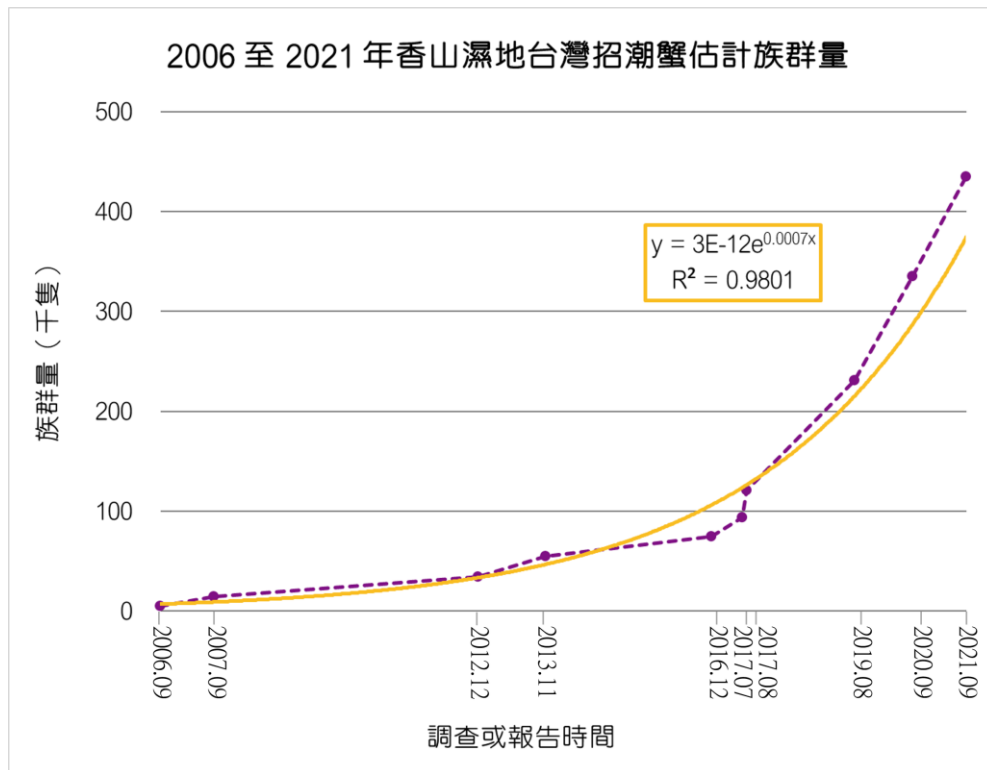


圖 6、95 至 110 年度香山濕地臺灣早招潮蟹估計族群量成長曲線。統計數據資料來自朱達仁（2008）、楊樹森（2012）、楊樹森與張筱筠（2013）、楊樹森（2017）、楊樹森（2019）、楊樹森（2021）。

（四）蟹類生活史研究

海洋性蟹類的生活史可分為五階段：原蚤狀幼體¹（prezoea）、蚤狀幼體（zoea）、大眼幼體（megalopa）、稚蟹（juvenile）與成蟹（adult）。原蚤狀幼體於卵內由胚胎發育而成，蚤狀幼體是卵孵化的第一階段，至少有 2 期，大部分物種的蚤狀幼體為 4 至 5 期，之後變態為大眼幼體。大眼幼體可以利用腹足泳動，亦可使用胸足爬行。大眼幼體只有一期，脫殼後即為

¹ 部分研究作「溞」字。依《教育部異體字辭典》，溞作淘米聲（《玉篇·水部》）或水洗解（《廣雅·釋詁二》），無用以指稱任何生物之義，由此可知溞字應為水蚤二字合體之誤用。目前中國科學院相關資料庫使用溞字，且在台灣碩博士資料庫中亦有多篇論文以此字指稱部分枝角目（Cladocera）或撓足類（Copepoda）生物。

雌蟹，此時腹足以收於胸甲下，失去大部分泳動功能。

蟹類大眼幼體的研究，最直接的方式是在實驗室孵育，採集抱卵的母蟹，將卵飼養至大眼幼體時期，惟此法曠日廢時，且須調配相應餌料，除經濟性物種如梭子蟹類（胡興華、許鴻煌、陳正宏，1982）之外，甚少以此法進行大眼幼蟹分類研究。針對非經濟性蟹類，陳溫柔（1995）使用飼養法，將東港採得的蟹類大眼幼體飼養到至蟹至成蟹階段以供辨識物種，描繪了 22 種蟹類的大眼幼體並建立重要特徵與科屬檢索表。

台灣的蟹類幼體研究除陳溫柔（1995）外，尚有薛攀文（1996）研究海岸濕地蟹類幼苗的孵化機制，左榮昇（2002）研究四種蟬類大眼幼體之形態分類，以及 Zhang & Shih (2022) 報導台灣產 15 種招潮蟹的蚤狀幼體特徵。

香山濕地的蟹類幼體研究，則有黃淑珍（2005）利用粒線體 COI 基因序列搭配形態鑑定，報導 22 種已知與 16 種未知蟹類大眼幼體形態，而李文虎（2007）則利用此結果，更進一步探究香山濕地蟹類大眼幼體洄游之季節與豐富度變化，新報導 5 種蟹類大眼幼體。

隨著香山濕地紅樹林移除，地貌快速回復至紅樹林栽植前樣貌，很可能改變此地的蟹類物種組成，因此重新調查不同蟹類大眼幼體入添的季節變化有其必要，且上述研究中，在香山濕地均無發現臺灣早招潮蟹大眼幼體，但近年來香山濕地臺灣早招潮蟹的族群數量大幅增加，若於香山濕地臺灣早招潮蟹密集區藍天橋附近的洪水港溪（海水川溪）出海口布網調查，有機會透過調查香山濕地的蟹類大眼幼體，探究臺灣早招潮蟹的生活史。

（五）特別關注物種：三棘蟹出現紀錄

根據 105-106 年調查記錄，1 月在香山濕地灘地上發現殼甲寬 10 公分的幼蟹，6 月下旬於潮山曬船橋外灘地發現 3 隻幼蟹，最大殼甲寬 8 公分，

但無法確定是否為香山濕地內孵化的個體；另外 103 與 104 年夏季於金城湖曾經捕獲鸞的成體，研判客雅溪出海口附近可能是成鸞的產卵場，但至此之後，未有任何在金城湖發現成鸞的調查紀錄。2022 年 7 月 15 日由海洋保育署桃竹海洋保育站主辦的鸞研習調查中，在賞蟹步道外灘地發現 8 隻幼鸞，最大背甲寬約 8 公分。若以調查範圍論，該次調查到的單位面積幼鸞密度，為全台灣島最高（市政府新聞稿參照：<https://reurl.cc/850eY4>，112 年 10 月 25 日造訪網頁。截圖如圖 7）。

市政新聞

活化石大發生！新竹市香山濕地5公頃泥灘地發現8隻稚鸞

發布日期：111-08-07

發布單位：產業發展處 類別：自然生態

鸞從4億8千萬年前生存至今，有活化石之稱，但因受到人為捕捉、棲地破壞與海洋環境變遷等影響，數量已逐漸減少。新竹市政府與海洋保育署近日在香山濕地辦理三棘鸞野外族群調查訓練，邀請鸞專家楊明哲博士講解鸞，並帶領保育志工及學員進行野外調查實習，結果在過程中發現8隻稚鸞，創下香山濕地記錄到最多稚鸞的一天。

陳章賢代理市長表示，香山濕地是北台灣最大的濱海濕地，生態資源豐富，近年市府團隊積極整治香山濕地紅樹林、設置沿岸環境教育及服務設施，如金城湖賞鳥平台、海山漁港觀海平台、賞蟹步道、生態館等，109年起也連續辦理香山濕地藝術季，提供民眾安全舒適的生態體驗環境及藝術活動。

他說，香山濕地位處國際東亞澳水鳥遷徙線的中間位置，成為候鳥遷徙的重要中繼補給站，不僅如此，歷年來更有零星觀測到稚鸞及漁撈混獲成鸞的紀錄，本次調查結果也說明香山濕地是鸞的優良生長繁殖場所，相當稀有珍貴。

楊明哲博士說，全世界現存4種鸞，台灣可見的中華鸞，又名三棘鸞。三棘鸞在2019年列入國際自然保育聯盟（IUCN）紅皮書瀕危物種，台灣除了離島的金門和澎湖較易發現稚鸞，生活在本島的三棘鸞稚鸞幾乎絕跡，只在新竹香山、嘉義布袋和台南有極為稀少的稚鸞。

楊明哲博士表示，這次發現的稚鸞，推測可能是5年前孵化，發現的泥灘地也比去年8月明顯沙化，當時走在泥灘地會陷到小腿肚，今年只到腳踝，已經跟早期棲地非常接近，可能與移除人工栽植紅樹林(105年新竹市大面積移除)有關。發現稚鸞區域有豐富的海草甘藻及底棲生物，都是稚鸞的食物，也可能因此成為稚鸞喜愛的地。另外，漁民在濕地外海發現的成鸞，頭胸甲直徑達39公分，是體型很大的母三棘鸞，也是非常稀少會多蛻一次殼的成鸞。

金吉利定置漁場漁撈長陳聖傑指出，位於香山濕地外海的定置漁場近年發現三棘鸞、瑞氏海豚、豆腐鯊、綠蠵龜、中華白海豚等保育類光顧，雖然造成野放保育類額外負擔及漁獲損失，但是能夠參與海洋生態保育物種紀錄，也是金吉利的使命，漁場會持續為保育海洋生態付出心力。

產發處表示，成鸞生活在20-30公尺深的沿海地區，每年6-9月的繁殖季節，會成對的爬到潮間帶高潮線附近的沙地產卵，孵化後的稚鸞以泥灘上之藻類、細小生物或碎屑為食，並隨著年齡的增長，逐漸游向外海生活，顯然香山濕地泥灘地已經成為海洋生物的孕育場。

市府呼籲，民眾勿任意進入濕地潮間帶，避免踩踏誤傷稚鸞與濕地生物，依據濕地保育法破壞棲地可罰30至150萬元。

新聞資料提供：生態保育科

聯絡人：陳岫女科長 03-5216121#401王嘉偉技士#480

圖 7、香山濕地幼鸞大發生新聞稿截圖。

近年來香山濕地的幼鸞發現紀錄大增，很可能存在成鸞產卵場，因此鸞的潛在產卵棲地與幼鸞分布密集熱區，未來勢必成為濕地經營管理必須納入的考量重點。針對香山濕地的成鸞產卵場與幼鸞分布密集／潛勢區畫設，與幼鸞數量估計成為本年度基礎生態暨濕地水質監測調查計畫的重要工作項目。

貳、計畫目標及工作項目

根據香山濕地近期的經營管理需求，自 111 年 7 月 1 日起至 112 年 11 月 30 日止，本計畫有以下幾項工作：

1. 長期監測—基礎水質，5 測站共 4 季次。期末彙整多年監測資料，分析濕地水源系統及探討水質變動趨勢，評估區域水體對濕地生態之影響。
2. 新增監測—排水道放流口水質，本年度計畫預計進行 17 公里海岸線具有晴天流量的排水渠道陸地端（非感潮區）共 20 處水質現況調查，共調查 2 季次。
3. 長期監測—臺灣早招潮蟹年度族群分布及數量，夏季族群數量最高時進行年度普查。
4. 香山濕地臺灣早招潮蟹及其他各種蟹類大眼幼蟹之形態及入添香山濕地的時間，依照大潮預報，約每 2 週採樣一次。
5. 保護區內三棘蟹分布調查及潛在產卵棲地調查。
6. 彙整多年期之生態調查資料，分析其生態及土地利用變遷趨勢，據此提出長期經營管理之建議。

參、執行方法步驟

一、水質監測

（一）測站位置

本項監測延續歷年設計，設置 5 個採水監測點（如圖 8 紫色標記），分別是金城湖、客雅溪出海口、三姓溪出海口、大庄溪出海口及鹽港溪出海口，各長期監測調查點位置描述經緯度資料如表 1。為更了解輸入香山濕地之陸源水質狀況，本年度新監測輸入香山濕地之農業溝渠、養殖尾水與生活污水排水渠道口共 20 點位，如圖 8 黃色標記部分，座標點位詳表 2，相關採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖見附圖 3。

表 1、香山濕地陸源水質長期監測調查點位置與經緯度表。

監測點	位置描述	經度	緯度
金城湖	金城湖抽水站後	120.9110830	24.81036300
客雅溪	金城湖水門上游	120.9102020	24.81071300
三姓溪	彩虹橋	120.9163628	24.80154982
大庄溪	彩虹路西濱路三段 20 巷口	120.9161830	24.79508300
鹽港溪	白雲橋	120.9007540	24.74527100

表 2、香山濕地陸源排水渠道水質監測調查點經緯度表。

監測點	經度	緯度	監測點	經度	緯度
港南	120.9258330	24.81472200	風情 4	120.9137123	24.77438687
港北	120.9261110	24.82611100	風情 5	120.9136165	24.77335753
魚塭	120.9163950	24.79102100	風情 6	120.9136220	24.77243924
惠民 1	120.9150260	24.78530646	風情 7	120.9133057	24.77035949
惠民 2	120.9150027	24.78483131	風情 8	120.9130646	24.76929798
賞蟹 1	120.9148863	24.78410615	海山 1	120.9122518	24.76661308
賞蟹 2	120.9147505	24.78252827	海山 2	120.9114940	24.76572937
風情 1	120.9142279	24.77816410	海山 3	120.9090298	24.76468757

監測點	經度	緯度	監測點	經度	緯度
風情 2	120.9140644	24.77706692	海山罟 1	120.9059667	24.75821698
風情 3	120.9138596	24.77555987	海山罟 2	120.9057252	24.75674179



圖 8、水質監測點位圖。

（二）調查與分析方法

長期監測點位水質分析每季採樣一次，第一季採樣日期為 111 年 8 月 25 日、第二季採樣日期為 111 年 11 月 8 日、第三季採樣日期為 111 年 11 月 8 號、第四季採樣日期為 111 年 2 月 26 號；陸源排水渠道監測點位水質分析每半年採樣一次，上半年採樣日期為 111 年 8 月 22 日、下半年採樣日期為 112 年 3 月 16 號。各次採樣之前一星期內，各流域範圍內均無顯著降雨。水質監測項目有：鹽度、溫度、溶氧量（DO）、酸鹼值（pH）、生化需氧量（BOD）、懸浮固體（SS）、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽、矽酸鹽。

鹽度、溫度、DO 及 pH 值於採樣當下現場量測，使用設備為 HORIBAU-50。BOD 採用環境檢驗所《水中生化需氧量檢測方法》（NIEAW510.55B）。SS 採用環境檢驗所《水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法—103~105°C 乾燥》（NIEAW210.58A）。亞硝酸鹽氮採用環境檢驗所《水中亞硝酸鹽氮檢測方法—比色法》（NIEAW418.53C）及參考經濟部中央標準局 CNS15091-15,N7001-15《深層海水亞硝酸鹽之檢驗方法》。硝酸鹽氮採用環境檢驗所《水中硝酸鹽氮檢測方法—分光光度計法》（NIEAW419.51A）及參考經濟部中央標準局 CNS15091-14,N7001-14《深層海水硝酸鹽之檢驗方法》，先將硝酸鹽還原成亞硝酸鹽檢驗之，再減去原有亞硝酸鹽之含量得知。正磷酸鹽採用環境檢驗所《水中正磷酸鹽之流動注入分析法—比色法》（NIEAW443.51C）及參考經濟部中央標準局 CNS15091-12,N7001-12《深層海水磷酸鹽之檢驗方法》。氨氮採用環境檢驗所《水中氨氮檢測方法—靛酚比色法》（NIEAW448.51B）。矽酸鹽採用環境檢驗所《水中矽酸鹽檢測方法—鉬矽酸鹽比色法》（NIEAW450.50B）及參考經濟部中央標準局 CNS15091-13,N7001-13《深層海水矽酸鹽之檢驗方法》。各檢驗項目與方法，如表 3 所列。

表 3、各項水質指標檢測方法與標準法規編號對照表。

檢測項目	檢測方法	方法條目編號
鹽度、溶氧量、 溫度、酸鹼值	HORIBA U-50 現場量測	
生化需氧量	水中生化需氧量檢測方法	NIEA W510.55B
懸浮固體	水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法— 103~105°C 乾燥	NIEA W210.58A
氨氮	水中氨氮檢測方法—靛酚比色法	NIEA W448.51B
亞硝酸鹽氮	水中亞硝酸鹽氮檢測方法—比色法	NIEA W418.53C
	深層海水亞硝酸鹽之檢驗方法	CNS 15091-15, N7001-15
硝酸鹽氮	水中硝酸鹽氮檢測方法—分光光度計法	NIEA W419.51A
	深層海水硝酸鹽之檢驗方法	CNS 15091-14, N7001-14
正磷酸鹽	水中正磷酸鹽之流動注入分析法—比色法	NIEA W443.51C
	深層海水磷酸鹽之檢驗方法	CNS 15091-12, N7001-12
矽酸鹽	水中矽酸鹽檢測方法—鉬矽酸鹽比色法	NIEA W450.50B
	深層海水矽酸鹽之檢驗方法	CNS 15091-13, N7001-13

河川污染指數（river pollution index, RPI）之計算，參考 102 年 5 月 30 日環署水字第 1020045468 號函《河川污染指數（RPI）基準值及計算方式修正》，將生化需氧量、溶氧量、氨氮及懸浮固體等四項理化水質檢測數據分別給予指數評等，並計算各項指標所得積分值之平均，即為河川污染指數（如表 4）。

表 4、河川污染指數（RPI）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	$BOD_5 \leq 3.0$	$3.0 < BOD_5 \leq 4.9$	$5.0 \leq BOD_5 \leq 15.0$	$BOD_5 > 15.0$

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
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	$NH_3-N \leq 0.50$	$0.50 < NH_3-N \leq 0.99$	$1.00 \leq NH_3-N \leq 3.00$	$NH_3-N > 3.00$
污染指數	1	3	6	10
污染指數 積分值(S)	$S \leq 2.0$	$2.0 < S \leq 3.0$	$3.1 \leq S \leq 6.0$	$S > 6.0$

（三）數據統計

各項水質量測與評等數據輸入 Excel 軟體，並儲存成.xlsx 或.csv 格式以利後續計算與上傳。點位資料以.csv 格式儲存，匯入 GoogleEarthPro 7.3.4.8642 (<https://www.google.com.tw/intl/zh-TW/earth/>) 後，儲存為.kml 格式檔案，以利上傳濕地資料庫。

統計與作圖主要以 R 軟體 4.3.1 版本(<https://www.r-project.org/>)進行。輸入 .csv 檔案後，以 ggpubr (Wickham H., 2016) 與 ggplot2 (Kassambara A., 2016) 套件作圖；水質之主成分分析以 ade4 套件(Dray & Dufour, 2007) 進行計算，並以 factoextra 套件 (Kassambara & Mundt, 2020) 抽取結果與做圖。

二、臺灣早招潮蟹族群量監測

（一）調查方法

臺灣早招潮蟹對棲地環境有一定程度之要求，其棲地在每個潮汐週期浸沒的天數不能過長，因此僅能在高潮線附近發現其族群，且臺灣早招潮蟹有一定出外覓食求偶的活動時間，通常在潮差足以淹沒棲地、自滿潮開始退潮後 1 - 3 小時內為活動高峰期。退潮後約 1 小時，雄性先出洞活動；雄性活動高峰約 1 小時後，雌性才會出動活動。要調查位於新竹市濱海野生動物保護區的臺灣早招潮蟹，需參照中央氣象局年潮汐表，選擇新竹區高潮位高於 200 公分期間，臺灣早招潮蟹棲地被淹沒時進行調查。下雨、低溫、狂風亦會影響出洞率，因此在觀察時須特別注意才得以趕上族群量最高、活動力最強的時機。

調查方法以逢機拋框的方式進行放樣，樣框為黃色直徑 1 公尺的玻璃纖維圓圈，玻璃纖維棒直徑 5mm（如圖 9）。拋框之後遠離，靜置樣框觀察至螃蟹出洞，觀察者在至少 30 公尺外以單筒望遠鏡掃視觀察紀錄各樣框內臺灣早招潮蟹雄蟹數量，必要時輔以長焦鏡頭拍攝照片記錄。調查到的台灣招潮蟹雄蟹數量，之後再由性比推估雌蟹數量，最後估計出調查範圍的台灣招潮蟹族群數量（估計方法詳見參、二、（二））。調查時間必須在太陽升起 1 小時之後以及太陽落下 1 小時之前。所有調查工作必須配合潮水自滿潮開始退潮之後 2 - 3 個小時內完成紀錄工作。



圖 9、臺灣早招潮蟹族群調查之活動樣框。

根據 110 年度調查報告所羅列的臺灣早招潮蟹分布概況（如圖 10、圖 11），本年度在 111 年 8 月 25 至 29 日、9 月 9 至 14 日進行期初臺灣早招潮蟹分布現況普查，於 112 年 8 月 18 至 20 日、8 月 29 至 9 月 5 日進行期末臺灣早招潮蟹分布現況普查，調查期間避開雨天。相關採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖見附圖 3

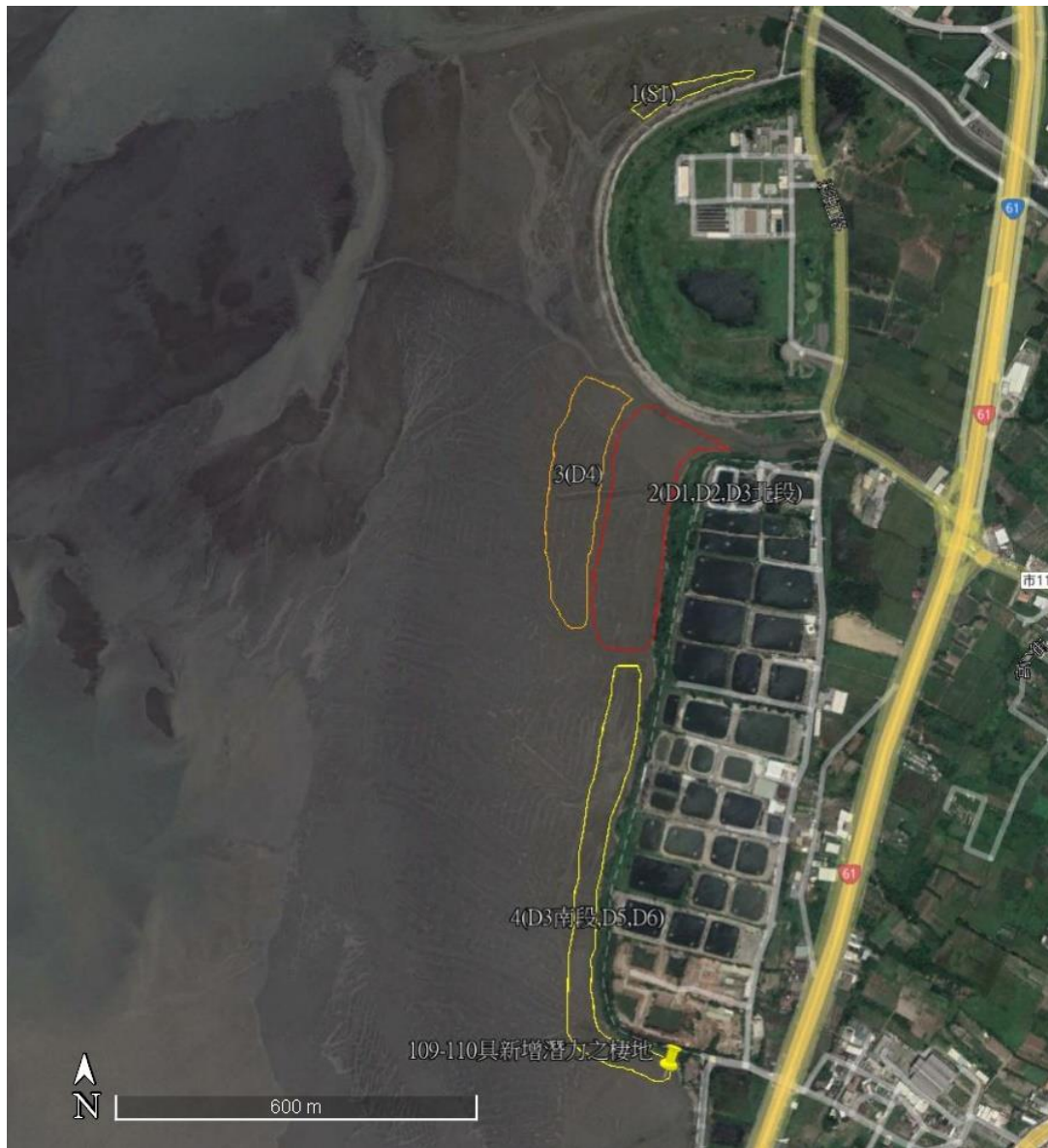


圖 10、109 - 110 香山濕地北側（三姓溪與大庄溪口）臺灣早招潮觀察樣區編號與範圍。以紅色框線標示主密度區，橘色框線標示次要密度區，黃色框線標示新設觀測區域。

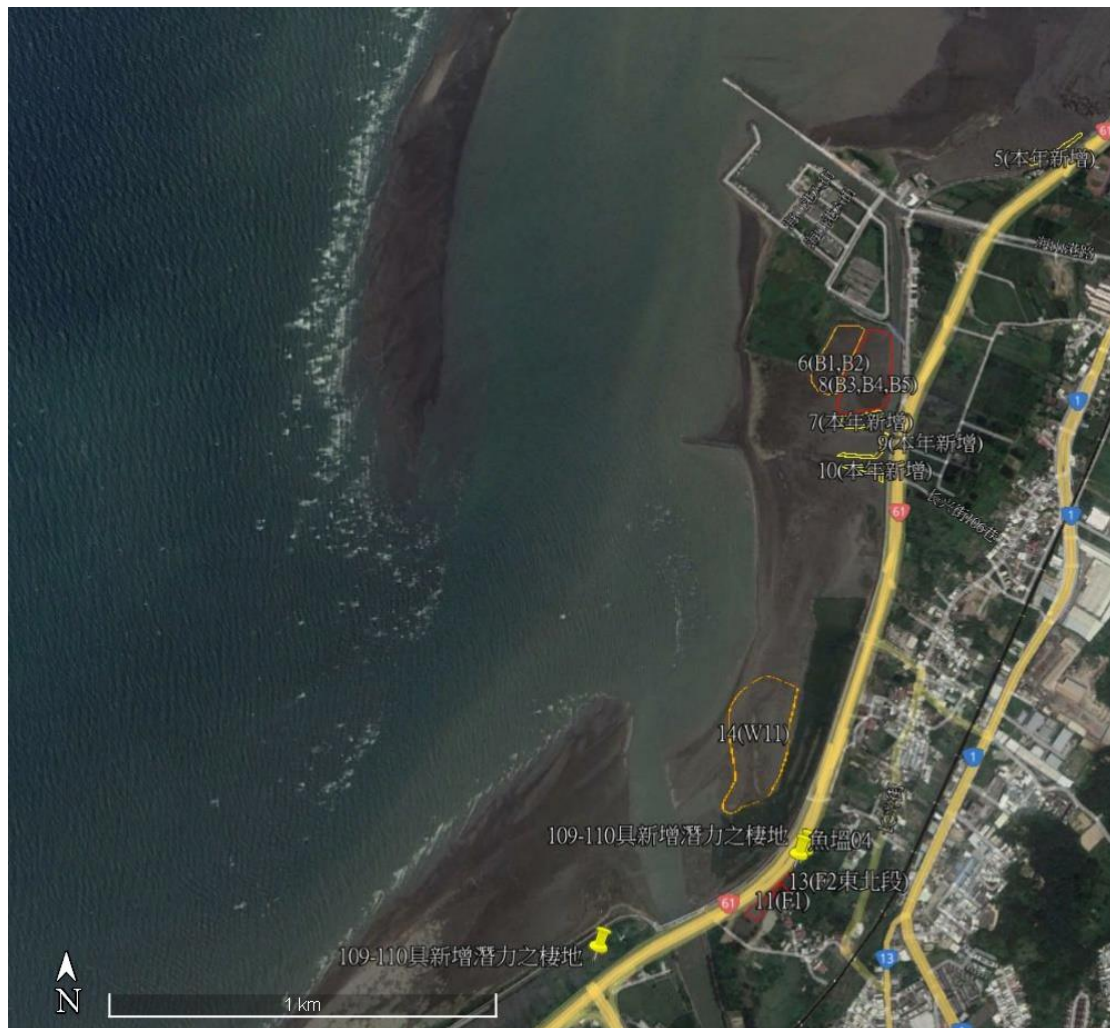


圖 11、109 - 110 年香山濕地南側（海山漁港至鹽港溪）臺灣早招潮觀察樣區編號與範圍。以紅色框線標示主密度區，橘色框線標示次要密度區，黃色框線標示新設觀測區域。

（二）族群數量統計與分布模式推斷

因為臺灣早招潮蟹之雌蟹在辨識上容易誤判，故族群數量統計僅計算雄蟹數量，再以臺灣早招潮蟹之性比回推。關於臺灣早招潮蟹之性比，各研究報告所載並不一致，如李曉易（1991）79 年於彰化伸港紀錄臺灣早招潮蟹雌／雄性比為 0.5；Shih, Mok & Chang（2005）於彰化伸港研究臺灣早招潮蟹的築「煙囪」行為與潮位變化的關係指出，雄蟹於小潮期間構築巢穴，此時雌蟹若與雄蟹配對完成，則傾向躲於洞穴內抱卵不出，造成性

比下降，而大潮期間最低平均性比約 0.43，即雌蟹：雄蟹為 1:2.31；汪淑惠（2007）於新竹海山罟之研究，指出臺灣招潮蟹的雌雄性比並不固定，雌雄性比自離岸最近、密度最高族群的 1 至離岸較遠、密度最低族群之 0.08（即雌蟹：雄蟹=1:12）；陳曉怡（2008）研究雲林麥寮的臺灣早招潮蟹性比，雌蟹多於雄蟹的樣點雌雄性比平均為 1.28，雌蟹少於雄蟹的樣點平均性比為 0.244。

本計畫自 2011 年起參酌前人研究，取臺灣早招潮蟹性比為 0.5，即雌蟹：雄蟹 1:2 估算香山濕地之臺灣早招潮蟹族群總個體數，比對汪淑惠（2007）之調查，性比 0.5 在其 11 個樣區性比中排名第 8 位，用以估計全香山濕地臺灣早招潮蟹之雌雄個體總數，應不致高估。表 5 詳列各參考資料調查與本計畫使用之臺灣早招潮蟹性比。

表 5、臺灣早招潮蟹性比之文獻回顧資料與本計畫使用之性比對照表。

地區	平均性比 (雌：雄) ^a	參考資料
彰化伸港	0.5 (1:2)	李曉易 (1991)
彰化伸港	0.43 (100:231)	Shih et al. (2005)
新竹海山罟	0.08 (2:25)	汪淑惠 (2007) 朱達仁 (2008)
	0.17 (17:100)	
	0.38 (19:50)	
	0.5 (1:2)	
	0.63 (63:100)	
雲林麥寮	1.28 (32:25)	陳曉怡 (2008)
	0.244 (61:250)	
新竹香山濕地	0.5 (1:2) ^b	楊樹森 (2011)
		楊樹森 (2012)
		楊樹森與張筱筠 (2013)
		楊樹森 (2017)
		楊樹森 (2019)
		楊樹森 (2021)
	本年度計畫	

a 性比之計算為雌蟹比例除以雄蟹比例，即每一隻雄蟹所配對的雌蟹隻數，括號中以雌雄蟹數量之最簡單整數比表示。

b. 新竹香山濕地長年期臺灣招潮蟹族群數量調查使用之性比為 0.5。

臺灣早招潮蟹之族群分布模式會受到族群棲地擴張動態影響，故計算總族群量時，應取各樣區拋框中臺灣早招潮蟹密度之中位數計算，如下式：

$$N = \sum_{i=1}^n \text{median}_{di} \times A_i \times (1 + R_{sex})$$

其中 N 為臺灣招潮蟹族群總量， d_i 為樣區 i 之雄性臺灣早招潮蟹密度， A_i 為樣區 i 之面積， R_{sex} 為臺灣早招潮蟹之性比，此處取性比為 0.5。

生態學領域理論探討族群的空間分布模式，一般借用統計學中的離散指數（index of dispersion），即 VMR（variance to mean ratio）值來當作族群分布模式的指標，計算方法為 $\text{VMR} = \frac{\sigma^2}{\mu}$ 。其中 σ 為標準差，標準差之平方為變異數（variance）； μ 為平均值。VMR 於隨機（random）分布的族群中，期望值為 1；若 VMR 顯著大於 1，生物分布呈叢集型（clumped）；若 VMR 值為 0，則呈規則型（uniform）。

VMR 會受到調查範圍尺度之影響，對於叢集分布的族群，樣區畫設的差異可能造成完全不同的 VMR 計算結果（王本洋與余世孝，2005）。在調查數據呈現上，由歷年紀錄與現場觀察，依據臺灣早招潮蟹的密度與棲地面積變化，數據呈現上將區分主／次要密度區（如水資源樣區與藍天橋樣區）與邊緣推移區（如藍天橋樣區），可以更合理呈現臺灣招潮蟹在棲地擴張時的族群分布模式狀況。

三、蟹類大眼幼體入添之季節變化監測

本計畫預計以形態分析搭配次世代定序高通量分子條碼（meta-barcoding）研究香山濕地蟹類大眼幼體入添之季節變化。以浮游動物網採獲蟹類大眼幼體後，一半以形態鑑定輔以傳統定序與分子鑑定，另一半以次世代定序技術搭配序列資料庫獲得該次調查蟹類名錄，最後將兩者相比較，獲得香山濕地完整之蟹類大眼幼體入添監測資料。流程圖如圖 12，詳細說明如下：

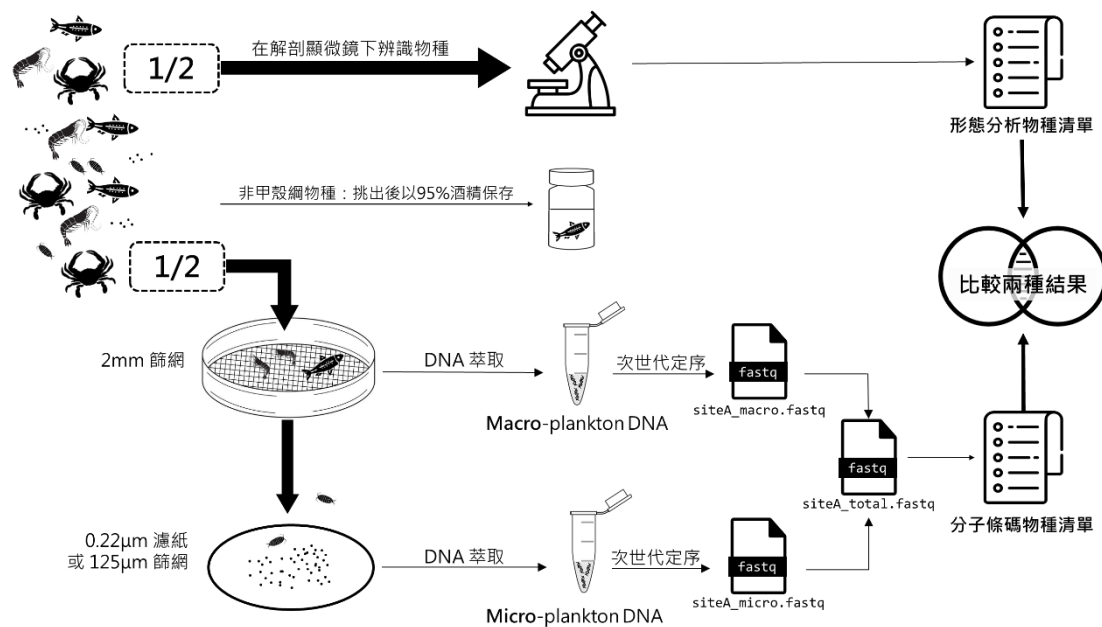


圖 12、香山濕地類大眼幼體入添之季節變化監測流程圖。

（一）調查方法

蟹類大眼幼體取樣依照月亮週期與中央氣象局最新潮汐預報，於每個月大潮期農曆 1 或 2 日、16 或 17 日時進行。取樣使用之浮游動物網網目為 330µm、網身長 2m、網口徑為 60cm，規格高於環境檢驗所 0930012374 號公告之《海洋浮游動物檢測方法》（NIEAE701.20C）所載聯合國教科文組織（UNESCO）所定之北太平洋標準浮游生物採集網（NORPACnet），其

網目為 330 μ m，網身長 180cm，網口徑為 45cm，如圖 13。



圖 13、本計畫採集蟹類大眼幼體所使用的浮游動物網。

選定大潮期間滿潮前 3 小時約晚上 8 至 10 點間於海山漁港汫水港溪（海水川溪）出海口橋（24.76388736199128, 120.90547258385125）以 20 至 30m 之拖繩布網，網口設置流量計（Hydro-Bios, model438110）以估算過濾水量。待海水漲潮至適當高度時，將浮游動物網順流拋入漁港末端水道使網口迎接流水，靜置 30 分鐘捕捉順流入網的大眼幼蟹。各採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖見附圖 3。

（二）樣本處理與定序

採樣所得生物樣本在現場瀝乾水份之後，以 95%酒精固定，攜回實驗室冰存於-20 $^{\circ}$ C，隨後進行兩種方式分析，1/2 的樣品進行形態分析，樣本在解剖顯微鏡下篩選挑取大眼幼蟹。本計畫所定義之蟹類，演化上屬於十足目抱卵亞目之短尾下目（Brachyura），故樣本挑取與次世代序列統計均

不計屬於異尾下目（Anomura）的寄居蟹類（含活額寄居蟹科 Diogenidae 與寄居蟹科 Paguridae 之物種）。

蟹類大眼幼體形態分類根據黃（2005）與李（2008），依據形態確認其物種並計算其相對豐富度；未知的種類以 COI 基因標記進行分子鑑定（黃，2005），聚合酶鏈鎖反應基因引子對為 LCO-1490 及 HCO-2198 (Folmer et al. 1994)：

LCO-1490: 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3'

HCO-2198: 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'

未知者確認種類之後，以顯微鏡影像擷取系統拍攝高解析度照片，或進行形態圖譜繪製，待分子條碼鑑定後確定物種（圖 14），之後根據蟹類物種名錄，完成台灣早招潮蟹及其他各種蟹類大眼幼蟹入添的季節模式。目標區段序列擴增詳細步驟見附錄 A。



圖 14、顯微鏡下的未知蟹類物種，之後根據分子條碼比對結果確定為麗彩擬瘦招潮（*Paraleptuca splendida*）。

除了傳統形態鑑定之外，每一取樣取適當量的分樣，充分洗淨後不進行形態分離直接萃取 DNA，再以含有特定標記的通用 COI 引子進行聚合酶鏈鎖反應（polymerase chain reaction, PCR）擴增特定片段之 DNA，隨後以次世代定序（next generation sequencing, NGS）方法進行定序。根據定序結果比對各樣本出現的物種及其相對頻度，依時間序列呈現樣本中浮游生物群聚組成的結構，並據以和形態研究所得的結果進行比較。因為分樣中的捕獲物大小不一，因此以 2mm 篩網在實驗室中進行篩選，將樣本分為可通過篩網與不可通過篩網（macro-plankton sample）兩組，如圖 15；通過篩網的樣本以 250 μ m 篩網蒐集（micro-plankton sample），分別以 DNeasy PowerSoil Pro Kit(QIAGEN, Germany)進行 DNA 萃取與後續的分子實驗。



圖 15、以 2mm 篩網篩選捕獲物。

NGS 建庫樣本實驗操作程序參考 Chen et al. (2021) 的建議使用兩步擴增，首先取 1 μ L DNA 樣本，使用廣用型 COI 引子對 (Leray et al., 2013) mlCOIintF (5'-GGWACWGGWTGAACWGTWTAYCCYCC-3') 與

jgHCO2198 (5'-TAIACYT CIG GRTGICCRAARAAYCA-3') 分別接上 Illumina Nextera Transposase Adapters: 5'-TCGTTCGGCAGCGTCAGATGTGTATAAGAGACAGNNNN-3' 與 5'-GTCTCGTGGGCTCGGAGATGTGTATAAGAGACAGNNNN-3'，搭配 RealStart DNA Polymerase Premix (Yeastern Biotech, Taiwan) 在 ABI2700 Thermal Cycler 反應器中進行第一步擴增：總反應體積 20 μ L 以 95 $^{\circ}$ C 15 分鐘後，以 95 $^{\circ}$ C 30 秒、50 $^{\circ}$ C 45 秒、72 $^{\circ}$ C 60 秒反應 5 個循環後，將黏合溫度 (annealing temperature) 降為 45 $^{\circ}$ C 反應 15 個循環，最後以 72 $^{\circ}$ C 反應 7 分鐘。第一次擴增之樣本至少二重複，擴增產物以 CytivaSera-Mag 磁珠進行序列片段挑選 (磁珠與待純化樣本體積比=1:1) 後收取總體積 20 μ L，之後再取 1 至 2 μ L 進行第二次擴增，將樣本接上帶有不同 index 的序列，條件為反應總體積 20 μ L 於 95 $^{\circ}$ C 15 分鐘後，以 95 $^{\circ}$ C 30 秒、53 $^{\circ}$ C 40 秒、72 $^{\circ}$ C 45 秒反應 15 或 20 個循環，最後以 72 $^{\circ}$ C 反應 7 分鐘。第二次擴增的產物至少二重複，並以磁珠挑選片段與純化後，以洋菜膠電泳確認擴增產物大小，最後送至基龍米克斯公司建置次世代定序樣本庫(library)，以 Miseq v3 平台 (Illumina) 進行 NGS amplicon 定序。

(三) 定序資料分析與物種比對

分子鑑定之 Sanger sequencing 序列資料以 MEGA11 軟體 (Tamura, Stecher & Kumar, 2021) 讀取，並比對 forward 與 reverse 端定序結果之一致性；若不一致，則按經驗依照訊號強度，手動編輯序列。經確認後之序列，整理成 fasta 檔，並上 NCBI BLAST 網站 (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_SPEC=GeoBlast&PAGE_TYPE=BlastSearch，112 年 10 月 25 日造訪) 以 BLAST (basic local alignment search tool) 算法工具進行未知大眼幼蟹序列與資料庫的比對。取 Evaluate $<10^{-100}$ 且序列相似度百分比 (Perc.Identity) $>80\%$ 的結果中排序第一者為比對結果，結果以表單儲存與整理。

NGS 資料以 DADA2 演算法（Callahan et al., 2016）在 R 軟體 4.2.1 中，將序列資料清理、剪裁後，以去噪（denoise）方法修正 NGS 定序過程所造成的錯誤以獲得擴增子序列變異（amplicon sequence variants）；相較以往使用的分類操作單元（operation taxonomic unit, OTU），ASV 的解析度更高，DADA2 演算法的高準確性，也讓不同批次的分析結果得以合併分析。

將含 ASV 序列的 fasta 檔，在 Ubuntu 22.04.1 系統中，以 blast+ 套件（Camacho et al., 2009）比對由黃淑珍（2005）所定香山濕地蟹類序列所製作的資料庫與真核生物粒線體高品質序列資料集 MIDORI2（Leray, Knowlton & Machida, 2022）GeneBank258 版本的 COI 序列資料庫，取 Evalue < 10^{-30} 且序列相似度百分比（Perc.Identity）>70% 的結果輸出前 50 名以供比對與校正；另外再輸出各 ASV 的最佳比對結果，以供後續分析。詳細步驟見附錄 A 與附錄 B。

（四）資料統計

形態鑑定結果資料以 excel 軟體儲存，NGS 資料於 DADA2 套件經過分析後，會產出一張各次定序樣本中各 ASV 的讀取數（reads）表格。將比對後的 ASV 代表物種以表格匯入 R 軟體，便可以使用軟體內建的對應合併（merge）功能，合併成各次定序的物種序列頻次表。後續分析與繪圖主要以 phyloseq（McMurdie & Holmes, 2013）套件進行。

四、保護區內三棘鸞分布調查及潛在產卵棲地調查

111 年度以調查幼鸞分布熱點與環境特徵為主，希望能了解香山濕地之幼鸞出現熱點環境特徵與區域，以供濕地利用、保育更細緻之規劃。目前規畫調查幼鸞分布熱點，蒐集其環境特徵與表層底質中質粒徑資料，配合 105 至 108 年度之粒徑資料綜合研判分析，以利劃設幼鸞保護區。

（一）幼鸞出現潛勢區表層底質粒徑分析

底質粒徑分析採用乾篩法，求取各測站底質粒徑組成之中值粒徑及含泥量百分率。每個採測站以座標為中心，半徑 5 m 範圍內，以壓克力管採集 5 個內徑 2.6 cm、深度 5cm 之泥沙，收集 0-3cm 之底質，將 5 個表層泥沙樣本充分混合後，帶回實驗室在常溫下妥善保存。分析時取適量土樣加入分散劑溶液（1%的矽酸鈉）並攪拌均勻後，置於 120 °C 烘箱內烘乾至少 24 小時，取出粉碎結塊後，放入孔徑由上而下分別為 2 mm、1 mm、0.5 mm、0.25 mm、0.125 mm、0.062 mm 所堆疊的篩網中，以電動搖篩機分級過篩 10-20 分鐘，將各篩網與底層收集籃中不同粒徑的底質分別秤重，可得到七組粒徑的重量百分比組成，進而推算出各粒度之累積百分比（cumulative percentage）。

目前常用來進行沉積物粒徑分布統計分析的方法，包括四分度量法（Quartite Measure）和殷曼法（Inman's method）。四分度量法的原理是由累積曲線圖讀出每個四等分點之數值，即決定累積百分比 25%、50%、75% 和累積曲線之交點而讀出該點之粒徑，一般都採用半對數圖表（圖 16）。其中第二個四分點，也就是 50% 之對應粒徑，稱為中值粒徑（ D_{50} ）。中值粒徑是相當重要的粒徑特徵值，代表高於及低於此粒徑之泥沙各占了一半的重量。底質粒徑類型根據底質粒徑大小（grain size）進行分類（如表 6）。

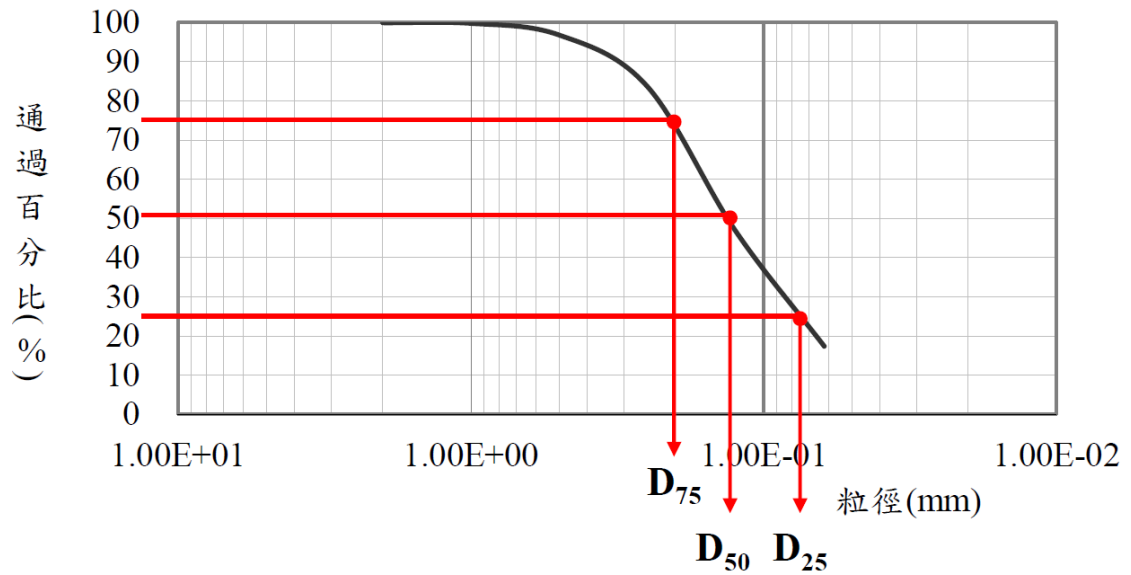


圖 16、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。

表 6、底質標準篩分離之粒徑分類表。

底質粒徑分類	粒徑範圍 (range of grain size)
黏土 (clay)	<0.004 mm
粉砂 (silt)	≥0.004 mm & <0.063 mm
極細沙 (very-fine sand)	≥0.063 mm & <0.125 mm
細沙 (fine sand)	≥0.125 mm & <0.250 mm
中沙粒 (medium sand)	≥0.250 mm & <0.500 mm
粗沙 (coarse sand)	≥0.500 mm & <1.000 mm
極粗沙 (very-coarse sand)	≥1.000 mm & <2.000 mm
細礫石 (gravel)	≥2.000 mm

依據自 105 年起之紀錄目擊與訪談紀錄，選定賞蟹步道週邊與海山曬船橋附近灘地為香山濕地幼鸞出現潛勢區，並參考 105 - 106 年度與 107 - 108 年度之計畫報告，選定其底質粒徑監測採樣點附近採取底質粒徑調查，監測點座標如表 7，測站位置如圖 17。各採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖見附圖 3。

表 7、幼鸞出現潛勢區底質調查測站座標表。

位置	採樣日期	測站名	經度	緯度
賞蟹步道 北側	105.12.05	m07	120.9125115	24.78528397
	107.11.22	st02	120.9132220	24.78291700
	111.11.20	賞蟹北	120.9126487	24.78278545
賞蟹步道 南側	105.12.05	st6	120.9140058	24.78195885
	107.11.20	st07	120.9130770	24.78149440
	111.11.20	賞蟹南	120.9136297	24.78154855
曬船橋	105.12.05	st13	120.9113202	24.77011574
	107	NA*	NA*	NA*
	111.11.20	曬船橋	120.9121774	24.77031883

* 107 年度未於曬船橋附近設立底質粒徑測站。



圖 17、幼鸞出現潛勢區底質調查測站位置圖。

（二）幼蟹出現熱區調查

根據水產試驗所黃丁士等(2009)飼育研究顯示蟹產卵時間在4-9月之間，受精卵約需經歷45-70天孵化成為一齡蟹，孵化後在46天左右蛻殼成2齡蟹，孵化後114(46+68)天蛻殼成3齡蟹。不同的研究顯示其前期脫殼狀態差異很大，不同於前述孵化後46天蛻皮的現象，Sekighchi等人(1988)認為1齡蟹持續生長至第二年夏天才蛻殼，同一年內蛻3次，至第三年蛻2次殼，第四年之後每年蛻殼一次，雄蟹蛻殼達16次至第13年性成熟；雌蟹蛻殼16次或17次至第14年性成熟，一般推估野生的蟹大約可活20至25年之久。根據黃丁士等(2009)的整理1齡至6齡蟹的平均頭胸甲寬分別為5.8 mm、8.7 mm、11.8 mm、15.3 mm、21.2 mm及30.0 mm，其書鰓的對數分別是2、3、4、4、5及5。因為不同飼養環境條件下，幼齡蟹的蛻殼有較大的變異，可能是受到食物供應量充足於否的影響，食物充足的狀況下幼蟹生長的速度相當快，根據黃等(2009)的資料顯示每次蛻殼增大1.3-1.5倍，其與文獻中所述在自然環境中每次蛻殼體長約增加1.3-1.4倍相符(Sekighchi, 1988)。

依據105-106年之調查報告，106年1月間解說員在美山灘地目擊殼甲寬約10公分(9-10齡)幼蟹個體1隻，在6月下旬在朝山帆船橋外灘地發現3隻幼蟹，最大殼甲寬8公分(8-9齡)。放置蛇籠漁民103年及104年夏季在金城湖均曾捕獲母蟹的成體，殼甲寬30公分。107至110年在賞蟹步道有許多解說員回報的幼蟹紀錄，111年6月一次踏查在賞蟹步道外發現8隻幼蟹，依據這些發現紀錄，將賞蟹步道與曬船橋外灘地列為幼蟹出現潛勢區。

幼蟹出現熱區調查主要以幼蟹出現潛勢區為主，於7至9月選定至少4日，於滿潮後2至3小時開始調查；此時灘地上仍有海水，透過反光可以提高發現幼蟹身上土堆的機會。

因幼蟹目前於香山濕地的分布密度甚低，不能以臺灣早招潮蟹的隨機

拋擲調查樣框方式調查，而應於潛勢區內進行全區穿越線調查。調查以寬約 2 至 3 公尺之 S 形路線，由岸邊往外調查至離岸距離 300 公尺為止。於路線上行走時，以目視兩旁 1 至 1.5 公尺灘地是否有幼蠶出現。若調查到幼蠶，則拍照並記錄週邊環境特徵供後續分析。

調查幼蠶時，若遇專業採集者，則訪談其是否於三年內目擊過蠶。另透過海洋保育署桃竹海洋保育站與新竹市政府產業發展處成立之志工群組，蒐集幼蠶之出現紀錄，如圖 18。

最後透過調查到的幼蠶出現紀錄座標，設立幼蠶出現熱區範圍。調查中若有紀錄到幼蠶出現時伴隨出現的特殊環境特徵，則一併標示於地圖，最後依據出現紀錄與環境特徵，繪製香山濕地幼蠶出現核心熱區，往外擴展一定距離，則為幼蠶出現潛勢區。

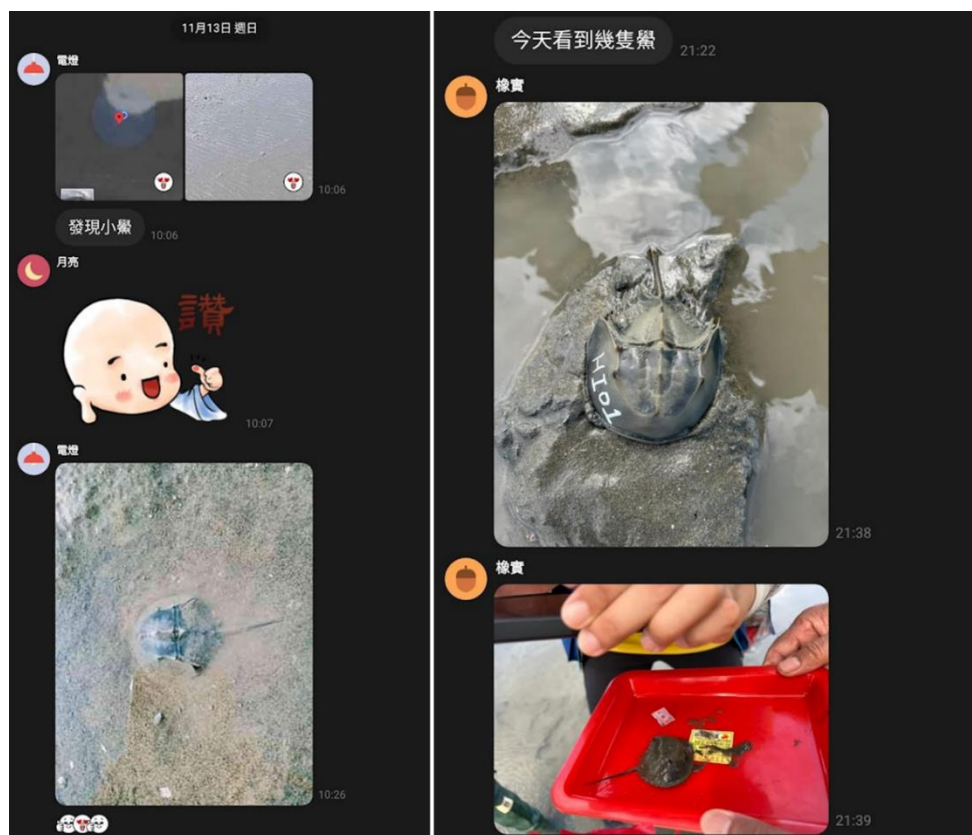


圖 18、幼蠶目擊調查群組部分回報內容。

（三）成鸞潛在產卵場調查

目前於稚鸞出現熱區發現的稚鸞以背甲寬推測，約 4 至 6 齡居多。根據鸞的生物習性，稚鸞於高潮線附近由卵孵化後，隨著蛻皮長大，會漸漸由高潮帶往中、低潮帶移動。以香山濕地的幼鸞齡數推測，產卵場很可能就在濕地周遭。

依據鸞的生殖習性，每年 4 - 5 月成鸞會移動至淺海，於春夏季大潮來臨時，成對的鸞會靠近陸岸潮間帶高潮線，雌鸞用胸肢挖掘底沙成深約 10 公分的穴，並產下 300 至 1000 顆卵。鸞的埋卵處透氣性良好，且逢大潮期間才會受海水浸泡。

要找出香山濕地的成鸞產卵場，需要在每次大潮沿海岸線觀察高潮線位置，確定各灘地的高潮線後，依據灘地底質狀態判斷是否為成鸞產卵區。依照金門地區的成鸞產卵棲地調查結果，鸞偏好於較粗（中沙粒至粗沙）的底質間挖沙產卵，故踏查時應特別留意此類棲地。

尋得潛在產卵場後，為確定是否有成鸞前來產卵，於大潮滿潮時，應前往該潛在產卵地觀察一小時，驗證是否有鸞前來。

肆、執行結果

一、水質監測

根據環境保護署所公開的河川水質監測資料紀錄，香山濕地核心區的主要陸源水體客雅溪，最接近香山濕地的香雅橋測站過往 10 年以來均存在氨氮含量過高之問題，所測得之氨氮數值幾乎都高於 5 mg/L，且水體之大腸桿菌群偏高，顯示受生活污水與畜牧廢水影響，水體達《地面水體分類及水質標準》所公告的戊類水體標準。濕地南端的鹽港溪，因為逕流量大，且上游流域週邊以農業為主，較少生活污水排放，氨氮與硝酸鹽氮含量長年低於 3mg/L，該測站河川水質評等為未（稍）受污染至輕度污染之間。針對輸入香山濕地的其他陸源水體有農業灌溉用水、養殖尾水與生活污水，本年度新設 20 測站監測水質，並輔以《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》討論其水質優劣。

已完成所有水質監測項目，於 111 年 8 月 25 日、11 月 8 日，112 年 2 月 26 日、5 月 31 日分別完成第四季的水質固定監測樣點採樣；於 112 年 2 月 26 號與 5 月 31 號，且於 111 年 8 月 22 日與 112 年 3 月 16 日分別完成第一、二次的陸源排水渠道水質監測採樣。結果分述如下：

（一）長期監測調查點位水質監測結果

本年度長期監測調查點位水質監測結果如表 8。各測點監測結果與往年類似，下文依照採樣月份對應季節，以 5 月為春末、8 月為夏末、11 月為秋末、2 月為冬末分為四季，同時整理自 105 年度以來之四季水質測值綜合比較與討論。各檢測項目分別詳述如下：

表 8、香山濕地長期監測調查點位水質監測結果表。

測站名稱	鹽度 ppt		溫度 °C		酸鹼度 pH		溶氧量 mg/L		生化需氧量 mg/L		懸浮固體 mg/L		硝酸鹽 mg/L		亞硝鹽 mg/L		氨氮 mg/L		磷酸鹽 mg/L		矽酸鹽 mg/L		
	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退	
第一季 111 08 25	金城湖	20.86	19.39	33.4	34.0	8.42	9.21	5.1	11.3	6.9	6.7	94.4	52.8	0.2	0.5	2	1	1.9	1.1	5.9	5.9	8	11
	客雅溪	15.67	3.49	31.3	33.0	8.01	8.08	4.0	3.5	5.1	5.6	28.8	31.6	0.5	4.1	2	2	8.6	9.6	14.1	19.8	10	21
	三姓溪	2.32	2.07	32.0	31.6	7.89	8.06	3.0	3.2	7.8	7.7	31.6	16.0	0.5	1.1	2	1	4.0	3.6	2.6	2.8	15	18
	大庄溪	0.23	0.25	30.9	30.4	9.03	7.92	3.4	1.2	7.4	10.4	14.4	12.8	0.5	0.7	1	3	6.6	9.1	4.0	4.5	14	16
	鹽港溪	19.45	7.18	31.4	32.4	8.09	8.13	4.1	4.0	4.7	6.9	40.0	44.4	0.4	0.7	2	2	3.2	3.6	1.4	2.0	8	16
第二季 111 11 08	金城湖	15.61	13.80	23.0	23.8	7.84	8.23	3.8	4.6	1.6	1.9	29.6	29.6	0.5	0.7	3	4	4.2	3.2	2.7	1.7	10	7
	客雅溪	33.65	3.88	22.6	24.9	8.26	7.87	3.3	3.5	0.8	2.2	93.2	54.0	0.4	3.1	2	8	0.8	8.0	0.2	19.0	5	19
	三姓溪	15.48	4.95	23.5	23.5	7.85	7.88	2.7	3.2	1.5	3.0	46.0	42.8	0.6	1.0	ND	5	4.3	4.3	0.8	2.7	10	16
	大庄溪	4.33	0.70	23.5	23.0	7.78	7.91	0.6	1.7	5.0	4.5	35.2	16.8	0.9	0.6	2	6	12.0	15.8	5.1	6.9	15	19
	鹽港溪	33.38	14.16	22.9	23.7	8.31	7.88	4.3	3.5	1.7	2.1	76.4	59.6	0.3	0.5	ND	5	0.1	2.4	0.1	0.5	ND	10
第三季 112 02 26	金城湖	15.67	25.56	20.0	18.0	9.54	8.29	3.7	5.0	4.1	4.5	46.0	44.7	0.4	0.9	5	16	6.2	4.0	6.4	3.2	7	2
	客雅溪	23.86	3.13	22.4	21.7	7.99	8.03	4.2	2.1	2.0	3.0	22.0	30.0	1.3	5.3	3	28	1.9	8.8	2.3	16.8	12	14
	三姓溪	4.67	0.68	23.0	21.1	8.08	8.10	4.8	1.9	2.1	3.4	30.7	59.7	4.3	2.1	12	10	8.3	8.1	1.4	1.3	12	15
	大庄溪	0.36	0.34	17.9	20.7	8.00	7.93	2.9	1.6	5.6	5.5	6.0	10.0	0.9	0.8	5	13	15.7	19.5	4.6	10.9	12	15
	鹽港溪	30.43	4.99	19.1	20.1	8.24	7.94	5.7	2.7	0.7	1.2	49.3	32.0	0.3	1.1	14	8	4.3	5.9	0.0	0.9	3	8
第四季 112 05 31	金城湖	22.90	17.36	27.8	28.2	7.49	8.42	3.0	3.4	1.4	4.7	43.2	44.0	0.4	0.3	3	2	4.8	4.6	0.9	2.0	3	7
	客雅溪	11.95	0.52	27.2	27.2	7.99	8.27	4.0	3.0	1.4	2.4	58.8	46.4	0.6	1.6	3	2	8.8	6.5	11.5	3.2	10	16
	三姓溪	5.50	0.17	26.7	26.9	8.22	8.85	3.6	3.2	2.9	3.7	24.0	50.0	1.5	1.8	4	3	9.7	6.2	3.4	2.5	14	16
	大庄溪	0.26	0.15	26.6	26.8	8.10	8.11	2.4	2.7	2.4	2.4	4.0	15.6	0.8	1.3	1	2	10.4	8.5	1.6	2.3	13	10
	鹽港溪	25.04	0.21	27.1	27.0	8.28	8.15	4.3	3.7	2.7	3.7	50.8	108.0	0.4	1.2	27	2	5.6	5.3	0.3	7.5	4	7

1. 鹽度

大部分測站在漲潮時的鹽度較退潮時高，因漲潮由外海湧入的海水掩蓋濕地，而海水鹽度較高，故測得較高鹽度；漲潮湧入濕地的海水也可以稀釋陸源排出的營養物質及污染。歷史資料顯示大部分測站的鹽度於漲退潮有明顯不同，如圖 19。

金城湖承接陸源排水且較不受漲潮影響（僅少量海水滲入），鹽度能維持長時間恆定狀態，隨漲退潮的變化也不明顯。客雅溪口由於淡水輸出量較大，漲潮回湧的淡水分層位於表面，表面水的鹽度變化較小，退潮後的水體則呈現以淡水為主的低鹽狀態。三姓溪口的地勢開闊，高度略低大庄溪口，淡水輸出量少，漲潮之後水體鹽度上升較為明顯。大庄溪口地勢較高，除了大潮期間之外，漲潮之後仍維持低鹽的狀態。地勢較低的鹽港溪口，漲潮之後海水快速湧入，由於淡水輸出量較少，漲退潮之間鹽度變化也較大，漲潮時鹽度可以上升至接近海水鹽度的 30ppt 左右（圖 19）。

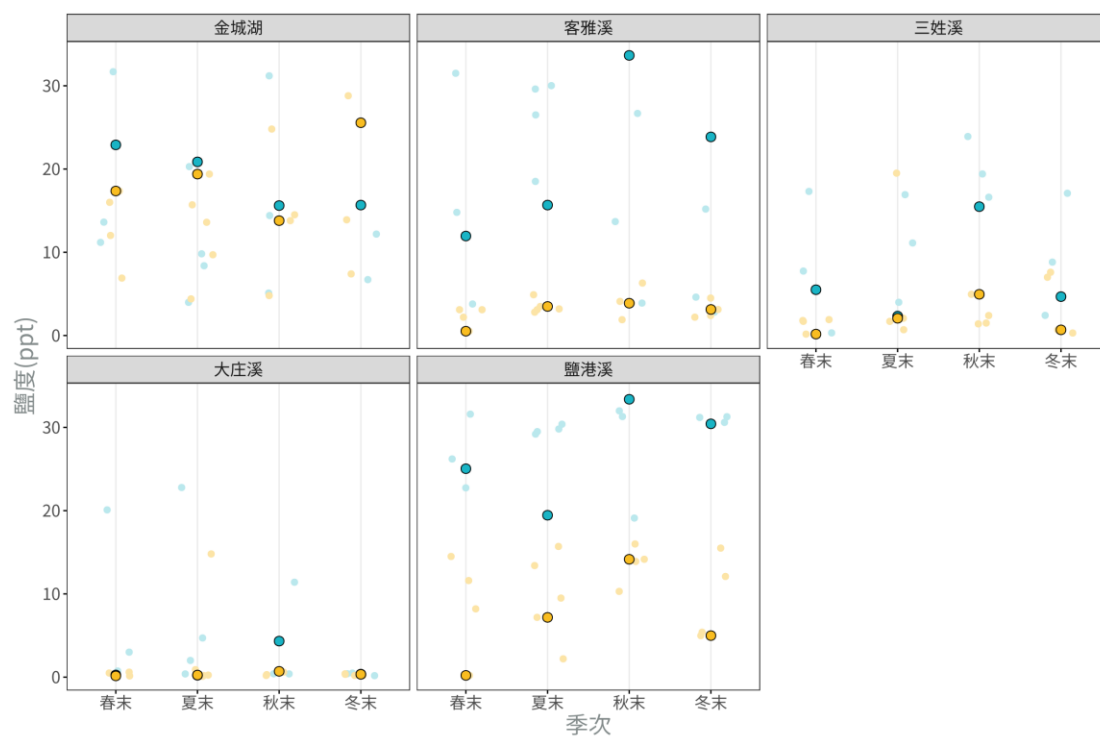


圖 19、各樣點四季鹽度變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

2. 溫度與 pH 值

各水體之水溫受季節氣溫影響，111 年夏末，各測點之水溫均高於 30 °C，其餘季節之水溫則介於 22 - 28 °C 之間。大部分水體之 pH 值呈現合理的弱鹼性；金城湖、客雅溪與大庄溪有時 pH 超過 9，但水中溶氧量未達飽和或過飽和，顯非水中光合作用旺盛，大量消耗二氧化碳所致。金城湖與大庄溪均為半封閉水體，若有可能提高水中 pH 的污染物進入水體，則難以被排除，應嚴加監測周遭之可能排放源。比較本年度測值與歷史資料，本年度金城湖、三姓溪於冬末的 pH 測值偏高，而大庄溪夏末漲潮時的 pH 值偏高（圖 20）。

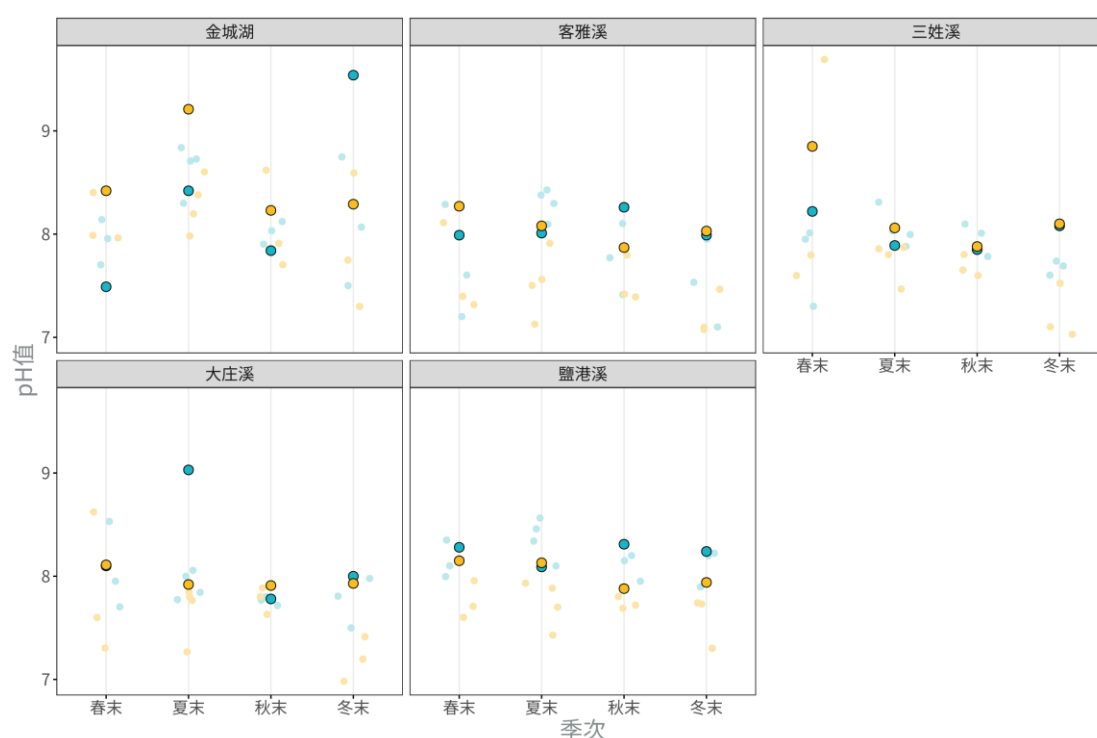


圖 20、各樣點四季 pH 值變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

3. 溶氧量

各水體中的溶氧量大部分大於 3 mg/L，此為近五年各水體於春、夏季溶中溶氧較低時的平均溶氧量；經過數年觀察，溶氧量雖低，但不致造成水中生物生存太大的壓力。金城湖夏末退潮時溶氧量高達 11.3 mg/L，代表此時湖水中藻類光合作用十分旺盛，大量產生氧氣。所有測站中，大庄溪的溶氧量最低，常不足 2 mg/L。比對歷史資料，金城湖於夏末之溶氧量常過飽和，有優養化之虞，如圖 21。

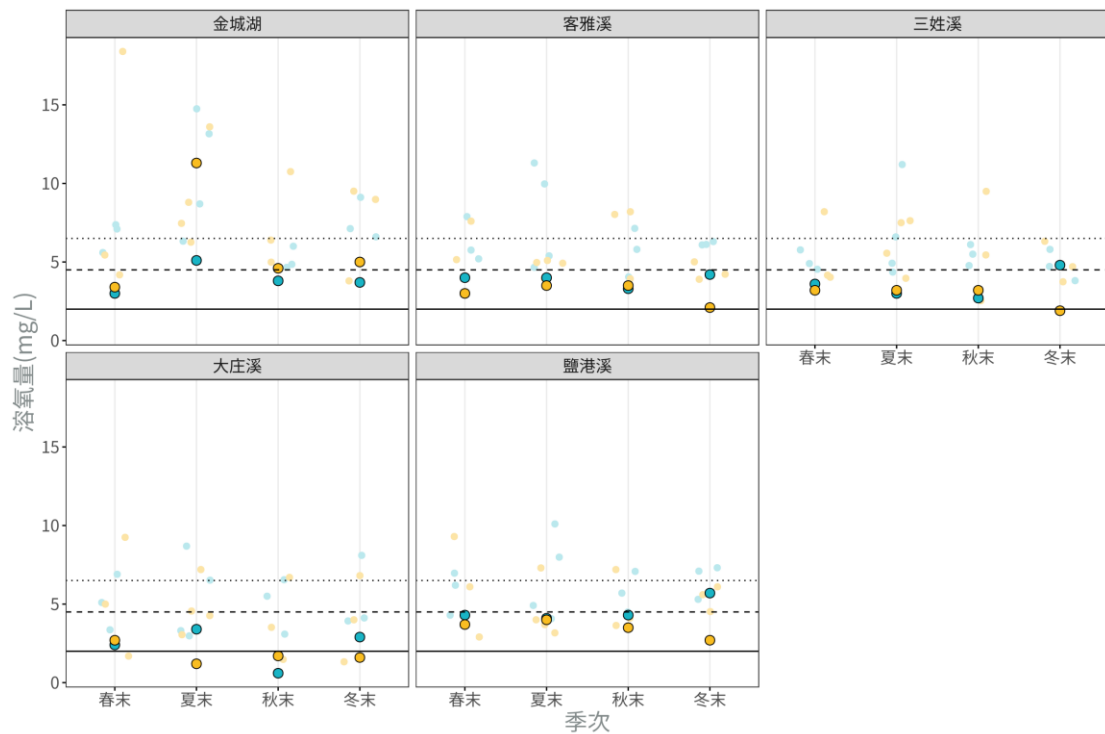


圖 21、各樣點四季溶氧量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。三條線由上而下分別代表劃分輕度、中度、嚴重污染的標準。

4. 懸浮固體

各測站的懸浮固體量（SS）隨潮汐與季節變動。漲潮時的 SS 代表海水在濕地產生的擾動能力，而退潮後的 SS 則呈現陸源水體的特性，常反應河川逕流量或強風吹拂之擾動。本年度大部分測點秋末的 SS 為四季最高，主要因為秋末採樣的 11 月香山地區盛行強烈東北季風，水體受到強風擾動之緣故。112 年 5 月採樣時，鹽港溪河口正進行工程，開挖之土壤進入水體，造成 SS 偏高。金城湖的 SS 受到水中藻類多寡的影響，夏末因水溫高、日照強烈，水中藻類大量增殖，造成春、夏季的 SS 較秋、冬季為高，如圖 22。除鹽港溪因工程導致春末 SS 值飆高外，本年度之 SS 測值相較歷史資料，並無特別極端值。

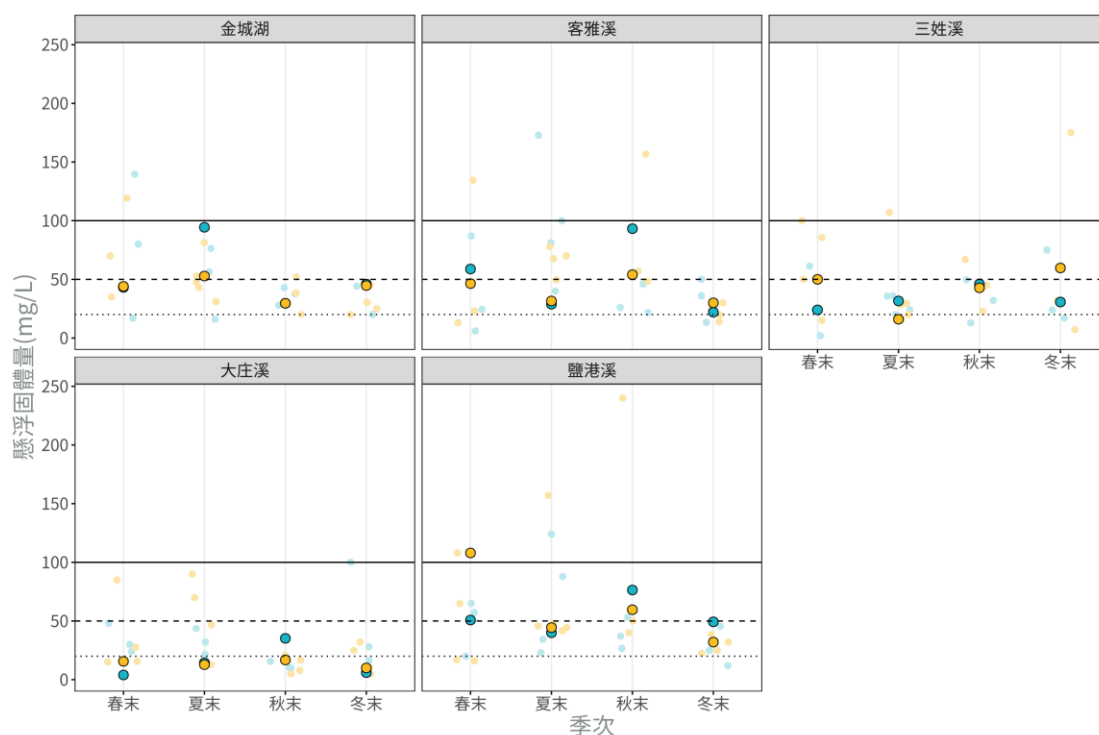


圖 22、各樣點四季懸浮固體量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。三條線由上而下分別代表劃分嚴重、中度、輕度污染的標準。

5. 生化需氧量

生化需氧量（BOD）也與季節有關。夏末大部分水體的生化需氧量幾乎都大於 5 mg/L，而其他季節則維持於 3 mg/L 以下。BOD 與水中生物可分解的有機物含量有關，而春夏季因為水中藻類密度上升，造成 BOD 測值較高，如圖 23。大庄溪的生化需氧量是所有監測點中最高的，代表水體可能受到生物可分解有機物污染，或者水體優養化。比對歷史資料與本年度檢測結果，大部分測點於退潮時的 BOD 測值較漲潮時高，代表水中的生物可分解有機物會受到漲潮時海水的稀釋。

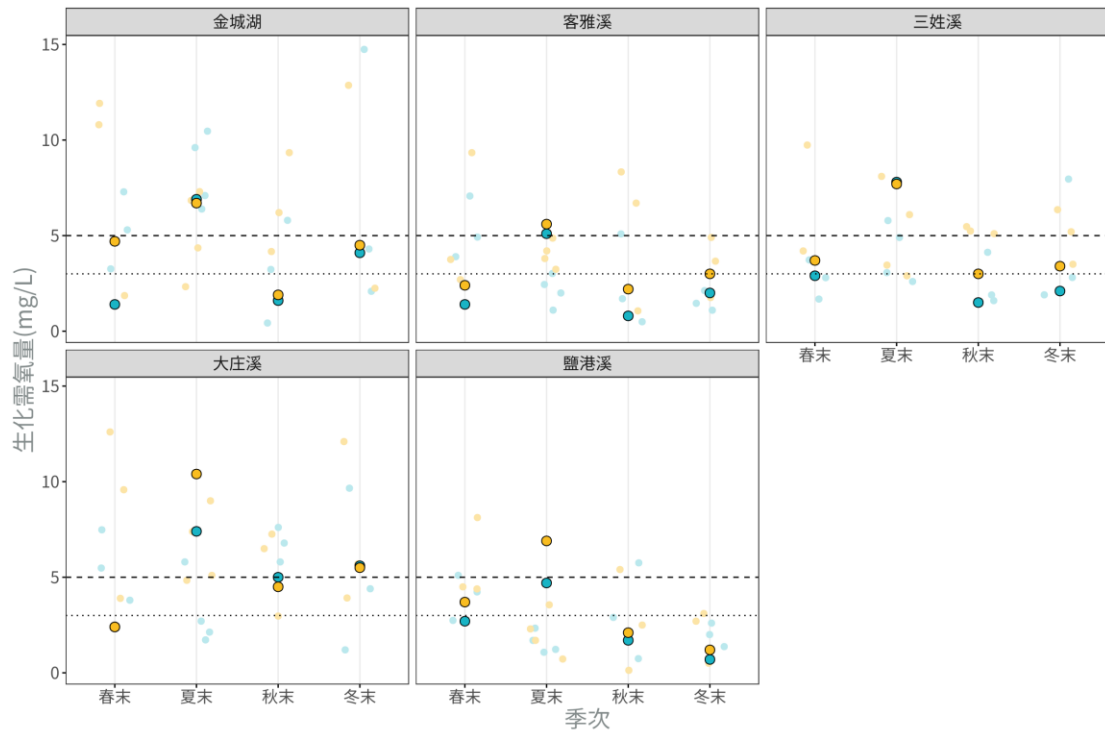


圖 23、各樣點四季生化需氧量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。二條線由上而下分別代表劃分中度與輕度污染的標準。

6. 氨氮

本年度各水體氨氮測值的濃度與歷史資料趨勢相似，且客雅溪、三姓溪與大庄溪的氨氮濃度長年偏高，均高於 3 mg/L，很可能造成水體嚴重優養化（圖 24）。一般而言，氨氮來自動物排泄物與動植物屍體之分解，在環境微生物數量與含氧量足夠之情況下，快速氧化為亞硝酸鹽與硝酸鹽。

各水體秋、冬之氨氮濃度隨漲退潮起伏程度較夏末劇烈，參照水利署水文資訊網，客雅溪與鹽港溪水位測站 8 月水位高於 11 月與 2 月水位²，推斷由於此時處於新竹地區之乾季，河川逕流量低，漲潮的海水更容易稀釋水體中營養鹽；夏末正值春雨、梅雨季，原本逕流量低的三姓溪、大庄溪受雨水補注，氨氮含量降低。

各測站中，客雅溪水體中氨氮於春末與夏末之水體未能被海水充分稀釋，原因應與鹽度類似，由於春夏季客雅溪淡水輸出量大，漲潮回湧的淡水分層位於表面，混合狀況不佳；此論述可由客雅溪春、夏季與秋、冬季於漲退潮的氨氮濃度差異獲得支持。

² 客雅溪香雅橋水位站：

<https://gweb.wra.gov.tw/HydroInfo/StDataInfo/StDataInfo?LE&1310H002>

鹽港溪福德橋水位站：<https://gweb.wra.gov.tw/HydroInfo/StDataInfo/StDataInfo?LE&1320H001>

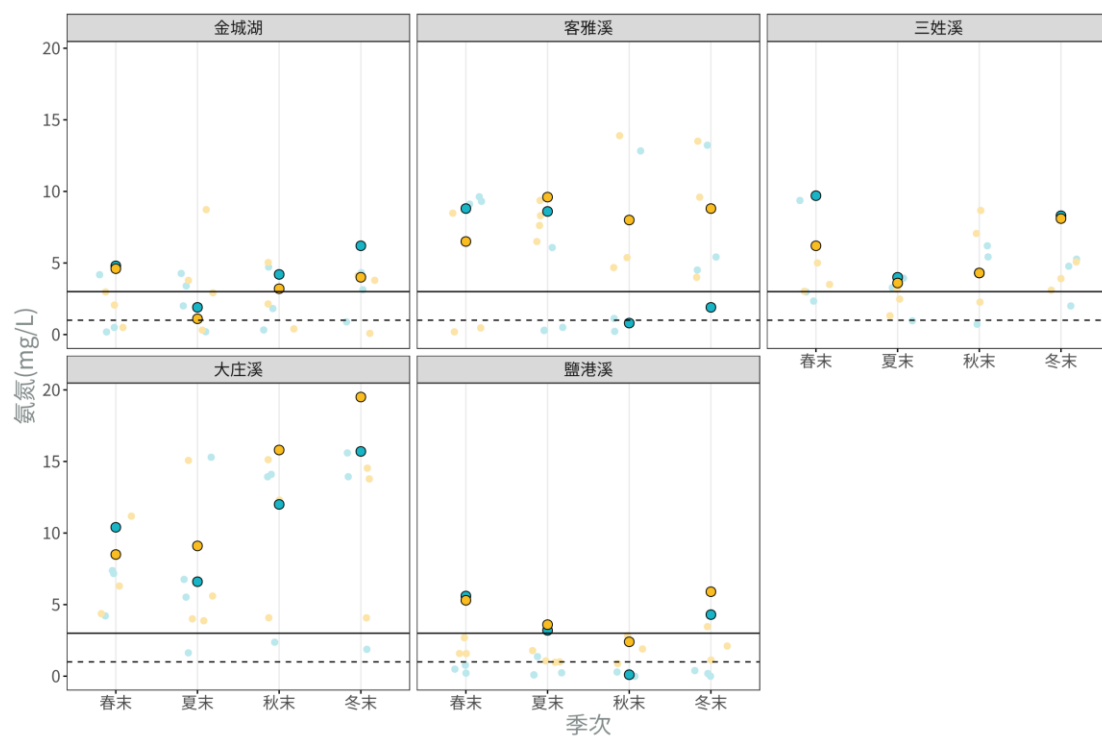


圖 24、各樣點氨氮含量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。二條線由上而下分別代表劃分嚴重與中度污染的標準。

7. 亞硝酸鹽氮

各水體中亞硝酸鹽氮濃度在春、夏、秋末測值介於 ND（未檢出）至 8mg/L 之間，冬季的亞硝酸鹽氮濃度則多超過 10 mg/L（圖 25）。

亞硝酸鹽主要來自於水體中氨氮受古菌與細菌氧化而來，存續時間短暫，隨即被氧化為硝酸鹽，因此探究氨氮、硝酸鹽與亞硝酸鹽的比例，可以初步了解水體中氮元素分解途徑之動力學並推測反應速率之限制因子。冬季河川流量降低無法稀釋水體中的亞硝酸鹽，故各測站的亞硝酸鹽濃度以冬末最高。漲潮時的大量海水帶走亞硝酸鹽，使大部分測站的亞硝酸鹽氮含量低於退潮。金城湖屬於封閉水體，僅以水門與客雅溪進行有限的水體交換，因此亞硝酸鹽氮濃度於漲退潮變化不大。

客雅溪與大庄溪 112 年初退潮時測得的亞硝酸鹽氮濃度為近五年來最高，除反應 111 年底至 112 年初降水量少，水體逕流量低之外，也可能代表採樣點上游不遠處有較高濃度的氨氮污染源排放；對照此 2 水體的氨氮濃度，亦為近年來之高值可獲得印證。

鹽港溪於 112 年初與 5 月漲潮時測得的亞硝酸鹽氮濃度高於退潮，尤以春末的 5 月份高出十餘倍，可能與接近出海口的河川工程有關：漲潮時海水進入河口，攪動因工程裸露的泥沙，此時沉積或附著於泥沙表面的營養鹽重新釋放回水中，造成亞硝酸鹽氮濃度較退潮時高；因工程而聚集河口的人與動物，其排泄物可能成為鹽港溪口於 112 年 2 到 5 月氨氮的主要來源，並受到漲潮海水帶來的溶氧，快速氧化為亞硝酸鹽。

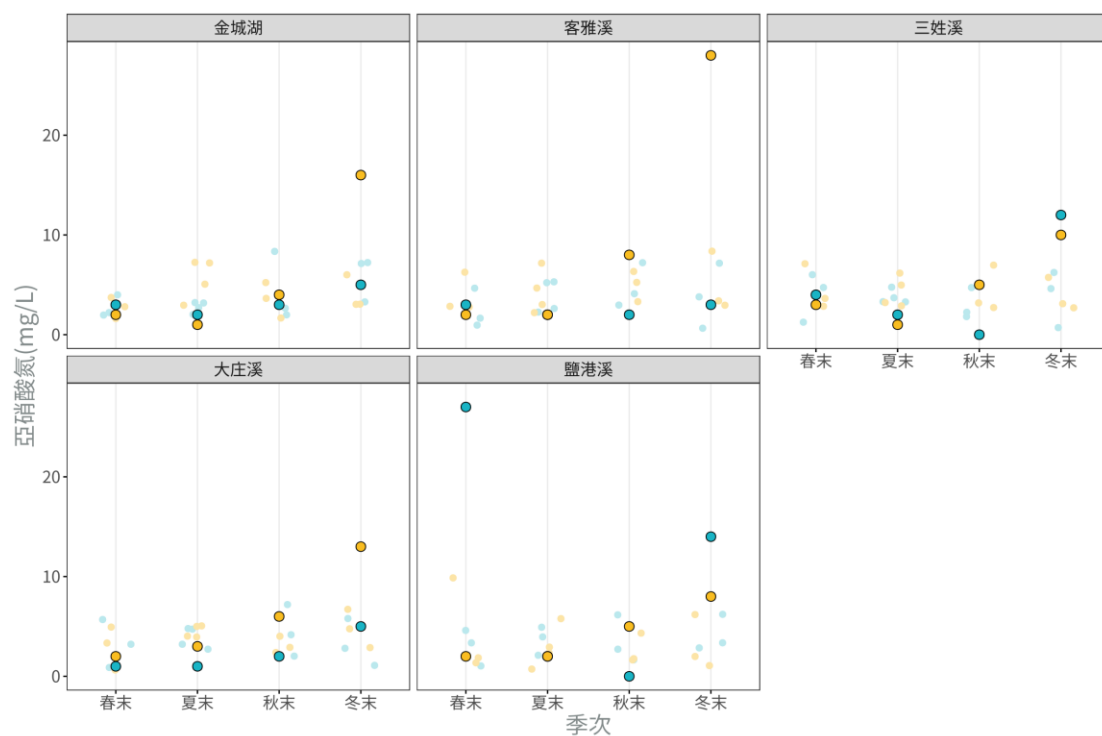


圖 25、各樣點亞硝酸鹽氮含量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

8. 硝酸鹽氮

硝酸鹽為氮循環中硝化作用的最終產物，硝化菌群在光線充足的水中，消耗溶氧將氨氧化為亞硝酸鹽，再進一步氧化為硝酸鹽，故硝酸鹽可以做為水體曾遭受污染的指標。各監測水體的硝酸鹽濃度大多介於 0.2 至 1.0 mg/L 之間（圖 26），客雅溪在退潮時的硝酸鹽濃度超過 3mg/L，顯然有氨氮存在水中時間較長，經過細菌氧化後形成高量硝酸鹽。大庄溪的氨氮含量雖高，但硝酸鹽含量卻低於 1 mg/L，因為其水中溶氧量低，供氧化氨氮為亞硝酸鹽後，不足以進一步將亞硝酸鹽氧化為硝酸鹽。新竹沿海水中的亞硝酸鹽濃度介於 0.4 至 0.7 mg/L 之間（黃明揚，2005），各監測水體的硝酸鹽含量於漲潮時大多落於此範圍內，代表漲潮時海水可將陸源水體的硝酸鹽濃度稀釋降低。

比對歷史資料，各樣點之硝酸鹽氮大部分都在歷年測值範圍中，惟三姓溪於冬末漲潮時的硝酸鹽氮濃度達 4.3 mg/L，為歷史次高；三姓溪口冬末的氨氮與亞硝酸鹽氮測值亦高，代表採樣時三姓溪出海口附近有氮系營養鹽的污染源，正遭受氮系營養鹽污染。三姓溪口底質泥濘，營養鹽易於堆積，若受漲潮海水翻湧攪動，則容易測得較高濃度的營養鹽，故三姓溪的硝酸鹽氮測值歷史高點，也是於漲潮時測得。

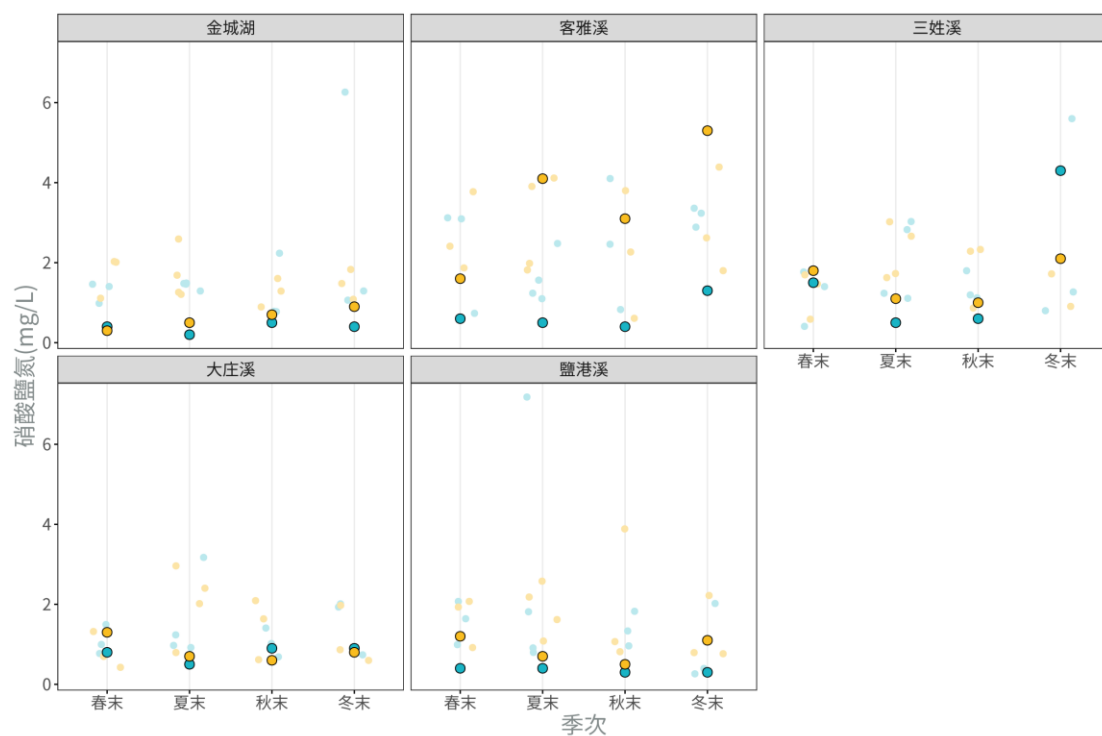


圖 26、各樣點硝酸鹽氮含量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

9. 正磷酸鹽

水體中的正磷酸鹽主要來自水體中動植物的代謝產物，與其屍體腐爛分解而來；其他的陸源成分則為含磷的軟水劑、界面活性劑、農藥及肥料等。客雅溪目前仍為市區生活汙水的主要承受水體，近五年來，均可於退潮時檢測到將近或超過 20 mg/L 的磷酸鹽含量；其餘監測水體除大庄溪與金城湖夏末、冬末磷酸鹽濃度約為 5 mg/L 外，其餘水體之磷酸鹽濃度均小於 3 mg/L，如圖 27。磷酸鹽是影響水生生物滲透壓的重要因子，更是造成水體優養化的重要原因，需要密切留意。

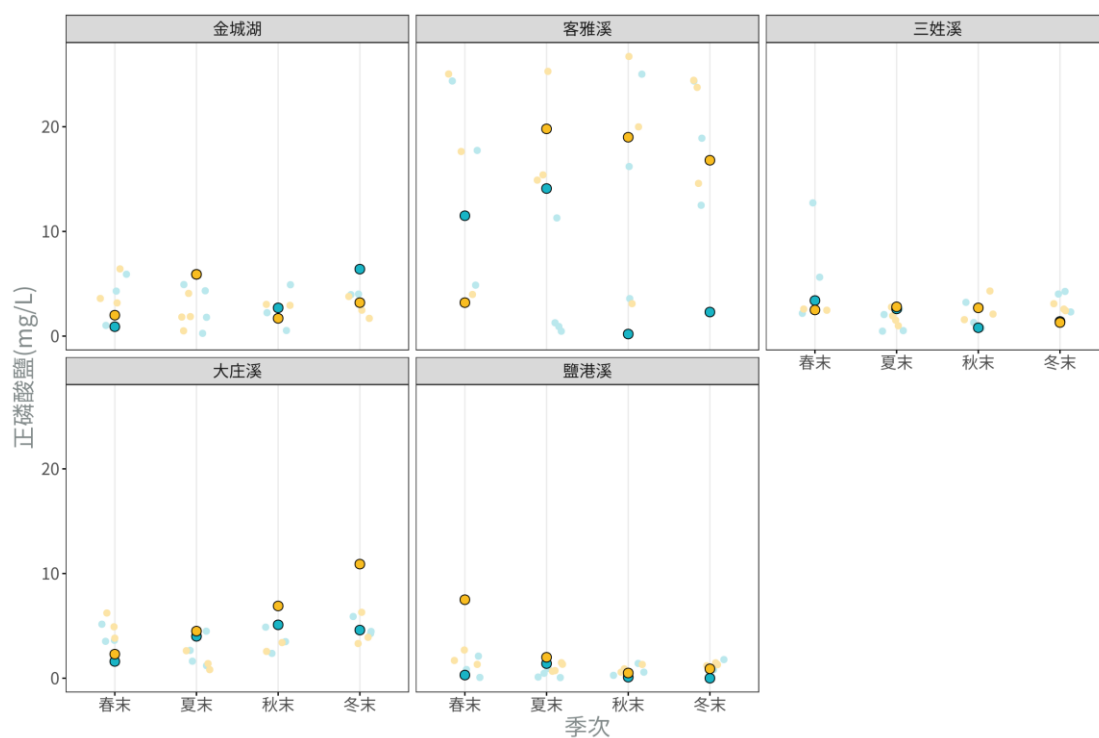


圖 27、各樣點正磷酸鹽氮含量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

10. 矽酸鹽

自然界中矽酸鹽主要來自矽酸鹽類礦物的風化。矽酸鹽為地殼中含量最大的化學成分，故水中矽酸鹽濃度主要取決於地表土壤、岩石礦物的風化速度。一般而言，高溫與潮濕能助長化學風化作用，促進矽酸鹽溶出。各水體監測點的矽酸鹽濃度變化不大，於 10 至 20 mg/L 範圍之內波動，與歷史測值一致，如圖 28。

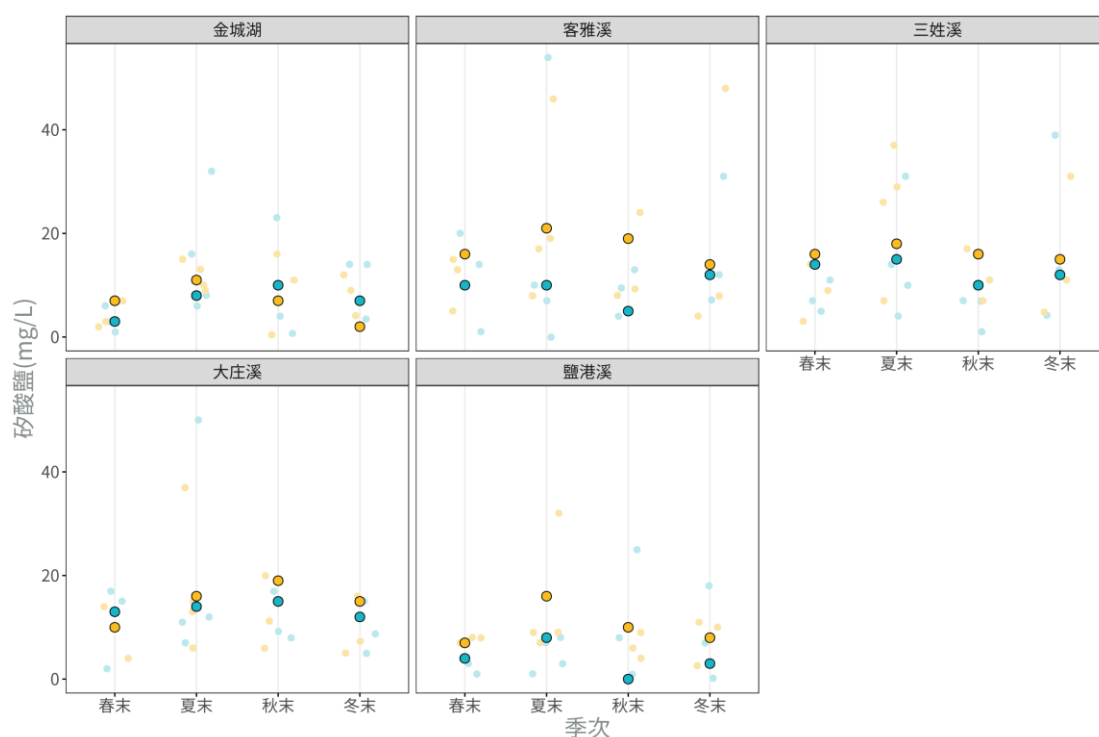


圖 28、各樣點矽酸鹽氮含量變化。圖中深藍色點代表本年度漲潮時測值、深黃色點代表退潮時測值、淺藍色點代表漲潮測值歷史資料、淺黃色點代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。

11. 河川污染指數值

根據測值推算河川污染指數（RPI），香山濕地各長期監測調查點位之 RPI 值如表 9，大部分陸源水體為中度污染。

111 年 8 月三姓溪於漲潮時為嚴重污染，大庄溪與鹽港溪於退潮時為嚴重污染，而客雅溪無論漲退潮，均為嚴重污染，其他水體為中度污染；111 年 11 月僅大庄溪於漲潮時為嚴重污染，其他水體均為中度污染；112 年 2 月，三姓溪與大庄溪於退潮時為嚴重污染，其餘水體為中度污染；112 年 5 月三姓溪與鹽港溪於退潮時為嚴重污染，其餘水體為中度污染。

表 9、長期監測調查點位水體河川污染指數推算表。

測站名稱	河川污染指數積分								河川污染指數		污染評等		
	溶氧量		生化需氧量		懸浮固體		氮氮		漲潮	退潮	漲潮	退潮	
	漲	退	漲	退	漲	退	漲	退					
第一季 111 08	金城湖	3	1	6	6	6	6	6	6	5.25	4.75	中度污染	中度污染
	客雅溪	6	6	6	6	3	3	10	10	6.25	6.25	嚴重污染	嚴重污染
	三姓溪	6	6	6	6	3	1	10	10	6.25	5.75	嚴重污染	中度污染
	大庄溪	6	10	6	6	1	1	10	10	5.75	6.75	中度污染	嚴重污染
	鹽港溪	6	6	3	6	3	3	10	10	5.50	6.25	中度污染	嚴重污染
第二季 111 11	金城湖	6	3	1	1	3	3	10	10	5.00	4.25	中度污染	中度污染
	客雅溪	6	6	1	1	6	6	3	10	4.00	5.75	中度污染	中度污染
	三姓溪	6	6	3	1	3	3	10	10	5.50	5.00	中度污染	中度污染
	大庄溪	10	10	6	3	3	1	10	10	7.25	6.00	嚴重污染	中度污染
	鹽港溪	6	6	3	3	6	6	1	6	4.00	5.25	中度污染	中度污染
第三季 112 02	金城湖	6	3	3	3	3	3	10	10	5.50	4.75	中度污染	中度污染
	客雅溪	6	6	1	1	3	3	6	10	4.00	5.00	中度污染	中度污染
	三姓溪	3	10	1	3	3	6	10	10	4.25	7.25	中度污染	嚴重污染
	大庄溪	6	10	6	6	1	1	10	10	5.75	6.75	中度污染	嚴重污染
	鹽港溪	3	6	1	1	6	3	10	10	5.00	5.00	中度污染	中度污染
第四季 112 05	金城湖	6	6	1	3	3	3	10	10	5.00	5.50	中度污染	中度污染
	客雅溪	6	6	1	1	6	3	10	10	5.75	5.00	中度污染	中度污染
	三姓溪	6	6	1	3	3	6	10	10	5.00	6.25	中度污染	嚴重污染
	大庄溪	6	6	1	1	1	3	10	10	4.50	5.00	中度污染	中度污染
	鹽港溪	6	6	1	3	6	10	10	10	5.75	7.25	中度污染	嚴重污染

比對各水體近五年 RPI 值變化，可以發現大部分陸源河川受惠於漲潮時海水的稀釋作用，使得 RPI 較退潮時為低。大部分陸源河川的污染評級為中度污染，惟大庄溪的水質常為嚴重污染，如圖 29。造成輸入香山濕地陸源河川污染的主要貢獻者為氨氮，濃度常為超過嚴重污染標準的 3mg/L 以上。

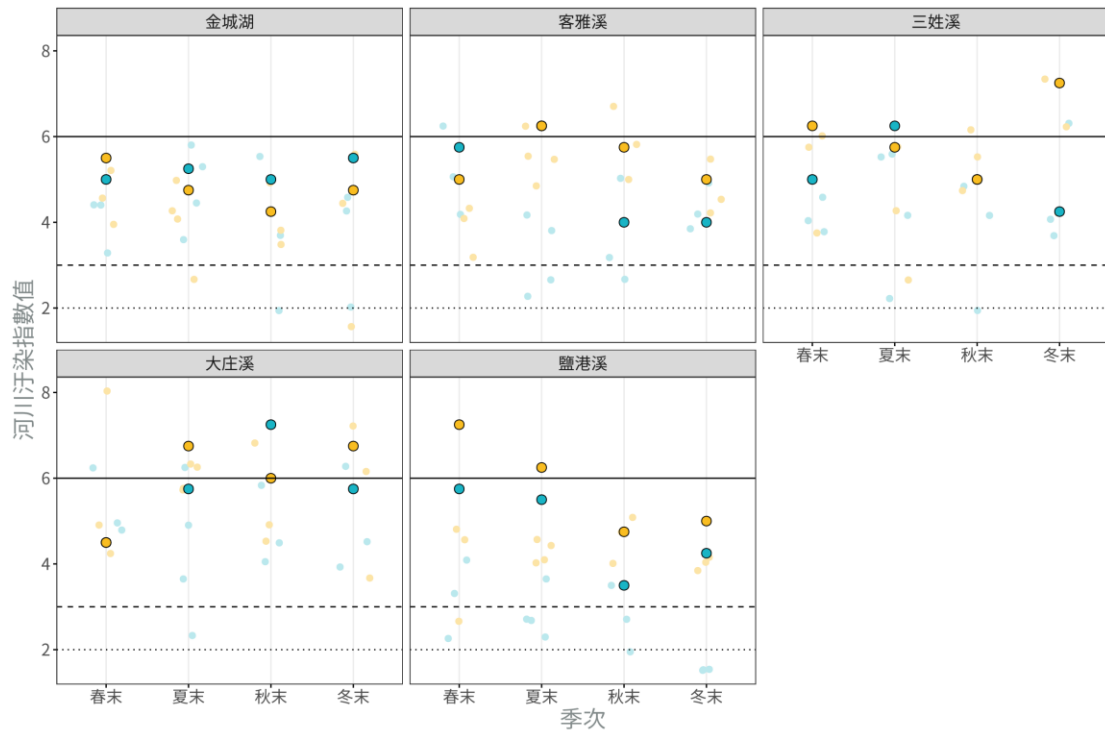


圖 29、各樣點四季河川污染指數值變化。圖中深藍色代表本年度漲潮時測值、深黃色代表退潮時測值、淺藍色代表漲潮測值歷史資料、淺黃色代表退潮測值歷史資料。春末為 5 月、夏末為 8 月、秋末為 11 月、冬末為 2 月。三條線由上而下分別代表劃分嚴重、中度、輕度污染的標準。

12. 輸入香山濕地水體長期監測調查點位主成分分析

為更直觀了解香山濕地陸源水體各固定監測點之水質，將各次測得之水質參數，扣除水溫後分為漲、退潮分別進行主成分分析並作圖。

漲潮之主成分分析結果如圖 30，共解析出 3 個特徵值(eigenvalue)大於 1 的主成分軸，使用前 2 個主成分軸作圖，共可解釋 56.9%的總體變異數 (variance)；負荷量表詳見附表 2。

由漲潮主成分分析結果圖可以發現，座標軸主要由鹽度、懸浮固體、溶氧百分比、氨氮、矽酸鹽等變數重新組合而成，其他變數如氫離子濃度指數與硝酸鹽氮則與其餘變數關係較小。氨氮含量與水中的溶氧量百分比呈現負相關，顯然因為分解氨氮為亞硝酸鹽，需要耗用水中溶氧，造成溶氧百分比下降。矽酸鹽含量與鹽度呈負相關，因為水體中的矽酸鹽幾乎來自於岩石礦物的風化，經由河川輸送至海中，因此淡水水體中的矽酸鹽含量高於海洋。

由漲潮主成分分析結果圖中可以了解，鹽港溪監測點的海水混合狀況最為良好，因此鹽度最高，而大庄溪採樣點則因為地勢較高，且出海口與海水之交換量低，因此鹽度低、矽酸鹽含量高。營養鹽濃度部分，大庄溪的氨氮濃度高，三姓溪則於部分季節測到較高的硝酸鹽氮測值。主成分分析結果圖的第四象限代表正磷酸鹽濃度與生化需氧量高，且溶氧量百分比偏低，暗示落於此區的水體測值，很可能出現優養化情況，很可能於入夜後造成水中生物暴斃。大庄溪與金城湖為相對封閉的水體，與海水的交換量較低，因此於主成分分析結果圖上，可以發現此二水體的分組橢圓沒有任何重疊。

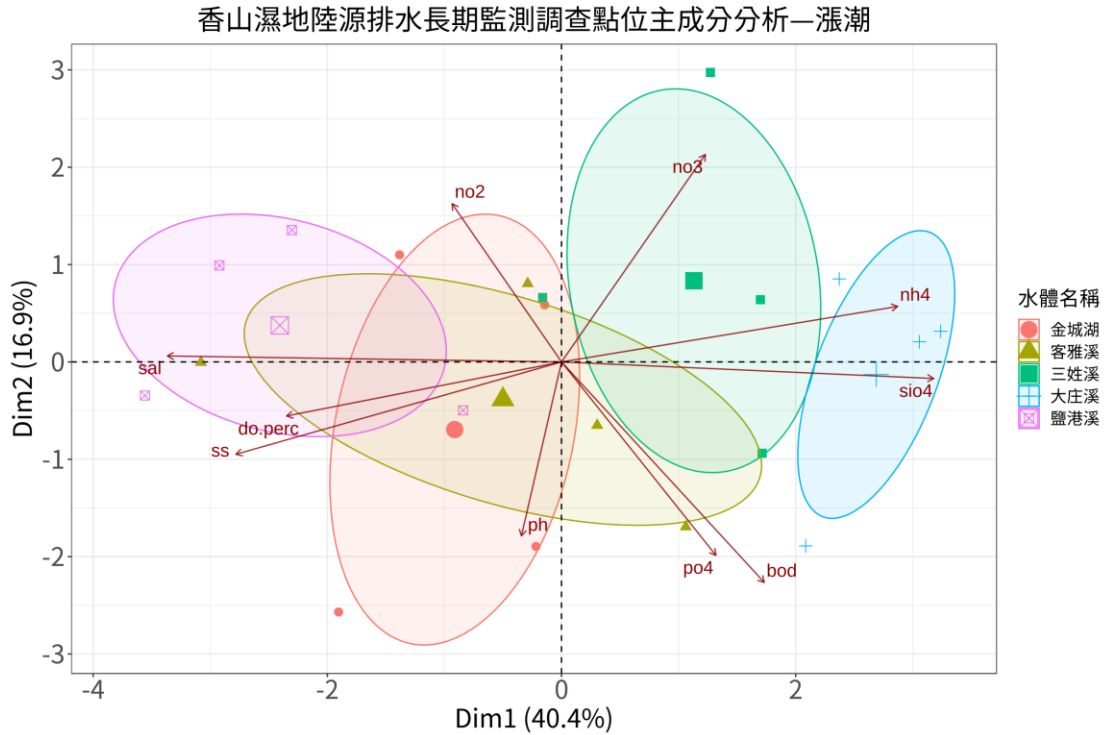


圖 30、各固定監測點漲潮水質主成分分析結果。

退潮之主成分分析結果如圖 31，共解析出 4 個特徵值 (eigenvalue) 大於 1 的主成分軸，使用前 2 個主成分軸作圖，共可解釋 54.9% 的總體變異數 (variance)；負荷量表詳見附表 2。

由退潮主成分分析結果圖可以發現，座標軸主要由 3 組變數重新組合而成，第一組為亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮與正磷酸鹽，第二組為氨氮與矽酸鹽，第三組為 pH 值、飽和溶氧百分比、鹽度與懸浮固體，而生化需氧量則與上述 3 組別關係不大。

以各水體於退潮時的水質則值投影於主成分座標系統上，各水體測值的座標幾何中心向外推展 1 個標準差，形成分組橢圓。各水體的分組橢圓相交程度不大，代表退潮時不同水體的水質都不相同：客雅溪的水含有較高濃度的亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮與磷酸鹽，大庄溪的水則含有較高濃度的氨氮與矽酸鹽，三姓溪的各水質參數均介於其他水體之間。金城湖因為屬於封閉水體，又受到日光曝曬，因此水體 pH 值、飽和溶氧百分比、鹽度

較高，鹽港溪的含氧量百分比亦稍高，是因為河川逕流量大可以有效攪動空氣，與金城湖因為藻類光合作用造成的高溶氧量成因不同。

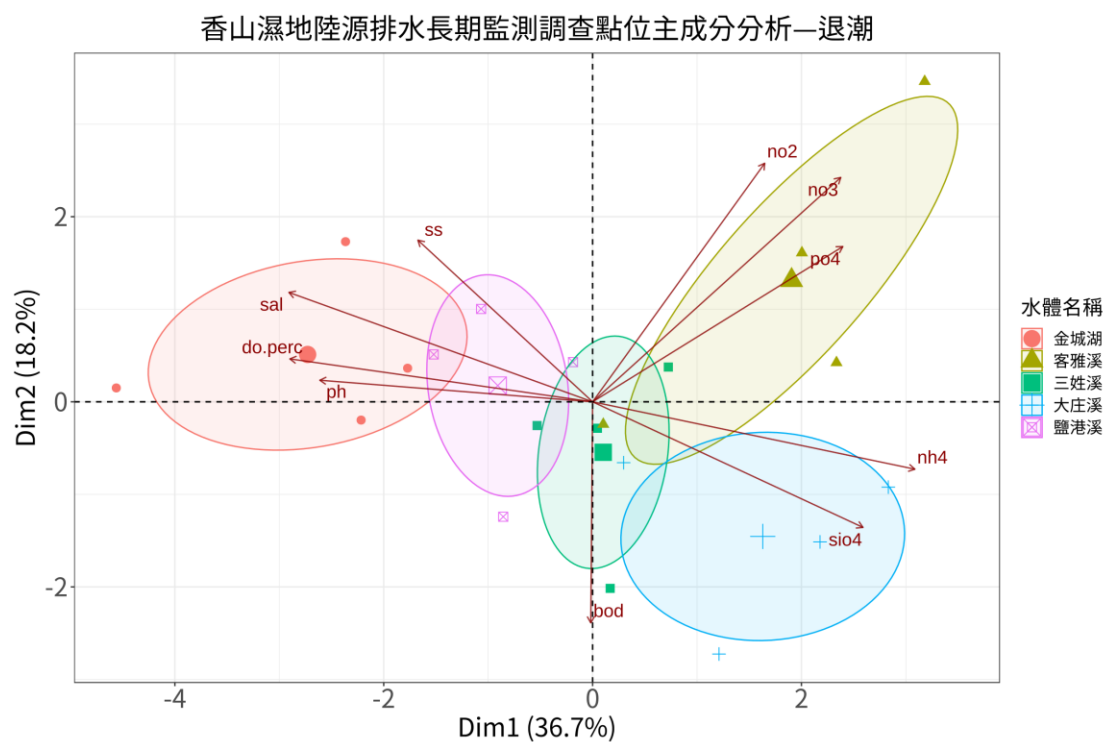


圖 31、各固定監測點退潮水質主成分分析結果。

（二）陸源排水渠道水質監測結果

本年度新設香山濕地陸源排水渠道水質監測項目，於退潮時採取輸入濕地且具有晴天流量的 20 個排水渠道出口水體進行水質化驗，共進行二季。依照香山測站長期觀測氣候圖（圖 2），選取 111 年 8 月 22 日作為雨季、112 年 3 月 16 日作為乾季進行水質監測，結果如表 10。

目前國家並無針對輸入濕地的陸源排水渠道水質監測項目進行水質評等之標準規範，僅能以河川污染指數進行評等；此外將使用《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》相關規定討論各項水質。各項水值參數之量測結果討論如下：

表 10、陸源排水渠道水質監測結果。

測站名稱	鹽度 ppt	溫度 ℃	酸鹼度 pH	溶氧量 mg/L	生化需氧量 mg/L	懸浮固體 mg/L	硝酸鹽 mg/L	亞硝酸鹽 mg/L	氨氮 mg/L	磷酸鹽 mg/L	矽酸鹽 mg/L	RPI	評等
港南	0.24	30.2	7.92	3.8	8.0	2.4	1.0	5	8.1	3.5	6	5.75	中度
港北	0.28	31.2	7.88	2.4	11.8	3.2	1.3	5	9.2	4.7	16	5.75	中度
魚塭	8.31	30.8	8.04	2.3	8.4	24.8	2.1	8	0.8	3.1	11	4.5	中度
惠民 1	1.34	30.3	7.84	3.0	5.4	16.0	2.3	5	3.6	2.2	14	5.75	中度
惠民 2	0.97	33.5	8.18	4.3	8.4	42.0	2.2	4	5.0	3.6	14	6.25	嚴重
賞蟹 1	0.21	29.5	7.91	3.0	9.0	3.2	3.6	26	5.0	3.1	15	5.75	中度
賞蟹 2	0.20	29.5	7.86	3.6	7.0	0.4	5.5	7	2.8	3.3	14	4.75	中度
風情 1	0.20	31.9	8.12	4.5	5.2	4.4	5.4	8	2.0	3.3	14	4.75	中度
風情 2	1.07	31.6	7.32	3.4	2.9	14.8	0.9	4	0.9	0.1	19	2.75	輕度
風情 3	0.23	30.6	8.08	3.3	3.7	4.4	5.0	22	1.1	2.3	13	4.00	中度
風情 4	3.41	29.2	7.74	1.5	11.6	13.2	0.7	6	9.6	2.8	22	6.75	嚴重
風情 5	0.47	34.9	8.33	7.5	4.9	17.6	1.9	2	1.5	2.1	13	2.75	輕度
風情 6	0.44	32.2	8.32	3.8	4.5	17.2	2.1	5	4.1	2.2	15	5.00	中度
風情 7	0.77	33.3	8.32	4.3	9.3	8.0	1.8	5	9.1	4.5	31	5.75	中度
風情 8	0.60	35.0	9.09	8.6	6.2	27.6	1.6	5	8.1	4.0	17	5.00	中度
海山 1	0.44	32.6	8.20	2.3	10.0	15.6	1.7	6	18.9	3.8	22	5.75	中度
海山 2	0.39	30.2	7.98	0.8	10.0	4.4	1.6	5	10.7	4.3	20	6.75	嚴重
海山 3	0.29	33.0	7.76	3.5	4.7	9.2	1.6	5	1.1	1.8	16	4.00	中度
海山罟 1	0.34	32.2	7.88	2.6	3.0	14.0	1.2	20	1.7	3.1	18	3.5	中度
海山罟 2	0.22	32.1	8.14	4.6	2.7	20.8	3.9	5	0.2	2.4	13	2.00	輕度

上半
年
111.
08.
22

測站名稱	鹽度 ppt	溫度 ℃	酸鹼度 pH	溶氧量 mg/L	生化需氧量 mg/L	懸浮固體 mg/L	硝酸鹽 mg/L	亞硝酸鹽 mg/L	氨氮 mg/L	磷酸鹽 mg/L	矽酸鹽 mg/L	RPI	評等
港南	0.29	21.8	7.74	1.3	8.8	3.6	0.4	5	8.9	5.4	17	6.75	嚴重
港北	0.30	22.2	7.82	2.8	4.1	0.4	0.6	5	12.3	4.8	15	5.00	中度
魚塢	7.46	22.7	7.81	3.7	2.4	44.4	0.5	7	0.9	0.8	29	3.25	中度
惠民 1	1.19	22.5	8.09	4.4	5.1	4.8	2.6	8	12.9	9.9	3	5.75	中度
惠民 2	2.15	25.0	8.15	0.8	8.0	36.4	1.0	3	10.8	5.5	15	7.25	嚴重
賞蟹 1	1.40	22.6	8.06	3.9	10.5	26.8	0.2	8	28.5	11.6	16	6.25	嚴重
賞蟹 2	0.30	21.7	7.91	1.9	10.0	8.8	0.6	4	16.1	7.8	17	6.75	嚴重
風情 1	0.30	21.5	8.06	3.6	9.7	14.4	0.9	8	15.2	8.3	17	5.75	中度
風情 2	7.48	26.6	8.48	10.1	3.0	30.8	0.6	7	2.5	1.2	6	3.25	中度
風情 3	0.57	25.2	7.71	5.4	0.5	19.2	0.3	4	1.9	0.8	17	2.75	輕度
風情 4	0.35	21.3	8.12	3.0	7.1	10.0	1.3	8	12.8	7.0	15	5.75	中度
風情 5	7.56	25.6	8.51	8.5	0.3	29.2	0.6	2	1.6	0.7	12	2.75	輕度
風情 6	1.13	21.1	8.02	5.0	0.1	57.2	0.5	7	2.3	0.2	23	4.00	中度
風情 7	0.39	21.6	8.16	3.6	5.5	16.4	0.9	4	10.4	4.7	18	5.75	中度
風情 8	0.40	22.5	8.00	1.9	4.2	2.4	0.5	4	9.9	3.4	20	6.00	中度
海山 1	0.34	25.4	8.46	5.7	9.5	18.0	1.6	5	11.6	6.2	17	5.00	中度
海山 2	0.61	21.2	8.19	4.2	1.5	2.0	1.0	2	6.3	2.3	22	4.5	中度
海山 3	0.31	24.5	8.67	8.1	1.7	20.8	1.5	2	3.1	2.3	13	3.75	中度
海山罟 1	0.51	24.0	8.15	4.0	1.8	17.2	0.9	2	4.8	3.4	5	4.50	中度
海山罟 2	0.36	22.7	8.12	6.9	3.2	7.2	1.3	3	15.0	2.4	12	3.75	中度

下半年
112.
03.
16

1. 鹽度、溫度與 pH 值

各陸源排水渠道測站水體之水溫受到季節氣溫的影響，而鹽度則多處於 1 ppt 以下，惟魚塢混合海水養殖，因此排出的水鹽度約 8 ppt；風情 2 與風情 5 測點乾季排水量降低，排水口有海水入侵，測得鹽度約 8ppt。大部分測站的水體酸鹼值介於 8 至 8.5，風情 8 測站水體因為日光曝曬，光合作用旺盛，因此酸鹼度測值高於 9，如圖 32。所有陸源排水渠道的溫度與 pH 值均介於近 5 年香山濕地陸源河川相同季節水溫與 pH 平均值的正負 1 範圍內，應合乎《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》針對國家級濕地水溫與 pH 值之規範。

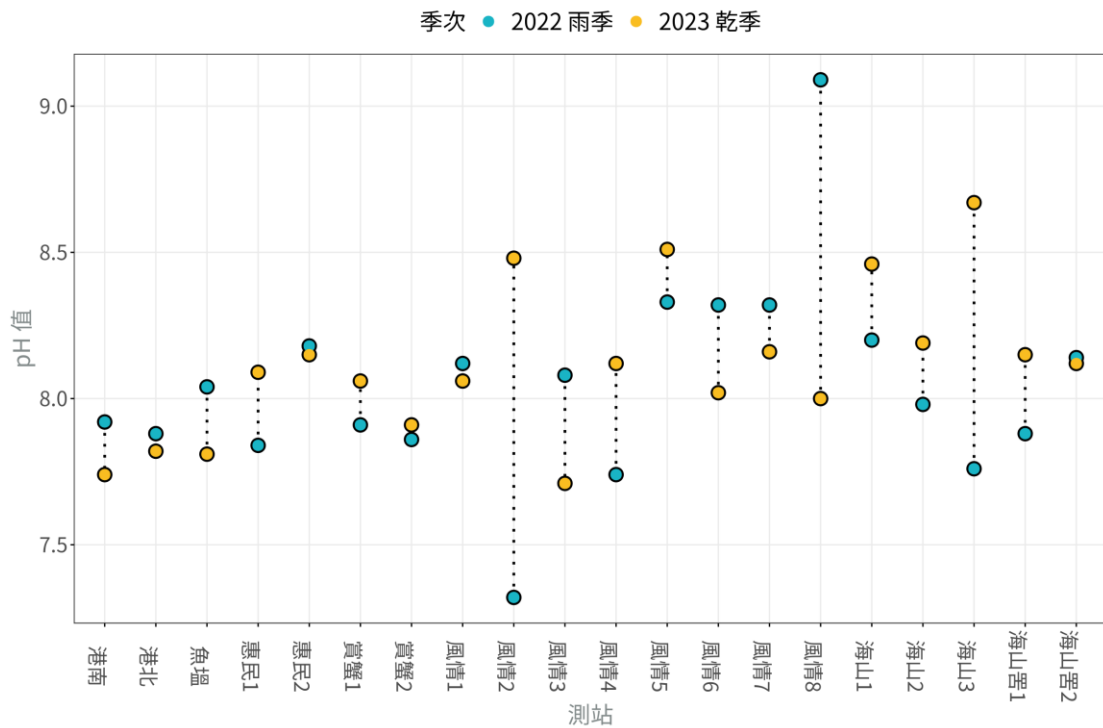


圖 32、各陸源排水渠道測站氫離子濃度指數測量結果。

2. 溶氧量

各陸源排水渠道水體溶氧量介於 3 - 5 mg/L 之間，且乾、雨季之溶氧量相差不大；風情 5 測站則因為日光曝曬，兩季測得的溶氧量都在 8 mg/L 左右。風情 8 測站於 111 年 8 月雨季甫結束之時測得較高溶氧，而風情 2、海山 3、海山罟 2 測站於 112 年 3 月乾季將結束之時，測得較高溶氧。

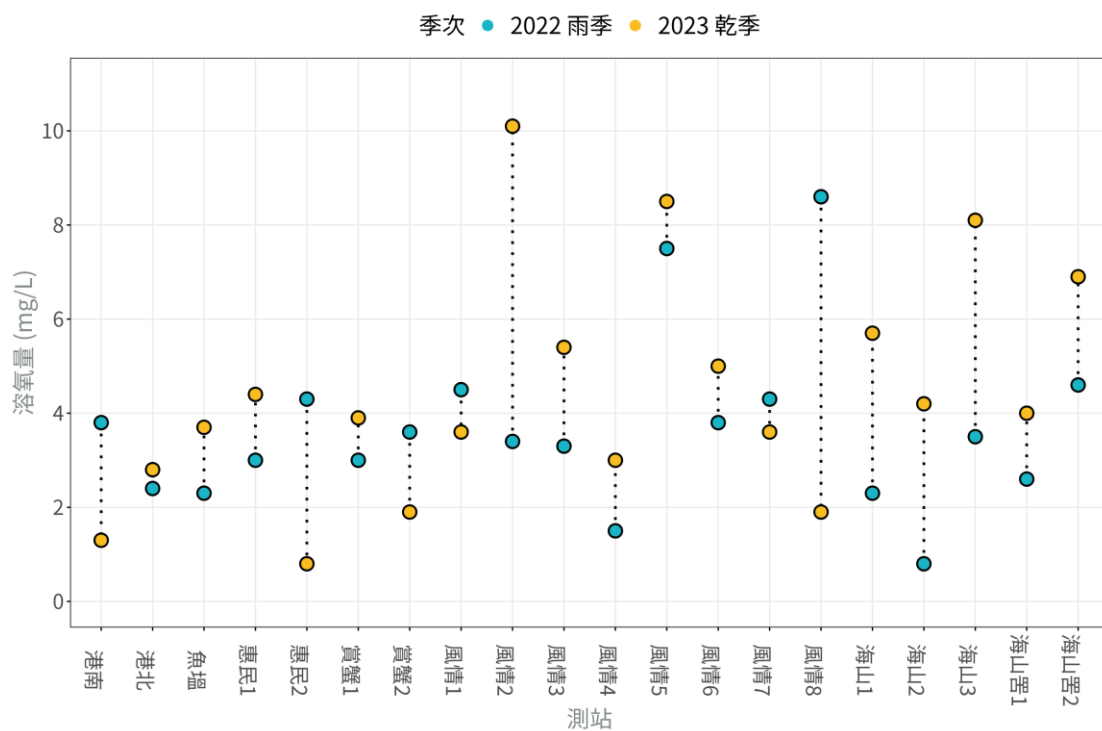


圖 33、各陸源排水渠道測站溶氧量測量結果。

3. 懸浮固體

大部分陸源排水渠道水體懸浮固體量不論乾、雨季，皆低於《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》針對國家級濕地所訂立的 22.5 mg/L 標準。乾季之懸浮固體量略為高於雨季，但季間變化不大；部分測站如魚塢、賞蟹 1、風情 2、風情 6 測站於乾季的懸浮固體量大幅高於雨季，如圖 34。此類陸源排水渠道水體中懸浮固體的來源多來自於輸出至香山濕地時，揚起的濕地底質泥沙，與水體中增殖的藻類。由兩季的溶氧量與懸浮固體量資料，可以推論魚塢、風情 2、風情 3、風情 5、風情 8、海山 3 等測站兩季的溶氧量差異與懸浮固體相當一致，其水體中的懸浮固體來源，大多為水中之藻類。

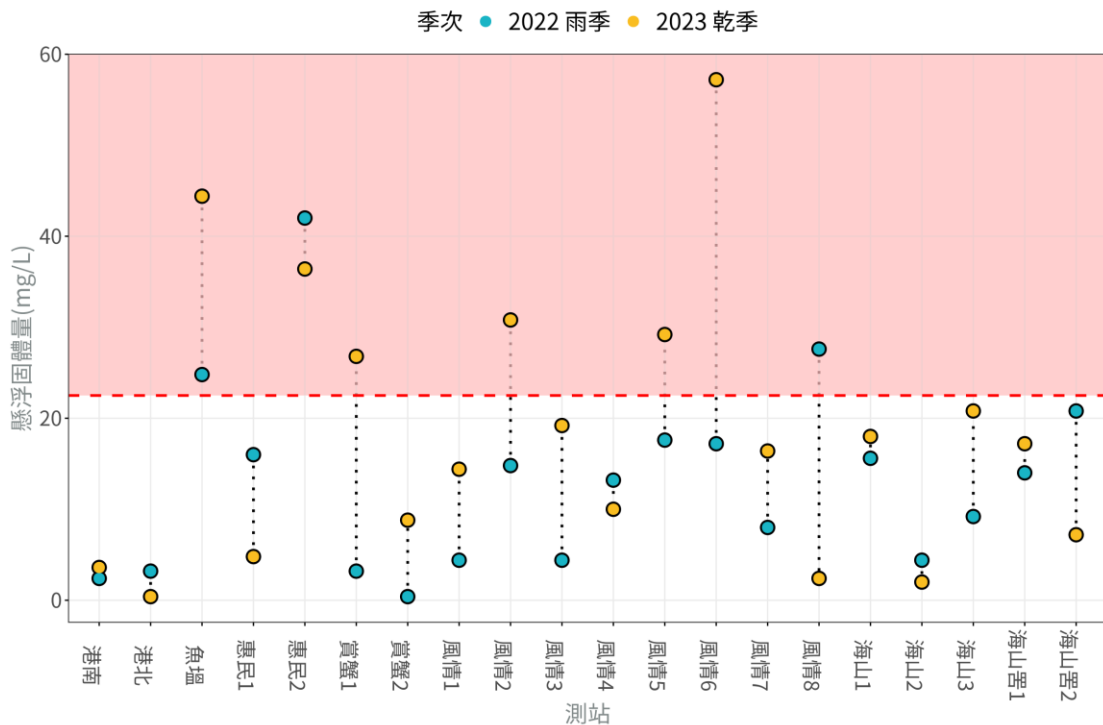


圖 34、各陸源排水渠道測站水體懸浮固體量檢測結果。紅色部分代表超標《重要濕地（國家級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》。

4. 生化需氧量

所有陸源排水渠道水體之生化需氧量均低於《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》針對國家級濕地所訂立的 22.5 mg/L 標準。大部分監測點之 BOD 測值為河川污染指數積分值代表中度污染的 5 - 15mg/L 區間，代表各排水渠道中含有一定程度的生物可分解有機物，如圖 35。

雨季時，各排水渠道水量較充沛，容易洗刷出水道中的污染物，故可觀察到大部分測站雨季的 BOD 測值高於乾季。

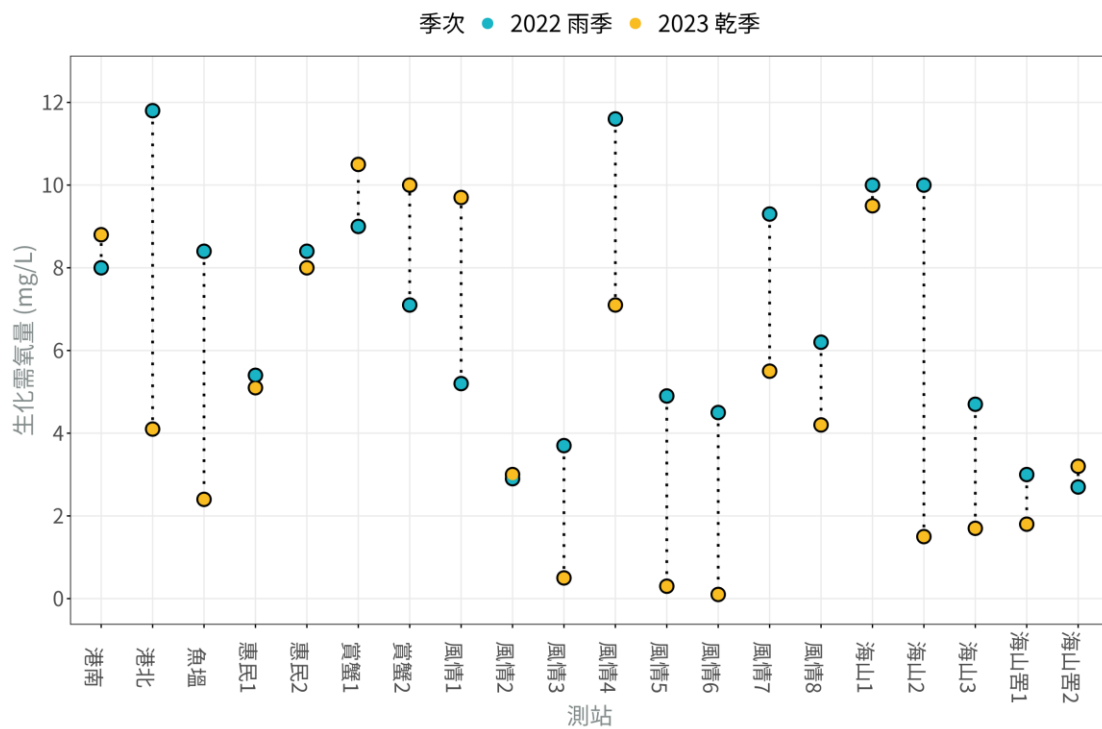


圖 35、各陸源排水渠道測站水體生化需氧量檢測結果。

5. 氨氮

大部分陸源排水渠道測站水體中氨氮含量於雨季低於《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》中針對國家級濕地所劃設的 7.5 mg/L 標準，但乾季時，大部分測站的氨氮測值高於此標準，亦高於河川污染指數值屬於「嚴重污染」級別的 3 mg/L，如圖 36。

乾季時，排水渠道中的水流量低，無法有效稀釋沿線排出的農耕、養殖或民生汙水，造成水體中氨氮濃度升高；此外，水體中高濃度的氨氮，可能代表污染源接近水體取樣點，或者水中微生物群因為溶氧量低，無法有效將氨氮氧化為亞硝酸鹽。

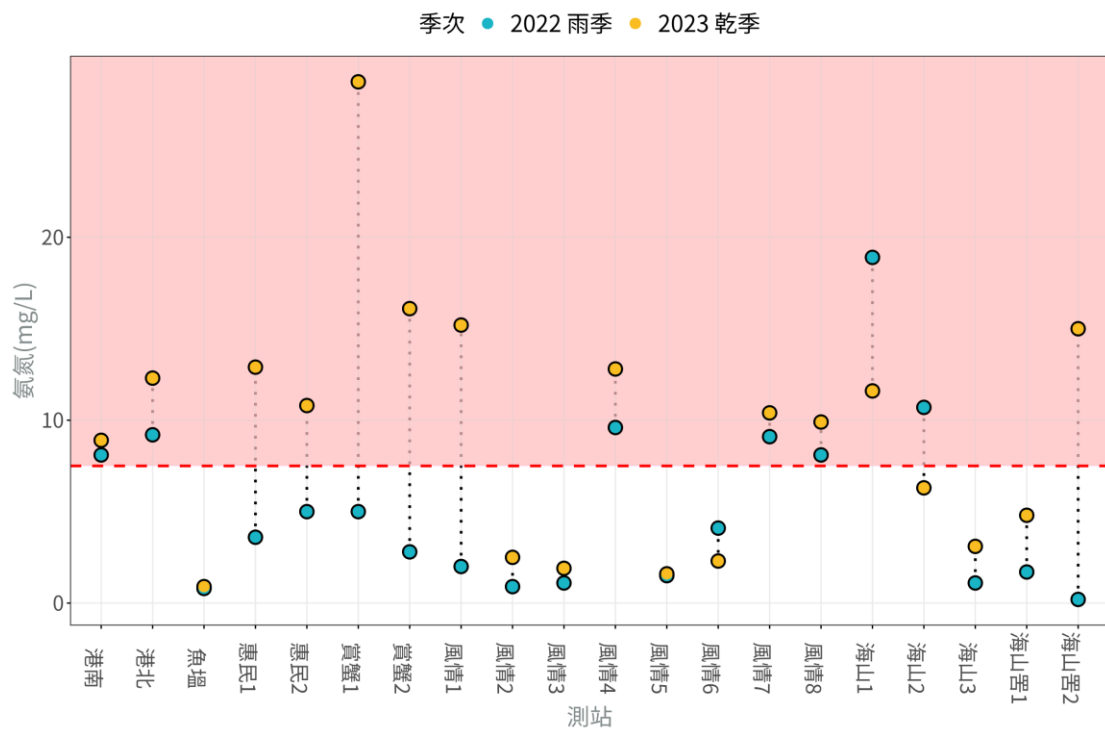


圖 36、各陸源排水渠道測站水體氨氮含量檢測結果。紅色部分代表超標《重要濕地（國家級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》。

6. 亞硝酸鹽氮

絕大部分陸源排水渠道測站水體中的亞硝酸鹽氮測值低於 10mg/L，而賞蟹 1、風情 3 與海山罟 1 測站 111 年 8 月雨季結束時測得的亞硝酸鹽氮濃度卻超過 20 mg/L，如圖 37。亞硝酸鹽在水體中存在的時間不長，此 3 測點發現高濃度的亞硝酸鹽氮，代表距離監測點不遠的地方，可能有氨氮污染，且經過初步氧化，但因溶氧過低或轉化時間不足，未及再經硝化作用形成硝酸鹽。

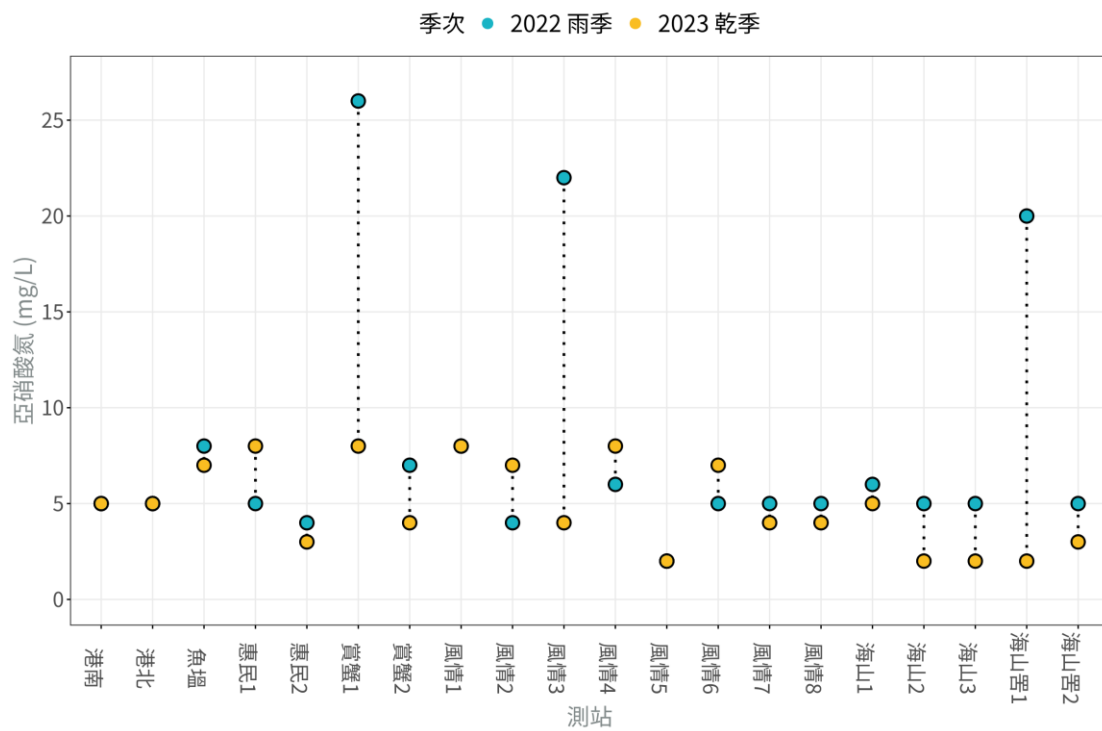


圖 37、各陸源排水渠道測站水體亞硝酸鹽氮含量檢測結果。

7. 硝酸鹽氮

所有陸源排水渠道測站水體中硝酸鹽氮含量低於《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》中針對國家級濕地所劃設的 37.5 mg/L 標準，如圖 38。

相較乾季，雨季測得的硝酸鹽氮濃度較高，可能因為降雨時，雨水能帶入少量空氣與排水渠道中的水混合，提升溶氧量，或者因為水道中水量提升，水勢湍急增加與空氣的混合機會，使得氮氮氧化為硝酸鹽氮的機會增加；由乾季氮氮含量高於雨季的量測結果，可以支持此推論。此外，除港南、港北、魚塢測點外，其他排水渠道多為生活污水排出口，排水渠道沿線之生活污水可能是磷酸鹽的主要來源。

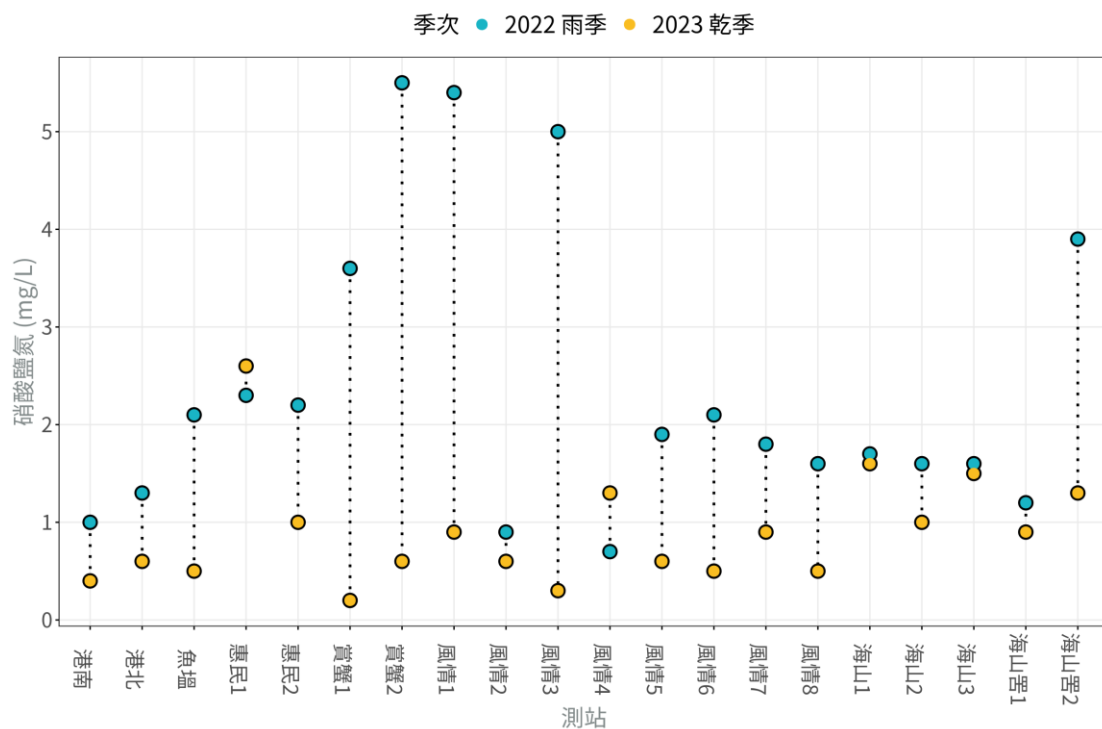


圖 38、各陸源排水渠道測站水體硝酸鹽氮含量檢測結果。

8. 正磷酸鹽

各陸源排水渠道中正磷酸鹽的含量，雨季時在 4 mg/L 左右，而乾季時樣點間差異較大，最高值超過 10 mg/L，如。雖然《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》中並未規定正磷酸鹽濃度，但規定有總磷濃度，而水中的總磷乃由正磷酸鹽、焦磷酸鹽與有機磷組成，因此可以推定水體中正磷酸鹽濃度必然小於等於總磷。

根據《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》中針對國家級濕地總磷濃度的上限規定為 2mg/L，除風情 2 測站的正磷酸鹽全年低於此標準外，魚塭、風情 3、風情 5、風情 6 測站乾季時正磷酸鹽亦低於此標準，其餘測站的水體均超標。

排水道中的磷元素主要來源為生活污水、化肥、有機磷農藥及部分洗滌劑中添加了磷酸鹽增潔劑。磷酸鹽過量會造成水體優養化，此外也會影響水的滲透壓，造成水生生物的生存壓力。

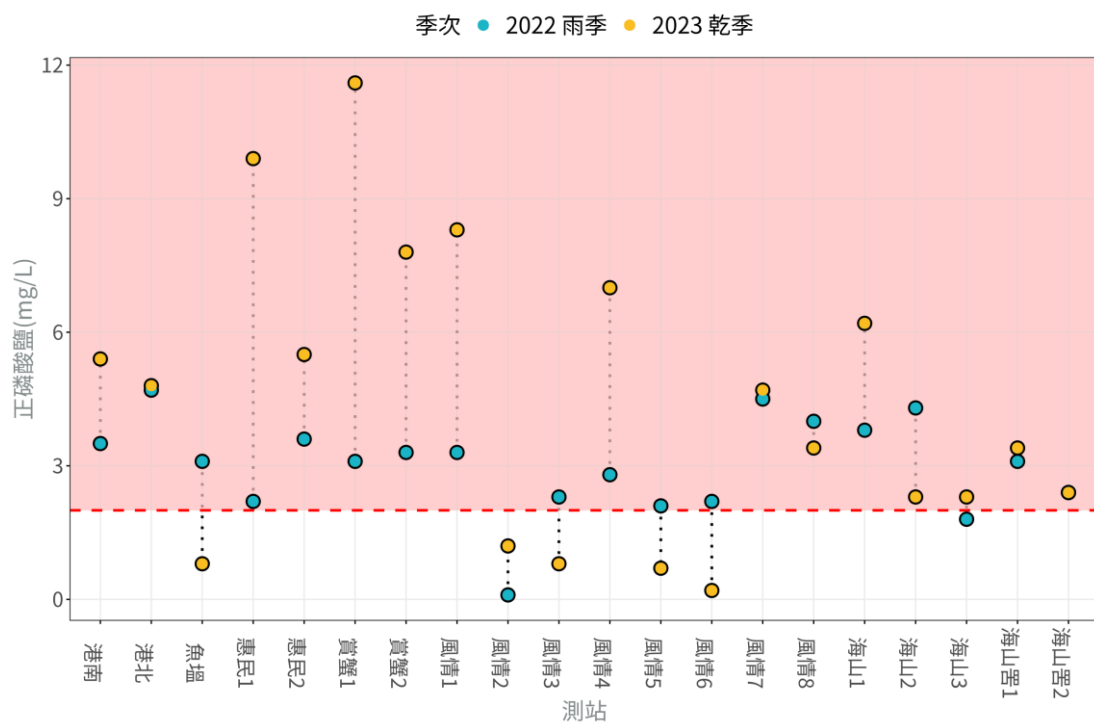


圖 39、各陸源排水渠道測站水體正磷酸鹽含量檢測結果。紅色部分代表超標《重要濕地（國家級）內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》。

9. 矽酸鹽

各陸源排水渠道中的矽酸鹽含量介於 10 - 20 mg/L 之間，少部分測站如魚塭、會民 1、風情 2、風情 7、海山罟 1 測站乾、雨季矽酸鹽含量差異較大，其餘測站水體矽酸鹽含量並無太大差異，如圖 40。

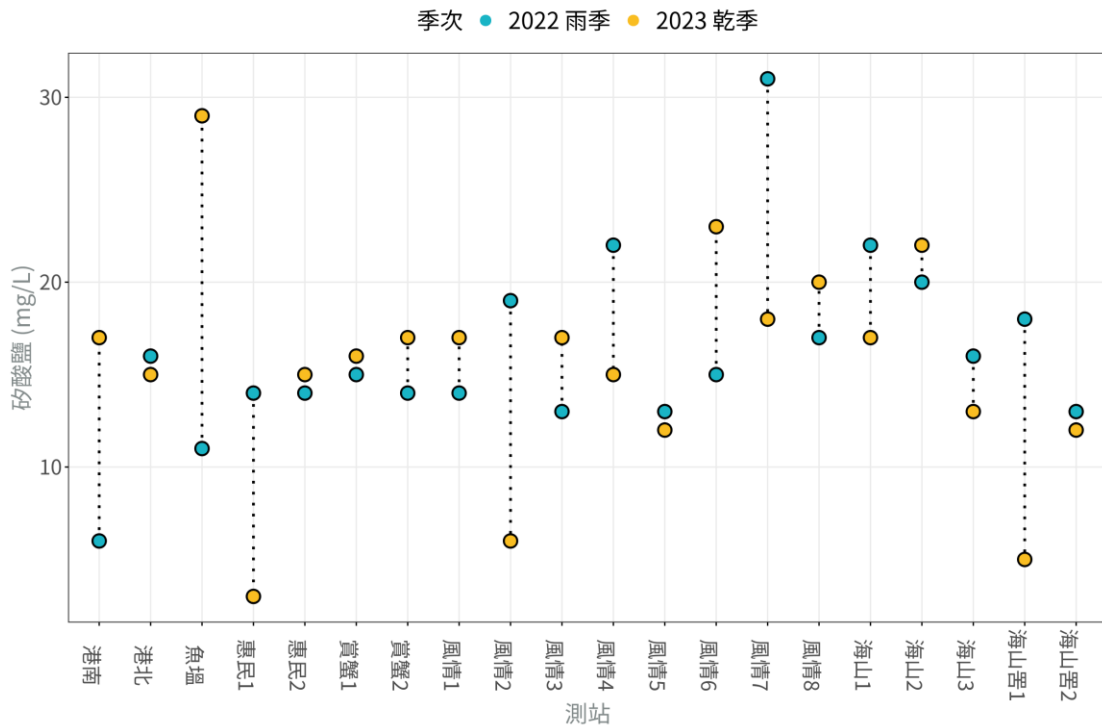


圖 40、各陸源排水渠道測站水體矽酸鹽含量檢測結果。

10. 河川污染指數值

雖然陸源排水渠道並非河川，此處仍借用河川污染指數的評等系統，評價各陸源排水渠道監測點的水質，RPI 指數如圖 41，水質評等如表 10。

各陸源排水渠道測點的河川污染指數評等大多為中度污染等級，少數測站如港南、賞蟹 1、賞蟹 2 測站於乾季處於嚴重污染等級，風情 4 與海山 2 測站則於雨季為嚴重污染，而惠民 2 測站無論乾季或

雨季，都屬於嚴重污染水體；風情 2、風情 3 與海山罟 2 測站水體有時僅輕度污染或未（稍）受污染，而風情 5 測站無論乾季或雨季的水質，均呈現輕度污染狀態。

造成陸源排水渠道檢測點水質評級不佳的主要貢獻者為氨氮，可以發現許多測站於乾季的 RPI 值超過 6，這些測站乾季水體中的氨氮含量大多超過 10 mg/L。

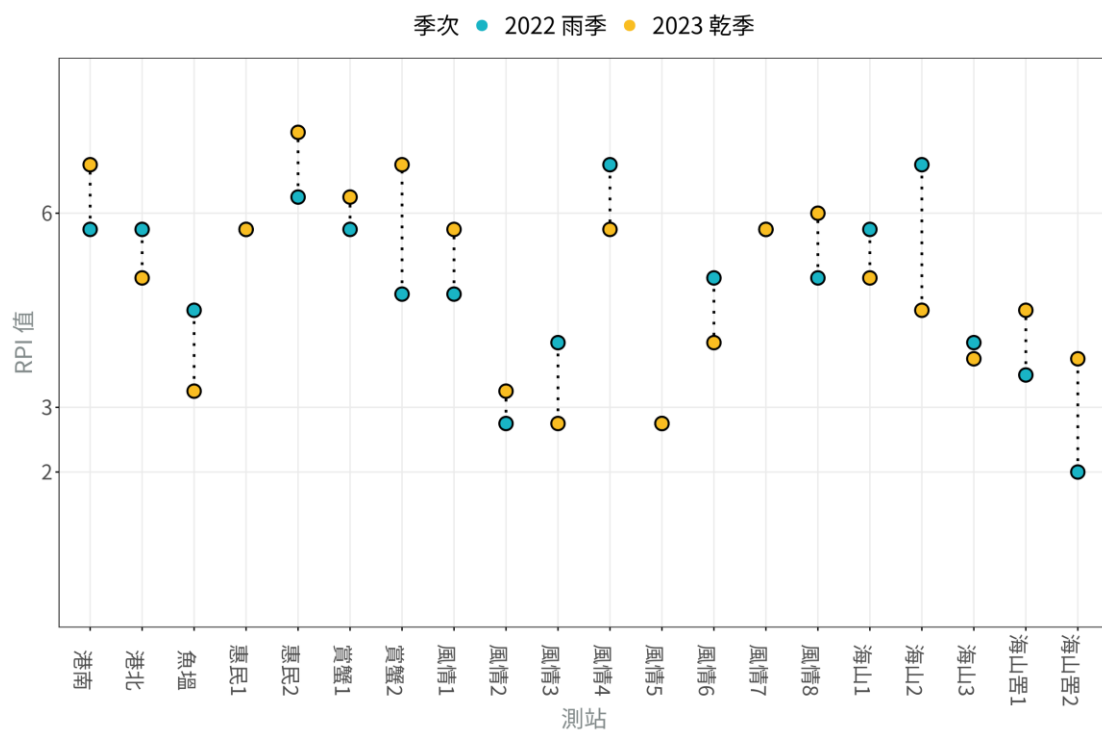


圖 41、各陸源排水渠道測站水體河川污染指數值。RPI 值介於 2 - 3 為輕度污染、介於 3 - 6 為中度污染、超過 6 為嚴重污染。

11. 輸入香山濕地陸源排水渠道主成分分析

為更直觀了解各陸源排水渠道測站的水質因子與相關性，將各次測得之水質參數，扣除水溫後，以季次與水值評級分為不同的污染程度作為組別，進行主成分分析並作圖。

輸入香山濕地陸源排水渠道主成分分析結果如圖 42，共解析出 4 個特徵值 (eigenvalue) 大於 1 的主成分軸，使用前 2 個主成分軸作圖，共可解釋 54.7% 的總體變異數 (variance)；負荷量表詳見附表 3。

由主成分分析結果圖可以發現，香山濕地的陸源排水渠道監測點水質主要可以分為三組變數組合，第一組為溶氧量、懸浮固體量、水體酸鹼值與鹽度，第二組為亞硝酸鹽氮與硝酸鹽氮，第三組為氨氮、正磷酸鹽與生化需氧量。其中氨氮與亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮的濃度呈負相關，代表排水渠道放流口末端不會有其他外加的氮系營養鹽，而呈現水體中氨氮轉化狀況。

由主成分分析結果圖中，可以發現許多代表中度污染的點，落在嚴重污染的分組橢圓之內；該向度除了代表低溶氧、高濃度氨氮與高的 BOD 測值之外，也代表磷酸鹽的含量高。河川污染的評級因子中，細懸浮固體含量亦是被考慮的成分，但在陸源排水渠道的主成分分析結果中，較高的懸浮微粒含量竟然與嚴重污染呈負向關係，且與溶氧量有正相關。

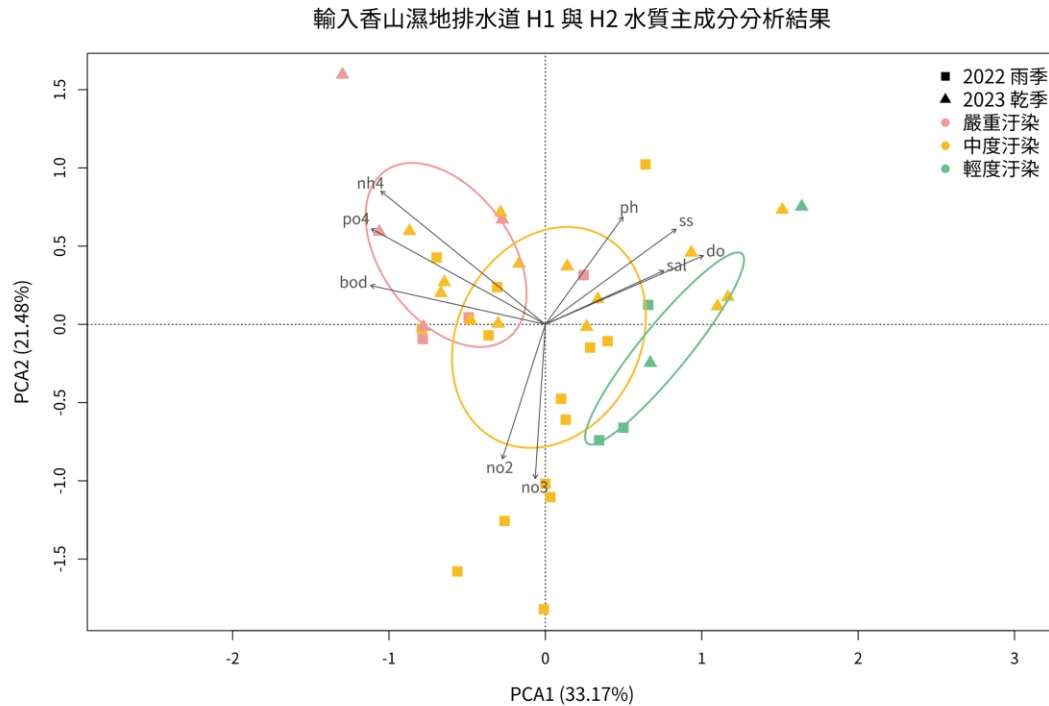


圖 42、各陸源排水渠道監測點水質主成分分析結果。

對於輸入香山濕地的排水渠道而言，大部分排水渠道的水量甚小，懸浮微粒的組成常為水中藻類，在太陽曝曬下，消耗水體中養分產生氧氣；水體或底質的微生物，就可以消耗氧氣來氧化氨氮為亞硝酸鹽與硝酸鹽，因此也可以發現輕度污染的組別，亞硝酸鹽氮與硝酸鹽氮的濃度稍高。

國家針對輸入濕地的渠道放流水訂有《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》，針對產生放流水的事業體或社區，亦訂有《放流水標準》，規定各項水體物化參數的標準（如附表 6）；但並未如同河川污染指數，針對輸入濕地的排水，給予較為全面性、統整性的水質評級指標。

本年度計畫在評價陸源排水渠道的水質時，僅能套用河川污染指數評級，但以主成分分析結果觀之，顯然針對輸入濕地的排水渠道，需要專門研擬、制定標準來更適切地評測水質。

（三）111 - 112 年度香山濕地水質概要

1. 香山濕地主要河川出海口水體仍多為中度污染，水中的營養鹽含量仍相當高。112 年度鹽港溪出海口附近工程，造成水質劣化，應為暫時性變化。
2. 比對本年度與近五年資料結果顯示，大部分水質物化因子介於歷史測值範圍內。
3. 本年度新設陸源排水渠道水質監測項目，於退潮時採取輸入濕地且具有晴天流量的 20 個排水渠道出口水體進行水質化驗，結果顯示大部分陸源排水渠道水質為中度污染。
4. 輸入香山濕地的陸源排水渠道，幾乎所有水質監測點的總磷濃度都過高，約半數監測點的氨氮濃度亦高於《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》之規範。
5. 針對輸入濕地的陸源排水渠道，以現有的河川污染指數評級似乎無法適切反映整體水質，建議針對輸入濕地排水系統制定整體性的水質評價系統。

二、臺灣早招潮蟹族群量監測結果

本年度計畫已於 111 年 8 月 25 至 29 日、9 月 9 至 14 日進行期初臺灣早招潮蟹分布現況普查，調查期間避開雨天。112 年 8 月 18 至 20 日、8 月 29 至 9 月 5 日完成臺灣早招潮蟹期末調查。

（一）族群數量與棲地面積變化

111 - 112 年度香山濕地臺灣早招潮蟹族群調查，除延續上年度 14 個觀察樣區外，尚新增港南賞鳥區內魚塭 2 區，如圖 45。111 - 112 年度調查結果與前一年度調查結果比較如表 11，結果顯示相較於 110 年度，111 年度各樣區臺灣早招潮蟹族群數量有所消長，而 112 年度則大部分樣區之臺灣早招潮蟹族群規模均有萎縮，尤以藍天橋樣區最為嚴重。111 年度香山濕地臺灣早招潮蟹族群總數估計有 455,472 隻，略高於 110 年度的 434,859 隻；族群不若前幾年度以倍數成長，代表臺灣早招潮蟹族群在香山濕地的棲地漸趨飽和，開始面臨族群內部的競爭壓力；112 年度由於雨量豐沛，調查期間天候多不佳，部分棲地植物拓殖快速，臺灣早招潮蟹族群量估計為 261,744 隻。

111 年度臺灣早招潮蟹大部分樣區的密度，與 110 年度持平或稍降，但海山罟走道左右側樣區的臺灣早招潮蟹密度大幅上升；海山漁港的明發定置漁場外樣區與白雲橋外紅樹林樣區密度下降至無法估計族群數量。111 年度新設的港南賞鳥區樣區可觀察到台灣招早招潮蟹活動，但因族群數量尚低，無法估計密度；此樣區於 112 年度觀察到穩定的臺灣早招潮蟹族群，已可估計數量。

表 11、111 - 112 年度臺灣早招潮蟹族群量監測結果與前一年度比較表。

地區	樣區名稱	112 年調查結果			111 年調查結果			110 年調查結果		
		面積(m ²)	估計族群量	VMR	面積(m ²)	估計族群量	VMR	面積(m ²)	估計族群量	VMR
三姓溪口	水資源北	4,181	4,181	1.23	4,181	8,362	1.45	4,312	8,624	2.20
大庄溪口	水資源南主密度區	38,108	76,216	0.65	52,002	156,006	0.43	45,225	180,898	0.47
	水資源南次密度區	29,996	59,992	1.45	24,660	49,320	1.00	18,267	36,534	0.59
	惠民宮前	1,377	1,377	1.83	1,541	3,082	1.54	2,796	UD	0.80
	地區總計	69,481	137,585		78,203	208,408		66,288	217,432	
海山漁港	定置漁場招牌北側	1,527	UD	0.26	1,527	UD	0.44	3,052	6,104	0.72
	藍天橋主密度區	9,247	55,482	0.83	20,291	124,036	0.59	22,737	136,422	0.58
	藍天橋海馬齒區	15,985	UD	UD	15,985	31,970	0.78	15,191	45,573	0.56
	海馬齒區邊緣	1,901	3,802	0.77						
	藍天橋邊緣推移區	18,389	36,778	1.33	14,240	28,480	1.13	2,710	5,420	0.71
	地區總計	45,522	96,062		50,516	202,486		43,690	193,519	
海山罟	海山罟走道右側	1,661	3,322	1.18	2,597	12,985	0.57	1,252	2,504	0.80
	海山罟走道左側	2,822	11,288	1.96	1,963	7,852	0.72	854	1,708	0.95
	紅樹林邊緣	427	854	1.10	391	782	0.81	574	1,148	1.01
	地區總計	4,910	15,464		4,951	21,619		2,680	5,360	

地區	樣區名稱	112 年調查結果			111 年調查結果			110 年調查結果		
		面積(m ²)	估計族群量	VMR	面積(m ²)	估計族群量	VMR	面積(m ²)	估計族群量	VMR
鹽港溪 北側	白雲橋內側-1	849	3,322	1.06	1,577	7,885	0.50	1,037	4,148	0.48
	白雲橋內側-2	1,422	11,288	1.14	1,678	6,712	0.80			
	白雲橋外紅樹林	-	UD	UD	-	UD	UD	1,212	2,424	0.66
	地區總計	2,271	7,386		3,871	14,597			2,249	9,894
南港 賞鳥區	南港賞鳥區 01	257	514	0.50	302	UD	1.00	-	-	-
	南港賞鳥區 02	276	552	0.94	276	UD	0.71	-	-	-
	地區總計	533	1,066			578	UD		-	-
所有地區合計			260,678			455,472			434,859	

三姓溪口的客雅水資源回收中心北側三姓溪出海口棲地，111 與 112 年度調查，棲地面積較 110 年度縮減，族群數量亦稍降。

客雅水資源回收中心南側大庄溪口有香山濕地最大的臺灣早招潮蟹族群，111 年估計個體數有 208,408 隻，其中主密度區的族群向外擴張，棲地面積上升；向南延伸 2 個次密度區面積亦增長，其中惠民宮外樣區族群密度上升至可計算族群量。111 年水資源南主密度區的臺灣早招潮蟹族群樣框密度中位數較前一年度下降，與此同時惠民宮前族群密度上升，顯見此地族群向外、向南擴張。

112 年水資源回收中心南側臺灣早招潮蟹可能受到降雨或其他干擾，分布較 111 年度擴散，觀察到主密度區分布區域縮減，而鄰近的次密度區面積上升。本區臺灣早招潮蟹棲地調查範圍見圖 43。



圖 43、客雅水資源回收中心周遭樣區臺灣旱招潮蟹分布範圍圖。

海山漁港周遭的定置漁場招牌北側灘地，106 年紅樹林砍除後已經有台灣早招潮族群在此建立，故 109 年開始於此新增觀察點，110 年總族群量增長，但 111 年密度下降至無法估算，112 年亦然；定置漁場拍賣場外的灘地有少數個體，但因底質偏砂，個體不多，未能進行有意義的族群數量估算。此地的高灘地面積有限，族群發展遭到限縮，族群量可能因為本年度雨水豐沛，需要尋找更高灘地築巢導致合適棲地大減，未來可觀察此棲地與上半年度雨量之關係。

海山漁港附近的藍天橋，是香山濕地南側臺灣早招潮蟹族群的主要分布區，111 年度藍天橋主密度區的臺灣早招潮蟹族群活動範圍較 110 年度稍減，但樣區密度中位數大幅上升，以主密度區為中心向邊緣推移區及海馬齒叢分布範圍擴張，尤以邊緣推移區面積較 110 年度大幅擴張達 5 倍餘。本區於 109 年觀察到海馬齒族群擴散，110 年更觀察到鹽定族群快速增長壓縮開闢空地，111 年可見台灣早招潮蟹於海馬齒叢中活動，但海馬齒與鹽定過度發達的根系，可能壓縮台灣早招潮的活動區域。

112 年觀察藍天橋樣區，海馬齒叢分布範圍大幅擴張，於密集的海馬齒叢中已經無法發現臺灣早招潮蟹個體，也無法計算海馬齒密集區的臺灣早招潮蟹 VMR。快速拓殖的海馬齒也壓縮了藍天橋臺灣早招潮蟹主密度區，其面積由 111 年度 20,291 平方公尺萎縮一倍餘，至 112 年僅剩 9,247 平方公尺。111 年藍天橋樣區的海馬齒叢密度不高，臺灣早招潮蟹可以於其中活動；112 年發現臺灣早招潮蟹僅能於海馬齒叢密集區邊緣活動，其分布面積大幅縮減，由 111 年度 15,985 平方公尺降至 112 年度 1,901 平方公尺。

111 年海山畧高灘地低密度區的臺灣早招潮蟹族群分布面積相較 110 年度增長一倍有餘，估計族群量達 110 年度的 4 倍。108 年海山畧地區沒有穩定的台灣早招潮族群，故無紀錄，而此地於 109 年觀察到新建立的台灣早招潮族群，每平方公尺平均 1.48 隻，族群量不大，但已經建立穩定棲

地；110 年族群量有 5,360 隻，密度中位數每平方公尺 2 隻，數量有所增長，代表海山罟地區的台灣早招潮蟹已經建立可以穩定繁殖的族群。111 年度調查，海山罟走道左側與右側族群密度中位數為 110 年度之 3 倍與 2.5 倍，顯見海山罟地區的臺灣早招潮蟹族群在建立後快速增殖；112 年度海山罟地區的臺灣早招潮蟹族群量稍為降低，且主要分布區域由海山罟右側轉移至海山罟左側。海山罟右側有洪水港溪出海，112 年度雨量充沛，由出海口沖出許多淤泥影響臺灣早招潮蟹分布。未來應持續觀察此棲地的臺灣早招潮蟹與環境變動之關係。

海山罟走道南側的紅樹林邊緣有一小群臺灣早招潮蟹，可能是由海山罟走道周遭族群溢出，於 110 年之前未見。111 年調查海山罟紅樹林邊緣區族群分布面積較 110 年度縮減，估計族群數量下降；112 年此處臺灣早招潮蟹分布面積與族群數量上升，顯然此棲地環境可能尚未穩定，或者容易受到每年的天氣變化干擾。海山漁港周遭樣區臺灣早招潮蟹棲地調查範圍見圖 44。



圖 44、海山漁港周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖。

111 年鹽港溪出海口周遭的臺灣早招潮蟹族群分布面積與數量較 110 年稍有上升，主要因為鹽港溪北側台 61 線濱海公路內側廢棄魚塭區的陸橋下通水涵洞堆積的沙包移除有關。當地區民會在夏季大潮期管制潮水進出，此區沙包原為涵洞旁農田地主為防大潮時海水入侵田地所堆置，109 年 8 月調查時涵洞入口有沙包堆積，之後又進一部被砌磚堵住 1/3 洞口，砌

磚後則成為固定的設施，即使在非大潮期也會嚴重影響潮水從外側進入灘地，因此 109 年的調查期間，就算在大潮之後，也只能觀察到台灣早招潮的煙囪巢穴，在外活動的個體不多。台灣早招潮蟹之巨大煙囪巢穴若未被大潮時的潮水溶毀，會影響其活動與覓食，最後觀察到 110 年度此區台灣招潮蟹族群數量大幅下降。110 年底市政府相關局處與農民協調移除涵洞口相關阻水設施後，本年度調查臺灣早招潮蟹棲地面積與估計族群量大幅回升，足見該棲地水道之通暢對於臺灣早招潮蟹族群之重要性。

鹽港溪北側台 61 線濱海公路外側的台灣招潮蟹樣區，為 108 年度發現的新建立族群，於 109 年族群數量與分布面積達到巔峰，110 年族群量大幅衰退，而本年度調查更是無法估計族群量與 VMR 值，紅樹林附近底質含泥率高，且紅樹林鬱閉度高，加之根系發達，可能搶占台灣招潮蟹用以築巢的高灘地，使得此棲地不適合台灣招潮蟹族群擴張，轉而往內陸的廢棄魚塭棲地拓殖。

110 年度於南港賞鳥區廢棄魚塭發現台灣招潮蟹，故 111 年度開始新設樣區。此區外有堤防，且魚塭地勢低，大潮期間的海水湧入後不易流出，此區的臺灣早招潮蟹巢位浸水時間較其他樣區棲地更長，相對上陸活動時間短暫。曾嘗試於中潮期間於此樣區進行調查，但無論大潮或中潮期間調查，均無法估計此樣區族群數量。112 年度此處臺灣早招潮蟹已經建立穩定族群，可以估計族群量，未來應持續關注此處臺灣早招潮蟹族群動態。鹽港溪周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖見圖 45。



圖 45、鹽港溪出海口周遭樣區臺灣早招潮蟹分布範圍圖。

（二）族群分布模式變化

111 年度香山濕地各樣區臺灣早招潮蟹族群之 VMR 與 110 年度大致相同，部分主密度區 VMR 略為降低，而邊緣擴張區 VMR 上升，而 112 年度許多樣區之 VMR 則稍微上升。一般而言，族群於擴張初期分布模式常呈現叢集型，之後隨著拓殖與個體間的競合，分布會漸趨規則型，因此觀察 109 至 112 年度各樣區臺灣早招潮蟹的族群分布模式，可以大致推論香

山濕地各地區族群的動態，進一步規劃未來的樣區畫設與觀察重點。

為求做圖簡明易懂，採用 David&Moore(1954)提出的集落指數 (index of clumping, I_c) 表現 109 至 111 年度各樣區臺灣早招潮蟹的族群分布情況。集落指數即 VMR 值減 1，故 I_c 越接近 -1，族群為規則型分布， I_c 為 0 時，族群為隨機分布；若 I_c 大於 0，則族群為叢集型分布。

客雅水資源回收中心北部的三姓溪口樣區族群，110 年族群分布趨於叢集，而 111-112 年度年度 VMR 下降，族群分布介於叢集與隨機型之間，未來可進一步觀察此區臺灣早招潮蟹棲地面積是否繼續縮減，或者只是本年度雨水豐沛造成。

水資源中心南部主密度區族群分布逐年趨於規則，代表此樣區臺灣早招潮蟹族群量漸漸飽和；112 年度水資源南主密度區 I_c 值稍有上升，代表族群可能有受到擾動。次密度區與更南端的惠民宮前樣區族群分布則趨於叢集型，代表客雅水資源回收中心南側的臺灣早招潮蟹族群由主密度區往南擴張，惠民宮樣區為最南端，呈現演替初期族群甫拓殖的分布形態。客雅水資源回收中心周遭 109-112 年之臺灣早招潮蟹族群動態變化圖見圖 46。

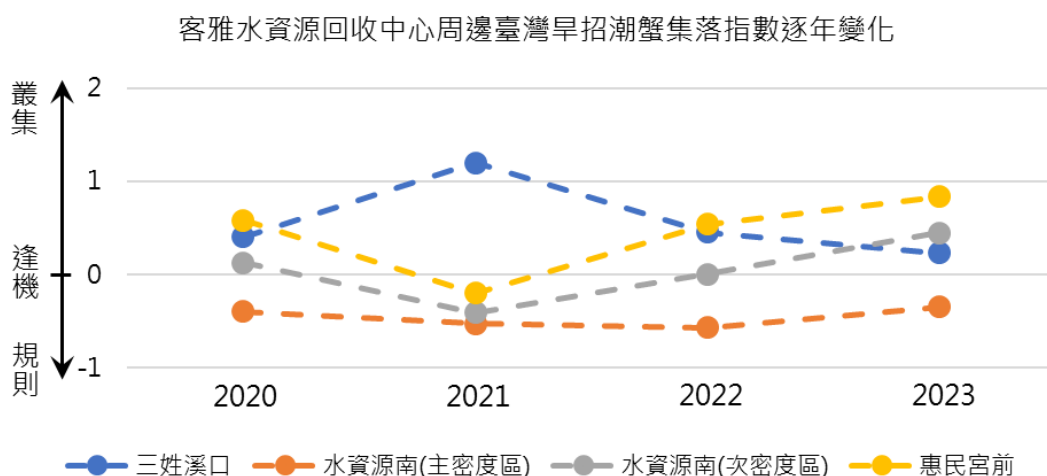


圖 46、客雅水資源回收中心周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109-112 年變化圖。

海山漁港周邊樣區，以明發定置漁場的族群分布最趨近規則型，如同四、(一)之討論，本樣區可利用之棲地不多，加之盡 2 年雨水豐沛，棲地更為縮減，使得此區臺灣早招潮蟹分布模式趨於規則，未來此族群可能漸漸縮減，或隨降雨量逐年波動。

111 年度香山濕地南邊的臺灣早招潮蟹主要族群藍天橋主密度區族群分布與 110 年度未有顯著變化，推測此樣區台灣招潮蟹族群已飽和，而海馬齒區與邊緣推移區族群分布趨於逢機與叢集，代表此區臺灣早招潮蟹族群正由主密度區往此二區擴張當中；其中藍天橋邊緣推移區族群集落指數上升幅度較大，推測此樣區族群擴張速度是海山漁港周遭樣區中最快的。112 年度因為藍天橋海馬齒區以無臺灣早招潮蟹，僅能以海馬齒邊緣區的臺灣早招潮蟹族群 Ic 值替代；就算如此，也能發現 112 年度海馬齒邊緣區的臺灣早招潮蟹族群分布模式不若 111 年海馬齒區叢集，代表 111 年度海馬齒區叢集分布的臺灣早招潮蟹族群可能受到拓殖的海馬齒壓迫，僅能分布於海馬齒較為稀疏的灘地，為被迫形成的叢集分布，而非族群擴張後的自然向外拓殖。海山漁港周遭臺灣早招潮蟹族群集落指數 109-112 年變化圖見圖 47。

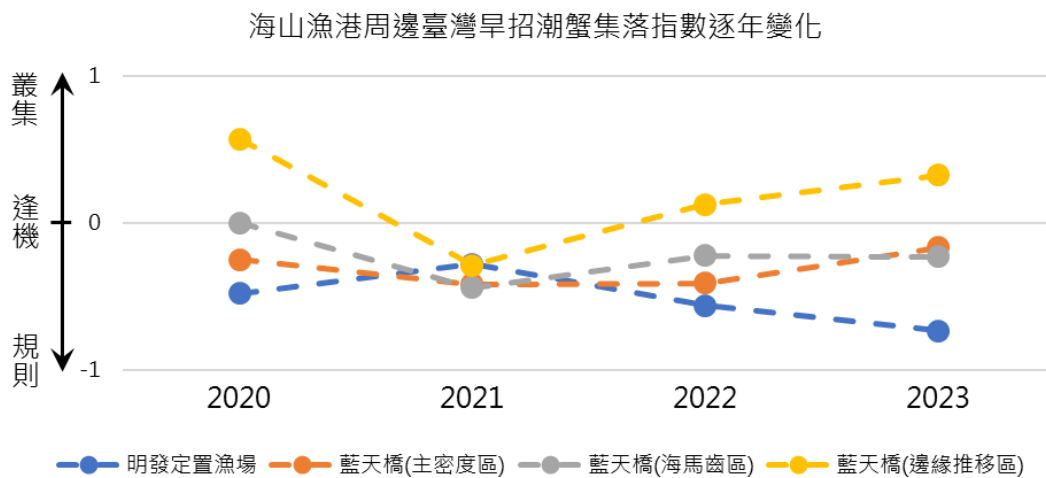


圖 47、海山漁港周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109-112 年變化圖。

109 至 111 年度海山罟與鹽港溪口周遭臺灣早招潮蟹族群的分布模式大多漸趨規則，顯示此 3 年度海山罟與鹽港溪口附近的臺灣早招潮蟹棲地與族群趨於飽和。白雲橋內側樣區有樣點的集落指數高於 110 年度，此樣區 109、110、111 三年觀察到最高的集落指數變化並不規則，很可能受到人為干擾，如四、(一)所提到函管遭人為掩塞問題，或者周圍房屋、道路、田地或魚塭施工等干擾，造成台 61 線內側棲地族群數量與動態不穩定，需要持續觀察。112 年度受到夏季大雨影響，海山罟與鹽港溪口周遭樣區的臺灣早招潮蟹族群分布模式轉為叢集，尤以海山罟走道左側的臺灣早招潮蟹 Ic 值改變幅度最大。海山罟走道右側受到洪水港溪沖積影響，導致底質轉泥，臺灣早招潮蟹族群轉往海山罟走道左側拓殖。海山罟與鹽港溪口周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109-112 年變化見圖 48。

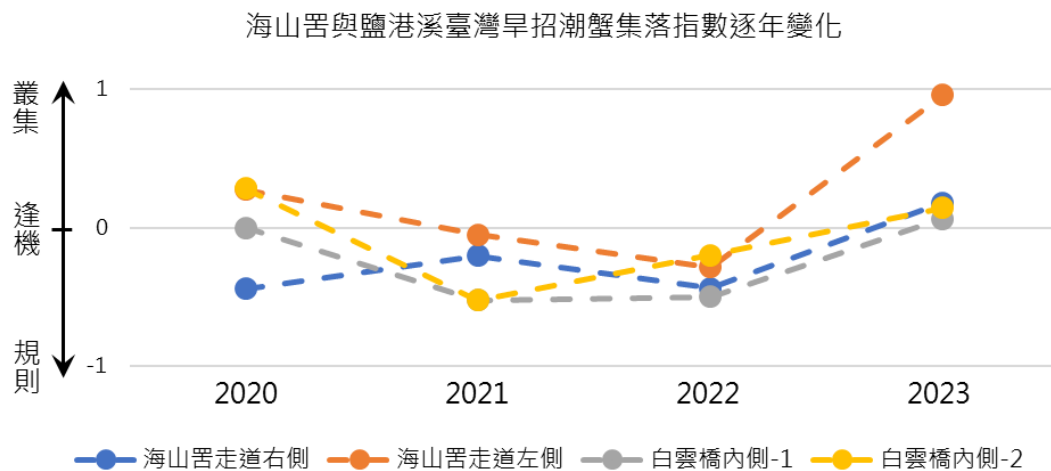


圖 48、海山罟與鹽港溪口周遭臺灣早招潮蟹集落指數 109-112 年變化圖。

依據族群數量、棲地面積與族群分布模式變化分析，香山濕地的臺灣早招潮蟹族群在各地區的族群動態有所不同。也因為依照分布密度區分有主密度區與次密度區，可對各區域臺灣早招潮蟹族群動態有更細緻了解。各區域 111-112 年度臺灣早招潮蟹族群變化綜合分析如表 12 與表 13。

表 12、111 年度香山濕地臺灣早招潮蟹各棲地族群變化綜合分析描述表。

區域	樣區	111 年度綜合分析
三姓溪口	水資源北	面積縮減，族群飽和。
	水資源南主密度區	面積略增，族群飽和、外擴。
大庄溪口	水資源南次密度區	面積增加，主密度區族群移入。
	惠民宮前	
海山漁港	明發定置漁場	面積縮減，族群數不穩定。
	藍天橋主密度區	面積略減，族群飽和、外擴。
	藍天橋海馬齒區	面積略增，族群密度略降但外擴。
	藍天橋邊緣推移區	面積大增，主密度區族群移入拓殖。
海山罟	海山罟走道(左右)	面積、密度大增，族群漸趨飽和。
	海山罟紅樹林邊緣	面積減少，族群不穩定。
鹽港溪北	白雲橋內側(1,2)	環境干擾頻仍，須密切觀察。
	白雲橋外紅樹林	面積縮減，族群可能消失。
南港賞鳥區		新設，特性與其他樣區不同，需持續觀察。

表 13、112 年度香山濕地臺灣早招潮蟹各棲地族群變化綜合分析描述表。

區域	樣區	112 年度綜合分析
三姓溪口	水資源北	面積縮減，族群飽和。
	水資源南主密度區	面積縮減，族群萎縮。
大庄溪口	水資源南次密度區	因主密度區部分區域族群密度下降，被納入次密度區計算，故面積略增。
	惠民宮前	
海山漁港	明發定置漁場	族群不穩定。
	藍天橋主密度區	受海馬齒叢壓縮，面積大減、族群萎縮。
	藍天橋海馬齒區	族群消失。
	藍天橋海馬齒邊緣區	原海馬齒區族群僅能於海馬齒叢邊緣活動。
海山罟	藍天橋邊緣推移區	面積微增，主密度區族群被迫移入。
	海山罟走道(左右)	面積略降，族群漸趨飽和。
	海山罟紅樹林邊緣	面積略增，族群仍不穩定。
鹽港溪北	白雲橋內側(1,2)	環境干擾頻、植物密度增，須密切觀察。
	白雲橋外紅樹林	族群應已消失。
南港賞鳥區		已建立族群，需持續觀察。

（三）112 年度臺灣早招潮蟹棲地與族群變化概要

112 年度因為 8 月降水量相當豐沛，超過 300mm，觀察到大部分調查樣區的臺灣早招潮蟹密度降低，因此估計族群量亦低。

根據 VMR 數值，水資源回收中心北側的臺灣早招潮蟹族群分布模式由叢集型轉趨規則分布，代表族群分布飽和；相同的情況，亦發生在水資源南側的次密度區與惠民宮前，很可能代表族群成長漸趨飽和，或者因環境狀態改變，因此成長趨緩。水資源回收中心南側大庄溪口的主密度區，VMR 相較前一年度上升許多，族群分布模式由規則型轉為逢機型，但分布面積與族群量下降，很可能因為 112 年度夏季香山地區多雨，使得大庄溪口適合臺灣早招潮蟹分布的棲地受限，因此只能聚集在小面積內，使得 VMR 上升。南港賞鳥區的臺灣早招潮蟹族群數量相較去年度有所上升，已可以估計族群數量，族群分布模式也從去年接近叢集分布，漸趨於逢機分布，代表此處的臺灣早招潮蟹族群正逐漸適應南港賞鳥區廢棄魚塭的環境中。

除天氣因素影響 112 年度的臺灣早招潮蟹族群估計量之外，於海山藍天橋觀查到海馬齒的分布範圍大幅擴張逾 111 年之一倍，如圖 49，植株密度亦提升，使得原先活動於此的臺灣早招潮蟹，必須退縮到海馬齒區的邊緣，才能勉強於海馬齒枝條間活動，如圖 50。

112 年度雨量豐沛，連帶增加洪水港溪流量與輸沙量，大量淤泥與淡水，使得藍天橋棲地海馬齒族群大幅擴張，也難以排除淤泥，使棲地夯實度上升。此處海馬齒密集區緊臨海山漁港疏濬之淤砂堆置區，海馬齒與其他植物是否由該區拓殖蔓延而來，需要釐清，未來亦應考慮移除部分植物，以維護香山濕地南側最大的臺灣早招潮蟹分布地。



圖 49、藍天橋附近大幅擴張的海馬齒族群。



圖 50、在海馬齒分布邊緣區活動的臺灣早招潮蟹。

（四）香山濕地臺灣早招潮蟹族群承載量估計結果

若以時間為橫軸，族群數量為縱軸繪製無天敵，且無誤、空間均足夠的族群，其個體數變化會近似於指數曲線（類似圖 6），即經 t 時間點之族群數量 N_t 與初始數量 N_0 之關係為 $N_t = N_0^t$ 。

現實生態系中，受到有限之食物、棲息空間，以及天敵、天氣變化等影響，棲地環境對於族群有其負載量，在棲地環境穩定時，物種個體數量會在環境負載量附近上下波動，其個體數變化近似於邏輯式曲線（logistic curve），表達式為 $N_t = \frac{Capacity}{1+e^{-k(t-t_0)}}$ ，其中 Capacity 為環境負載量。

將香山濕地 95 年度至 112 年度之臺灣早招潮蟹族群量估計值配適 (fit) 邏輯式回歸曲線，即可得到香山濕地的臺灣早招潮蟹環境承載量。配適結果如圖 51，結果顯示香山濕地的臺灣早招潮蟹環境承載量為 389,760 隻。

由配適結果中可以發現，112 年度因為天氣因素，使得臺灣早招潮蟹棲地面積下降，連帶影響族群估計數量；但由圖中亦可發現 110 年到 111 年之間的臺灣早招潮蟹密度不再以指數成長，代表已經來到邏輯式曲線的轉折點。

綜合統計結果與生態學之推論，香山濕地之臺灣早招潮蟹族群數量應於 110 年與 111 年到達顛峰，若環境與天氣未有劇烈變化，香山濕地的臺灣早招潮蟹族群承載量約為 40 萬隻。未來應持續逐年依循相同調查與估計方法監測香山濕地的臺灣早招潮蟹族群量，約 8 至 10 年後，可由邏輯式函數適配、估計出更準確的臺灣早招潮蟹環境承載量。

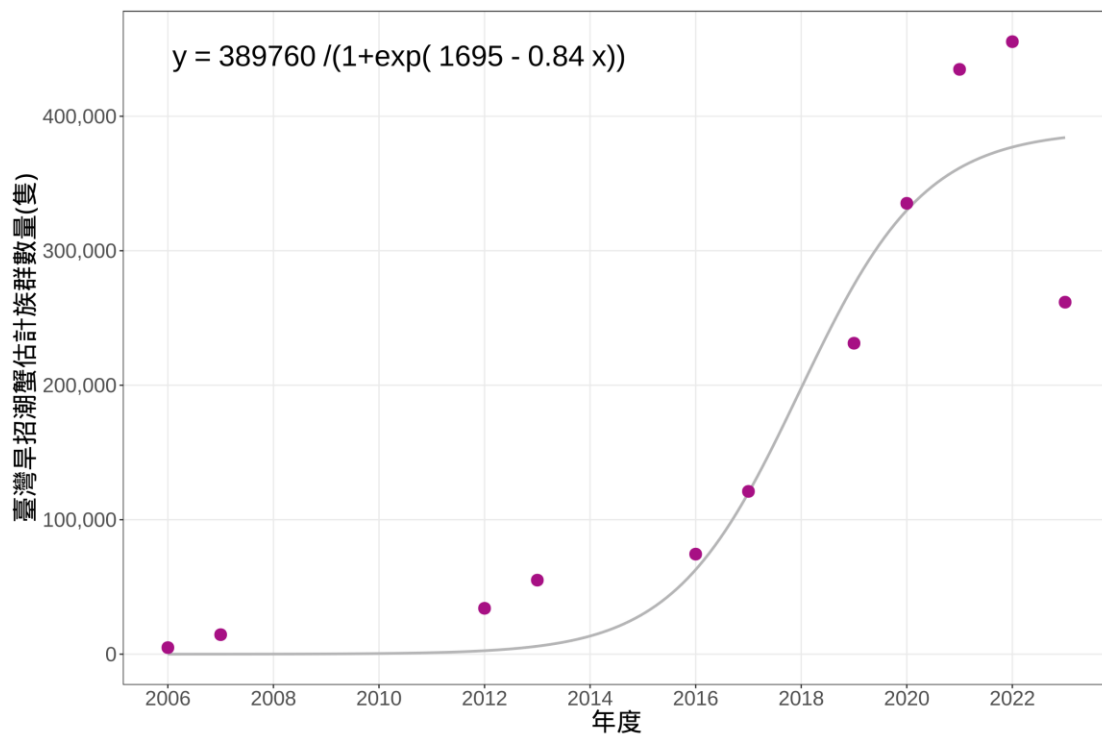


圖 51、香山濕地 95-112 年度臺灣早招潮蟹族群承載量估計配適結果。

三、蟹類大眼幼體入添之季節變化監測

目前已於 111 年 7 月 14 日、7 月 29 日、8 月 12 日、8 月 29 日、9 月 12 日、9 月 26 日、10 月 11 日、10 月 25 日、11 月 10 日、11 月 24 日、12 月 9 日、12 月 23 日，111 年 1 月 6 日、1 月 22 日、2 月 7 日、2 月 21 日、3 月 7 日、3 月 23 日、4 月 6 日、4 月 20 日、5 月 5 日、5 月 19 日、6 月 5 日、6 月 19 日、7 月 4 日、8 月 2 日、8 月 18 日完成共 27 次蟹類大眼幼體採集；112 年 7 月 19 日雖為滿月，但潮高不足 200 公分，未達大潮標準，此時採樣，網具恐為淤泥填塞，故未採樣。目前已完成所有形態搭配分子條碼與次世代定序高通量分子條碼序列物種比對工作。

由蟹類大眼幼體的個體數與浮游動物網的過濾水體積估算各次採集的單位水體蟹類大眼幼體密度如表 14 下半部。各月單位水體大眼幼蟹密度大多為 10–20 隻/m³，密度高峰發生於 111 年 9 月，達 799.5 隻/m³，很可能與 111 年的最高天文潮有關；單位水體中螃蟹大眼幼體密度最低的時間是 111 年 12 月至 112 年 2 月，每立方公尺平均 0.1 隻，顯然秋末開始大部分海洋性蟹類準備蟄伏，幾乎不釋出幼體，使得冬季海水中大眼幼體密度低。

（一）形態鑑定結果

以形態鑑定搭配分子條碼共鑑定出 45 種大眼幼蟹，名錄如表 14。比較全年採得的蟹類大眼幼體多樣性，112 年 8 月 2 日鑑定出最多物種數，達 18 種，而每年 5 至 9 月鑑定出的蟹類大眼幼體較為豐富；111 年 12 月至 112 年 3 月初的蟹類大眼幼體多樣性低，僅 1 至 3 種。

由個體數量與所屬物種數，可以將香山濕地的蟹類大眼幼體分為主要的 6 科，即毛帶蟹科、大眼蟹科、沙蟹科、相手蟹科、梭子蟹科與弓蟹科。將鑑定結果依科分類，並計算每次採樣各科別物種所佔比例製圖如圖 52。

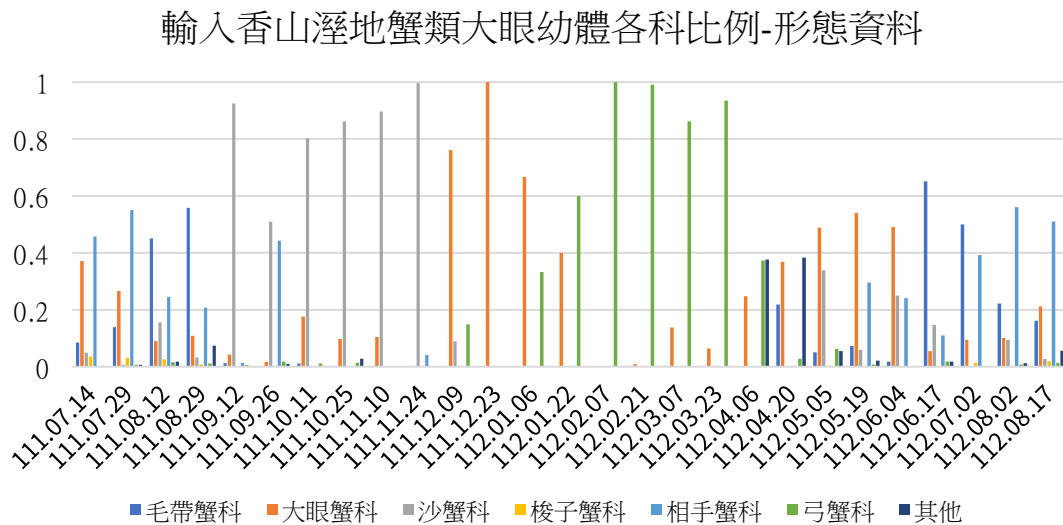


圖 52、形態分類各科大眼幼體隨時間所佔比例變化圖。

比較各次採樣的主要出現物種及科別，自 11 月底至隔年 3 月，是香山濕地大眼幼蟹形態多樣性最低的時候，除萬歲大眼蟹外，以弓蟹科洄游性的合浦絨螯蟹為主；3 月底開始，有大量弓蟹科的台灣厚蟹大眼幼體加入，此外也觀察到和尚蟹（被歸為「其他」類別）大量發生。4 月開始，大眼蟹科幼體大量進入香山濕地；與此同時，毛帶蟹科的股窗蟹類大眼幼體亦大量發生。6 月至 8 月為相手蟹科大眼幼體進入香山濕地的高峰，而 9 月至 11 月，於生殖季交配釋卵的各種招潮蟹如乳白南方招潮蟹、弧邊管招潮蟹與各種沙蟹的大眼幼體回到濕地。

表 14、111-112 年度香山濕地大眼幼蟹形態鑑定名錄。數量單位：隻數。

		111.											112.																		
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17			
Dotillidae 毛帶蟹科																															
<i>Ilyoplax tansuiensis</i>	淡水泥蟹																												1		
<i>Scopimera bitympana</i>	雙扇股窗蟹						4														2192	1008									
<i>Scopimera intermedia</i>	中型股窗蟹																									44		7			
<i>Scopimera longidactyla</i>	長指股窗蟹	96	176	1408	1152	256		48													448	32	140	17	27	37	200	240			
Macrophthalmidae 大眼蟹科																															
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	短身大眼蟹	168		48	16		16	8											16	16	160	16	12	1			2				
<i>Macrophthalmus banzai</i>	萬歲大眼蟹	248	336	232	208	848	104	760	14	24	8	246	8	4	4		6	18	728	656	4256	10000	968	464	6	5	94	316			
<i>Macrophthalmus tomentosus</i>	絨毛大眼蟹					16		8		2		8					2			8	48		48	3							
Ocypodidae 沙蟹科																															
<i>Austruca lactea</i>	乳白招潮蟹			472	68	16064	496	2384	112	222	2120	24										4960	24	4	4			14			
<i>Gelasimus jocelynae</i>	賈瑟林招潮蟹																												5		
<i>Gelasimus borealis</i>	北方凹趾招潮			8																		816		75	1		1	13			
<i>Paraleptuca splendida</i>	麗彩擬瘦招潮			8				8																							
<i>Tubuca arcuata</i>	弧邊招潮蟹	56				2576	3040	1136	12	2		6										1160	88	160	11		68	28			
<i>Xeruca formosana</i>	臺灣早招潮蟹		8																												
Portunidae 梭子蟹科																															
<i>Charybdis anisodon</i>	異齒蟬						4																16								
<i>Charybdis hellerii</i>	鈍齒蟬			16			4															32	4						28		
<i>Charybdis lucifera</i>	晶瑩蟬	32																													
<i>Portunus pelagicus</i>	遠海梭子蟹	8	8	16	4		4															16						1			
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹		32	16	12																						1				
<i>Thalamita admete</i>	野生短槳蟹			24																											
<i>Thalamita crenata</i>	鈍齒短槳蟹			8																											
Sesamidae 相手蟹科																															
<i>Chiromantes haematocheir</i>	紅螯螳臂蟹		8			16	16				72																		5		
<i>Metasesarma gordonii</i>	戈氏小相手蟹	184	40	64	36		8													8	16	32	4	40	3	3	4				
<i>Neosarmatium indicum</i>	印度新脹蟹																											1			
<i>Orisarma dehaani</i>	漢氏東方蟹																										3				
<i>Parasesarma bidens</i>	雙齒擬相手蟹	328	648			176	456				16													4				24	56		

		111.											112.																
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
<i>Parasesarma pictum</i>	斑點擬相手蟹				12		648																	38			1		
<i>Parasesarma plicatum</i>	摺痕擬相手蟹			704	380	80																524	92			15	367	640	
<i>Parasesarma insulare</i>	島嶼擬相手蟹																							1					
<i>Parasesarma tripectinis</i>	三櫛擬相手蟹						1944															32	59	9	7	121	64		
Varunidae 弓蟹科																													
<i>Eriocheir hepuensis</i>	合浦絨螯蟹														4	10	840	112	72										
<i>Helice formosensis</i>	台灣厚蟹																		10800	992	288								
<i>Helice latimera</i>	側足厚蟹																		56										
<i>Helice subquadrata</i>	似方厚蟹					112														32									
<i>Metaplex elegans</i>	秀麗長方蟹		8	48			96					34									48	1296	16		2		7	20	
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹				24		32	48						2															
Others 其他蟹類																													
<i>Metopograpsus thukuhar</i>	方形大額蟹											16		2															
<i>Leptodius sanguineus</i>	肉球皺蟹								2																				
<i>Matuta victor</i>	勝利黎明蟹																											16	
<i>Myctyrus brevidactylus</i>	短指和尚蟹								4										16	1032	4640	1120	32						
<i>Clistocoeloma sinense</i>	中華泥毛蟹					32																							
<i>Indopinnixa sp.</i>	豆蟹			40																									
<i>Nepinnotheres sp.</i>	豆蟹			16																			8		1		4	68	
<i>Pilumnopeus convexus</i>	毛粒蟹		8																										
<i>Pinnotheres sp.</i>	豆蟹				140																					1		8	16
<i>Pinnotheres sp.</i>	豆蟹				12		72																						
個體數量總計		1120	1264	3128	2064	20176	6944	4400	144	250	2128	334	8	6	10	10	848	130	11688	2744	12096	20520	1905	954	109	74	931	1489	
物種數總計		8	9	16	12	10	16	8	5	4	2	6	1	2	3	1	3	2	6	7	9	14	15	12	11	9	17	11	
濾水量(m ³)		109.3	160.6	147.3	258.4	50.5	94.2	22.4	87.1	47.8	79.7	88.6	82.1	112.9	95.1	150.6	122.8	137.8	128.0	47.8	47.8	112.3	10.9	45.0	2.6	5.7	23.3	18.2	
單位水體大眼幼蟹密度 (隻/m ³)		20.5	15.7	42.5	16.0	799.5	147.4	393.0	3.3	10.5	53.4	7.5	0.2	0.1	0.2	0.1	13.8	1.9	181.8	114.7	252.8	182.7	175.5	21.2	41.5	13.0	39.9	82.0	
Simpson 多樣性指數		0.20	0.36	0.28	0.36	0.65	0.29	0.39	0.62	0.80	0.99	0.56	-	0.56	0.36	-	0.98	0.76	0.87	0.33	0.31	0.69	0.66	0.71	0.75	0.69	0.77	0.74	
Shanon 多樣性指數		1.77	1.30	1.63	1.43	0.75	1.55	1.12	0.79	0.41	0.03	0.95	-	0.64	1.06	-	0.06	0.40	0.29	1.19	1.37	1.52	1.46	1.64	1.73	1.55	1.78	1.68	
均一度指數		0.85	0.59	0.59	0.57	0.32	0.56	0.54	0.49	0.29	0.04	0.53	-	0.92	0.96	-	0.05	0.58	0.18	0.61	0.62	0.58	0.54	0.66	0.72	0.70	0.63	0.70	

111 年 7 月 29 日的 1/8 分樣大眼幼蟹樣本中，透過 COI 分子條碼發現一隻臺灣早招潮蟹（圖 53 左）。比對弧邊管招潮蟹樣本（圖 53 右），除背部油點顏色較淡外，尚無法找出其他可供區別之特徵。蟹類大眼幼體之油點顏色，會隨著儲存於酒精之中而漸漸轉淡，所以無法用油點顏色作為鑑別臺灣早招潮蟹與弧邊管招潮蟹的依據。

依據目前結果，臺灣早招潮蟹的大眼幼體在外部形態上與弧邊管招潮蟹幾乎一致，顯然前人研究如黃淑珍（2005）與李文虎（2007）以形態鑑定為主、分子條碼工具為輔的情況下，樣本中若有臺灣早招潮蟹，也會被鑑定為弧邊管招潮蟹。若要找出其他臺灣早招潮蟹的大眼幼體，就必須從所有鑑定為弧邊管招潮蟹的樣本中，挑取個體，以 COI 分子條碼逐一進行驗證。

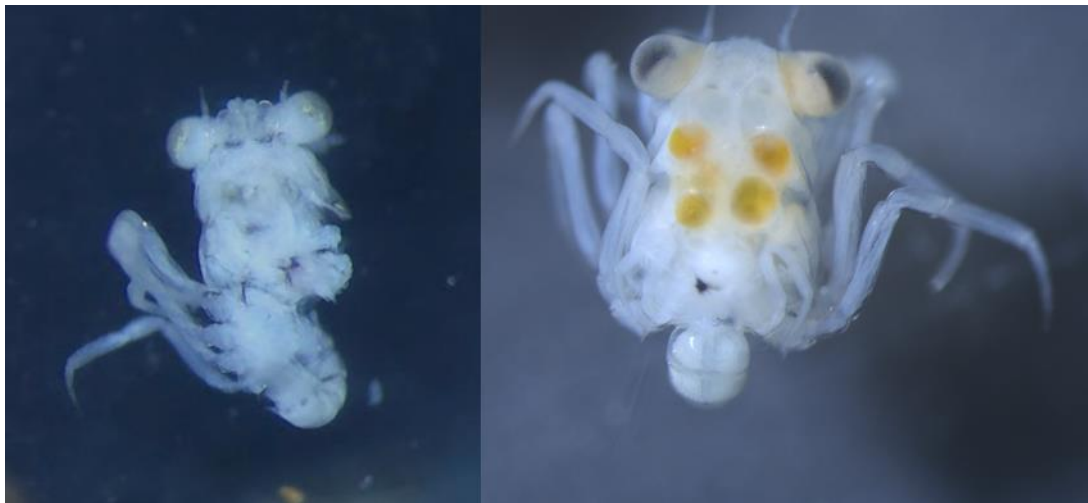


圖 53、臺灣早招潮蟹（左）與弧邊管招潮蟹（右）的大眼幼體。

112 年 6 月於蟹類大眼幼體分樣中，挑出一隻相手蟹科未知物種，經過 COI 分子條碼比對後，發現是本年 6 月新發表的島嶼擬相手蟹（*Parasesarma insulare*），主要分布於印尼沙勞越、汶萊、菲律賓與台灣，其形態與雙齒擬相手蟹相似（Shih, H.-T., Hsu, J.-W., & Li, J.-J. (2023)）。由

大眼幼體的大小、色素斑有無及位置等特徵，仍然可以將其與雙齒擬相手蟹區別開。

根據 Shih 等人（2023）結合分子分原關係學與形態證據的研究結果，臺灣的「雙齒擬相手蟹」應訂正為島嶼擬相手蟹；但因香山濕地的部分蟹類大眼幼體很可能來自東北方的沖繩西表島海域，在尚未以分子條碼確定 112 年 6 月之前的「雙齒擬相手蟹」分類群之前，本計畫報告並列 2 種擬相手蟹之鑑定結果。

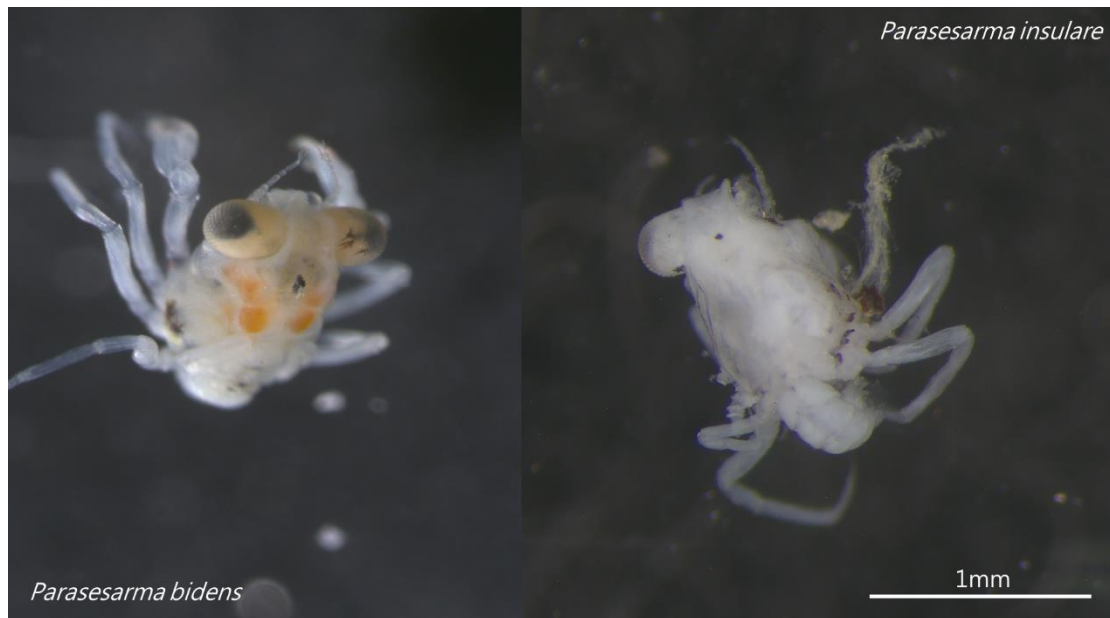


圖 54、雙齒擬相手蟹（左）與島嶼擬相手蟹（右）的大眼幼體。

將 111 - 112 年共 27 次採得的蟹類大眼幼體形態鑑定結果，以各次鑑定個體數的全距標準化，計算 Jaccard 距離之後以 k-means 演算法進行叢聚分析（cluster analysis），結果如圖 55。叢聚分析結果中，可以發現香山濕地蟹類大眼幼體可以按照時間分為兩大群，分別為 1 至 6 月與 12 月，以及 7 至 11 月；其中代表 6、7 月的蟹類大眼幼體群聚可同時見於兩大群中。

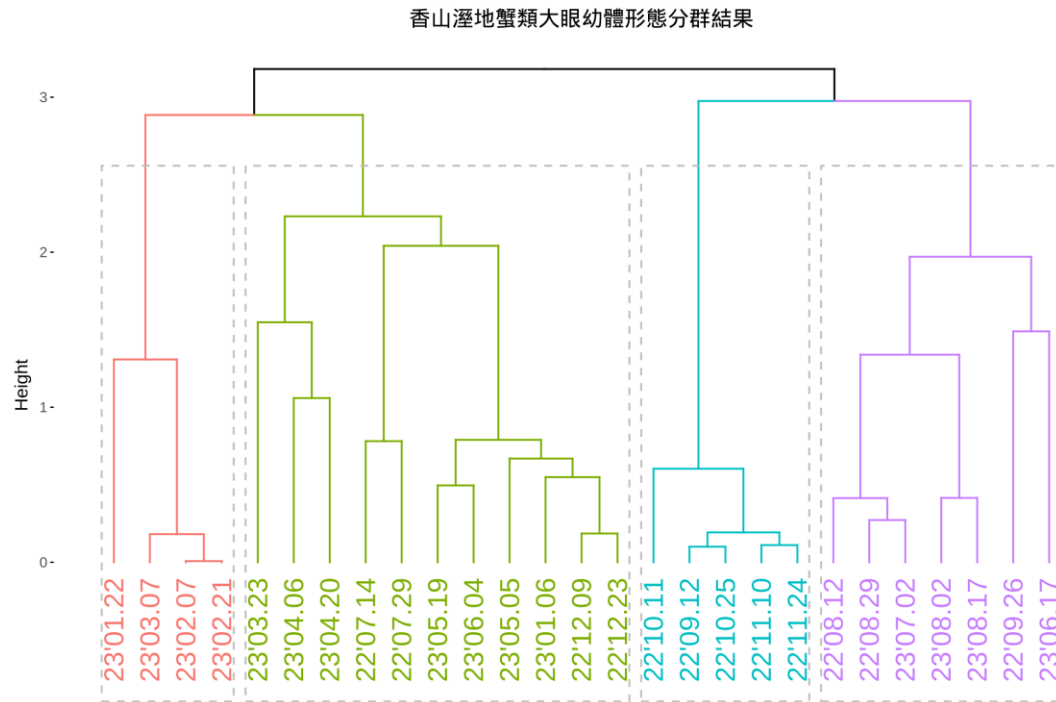


圖 55、香山濕地 111 - 112 年度蟹類大眼幼體形態鑑定叢聚分析結果。

叢聚分析結果的 2 大群，可以代表輸入香山濕地蟹類大眼幼體的大致情況：每年 12 月至翌年 6 月，輸入香山濕地的蟹類大眼幼體以大眼蟹科（萬歲大眼蟹）、弓蟹科（合浦絨螯蟹、台灣厚蟹、秀麗長方蟹）為主，5、6 月開始有沙蟹科的各種招潮蟹大眼幼體進入濕地；7 至 11 月，進入香山濕地的蟹類大眼幼體以毛帶蟹科（長指股窗蟹）、沙蟹科（乳白南方招潮蟹、弧邊管招潮蟹）與相手蟹科（小相手蟹／戈氏小相手蟹、摺痕擬相手蟹）為主。

而叢聚分析結果的 2 大群中，又可以各分為 2 小群：1 月底至 3 月初幾乎僅有合浦絨螯蟹大眼幼體故聚於一群；12 月與 4 - 6 月，則有乳白南方招潮蟹、紅螯螳臂蟹出現，3 至 5 月有臺灣厚蟹、短指和尚蟹，有大量短指和尚蟹大眼幼體進入香山濕地，於叢聚分析中，形成另一小群。7 至 9 月初，是萬歲大眼蟹與長指股窗蟹的一小波入添高峰，此時有少量招潮蟹（如北方凹指招潮蟹）與相手蟹大眼幼體進入香山濕地，同時也可以發

現少量梭子蟹科物種，因此於叢聚分析結果中形成一小群；9 月底至 11 月，則為各種招潮蟹大眼幼體的主要入添期，此時輸入香山濕地的蟹類大眼幼體除大眼蟹科之外，可見多量乳白南方招潮蟹與弧邊管招潮蟹的大眼幼體。6、7 月因為介於許多蟹類生殖季的過渡階段，因此在叢聚分析結果，同時可於 2 大群中發現 6、7 月的蟹類大眼幼體群聚。

由 111 - 112 年度香山濕地蟹類大眼幼體統計結果，可以得知輸入香山濕地的蟹類大眼幼體主要可以分為 2 類群聚，一類以弓蟹科（合浦絨螯蟹、臺灣厚蟹）與短指和尚蟹為主，於 12 月至翌年 6 月輸入香山濕地，另一類以毛帶蟹科、大眼蟹科、沙蟹科與相手蟹科為主，間有少量梭子蟹科物種，形成香山濕地全年之蟹類大眼幼體群聚變化。

（二）次世代定序高通量分子條碼比對結果

次世代定序樣本依據樣本大小，依據可否通過 2mm 篩網分為 Macro（無法通過篩網）與 micro（可通過篩網）2 組，分別抽取 DNA、聚合酶鏈鎖反應與定序，最後分別比較兩樣本與合併後蟹類序列數（reads）的百分比如表 15。樣本的序列數介於 28,120 至 183,440 條之間，蟹類物種序列數介於 1,437 至 105,858 條之間。Macro 樣本中蟹類物種序列百分比介於 3.03 - 82.85%、平均為 21.84%，micro 樣本的蟹類物種序列百分比在 2.18% 至 61.90%之間，平均為 21.97%；將兩者合併計算，蟹類物種序列數百分比在 4.58 - 49.24%之間，平均值為 24.39%。各樣本的總序列數均超過 25,000 條，足夠後續分析。

Macro 樣本的蟹類物種序列數佔比與 micro 樣本沒有顯著差異（Wilcoxon test, $p=.63$ ）。夏秋季節樣本過篩時，發現 Macro 樣本中含有許多蝦類如毛蝦（*Acetes*）與對蝦（*Penaeidae*），使得蟹類大眼幼體的比率被稀釋（圖 56）；冬季至初春捕獲之蟹類大眼幼體較大，Macro 樣本的蟹類序列百分比可高出 micro 樣本 10 倍左右。



圖 56、Macro 樣本中大量的蝦類。

表 15、次世代定序蟹類序列數與其他動物序列數比較表。

	111.07.14			111.07.29			111.08.12			111.08.29			111.09.12		
	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total
所有序列數	54,425	16,752	71,177	32,808	33,907	66,715	65,670	96,665	162,335	77,595	105,816	183,411	47,727	68,857	116,584
節肢動物 序列數	48,639	13,934	62,573	29,263	25,330	54,593	54,722	85,078	139,800	65,069	87,894	152,963	26,427	46,646	73,073
蟹類序列數	3,993	2,235	6,228	1,823	5,140	6,963	10,378	27,092	37,470	16,882	38,681	55,491	5,090	24,672	29,758
蟹類序列 百分比	7.34%	13.34%	8.75%	5.56%	15.16%	10.44%	15.80%	28.03%	23.08%	21.76%	36.55%	30.26%	10.66%	35.83%	25.52%
	111.09.26			111.10.11			111.10.25			111.11.10			111.11.24		
	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total
所有序列數	35,091	23,086	58,177	29,302	35,565	64,867	20,562	48,494	69,056	25,891	33,719	59,610	32,064	29,512	61,576
節肢動物 序列數	30,249	19,628	49,877	23,898	30,682	54,580	13,771	20,251	34,022	16,329	22,436	38,765	21,261	20,083	41,344
蟹類序列數	7,151	8,803	15,954	15,947	11,091	26,965	3,387	4,788	8,175	1,993	1,077	3,070	7,900	12,215	20,098
蟹類序列 百分比	20.38%	38.13%	27.42%	54.42%	31.19%	41.57%	16.47%	9.87%	11.84%	7.70%	3.19%	5.15%	24.64%	41.39%	32.64%
	111.12.09			111.12.23			112.01.06			112.01.22			112.02.07		
	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total
所有序列數	12,227	15,324	27,551	11,918	11,338	23,256	19,473	16,246	35,719	15,503	13,015	28,518	14,020	20,053	34,073
節肢動物 序列數	6,250	8,665	14,915	5,401	7,551	12,952	6,009	6,530	12,539	8,885	6,325	15,210	9,927	6,385	16,312
蟹類序列數	1,772	1,336	3,108	2,010	2,661	4,671	848	803	1,651	470	967	1,437	3,111	437	3,548
蟹類序列 百分比	14.49%	8.72%	11.28%	16.87%	23.47%	20.09%	4.35%	4.94%	4.62%	3.03%	7.43%	5.04%	22.19%	2.18%	10.41%

	112.02.21			112.03.07			112.03.23			112.04.06			112.04.20		
	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total
所有序列數	18,643	84,477	103,120	19,584	20,202	39,786	13,646	17,380	31,026	13,963	14,157	28,120	14,257	11,770	26,027
節肢動物 序列數	9,655	48,846	58,501	6,481	7,996	14,477	13,109	10,474	23,583	7,058	5,906	12,964	11,951	10,352	22,303
蟹類序列數	5,766	14,244	20,010	4,374	1,225	5,599	3,821	2,098	5,919	1,905	1,192	3,097	7,279	5,700	12,979
蟹類序列 百分比	30.93%	16.86%	19.40%	22.33%	6.06%	14.07%	28.00%	12.07%	19.08%	13.64%	8.42%	11.01%	51.06%	48.43%	49.87%
	112.05.05			112.05.19			112.06.04			112.06.17			112.07.2		
	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total	Macro	micro	total
所有序列數	82,963	59,965	142,928	82,930	53,555	136,485	96,427	85,906	182,333	69,683	49,156	118,839	73,172	51,632	124,804
節肢動物 序列數	74,784	48,672	123,456	53,096	27,856	80,952	59,873	54,546	114,419	58,047	33,280	91,327	42,560	39,832	82,392
蟹類序列數	68,737	37,121	105,858	11,408	6,384	17,792	28,181	41,571	69,752	7,724	16,977	24,701	10,162	10,947	21,109
蟹類序列 百分比	82.85%	61.90%	74.06%	13.76%	11.92%	13.04%	29.23%	48.39%	38.26%	11.08%	34.54%	20.79%	13.89%	21.20%	16.91%
	112.08.02			112.08.17											
	Macro	micro	total	Macro	micro	total									
所有序列數	51,726	43,904	95,630	50,576	49,334	99,910									
節肢動物 序列數	40,866	26,426	67,292	45,012	37,109	82,121									
蟹類序列數	8,696	17,508	26,204	15,447	24,428	39,875									
蟹類序列 百分比	16.81%	39.88%	27.40%	30.54%	49.52%	39.91%									

以分析出的 ASVs 序列比對資料庫，得到香山濕地自 111 年 7 月至 112 年 8 月的蟹類大眼幼體有 143 種，名錄如表 16。比較全年度的採樣結果，111 年 8 月採得的蟹類大眼幼體物種數最多，超過 50 種，而 5 月至 10 月為全年蟹類大眼幼體物種數相對較多的月份；112 年 1 至 2 月的蟹類大眼幼體數量最少，僅不到 10 種，且多樣性指數與均一度指數均低，代表此時蟹類大眼幼體的序列數集中在少數幾種。

如同形態分析的結果，依據高通量分子條碼比對結果的序列數，將香山濕地的蟹類大眼幼體分為毛帶蟹科、大眼蟹科、沙蟹科、相手蟹科、梭子蟹科與弓蟹科等 6 個主要出現的科別。依據序列數計算各科比例後，依時序作圖如圖 57。

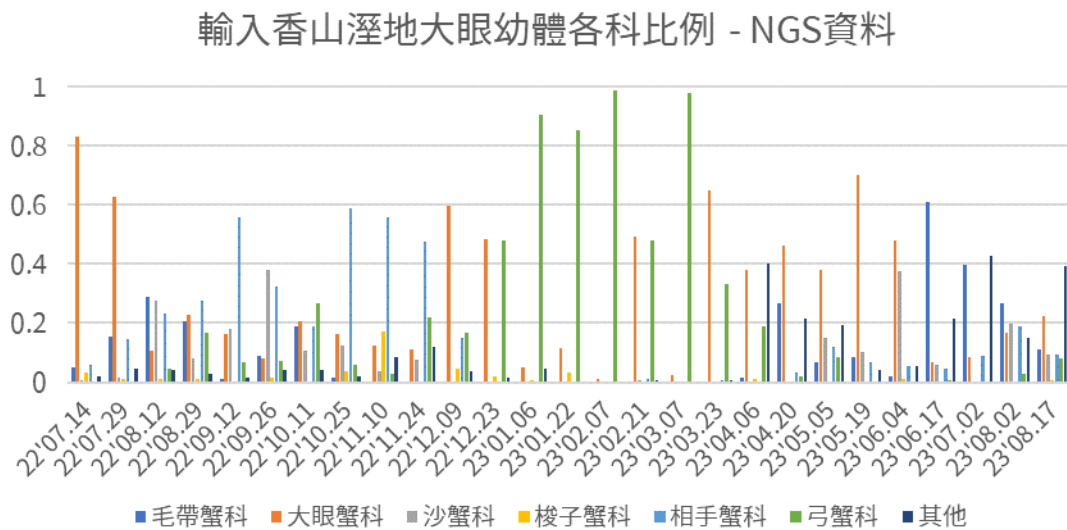


圖 57、高通量分子條碼比對各科大眼幼體隨時間所佔比例變化圖。

111 年 7 月的大眼幼蟹以萬歲大眼蟹、角眼拜佛蟹、近相手蟹（含雙齒擬相手蟹及 *Perisesarma guttatum*）與弧邊招潮蟹最多；8 至 11 月的大眼幼蟹組成類似，並有多量弓蟹科的似方假厚蟹與字紋弓蟹、游氏弓蟹出現。111 年 12 月至 112 年 3 月的大眼幼蟹組成則以弓蟹科為主，序列比對到許

多絨螯蟹類與隆背張口蟹序列；3 月底 4 月初開始，萬歲大眼蟹、長趾股窗蟹、角眼拜佛蟹的序列數又開始上升，此時也開始偵測到和尚蟹的序列。

111 年 7 月開始偵測到臺灣早招潮蟹的序列，惟數量僅十餘條，代表樣本中含有臺灣早招潮蟹的幼體，惟數量少，可能只有零星個體。111 年 8、9 月與 112 年 5 月是臺灣早招潮蟹序列讀取數的高峰，但最高序列數量仍未超過 600 條。依據序列有無推斷，臺灣早招潮蟹大眼幼體於每年 5 至 10 月入添香山濕地。

本計畫絕大多數序列與資料庫比對之相似百分比都超過 98%，可以認定該序列就是比對到的物種，但部分物種如馬六甲大眼蟹(*Macrophthalmus malaccensis*)與拉氏大眼蟹(*Venitus latreillei*, 原 *Macrophthalmus latreillei*)的序列相似百分比低於 85%，且近 20 年來在香山濕地，無發現其出現紀錄。馬六甲大眼蟹主要分布在泰國與東南亞地區，拉氏大眼蟹則於臺灣南部的曾文溪口（臺南市政府（2020）、方美齡（2022））、四草濕地（內政部（2018））、台江國家公園（台江國家公園（2013））有採集或調查紀錄。較低的序列相似度百分比，代表定序序列與資料庫中的序列差異較大，可能是資料庫中的物種採集地與台灣距離較遠，也可能是錯誤鑑定，或者有其他物種序列位存於資料庫無法比對；更甚者，可能定序到的物種是新種，但因已無法追溯個體，故無法確認。類似的情形也發生於其他物種，將於下文討論。

將 111 - 112 年共 27 次採得的蟹類大眼幼體次世代定序高通量分子條碼比對結果，以各次比對序列數的全距標準化之後進行叢聚分析，結果如圖 58。如同形態鑑定的結果，以次世代定序高通量分子條碼比對的叢聚分析結果中，也可以發現香山濕地蟹類大眼幼體可以按照時間分為兩大群，分別為 12 月至翌年 3 月，以及 4 至 11 月。

香山溼地蟹類大眼幼體NGS分群結果

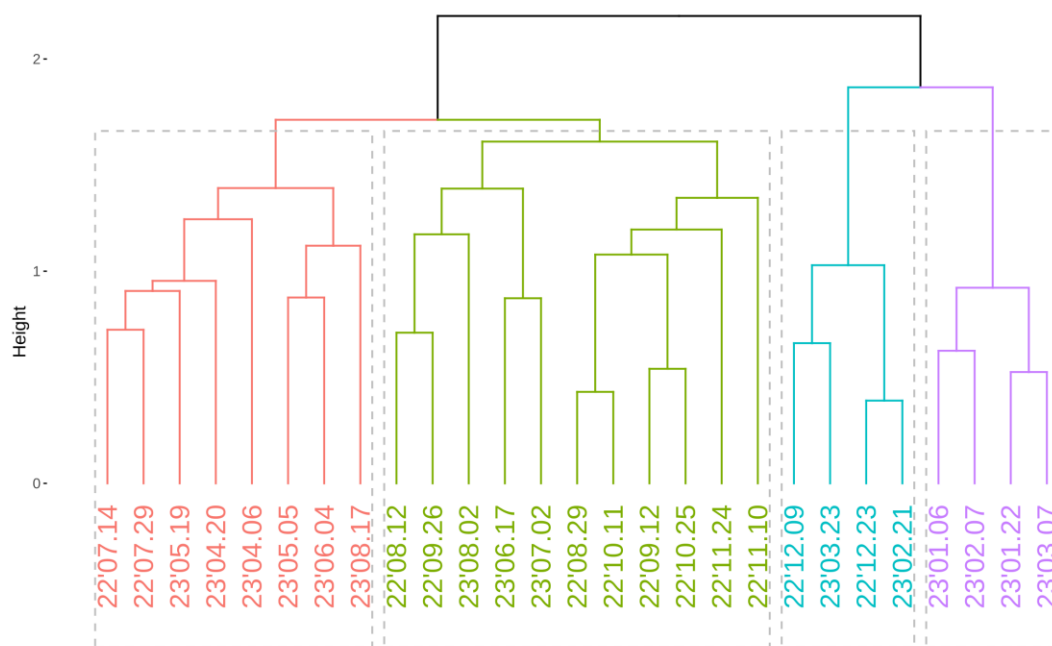


圖 58、香山濕地 111 - 112 年度蟹類大眼幼體次世代定序高通量分子條碼比對
叢聚分析結果。

由 111 - 112 年度香山濕地蟹類大眼幼體次世代定序高通量分子條碼比對結果中，可以得知主要全年輸入香山濕地 2 大集群中的主要蟹種：每 12 月至翌年 3 月，以絨螯蟹為主，另偵測到德氏仿厚蟹與少量萬歲大眼蟹序列；4、5 月有多量短指和尚蟹序列，許多相手蟹科物種序列數增加；6 月至 11 月，則有多量毛帶蟹科、沙蟹科與大眼蟹科物種進入香山濕地。

表 16、111 - 112 年次世代定序高通量分子條碼蟹類物種比對名錄。數量單位：序列條數。

		111.											112.																
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
Dotillidae 毛帶蟹科																													
<i>Ilyoplax formosensis</i>	台灣泥蟹			5			9													7								29	
<i>Ilyoplax serrata</i>	鋸眼泥蟹				9					7																			
<i>Ilyoplax tansuiensis</i>	淡水泥蟹		5	119	19		39	77												361	118	136	50	13		418	1107		
<i>Scopimera bitympana</i>	雙扇股窗蟹			20		44			53										38		57	4				56			
<i>Scopimera longidactyla</i>	長趾股窗蟹	109	183	489	3353	4	88	1337	11		4						8	2	6	9	1056	653	401	19	22	45	670	2306	
<i>Tmethypocoelis ceratophora</i>	角眼拜佛蟹	210	896	10187	8129	324	1281	3710	44	3	5						57		8		2040	6191	979	1375	15030	8319	5914	2081	
Macrophthalmidae 大眼蟹科																													
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	短身大眼蟹	1783	505	181	183	83	411	129	6					5			7			3	263	128	93	32	4	319	62	1028	
<i>Macrophthalmus banzai</i>	萬歲大眼蟹	2743	3411	3337	11746	4803	770	5282	1305	376	2137	1852	2265	76	166	37	9088	131	3849	1173	5441	33419	10392	27935	1296	514	3704	8103	
<i>Macrophthalmus japonicus</i>	日本大眼蟹			89	332			138			59		2				747				4633	793	2751	309		313	1602		
<i>Macrophthalmus malaccensis</i>	馬六甲大眼蟹	437	208	4																									
<i>Macrophthalmus tomentosus</i>	絨毛大眼蟹	119	38	347	252		90	24	20								18					2148	838	2739	6	932	291	267	
<i>Venitus latreillei</i>	拉氏大眼蟹	84	200		180			53									5				308	44	352					107	
Ocypodidae 沙蟹科																													
<i>Austruca lactea</i>	乳白南方招潮蟹		9	2477	470	495	799	308	130								99					8760	1322	17099	801	47	4361	2942	
<i>Gelasimus hesperiae</i>	赫氏丑招潮蟹																							14					
<i>Gelasimus jocelynae</i>	賈瑟琳丑招潮																12					35		1142	42			57	
<i>Gelasimus vocans</i>	呼喚招潮蟹		9	47	11		33	23									10					62		1591	86		17	43	
<i>Leptuca thayeri</i>				305				21														2746	24		9		38	959	
<i>Minuca galapagensis</i>						16																							
<i>Ocypode ceratophthalmus</i>	角眼沙蟹			3	196	47		188	162		74													17					
<i>Ocypode sinensis</i>	中華沙蟹				6																								
<i>Paraleptuca crassipes</i>	粗腿擬瘦招潮	13									29																		
<i>Tubuca arcuata</i>	弧邊招潮蟹	13	42	7045	3631	4766	4960	2214	731	109	1415						30				11	3606	220	6403	548		554	454	
<i>Tubuca coarctata</i>	窄招潮蟹			12																									
<i>Xeruca formosensis</i>	臺灣早招潮蟹	19	37	376	194	21	252	120														526	197	21			227	81	

		111.											112.																								
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17									
Portunidae 梭子蟹科																																					
<i>Achelous gibbesii</i>																											12										
<i>Charybdis amboinensis</i>	安汶蟳												48																								
<i>Charybdis feriata</i>	鏽斑蟳					8																															
<i>Charybdis hellerii</i>	赫氏蟳				43	5	32	4																													
<i>Charybdis japonica</i>	日本蟳												44																								
<i>Charybdis lucifera</i>	晶瑩蟳				82	9	65	7						22	8																						
<i>Charybdis orientalis</i>	東方蟳				12	64	11	217																				5									
<i>Charybdis rathbuni</i>									41																												
<i>Charybdis variegata</i>	雜色蟳								12																												
<i>Lupocycloporus gracilimanus</i>	纖手狼環孔蟹								11	78																											
<i>Lupocyclus inaequalis</i>	不等狼牙蟹					8	3												39																		
<i>Portunus pelagicus</i>	遠海梭子蟹	3																					28	25													
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹				255	110																															
<i>Scylla olivacea</i>	欖綠青蟳																										7										
<i>Scylla paramamosain</i>	擬深穴青蟳				23	11	12	42	23																	16	722										
<i>Scylla serrata</i>	鋸緣青蟳					8																															
<i>Scylla tranquebarica</i>	特蘭奎巴青蟳				48	13	397	73																				77									
<i>Thalamita admete</i>	野生短槳蟹	128	41																																		
<i>Thalamita crenata</i>	鈍齒短槳蟹	18																																			
<i>Thalamita gatavakensis</i>	加塔瓦奇短槳蟹				460	9																															
<i>Thalamita integra</i>	完整短槳蟹	68																																			
<i>Thalamita sima</i>	雙額短槳蟹												23																								
<i>Thranita cerasma</i>	混雜長槳蟹								4	4																											
<i>Thranita coeruleipes</i>	藍足長槳蟹				26	20																															
<i>Thranita crenata</i>	鈍齒長槳蟹	35	19	39																					267	7											327
Sesarmidae 相手蟹科																																					
<i>Bresedium brevipes</i>	短足針肢蟹										19																										
<i>Chiromantes haematocheir</i>	漢氏螳臂蟹	242	3415	2661	120	1081	1623	406	496	174																	7										

		111.											112.																
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
<i>Clistocoeloma sinense</i>	中華泥毛蟹			16	48	62		6	8																	101	95		
<i>Cristarma eulimene</i>		11		384	3451	1739	216	1128	761	1000	413	64															14		
<i>Nanosesarma minutum</i>	小相手蟹	41	63			6		35																19	8	10	4		
<i>Neosarmatium smithi</i>	斯氏新脹蟹				4																								
<i>Orisarma dehaani</i>	漢氏東方蟹	14		404	1177	1031	186	311	216		11					23			7	46	3393	91	663	205	273	1723	1708		
<i>Orisarma neglectum</i>	隱秘東方蟹		14	395	520	179	80	308												31	945	14	201	205	204	388	724		
<i>Parasesarma affine</i>	褶痕擬相手蟹			334	261	988	172	59	223													1098	252	334	218	308	275	388	
<i>Parasesarma bidens</i>	雙齒近相手蟹	32	102	363	382	716	235	142	260	58	863	17				108		7				207	3	561		378	775	242	
<i>Parasesarma lanchesteri</i>				67	10		38																	9			8		
<i>Parasesarma lepidum</i>	鱗紋擬相手蟹			176	38	306	79	18	25													12			39	7	63		
<i>Parasesarma pictum</i>	斑點擬相手蟹			70	2	70	40	8														46		7	21				
<i>Parasesarma plicatum</i>	摺痕擬相手蟹	216	767	1515	1156	2688	1103	663	442	2	102					33						119	3690	745	1552	314	497	1064	1121
<i>Parasesarma tripectinis</i>	三櫛擬相手蟹			1222	507	1208	727	191	286													92	2917	53	263	88	33	157	136
<i>Perisesarma guttatum</i>		47	55	3076	4421	4856	1890	1130	946	232	7402	214			2	84		34	4	145	405	13	235	7	23	293	160		
<i>Perisesarma longicristatum</i>				411	36	127	243	8	14													112	31	82		8	76	251	
<i>Sesarma rectum</i>																											11		
Varunidae 弓蟹科																													
<i>Chasmagnathus convexus</i>	隆背張口蟹											6	32	402	612	461	1622	2286	405	17									
<i>Cyclograpsus granulatus</i>																	51	7											
<i>Cyclograpsus intermedius</i>	中型圓方蟹				618	129		841			492																		
<i>Eriocheir japonica</i>	日本絨螯蟹									11	25	326	2010	1088	521	2089	7589	2875	673	178	77								
<i>Eriocheir ogasawaraensis</i>	小笠原絨螯蟹											3	7				12	4											
<i>Gaetice depressus</i>	平背蜞																						65						
<i>Helicana doerjesi</i>	德氏仿厚蟹											191	195		85	952	187	159	120	6									
<i>Helice latimera</i>	側足厚蟹				35			66																					
<i>Helice tientsinensis</i>	天津厚蟹										23																		5
<i>Helice tridens</i>	三櫛厚蟹														5		53		638	100									
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	絨螯近方蟹									5																			
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	肉球近方蟹																												

		111.											112.																
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	竹野近方蟹		7	3			9				30					39	11	142	289	191	648				85		8	22	
<i>Metaplex elegans</i>	秀麗長方蟹	5	4	972		3	579															8328	28	53	57	9	111	230	
<i>Parahelice pilimana</i>	毛緣擬厚蟹				8						11																		
<i>Platyeriocheir formosa</i>	臺灣扁絨螯蟹				27			23	7		26																		
<i>Pseudohelice latreillii</i>	拉氏假厚蟹				265	5		369	15		200																		
<i>Pseudohelice subquadrata</i>	似方假厚蟹			12	6346	1653		4804	390	69	2966																		
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹			78	541		57	159																				119	
<i>Varuna yui</i>	游氏弓蟹			694	1382	218	465	986	54		607										5	4	39			8	631	3576	
Others 其他蟹類																													
<i>Calappa bilineata</i>						20					25																		
<i>Cardisoma carnifex</i>	兇狠圓軸蟹			21			8																						
<i>Cardisoma guanhumii</i>	關氏圓軸蟹				248	44		332	6		150																		
<i>Tuerkayana magnum</i>	巨型特氏蟹										165																		
<i>Eucrate crenata</i>	隆線強蟹						6						7																
<i>Collodes leptocheles</i>																													173
<i>Persephona punctata</i>					72	4		38			17																		
<i>Seulocia latirostrata</i>	帶紋玉蟹							35																					
<i>Hyas lyratus</i>																										46	80	21	1730
<i>Leptomithrax garricki</i>																													3
<i>Libinia spinosa</i>				56	8		10									30						86	78	198	410	797	116		
<i>Tylocarcinus styx</i>	瘤結蟹					11			5																				208
<i>Ashtoret lunaris</i>	紅點月神蟹																												184
<i>Matuta victor</i>	勝利黎明蟹																							2	154			43	
<i>Mictyris brevidactylus</i>								3								3		29	631	1624	481					3			
<i>Mictyris guinotae</i>	短指和尚蟹															5			586	1019	17452	51	6	22				88	
<i>Mictyris longicarpus</i>																			12	13	84								
<i>Mithrax pleuracanthus</i>	長腕和尚蟹										312	7		40		7													
<i>Nonala holderi</i>						4																							
<i>Ozius rugulosus</i>	皺紋團扇蟹				9	8					48	41																	

		111.											112.																
		07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
<i>Acantholobulus bermudensis</i>																								82	331				
<i>Panopeus lacustris</i>																											22	3	
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	哈氏溪武蟹																							14	63	5			
<i>Daldorfia horrida</i>	粗糙蝕菱蟹																												
<i>Pilumnopus convexus</i>																						16						5	
<i>Pilumnopus makianus</i>	牧氏毛粒蟹																						75						
<i>Pilumnus longicornis</i>					9																								
<i>Pilumnus tahitensis</i>												12																	
<i>Typhlocarcinops stephensi</i>	斯氏擬盲蟹				12																								
<i>Afropinnotheres monodi</i>	豆蟹			165	18	7	144	79				126											25					9	
<i>Amusiotheres obtusidentatus</i>	豆蟹																									73	261		
<i>Arcotheres sinensis</i>	中華蚶豆蟹			13	19	5		6																		352		296	
<i>Austinotheres angelicus</i>	豆蟹			70			42					341																	
<i>Calyptraeotheres garthi</i>	豆蟹	33	8	67	181	19	51	436	4	23	1245	61												75	23		23		
<i>Indopinnixa haematosticta</i>	豆蟹		4		9			8					7																
<i>Scyra acutifrons</i>																									241	812	80		
<i>Plagusia squamosa</i>	鱗形斜紋蟹			7																		96				35			
<i>Homalaspis plana</i>												28																1312	
<i>Enosteoides ornatus</i>	巧飾網眼瓷蟹			18	19		12					9																	
<i>Enosteoides turkayi</i>				77		11								14	62											1830	681	607	
<i>Petrolisthes armatus</i>						38																	14				38	1627	
<i>Pisidia brasiliensis</i>																								124	339	27		4759	
<i>Polyonyx gibbesi</i>				20	10					24													79	32	91	247	1075	208	73
<i>Porcellana africana</i>		82	320	1025	1028	18	391	133	56	127	19	25					88		8		72	655	384	2748	636	5849	2359		
<i>Atergatis floridus</i>	花紋愛潔蟹																												
<i>Banareia armata</i>	武裝鎧蟹			5																									
<i>Chlorodiella nigra</i>	黑點綠蟹																						20			28	114		
<i>Leptodius affinis</i>	溝痕皺蟹			9			9		7																				
<i>Liagore rubromaculata</i>	紅斑斗蟹																2			16	35	1356							

	111.												112.															
	07.14	07.29	08.12	08.29	09.12	09.26	10.11	10.25	11.10	11.24	12.09	12.23	01.06	01.22	02.07	02.21	03.07	03.23	04.06	04.20	05.05	05.19	06.04	06.17	07.02	08.02	08.17	
<i>Liocarpilodes integerrimus</i>			3																									
<i>Macromedaeus orientalis</i> 東方大權蟹					241			40																				
<i>Medaeops edwardsi</i> 愛德華仿權位蟹											10																	
<i>Medaeops granulosus</i> 顆粒仿權位蟹																								4				
<i>Paramedaeus globosus</i>																									37		9721	
<i>Xanthias punctatus</i> 細點近扇蟹													32															
序列總條數	6228	6963	37470	55491	29758	15954	26965	8175	3070	20098	3108	4671	1651	1437	3548	20010	5599	5919	3097	12979	105858	17792	69752	24701	21109	26204	39875	
物種數	23	24	56	57	44	45	45	37	22	34	18	12	7	6	6	27	9	12	16	23	44	33	41	40	34	38	37	
Simpson 多樣性指數	0.72	0.72	0.87	0.90	0.89	0.87	0.89	0.90	0.83	0.82	0.62	0.58	0.50	0.67	0.56	0.64	0.57	0.55	0.77	0.77	0.85	0.64	0.76	0.62	0.76	0.88	0.91	
Shannon 多樣性指數	1.75	1.84	2.58	2.67	2.55	2.64	2.66	2.60	2.19	2.26	1.56	1.06	0.97	1.28	0.99	1.33	1.01	1.21	1.74	1.92	2.42	1.78	1.98	1.78	1.98	2.60	2.82	
均一度指數	0.56	0.58	0.64	0.66	0.67	0.69	0.70	0.72	0.71	0.64	0.54	0.43	0.50	0.71	0.55	0.40	0.46	0.49	0.63	0.61	0.64	0.51	0.53	0.48	0.56	0.71	0.78	

（三）形態鑑定與次世代定序高通量分子條碼比對結果之比較

比較 111 年 7 月至 112 年 4 月捕獲的大眼幼蟹形態鑑定與次世代定序高通量分子條碼，其異同如表 17。形態與分子條碼兩者相比較，有 35 個學名相同、11 個學名為形態鑑定獨有，108 個為高通量分子條碼獨有。其中以形態鑑定出的戈氏小相手蟹（*Metasesarma gordonii*）在全球生物多樣性資料庫（GBIF）、全球海洋生物資料庫（WoRMs）與用以比對序列的美國國家生物技術資訊中心（NCBI）物種資料庫中，皆被視為小型小相手蟹（*Nanosesarma minutum*）的同物異名，而高通量分子條碼的比對結果有小型小相手蟹，因此將形態鑑定的戈氏小相手蟹與高通量分子條碼比對出的小型小相手蟹視為相同物種。

蟹類大眼幼體以形態與高通量分子條碼技術辨識出的物種學名重疊度，佔所有形態可區別物種的 76%，顯見高通量分子條碼技術在資料庫足夠豐沛的情況下，比對結果尚可信賴。

比較形態與高通量分子條碼比對結果，發現毛帶蟹科與大眼蟹科的百分比變化趨勢在兩種鑑定方法中的變化趨勢大致相同，但沙蟹科、相手蟹科與弓蟹科除了 1 至 4 月外，在兩種鑑定結果中的百分比差異較大。若比較形態與高通量分子條碼比對結果的蟹類大眼幼體聚類情況，可以發現無論形態或者高通量分子條碼的鑑定結果，其蟹類大眼幼體物種均可依捕獲時間分為 2 大群聚，分別為 12 月至翌年 4 - 6 月，以及 4 - 6 至 11 月。兩種鑑定方法的蟹類群聚，除 4 - 6 月間有所差異，其餘群聚結果相符。

本年度由形態鑑定輔以分子條碼鑑定以及高通量分子條碼比對物種，鑑定出許多香山濕地之新紀錄物種。將高通量分子條碼比對結果物種刪去僅出現過一次，以及未分布於潮間帶或太平洋地區的蟹種，結合形態鑑定的結果，以過往蟹類名錄為依據，整理成香山濕地蟹類名錄，共有 18 科、106 種，其中 46 種於大眼幼體中發現，如附表 4。

表 17、香山濕地蟹類大眼幼體形態與高通量分子條碼鑑定結果比較表。標題列括號中的數字，代表物種數。

僅形態鑑定(11)	兩者相同之鑑定(35)	僅高通量分子條碼(108)
<u>Dotillidae 毛帶蟹科</u> <i>Scopimera intermedia</i> 中型股窗蟹 <u>Portunidae 梭子蟹科</u> <i>Charybdis anisodon</i> 異齒蟬 <i>Charybdis helleri</i> 鈍齒蟬 <u>Sesamidae 相手蟹科</u> <i>Neosarmatium indicum</i> 印度新脹蟹 <i>Parasesarma insulare</i> 島嶼擬相手蟹 <u>Varunidae 弓蟹科</u> <i>Eriocheir hepuensis</i> 合浦絨螯蟹 <i>Helice formosensis</i> 台灣厚蟹 <u>Others 其他物種</u> <i>Metopograpsus thukuhar</i> 方形大額蟹 <i>Leptodius sanguineus</i> 肉球皺蟹 <i>Pinnotheres</i> spp. 豆蟹 (2 種)	<u>Dotillidae 毛帶蟹科</u> <i>Ilyoplax tansuiensis</i> 淡水泥蟹 <i>Scopimera bitympana</i> 雙扇股窗蟹 <i>Scopimera longidactyla</i> 長指股窗蟹 <u>Macrophthalmidae 大眼蟹科</u> <i>Macrophthalmus abbreviatus</i> 短身大眼蟹 <i>Macrophthalmus banzai</i> 萬歲大眼蟹 <i>Macrophthalmus tomentosus</i> 絨毛大眼蟹 <u>Ocypodidae 沙蟹科</u> <i>Austruca lactea</i> 乳白南方招潮蟹 <i>Gelasimus jocelynae</i> 賈瑟琳丑招潮 <i>Gelasimus vocans</i> 呼喚招潮蟹 (北方凹指招潮蟹) <i>Paraleptuca crassipes</i> 麗彩擬瘦招潮 <i>Tubuca arcuate</i> 弧邊管招潮蟹 <i>Xeruca formosensis</i> 臺灣早招潮蟹 <u>Portunidae 梭子蟹科</u> <i>Charybdis lucifera</i> 晶瑩蟬 <i>Portunus pelagicus</i> 遠海梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i> 紅星梭子蟹 <i>Thalamita admeti</i> 野生短槳蟹 <i>Thalamita crenata</i>	<u>Dotillidae 毛帶蟹科</u> <i>Ilyoplax formosensis</i> <i>Ilyoplax serrata</i> <i>Tmethypocoelis ceratophora</i> <u>Macrophthalmidae 大眼蟹科</u> <i>Macrophthalmus japonicus</i> <i>Macrophthalmus. malaccensis</i> <i>Venitus latreillei</i> <u>Ocypodidae 沙蟹科</u> <i>Leptuca thayeri</i> <i>Minuca galapagensis</i> <i>Ocypode ceratophthalmus</i> <i>Ocypode sinensis</i> <i>Tubuca coarctata</i> <u>Portunidae 梭子蟹科</u> <i>Charybdis amboinensis</i> <i>C. feriata</i> <i>C. hellerii</i> <i>C. japonica</i> <i>C. orientalis</i> <i>C. variegata</i> <i>Lupocyclus inaequalis</i> <i>Scylla paramamosain</i> <i>Scylla tranquebarica</i> <i>Thalamita integra</i> <i>Thalamita sima</i> <i>Thalamita cerasma</i> <i>Thalamita coeruleipes</i> <i>Thalamita crenata</i> <u>Sesamidae 相手蟹科</u> <i>Bresedium brevipes</i> <i>Chiromantes haematocheir</i> <i>Clistocoeloma sinense</i> <i>Cristarma eulimene</i> <i>Nanosesarma minutum</i> <i>Neosarmatium smithi</i> <i>Orisarma neglectum</i> <i>Parasesarma affine</i>

僅形態鑑定(11)	兩者相同之鑑定(35)	僅高通量分子條碼(108)
	<p>鈍齒短槳蟹</p> <p><u>Sesamidae 相手蟹科</u></p> <p><i>Chiomantes haematocheir</i> 紅螯螳臂蟹</p> <p><i>Clistocoeloma sinense</i> 中華泥毛蟹</p> <p><i>Orisarma dehaani</i> 漢氏東方蟹</p> <p><i>Parasesarma bidens</i> 雙齒擬相手蟹</p> <p><i>Parasesarma pictum</i> 斑點擬相手蟹</p> <p><i>Parasesarma plicatum</i> 摺痕擬相手蟹</p> <p><i>Parasesarma tripectinis</i> 三櫛擬相手蟹</p> <p><i>Nanosesarma minutum</i> 小型小相手蟹</p> <p>≡ <i>Metasesarma gordonii</i> 戈氏小相手蟹</p> <p><u>Varunidae 弓蟹科</u></p> <p><i>Eriocheir japonica</i> 日本絨螯蟹</p> <p><i>Helice latimera</i> 側足厚蟹</p> <p><i>Metaplax elegans</i> 秀麗長方蟹</p> <p><i>Pseudohelice subquadrata</i> 似方假厚蟹</p> <p><i>Varuna litterata</i> 字紋弓蟹</p> <p><u>Others 其他物種</u></p> <p><i>Matuta victor</i> 勝利黎明蟹</p> <p><i>Pilumnopus convexus</i> 毛粒蟹</p> <p><i>Mictyris brevidactylus</i> 短指和尚蟹</p> <p><i>Nepinnotheres pinnotheres</i> 豆蟹</p> <p><i>Indopinnixa</i> sp. 豆蟹</p>	<p><i>Parasesarma bidens</i></p> <p><i>Parasesarma lanchesteri</i></p> <p><i>Parasesarma lepidum</i></p> <p><i>Parasesarma pictum</i></p> <p><i>Parasesarma plicatum</i></p> <p><i>Perisesarma guttatum</i></p> <p><i>Perisesarma longicristatum</i></p> <p><i>Sesarma rectum</i></p> <p><u>Varunidae 弓蟹科</u></p> <p><i>Chasmagnathus convexus</i></p> <p><i>Cyclograpsus granulatus</i></p> <p><i>Cyclograpsus intermedius</i></p> <p><i>Eriocheir ogasawaraensis</i></p> <p><i>Helicana doerjesi</i></p> <p><i>Helice epicure</i></p> <p><i>Helice tientsinensis</i></p> <p><i>Helice tridens</i></p> <p><i>Hemigrapsus penicillatus</i></p> <p><i>Hemigrapsus sanguineus</i></p> <p><i>Hemigrapsus takanoi</i></p> <p><i>Parahelice daviei</i></p> <p><i>Parahelice pilimana</i></p> <p><i>Platyeriocheir formosa</i></p> <p><i>Varuna yui</i></p> <p><u>Others 其他物種</u></p> <p><i>Calappa bilineata</i></p> <p><i>Cardisoma carnifex</i></p> <p><i>Cardisoma guanhumi</i></p> <p><i>Tuerkayana magnum</i></p> <p><i>Eucrate crenata</i></p> <p><i>Collodes leptocheles</i></p> <p><i>Persephona punctata</i></p> <p><i>Seulocia latirostrata</i></p> <p><i>Hyas lyratus</i></p> <p><i>Leptomithrax garricki</i></p> <p><i>Libinia spinosa</i></p> <p><i>Tylocarcinus styx</i></p> <p><i>Ashtoret lunaris</i></p> <p><i>Matuta victor</i></p> <p><i>Mictyris guinotae</i></p> <p><i>Mictyris longicarpus</i></p> <p><i>Mithrax pleuracanthus</i></p> <p><i>Nonala holderi</i></p> <p><i>Ozius rugulosus</i></p>

僅形態鑑定(11)	兩者相同之鑑定(35)	僅高通量分子條碼(108)
		<p><i>Acantholobulus bermudensis</i> <i>Panopeus lacustris</i> <i>Rhithropanopeus harrisii</i> <i>Daldorfia horrida</i> <i>Pilumnopeus makianus</i> <i>Pilumnus longicornis</i> <i>Pilumnus tahitensis</i> <i>Typhlocarcinops stephensi</i> <i>Afropinnotheres monodi</i> <i>Amusiotheres obtusidentatus</i> <i>Arcotheres sinensis</i> <i>Austinotheres angelicus</i> <i>Calyptraeotheres garthi</i> <i>Scyra acutifrons</i> <i>Plagusia squamosa</i> <i>Homalaspis plana</i> <i>Enosteoides ornatus</i> <i>Enosteoides turkayi</i> <i>Petrolisthes armatus</i> <i>Pisidia brasiliensis</i> <i>Polyonyx gibbesi</i> <i>Porcellana africana</i> <i>Atergatis floridus</i> <i>Banareia armata</i> <i>Chlorodiella nigra</i> <i>Leptodius affinis</i> <i>Liagore rubromaculata</i> <i>Liocarpilodes integerrimus</i> <i>Macromedaeus orientalis</i> <i>Medaeops edwardsi</i> <i>Medaeops granulosis</i> <i>Paramedaeus globosus</i> <i>Xanthias punctatus</i></p>

（四）以形態或次世代定序高通量分子條碼調查輸入濕地蟹類大眼幼體 群聚之適用性探討

1. 兩種方法鑑定蟹類大眼幼體之覆蓋度比較

以清大趙蓮菊老師改良研發的統計學方法，首先將每次調查的蟹類物種轉換為調查到與否的格式（incidence-based data），再以每次的調查為單位，計算調查覆蓋度。除計算調查覆蓋度之外，亦搭配使用物種稀釋曲線（rarefaction curve）的內插與外插法，可以客觀比較形態鑑定與次世代定序高通量分子條碼鑑定蟹類大眼幼體的結果，並估計努力量加倍的情況下，覆蓋度增加的幅度。結果如圖 59。

稀釋曲線原為古生物學領域使用，而後由 Howard L. Sanders (1968)用以比較不同採樣地點的海洋底棲多毛類動物群集之組成；Shen、Chao 與 Lin (2003)進一步推廣出稀釋曲線的外插法，可以將 Good (1953)提出的物種取樣涵蓋濾進行推廣，最後得以將樣本涵蓋率繪製成具有內插與外插的稀釋曲線。

由鑑定結果的物種覆蓋度對取樣次數做圖的結果可以發現，無論以形態輔以 COI 分子條碼，或者以高通量分子條碼進行鑑定，累積 27 周的鑑定結果覆蓋度均超過九成。其中，以次世代定序高通量分子條碼進行物種比對的物種覆蓋度較低，因為 27 次調查的比對名錄中，有部分物種只比對到 1 次（意即在 27 次調查中只出現 1 次），使得調查覆蓋度下降。

依據樣本覆蓋度的稀釋曲線外插，若每逢大潮持續採樣與鑑定，兩種方法鑑定出的物種覆蓋度於 50 週時，均能超過 95%，代表若持續採集與鑑定，可以獲得香山濕地更完善的蟹類大眼幼體名錄；除此之外，以目前超過 90%的覆蓋度，再加強一倍調查努力量，僅能提升覆蓋度 5%左右，也代表本年度 27 周的調查名錄已臻完備，調查物種幾已飽和，估計未來可能新增之物種數不多。

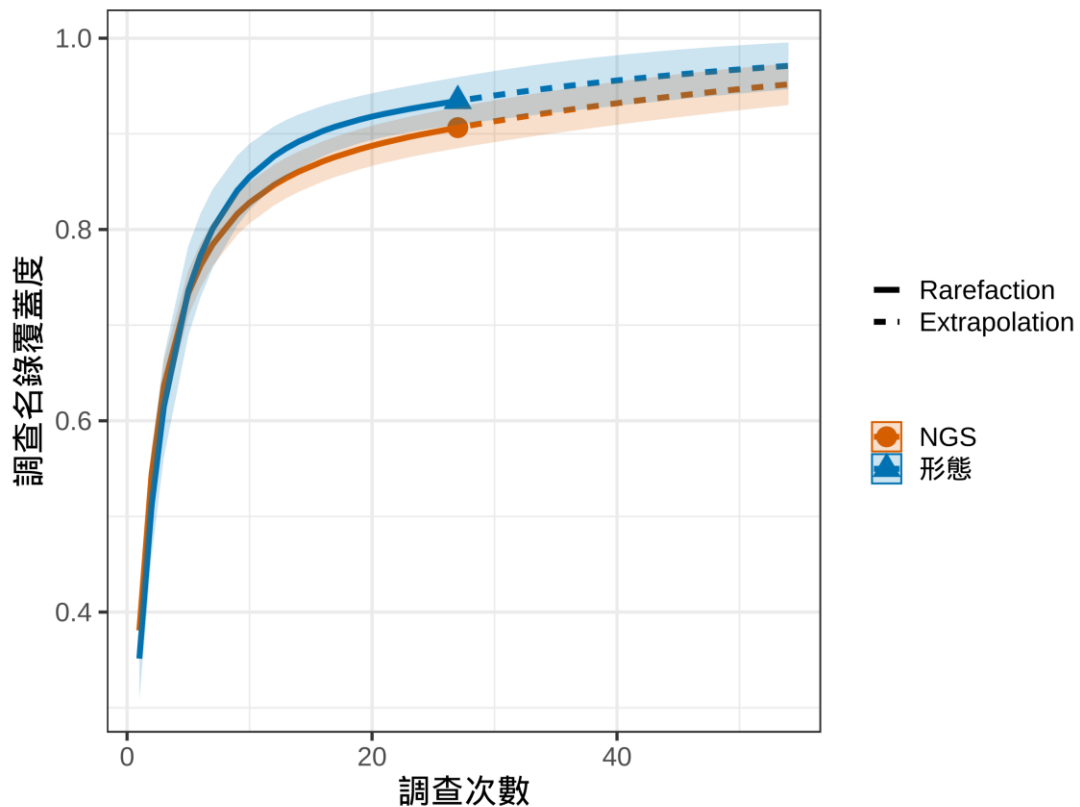


圖 59、針對不同鑑定方法使用物種調查覆蓋度稀釋曲線做圖結果。

2. 兩種方法鑑定蟹類大眼幼體之結果一致性

為驗證形態輔以 COI 分子條碼與高通量分子條碼進行鑑定的結果是否一致，將兩種方法每次採樣鑑定出的主要科別佔比進行迴歸分析，並計算決定係數（即 R^2 ），結果如圖 60。

高通量分子條碼鑑定出的各科百分比與形態鑑定結果的斜率為 0.52、決定係數為 0.35，顯示兩者間配適程度不高。此結果說明高通量分子條碼的鑑定結果與形態鑑定結果針對各科百分比的一致性不高。

形態與高通量分子條碼對蟹類大眼幼體的鑑定最小單位不同：形態鑑定法是針對單一隻大眼幼體鑑定，而高通量分子條碼的分析結果，

是針對各物種代表的序列數量做統計；序列是由聚合酶連鎖反應而來，與樣本中的不同物種的粒線體 DNA 含量有關，而粒線體 DNA 含量則和個體大小有關，與數量關係不大。

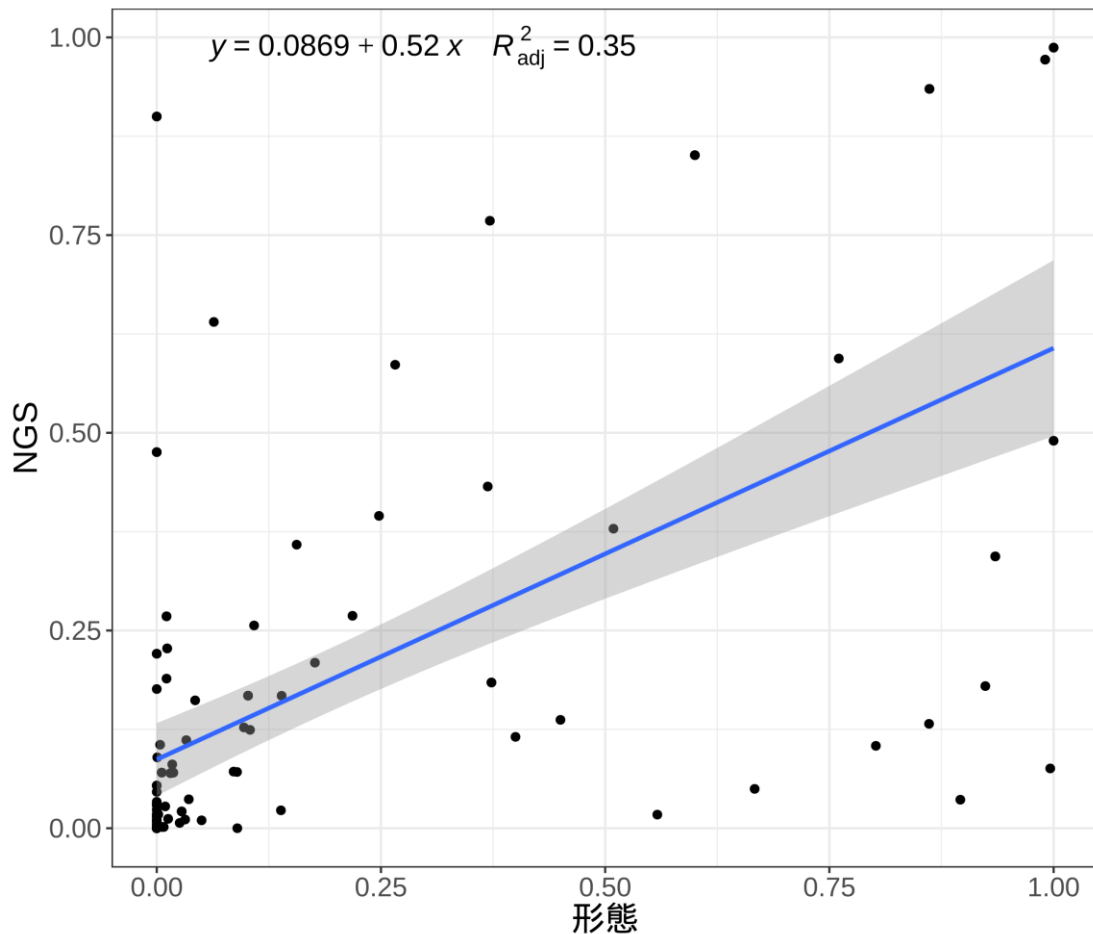


圖 60、高通量分子條碼鑑定結果各主要科別比例對形態鑑定結果迴歸分析結果。

比較兩種方法鑑定的蟹類大眼幼體物種群聚關係，均可以將蟹類大眼幼體依照物種群聚分為 2 群，第一群為以弓蟹科（絨螯蟹、厚蟹／仿厚蟹）為主，另一群組成則較為複雜。形態鑑定之分群與高通量分子條碼比對分群結果的蟹類大眼幼體分群多可以互相對應，主要差別在於 4 月至 6、7 月的物種群集，形態鑑定出的物種較為單純，而

在高通量分子條碼的比對結果中，物種組成相較 12 - 3 月已經轉趨複雜。3 至 6 月除了有短指和尚蟹入添香山濕地之外，高通量分子條碼比對到許多相手蟹科的物種序列，但形態鑑定出的相手蟹科物種有限，此為造成兩種方法在 3 至 6 月的物種叢聚關係不同的主因。兩種方法鑑定蟹類大眼幼體物種叢聚分析結果比較圖如圖 61。

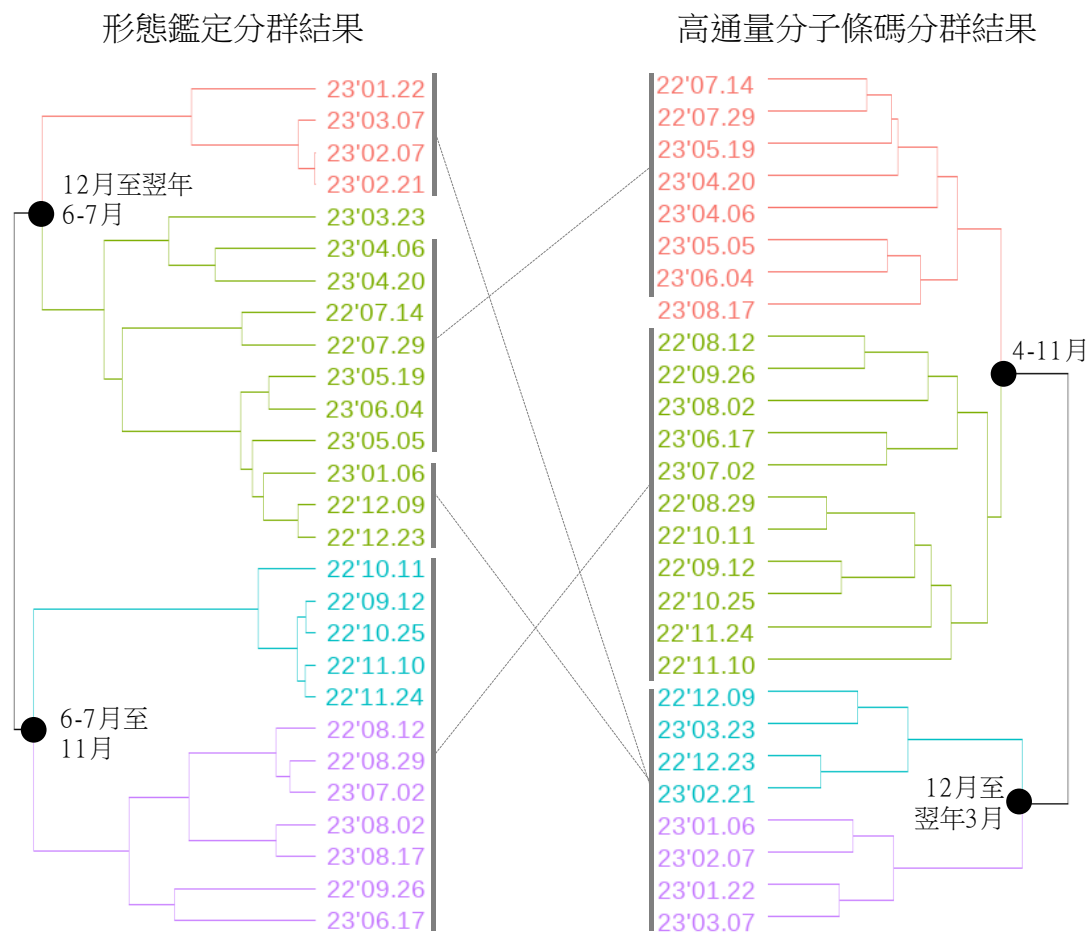


圖 61、以形態與高通量分子條碼比對兩種方法鑑定蟹類大眼幼體物種叢聚分析結果比較圖。

過往研究曾針對土壤中的線蟲進行形態鑑定與高通量分子條碼結果的一致性探討；每隻線蟲個體的細胞總數一致，可以用以測試各

物種使用高通量分子條碼與形態鑑定的比例是否一致。Schenk et al. (2019) 發現線蟲的高通量分子條碼鑑定結果與形態分析的生物量一致，而與個體數關係較低；但相隔一年，Du et al. (2020) 團隊則提出相反的論點，在他們團隊的結果中線蟲的高通量分子條碼鑑定結果與形態分析的個體數關係較一致。無論如何，兩團隊均發現高通量分子條碼鑑定結果的線蟲物種豐富度高於形態鑑定。

除了線蟲之外，矽藻的高通量分子條碼鑑定結果，各物種的比例也與個體比例不一致，因此有學者發展出針對矽藻高通量分子條碼序列數與形態個體數之間的換算方法（Vasselon et al., 2018; Martin et al., 2022）。矽藻是單細胞生物，而蟹類為多細胞生物，故無法使用與矽藻類似的係數，將序列數換算為物種個體數。

若要消弭高通量分子條碼鑑定結果與形態鑑定在計數上的落差，可以考慮使用元轉錄組（metatranscriptomics）或者抽取 RNA 後進行反轉錄，再以專用引子進行擴增，如此得到的物種序列，其相對數量與形態鑑定有高度相似性，於浮游動物（羅馬克，2022）、浮游真核生物（Kong et al., 2023）與矽藻（Visco et al., 2015）均得到驗證。

在物種群聚方面，徐才烜（2021）比較環境 DNA 及視覺調查亞熱帶近岸魚類不同層級的群聚，發現雖然環境 DNA 相較不同的視覺調查方法可以調查到更多的魚種，且視覺調查可以發現許多環境 DNA 比對結果中所缺乏的物種，但環境 DNA 與視覺調查得到的魚類群聚結構十分相似。本研究分別使用形態鑑定與高通量分子條碼比對所建構出的香山溼地大眼幼體群聚結構相似，結論與該研究相符。

針對蟹類大眼幼體的鑑定，應將形態鑑定結果理解為物種的個體數比例，而次世代定序高通量分子條碼比對結果可對應為生物量（biomass），兩者在生態學上的意義有所不同，亦無法互相轉換。雖然形態與高通量分子條碼比對的數量單位無法互相轉換，但若欲探究

物種群聚狀況，使用兩種鑑定方法均可得到相似的物種叢聚。

3. 以形態鑑定蟹類大眼幼體之優缺點

以形態鑑定蟹類大眼幼體之主要優點，是所有樣本都可以做為證據標本（voucher）保存提供後續鑑定，或者取部分組織做分子條碼比對；若發現新種，便可以將保存之樣本作為模式標本。保存標本之好處，除了作為分類學與鑑定之用，未來也可能有其他用途，例如以同位素探究幼蟹之來源，或者了解大眼幼體甲殼中重金屬與其他元素累積情況。

目前對於蟹類大眼幼體之研究仍不全面，且相同蟹類物種大眼幼體之形態有一定的變異範圍，若鑑定人員經驗不足，容易產生錯誤鑑定。因此，完善的前人研究或圖鑑，以及鑑定人員的經驗直接左右形態鑑定之穩健性與正確性。

4. 以高通量分子條碼比對技術鑑定蟹類大眼幼體之優缺點

相對以形態鑑定蟹類大眼幼體需要鑑定人員的豐富經驗，以高通量分子條碼技術鑑定蟹類大眼幼體則不需要對於蟹類大眼幼體的分類學有先備知識，僅需要熟稔分子實驗與生物資訊技能。高通量分子條碼技術可以協助研究者發現樣本中少見或者形態十分相近的物種，例如佔樣本比例不大的梭子蟹，以及與弧邊管招潮蟹形態幾乎相同的臺灣早招潮蟹。故高通量分子條碼技術可以用以偵測稀有物種有無出現，也可以作為探索式的物種調查。

本計畫以捕獲到的浮游動物磨碎抽取 DNA 做為高通量分子條碼的反應模板，此類作法如同洪禎滄（2022）探究魚漿製品中之物種組成，以及粘雅涵（2022）研究馬祖海域矽藻群聚之方法，相較於採取

海水中的環境 DNA，直接取生物細胞／組織抽取 DNA 的做法，對於物種出現與否的驗證更為直接，不會因為不同水團中隨機漂流的 DNA，影響分析結果（張祖榮，2011；陳柳豪，2015；涂棋元，2016；林昶榕，2018；廖德裕、謝承紘，2021）。

以高通量分子條碼比對技術鑑定蟹類大眼幼體也有數項缺點。最主要的缺點，是無法留存完整證據標本，且因為樣本經過 PCR，無法保證重複實驗後的數據有可重複性。序列比對用的資料庫相當重要，若資料庫納入的序列，其物種鑑定錯誤，則會直接誤導高通量分子條碼比對技術的鑑定結果。如台灣西半部海域的絨螯蟹應為合浦絨螯蟹，但比對資料庫中鑑定為日本絨螯蟹。

再者，資料庫無法及時反應物種分類群之變更，如比對結果中同時出現雙齒近相手蟹（*Perisesarma bidens*）與雙齒擬相手蟹（*Parasesarma bidens*）；由 Shih 等人（2023）之分類處理，可得知 *Perisesarma bidens* 為 *Parasesarma bidens* 的同物異名，後者方為目前合法名。

最後，因部分物種形成的時間較晚，COI 序列分化程度不高，加之本計畫使用的擴增片段僅 313bp，可能無法區別該分類群之物種，如資料庫中的臺灣厚蟹、天津厚蟹、三齒厚蟹序列十分相近，可能也包含部分被錯誤鑑定的物種。許智惟（2020）使用更長的 COI 序列片段（大於 600bp），無法區別出 *H. formosensis*、*H. latimera* 與 *H. tientsinensis* 三種厚蟹，且其形態與序列片段重建出的親緣關係不一致，代表使用 COI 序列片段作為分子條碼，無論片段長短均無法順利鑑別厚蟹屬物種，甚至加入粒線體 16S 基因片段亦無法區別三種厚蟹（Shih & Suzuki, 2008）。在本年度的序列比對結果中，僅見天津厚蟹而無臺灣厚蟹，但依據厚蟹屬的地理分布，天津厚蟹並無分布至台灣；三齒厚蟹主要產於日本與韓國（施習德，2006），在淡水紅樹

林（蘇宏仁、呂光洋，1984）與新竹市濱海地區（吳忠信、楊思謙，1991）均有紀錄，但無法確認是否為臺灣厚蟹之誤鑑定。在製作高通量分子條碼比對樣本時，需要將所有樣本搗碎後抽取 DNA，沒有保留證據標本供形態與單個體分子條碼鑑別分類群，故無法確認此類厚蟹的真實身分。

5. 兩種鑑定蟹類大眼幼體方法之適用性探討

次世代定序分子條碼搭配完善的物種序列資料庫所能鑑定出的物種數較形態鑑定多，除了可以探索尚未建立形態圖譜的物種之外，也能區別形態近乎一致的物種（如本研究中的弧邊管招潮蟹與臺灣早招潮蟹），故可以用來輔助形態鑑定，建立可長久使用的檢索表或圖錄。

形態與次世代定序分子條碼兩種鑑定方法在蟹類大眼幼體與類似的生物如浮游動物、藻類研究中各有利弊，亦可互為輔助，未來研究者應依照需求，選擇適當的工具。綜合考量鑑定結果的穩定性與可重複性，建議針對香山濕地之年度蟹類大眼幼體調查，應以形態鑑定輔以分子條碼技術為主，每隔 5 年可以高通量分子條碼比對技術進行調查，作為形態鑑定結果之補充與支持。

四、保護區內三棘蠶分布調查及潛在產卵棲地調查

自 105 年報告以來，幾乎每年均有在香山濕地發現蠶的紀錄，發現的蠶，背甲寬約 3 至 10 公分不等；在 103 與 104 年夏季，於金城湖曾捕獲成蠶，但無法確定香山濕地是否為成蠶產卵場。自 111 年 7 月開始，海洋保育署組織志工於香山濕地進行定期調查與稚蠶發現回報。

本年度計畫旨在探索濕地範圍內三棘蠶稚蠶出現熱點與潛勢區，並根據前人研究，探勘與劃定蠶的潛在產卵棲地。目前在賞蟹步道周遭的稚蠶密度最高，並依據成蠶產卵場的高程、底質粒徑等環境特徵，初步篩選出成蠶於香山濕地的潛在產卵棲地。

（一）幼蠶出現潛勢區表層底質粒徑分析結果

111 年針對香山濕地幼蠶出現潛勢區 0-3 公分表層底質粒徑分析結果顯示，賞蟹步道周邊採樣點所採得之表層底質中值粒徑與 107 年相同時間、相近測點之分析結果差異不大；曬船橋測站與 105 年之 st13 相隔約 50 公尺，中值粒徑上升 0.016mm，如表 18。根據 106 年報告指出，94 至 100 年持續移除紅樹林後，底質粒徑漸漸由泥轉沙，而本年度比較 107 與 105 年度量測結果，發現濕地表層底質轉沙趨勢持續。

依據 Hsieh&Chen(2009)之研究報告，金門浯江溪口地區的稚蠶喜棲居於表層底質中值粒徑 0.14-0.27mm 之泥底沙質棲地；吳民聰(2021)109 年度調查該棲地，中值粒徑下降至 0.10-0.16mm，稚蠶密度下降，根據稚蠶密度與環境因子相關性分析，底質含水量與稚蠶密度呈顯著中度負相關 ($r=-.60, p=.0056$)、粉泥黏土含量與稚蠶密度呈極度顯著高度負相關 ($r=-.81, p<.0001$)，而中值粒徑與稚蠶密度呈顯著中度正相關 ($r=.0.64, p=.0023$)，推測該地因溪口互花米草生長，根系固定粉泥黏土，是造成底質含水量上升與稚蠶密度下降的主要原因。

新竹與金門的潮間帶物化環境與底棲生物相不同，需要長期累積更多稚蟹出現潛勢區的底質與生態相關資料，搭配稚蟹出現資料方可進行更完整推論。

表 18、香山濕地幼蟹出現潛勢區表層底質粒徑與 107、105 年測值比較表。

111.11.20 調查		107.11.22 調查		105.12.05 調查	
樣點	中值粒徑(mm)	樣點	中值粒徑(mm)	樣點	中值粒徑(mm)
賞蟹北	0.142	st2	0.131	m07	0.096
賞蟹南	0.098	st6	0.097	st07	0.185
曬船橋	0.165	NA	NA	st13	0.149

（二）幼蠶出現熱區調查結果

1. 香山濕地幼蠶出現熱區

根據每月大潮期間的實際調查與志工回報紀錄，所有幼蠶出現紀錄大多在賞蟹步道外海灘，甚至站在賞蟹步道末端就可以手機拍攝到可供辨認的幼蠶照片，如圖 62；海山地區有一筆幼蠶的目擊紀錄，而曬船橋潛勢區尚未發現任何幼蠶。



圖 62、香山濕地保育志工於賞蟹步道末端以手機拍攝的幼蠶。

根據目前調查，香山濕地幼蠶密度最高處為賞蟹步道外海灘，但因實際密度仍甚低，無法估計有意義的族群密度，但可測量發現幼蠶的背甲寬。所有發現的幼蠶背甲寬約 3 至 8 公分（圖 63），對應齡數約 5 至 10 齡，與金門族群之齡數相同。



圖 63、111 年 8 月調查到的幼蟹個體，背甲寬約 5.33 公分。

2. 香山濕地幼蟹出現熱區環境特徵

根據 105、107 與本年度表層底質粒徑調查，幼蟹出現熱區表層底質中值粒徑介於 0.097 至 0.141mm 之間。根據 106 年金門縣潮間帶稚蟹與生物多樣性資源調查期末報告（黃守忠、楊明哲，2018），金門的幼蟹偏好細沙，底質粒徑範圍介於 0.14 至 0.27mm，香山濕地的幼蟹出現熱區底質粒徑分級為極細沙至細沙之間，尚符合幼蟹可能出現的底質型態。

調查時發現賞蟹步道外幼蟹出現密集區分布有大量甘藻（*Zostera japonica* Asch. & Graebn.），且可於甘藻床中發現幼蟹，如圖 64。甘藻為單子葉植物澤瀉目甘藻科成員，依據柯智仁（2003）的描述與現地觀察，香山濕地的甘藻族群棲地特徵為含有細磁鐵沙（李素芬，

2001)、腐植質少的沙質灘地。甘藻枝葉細長，可以降低底質表層水體的流速，加之賞蟹步道北側有一大排水口（即水質測站賞蟹 1），退潮時地表仍有淺水流動，尤其可於甘藻床中發現積水。

退潮時幼蟹可以棲息於賞蟹步道外的甘藻床中，密集的甘藻除可以維持底質表層水分，其根系可累積腐植質供底棲生物生長，稚蟹可於此捕食土中的底棲無脊椎動物。甘藻床亦可提供良好的遮蔽功能，可以阻絕潛在天敵如鳥類的視線，又可避免陽光直曬造成體表水分散失，是幼蟹的良好棲息地。



圖 64、於賞蟹步道外甘藻床發現的幼蟹個體。

綜合幼蟹出現潛勢區調查資料、甘藻床分布範圍與 107-108 與本年度調查的底質、陸源排水道水體水質資料，繪製香山濕地幼蟹出現潛勢區如圖 65，潛勢區與周遭底質、水質資料與環境特徵描述整理如表 19。

表 19、香山濕地幼蟹出現潛勢區環境物化參數表。

		賞蟹步道以北	賞蟹步道以南
底質特徵	中值粒徑	0.096 mm	0.185 mm
承接陸源水體 水質特徵	陸源水體生化需氧量	9.0 - 10.5 mg/L	7.0 - 10.0 mg/L
	陸源水體硝酸鹽氮	0.2 - 3.6 mg/L	0.6 - 5.5 mg/L
	陸源水體亞硝酸鹽氮	8 - 26 mg/L	4 - 7 mg/L
	陸源水體氨氮	5.0 - 28.5 mg/L	2.8 - 16.1 mg/L
	陸源水體磷酸鹽	3.1 - 11.6 mg/L	3.3 - 7.8 mg/L
棲地環境特徵	底質之中值粒徑相較以往，有提升之趨勢，夯實度亦增加。此處底質表面多甘藻。較大型之無脊椎動物有短指和尚蟹、豆形拳蟹、蚵岩螺；底棲無脊椎動物有環文蛤、光裸方格星蟲、紐蟲、沙蠶等。		

* 賞蟹步道北側水質數據來源為賞蟹 1 水質測點、南側水質數據來源為賞蟹 2 水質測點。



圖 65、111 年度香山濕地幼蟹出現潛勢區畫設圖。

目前香山濕地的幼蠶主要出現於賞蟹步道末端左右各 200 公尺、外推約 300 公尺範圍內，棲息環境與甘藻床分布範圍有大面積重疊；幼蠶出現密集區表層底質粒徑介於 0.098 至 0.141 mm 之間。以幼蠶高頻出現區的環境特徵向外擴展搜尋，劃設北起賞蟹步道北側排水口、南至風情海岸碑往南 150 公尺，由海岸線向外推 500 至 600 公尺範圍為香山濕地幼蠶出現潛勢區，未來應定期調查此區幼蠶出現頻次，並量測個體背甲寬與紀錄環境特徵。

曬船橋外灘地於本年度未調查到幼蠶，但此區底質表層中值粒徑為 0.165mm，較賞蟹步道周圍偏沙，且底質越深處粒徑越大，符合金門浯江溪出海口適合幼蠶出現棲地之觀察，未來應加大力量進行調查。

目前幼蠶高頻出現區有排水管輸入生活污水（即陸源排水渠道編號賞蟹 1 與賞蟹 2），其氮系營養鹽濃度介於 15.3 - 36.7 mg/L，正磷酸鹽濃度介於 3.1 - 11.6 mg/L 之間。本計畫調查發現於排水管出水口附近長有茂密雲林莞草，甘藻床亦大量分布於此，推測此處穩定輸出之淡水營造了適合此類植物生長的環境；排水口的營養鹽雖高，但在濕地潮汐的稀釋作用下，仍在雲林莞草與甘藻的承受範圍。未來應持續觀察此區生活污水之水質狀況，避免毒性污染物進入濕地，影響珍稀植物與蠶族群。生活污水點位如圖 66、水質量測結果如表 10。

香山濕地美山地區目前為台灣本島稚蠶密度最高區域，應長期監測稚蠶出現頻度與其棲息環境研究。針對底質粒徑，未來應參考 105 與 107 年度底質監測點，考慮於目前稚蠶出現熱區設立更多觀察測站，其餘區域也應進行底質粒徑調查，以利稚蠶熱區圈選與產卵棲地調查。除底質粒徑調查之外，亦應調查稚蠶出現熱區之小型底棲無脊椎動物、藻類相與初級生產量等生態因子，以了解稚蠶生存之環境偏好，有利未來針對蠶族群的復育與棲地經營管理。因幼蠶出現熱區位於香山濕地保育利用計畫中之環境教育區（圖 66），遊客受到保育教育館環境教育人員之管

制，不會進入賞蟹步道周遭灘地，故目前不需加強此幼鸞出現熱區之管制措施。

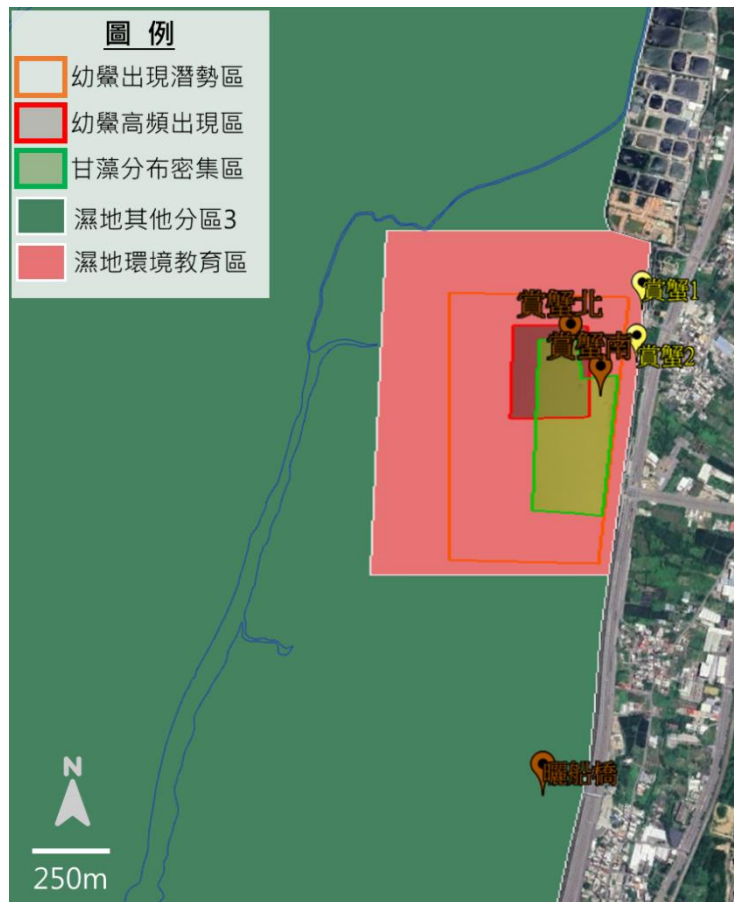


圖 66、香山濕地幼鸞出現潛勢區與濕地利用區域疊圖。

3. 香山濕地幼鸞出現熱區中幼鸞數量估計

本計畫每月調查香山濕地幼鸞高頻出現區，計算目擊幼鸞隻數，自 111 年 7 月至 112 年 9 月已經累積觀察到 37 隻次，其中有 1 隻為重複計算（志工標記後於隔月再度發現），故總共調查到 36 隻不重複的幼鸞個體，如表 20。

表 20、111 - 112 年香山濕地幼鸞高頻出現區幼鸞出現頻次調查表

年度	月份	調查隻數	備註
111	7	8	
	8	3	
	9	1	
	10	1	
	11	0	
	12	0	
112	1	0	
	2	0	
	3	2	
	4	0	
	5	3	
	6	0	
	7	5	
	8	12	有 1 隻是 112 年 7 月標記過的個體。
	9	2	
合計		37	重複計算 1 隻次。

因香山濕地幼鸞高頻出現區的面積大，在其中活動的幼鸞相對密度甚低，無法使用與臺灣旱招潮蟹相同的隨機拋框—面積積分法來估計族群數量，因此參考 Wu 等人 (2022) 調查花蓮、龜山島與綠島的臺灣狐蝠族群量方法，以調查到的個體頻次分布，代入 Chao (1987) 研發、Chao 與 Chiu (2016) 完善的不等捕獲率捉放資料 (capture-recapture data with unequal catchability) 統計模型，推估香山濕地幼鸞出現熱區中的幼鸞數量。其式如下：

$$\hat{S}_{Chao2} = \begin{cases} S_{obs} + \left(\frac{T-1}{T}\right)\left(\frac{Q_1^2}{2Q_2}\right), & \text{if } Q_2 > 0 \\ S_{obs} + \left(\frac{T-1}{T}\right)\left(\frac{Q_1-1}{2}\right), & \text{if } Q_2 = 0 \end{cases}$$

其中 S_{obs} 為實際調查到的不重複個體數， T 為調查次數， Q_n 為調查到 n 個體的次數，而 S_{Chao2} 為估計的族群個體數。

根據上式，估計出香山濕地幼鸞高頻出現區的幼鸞數量為 37 隻，

另以 Chao 與 Chiu (2016) 文章中提供的方法，估計出香山濕地幼鸞高頻出現區的幼鸞總數 95% 信賴區間為 36 至 46 隻。

112 年 4 月 23 日，國立海洋科技博物館提供新竹市政府一至二齡稚鸞，於賞蟹步道附近放流；惟截至 9 月之調查，未發現類似齡期的幼鸞個體。

（三）香山濕地成蟹潛在產卵場調查結果

由 111 年 7 月至 112 年 4 月多次大潮期間的實地勘察，最後發現賞蟹步道南側不遠處，於高潮線附近有一狹窄灘地為成蟹的可能產卵場，地點如圖 67。本計畫採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖見附圖 3。

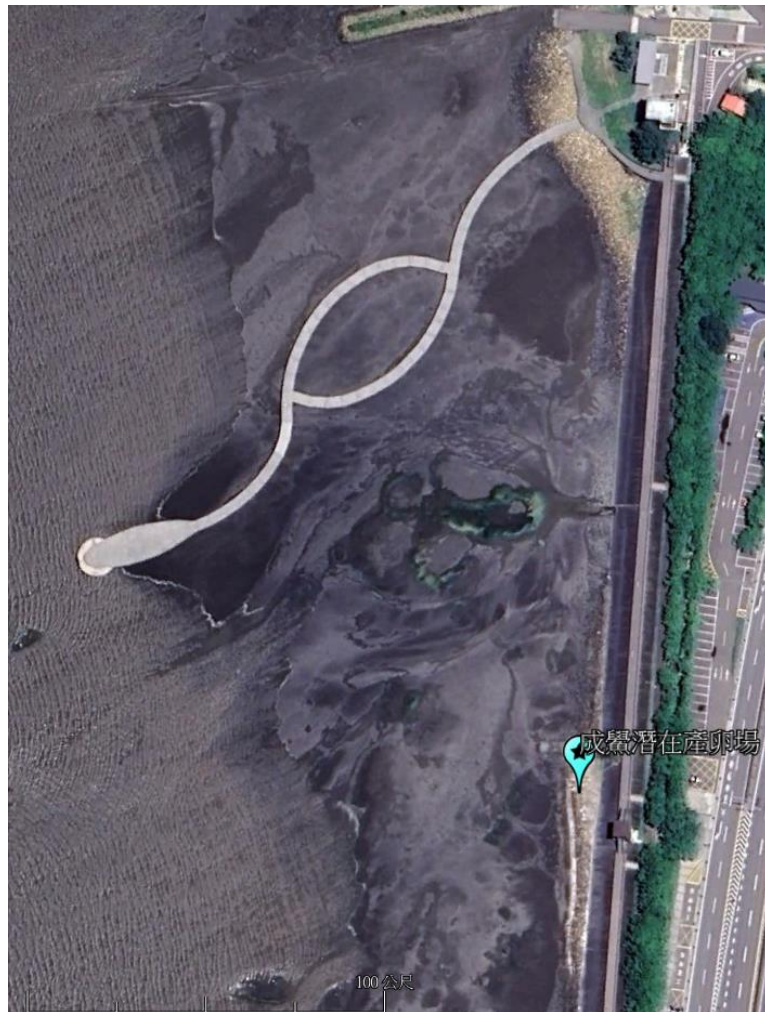


圖 67、112 年勘定香山濕地成蟹潛在產卵場。

大潮期間，滿潮的海水會漫過賞蟹步道周遭的消波塊直抵海堤，而潛在產卵場則因地勢較高，有一小塊灘地不會被海水淹沒。高潮線底質表面

以貝殼、牡蠣碎片等粗顆粒底質組成，往下則為黑色粗砂，如圖 68 所示。



圖 68、香山濕地成鸞潛在產卵場大潮時高潮線狀況。

112 年 4 月勘定此潛在產卵場後，自 112 年 5 月開始，挑選大潮期間的滿潮（午夜 11 時至隔日凌晨 1 時左右）與凌晨 4 至 5 時即前往此地查看是否有成鸞上岸產卵。截至 112 年 8 月的大潮期間，於潛在產卵場與周遭並未發現任何成鸞上岸，故未取樣進行環境 DNA 以高通量分子條碼技術分析水中物種組成。

採取成鸞潛在產卵場高潮線附近的底質進行分析，中值粒徑約 0.33 mm。依據林柏芬（2002）針對金門的成鸞產卵場環境研究結果，金門的成鸞野外產卵場，底質粒徑約 0.44 至 1.80 mm，依據粒徑分級表，屬於中等粗砂至極粗砂等級，香山成鸞潛勢產卵區的底質粒徑稍低於此標準。111 年 6 月自金門雄獅堡（24.4322, 118.3092）採得當地幼鸞出現熱區高潮線附近的底質進行分析，並與香山採得的底質進行比較。金門雄獅堡的底質中值粒徑為 0.73 mm，符合林氏對於成鸞產卵場之觀察。

香山地區之地質與金門有極大不同，潮間帶的底質亦然。沖刷到香山濕地的底質多屬於超基性至基性（mafic）岩，顏色較深且含鐵鎂質；金門地區屬於而氧化系含量高的酸性（felsic）岩，故可以發現其潮間帶底質顏色淺，且多半透明之粗砂，如圖 69。



圖 69、香山（左）與金門（右）潮間帶底質。

因底質組成差異較大，若比較香山與金門之成鸞潛在產卵場環境條件，可能有較大落差。比較台灣島之幼鸞分布熱點嘉義好美寮濕地，其潛在產卵場沙洲底質粒徑介於 0.132 - 0.155mm 之間（宇泰工程顧問有限公司、國立成功大學，2020）。相較金門，台灣島西半部濕地底質粒徑普遍偏小，成鸞的產卵底質偏好很可能會與金門不同。未來若能目擊成鸞上岸產卵，或以 2mm 篩網於高潮線附近篩得鸞卵或一齡稚鸞，則可直接證實產卵場存在。

伍、概要與結論

一、本年度計畫執行概要

1. 水質長期監測結果顯示，香山濕地之主要陸源水體多數屬中度污染。污染程度隨季節變化，夏季時因生化需氧量上升，部分水體水質呈嚴重污染。
2. 陸源排水渠道水質監測結果顯示，大部分輸入香山濕地的排水渠道為中度污染，幾乎所有測站的磷酸鹽濃度都超過《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》（附表 7）針對總磷之規定。
3. 111 與 112 年臺灣早招潮蟹估計族群量分別為 455,472 與 261,744 隻。112 年度臺灣早招潮蟹族群調查時，發現海山藍天橋的海馬齒密集區大幅擴張，嚴重壓縮臺灣早招潮蟹的生存棲地。
4. 從客雅水資源中心完工與紅樹林移除以來，台灣招潮蟹的族群數量因棲息活動範圍大幅擴張，年呈現指數式增長。111 年度台灣招潮蟹族群量的增長放緩，顯然已達環境負載量。由 95 年至 112 年的臺灣早招潮蟹族群數量配適邏輯式回歸函數，得香山濕地臺灣早招潮蟹負載量為 389,760 隻。
5. 111 - 112 年度結合形態與高通量分子條碼技術鑑定入添香山濕地的大眼幼體，據以增訂香山濕地蟹類名錄。香山溼地共發現有 18 科、106 種蟹類，其中 46 種僅發現大眼幼體。
6. 蟹類大眼幼體次世代定序高通量分子條碼比對之蟹類名錄可以涵蓋形態鑑定結果超過 75%，兩種方法中，各科蟹類百分比隨時間的變化趨勢相似。
7. 蟹類大眼幼體入添動態監測叢聚分析結果顯示，進入香山濕地的大眼幼體群聚分為兩大群，其中一群為 12 月至翌年 3 月（或 6

- 月)，與 4 月（或 6 月）至 11 月兩大群。形態鑑定與高通量分子條碼兩種分法分析出的蟹類群聚狀況相似。
8. 本年度計畫成功透過高通量分子條碼，偵測到臺灣早招潮蟹大眼幼體序列，並於形態鑑定樣本中，透過 COI 分子條碼輔助，找到與弧邊管招潮蟹外型幾乎相同的臺灣早招潮蟹大眼幼體，顯示高通量分子條碼技術可以補足形態鑑定的部分限制。
 9. 保護區內三棘蟹分布棲地表層底質粒徑分析結果顯示賞蟹步道周遭幼蟹出現密集區中值粒徑介於 0.097 至 0.141 mm 之間，對照金門之調查報告，為適合幼蟹活動的棲地底質。
 10. 本年度藉由濕地大潮時裸露灘地與底質粒徑分布資料，找到三棘蟹成蟹的潛在產卵地，其底質粒徑較嘉義好美寮濕地推定的成蟹潛在產卵場為大，但較金門雄獅堡小。

二、結論與未來長期經營管理建議

1. 客雅溪所承載科學園區的總放流量達 10 萬 CMD，目前水質狀態要進一步改善有相當的難度；本年度監測污水放流口 20 處亦顯示許多測站營養鹽過高，要改善上述水體的首要之務，可能是強化新竹市區生活污水接管。
2. 幼蟹活動密集區域與甘藻分布區域有很大部分重疊，據此畫設香山濕地幼蟹活動潛勢區，因其鄰近香山濕地生態館，可由保育生態館加強對此區域的管理，避免遊客進入擾動棲地。
3. 香山濕地的蟹與海豆芽主要出現在賞蟹步道至風情海岸，分布範圍重疊；此區灘地長有甘藻，近岸長有雲林莞草，此棲地類型及物種組合在台灣西海岸目前相當罕見。除持續追蹤監測外，建議對於保護區的分區規劃應有適度的調整，例如將長有雲林莞草的

範圍畫為生態復育區，禁止民眾進入，以維護相關生物族群。

4. 112 年度觀察到海山藍天橋區域的海馬齒自海山漁港疏濬砂石堆積區蔓延擴張，生長密度已經無法讓臺灣早招潮蟹於其中活動，應考慮疏濬海山港南側的堆沙區邊緣形成排水道，一來使洪水港溪可以直接入海，再者可以利用潮汐，控制海馬齒族群的密度。
5. 112 年度觀察到台 61 縣內側廢棄魚塭棲地植物密度提高，且有高大之開卡蘆入侵，應持續監控，釐清棲地變遷之原因；必要時應移除該類植物，避免影響該地臺灣早招潮蟹族群。
6. 本年度首次以函數模型推估香山濕地臺灣早蟹族群量上限，因 111 與 112 年度的臺灣早招潮蟹族群量恰位於函數轉折處，未來應持續調查記錄臺灣早招潮蟹族群量，以利族群成長動態之追蹤，並可評估棲地經營管理之綜效。
7. 本年度完成香山濕地三棘鸞幼鸞分布潛勢區域劃設與成鸞產卵棲地調查，未來應持續調查幼鸞出現頻次與監測是否有成鸞上岸產卵。針對幼鸞族群數量調查，應參考其他物種（如白海豚）調查的調查規則，固定調查方法與努力量並推廣，如此既可維持調查品質，且可與其他棲地以相同方法調查的成果進行比較。

陸、參考文獻

一、參考法規

行政院環境保護署 (2003)。NIEA W450.50B：水中矽酸鹽檢測方法—鉬矽酸鹽比色法。環署檢字第 0920080856A 號公告。

行政院環境保護署 (2004)。NIEA E509.00C：水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取／螢光分析法。環署檢字第 0930020051 號公告。

行政院環境保護署 (2005)。NIEA W443.51C：水中正磷酸鹽之流動注入分析法—比色法。環署檢字第 0940034033A 號公告。

行政院環境保護署 (2005)。NIEA W448.51B：水中氨氮檢測方法—靛酚比色法。環署檢字第 0940035925A 號公告。

行政院環境保護署 (2006)。NIEA W419.51A：水中硝酸鹽氮檢測方法—分光光度計法。環署檢字第 0950062980 號公告。

行政院環境保護署 (2009)。NIEA W517.52B：水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法。環署檢字第 0980060634D 號公告。

行政院環境保護署 (2009)。放流水標準。108 年 04 月 29 日修訂。

行政院環境保護署 (2011)。NIEA W510.55B：水中生化需氧量檢測方法。環署檢字第 1000009050 號公告。

行政院環境保護署 (2013)。NIEA W210.58A：水中總溶解固體及懸浮固體檢測方法—103~105°C 乾燥。環署檢字第 1020004998 號公告。

行政院環境保護署 (2015)。NIEA W418.53C：水中亞硝酸鹽氮檢測方法—比色法。環署檢字第 1040061044 號公告。

經濟部中央標準局 (2007)。ICS 71.040.40. N7001-12. 15091-12：深層海水磷酸鹽之檢驗方法。經濟部 96 年 6 月 26 日公告。

經濟部中央標準局 (2007)。ICS 71.040.40. N7001-13. 15091-13：深層海水矽酸鹽之檢驗方法。經濟部 96 年 6 月 26 日公告。

經濟部中央標準局 (2007)。ICS 71.040.40. N7001-14. 15091-14：深層海水硝酸鹽之檢驗方法。經濟部 96 年 6 月 26 日公告。

經濟部中央標準局 (2007)。ICS 71.040.40. N7001-15. 15091-15：深層海水亞硝酸鹽之檢驗方法。經濟部 96 年 6 月 26 日公告。

二、參考文獻

方美齡(2022)。西部濱海快速公路建設計畫環境影響說明書(南部路段)西濱曾文溪橋段新建工程環境影響差異分析報告—西濱快速公路曾文溪橋新建工程施工前環境監測報告書第2次(111年01月至111年03月)。交通部公路總局；正修學校財團法人正修科技大學。

內政部(2018)。四草重要濕地(國際級)保育利用計畫書(核定本)。台內營字第1070803676號公告。

王本洋、余世孝(2005)。種群分布格局的多尺度分析。植物生態學報, 29(2), 235-241。

台江國家公園管理處(2013)。蝦蟹寶貝—台將蝦蟹螺貝類圖鑑。台江國家公園管理處。台南市。

左榮昇(2002)。四種蟬大眼幼體在外部型態及族群動態上之差異〔未出版之碩士論文〕。國立中山大學海洋生物研究所。

行政院環境保護署(2022)。2021年環境水質監測年報。

朱達仁(2008)。台灣招潮蟹及其棲地研究第五次期中報告書。新竹市政府；中華大學水域生態環境研究中心。

宇泰工程顧問有限公司、國立成功大學(2006)。「好美寮濕地養灘工程」(含徵詢計畫及成效監測計畫)設計及監造工作委託技術服務養灘工程徵詢計畫。

李曉易(1991)。臺灣招潮蟹的生態與行為研究〔未出版之碩士論文〕。國立中山大學海洋生物研究所。

李雄略(2021)。110年度新竹市濱海野生動物保護區鳥類監測計畫期末報告。新竹市政府；社團法人新竹市野鳥學會。

李文虎(2007)。新竹香山濕地蟹類大眼幼體洄游季節及豐富度變化之研究〔未出版之碩士論文〕。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班。

汪淑慧(2007)。海岸生態工法施作前後影響評估與改善策略之整合性研究——子計畫五：以新竹海岸水資源回收中心建置探討其對底棲生物及臺灣招潮蟹之影響與改善策略研究(NSC95-2221-E-412-007)。行政院國家科學委員會；育達商業技術學院休閒事業管理系。

汪淑慧、郭榮信、郭一羽、朱達仁(2012)。新竹市客雅水資源回收中心建置對臺灣招潮蟹之影響研究，濕地學刊, 1(2), 67-80。

吳忠信、楊思謙(1991)。新竹市濱海地區生態現況研究。臺灣省第二屆教育學術論文發表會論文集。543-615。新竹師範學院。

- 吳忠信 (1992)。新竹市海山罟紅樹林生物相之調查研究。師大生物學報，27，97-111。
- 吳民聰 (2021)。109 年度金門縣潮間帶稚蟹族群與棲地環境調查 (一)。金門縣水產試驗所；金門縣教師職業工會。
- 林柏芬 (2002)。金門地區中國蟹 (*Tachypleus tridentatus*) 保育區經營管理之研究 [未出版之碩論文]。國立臺灣大學漁業科學研究所。
- 林昶榕 (2018) 環境 DNA 在伏流水區移動之分析 [未出版之碩士論文]。國立成功大學水利及海洋工程學系。
- 邱銘達、黃宗群、高家俊、吳誌翰 (2004)。臺灣海峽淺水分潮特性研究。第二十六屆海洋工程研討會論文集。601 - 608。臺灣海洋工程學會，台北。601-608。
- 柯智仁 (2003)。臺灣海草分類與分布之研究 [未出版之碩士論文]。國立中山大學生物科學系研究所。
- 胡興華、許鴻煌、陳正宏 (1982)。澎湖蟹類幼生-I、深海梭子蟹 *Portunus pelagicus* 及紅星梭子蟹 *P. sanguinolentus* 之變態發育。台灣省水產試驗所澎湖分所報告彙集，2，1-6。
- 涂棋元 (2016) 環境 DNA(eDNA)在靜水環境中之移動 [未出版之碩士論文]。國立成功大學水利及海洋工程學系。
- 洪禎滄 (2022) 利用次世代定序揭露魚漿製品中的物種組成—特別是鯊魚 [未出版之碩士論文]。國立臺灣海洋大學水產養殖學系。
- 施習德 (1999)。以形態、遺傳及生態研究台灣特有種台灣招潮蟹之分類研究 [未出版之博士論文]。中山大學海洋生物研究所。
- 施習德 (2006)。東亞地區厚蟹屬與張口蟹屬之地理分布。載於「新竹市海岸溼地生物多樣性」研討會論文集：124 - 132 頁，新竹市：國立清華大學生物資訊與結構研究所，9 月 18 - 19 日。
- 徐才烜 (2021) 以環境 DNA 及視覺調查探究亞熱帶近岸魚類群聚中不同層級的多樣性 [未出版之碩士論文]。國立臺灣大學海洋研究所。
- 粘雅涵 (2022) 閩江洪水期導致馬祖海域矽藻群聚組成的改變 [未出版之碩士論文]。國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所。
- 許智惟 (2020) 台灣產弓蟹科蟹類之分類 [未出版之碩士論文]。國立中興大學生命科學系所。
- 黃丁士、陳其欽、蔡萬生，2009，中國蟹之室內自然產卵及培育。 *Journal of Taiwan Fisheries Research*, 17 (1):15-24。

黃明揚 (2005)。光強度及水質因子對藻類成長之試驗研究〔未出版之碩士論文〕。國立交通大學土木工程研究所。

黃淑珍 (2005)。新竹香山濕地沿岸蟹類大眼幼體之分類研究--以 COI 基因核酸序列為輔助鑑定工具〔未出版之碩士論文〕。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班。

黃淑珍、楊樹森、李文虎 (2006)。新竹市濱海野生動物保護區蟹類大眼幼體之形態及洄游加入季節。載於「新竹市海岸溼地生物多樣性」研討會論文集：133 - 173 頁，新竹市：國立清華大學生物資訊與結構研究所，9 月 18 - 19 日。

黃守忠、楊明哲 (2018)。106 年金門縣潮間帶稚蟹與生物多樣性資源調查成果報告書。水產試驗所；社團法人台灣濕地學會。

莊文傑 (1999)。臺灣海峽潮波協振盪之研究〔未出版之博士論文〕。國立臺灣大學造船及海洋工程學研究所。

張瑞宗 (2008)。日本絨螯蟹 (*Eriocheirja ponica*) 遺傳多樣性之研究〔未出版之碩士論文〕。國立清華大學生物資訊與結構生物研究所。

張祖榮 (2011) 魚類飲水造成食性分析中的假陽性結果〔未出版之碩士論文〕。國立中山大學海洋科學系研究所。

陳柳豪 (2015) 水文現象與環境參數影響 eDNA 偵測技術之探討〔未出版之碩士論文〕。國立成功大學水利及海洋工程學系。

陳慶芳 (2013)。臺灣紅樹林管理策略之研究——以新竹市濱海野生動物保護區為例〔未出版之碩士論文〕。國立成功大學海洋科技與事務研究所。

陳曉怡 (2008)。臺灣招潮蟹棲地保育之底質特徵探討：以麥寮為例〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣大學漁業科學研究所。

陳溫柔 (1994)。東港沿岸蟹類大眼幼體之分類研究〔未出版之碩士論文〕。國立中山大學海洋生物研究所。

楊樹森 (2008a)。生態學術研究——大庄紅樹林及海山罟對照區主要底棲蟹類食性及覓食微棲地之研究。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森 (2008b)。金城湖水質改善及夏季低溶氧改進方案研究。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森 (2011)。100 年香山濕地棲地復育效益評估成果報告書。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森 (2012)。101 年香山濕地棲地復育調查計畫成果報告書。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森、張筱筠 (2013)。102 年香山濕地棲地復育生態調查計畫。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森、張登凱、李沛沂 (2014)。新竹香山濕地紅樹林擴張歷程及其可能因素探討。濕地學刊，3 (2)，17-26。

楊樹森 (2017)。105 - 106 年度香山重要濕地 (國家級) 基礎調查計畫期末成果報告。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森 (2019)。107 - 108 年度香山重要濕地 (國家級) 生態及水質監測計畫期末成果報告。新竹市政府；國立新竹教育大學。

楊樹森 (2021)。109 - 110 年度新竹市香山重要濕地 (國家級) 臺灣早招潮蟹族群、經濟性採集底棲無脊椎動物生態暨濕地水質監測調查計畫期末成果報告。新竹市政府；國立清華大學。

楊蕙禎 (2009)。新竹市濱海野生動物保護區人類活動型態及管理現況分析 [未出版之碩士論文]。國立新竹教育大學應用科學系。

廖德裕、謝承紘 (2021)。開放海域中魚類環境 DNA 之水平分布。科技部；國立中山大學。MOST110-2611-M110-013。

劉建伸 (2010)。新竹香山紅樹林疏伐與臺灣早招潮蟹棲地復育關係之評估 [未出版之碩士論文]。中華大學景觀建築學系碩士班。

臺南市政府 (2020)。臺南市曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區保育計畫書 (修正版)。

羅馬克 (2022) 使用元轉錄組估計後生動物的多樣性：從基因到族群 [未出版之碩士論文]。國立臺灣師範大學生命科學系。

Barnes, R.S.K. and R.N. Hughes. (2000). *An introduction to Marine ecology*. Blackwell science.

Bray, J R., J. T. Curtis. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27(4), 325-349.

Brown, L.M., B.T. Hargrave and M.D. Mackinnon. (1983). Analysis of Chlorophylla a in sediments by high pressure liquid chromatography. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32, 205-214.

Callahan, B. J., McMurdie, P. J., Rosen, M. J., Han, A. W., Johnson, A. J. A., & Holmes, S. P. (2016). DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature methods*, 13(7), 581-583.

Camacho, C., Coulouris, G., Avagyan, V., Ma, N., Papadopoulos, J., Bealer, K., & Madden, T. L. (2009). BLAST+: architecture and applications. *BMC bioinformatics*, 10(1), 1-9.

Casquet, J., Thebaud, C., & Gillespie, R. G. (2012). Chelex without boiling, a rapid and easy technique to obtain stable amplifiable DNA from small amounts of ethanol-stored spiders. *Molecular ecology resources*, 12(1), 136-141.

Chao, A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics*, 43,783-791.

Chao, A., & Chiu, C.-H. (2016). Species richness: estimation and comparison. *Wiley StatsRef: statistics reference online*, 1, 26. doi:10.1002/9781118445112.stat03432.pub2.

Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547.

Chen, K. H., Longley, R., Bonito, G., & Liao, H. L. (2021). A two-step PCR protocol enabling flexible primer choice and high sequencing yield for Illumina MiSeq meta-barcoding. *Agronomy*, 11(7), 1274.

Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.

David, F. N., & Moore, P. G. (1954). Notes on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany*, 18(1), 47-53.

Dray S, Dufour A (2007). The ade4 Package: Implementing the Duality Diagram for Ecologists. *Journal of Statistical Software*, 22(4), 1–20. doi: 10.18637/jss.v022.i04.

Du, X. F., Li, Y. B., Han, X., Ahmad, W., & Li, Q. (2020). Using high-throughput sequencing quantitatively to investigate soil nematode community composition in a steppe-forest ecotone. *Applied Soil Ecology*, 152, 103562.

Fais, M., Duarte, S., Vieira, P. E., Sousa, R., Hajibabaei, M., Canchaya, C. A., & Costa, F. O. (2020). Small-scale spatial variation of meiofaunal communities in Lima estuary (NW Portugal) assessed through metabarcoding. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 238, 106683.

Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology* 3: 294-299.

Good, I. J. (1953). The population frequencies of species and the estimation of population parameters. *Biometrika*, 40(3-4), 237-264.

Havens, K. E., James, R. T., East, T. L., & Smith, V. H. (2003). N: P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. *Environmental pollution*, 122(3), 379-390.

- Hsieh, H.-L., and Chen, C.-P. (2009). Conservation program for the Asian horseshoe crab *Tachypleus tridentatus* in Taiwan: characterizing the microhabitat of nursery grounds and restoring spawning grounds. In *Biology and conservation of horseshoe crabs*, 417-438.
- Hsu, P.-Y., & Shih, H.-T. (2018). A new record crab of *Parasesarma lepidum* (Decapoda: Brachyura: Sesarmidae) from southern Taiwan. *Coll Res*, 31, 85-90.
- Leray, M., Knowlton, N., & Machida, R. J. (2022). MIDORI2: A collection of quality controlled, preformatted, and regularly updated reference databases for taxonomic assignment of eukaryotic mitochondrial sequences. *Environmental DNA*, 4(4), 894 - 907.
- Kassambara, A. (2016). ggpubr R Package: ggplot2-Based Publication Ready Plots. *Statistical Tools for High-throughput Data Analysis*. <http://www.sthda.com/english/articles/24-ggpubr-publication-ready-plots/>
- Kassambara, A. and Mundt, F. (2020) Factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R Package Version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Koichiro Tamura, Glen Stecher, and Sudhir Kumar (2021) MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution* 38:3022-3027
- Kong, H., Yang, E. J., Jiao, N., Lee, Y., Jung, J., Cho, K. H., ... & Xu, D. (2023). RNA outperforms DNA-based metabarcoding in assessing the diversity and response of microeukaryotes to environmental variables in the Arctic Ocean. *Science of The Total Environment*, 876, 162608.
- Lin, M.-C., Juang, W.-J., & Tsay, T.-K. (2000). Applications of the mild-slope equation to tidal computations in the Taiwan Strait. *Journal of oceanography*, 56(6), 625-642.
- Martin, J. L., Santi, I., Pitta, P., John, U., & Gypens, N. (2022). Towards quantitative metabarcoding of eukaryotic plankton: an approach to improve 18S rRNA gene copy number bias. *Metabarcoding and Metagenomics*, 6, e85794.
- McMurdie and Holmes (2013) phyloseq: An R Package for Reproducible Interactive Analysis and Graphics of Microbiome Census Data. *PLoS ONE*. 8(4):e61217
- Mildenberger T.K., Taylor M.H., Wolff M. (2017). TropFishR: an R package for
- Redfield, A.C.; Ketchum, B.H.; Richards, F.A. (1963). The influence of organisms on the composition of sea-water, In: Hill, M.N. (Ed.) *The composition of seawater: Comparative and descriptive oceanography* (pp. 26-77). *The sea: ideas and observations on progress in the study of the seas*, 2.
- Sanders, H. L. (1968). Marine benthic diversity: a comparative study. *The American Naturalist*, 102(925), 243-282.

- Schenk, J., Geisen, S., Kleinboelting, N., & Traunspurger, W. (2019). Metabarcoding data allow for reliable biomass estimates in the most abundant animals on earth. *Metabarcoding and Metagenomics*, 3, e46704.
- Schubart, C. D. & Huber, M. G. J. Genetic comparisons of German populations of the stone crayfish, *Austropotamobius torrentium* (Crustacea: Astacidae). *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 380, 1019–1028.
- Sekiguchi, K. (1988) *Biology of Horseshoe Crabs*. Science House Co., Ltd. Tokyo, 428 pp.
- Sepp, R., Szabo, I., Uda, H., & Sakamoto, H. (1994). Rapid techniques for DNA extraction from routinely processed archival tissue for use in PCR. *Journal of clinical pathology*, 47(4), 318-323.
- Shih, H.-T., Mok, H.-K., & Chang, H.-W. (2005). Chimney building by male *Uca formosensis* Rathbun, 1921 (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) after pairing: a new hypothesis for chimney function. *Zoological Studies*, 44(2), 242–251.
- Shih, H.-T., & Suzuki, H. (2008). Taxonomy, phylogeny, and biogeography of the endemic mudflat crab *Helice/Chasmagnathus* complex (Crustacea: Brachyura: Varunidae) from East Asia. *Zoological Studies*, 47(1), 114.
- Shih, H.-T., Ng, P.-K., Wong, K.-J., & Chan, B.-K. (2012). *Gelasimus splendidus* Stimpson, 1858 (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae), a valid species of fiddler crab from the northern South China Sea and Taiwan Strait. *Zootaxa*, 3490(1), 30-47.
- Shih, H.-T., Hsu, J.-W., & Li, J.-J. (2023). Multigene phylogenies of the estuarine sesamid *Parasesarma bidens* species complex (Decapoda: Brachyura: Sesamidae), with description of three new Species. *Zoological Studies*, 62.
- Shen, T. J., Chao, A., & Lin, C. F. (2003). Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. *Ecology*, 84(3), 798-804.
- Steyaert, M., Priestley, V., Osborne, O., Herraiz, A., Arnold, R., & Savolainen, V. (2020). Advances in metabarcoding techniques bring us closer to reliable monitoring of the marine benthos. *Journal of Applied Ecology*, 57(11), 2234-2245.
- Stiling, P. (2012). *Ecology: Global insights and investigations*. pp. 353–371, McGraw. Hill press. New York USA.
- Vasselon, V., Bouchez, A., Rimet, F., Jacquet, S., Trobajo, R., Corniquel, M., ... & Domaizon, I. (2018). Avoiding quantification bias in metabarcoding: Application of a cell biovolume correction factor in diatom molecular biomonitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(4), 1060-1069.
- Visco, J. A., Apothéoz-Perret-Gentil, L., Cordonier, A., Esling, P., Pillet, L., & Pawlowski, J. (2015). Environmental monitoring: inferring the diatom index

from next-generation sequencing data. *Environmental science & technology*, 49(13), 7597-7605.

Walsh, P. S., Metzger, D. A., & Higuchi, R. (1991). Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *Biotechniques*, 10(4), 506-513.

Weigand, A. M., & Macher, J. N. (2018). A DNA metabarcoding protocol for hyporheic freshwater meiofauna: Evaluating highly degenerate COI primers and replication strategy. *Metabarcoding and Metagenomics*, 2, e26869.

Wickham H (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Wu, H.-W., Lu, D.-J., Lin, C.-L., Cheng, H.-C., Juan, C.-H., Shen, T.-J., ... & Chen, S.-F. (2022). Population and conservation status of the flying fox *Pteropus dasymallus* in Taiwan. *Zoological Studies*, 61.

Zhang, Y. C., & Shih, H. T. (2022). First zoeal stage of 15 species of fiddler crabs (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae) from Taiwan. *Zoological Studies*, 61(71), 2022-61.

柒、委員意見回覆與處理情形回應對照表

一、期中意見回覆

委員	意見	回覆
內政部 營建署 城鄉發展 分署	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水質監測五個樣區位置及招潮蟹樣區位置，請清楚標示至保育利用計畫範圍圖上，範圍內應標示濕地分區(核心區、生態復育區、其他分區等)，套疊所有項目及樣點位置圖，另水質調查應拍攝定位照片。 2. 計畫書第 60 頁，圖例標示「次要密度區」而圖面未顯示，請再確認及補充。 3. 本案請彙整生態調查資料，分析其生態及土地利用變遷趨勢，據此提出長期經營管理之建議於期末報告中呈現。並考量綜整分析相關議題，以納入未來經管參考。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將於成果報告呈現。 2. 已修正。 3. 將於期末成果報告中，彙整全年調查結果後加入。

二、期末意見回覆

委員	意見	回覆
劉委員 靜榆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 稀有物種鸞、海豆芽、雲林莞草、甘藻出現在賞蟹步道至風情海岸已經很久，這樣子的棲地類型及物種組合在台灣西海岸目前已經非常罕見，除持續追蹤監測外，建議對於保護區的分區規劃應有適度的調整。 2. 釐清水質測量中 pH 值與溶氧量的關係，冬春季會有高溶氧量高 pH 值，若非如此，則要尋找污染源，其他氨氮、磷等數值較高處，可建議污染改善方式，例如疏通排水，或拉長排放管線。此外，污水處理廠排放的管制標準，建議加嚴管制。 3. 藍天橋附近地區台灣招潮蟹棲息地有改善的空間，海山港南側的堆沙邊緣可以疏濬，形成排水道，讓洪水港溪可以直接入海。 4. 台 61 東側、鹽港溪北的台灣招潮蟹棲息地，目前主要關注物種族群數量大幅萎縮，建議會勘尋找解決對策。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 謝謝委員提供資訊。香山濕地北邊有新豐紅毛港與桃園藻礁，南有竹南、台中高美濕地，其物種組成確與香山濕地有所不同。未來將持續監測鴨嘴海豆芽與鸞族群數量消長變化，並希望能以空拍方式，了解香山濕地的甘藻與雲林莞草分布面積變化。 2. 謝謝委員建議，將檢視報告中水質 pH 與溶氧量之關係，並修正相關論述（如高 pH 值但溶氧量未達過飽和之樣點，pH 值升高之原因可能並非藻類光合作用所致）。 3. 謝謝委員建議，將納入報告末章對濕地未來經營之建議。 4. 委員所提之臺灣早招潮蟹棲息地，111 年度觀察到族群量稍減，112 年度發現族群量嚴重萎縮。該棲地目前遭開卡蘆、海馬齒等植物大面積拓殖，可能與本年度大量降雨有關；但其土地積水狀況未

委員	意見	回覆
		<p>如以往，可能遭人為傾土或雨水沖刷周遭填土進入所致。</p> <p>將建請主管單位加強關注，必要時應以適當方式維護臺灣早招潮蟹棲地。</p>
<p>內政部 營建署 城鄉發展 分署</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本部前以 111 年 4 月 26 日內授營濕字第 1110807573 號函同意備查旨揭計畫，經本分署檢視委辦團隊所提期末報告書，調查內容與時程原則符合。 2. 計畫第 1 頁說明彙整 97 年 1 月至 111 年 12 月統計資料，惟圖 2 香山氣象站氣候圖標示 2008-2021 年，請修正。 3. 文字誤繕請修正：「濕」地（數處）、計畫「已」於（p.80）、112 年「年」8 月（p.80）、如「圖 49」（p.93）、「潮」高不足（p.95）、「略」低於（p.126）、發「現」海山藍天橋（p.126）。 4. 水質監測成果提及溶氧量大部分大於 3mg/L，建議補充說明其參考基準值。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 敬悉。 2. 已修正。因中央氣象局屬香山氣象站於 110 年停用，另於西濱路設有香山濕地氣象站。因香山濕地氣象站位置與香山氣象站不同，數據無法合併統計，故本年度仍沿用香山氣象站之長期平均資料作圖。 3. 委員所提誤繕之處均已修正。 4. 溶氧量之參考，乃參考過往年度春、夏末退潮時之平均溶氧量為基準。

委員	意見	回覆
	<p>5. 本分署期中報告提供意見：「水質監測五個樣區位置及招潮蟹樣區位置，請清楚標示至保育利用計畫範圍圖上，範圍內應標示濕地分區(核心區、生態復育區、其他分區等)，套疊所有項目及樣點位置圖，另水質調查應拍攝定位照片。」未於期末報告見修正。</p> <p>6. 有關第肆章各節生態調查分析成果及土地利用變遷趨勢，請將提出之長期經營管理建議綜整於末章呈現，以利保育利用計畫檢討作業納入參考。</p> <p>7. 請就本案期中及期末審查意見補充說明後，於成果報告製作處理情形回應對照表，並標註頁碼及補充修正內容，俾供查對。</p>	<p>5. 於成果報告一併修正，且將相關圖資附於附錄，見附圖 3。</p> <p>6. 彙整於成果報告中，見 P.138。</p> <p>7. 遵照辦理。</p>

捌、計畫參與人員

計畫主持人：楊樹森、李清福

研究助理：張景淞

偕同協助人員：

臺灣早招潮蟹調查：張筱筠

蟹類大眼幼體採集：趙嘉詳、劉招定

蟹類大眼幼體鑑定：黃淑珍

附錄 A、蟹類大眼幼體樣本 DNA 萃取與序列擴增方法

一、樣本 DNA 萃取

使用 Chelex 嵌合樹脂進行未知大眼幼蟹樣本 DNA 粗萃取。Chelex 為苯乙烯和二乙烯基苯的共聚物，是一種陽離子交換樹脂，可以螯合細胞中的多種金屬離子，尤其是正二價陽離子。Chelex 可以有效移除細胞中游離的鎂離子，藉此降低或消滅 DNA 分解酶的活性。以 Chelex 搭配煮沸與鹼性溶液或界面活性劑如 SDS 破壞細胞膜，可以在短時間內快速釋出細胞中的 DNA 作為擴增特定片段使用 (Walsh, Metzger & Higuchi, 2018; Sepp, Szabo, Uda & Sakamoto, 1994)；若樣本保存時間較長不適合煮沸，亦可以 55°C 乾浴過夜 (Casquet, Thebaud & Gillespie, 2012)。

未知種類之大眼幼蟹，記錄其影像後，視其個體大小取一隻螯足或半邊步足，置入裝有 20 μ L TE 緩衝液 (10 mM Tris Base. 0.1 mM EDTA, pH=8.0) 的 1.5mL 微量離心管中，以焯火過的不鏽鋼筷搗碎，之後加入含有 10% Chelex (Bio-Rad, Richmond, CA) 的無菌水 20 μ L，105°C 乾浴煮沸 10 分鐘萃取其 DNA。煮沸後的萃取液於桌上型離心機簡單離心數秒鐘，於室溫放涼即為未知蟹類大眼幼體 DNA 溶液。

用以次世代定序的樣本，以是否能通過 2mm 篩網分為兩組，分別以無菌水清洗酒精後，以濾紙壓至稍乾，加入樣本重量一半的 CTAB buffer (50 mM Tris, pH 7.5. 400 mM NaCl. 20 mM EDTA. 0.5 % SDS)，以滅菌過的研鉢及杵研磨成漿，裝入離心管保存。萃取 DNA 時取 200mg 的漿泥，使用 DNeasy PowerSoil Pro Kit (QIAGEN, Germany)，依其操作指示萃取 DNA。

二、目標序列擴增

未知大眼幼蟹標本目標序列擴增，取 DNA 1 μ L，10 μ M 之 forward、

111 - 112 年度香山重要濕地 (國家級)
基礎生態暨濕地水質監測調查計畫成果報告 蟹類大眼幼體 DNA 萃取與序列擴增方法
reverse 引子各 0.5 μ L、20mM MgCl₂ 2 μ L、300 mM (NH₄)₂SO₄ 1 μ L、O'inl
DNA Polymerase Premix II (2X) w/dye (Yeastern Biotech Co., Ltd., Taiwan)
10 μ L，最後以無菌水補至總體積 20 μ L。

擴增用的引子主要為 LCO-1490 及 HCO-2198 (Folmer et al.
1994)：

LCO-1490: 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3'

HCO-2198: 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3'

若遇無法擴增者，則以 Schubart & Huber (2006) 依據 Folmer et al. 1994
設計的 COL6 與 COL6b 引子對擴增：

COL6: 5'-TADACTTCDGGRTGDCCAAARAAYCA-3'

COL6b: 5'-ACAAATCATAAAGATATYGG-3'

若仍未能擴增，則改變目標區段，以 16S 區段為目標，以 Palumbi et al.
(1991) 研發之 16Sar 與 16Sbr 引子對進行擴增：

16Sar: 5'-CGCCTGTTTATCAAAAACAT-3'

16sbr: 5'-CCGGTYTGAACCTCAGATCAYGT-3'

聚合酶連鎖反應於 ABI 2700 Thermal Cycler 反應器中進行，先於 95
°C 使 DNA 變性 (denature) 5 分鐘，之後視目標片段不同，設定不同之
循環：COI 片段參考 Shih et al. (2012) 設定 95°C / 50 秒、51°C / 70 秒、
72°C / 60 秒 10 個循環，接續以 95°C / 50 秒、45°C / 70 秒、72°C / 60
秒進行 30 個循環；16S 則以 95°C / 50 秒、45°C / 70 秒、72°C / 60 秒
運行 36 次循環，最後維持 72°C 10 分鐘。運行完 PCA 之反應產物以
1.5% 洋菜膠搭配 100 bp YEA Ladder DNA Marker III (Yeastern Biotech Co.,
Ltd., Taiwan) DNA ladder 於 0.5X TBE 溶液中以 100V 進行電泳 20 分
鐘，並以紫外光檢視擴增結果；若擴增成功，則將樣本送至基隆米克斯公
司進行定序。

附錄 B、次世代定序資料處理與物種比對方法

一、 資料庫建立

首先整理好黃淑珍 (2005) 之序列，並自 MIDORI Reference 2 網站 (<http://www.reference-midori.info/>) 下載最新的資料庫，本計畫報告使用 2022 年 8 月 27 日釋出的 GB252 版本為底本，使用 MIDORI2_UNIQ_NUC_GB258_CO1_BLAST.fasta 製作資料庫。編號中的 UNIQ 代表收錄了各物種所有 COI 基因不重複的單型 (haplotype)。

在 Ubuntu 22.04.1 系統中合併黃 (2005) 與 MIDORI2 GB252 資料庫，以 blast+ 套件的 makedb 指令製作資料庫：`makeblastdb -in MIDORI2_UNIQ_NUC_GB258_CO1_BLAST.fasta -parse_seqids -title "MIDORI2GB258+Huang" -dbtype nucl`，之後會生成可作為資料庫的資料夾，完成資料庫的建立。

二、 次世代定序資料處理

次世代定序資料處理，主要以 DADA2 套件於 R 4.2.22 版本中進行。參考 Steyaert et al. (2020) 之作法，輸入全部的 forward 與 reverse 序列 fastq 檔，於 DADA2 的 filterAndTrim 指令中，使用 `maxN=0`, `maxEE = c(2,2)`, `truncQ=2`, `rm.phix = TRUE`, `compress = TRUE`, `multithread = T`, `trimLeft = 26`, `trimRight = 50` 參數組合。其中 maxN 代表可容許的 N (無法區分 ATCG 之編碼) 數量、maxEE 代表可容許的最大錯誤定序數、truncQ 代表移除第一個定序品質帶有 Q 值小於 2 的核苷酸與之後序列³、rm.phix 代表移除定序時參考用的 phiX

³ Q 值與錯誤機率 P 的關係為 $P = 10^{-\frac{Q}{10}}$ 。Q 值為 2 時，該定序的錯誤機率為 0.63。

genome，最後去除去列前 26 個鹼基 (此為引子) 與每條序列最後 50 個鹼基 (通常定序品質差)。

之後通過一般泛用的序列資料處理程序，取得本次定序的 ASV table 與各 ASV 的序列，儲存為 .fasta 檔。

三、物種比對

使用 blast+ 套件的 blastn 指令，依照 Fais et al. (2020) 與 Weigand & Macher (2018) 的建議，以 `-perc_identity 70 -evalue 1e-30` 作為篩選標準，搭配 `-max_target_seqs 50 -num_threads 6 -outfmt "6 qseqid sseqid stitle evalue bitscore pident"` 指令輸出比對到前 50 筆符合資料庫且高於篩選標準的結果。

四、比對結果處理

由於 MIDORI2 的 UNIQ 資料庫序列名稱已經包含 GenInfo Identifier (GI) 碼、分類群與分類群編碼 (taxonID)，如：
MT876654.1.<1.>677###root_1;Eukaryota_2759;Arthropoda_6656
;Malacostraca_6681;Decapoda_6683;Sergestidae_111522;Acetes
_439395;Acetes_sibogae_979182，因此只要取代不同的分隔符號，就可以用表格呈現不同的資料欄位。

最後將整理好的比對結果，依照 ASV 序號與 ASV table 合併，即完成次世代定序高通量分子條碼物種比對表格。

附錄 C、蟹類大眼幼體圖錄



字紋弓蟹 *Varuna litterata* (Fabricius, 1798) 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。



戈氏小相手蟹 *Nanosesarma minutum* (de Man, 1887) 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。



弧邊管招潮蟹 *Tubuca arcuata* (De Haan, 1835) 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。



短身大眼蟹 *Macrophthalmus abbreviatus* Manning & Holthuis, 1981 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。



萬歲大眼蟹 *Macrophthalmus banzai* Wada & Sakai, 1989 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。



雙扇股窗蟹 *Scopimera bitympana* Shen, 1930 腹面 (左) 與背面 (右) 觀。

附錄 D、其他附錄資料

附表 1、香山濕地歷年紅樹林清除面積。資料來源：新竹市政府。

年度	面積 (公頃)	經費 (千元)	補助單位	範圍	備註
94	2		中央研究院 自行執行	海山畧近岸	與 99 及 101 年區域重複
96	1	200	林務局	海山畧（海山漁港南 側）	
97	3	950	林務局	美山（大庄溪口西側）	
98	5	2,892	林務局及營建署	美山（水資源中心西 側）	
99	3	3,800	營建署	美山（三姓溪口東側）	99 年二階計畫 清除
	6			海山畧紅樹林外圍	
	14			美山紅樹林外圍	
	2			朝山紅樹林外圍	
100	5	1,700	林務局	美山（大庄溪口以北）	
101	5	1,717	林務局	美山（惠民宮前）	
	4	1,660	營建署	海山畧	
102	4.8	2,302	營建署	美山（海釣場外圍推 50 米）	維護 54 公頃
	1.2			客雅溪（港南溝）	
	4.6	942	林務局	美山（大庄溪出海口及 美山外圍）	
103	5	900	林務局	美山最南端（安檢所前 方）	維護 35 公頃
104- 105	5.9	950	林務局	海山畧	維護海山畧 26.2 公頃 港南溝 2.1 公 頃
	348	13,000	新竹市政府	美山段（三姓溪以南， 海山漁港以北）	密生區 59 公 頃 擴散區（小 苗）289 公頃
106	8	900	林務局	海山畧：1.7 公頃	維護全區 369 公頃
		1,000	新竹市政府	客雅溪：6.3 公頃	
107	8	900	林務局	客雅溪口	維護全區 369 公頃
		1,000	新竹市政府		
108	12	900	林務局	客雅溪口：11 公頃	
		1,500	新竹市政府	港北溝：1 公頃	
合計	447.5	37,213			

附表 2、香山濕地陸源水質長期監測點位第一、二季主成分分析各主成分軸負荷量表。

		doperc	sal	ph	ss	bod	nh4	no2	no3	po4	sio4
		溶氧量 百分比	鹽度	酸鹼度	懸浮 固體	生化需 氧量	磷酸 鹽	矽酸 鹽	氮氮	亞硝 鹽氮	硝酸 鹽氮
漲 潮	1	-0.667	-0.956	-0.097	-0.790	0.492	0.815	-0.265	0.349	0.374	0.902
	2	-0.158	0.017	-0.507	-0.269	-0.643	0.162	0.461	0.605	-0.564	-0.048
	3	-0.490	0.116	-0.573	0.073	-0.224	-0.165	-0.699	-0.354	-0.124	0.016
退 潮	1	-0.737	-0.739	-0.664	-0.425	-0.004	0.784	0.419	0.604	0.609	0.658
	2	0.118	0.300	0.059	0.444	-0.607	-0.185	0.655	0.616	0.426	-0.345
	3	0.580	0.008	0.527	0.002	0.509	-0.041	-0.150	0.371	0.555	0.486
	4	-0.091	-0.478	-0.025	0.635	-0.329	-0.232	-0.497	0.106	-0.035	0.272

附表 3、香山濕地陸源排水渠道上半年檢測主成分分析各主成分軸負荷量表。

變量	變量中文名	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4
do	溶氧量	-0.684	0.274	0.517	0.190
sal	鹽度	-0.497	0.306	-0.204	-0.627
ph	氫離子濃度指數	-0.335	0.306	0.833	0.001
ss	總懸浮固體量	-0.544	0.450	-0.032	-0.463
bod	生化需氧量	0.752	-0.063	0.237	-0.480
nh4	氮氮濃度	0.779	0.495	0.224	-0.027
no2	亞硝酸鹽氮濃度	0.141	-0.585	-0.004	-0.305
no3	硝酸鹽氮濃度	-0.038	-0.788	0.371	0.013
po4	磷酸鹽濃度	0.804	0.315	0.314	-0.091

附表 4、香山濕地蟹類名錄。標註「大眼幼體」者，為僅有大眼幼體之捕獲／定序紀錄。

分類群	中名	備註
Dotillidae 毛帶蟹科		
<i>Ilyoplax formosensis</i>	臺灣泥蟹	大眼幼體。
<i>Ilyoplax tansuiensis</i>	淡水泥蟹	

分類群	中名	備註
<i>Scopimera bitympana</i>	雙扇股窗蟹	
<i>Scopimera intermedia</i>	中型股窗蟹	
<i>Scopimera longidactyla</i>	長趾股窗蟹	
<i>Tmethypocoelis ceratophora</i>	角眼拜佛蟹	
Eriphiidae 酋婦蟹科		
<i>Eriphia sebana</i>	光手酋婦蟹	
Grapsidae 方蟹科		
<i>Metopograpsus thukuhar</i>	方形大額蟹	
<i>Grapsus albolineatus</i>	白紋方蟹	
<i>Grapsus longitarsis</i>	長趾方蟹	大眼幼體。
Gecarcinidae 地蟹科		
<i>Cardisoma carnifex</i>	兇狠圓軸蟹	
<i>Discoplax hirtipes</i>	毛足圓盤蟹	
Leucosiidae 玉蟹科		
<i>Pyrhila pisum</i>	豆形拳蟹	
<i>Seulocia latirostrata</i>	帶紋玉蟹	大眼幼體。
Macrophthalmidae 大眼蟹科		
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	短身大眼蟹	
<i>Macrophthalmus banzai</i>	萬歲大眼蟹	
<i>Macrophthalmus japonicus</i>	日本大眼蟹	大眼幼體。
<i>Macrophthalmus latreillei</i>	拉氏大眼蟹	大眼幼體。
<i>Macrophthalmus tomentosus</i>	絨毛大眼蟹	
Matutidae 黎明蟹科		
<i>Matuta victor</i>	勝利黎明蟹	
Menippidae 哲蟹科		
<i>Menippe rumphii</i>	繆氏哲蟹	
Mictyridae 和尚蟹科		
<i>Mictyris brevidactylus</i>	短指和尚蟹	
Ocypodidae 沙蟹科		
<i>Austruca lactea</i>	乳白南方招潮蟹	
<i>Gelasimus jocelynae</i>	賈瑟琳丑招潮	大眼幼體。
<i>Gelasimus borealis</i>	北方丑招潮蟹	
<i>Gelasimus vocans</i>	呼喚招潮蟹	大眼幼體。

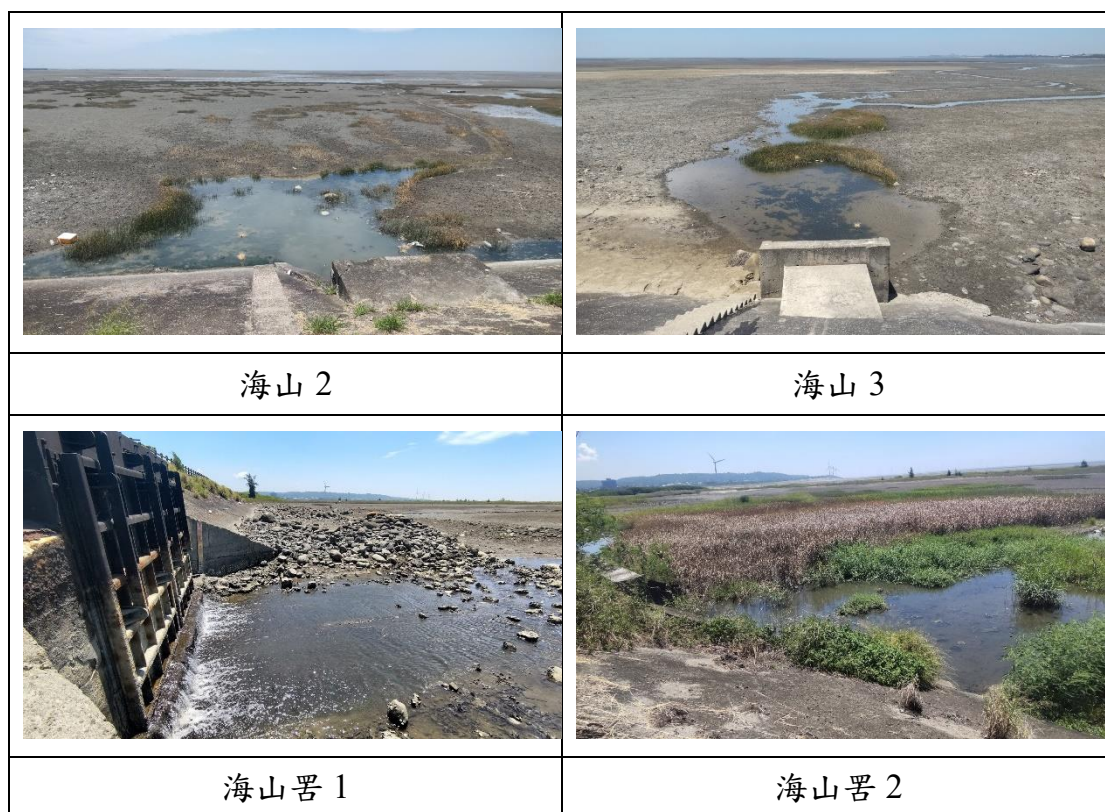
分類群	中名	備註
<i>Ocypode ceratophthalmus</i>	角眼沙蟹	
<i>Ocypode sinensis</i>	中華沙蟹	
<i>Ocypode stimpsoni</i>	斯氏沙蟹	
<i>Paraleptuca crassipes</i>	粗腿擬瘦招潮	
<i>Paraleptuca splendida</i>	麗彩擬瘦招潮	
<i>Tubuca arcuata</i>	弧邊招潮蟹	
<i>Tubuca coarctata</i>	窄管招潮蟹	大眼幼體。
<i>Xeruca formosensis</i>	臺灣早招潮蟹	
Oziidae 團扇蟹科		
<i>Epixanthus frontalis</i>	平額石扇蟹	
<i>Ozius rugulosus</i>	皺紋團扇蟹	
Pinnotheridae 豆蟹科		
<i>Arcotheres sinensis</i>	中華蚶豆蟹	
<i>Austinotheres angelicus</i>	豆蟹	大眼幼體。
<i>Holothuriophilus pacificus</i>	豆蟹	大眼幼體。
<i>Nepinnotheres pinnotheres</i>	新豆蟹	
<i>Pinnotheres boninensis</i>	波寧豆蟹	
<i>Pinnotheres haiyangensis</i>	海陽豆蟹	
Plagusiidae 斜紋蟹科		
<i>Plagusia squamosa</i>	鱗形斜紋蟹	
Porcellanidae 瓷蟹科		
<i>Petrolisthes japonicus</i>	日本岩瓷蟹	
Portunidae 梭子蟹科		
<i>Charybdis amboinensis</i>	安汶蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis anisodon</i>	異齒蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis annulata</i>	環紋蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis feriata</i>	鏽斑蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis hellerii</i>	赫氏蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis japonica</i>	日本蟬	
<i>Charybdis lucifera</i>	晶瑩蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis orientalis</i>	東方蟬	大眼幼體。
<i>Charybdis variegata</i>	雜色蟬	大眼幼體。
<i>Lupocyclus inaequalis</i>	不等狼牙蟹	大眼幼體。

分類群	中名	備註
<i>Portunus pelagicus</i>	遠海梭子蟹	
<i>Portunus sanguinolentus</i>	紅星梭子蟹	
<i>Scylla olivacea</i>	欖綠青蟳	
<i>Scylla paramamosain</i>	擬深穴青蟳	
<i>Scylla serrata</i>	鋸緣青蟳	
<i>Scylla tranquebarica</i>	特蘭奎巴青蟳	大眼幼體。
<i>Thalamita admete</i>	野生短槳蟹	大眼幼體。
<i>Thalamita crenata</i>	鈍齒短槳蟹	
<i>Thalamita integra</i>	完整短槳蟹	大眼幼體。
<i>Thalamita sima</i>	雙額短槳蟹	大眼幼體。
<i>Thalamita spinimana</i>	刺手短槳蟹	大眼幼體。
<i>Thranita cerasma</i>	混雜長槳蟹	大眼幼體。
<i>Thranita coeruleipes</i>	藍足長槳蟹	大眼幼體。
<i>Thranita crenata</i>	鈍齒長槳蟹	大眼幼體。
Sesarmidae 相手蟹科		
<i>Bresedium brevipes</i>	短足針肢蟹	大眼幼體。
<i>Chiromantes haematocheir</i>	漢氏螳臂蟹	
<i>Clistocoeloma sinense</i>	中華泥毛蟹	
<i>Nanosesarma minutum</i>	小型小相手蟹	
≡ <i>Nanosesarma gordonii</i>	(戈氏小相手蟹)	
<i>Neosarmatium fourmanoiri</i>	福曼新脹蟹	大眼幼體。
<i>Orisarma dehaani</i>	漢氏東方蟹	
<i>Orisarma neglectum</i>	隱秘東方相手蟹	大眼幼體。
<i>Parasesarma affine</i>	褶痕擬相手蟹	
<i>Parasesarma insulare</i>	島嶼擬相手蟹	
≡ <i>Parasesarma bidens</i>	(雙齒擬相手蟹)	
<i>Parasesarma pictum</i>	斑點擬相手蟹	
<i>Parasesarma tripectinis</i>	三櫛擬相手蟹	
Varunidae 弓蟹科		
<i>Chasmagnathus convexus</i>	隆背張口蟹	
<i>Cyclograpsus intermedius</i>	中型圓方蟹	大眼幼體。
<i>Eriocheir hepuensis</i>	合浦絨螯蟹	
<i>Eriocheir japonica</i>	日本絨螯蟹	大眼幼體。
<i>Eriocheir ogasawaraensis</i>	小笠原絨螯蟹	大眼幼體。

分類群	中名	備註
<i>Gaetice depressus</i>	平背蜞	
<i>Helicana doerjesi</i>	德氏仿厚蟹	
<i>Helice epicure</i>	老饕厚蟹	大眼幼體。
<i>Helice formosensis</i>	臺灣厚蟹	
<i>Helice latimera</i>	側足厚蟹	大眼幼體。
<i>Helice tientsinensis</i>	天津厚蟹	大眼幼體。
<i>Helice tridens</i>	三櫛厚蟹	大眼幼體。
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	絨螯近方蟹	
<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	肉球近方蟹	大眼幼體。
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	高野近方蟹	
<i>Metaplax elegans</i>	秀麗長方蟹	
<i>Parahelice daviei</i>	大衛擬厚蟹	大眼幼體。
<i>Parahelice pilimana</i>	毛緣擬厚蟹	大眼幼體。
<i>Platyeriocheir formosa</i>	臺灣扁絨螯蟹	大眼幼體。
<i>Pseudohelice subquadrata</i>	似方假厚蟹	
<i>Varuna litterata</i>	字紋弓蟹	
<i>Varuna yui</i>	游氏弓蟹	大眼幼體。
Xanthidae 扇蟹科		
<i>Leptodius affinis</i>	溝痕皺蟹	大眼幼體。
<i>Leptodius sanguineus</i>	肉球皺蟹	大眼幼體。
<i>Liagore rubromaculata</i>	紅斑斗蟹	大眼幼體。
<i>Xanthias punctatus</i>	斑點近扇蟹	大眼幼體。

	
<p>港南</p>	<p>港北</p>
	
<p>魚塭</p>	<p>惠民 1</p>
	
<p>惠民 2</p>	<p>賞蟹 1</p>
	
<p>賞蟹 2</p>	<p>風情 1</p>

	
風情 2	風情 3
	
風情 4	風情 5
	
風情 6	風情 7
	
風情 8	海山 1



附表 6、《放流水標準》之附表九、科學工業園區專用污水下水道系統放流水水質項目及限值

適用範圍	項目		限值	備註
共同適用	水溫	排放於非海洋之地面水體者	攝氏三十八度以下（適用於五月至九月）	
			攝氏三十五度以下（適用於十月至翌年四月）	
		直接排放於海洋者	放流口水溫不得超過攝氏四十二度，且距排放口五百公尺處之表面水溫差不得超過攝氏四度	
	氫離子濃度指數	六·0—九·0		
	氟鹽	一五		
硝酸鹽氮	五0			
氨氮	排放於自來水水質水量保	一0		

	護區內者			
	排放於自來水水質水量保護區外者	中華民國一百零一年十月十二日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	三〇	
		中華民國一百零一年十月十二日前尚未完成工程招標者	二〇	
正磷酸鹽 (以三價磷酸根計算)	排放於自來水水質水量保護區內者		四・〇	
酚類			一・〇	
陰離子界面活性劑			一〇	
氰化物			一・〇	
油脂(正己烷抽出物)			一〇	
溶解性鐵			一〇	
溶解性錳			一〇	
鎘	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者		〇・〇三	
	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者		〇・〇二	自中華民國一十年一月一日施行。
	中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者		〇・〇二	
鉛	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者			
	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者		〇・五	自中華民國一十年一月一日施行。

		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	0.5	
總銘		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	2.0	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	1.5	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	1.5	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0.5	
六價銘		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0.35	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	0.35	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	3.0	
銅		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	1.5	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	1.5	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	5.0	
鋅		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	3.5	自中華

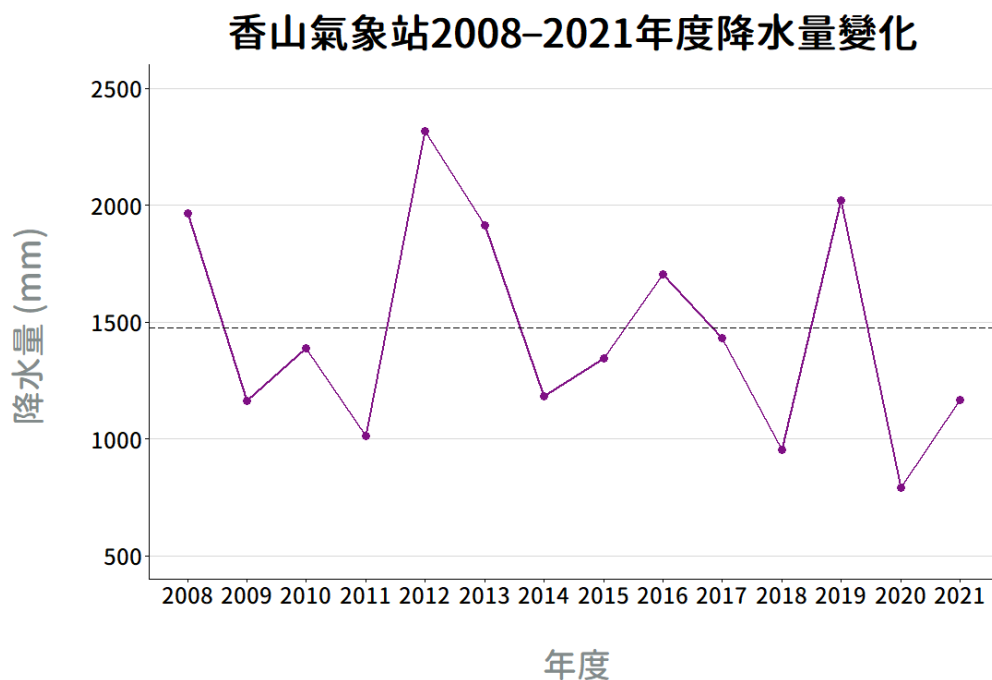
		二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者		民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	三·五	
鎳		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	一·0	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0·七	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	0·七	
硒		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0·五	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0·三五	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	0·三五	
砷		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0·五	
		中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	0·三五	自中華民國一百一十年一月一日施行。
		中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	0·三五	
錫		中華民國一百零六年十	二·0	自中華

	二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者		民國一百一十年一月一日施行。
	中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	一·0	
甲基汞		0·000000 二	
總汞		0·00 五	
銀		0·五	
硼	排放於自來水水質水量保護區內者	一·0	
	排放於自來水水質水量保護區外者	五·0	
硫化物		一·0	
真色色度	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	五五0	自中華民國一百一十年一月一日施行。
	中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	四00	
自由有效餘氯	中華民國一百零六年十二月二十五日前完成建造、建造中或已完成工程招標者	三00	自中華民國一百一十年一月一日施行。
	中華民國一百零六年十二月二十五日前尚未完成工程招標者	二·0	
錮		二·0	
鎳		0·一	
鎳		0·一	
鉬		0·六	
總毒性有機物		一·三七	
N-甲基吡咯烷酮		一·0	自中華民國一百一十年一月一日施行。
2-甲氧基-1-丙醇		0·一	
二甲基乙醯胺		0·一	
鈷		一·0	

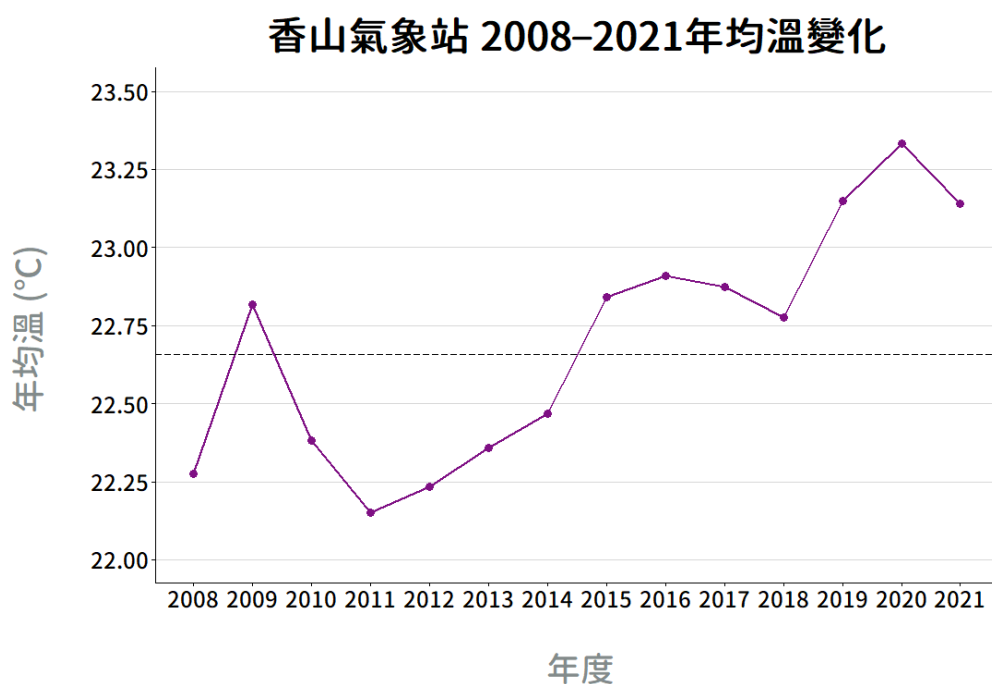
	銻	一·0	
	N-甲基甲醯胺	一·0	
	二乙二醇二甲醚	一·0	
中華民國九十八年七月三十一日前完成建造、建造中或已完成工程招標，且許可核准排放水量未達每日10,000立方公尺者	生化需氧量	最大值	三0
		七日平均值	二五
	化學需氧量	最大值	一00
		七日平均值	八0
	懸浮固體	最大值	三0
		七日平均值	二五
中華民國九十八年七月三十一日前尚未完成工程招標者；及九十八年七月三十一日前完成建造、建造中或已完成工程招標，且許可核准排放水量為每日10,000立方公尺以上者	生化需氧量	最大值	二五
		七日平均值	二0
	化學需氧量	最大值	八0
		七日平均值	六五
	懸浮固體	最大值	二五
		七日平均值	二0

附表 7、《重要濕地內灌溉排水蓄水放淤給水投入標準》第二條第 1 項所列排水
 進入重要濕地之入流水水質項目及限值表。

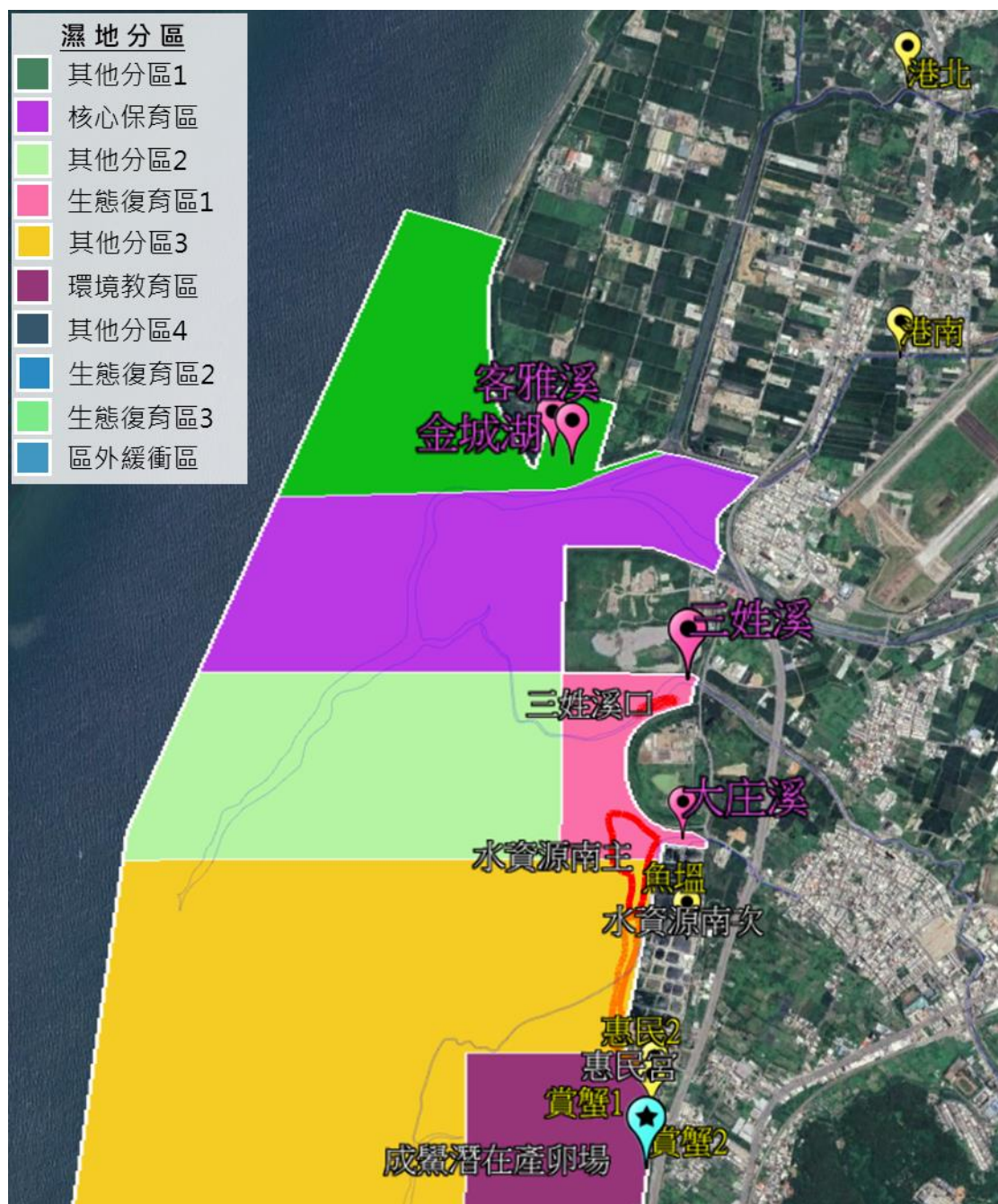
項目	限值			備註
	國際級	國家級	地方級	
水溫	不得超過本法第十五條第一項第四款水資源系統中水體基礎調查之當季平均溫度攝氏正、負二度。			以重要濕地範圍或重要濕地保育利用計畫指定重要濕地內之地點為準。
氨氮	五點零(毫克/公升)	七點五(毫克/公升)	八點五(毫克/公升)	
硝酸鹽氮	二十五點零(毫克/公升)	三十七點五(毫克/公升)	四十二點五(毫克/公升)	
總磷	二點零(毫克/公升)	二點零(毫克/公升)	二點零(毫克/公升)	
生化需氧量	十五點零(毫克/公升)	二十二點五(毫克/公升)	二十五點五(毫克/公升)	
化學需氧量	五十點零(毫克/公升)	七十五點零(毫克/公升)	八十五點零(毫克/公升)	
懸浮固體	十五點零(毫克/公升)	二十二點五(毫克/公升)	二十五點五(毫克/公升)	
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。			



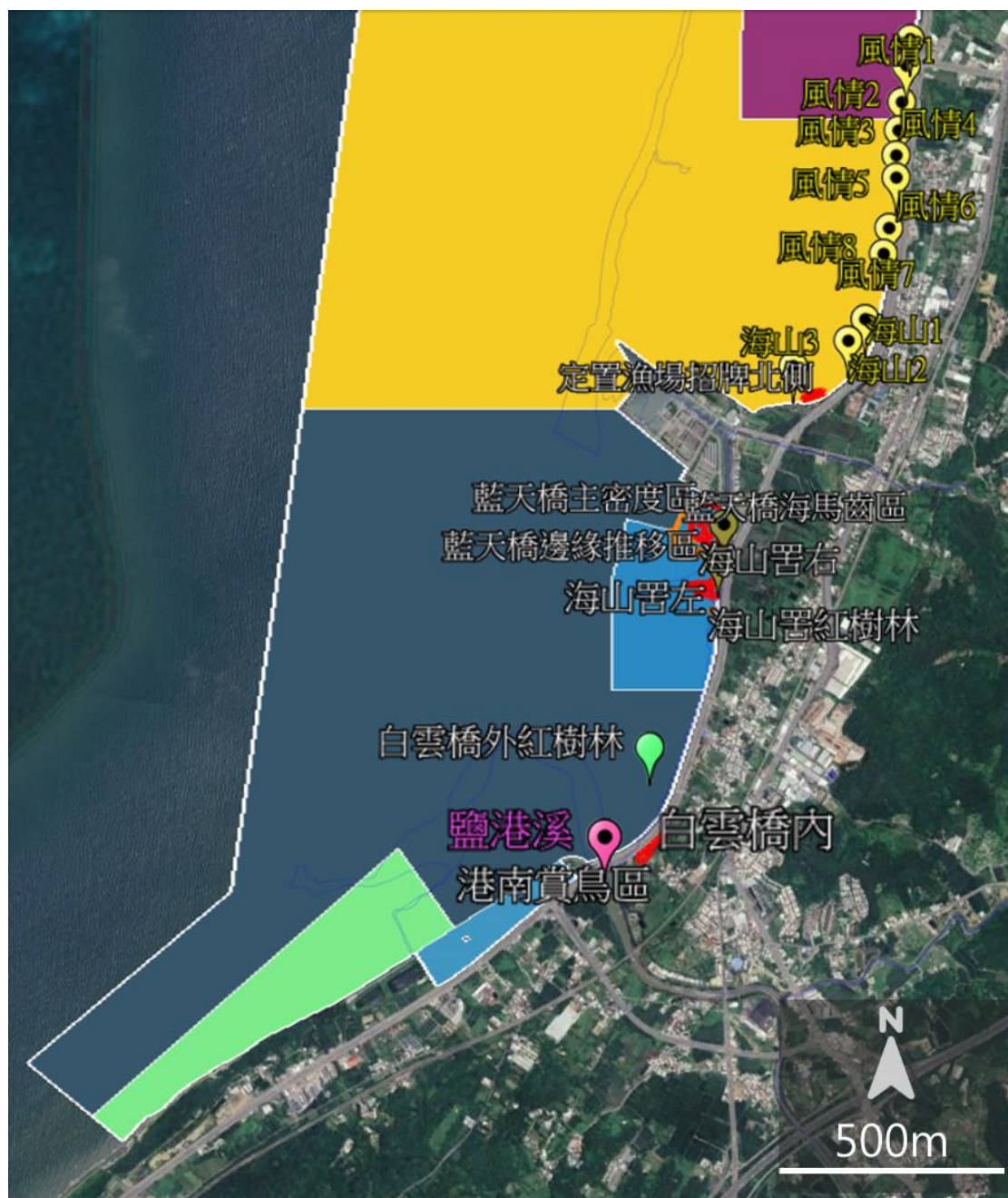
附圖 1、中央氣象局香山氣象站年雨量逐年變化圖。



附圖 2、中央氣象局香山氣象站年均溫逐年變化圖。



附圖 3、本計畫所有採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖。



附圖 3 (續)、本計畫所有採樣、調查點位與劃設區域套疊於濕地功能分區圖。