

113 年度香山濕地
三棘鰲及海草床生態調查計畫
成果報告

亞洲大學
醫學檢驗暨生物技術學系
張筱筠

中 華 民 國 一 一 三 年 十 二 月

摘要

為了解香山濕地的三棘蟹 (*Tachypleus tridentatus*) 族群數量與空間分布，並探究蟹對於海草床棲地是否有特殊偏好，本計畫選定香山濕地 4 處樣區，進行蟹族群數量、底質狀態與底棲生物調查，並研究海草床之物候、四季分布範圍與四季生產量。

本年度於所有樣區內累積調查到發現 34 隻幼蟹個體，齡期介於 7-10 齡之間，且調查到的個體幾乎都分布於賞蟹步道外海草茂密的樣區。底質分析顯示，香山濕地的底質由賞蟹步道北側至定置漁場招牌外，呈現由北往南粒徑漸大、含泥率漸低的趨勢，而有機質含量則以賞蟹步道北側紅樹林移除區最高。各樣區的底質葉綠素 a 濃度在夏季沒有顯著差異，而冬季則差異顯著，其中以賞蟹步道外幼蟹與海草床密集樣區的底質葉綠素 a 含量與夏季差異最為顯著。比較賞蟹步道南北側的長期監測樣點底質狀態，發現相較於 108 年，本年度賞蟹步道北側的底質中值粒徑顯著上升，含泥率與有機碳含量顯著下降，而南側的中值粒徑維持粗沙等級，樣點之間的含泥率漸趨一致，顯示紅樹林移除後，對於移除趨南側的賞蟹步道週遭底質恢復有所助益。

所有樣區的底棲動物豐度以幼蟹／海草密集區最高，而分析全年度底質狀態與底棲生物的對應關係，篩選出底質含泥率、有機碳含量與葉綠素 a 濃度是影響底棲生物群聚結構的最重要因子。最後結合環境及底棲動物資料，搭配過往調查報告及研究，提出香山濕地的幼蟹分布與底質葉綠素 a 濃度與甘藻床均有關聯，其中前者除指示灘地的高基礎生產力之外，亦與底質中的底棲動物有關，而甘藻床亦可以作為幼蟹的食物來源。造成香山濕地幼蟹／甘藻密集區的主要環境因子是沿岸富含營養鹽的排水，未來必須持續監測此區排水的水質。

本研究的發現再次證實灘地底質葉綠素 a 濃度對於底棲動物與幼蟹分佈的重要性，本研究成果未來可用以預測幼蟹的分布潛勢區。建議未來與蟹相關的潮間帶調查應檢驗底質葉綠素 a 濃度。

Abstract

This study investigated the population size and spatial distribution of juvenile *Tachypleus tridentatus* in Siangshan Wetland and examined their potential preference for seagrass (*Zostera japonica*) bed habitats. Four sampling areas were selected to survey juvenile horseshoe crabs, sediment characteristics, and benthic organisms, alongside an analysis of the phenology, seasonal distribution, and productivity of *Z. japonica* beds.

A total of 34 juvenile horseshoe crabs (7th–10th instars) were recorded this year, primarily in seagrass-dense zones offshore of the Crab Viewing Trail. Sediment analysis revealed a north-to-south gradient of increasing grain size and decreasing mud content, with the highest organic matter concentration in the mangrove removal area north of the trail. Sediment chlorophyll-a concentrations showed no significant seasonal differences among sampling areas during summer but varied significantly in winter, with the seagrass-dense zones exhibiting the most pronounced seasonal fluctuations.

Long-term sediment monitoring indicated significant increases in median grain size and decreases in mud content and organic carbon north of the trail compared to 2019, while sediment conditions south of the trail remained coarse with more uniform mud content. These findings suggest that mangrove removal has facilitated sediment recovery in the southern areas near the trail.

Benthic fauna abundance peaked in seagrass-dense zones with juvenile horseshoe crabs. Statistical analysis identified mud content, organic carbon, and chlorophyll-a concentration as key factors shaping benthic community structure. Combining current results with previous studies, this research highlights the close association between juvenile *T. tridentatus* distribution and sediment chlorophyll-a concentration, as well as the ecological role of *Z. japonica* beds, which not only indicate high intertidal primary productivity but also serve as a food source for juvenile horseshoe crabs.

Nutrient-rich runoff from coastal drainage was identified as a primary driver of juvenile *T. tridentatus* and *Z. japonica* dense zones. Continued monitoring of water quality in this drainage area is crucial.

This study reaffirms the significance of sediment chlorophyll-a concentration for benthic fauna and juvenile *T. tridentatus* distribution, providing a basis for predicting potential habitat zones. Future intertidal surveys on horseshoe crabs should prioritize sediment chlorophyll-a concentration as a key parameter.

目 錄

壹、前言	1
貳、計畫目標及工作項目	11
參、執行方法及步驟	12
一、樣區劃設	12
二、研究方法	14
(一) 幼鰲出現熱區調查與幼鰲族群量估計	14
(二) 成鰲產卵潛勢區劃設與驗證	15
(三) 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄	16
(四) 海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態之異同	18
(五) 海草床分布密集區與其他區域底質環境特徵之異同	19
三、樣本分析與資料統計方法	20
(一) 幼鰲齡期估算方法	20
(二) 粒徑樣本分析方法	21
(三) 有機質樣本分析方法	22
(四) 葉綠素 a 樣本分析方法	24
(五) 生物樣本鑑定方法	26
(六) 海草生產力測定方法	28
(七) 幼鰲族群量估算統計方法	30
(八) 資料統計分析方法	31
肆、結果	33
一、幼鰲出現熱區調查與族群量估計結果	33
二、成鰲產卵潛勢區劃設與驗證結果	37
三、海草床分布範圍四季變化與物候紀錄結果	38
(一) 海草床分布範圍與物候調查結果	38
(二) 海草床生產力調查結果	43
四、海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態調查結果	47

五、海草床分布密集區與其他區域底質特徵調查結果	54
(一) 海草床分布區內外底質特徵調查結果	54
(二) 控制樣點底質狀態底質特徵調查結果	64
(三) 海草床分布密集區與其他區域底質特徵比較	70
(四) 物種組成與環境特徵之相關性分析	72
伍、討論	73
一、三棘鰲相關調查	73
二、海草床相關調查	75
三、香山濕地三棘鰲與海草床分布相關性之討論	78
陸、概要與建議	82
一、香山濕地之幼鰲出現熱區與成鰲可能產卵區域	82
二、香山濕地海草床調查	84
(一) 海草床基礎資料	84
(二) 海草床分布區之底質狀態與底棲生物相異同	85
柒、參考文獻	87
一、參考法規	87
二、參考文獻	88
捌、委員意見回覆與處理情形回應	95
一、期中委員意見回覆與處理情形回應對照表	95
二、期末委員意見回覆與處理情形回應對照表	98
玖、附錄	102
計畫參與人員	125

圖目錄

圖 1、香山濕地範圍與功能分區圖.....	2
圖 2、於賞蟹步道外甘藻床發現的幼蟹個體.....	3
圖 3、香山濕地幼蟹熱區、潛勢區與甘藻床分布密集區劃設位置圖.....	9
圖 4、幼蟹出現熱區調查規劃樣區位置圖.....	12
圖 5、海草床調查樣區畫設規劃位置圖.....	13
圖 6、大潮滿潮時拍攝之成蟹產卵潛勢區示意圖.....	15
圖 7、海草密集區與稀疏區示意圖.....	16
圖 8、海草生長速率測定樣區示意圖.....	17
圖 9、底棲動物採樣設計示意圖.....	18
圖 10、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。.....	21
圖 11、海草各部位名稱示意圖。.....	28
圖 12、本年度各樣區發現之幼蟹點位圖.....	34
圖 13、民眾於海山漁港附近抓獲成蟹照片.....	35
圖 14、113 年 4—10 月幼蟹背甲寬頻度分布圖.....	36
圖 15、成蟹產卵潛勢區位置示意圖.....	37
圖 16、甘藻結果植株（左）與果實（右）.....	38
圖 17、海草密集分布區與海草稀疏分布區示意圖.....	39
圖 18、113 年度四季海草床分布範圍調查結果圖.....	40
圖 19、113 年度四季海草床分布範圍變化圖.....	41
圖 20、賞蟹步道周圍地表逕流水體與流向示意圖.....	42
圖 21、雲林莞草與甘藻共棲之景觀圖.....	42
圖 22、113 年度海草床單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖.....	44
圖 23、113 年度各樣區底棲生物調查結果稀釋曲線與覆蓋度.....	47
圖 24、113 年度四季底棲動物 NMDS 結果圖.....	53
圖 25、113 年度各樣區中值粒徑分季盒形圖.....	55
圖 26、113 年度各樣區含泥率分季盒形圖.....	55

圖 27、113 年度各樣區底層與表層中值粒徑分季迴歸分析結果圖.....	56
圖 28、113 年度各樣區底層與表層含泥率分季迴歸分析結果圖.....	56
圖 29、113 年度 2 季各樣區有機碳含量分季盒形圖.....	57
圖 30、113 年度 2 季各樣區底層與表層有機碳含量分季迴歸分析結果圖.....	58
圖 31、113 年度海草床底質樣點全年測值相關性分析總圖.....	58
圖 32、113 年度各樣區葉綠素 a 測定結果分季盒形圖.....	61
圖 33、控制樣點 108 與 113 年度中值粒徑與含泥率分區、分季比較圖.....	64
圖 34、控制樣點 108 與 113 年度中值粒徑與含泥率分區、分年比較圖.....	65
圖 35、控制樣點 108 與 113 年度底質表層有機碳含量比較圖.....	66
圖 36、113 年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖.....	70
圖 37、113 年各海草分布底質樣區夏、冬季差異比較圖.....	71
圖 38、113 年度海草樣區物種組成與環境特徵典型相關分析結果圖.....	72
圖 39、本年度 3 月漁民捕獲之成鯊。.....	74
圖 40、Hsieh & Chen (2009) 所提出之鯊研究概念圖.....	79
圖 41、本研究推測香山濕地幼鯊時空分布情形.....	79
圖 42、本研究提出影響鯊分布之環境與生物因子圖.....	80
附圖 1、113 年上半年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖.....	117
附圖 2、113 年下半年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖.....	117
附圖 3、幼鯊標記示意照片.....	118
附圖 4、鴨嘴海豆芽證據標本照片.....	118
附圖 5、粉紅櫻蛤證據標本照片.....	118
附圖 6、長螯活額寄居蟹證據標本照.....	118
附圖 7、吻沙蠶證據標本照片.....	118
附圖 8、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖.....	119
附圖 9、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖.....	119
附圖 10、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖.....	120

附圖 11、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖	120
附圖 12、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖	121
附圖 13、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖	121
附圖 14、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖	122
附圖 15、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖	122
附圖 16、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖	123
附圖 17、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖	123
附圖 18、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖	124
附圖 19、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖	124

表目錄

表 1、香山濕地歷年鸞出現與調查紀錄彙整表.....	6
表 2、香山濕地近 10 年紅樹林移除成果彙整表.....	8
表 3、國內幼鸞背甲前體寬分齡研究結果彙整表.....	20
表 4、底質標準篩分離之粒徑分類表。.....	22
表 5、113 年幼鸞調查結果彙整表.....	35
表 6、113 年度海草床生產力調查結果表.....	45
表 7、本計畫蒐集甘藻生產量測量數值表。.....	46
表 8、113 年度 4 季各樣區底棲動物調查結果名錄.....	48
表 9、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表.....	59
表 10、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表.....	60
表 11、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表.....	62
表 12、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表.....	63
表 13、113 年度上半年控制樣點中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表.....	67
表 14、113 年度下半年控制樣點中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表.....	68
表 15、113 年度控制樣點葉綠素含量分析結果表.....	69
附表 1、本計畫實際調查區域與樣點座標.....	102
附表 2、本計畫進行 DNA 分子鑑定之物種與序列表.....	104
附表 3、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表.....	109
附表 4、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表.....	110
附表 5、113 年度控制樣點葉綠素含量分析結果表.....	111
附表 6、本年度各海草底質調查樣區稀釋曲線與名錄覆蓋度推算結果表.....	112

壹、前言

香山重要濕地(國家級)面積共約 1,768 公頃，是北臺灣最大潮間帶濕地。香山重要濕地範圍大部分與「新竹市濱海野生動物保護區」重疊，該保護區於民國 90 年 12 月 14 日依據野生動物保育法設置，又於民國 100 年進行修訂。保護區劃設面積 1,600 公頃，地理位置北含括客雅溪口（含金城湖附近），南至無名溝（竹苗交界），東起海岸線（以界標為準），西至低潮線（不包含現有海山漁港、浸水垃圾掩埋場及客雅水資源回收中心），主要保護河口、海岸生態及其棲息的鳥類等野生動物，並依野生動物保育法將保護區劃為核心區、永續利用區和緩衝區（圖 1）。

香山濕地位於北迴歸線以北，屬於亞熱帶氣候區。根據中央氣象署香山氣象站（112 年撤站）自 97 年 1 月至 111 年 12 月共 15 年統計資料¹顯示，此地年平均溫 22.69℃，標準差為 0.38℃，最暖月為 8 月，平均有 29℃，最冷月分為 2 月，平均 15.49℃。根據中央氣象署統計 1990–2020 年資料（<https://www.cwa.gov.tw/V8/C/A/yearpaper.html>，113 年 12 月 1 日訪問），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%。

香山濕地周邊河川由北而南包含客雅溪、三姓溪、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 2015 年水質報告及 105-106 年濕地基礎調查報告，香山濕地沿海海域水質良好，而客雅溪流域屬中度污染，鹽港溪流域為輕度污染，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。

¹ 因香山氣象站遷移，舊站於 112 年撤站，而新測站於 112 年 3 月開始記錄觀測數據，至今未滿 3 年，無法進行有意義之統計分析，其觀測數據與原先測站因地理位置不同而有所差異，故本報告僅統計舊站 15 年之氣象資料。

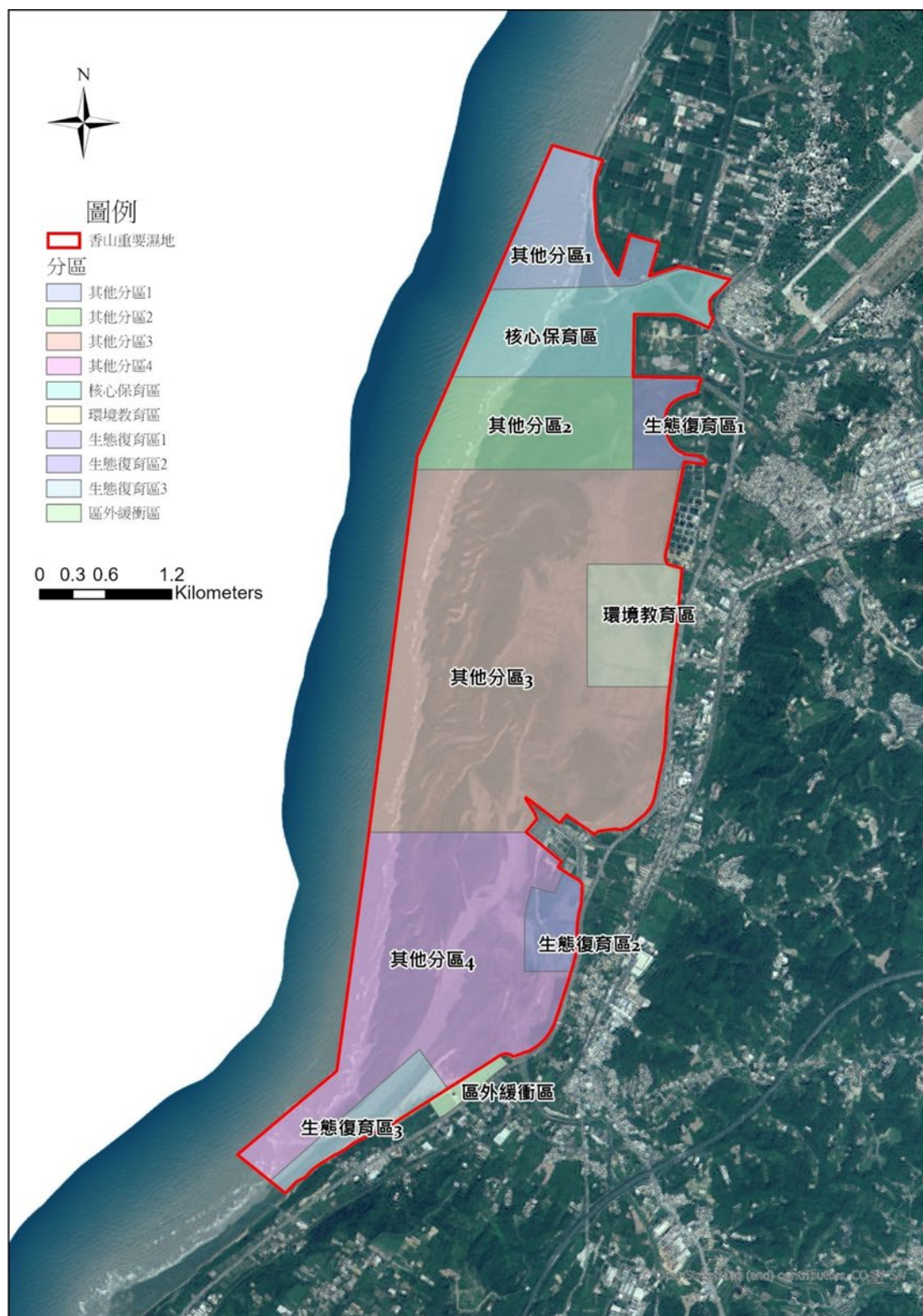


圖 1、香山濕地範圍與功能分區圖

取自《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》。

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 公分的幼蠶，6 月下旬於潮山曬船橋外灘地發現 3 隻幼蠶，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蠶的成體，研判客雅溪出海口附近可能是成蠶的產卵場，但至此之後，未有任何在金城湖發現成蠶的調查紀錄。111 年 7 月 15 日由海洋保育署桃竹海洋保育站主辦的蠶研習調查中，在賞蟹步道外灘地一次性發現 8 隻幼蠶，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蠶密度，為當年全臺灣本島最高。依據海洋委員會海洋保育署 112 年度《臺灣三棘蠶資源評估成果報告》，香山幼蠶調查樣區於 112 年 3 至 11 月共調查到 25 隻幼蠶，為該年度臺灣本島最多，大幅超過嘉義好美寮調查區 1 隻（張懿、王俊堯與楊文璽，2023）。由近 2 年各政府單位委託報告與民眾目擊記錄綜合判斷，以臺灣本島而言，香山濕地可能具有相對穩定，數量也相對最多的幼蠶活動。

香山濕地的幼蠶分佈熱點與海草床大範圍重疊，了解香山濕地的幼蠶與海草床之關係、探究海草床在香山濕地提供之生態系服務，與尋找成蠶之潛在產卵場為本計畫之重要工作項目。本計畫研究成果將有助了解香山濕地之幼蠶數量現況與成蠶潛在產卵地點；針對香山濕地海草床之研究，有助了解本地甘藻之物蠶、生長速度與適合棲地樣態，並能進一步了解香山濕地海草床能提供底棲動物群聚與生態系之貢獻。



圖 2、於賞蟹步道外甘藻床發現的幼蠶個體

蠶屬於節肢動物門肢口綱 (Merostomata) 劍尾目 (Xiphosurida) 蠶科 (Limulidae)，目前全世界共有四種，而分布於臺灣、澎湖、金門、馬祖的物種為三棘蠶 (*Tachypleus tridentatus*，又稱中華蠶) 一種。目前全世界的蠶因為食用、棲地破壞、醫療試劑製造或漁業混獲等原因，族群數量下降中 (林柏芬，2002；Wang et al., 2020；張懿等，2023)。

三棘蠶自卵中孵化後為 1 齡，第二年脫殼 3 次，第三年脫殼 2 次，之後每年脫殼一次 (佐藤與惣路，1993)。幼蠶平時棲息於潮間帶沙泥質淺水域，以底質中的昆蟲幼蟲 (如搖蚊屬)、多毛類、幼蟹、薄殼雙殼貝以及端足類等無脊椎動物為主要的攝食對象，亦會選擇有機碎屑、海藻和海草作為食物。隨著齡期增加，幼蠶的棲息區位會逐漸移向外海，至 10 齡期上下就離開潮間帶，遷移到較深海域生活 (張懿等，2023)。

幼蠶於亞潮帶成長為成體時，雄蠶即會尋找雌蠶配對，並固定在生殖季節游回潮間帶產卵，通常選擇接近高潮線的沙質灘地，挖沙後將卵產於沙穴中，一次產卵數約百顆，產卵季節為每年的 5 至 9 月，卵的最適孵化溫度為 28–31°C (Chen et al., 2004; Chiu and Morton, 2004; Hu et al., 2009)。

以臺灣、澎湖、金門、馬祖地區而言，以金門的潮間帶灘地較常見到幼蠶在泥灘地上出沒，澎湖次多；根據張懿等 (2023) 的估計，金門地區成蠶族群量約為 46,452 隻，幼蠶族群量約為 91,101 隻，澎湖地區成蠶族群量約為 1,121 隻，幼蠶約為 6,167 隻。而臺灣西岸泥灘地則因為填海造陸、海岸開發與汙染，出現於灘地上的稚蠶已經非常稀少，馬祖地區的幼蠶數量亦少，僅有零星目擊紀錄 (邱郁文，2016；謝宗宇、邱郁文與吳欣儒，2017；內政部營建署城鄉發展分署，2019)。

臺灣的幼蠶數量甚少，僅嘉義好美寮濕地與新竹香山濕地有穩定紀錄 (海洋保育署，2023)，其中了好美寮近年受到布袋商港開發影響，原本寬 2 公里的河口縮小至約 200 公尺寬，嚴重影響輸沙且造成河口淤積，不利於河口沙洲孵化的幼蠶進入棲息；根據粒線體 D loop 片段序列，好美寮濕地的幼蠶族群已無粒線體遺傳多樣性，代表此地族群可能來自同一之雌蠶個體而無其他基因交流，以天擇與演化的角度而言，相當不利於未來之族群存續 (Yang et al., 2007; Yang et al., 2009；楊明哲與蘇銀添，2021)。好美寮濕地於 94、108、110 至 112 年皆有進行

幼蠶調查，自 94 年 10 月起至 108 年 8 月為止皆未觀察到稚蠶，108 年 9 至 10 月的好美寮浮洲東測潟湖潮間帶泥灘上發現 14 隻幼蠶，於 112 年僅發現 1 隻幼蠶個體，數量波動極大（蘇銀添、楊明哲與黃元照，2019；張懿等，2023）；雖然嘉義縣政府自 101 年起在附近布袋鹽田濕地進行復育行動，並在新岑國小內建構「小蠶中間育成及成蠶飼育場」，但幼蠶數量仍低，顯示物種復育需要各方面的長期堅持，從環境改善、幼苗放流、持續調查、居民教育等方面著手，需要許多時間才可能達到些許保育與復育效果。

香山濕地是除好美寮濕地之外，臺灣本島有較多蠶出現紀錄的濕地，且根據 105 年之訪談，在金城湖放置蛇籠的漁民於 103 與 104 年均有捕獲過背甲寬 30 公分以上之成蠶（楊樹森，2015；楊樹森，2017）。香山濕地在 110 年以前較無系統性的蠶調查資料，多為漁民捕獲或民眾發現之紀錄；較有規模的調查，僅楊樹森 (2017) 在濕地劃設 5 條穿越線進行調查，但經過四季調查，位於調查中發現任何幼蠶，僅透過訪談與相片資料得知幼蠶出現數量。110 年楊明哲與楊勝欽 (2021) 在香山濕地進行規模性調查，僅發現 1 隻幼蠶，隔年由海洋保育署桃竹海洋保育站主辦的三棘蠶研習調查中，在賞蟹步道外灘地發現 8 隻幼蠶，最大背甲寬約 8 公分，創下單次觀察數量最多紀錄（張懿等，2023），之後海洋保育署與新竹市政府分別在香山濕地賞蟹步道外的幼蠶出現熱區進行調查，於 112 年發現 25 隻（張懿等，2023）與 26 隻（27 隻次，其中一隻為次月重複發現）（楊樹森與李清福，2023）。目前於香山濕地發現之幼蠶，以體長推算，齡期介於 4 至 9 齡以上。楊樹森與李清福 (2023) 根據 111 至 112 年之幼蠶發現資料，以統計模型推估，香山濕地賞蟹步道外幼蠶熱區的幼蠶數量有 37（95%信賴區間：36 - 46）隻，並且根據香山濕地的高灘地位置與底質粒徑，劃設成蠶前在產卵地點進行監測，惟未發現成蠶。

香山濕地的例行性幼蠶調查自 110 開始，而 111 年起才開始有固定調查期程並投入較大的調查努力量；相對於好美寮濕地，香山濕地的幼蠶調查資料目前仍在累積階段，隨著努力量提升，幼蠶的逐年發現隻次快速由個位數提升至 20 餘隻次（表 1）。

表 1、香山濕地歷年蟹出現與調查紀錄彙整表

年度	隻次	資料來源	備註
103	1 (成蟹)	楊樹森 (2015)	現場記錄有照片。
104	1 (成蟹)	楊樹森 (2017)	訪談。
106	4 (幼蟹)	楊樹森 (2017)	1 月於美山灘地發現 1 隻、 6 月於曬船橋外灘地發現 3 隻。
108	未知 (幼蟹)	楊樹森與李清福 (2023)	賞蟹步道解說員回報。
109	未知 (幼蟹)	楊樹森與李清福 (2023)	賞蟹步道解說員回報。 海山漁港環教活動發現。
110	1 (幼蟹)	楊明哲與楊勝欽 (2021)	賞蟹步道外。
111	8 (幼蟹)	張懿 (2023)、 楊樹森與李清福 (2023)	海保署活動於賞蟹步道外灘地發現 (單次事件)。
	13 (幼蟹)	楊樹森與李清福 (2023)	賞蟹步道外灘地 4 - 9 月發現。
112	25 (幼蟹)	張懿 (2023)	賞蟹步道外灘地 4 - 9 月發現。
	27 (幼蟹)	楊樹森與李清福 (2023)	賞蟹步道外灘地 4 - 9 月發現。 有 1 隻為次月重複發現。

幼蟹對於底質環境狀態有所偏好。根據金門的調查研究結果，出現於金門的幼蟹偏好細沙質地的底質，其中值粒徑介於 0.14 - 0.27 mm，而夏季水溫高時，也能觀察到較多的幼蟹活動（黃榮富，2013；黃榮富，2015；黃守忠與楊明哲，2018）。依據楊樹森與李清福 (2023) 之原始資料重新計算，香山濕地賞蟹步道外灘地幼蟹出現熱區的表層底值中值粒徑介於 0.109 至 0.142 mm 之間，底質等級為極細沙至細沙之間。

自新竹市政府於 104 至 105 年大量移除香山濕地的紅樹林之後，濕地中部地區（即大庄溪出海口至曬船橋區域）的底質粒徑開始有所改變，例如原本魚塭與海釣場外紅樹林區的泥質開始受潮水搬運，移出至美山永續利用區（楊樹森，2017）；112 年針對賞蟹步道周遭底質的抽樣檢測發現中值粒徑提升且含泥率下降，代表此區的底質狀態正在恢復當中（楊樹森與李清福，2023）。

香山濕地的紅樹林並非天然分布，由文獻紀錄可以追溯至 48 年地方政府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

芎及紅海欖，此後紅樹林就在香山濕地灘地開始擴張(楊樹森、張登凱與李沛沂，2014)。紅樹林的大量擴張使得香山濕地的棲地單一化，因為缺乏原生紅樹林生態系物種，使得紅樹林的擴張沒有制衡，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)；紅樹林中容易累積垃圾，樹幹上生長之藍綠菌與苔蘚更引來臺灣缺蠓(小黑蚊)叮咬人畜引發民怨(新竹市議會 99 年 6 月 28 日第 8 屆第 1 次定期會林梅華議員質詢發言稿參照²)；河口的紅樹林更阻礙排洪引發淹水，影響周遭居民生命財產(新竹市議會 101 年 11 月 16 日第 8 屆第 6 次定期會賀玉燕議員質詢發言稿參照³)，地方民代紛紛敦促相關行政單位盡速擬定對策或考慮移除紅樹林。

為復育野生動物棲地環境，提升周遭居民生活品質，新竹市政府於 96 年開始試驗清除海山罟的紅樹林，97 - 101 連續五年在水資源回收中心附近及海山罟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(表 2)。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改善底質狀態、復育濕地指標物種臺灣早招潮蟹的棲地與提升底棲生物之多樣性(劉建伸，2010；楊樹森，2012；楊樹森與張筱筠，2013；楊樹森，2015；Chen et al., 2018；楊樹森，2017；楊樹森，2019；楊樹森，2021；Chu et al., 2021；Chu et al., 2022；Salah-Tantawy et al., 2022；張凱等，2023)。近年來，香山濕地的幼蠶目擊記錄增加，除因為努力量增加之外，也可能與紅樹林移除使得底質狀態回復有關(楊樹森與李清福，2023)。

² 節錄內容：「海岸市長也常常去，應該有看到紅樹林。栽種這些都沒有用，一些棲息地都沒了，鳥類、螃蟹都沒了，.....每年都是 200 萬，50 萬，那能做什麼東西啊！.....這個問題大家都在反映，夏天到了在那裡騎腳踏車的，被蚊子叮到不知道怎麼辦才好，.....希望處長要規劃一下，一次就解決，不要說每年每年編預算.....」。

³ 節錄內容：「我們一直在思索清除紅樹林的一個效益，現在要儘速清除的是有關於河口淤積的部分，讓它能通暢為目的，另外一個目的是要減少小黑蚊的產生。.....像這次華江街的淹水，民眾也認為是紅樹林長得太密了，水消不出去，遇到大潮的時候又下雨，才會產生淹水.....」。

表 2、香山濕地近 10 年紅樹林移除成果彙整表

年 度	面積 (公頃)	經費 (千元)	補助單位	範圍	備註
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）	
103	4.6	942	林保署	美山（大庄溪出海口 及美山外圍）	維護 35 公頃
	5			美山最南端 （安檢所前方）	
104- 105	5.9	950	林保署	海山罟	維護海山罟 26.2 公頃與 港南溝 2.1 公頃 密生區 59 公頃 擴散區（小苗） 289 公頃
	348			美山段（三姓溪以南 海山漁港以北）	
106	8	900	林保署	海山罟：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	林保署	客雅溪口	維護全區 369 公頃
		1,000	新竹市政府		
108	12	900	林保署	客雅溪口：11 公頃	
		1,500	新竹市政府	港北溝：1 公頃	
109- 110	-	1,800	新竹市政府 及林保署		維護 401 公頃
110	1	500	新竹市政府 及林保署	港南溝	保護區外整治
	5			鹽港溪	
	8			南港賞鳥區	
111	-	1,155			維護 401 公頃
112	-	1,030			維護 401 公頃
合 計	411.5	28,779		96 年以來累計移除保護區與區外共 455.4 公頃，累計經費 41,698 千元	

資料來源：新竹市政府。

楊樹森與李清福 (2023) 觀察香山濕地的幼蠶分布與棲地特徵，指出香山濕地的幼蠶分佈密集區與甘藻的分布多有重疊 (圖 3)，並提出幾種可能：甘藻細長的枝葉可以適應海水拍打，並於退潮時降低底質表層的海水流速，於退潮時常可以在甘藻床中發現積水，且其根系周遭可累積腐植質，植物體本身具隱蔽性外亦可成為底棲無脊椎生物的食物，最終為幼蠶所食；此外，甘藻生長之灘地底質亦可能符合幼蠶之喜好，故成為幼蠶的良好棲地。惟幼蠶與甘藻分布區域重疊是否有因果關係，仍需比較其他地區的棲地狀況，並由後續觀察驗證之。

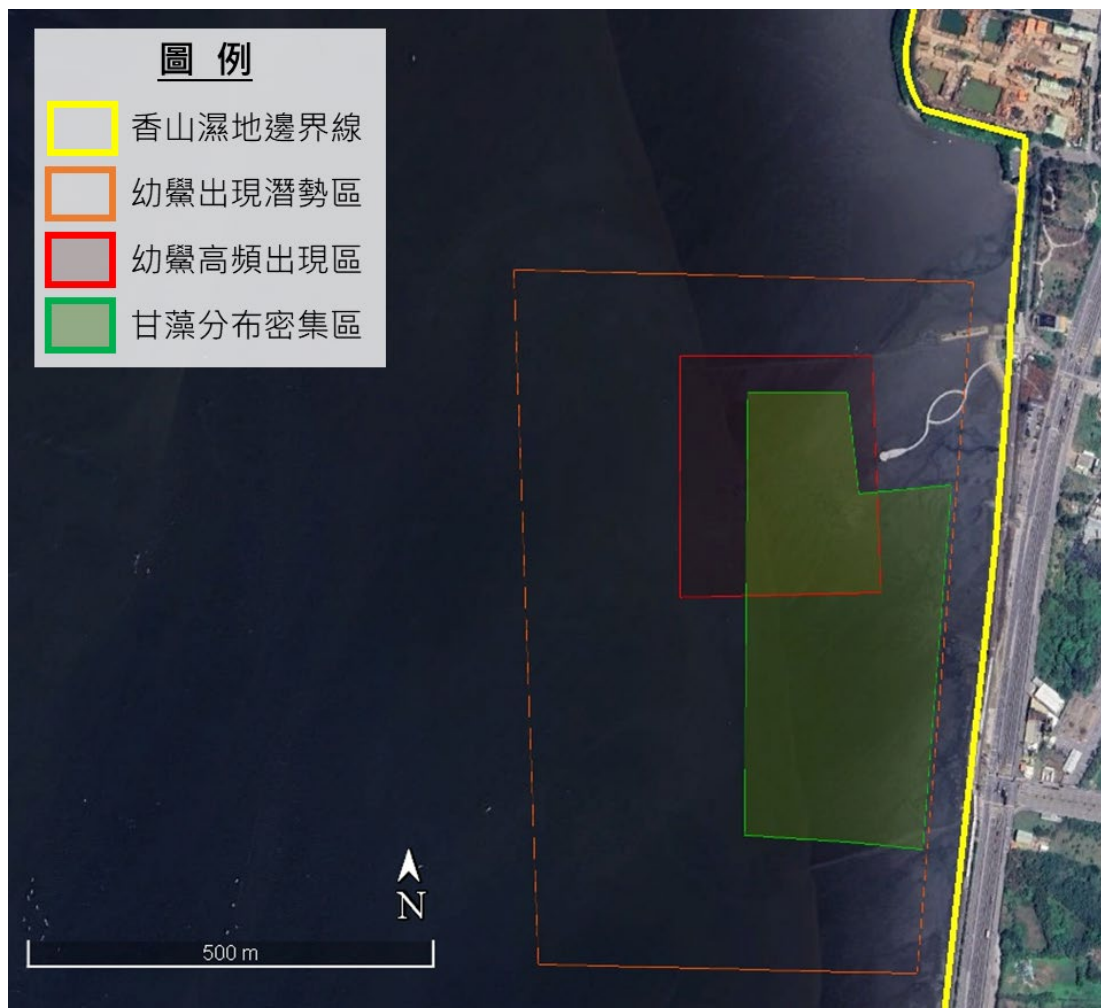


圖 3、香山濕地幼蠶熱區、潛勢區與甘藻床分布密集區劃設位置圖
取自楊樹森與李清福 (2023) 之圖資。

甘藻 (*Zostera japonica* Asch. & Graebn.) 隸屬單子葉植物門澤瀉目甘藻科，於東亞地區廣泛分布於潮間帶與亞潮帶，北至庫頁島南至北回歸線，主要生長在偏沙質的底質，有入侵性，目前已經入侵美國與加拿大 (<https://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Zostera+japonica>，113 年 12 月 1 日造訪)。臺灣、澎湖、金門的甘藻均為原生，都生長於潮間帶，且幾乎不與其他物種交錯生長 (柯智仁，2004)。香山濕地潮間帶灘地上的植物主要有雲林莞草 (*Scirpus koshewnikowii* Litv.，扁稈蘆草) 與甘藻，其中雲林莞草較不耐鹽，故分布於近岸高灘地，而雲林莞草外側開始有甘藻共棲，至離岸 100 公尺後為純甘藻組成的海草床，此區域亦為蟹與鴨嘴海豆芽 (*Lingula anatina* Lamarck, 1801) 的密集分布區，是臺灣西部海岸相當難得一見的生物地景。

調查香山濕地的甘藻床分布區域與面積，並比較甘藻床與其他灘地的底棲動物相，除能探究甘藻床與幼蟹分布的關係，也對於了解甘藻床在香山濕地所提供的生物多樣性服務，甚至估算碳匯量均有助益。

貳、計畫目標及工作項目

為了解香山濕地的幼蠶與海草床之關係、探究海草（甘藻）床在香山濕地提供之生態系服務，與尋找成蠶之潛在產卵場，自 113 年 3 月 20 日起至 113 年 12 月 31 日止，本計畫有以下工作：

- 一、 香山濕地幼蠶出現熱區調查與幼蠶族群量估計，規劃 4 樣區進行 7 次調查，共調查 28 區次，針對樣區底質共調查 4 區次。
- 二、 成蠶產卵潛勢區劃設與驗證，利用高程搭配粒徑分析，匡列成蠶產卵潛勢區後，於西南季風季的滿月期間進行 5 次驗證。
- 三、 海草床復育試驗先期調查，主要調查海草床之物候、生長速率，並分析海草床密集區與非密集區之底質樣態及底棲生物相，進行生物與底質之綜合統計分析。底棲生物相規劃 16 樣點進行 4 次調查共 64 點次，底質分析規劃 20 樣點進行 2 次調查共 40 點次。
- 四、 香山濕地蠶族群保育對策研擬。利用上述調查項目結果，進行生態資料彙整與綜合分析，以了解香山濕地幼蠶分佈熱區之環境樣態、成蠶可能之產卵點位，與海草床之生物學、生態學，研擬未來復育策略。

參、執行方法及步驟

一、樣區劃設

幼鰭調查樣區，主要於濕地範圍內，選定近 10 年內曾有鰭出現紀錄的地區劃設樣區。各樣區由離岸約 100 m 處，向外劃設至離岸約 400 m，各調查樣區面積不小於 100,000 m²，如圖 4。樣區名稱由北而南為：客雅溪口、賞蟹步道、曬船橋外、海山漁港。

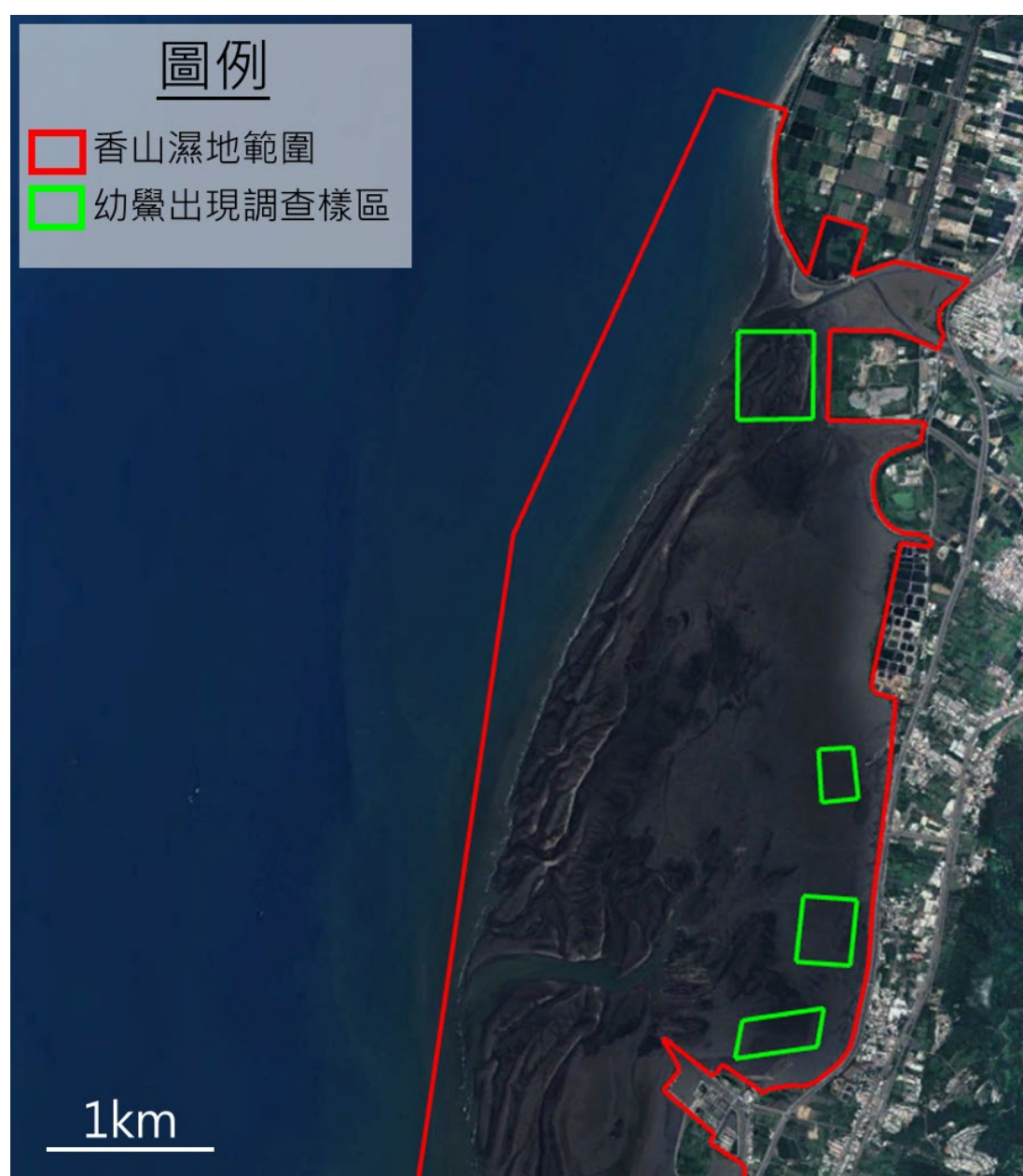


圖 4、幼鰭出現熱區調查規劃樣區位置圖

海草床調查相關樣區與樣點劃設，主要依據海草床分布現況，將賞蟹步道南側劃設為海草床分布密集區，以南劃有海草床次密度區；賞蟹步道北側魚塭區外與海草床次密度區南側為海草床未分布／極稀疏區，共 4 樣區，如圖 5。樣區名稱由北而南為：北側無海草區 (Nn)、海草密集區 (Cd)、海草稀疏區 (Sp)、南側無海草區 (Sn)。詳細點位座標見附表 1。



圖 5、海草床調查樣區畫設規劃位置圖

二、 研究方法

(一) 幼蟹出現熱區調查與幼蟹族群量估計

調查方式為各幼蟹潛在出現樣區內劃設調查線。以固定努力量方式調查，有利後續族群密度計算、族群量估算與作為未來調查準則制定之參考。由離岸約 100 m 處，向外劃設平行的調查線至離岸約 400 m，共劃設 16 條調查線；各調查線長約 400 m，線間距離 20 m。調查人員持手持式 GPS 以均等速度行於調查線上，以目視法觀察行進路線左右兩側約 2 m 內之灘地上是否有幼蟹。若調查到幼蟹，則記錄發現點位，並記錄幼蟹背甲寬與周遭 3 - 5 m 內環境（包括但不限於底質型態、附生植物／藻類、其他底質表面生物），幼蟹調查標記見。

每次調查時，以手持式測量儀量測該樣區四角與中央的底質微棲地參數（包括但不限於溫度、pH 值、表層水鹽度）；每年 6 - 8 月幼蟹活動度高峰期間，採取樣區中央底質，進行粒徑、有機碳與初級生產力分析。粒徑與有機質以內徑 3 cm 之塑膠套管分層採取 0 - 5 cm、5-10 cm 之底質，重複採取 2 次，樣本攜回實驗室充分混勻，取約 20 g 進行有機質含量分析，其餘部分依據楊樹森 (2019) 之作法分析底質粒徑。初級生產力以內徑 1 - 2 cm 之塑膠套管採取 1 cm 底質，重複採取 5 次後混勻，取 2 份盡快攜回實驗室，萃取並量測葉綠素 a 含量做為底質表層初級生產力指標。

幼蟹出現熱區調查於 4 至 10 月期間，每月調查 1 次，每年共調查 7 次，各次調查應於 2 週內調查完所有樣區。調查應於滿潮 2 小時後方能開始，至乾潮前完成調查（即乾潮前 4 小時至乾潮區間），且避開雨天。幼蟹出現熱區底質調查每年調查 1 次，於 6 至 8 月間進行。

依據幼蟹調查結果，統計各樣區全年幼蟹密度變化，與目擊幼蟹背甲寬逐月變化。因香山濕地的幼蟹密度甚低，且可能有特殊的棲地偏好，使得以族群密度搭配面積積分的估算方法會有較大誤差。對於幼蟹的個體數估計，將使用固定族群捉—放法之非度量 (non-parametric) 統計模型，以全年的幼蟹調查結果，估算香山濕地的幼蟹個體數與 95%信賴區間。

（二） 成蠶產卵潛勢區劃設與驗證

於大潮滿潮期間（約中午 11 時至下午 1 時），沿海岸線調查香山濕地全境沿岸高潮線以上之灘地（如圖 6），確認並紀錄大潮滿潮時高於高潮線的灘地座標點位，並於退潮後採集高潮線附近 10cm 內之底質，各點位採取 3 重複，混樣後進行底質粒徑組成分析，求取各成蠶產卵潛勢區之中值粒徑及含泥率。

於 5 - 9 月間，各月選定一次大潮期，依 Koyama et al. (2022) 之作法，於大潮前一小時（約 23:00）前往各潛勢區，觀察海水表面是否有成蠶產卵挖沙時產生之浮沫，並輔以手電筒探照水底，驗證成蠶是否上岸產卵，共調查 5 次。



圖 6、大潮滿潮時拍攝之成蠶產卵潛勢區示意圖

(三) 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄

海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查共進行 4 次。每次調查，人員手持 GPS 行走，確定海草床的分布範圍邊界，並以地理資訊系統工具，確定每次調查的海草床分布面積。每次調查時，調查 5 個距離超過 20 m 的海草族群，記錄其形態與物候，必要時採取標本作為佐證。

本計畫定義海草密集區為海草生長區域大於 5 m^2 ，或者海草生長區域大於 1 m^2 ，且與其他海草生長區域距離小於 3 m 者。由各海草生長塊狀區域邊緣向外以步行方式量測，若海草生長塊狀面積小於 1 m^2 且與其他海草生長區域相隔超過 3 m，或相鄰海草生長塊狀面積小於 5 m^2 者，劃為海草稀疏分布區。海草密集區與海草稀疏區之示意圖見圖 7。

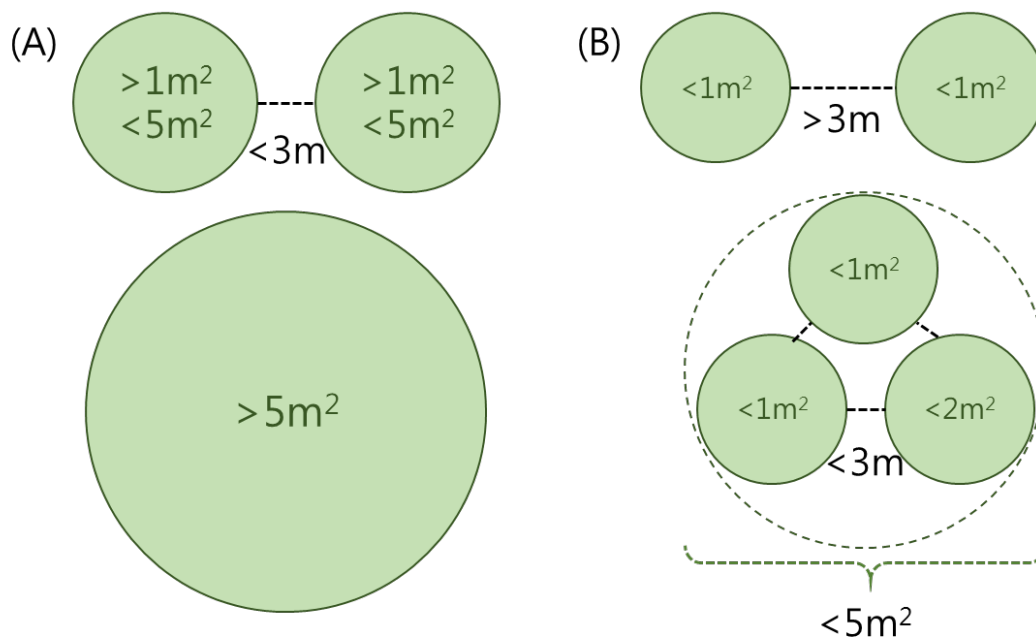


圖 7、海草密集區與稀疏區示意圖

(A) 海草密集區。(B) 海草稀疏區。

海草生長速率之測定，國際常用之方法有全面剪除—再收穫法與針戳法，本計畫依循國內其他研究報告，使用 Short & Duarte (2001) 開發之針戳法與末端標記法。於退潮期間隨機挑取海草床 3 處區域，標定 15 cm × 15 cm 樣框（樣框面積 225 cm²，如圖 8），以針頭或布袋針尖刺穿範圍內每株海草葉鞘基部，並以絲線綁於水平根莖最新長出的地上部；約一周後計算樣區內個體密度與生長點密度，挖取樣框內所有海草，立即送回實驗室冷藏，進行後續分析。



圖 8、海草生長速率測定樣區示意圖

(四) 海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態之異同

底棲動物之採樣，依照中華民國 93 年 12 月 7 日環署檢字第 0930089721A 號公告之〈軟底質海域底棲生物採樣通則〉相關規定為基準，並參照楊樹森 (2015)、楊樹森 (2017) 與楊樹森 (2019) 之作法進行再設計。於每個海草床調查樣區中，各劃設 4 個樣點，滿潮後 2-4 小時內，以各樣點為中心，向外等角度分為 8 個方向，每次採樣，均挖取位於對角線、距離中心 1 m 的 2 個 $25\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ 、深度 20 cm 內的底表與底內生物（示意圖如圖 9，各樣點挖取體積為 $2 \times 25 \times 25 \times 20 = 25,000\text{ cm}^3$ ），並視現場底質狀態，以 0.5 或 1 mm 篩網淘洗出其中生物。

洗出之生物裝入樣本罐中，加入混有薄荷腦之海水攜回實驗室，2 至 4 小時後倒去並以清水快速複洗去除泥沙，再以 95% 酒精分 2 次固定，於解剖顯微鏡下鑑定物種。必要時輔以 DNA 分子條碼輔助鑑定，務求鑑定至最低可鑑定階元。海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚調查共計 4 次。

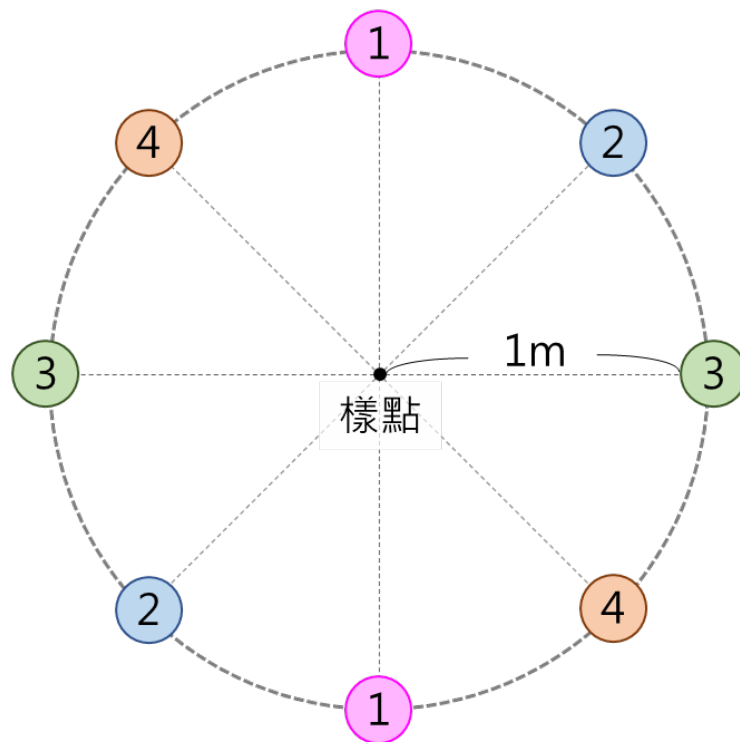


圖 9、底棲動物採樣設計示意圖
顏色與數字代表不同的採樣季次。

(五) 海草床分布密集區與其他區域底質環境特徵之異同

底質環境特徵之採樣，主要參考中華民國 105 年 1 月 4 日環署檢字第 1040109644 號公告之〈底泥採樣方法〉與中華民國 111 年 1 月 4 日環署授檢字第 1101007379 號公告之〈土壤採樣方法〉為基準並稍作修改。使用與海草床底棲動物群聚調查相同之樣點，加上樣區周遭楊樹森 (2019) 用以建立調查基線的樣點，各樣點以內徑 3 cm 之塑膠套管分層採取 0 - 5 cm 與 5 - 10 cm 底質，重複進行 2 次。樣本攜回實驗室充分混勻，以 60°C 烘乾後，取約 20 g 進行有機碳含量分析，其餘部分依據楊樹森 (2019) 之作法分析底質粒徑。初級生產力以內徑 2 cm 之塑膠套管採取 1 cm 底質，重複採取 5 次後混勻，取 1 份盡快攜回實驗室，參考楊樹森 (2008) 之作法，量測葉綠素 a 含量。

海草床分布密集區與其他區域底質環境特徵調查共進行 2 次，於 5 - 6 月與 10 - 11 月進行。

三、 樣本分析與資料統計方法

(一) 幼蟹齡期估算方法

目前臺灣大多數的幼蟹分齡方法以背甲前體寬為基準，依照特定部位之體長決定齡期 (instar)，國內研究有葉欣宜 (1999)、成勇生 (2004)、黃丁士與蔡萬生 (2011)、黃榮富 (2015) 及張懿等 (2023) 所建立的分齡表 (表 3)，絕大多數的分齡標準以觀察金門的蟹族群而得。國內多數計畫採用成勇生 (2004) 分齡法，為使果能互相比較，本計畫亦沿用之，並以黃榮富 (2015) 分齡表輔助判斷。

表 3、國內幼蟹背甲前體寬分齡研究結果彙整表

齡 期	背甲前體寬 (mm)					
	葉欣宜 (1999)	成勇生 (2004)	黃丁士與蔡 萬生 (2011)	黃榮富 (2015)	張懿等 (2023)	
	金門	金門	金門	金門	金門	澎湖
1	5.5 – 6.5	7		<7.00	5 – 7	
2	8 – 9	7.9 – 9.9	8.73	7.01 – 9.00	7 – 9	
3	10 – 12	10.3 – 12.9	11.12	10.00 – 12.99	9 – 12	
4	13 – 18	13.0 – 17.9	13.63	13.00 – 17.99	12 – 16	14 – 17
5	19 – 24	18.0 – 24.8	21.21	18.00 – 24.99	16 – 21	17 – 21
6	25 – 32	25.0 – 32.9	24.03	25.00 – 32.99	21 – 28	21 – 26
7		33.2 – 48.6	32.54	33.00 – 48.99	28 – 37	26 – 32
8		51.0 – 59.5	41.60	49.00 – 59.99	37 – 49	32 – 36
9		73.8	58.33	60.00 – 73.99	49 – 65	36 – 49
10			74.43	>74.00	65 – 87	49 – 65
11					87 – 116	65 – 85
12					116 – 154	85 – 99
13					154 – 211	

(二) 粒徑樣本分析方法

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。分析時取適量土樣加入分散劑（1% 的矽酸鈉溶液）攪拌均勻後，置於 105℃ 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、0.0625 mm (0.063 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稱重，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，並以粒徑小於 0.063 mm 之細料視為泥質，計算底質含泥率。

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（圖 10）。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底質各占了一半的重量。底質粒徑類型則根據粒徑大小進行分類（如表 4）。

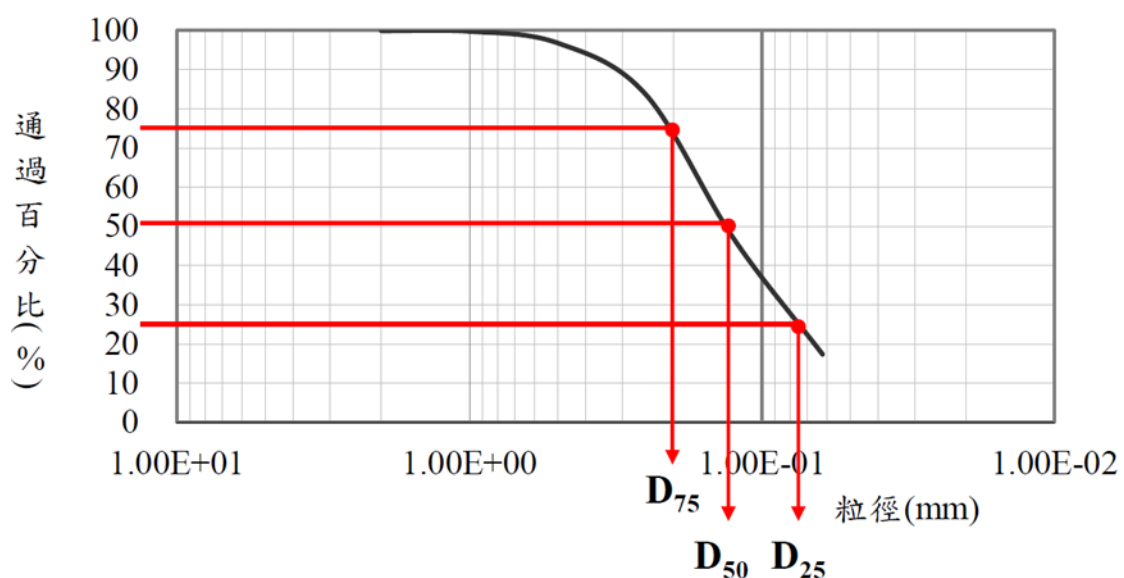


圖 10、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。

表 4、底質標準篩分離之粒徑分類表。

底質粒徑分類	粒徑範圍
黏土 (clay)	<0.004 mm
粉沙 (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

(三) 有機質樣本分析方法

底質中的有機質 (organic matter, OM) 主要來自處於不同分解階段的生物殘渣、底棲生物的細胞和組織以及底質本身的組成成分。針對底質有機質之測定標的包含有全有機態碳 (total organic carbon, TOC)、無機態碳 (inorganic carbon, IC)、可氧化態碳 (oxidizable carbon) 等，目前國家相關檢驗機構並未針對土壤或底質的有機質提供任何標準分析方法，僅於〈土壤中重金屬檢測方法—王水消化法 (NIEAS321.65B)〉之補充說明中提供 Walkley-Black 濕式氧化法作測定有機質之方法。

整理國內相關文獻，目前常用的底質內有機質含量檢測方法可分為三類，第一類為採用重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 的氧化法，可以測出樣本中所有可被氧化的物質 (即 OXC)，如 Walkley-Black 濕式氧化法。第二類為燃燒失重法 (loss on ignition, LOI)，即以高溫爐將乾燥樣本中的總有機灰化為氣體逸散後，由其失重比例推算樣本含碳量，美國有公告標準方法 ASTM D2974-87；陳勇輝、陳一鳴與陳章波 (1991) 引 Kuwabara (1987) 之結果，建議針對潮間帶底質樣本可使用 500°C 灰化 2 小時，以免過多無機碳揮發影響測量結果。第三類為元素分析儀法，即以元素分析儀 (elemental analyzer, EA) 分析樣本中的碳、氫、氧、氮、硫等元素比例，所得結果最為準確，目前有行政院環境部國家環境研究院 109 年 4 月 10 日環署

授檢字第 1091001740 號公告之〈碳、氫、硫、氧、氮元素含量檢測方法—元素分析儀法〉(NIEAM403.02B)，以及農業部農業試驗所 112 年 9 月 13 日農試化字第 1122136705 號函發布之〈土壤有機質測定方法—燃燒／紅外線測定法〉(TARI S201.1B)。

三類方法各有優缺點，如重鉻酸鉀氧化法定量結果準確，但費時費力且易產生誤差，且重鉻酸鉀為列管毒化物，容易對操作人員造成健康危害；燃燒失重法簡便易行，可以一次分析大批樣本，但耗時且精確度稍低；元素分析儀法可獲得最準確的結果，但以貴重儀器操作，檢測成本較高。本研究主要採用元素分析儀法進行樣本有機質測定。

有機質分析樣本之前處理，各樣本揀去大型固形物後，取 1 g 加入 1 M 磷酸 1 mL 酸化樣本 24 小時以去除無機碳（主要為碳酸鹽），可使樣本最終 pH 達到 2 左右。將酸化後之樣本與秤重後之取樣剩餘樣本送入烘箱，以 40 °C 風乾至恆重，可由取樣剩餘之樣本乾重計算樣本含水率：

$$\text{樣本含水率} = \frac{\text{樣本初始重量} - \text{樣本乾重}}{\text{樣本初始重量}}$$

風乾後之酸化樣本，以瑪瑙研鉢研細至粒徑小於 0.5 mm，以玻璃樣本罐盛裝，送至國立中興大學貴重儀器中心元素分析儀實驗室 (EA000100)，以元素分析儀 (Elementar vario EL cube, Germany) 分析總有機碳 (TOC)；總有機質 (OM) 含量，以所得之總有機碳含量乘以經驗係數 1.724 求得：

$$\text{OM}(\%) = 1.724 \times \text{TOC}(\%)$$

若需比較不同報告以不同方式求得之總有機碳含量，可應用鄭智馨、簡宣裕、李艷琪與張愛華（2000）統計出的不同有機碳檢測結果轉換經驗式：

$$\text{TOC} = 0.98 \times \text{OXC} + 0.250 \quad (\text{由濕式氧化法之結果轉換})$$

$$\text{TOC} = 0.52 \times \text{LOI} \quad (\text{由燃燒失重法之結果轉換})$$

(四) 葉綠素 a 樣本分析方法

葉綠素 a 是重要的生產力指標。葉綠素經過丙酮萃取之後，可以使用分光光度計測量其特定波長光線的吸收量，並據此計算其含量。葉綠素 a 含量之分析方法主要參考環保署中華民國 108 年 6 月 10 日環署授檢字第 1080003307 號公告公布之〈水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取法／分光光度計分析〉與中華民國 110 年 1 月 8 日環署授檢字第 1091007337 號公布之〈水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取/螢光分析法〉；惟因相關單位並未針對底質樣本公告葉綠素萃取方法，故參考 Brown, Hargrave & MacKinnon (1981) 與楊樹森 (2008) 設計作法如下：將取回實驗室之樣本分為 2 份，一份盡速避光並凍存於 -20°C 冰箱，另一份以 105°C 烘約 4-6 小時至重量不再減少後秤取樣本乾重，據此計算樣本含水率：

$$\text{樣本含水率} = \frac{\text{樣本初始重量} - \text{樣本乾重}}{\text{樣本初始重量}}$$

算得樣本含水量後，取出冰存之待測樣本，依其重量與含水量加入 100% 丙酮至丙酮體積百分濃度為 90% V/V，此時加入丙酮量可由下式計算：

$$\text{加入丙酮量}(cm^3) = 9 \times \text{待測樣本重}(g) \times \text{樣本含水率} \div \text{水之比重 } 1(g/cm^3)$$

將含有 90% 丙酮的樣本，置於 $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 暗處浸泡隔夜至 24 小時，期間取出震盪數次；最後以 $1000 \times g$ 離心 10 分鐘，以滴管或移液管取上清液體至比色槽中，以 90% 丙酮空白校正後，量測 630 nm、647 nm、664 nm、691 nm 與 750 nm 的吸收波長，並以下式計算葉綠素 a 濃度：

$$E_{630} = OD_{630} - OD_{750}; E_{647} = OD_{647} - OD_{750}; E_{664} = OD_{664} - OD_{750};$$

$$E_{691} = OD_{691} - OD_{750}$$

$$\text{萃取液中葉綠素 a 濃度}(C)(\mu g/L) = \frac{E_{664} \times 1,000,000}{87.67 \times \text{樣品槽光徑}(cm)}$$

$$\text{萃取液中葉綠素 a 濃度}(C)(mg/L) = 11.85 \times E_{664} - 1.54 \times E_{647} - 0.08 \times E_{630}$$

另參考 Ritchie(2008)所彙整之經驗式，亦可估算葉綠素 a 濃度：

萃取液中葉綠素 a 濃度(C)(g/m³)

$$=-0.3319 \times E_{630} - 1.7485 \times E_{647} + 11.9442 \times E_{664} - 1.4306 \times E_{691}$$

最後由萃取液中的葉綠素 a 濃度，回推樣本單位面積或單位重量的葉綠素 a 濃度，作為底質表層初級生產力之指標。

葉綠素 a 廣泛存於可行光合作用之生物體內，因而作為初級生產力之指標，而其他葉綠素可以供推測初級生產力之貢獻者為何類群，如葉綠素 b 主要可在綠藻中發現，葉綠素 c 則存於矽藻、甲藻與褐藻中，而葉綠素 d 則可於紅藻中發現。透過量測樣本的不同波長吸收值，可以由經驗式計算出葉綠素 b、c、d 在樣本中含量。如 NIEA E507.04B 引用的文獻中，除了葉綠素 a 之外，也提供葉綠素 b 與葉綠素 c1+c2 的計算經驗式 (Jeffrey & Humphrey, 1975)：

$$\text{萃取液中葉綠素 b 濃度}(\mu\text{g/mL}) = -5.43 \times E_{664} + 21.03 \times E_{647} - 2.66 \times E_{630}$$

$$\text{萃取液中葉綠素 c 濃度}(\mu\text{g/mL}) = -1.67 \times E_{664} - 7.60 \times E_{647} + 24.52 \times E_{630}$$

此外，Ritchie(2008)也提供葉綠素 b、c、d 之計算經驗式：

萃取液中葉綠素 a 濃度(g/m³)

$$=-0.3319 \times E_{630} - 1.7485 \times E_{647} + 11.9442 \times E_{664} - 1.4306 \times E_{691}$$

萃取液中葉綠素 b 濃度(g/m³)

$$=-1.2825 \times E_{630} + 19.8839 \times E_{647} - 4.8860 \times E_{664} - 2.3416 \times E_{691}$$

萃取液中葉綠素 c 濃度(g/m³)

$$= 23.5902 \times E_{630} - 7.8516 \times E_{647} - 1.5214 \times E_{664} - 1.7443 \times E_{691}$$

萃取液中葉綠素 d 濃度(g/m³)

$$\begin{aligned} &=-0.5881 \times E_{630} + 0.0902 \times E_{647} - 0.1564 \times E_{664} \\ &+ 11.0473 \times E_{691} \end{aligned}$$

計算樣本中各類葉綠素的含量與比例，可以了解濕地表層在不同時間的生產力貢獻者，進一步可協助了解濕地表層生產者種類與底棲動物群聚及幼蟹數量之相關性。

(五) 生物樣本鑑定方法

生物樣本以解剖顯微鏡放大輔助檢視，並參考各類群圖鑑與香山濕地過往底棲動物名錄進行鑑定。

疑難物種以鑷子取一部份組織至 1.5 mL 微量離心管，以焯火過的不鏽鋼筷搗碎後，加入含有 5% Chelex 嵌合樹脂 (Bio-Rad, Richmond, CA) 的無菌水 50 μ L 以乾浴槽煮沸 15 分鐘後冷卻至室溫，或以 55°C 乾浴隔夜以粗萃取 DNA。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如鎂離子，藉此降低或消滅 DNA 分解酶活性。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)。

分子條碼序列擴增，取粗萃取之 DNA 溶液 1 μ L，加入 10 μ M 之 forward、reverse 引子各 0.5 μ L、20 mM $MgCl_2$ 2 μ L、300 mM $(NH_4)_2SO_4$ 1 μ L、O'neal 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'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3'

若遇無法擴增者，則改變目標區段，更換引子對以擴增以核糖體小亞基 18S 區段 (Wray, Lee & Desalle, 1993)：

18Sai: 5'-CCTGAGAAACGGCTACCACATC-3'

18Sbi: 5'-GAGTCTCGTTCGTTATCGGA-3'

或選擇 Palumbi et al. (1991)研發之 16Sar 與 16Sbr 引子對，針對粒線體核糖體大亞基 16S 區段進行擴增：

16Sar: 5'-CGCCTGTTTATCAAAAACAT-3'

16sbr: 5'-CCGGTYTGAAGTCAGATCAYGT-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 基因片段設定 95°C / 20 秒、60°C - 49°C / 30 秒（每次循環降低 1°C）、72°C / 60 秒 12 個循環，接續以 95°C / 20 秒、48°C / 30 秒、72°C / 60 秒進行 30 個循環；18S 則以 95°C / 50 秒、60°C / 60 秒、72°C / 60 秒運行 40 次循環，最後維持 72°C 10 分鐘；16S 則以 95°C / 50 秒、45°C / 70 秒、72°C / 60 秒運行 40 次循環，最後維持 72°C 10 分鐘。運行完 PCR 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 30 分鐘，最後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。

定序結果以 MEGA11(Koichiro, Stecher & Kumar, 2021)進行整理，並以 NCBI BLAST 線上工具 (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_SPEC=GeoBlast&PAGE_TYPE=BlastSearch，於 113 年 12 月 1 日造訪) 進行序列部分片段對齊與搜尋 (basic local alignment search) 以比對其物種序列資料庫，最後取序列相似度百分比 (percentage identity) 大於 90%，且錯誤期望值 (E-value) 小於 10^{-30} 之所有搜尋結果中的第一筆，作為分子鑑定結果。

所有物種鑑定資料之學名與分類階層資料，原則上以臺灣物種名錄 (<https://taicol.tw/>，於 113 年 12 月 1 日造訪) 所載為主，魚類學名與分類階層資料依照臺灣魚類資料庫 (<https://fishdb.sinica.edu.tw/>，於 113 年 12 月 1 日造訪)；若鑑定出物種為臺灣物種名錄未載，或特定類群如刺胞動物門、扁形動物門、紐形動物門、環節動物門多毛綱（含螭蟲）、環節動物門星蟲綱（原星蟲動物門）、線蟲動物門、軟體動物門、節肢動物門顎足綱、節肢動物門橈足綱、節肢動物門軟甲綱端足目、等足目與棘皮動物門之學名與分類階層，則以世界海洋物種名錄 (World Register of Marine Species, WoRMS [<https://www.marinespecies.org/>，於 113 年 12 月 1 日造訪]) 為準。

(六) 海草生產力測定方法

海草的生產力將按照不同部位計算，分為葉片生長力、垂直莖生產力與水平根莖生產力。海草各部位名稱如圖 11。

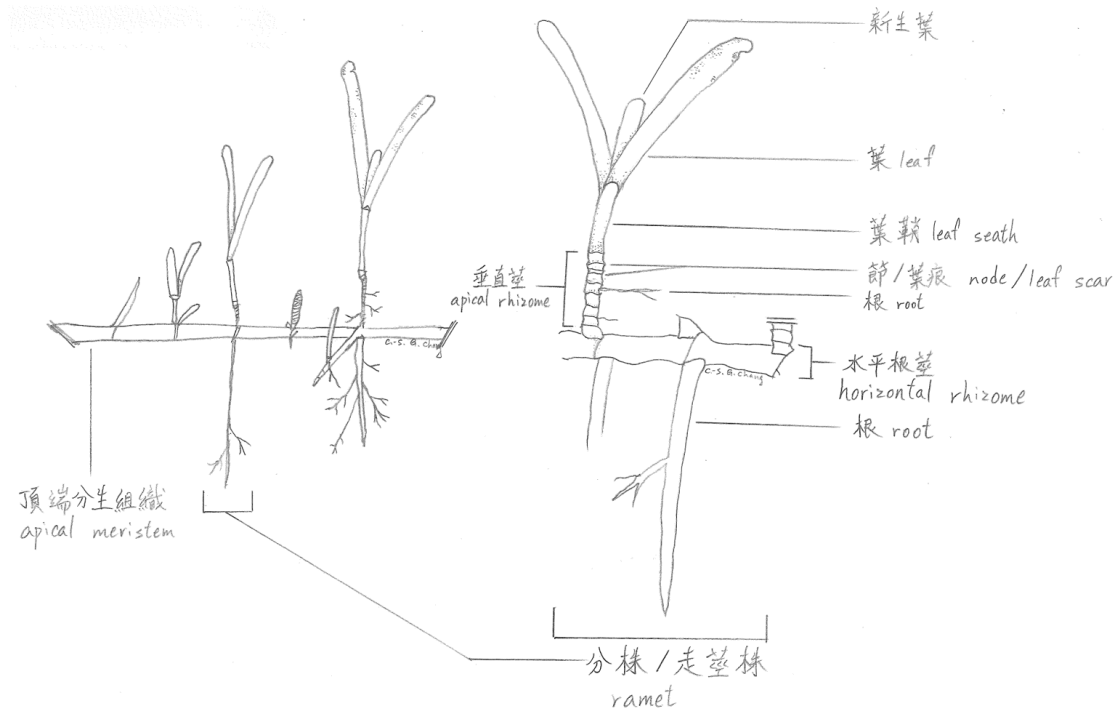


圖 11、海草各部位名稱示意圖。

改繪自 Hemminga and Duarte (2000) 第 29 頁。

葉片生產力分別取葉片與葉鞘戳口中間部分，與完全沒有戳針傷口的新生葉片，計算新生葉片數量 (N_L) 後，清洗乾淨以 60°C 烘 48 小時至恆重，秤重後得到樣區所有葉片生長量 (DW_{NL})，便可以公式計算葉片生產力 (P_L) 與平均葉片生長速率 (G_L)：

$$P_L = \frac{DW_{NL}}{Days \times 0.15^2}; G_L = \frac{DW_{NL}}{Days \times N_S}$$

P_L ：葉片生產力 ($g/m^2 \cdot day$)

DW_{NL} ：葉片生長量乾重 (g)

G_L ：平均葉片生長速率 (g/day)

N_S ：植株數量

垂直莖生產力則取樣區中所有垂直莖樣本計算節數 (N_{NS}) 後，以 60°C 烘 48 小時至恆重，秤重後得到樣區中所有垂直莖重量。利用新生葉片數量與標記到採收之間的間隔日數，計算出海草產生新的一組垂直莖節與葉片所需的時間，即葉間期 (plastochron, P_c)，最後以此推算垂直莖生產力與生長速率：

$$P_c = \frac{Days}{N_L}; P_s = \frac{DW_{NS}}{N_{NS} \times P_c} \times D_s; G_s = \frac{DW_{NS}}{N_{NS} \times P_c}$$

P_c ：葉間期 (day)

N_L ：新長葉片數

P_s ：垂直莖生產力 ($g/m^2 \cdot day$)

DW_{NS} ：垂直莖乾重 (g)

N_{NS} ：垂直莖節數

D_s ：植株密度 ($/m^2$)

G_s ：垂直莖生長速率 (g/m^2)

水平根莖 (rhizome) 與根的生產力，則取樣本中所有標記生長點的植株，取標記時至採收時延長的部分以清水洗淨後，以 60°C 烘 48 小時至恆重，經計算得到樣區內水平根莖與根的生產力與生長速率：

$$P_R = \frac{DW_R}{Days \times 0.15^2}; G_R = \frac{DW_R}{Days \times N_R}$$

P_R ：水平根莖與根部生產力 ($g/m^2 \cdot day$)

G_R ：水平根莖與根部生長速率 (g/day)

DW_R ：水平根莖與根部生長量乾重 (g)

N_R ：標記的生長點數量

(七) 幼蟹族群量估算統計方法

因香山濕地幼蟹高頻出現區的面積大，在其中活動的幼蟹相對密度甚低，無法使用與臺灣早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 et al. (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 & Chiu (2016) 完善的不等捕獲率捉放資料 (capture-recapture data with unequal catchability) 統計模型，推估香山濕地幼蟹出現熱區中的幼蟹數量最小不偏估計量如下：

$$\hat{S}_{Chao2} = \begin{cases} S_{obs} + \left(\frac{T-1}{T}\right) \left(\frac{q_1^2}{2q_2}\right), & \text{for } q_2 > 0 \\ S_{obs} + \left(\frac{T-1}{T}\right) \left(\frac{q_1-1}{2}\right), & \text{for } q_2 = 0 \end{cases}$$

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 $\hat{S}_{Chao2}$ 為估計的族群個體數。

對此估值的對數轉換 95% 信賴區間為：

$$\left[S_{obs} + \frac{\hat{S}_{Chao2} - S_{obs}}{C}, S_{obs} + \left(\hat{S}_{Chao2} - S_{obs}\right) C \right]$$

其中， $C = \exp \left\{ 1.96 \left[\ln \left(1 + \frac{\hat{var}(\hat{S}_{Chao2})}{(\hat{S}_{Chao2} - S_{obs})^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \right\}$ ，而 $\hat{var}(\hat{S}_{Chao2})$

$$= \begin{cases} q_2 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{m-1}{m} \right) \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^2 + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \left(\frac{q_1}{q_2} \right)^4 \right], & \text{for } q_2 > 0 \\ \left(\frac{m-1}{m} \right) \frac{q_1(q_1-1)}{2} + \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{q_1(2q_1-1)^2}{4} - \left(\frac{m-1}{m} \right)^2 \frac{q_1^4}{4\hat{S}_{Chao2}}, & \text{for } q_2 = 0 \end{cases}$$

年度幼蟹族群量估計以月為單位進行。首先統計所有月份的幼蟹目擊次數與重複個體數，以上式估計幼蟹數量與 95% 信賴區間。最終統計結果應呈現幼蟹族群量估計值與 95% 信賴區間。若無調查到重複的幼蟹個體，則應呈現該樣區年度幼蟹密度，樣區面積為 16 條樣線長度乘以目視所及距離 2 m 計算： $16 \times 400 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 12800 \text{ m}^2 = 1.28 \text{ ha}$ 。

(八) 資料統計分析方法

所有數據均以 Excel 軟體登打紀錄，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 GoogleEarthPro7.3.4.8642 (<https://www.google.com.tw/intl/zh-TW/earth/>) 後，儲存為.kml 格式檔案，以利上傳。

地圖主要以 QGIS Desktop 3.26.2 (<https://qgis.org/zh-Hant/site/index.html>) 視覺化；地理計算 (geoprocessing) 與製圖則以 R 軟體 4.3.2 版本 (<https://www.r-project.org/>) 搭配 RStudio 2023.12.1+402 "Ocean Storm" Release (<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>) 圖形化介面，以 gstat (Pebesma, 2004; Gräler, Pebesma & Heuvelink, 2016) 對各樣點之粒徑、有機碳含量、葉綠素 a 濃度以自然鄰點法 (Natural Neighbor Interpolation, NNI) 進行空間內插得出等值線，並以 raster (Hijmans, 2023)、sf (Pebesma, 2018; Pebesma & Bivand, 2023)、terra (Hijmans, 2023) 與 tmap (Tennekes, 2018) 套件進行地理資訊讀取與結果後續視覺化。

生物多樣性資料之呈現與比較，主要參照《濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序》(林幸助、薛美莉、何東輯與陳添水，2009)，以物種數 S、個體數 N 計算數個常用的指標，如 Margalef 豐富度指標 (R)、Simpson 優勢度指標 (λ)、Shannon 多樣性指標 (H) 與 Peilou 均勻度指標 (E_J)。此類生物多樣性指標無法進行不同樣區間生物多樣性的直接比較，其數值大小僅能做為參考，且需要同時參照所有生物多樣性指標進行評估。各指標計算方法如下：

$$R = \frac{S - 1}{\ln N}$$
$$\lambda = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$
$$H = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$
$$E_J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln S}$$

為比較樣本間生物多樣性資料，本計畫採用有效物種數之概念 (MacArthur, 1965)，計算不同 Hill number 階層之有效物種數 (Hill, 1973)：

$${}^qD = \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{\frac{1}{1-q}}, q \in \mathbb{R}$$

當 $q = 0$ 時，有效物種數即樣本群集中之物種數； q 趨近於 1 時，有效物種數即 Shannon 多樣性指標值的自然指數；當 $q = 2$ 時，有效物種數為 Simson 優勢度指標的倒數。計算 $q = 0、1、2$ 時的有效物種數，僅需要從原本的生物多樣性指標值進行形式運算，不致增加過多運算量，其轉換結果可以進行樣本間比較。此轉換方法亦見於〈植物生態評估技術規範〉，足見方法論之穩定與可用性高。

除比較樣本間的生物多樣性，亦須呈現其空間或時間之相似程度。首先將不同樣次的物種清單兩兩計算 Bray-Curtis 組成相似度指數 (C_{BC}) 或 Jaccard 相似度指數 (S_J)，再經過非度量多維度分析 (Non-metric MultiDimensional Scaling, NMDS) 與聚類分析 (clustering) 後，以視覺化方式呈現結果。相似度指數之計算方法如下：

$$C_{BC} = \frac{\sum_{i=1}^{D_{12}} \min(x_i, y_i)}{\frac{1}{2} (\sum_{i=1}^{S_1} x_i + \sum_{i=1}^{S_2} y_i)}$$
$$S_J = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}}$$

最後使用各種排序分析 (ordination analysis) 一次性分析多個變數，以了解各樣點之生物、環境結構之異同，與生物及環境之交互作用關係。物種清單與環境資料經過適切轉換 (如正規化、標準化或轉換為百分比) 後，視其數據分布，分別進行主成分分析 (Principle Component Analysis, PCA) 或降趨對應分析 (Detrend Correspondence Analysis, DCA)，最後結合物種與環境資料，進行冗餘分析 (ReDundancy Analysis, RDA) 或典型相關分析 (Canonical Correspondence Analysis, CCA)，分析結果以雙標圖 (biplot) 呈現。

各類排序分析主要以 vegan 套件 (Oksanen et al., 2022) 進行，生物多樣性資料之統計與樣本涵蓋率主要以 iNEXT 套件 (Chao, Gotelli, Hsieh, Sander, Ma, Colwell & Ellison, 2014; Hsieh, Ma & Chao, 2022) 分析與計算。若遇樣本量大使得統計結果之 p 值小，則使用 correctR 套件 (Henderson, 2024) 對樣本進行重採樣，尤其結果決定檢定是否顯著。各種統計結果之視覺化主要以 ggpubr (Kassambara, 2023) 與 ggplot2 (Wickham., 2016) 套件算繪。

肆、結果

一、幼蟹出現熱區調查與族群量估計結果

已完成本年度幼蟹出現熱區調查。調查時因應現場情況，調整原先設計的樣區範圍，實際範圍見圖 12、座標見附表 1。本年度 4-10 月於調查樣區內共發現 34 隻幼蟹個體，於樣區外發現 1 隻。客雅溪出海口樣區目前尚未發現幼蟹，賞蟹步道樣區 4 月發現 2 隻、5 月發現 4 隻、6 月發現 6 隻、7 月發現 6 隻、8 月發現 8 隻、9 月發現 4 隻、10 月發現 2 隻個體，曬船橋外樣區 6 月發現 1 隻個體，海山漁港未於調查期間發現幼蟹個體，但透過訪談得知 5 月發現 1 隻個體。本年度所有幼蟹點位分布圖如圖 12。調查期間未重複調查到標記的個體，可能是標記磨損、個體蛻殼，或者調查到的個體均不重複。

因未發現重複的個體，故無法適用 Chao & Chiu (2016) 之統計模型，僅能計算各樣區年度累計每公頃幼蟹密度：客雅溪口 0 隻/ha、賞蟹步道 25.78 隻/ha、曬船橋外 0.78 隻/ha、海山漁港 0 隻/ha。

透過訪談，得知 5 月於海山漁港發現 1 隻幼蟹。於調查時隨機訪談採集者，得知介於曬船橋與風情海岸碑外灘地的舊文蛤養殖區曾發現有幼蟹。另有受訪者補充，香山濕地餘 30 餘年前的蟹數量較多，在灘地甚至偶可見到成蟹，但隨著最近一次大量種植紅樹林，就沒有那麼多的蟹；但去年曾於挖掘文蛤時，掘出躲藏在底質中的幼蟹。8 月有民眾於海山漁港附近抓獲成蟹一對（圖 13），也間接證實受訪者之說法，且可以確認香山濕地仍有成蟹活動，只是數量相當稀少。民眾抓獲成蟹的日期是 8 月 21 日，潮汐正逢大潮，潮高距香山濕地平均高程超過 2 公尺，抓獲成蟹的時間是白天，說明成蟹由亞潮帶上至潮間帶的時間不一定是晚上，白天也可能在潮間帶發現成蟹。



圖 12、本年度各樣區發現之幼鰲點位圖

英文字母 A 至 G 分別代表 4 至 10 月所發現的幼鰲點位。海山漁港樣區外發現一隻幼鰲，因該個體未於樣區內調查到，故不列入計算當中。

表 5、113 年幼蟹調查結果彙整表
殼寬單位為 mm

月份	樣區	殼寬	備註	月份	樣區	殼寬	備註
4	賞蟹步道	54		7	賞蟹步道	63	
4	賞蟹步道	62		7	賞蟹步道	43	
5	賞蟹步道	70		7	賞蟹步道	39	
5	賞蟹步道	64		8	賞蟹步道	39	
5	賞蟹步道	58		8	賞蟹步道	53	
5	賞蟹步道	71		8	賞蟹步道	43	
5	賞蟹步道	69		8	賞蟹步道	46	
5	海山漁港	>60	訪談。	8	賞蟹步道	64	
6	曬船橋外	80		8	賞蟹步道	43	
6	賞蟹步道	62	蛻殼中。	8	賞蟹步道	57	
6	賞蟹步道	78		8	賞蟹步道	36	
6	賞蟹步道	68		8	海山漁港	成蟹	訪談。
6	賞蟹步道	61				成蟹	訪談。
6	賞蟹步道	75		9	賞蟹步道	43	
6	賞蟹步道	68		9	賞蟹步道	41	
6	賞蟹步道	62		9	賞蟹步道	53	
7	賞蟹步道	47		9	賞蟹步道	46	
7	賞蟹步道	57		10	賞蟹步道	39	
7	賞蟹步道	49		10	賞蟹步道	43	



圖 13、民眾於海山漁港附近抓獲成蟹照片
據民眾貼文，發現一對成蟹，而照片中個體為雌蟹

調查期間發現的幼蟹個體背甲寬介於 36 至 80 mm，換算齡期介於 7 至 10 齡之間，其中 7 齡 14 隻次、8 齡 7 隻次、9 齡 12 隻次、10 齡 3 隻次。以 5 mm 為區間統計頻度分布，頻度最高的背甲寬為 60 – 65 mm，換算齡期為 8 至 9 齡（圖 14）。調查期間未發現殼長小於 25 mm，或換算齡期小於 6 齡的幼蟹，與張懿 (2023) 之調查結果相同。由於每月發現之幼蟹數量稀少，未能如張懿 (2023) 進行族群成長曲線之配適而獲得族群成長參數。

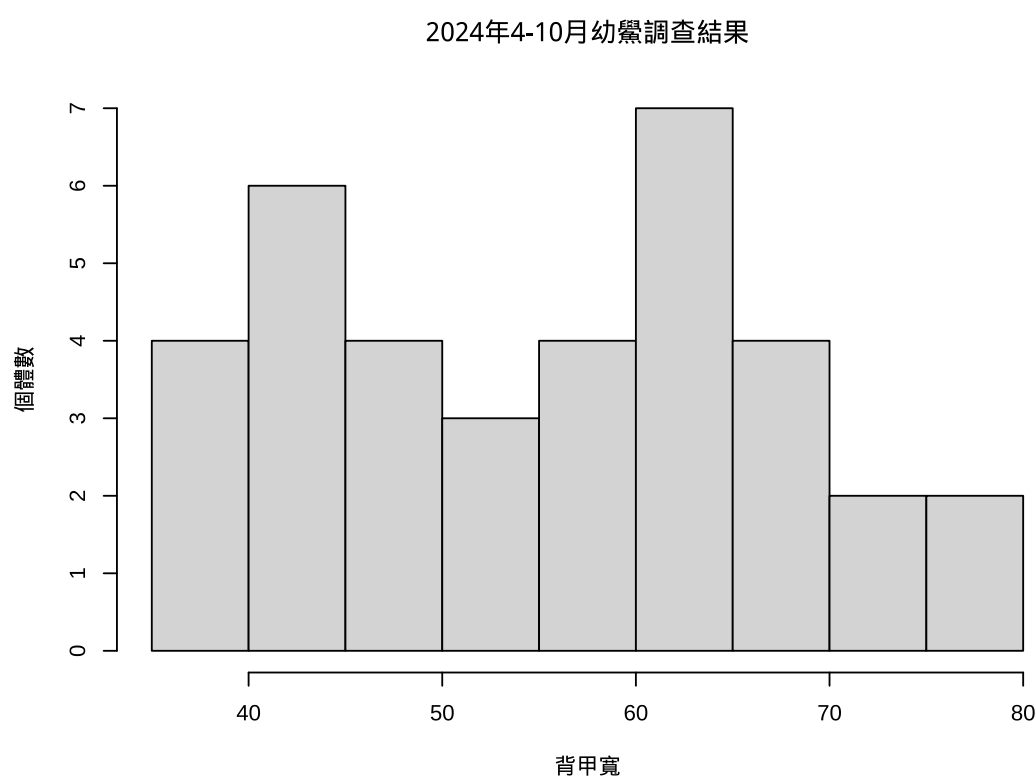


圖 14、113 年 4 – 10 月幼蟹背甲寬頻度分布圖

二、成蟹產卵潛勢區劃設與驗證結果

已於 3 月 23 至 25 日與 4 月 10 至 12 日滿潮時段進行香山濕地沿線全區海岸線踏查，並於 4 月完成成蟹產卵潛勢區劃設。依據踏查結果，香山濕地沿岸於大潮滿潮時，多會被海水沒過，最終調查到賞蟹步道南部有一灘地高於高潮線(座標 120.91466886, 24.78184196)，且取底質進行粒徑分析，中值粒徑達 0.806 mm，屬於粗沙等級(圖 15)。此產卵潛勢區最接近幼蟹密集分布區，且有排水口的淡水輸入灘地，距排水口 10m 處退潮時鹽度約 22 ppt；由濱線位置、中值粒徑與距幼蟹密集分布區之距離綜合分析，應是成蟹最可能上岸產卵之地區。



圖 15、成蟹產卵潛勢區位置示意圖

(A) 地圖與位點。

(B) 現場照片。箭頭所指處，為勘定之成蟹潛在產卵區灘地。

三、海草床分布範圍四季變化與物候紀錄結果

(一) 海草床分布範圍與物候調查結果

目前已完成海草床分佈範圍與物候調查。香山濕地之海草床完全由甘藻 (*Zostera japonica* Asch. & Graebn.) 所組成。4 月之調查，發現部分植株開花，惟甘藻的花較脆弱，故未能留下完整影像紀錄。

於 3 月至 7 月之調查均發現甘藻的果實，如圖 16；果實與種子之形態符合《Flora of Taiwan 2ed》所記載「Fruit ovoid, rounded at base, irregularly dehiscent, beaked. Seeds solitary, longitudinally ribbed.」。本年度調查結果確認香山濕地的甘藻花期為 3-5 月，果期為 3-7 月。此外，查詢第一、二版臺灣植物誌、臺灣水生植物誌、臺灣原色植物圖鑑與臺灣物種名錄等書籍資料，其中 *Z. japonica* 的中名均為「甘藻」。國內部分學者與單位使用「甘草」之名，顯非植物分類學界慣用中文名，且與中藥基源植物 *Glycyrrhiza* spp. 種群同名，必然產生混淆；本報告基於上述理由，以「甘藻」作為 *Zostera japonica* Asch. & Graebn. 之中文名。

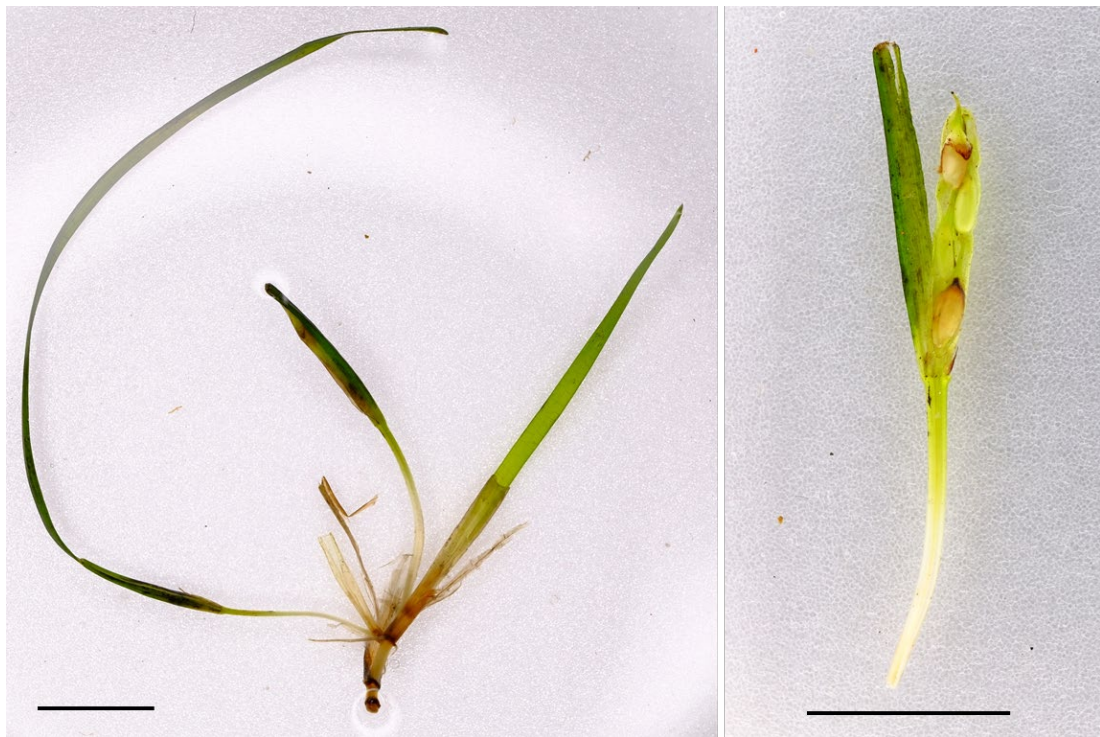


圖 16、甘藻結果植株（左）與果實（右）
照片中比例尺為 1 cm。

本計畫定義海草密集區為海草生長區域大於 5 m^2 ，或者海草生長區域大於 1 m^2 ，且與其他海草生長區域距離小於 3 m 者，如圖 7 與圖 17。由各海草生長塊狀區域邊緣向外以步行方式量測，若海草生長塊狀面積小於 5 m^2 且與其他海草生長區域相隔超過 3 m ，或相鄰海草生長塊狀面積小於 5 m^2 者，為海草稀疏分布區。海草床分布範圍結果如圖 18。

第一季（春季）海草床密集區面積約 10.05 公頃、海草稀疏區面積約 13.61 公頃、總面積約 25.5 公頃，第二季（夏季）海草床密集區面積約 13.55 公頃、海草稀疏區面積約 20.63 公頃、總面積約 34.2 公頃，第三季（秋季）海草床密集區面積約 7.14 公頃、海草稀疏區面積約 15.06 公頃、總面積約 22.2 公頃，第四季（冬季）海草床密集區面積約 4.47 公頃、海草稀疏區面積約 18.37 公頃、總面積約 22.84 公頃，四季分布面積變化如圖 18。



圖 17、海草密集分布區與海草稀疏分布區示意圖

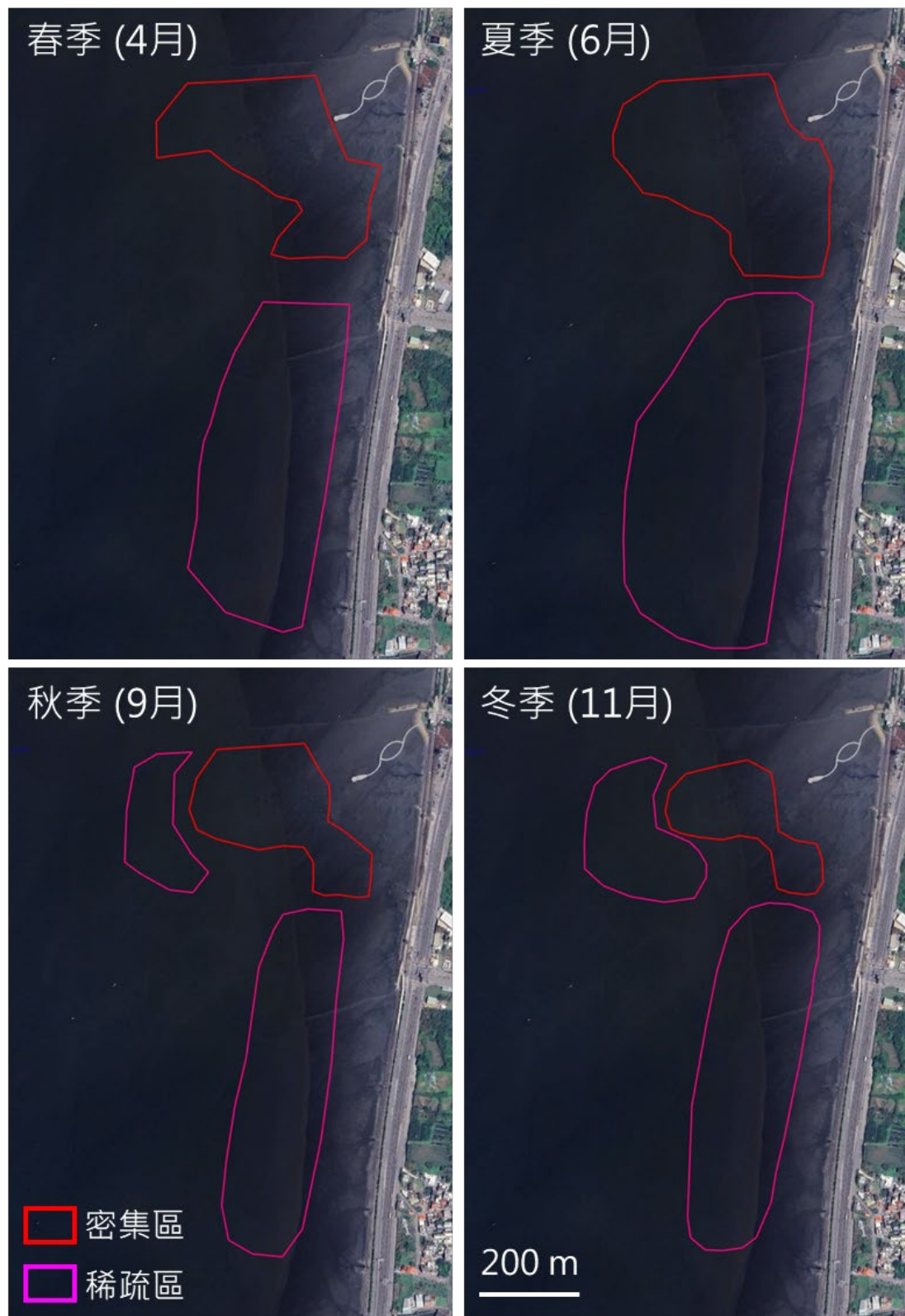


圖 18、113 年度四季海草床分布範圍調查結果圖

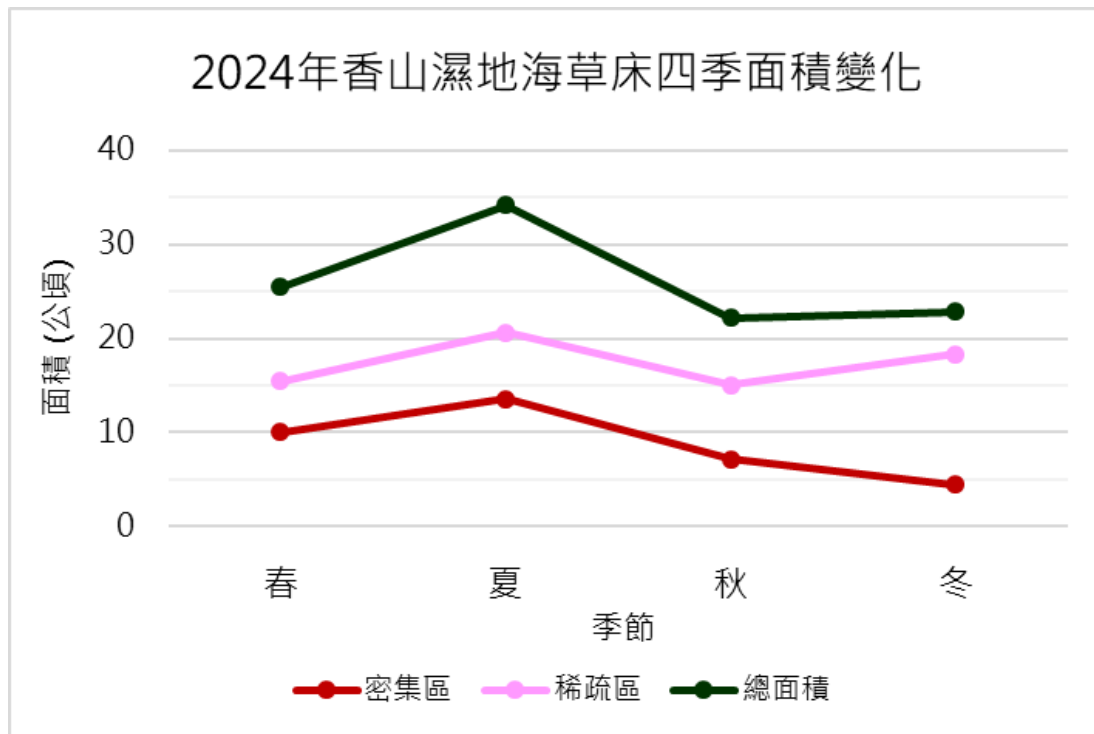


圖 19、113 年度四季海草床分布範圍變化圖

香山濕地的海草床面積隨四季變化，以夏季密集區與總分布面積最大，秋季開始，位於賞蟹步道外的海草床面積開始縮減，海草的密度亦降低，密集區外側的族群生長塊狀面積下降，與其他海草距離超過 3 m，降至稀疏等級。每年 10 月開始的東北季風，常可以在香山濕地造成 7 級以上陣風，退潮時冷風會快速把灘地吹乾，不利植物生長。目前濕地的甘藻生長環境特徵，主要有排水出口或輸入水體在地表形成穩定的逕流，例如賞蟹步道外有來自北側大排水，與南側數個生活汙水的排水逕流（圖 20）。這些排水均屬於生活汙水，鹽度低且流量穩定，可於漲潮期間稀釋海水鹽度，並於退潮期間維持地表濕度，最終營造出適合甘藻生長的环境。賞蟹步道南邊靠岸側的海草床，則依雲林莞草生長。雲林莞草分布於賞蟹步道南側近岸處，依靠排水稀釋鹽度與營養鹽而生長成一片；此地可見甘藻混生於雲林莞草外緣，在東北季風強勁的季節，雲林莞草對低矮匍匐的甘藻有保水與防風之效果（圖 21）。



圖 20、賞蟹步道周圍地表逕流水體與流向示意圖



圖 21、雲林莞草與甘藻共棲之景觀圖

(二) 海草床生產力調查結果

目前已完成本年度四季海草床生產力調查。第一季(春季)海草床調查得海草床密度為 4829.6 ± 898.1 株/ m^2 、單位面積生物量為 93.7 ± 36.0 g 乾重/ m^2 、平均每日單株葉片生產力為 0.52 ± 0.10 g 乾重/株·日，第二季(夏季)海草床調查得海草床密度為 6829.63 ± 356.5 株/ m^2 、單位面積生物量為 91.94 ± 7.9 g 乾重/ m^2 、平均每日單株葉片生產力為 0.63 ± 0.01 g 乾重/株·日，第三季(秋季)海草床調查得海草床密度為 3525.93 ± 591.9 株/ m^2 、單位面積生物量為 37.88 ± 21.7 g 乾重/ m^2 、平均每日單株葉片生產力為 0.29 ± 0.1 g 乾重/株·日，第四季(冬季)海草床調查得海草床密度為 3976.30 ± 601.7 株/ m^2 、單位面積生物量為 53.67 ± 23.6 g 乾重/ m^2 、平均每日單株葉片生產力為 0.32 ± 0.1 g 乾重/株·日。

甘藻葉間期以夏季最短，代表新葉的萌發速度在夏季快，平均單株葉片生產力也以夏季最高，且標準差相當小，代表各樣區甘藻個體在夏季的生長速度差異甚小，而比較其他季的生產量之後可以發現，夏季測得的生產力數值可能是乾藻的極限生產量。夏季的甘藻平均單株每日生產量與春季差異不大，但因為各調查樣區之甘藻密度較春季有所提升，故單位面積總生產力較春季高(圖 22)。秋季的調查期間，因為天候不佳，樣區設立期間多為陰天，量測的單株葉片生產量較夏季顯著為低，單位面積每日總生產力亦較春、夏季顯著為低，冬季的單株葉片生產量與單位面積每日生產力與秋季相仿，但標準差較大，顯示生產力在不同樣區之間的差異比較大。

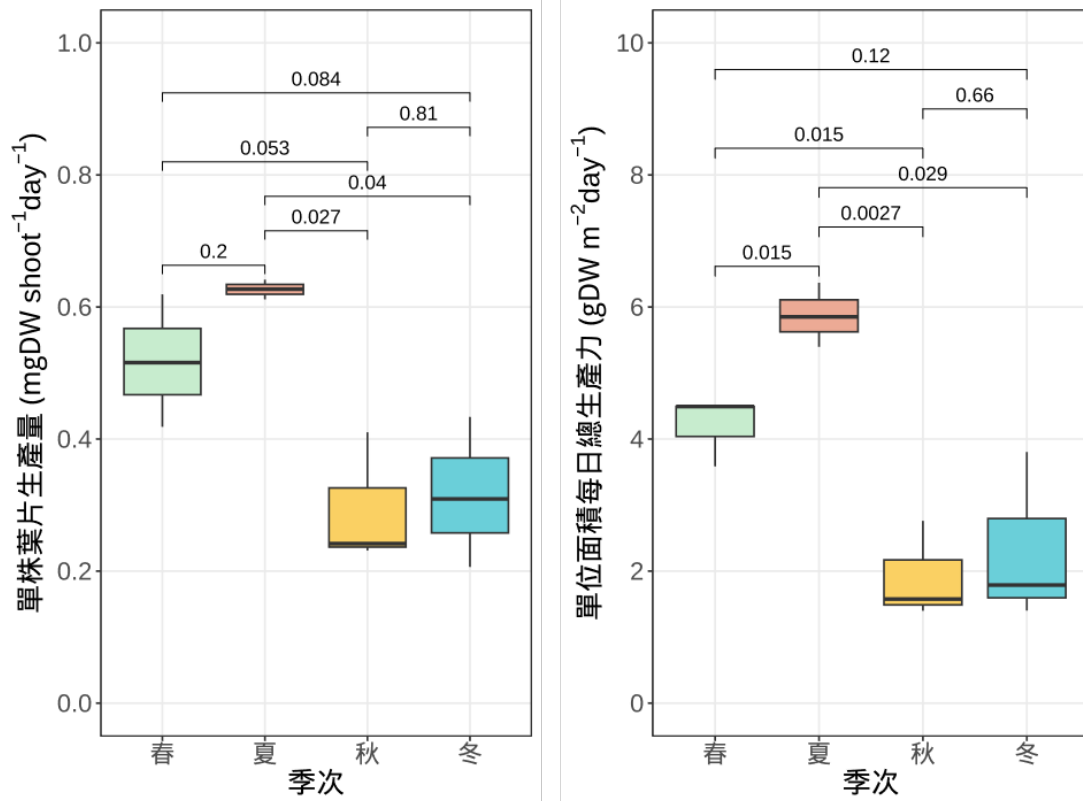


圖 22、113 年度海草床單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖

除量測香山濕地海草床生產力之外，本計畫亦蒐集國內外文獻，以了解不同地區甘藻之生產力(表 7)。目前有關自然環境中甘藻生產力的調查多來自韓國，如 Lee et al. (2005)、Park et al. (2011) 與 Choi et al. (2016) 等。需要注意的是，韓國的甘藻長年生長於海平面下，因此密度較潮間帶的香山為高且各樣區植株密度的標準差較少。此外，韓國研究團隊使用的海草生產力研究法為割除—重新收穫法，與本計畫或國內其他單位使用的針戳法不同，使用割除—重新收穫法會造成海草較大的傷口，短時間之內也沒有葉片可以行光合作用以長出新的植物體部分，需要較長時間才能長出新葉，因此可能低估葉片生產力。

國內的潮間帶甘藻生產力量測，有廖璟郡 (2012) 曾針對香山濕地的甘藻床進行全年生產力調查，得每日平均單株葉片生產力為 $0.27 - 0.60 \text{ gDW} \cdot \text{shoot}^{-1} \text{ day}^{-1}$ 。本計畫所測得的香山濕地甘藻生產力為 $0.44 \pm 0.16 (0.21 - 0.64) \text{ gDW} \cdot \text{shoot}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ，結果與前人相符。

表 6、113 年度四季海草床生產力調查結果表

	第一季（春）	第二季（夏）	第三季（秋）	第四季（冬）
單位面積分株密度(shoots · m ⁻²)	4829.6 ± 898.1	6829.63 ± 356.5	3525.9 ± 591.9	3976.3 ± 601.7
單位面積海草生物量(g · DW.m ⁻²)	93.7 ± 36.0	91.9 ± 7.9	37.9 ± 21.7	53.7 ± 23.6
葉間期(days)	19.6 ± 1.3	13.9 ± 0.5	17.6 ± 1.5	13.1 ± 1.0
葉片生產力(gDW · m ⁻² day ⁻¹)	2.46 ± 0.42	4.28 ± 0.28	1.08 ± 0.55	1.29 ± 0.64
垂直莖生產力(gDW · m ⁻² day ⁻¹)	0.43 ± 0.26	0.41 ± 0.12	0.46 ± 0.15	0.41 ± 0.28
地上部生產力(gDW · m ⁻² day ⁻¹)	2.89 ± 0.43	4.69 ± 0.36	1.53 ± 0.69	1.7 ± 0.92
地下部生產力(gDW · m ⁻² day ⁻¹)	1.30 ± 0.10	1.18 ± 0.12	0.38 ± 0.05	0.63 ± 0.37
總生產力(gDW · m ⁻² day ⁻¹)	4.19 ± 0.52	5.87 ± 0.49	1.91 ± 0.74	2.33 ± 1.29
平均單株葉片生產力(gDW · shoot ⁻¹ day ⁻¹)	0.52 ± 0.10	0.63 ± 0.01	0.29 ± 0.10	0.32 ± 0.11
平均單株總生產力(gDW · shoot ⁻¹ day ⁻¹)	0.89 ± 0.24	0.86 ± 0.03	0.53 ± 0.11	0.57 ± 0.23

數據表示方式為平均值 ± 標準差。

表 7、本計畫蒐集甘藻生產量測量數值表。

	本研究	Choi et al. (2016)	廖璟郡 (2012)	Park et al. (2011)	Shafer et al. (2008)	Kaldy (2006)	Lee et al. (2006)	Lee et al. (2005)	Lee (1997)
	香山濕地	Geoje Bay Korea	香山濕地	Geoje Bay, Korea	Yaquina Bay and Willapa Bay, USA Lab	Yaquina Bay, USA	Dadae Bay, Korea	Seungbong Island, Korea	San Tau, Hong Kong
分株密度 (shoots.m ⁻²)	4790.37 ± 1432						8178 ± 434		
單位面積生物量 (g DW.m ⁻²)	69.29 ± 32.7						170.6 ± 14.8	109 – 369	
葉間期 (days)	16.03 ± 2.96	15.0 – 16.7					17.4 ± 2.6		
葉片生產力 (g DWm ⁻² day ⁻¹)	2.28 ± 1.39						1.7 ± 0.2	0.2 – 4.3	
垂直莖生產力 (g DWm ⁻² day ⁻¹)	0.43 ± 0.18								
地上部生產力 (g DWm ⁻² day ⁻¹)	2.7 ± 1.42	0.4 – 4.4		0.4 – 3.2	0.5 – 1.9	0.7 – 1.0	1.5 – 1.9	0.9 – 1.7	0.6 – 1.0
水平根莖與根生產 力 (g DWm ⁻² day ⁻¹)	0.87 ± 0.43	0.2 – 2.9							0.4 – 0.8
全株總生產力 (g DWm ⁻² day ⁻¹)	3.19 ± 2.23								
平均單株葉生產力 (mg DWshoot ⁻¹ day ⁻¹)	0.44 ± 0.16	0.2 – 0.5	0.27 – 0.60	0.1 – 0.4	0.2 – 0.5		0.1 – 0.2		
平均單株總生產力 (mg DWshoot ⁻¹ day ⁻¹)	0.71 ± 0.23								

數據表示方式為平均值 ± 標準差或最小值 – 最大值。

四、海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態調查結果

目前已完成全年四季海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態調查。第一季共調查得 17 目、26 科、29 種，第二季共調查得 12 目、16 科、18 種，第三季共調查得 17 目、26 科、30 種，第四季共調查得 13 目、18 科、21 種，詳細名錄見表 8。

各樣區中，以海草密集分布區的物種多樣性最高，全年調查得 17 目、24 科、28 種，其次為海草稀疏分布區，共調查得 15 目、22 科、25 種；而北側無海草分布區的物種數最少，全年調查得 9 目、12 科、14 種，南側無海草分布區調查得 9 目、15 科、16 種。在調查時，於北側樣區曾試圖加倍努力量，儘管如此，仍無法篩到任何活體生物，代表此區域的底棲生物豐度與密集程度均低。

比較各樣區全年底棲生物調查結果的稀釋曲線與覆蓋度（圖 23），以北側無海草區的生物多樣性最低，且名錄覆蓋度亦低，代表調查到的物種數少，且各樣點調查到的物種個體數均低；物種豐富度最高的樣區是海草密集區。所有樣區的調查名錄覆蓋度均高於 0.9，其中除北側無海草分布區外，其於樣區的名錄覆蓋度均高於 0.975，代表全年的調查努力量足夠（原始資料詳如附表 1）。

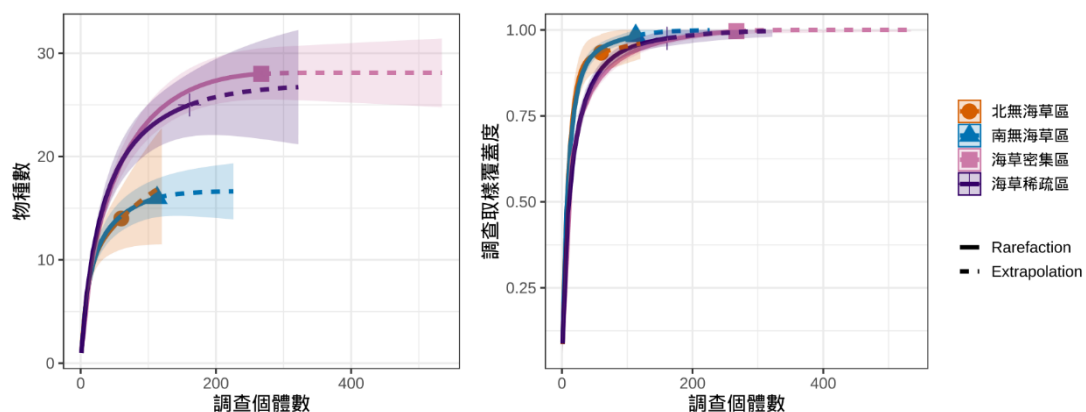


圖 23、113 年度各樣區底棲生物調查結果稀釋曲線與覆蓋度

表 8、113 年度 4 季各樣區底棲動物調查結果名錄
數字單位為隻／m²。

	第一季 113.03-04				第二季 113.05-06				第三季 113.09				第四季 113.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
Annelida 環節動物門																
Annelida insertae sedis 環節動物門地位未定																
Sipunculidae 星蟲科																
光裸方格星蟲 <i>Sipunculus nudus</i>		16	16	32		16				32	32	64		32	16	96
Clitellata 寡毛綱																
Megascolecidae 鉅蚓科																
潮間泮蚓 <i>Pontodrilus litoralis</i>		16	32							64	32			32		
Naididae 仙女蟲科																
軟虛蚓 <i>Doliodrilus tener</i>		16								32	32					
Polychaeta 多毛綱																
Glyceridae 吻沙蠶科																
吻沙蠶 <i>Glycera nicobarica</i>		64	48	128		112	32	32		96	112	64		48		
Nereididae 沙蠶科																
腺帶刺沙蠶 <i>Neanthes cf. glandicineta</i>				16		32		16		32	16	16	16		32	
擬突齒沙蠶 <i>Paraleonnates uschakovi</i>										16	32		16	32	32	
雙齒圍沙蠶 <i>Perinereis aibuhitensis</i>		16		48		32		32		32		48		16		

	第一季 113.03-04				第二季 113.05-06				第三季 113.09				第四季 113.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
Arthropoda 節肢動物門																
Malacostraca 軟甲綱																
Aoridae 賴鈎蝦科																
日本大螯蜚 <i>Grandidierella japonica</i>		48	16				96			64						
Diogenidae 活額寄居蟹科																
長螯活額寄居蟹 <i>Diogenes avarus</i>			16			16	32		16	32	16	32				
Macrophthalmidae 大眼蟹科																
短身大眼蟹 <i>Macrophthalmus abbreviatus</i>		32				64	32			32	32		32		32	
萬歲大眼蟹 <i>Macrophthalmus banzai</i>	16	112	16	48	48	16			32	64	48	48	48	32	32	
Mictyridae 和尚蟹科																
短趾和尚蟹 <i>Mictyris brevidactylus</i>			48	144		16				32	64	144			64	64
Paguridae 寄居蟹科																
小形寄居蟹 <i>Pagurus minutus</i>			32				32	48		32	16			16		32
Penaeidae 對蝦科																
日本囊對蝦 <i>Penaeus japonicus</i>				16												
Pinnotheridae 豆蟹科																
豆蟹 <i>Pinnotheres pisum</i>						64		16		32						
Sesarmidae 相手蟹科																

	第一季 113.03-04				第二季 113.05-06				第三季 113.09				第四季 113.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
島嶼擬相蟹 <i>Parasesarma insulare</i>		96	96			16				16	32					
Brachiopoda 腕足動物門																
Lingulata 舌形貝綱																
Lingulidae 舌形貝科																
鴨嘴海豆芽 <i>Lingula anatina</i>		16	48			32	96	64		32	64	32		64	64	32
Echinodermata 棘皮動物門																
Echinoidea 海膽綱																
Clypeasteridae 盾海膽科																
扁平蛛網海膽 <i>Arachnoides placenta</i>							16			32						
Mollusca 軟體動物門																
Bivalvia 雙殼綱																
Solenidae 竹蛭科																
竹蛭 <i>Solen strictus</i>				32							16					
Laternulidae 薄殼蛤科																
公代 <i>Laterna gracilis</i>		144				16	176	16		32	128	48		32	48	32
Psammobiidae 紫雲蛤科																
長形紫雲蛤 <i>Gari elongata</i>		32								32						
Tellinidae 櫻蛤科																

	第一季 113.03-04				第二季 113.05-06				第三季 113.09				第四季 113.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
粉紅櫻蛤 <i>Macomangulus tenuis</i>		160	192			272	80	80	32	160	192	96	32	64	128	32
Galeommatidae 鮑眼蛤科																
鮑眼蛤 <i>Galeommatidae</i> sp.		32														
Glauconomidae 曇蛤科																
中華曇蛤 <i>Glauconome chinensis</i>			16													
Mactridae 馬珂蛤科																
方形馬珂蛤 <i>Mactra quadrangularis</i>									16				32	16		
Veneridae 簾蛤科																
臺灣文蛤 <i>Meretrix taiwanica</i>			16						16	16						
環文蛤 <i>Cyclina sinensis</i>	32	368	48		32	144	32	48	32	256	48	64	64	96	64	32
Gastropoda 腹足綱																
Batillariidae 海蜷科																
燒酒海蜷 <i>Batillaria zonalis</i>		64														
Potamididae 厝螺科																
栓海蜷 <i>Pirenella cingulata</i>	16	16	32	32	16		32	16	64	16	32	32	32			
Neritidae 蜆螺科																
小石蜆螺 <i>Clithon oualaniense</i>		32							32					32		
Amphibolidae 兩棲螺科																

	第一季 113.03-04				第二季 113.05-06				第三季 113.09				第四季 113.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
瀧岩兩棲螺 <i>Lactiforis takii</i>					48				32				32			
Pyramidellidae 小塔螺科																
小塔螺 <i>Pyramidellidae</i> sp.		16			16				16						32	
Assimineidae 山椒螺科																
林氏山椒螺 <i>Taiwanassiminea hayasii</i>		48							32				64			
Nassariidae 織紋螺科																
粗肋織紋螺 <i>Nassarius nodifer</i>	16	16	16		32	16	16		48	64	16	96		48	32	
目數	4	16	11	4	4	9	9	7	8	14	12	8	8	9	9	5
科數	5	19	16	7	4	13	9	8	10	21	17	11	8	11	11	6
物種數	5	20	17	8	4	15	10	9	10	25	20	12	10	12	13	6
個體數	9	81	45	29	7	67	23	20	21	85	57	46	23	34	36	18
Simpson 多樣性指數	0.72	0.87	0.88	0.79	0.69	0.87	0.85	0.84	0.88	0.92	0.91	0.89	0.88	0.9	0.89	0.79
Shannon 多樣性指數	1.43	2.46	2.49	1.79	1.28	2.3	2.08	2.01	2.23	2.87	2.72	2.34	2.21	2.39	2.39	1.68
Peilou 均勻度指數	0.89	0.82	0.88	0.86	0.92	0.85	0.9	0.91	0.97	0.89	0.91	0.94	0.96	0.96	0.93	0.94

將本年度所有底棲動物調查結果進行非度量多維度分析 (NMDS) 分析，無論季節或者不同分區，組別之間的物種組成沒有顯著差異。其中北側無海草區因為物種數不多，只要物種組成稍有變動，就會造成很大的變異，使得 NMDS 圖中代表該樣區的橢圓範圍最大，而海草密集區與海草稀疏區的樣點之間，物種數較多且組成較為類似，故橢圓範圍最小。

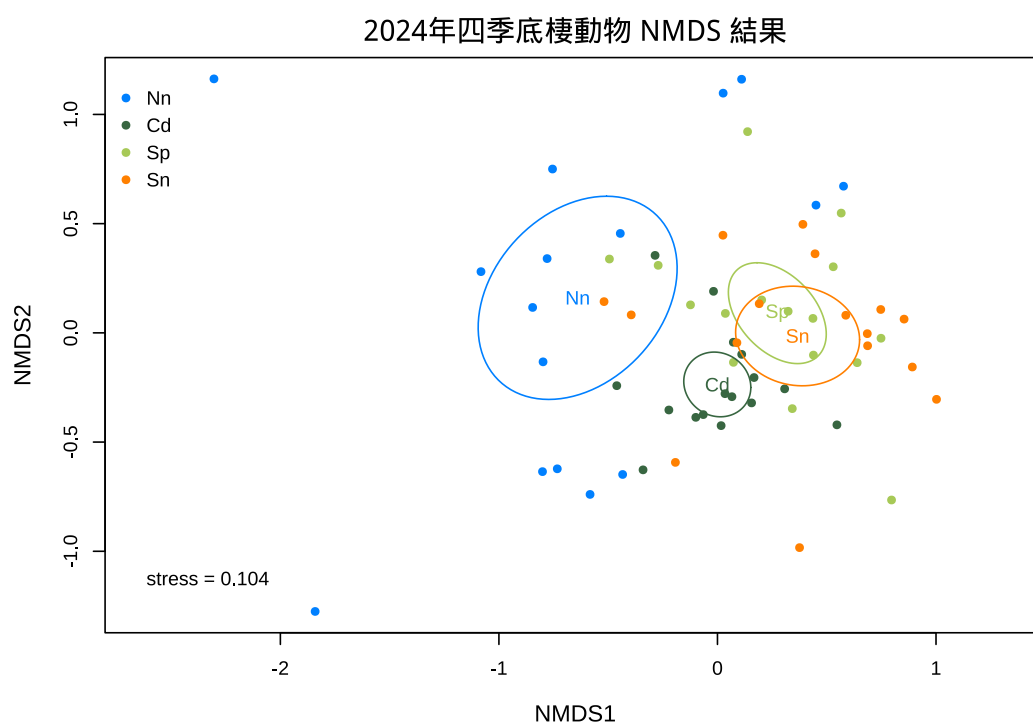


圖 24、113 年度四季底棲動物 NMDS 結果圖

五、海草床分布密集區與其他區域底質特徵調查結果

(一) 海草床分布區內外底質特徵調查結果

已於 113 年 6 月與 113 年 11 月分別完成上半年與下半年海草床分佈密集區與其他區域之底質採樣。上半年之底質粒徑、葉綠素與有機質含量均已完成分析，其值如表 9、表 10、表 13、表 14、表 11 與表 12。以下為各底質特徵調查項目之檢驗結果：

1. 中值粒徑、含泥率與有機碳檢測結果

比較鄭智馨等人 (2000) 針對堆肥與 Wang et al. (2013) 針對土壤不同測定方法偵測之有機碳轉換經驗式，比對本計畫樣本有機碳含量與原始發表文獻樣本之有機碳含量，最終採用含量相似的 Wang et al. (2013) 做法，元素分析測定之有機碳含量 (TOC) 與 Walkley-Black 濕式氧化法 (OXC) 之轉換公式為：
$$TOC = \frac{OXC + 1.101}{0.967}。$$

比較中值粒徑與含泥率，所有樣點的粒徑分級介於級細沙至細沙之間，且以最北邊的無海草分布區粒徑最小，由北而南，中值粒徑漸增（表 9、表 10 與圖 25）；含泥率的趨勢則與中值粒徑相反，在四個樣區之間，呈現北邊最高，往南漸減的空間分布格局（表 9、表 10 與圖 26）。比較夏、冬兩次採樣的底質狀態，冬季各樣點的底質中值粒徑較夏季小，且含泥率增高。

比較夏、冬兩季各樣點 0-5 與 5-10 cm 兩層深度的底質狀態，底質中值粒徑以下層粒徑較大，且與表層之中值粒徑有高度相關（表 9、表 10 與圖 27），而表層之含泥率較高，與底層含泥率有中至高度的線性關係（表 9、表 10 與圖 28）。

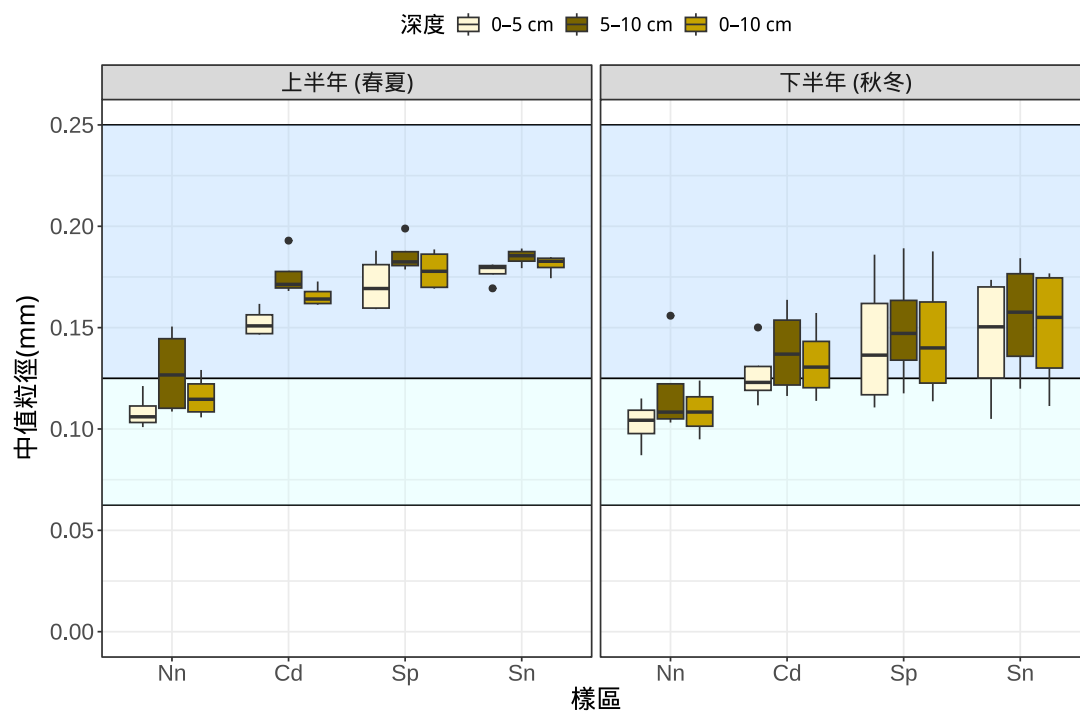


圖 25、113 年度各樣區中值粒徑分季盒形圖
圖中深藍色範圍為粗沙、淺藍色範圍為細沙等級。

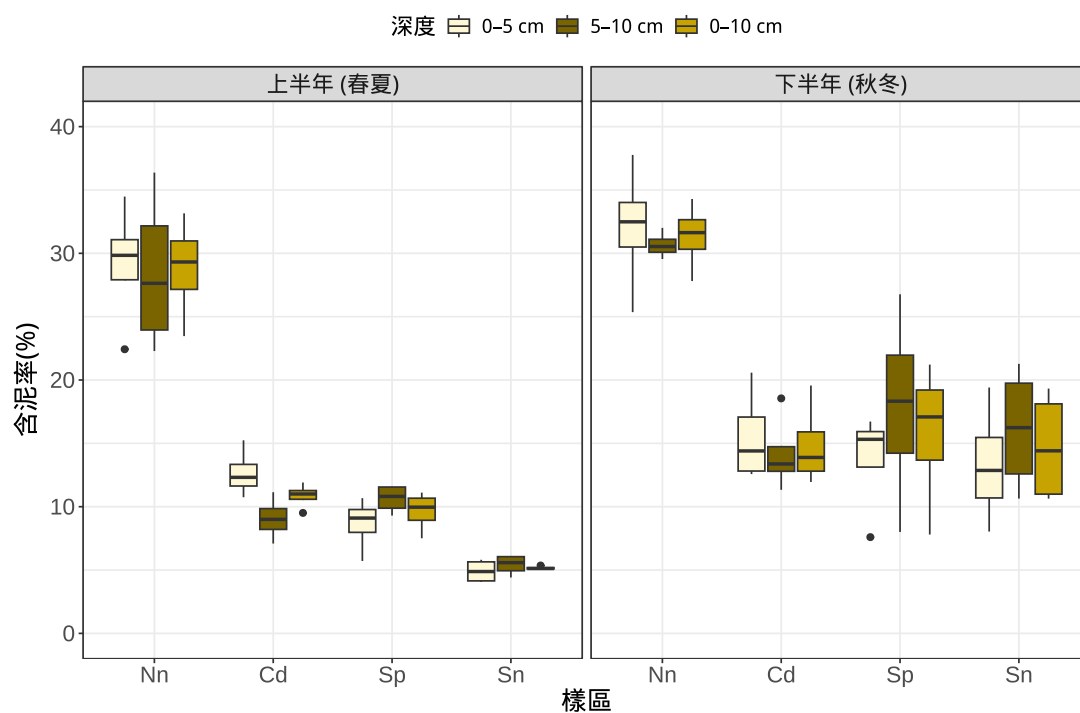


圖 26、113 年度各樣區含泥率分季盒形圖

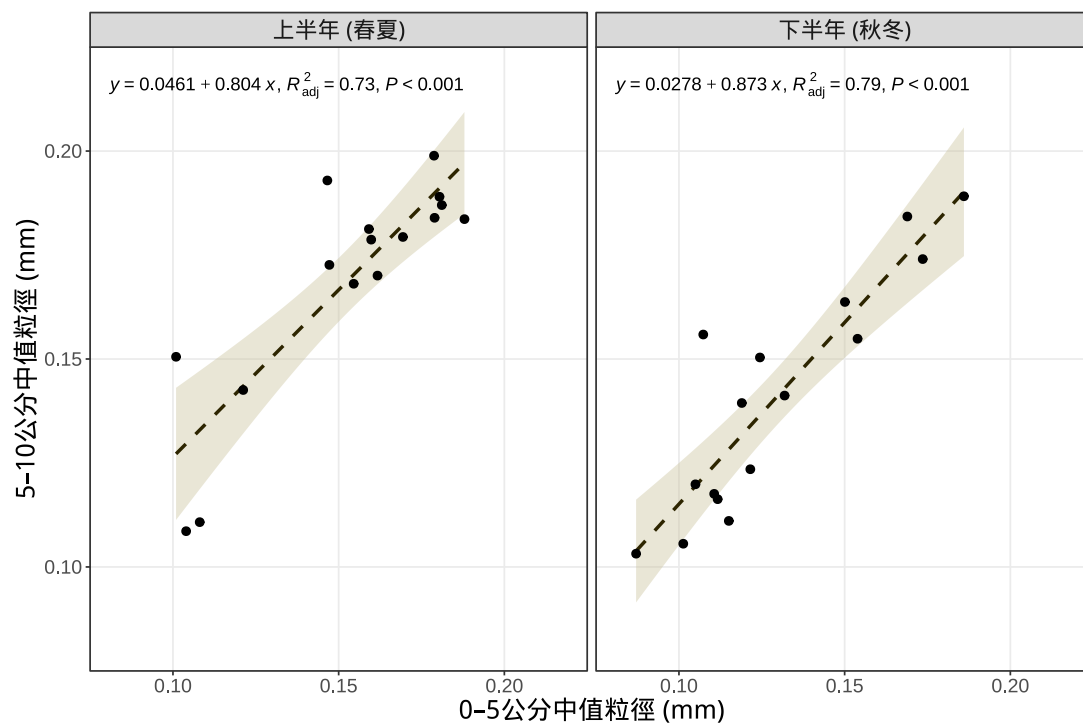


圖 27、113 年度各樣區底層與表層中值粒徑分季迴歸分析結果圖

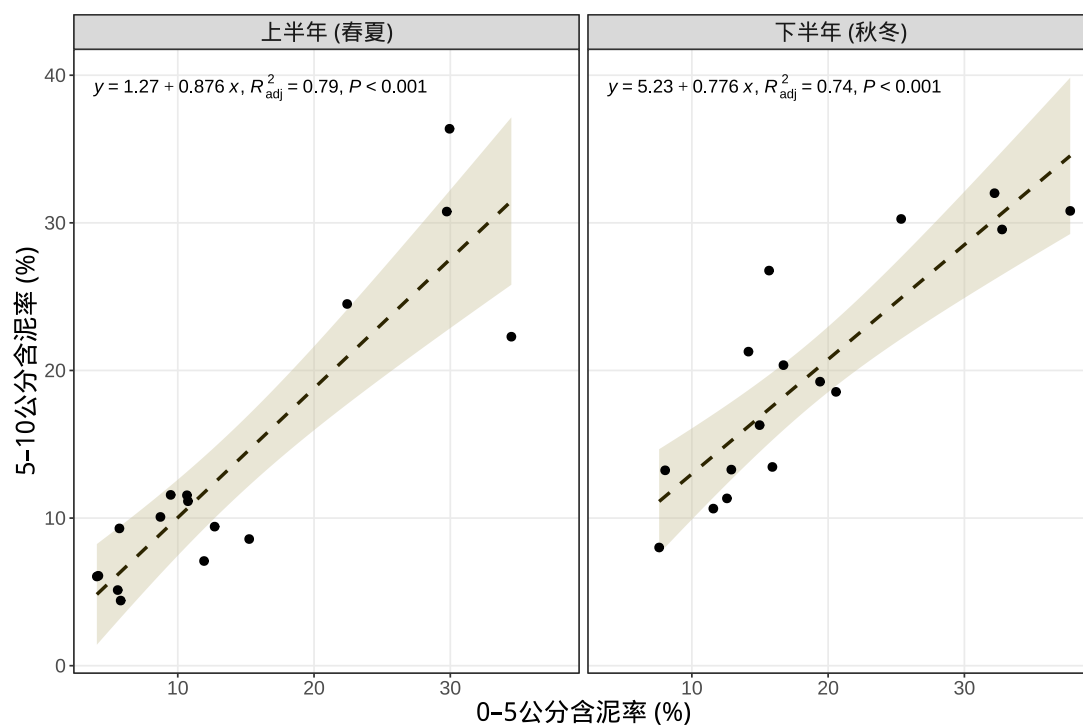


圖 28、113 年度各樣區底層與表層含泥率分季迴歸分析結果圖

比較四樣點之有機碳含量，以最北邊的無海草分布區有機碳含量最高且區內各樣點的測值變異最大，而其餘樣區的底質有機碳含量差異並不大，各樣點的測值差異亦小（圖 29）。

探究兩季的底質表、底層有機碳含量之差異與相關性，有機碳含量以下層稍高於上層，夏季時兩層判定係數為 0.46，為中度相關，冬季的判定係數為 0.71，為高度相關。

結合全年資料，將所有樣點、深度之底質中值粒徑、含泥率與有機碳含量進行相關性分析（圖 31），顯示中值粒徑與含泥率為負相關、中值粒徑與有機碳含量為負相關，且含泥率與有機碳含量為正相關，代表較細的粒徑，可能使得有機碳更容易累積，或者代表底質中的細顆粒，有部分為有機質所組成。

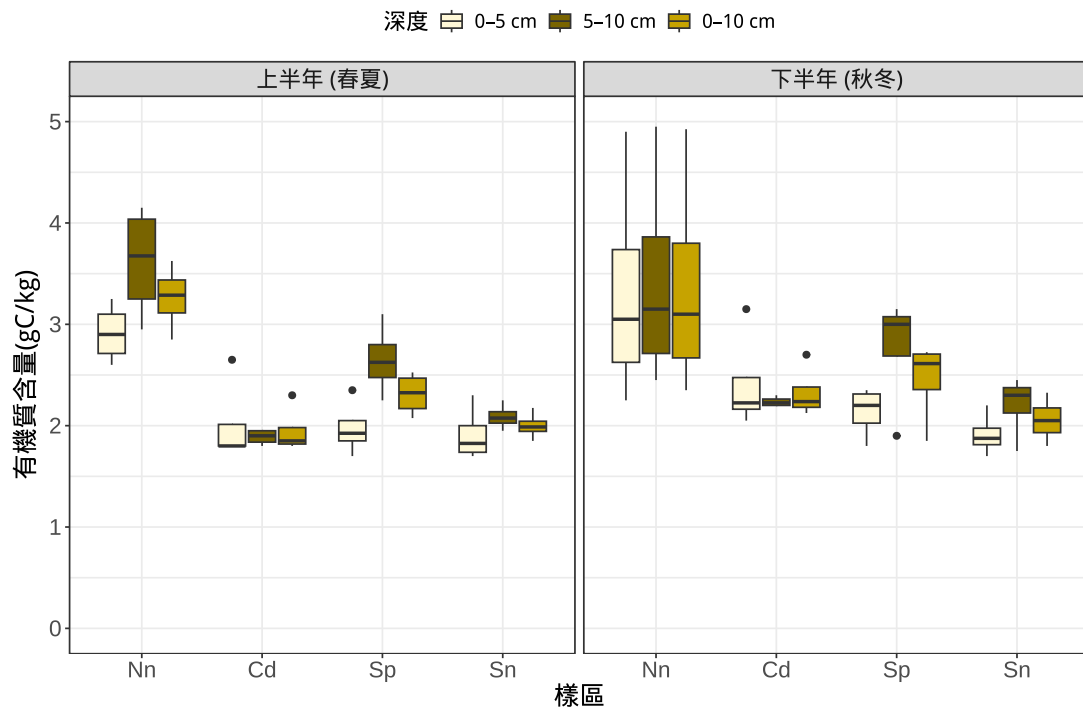


圖 29、113 年度 2 季各樣區有機碳含量分季盒形圖

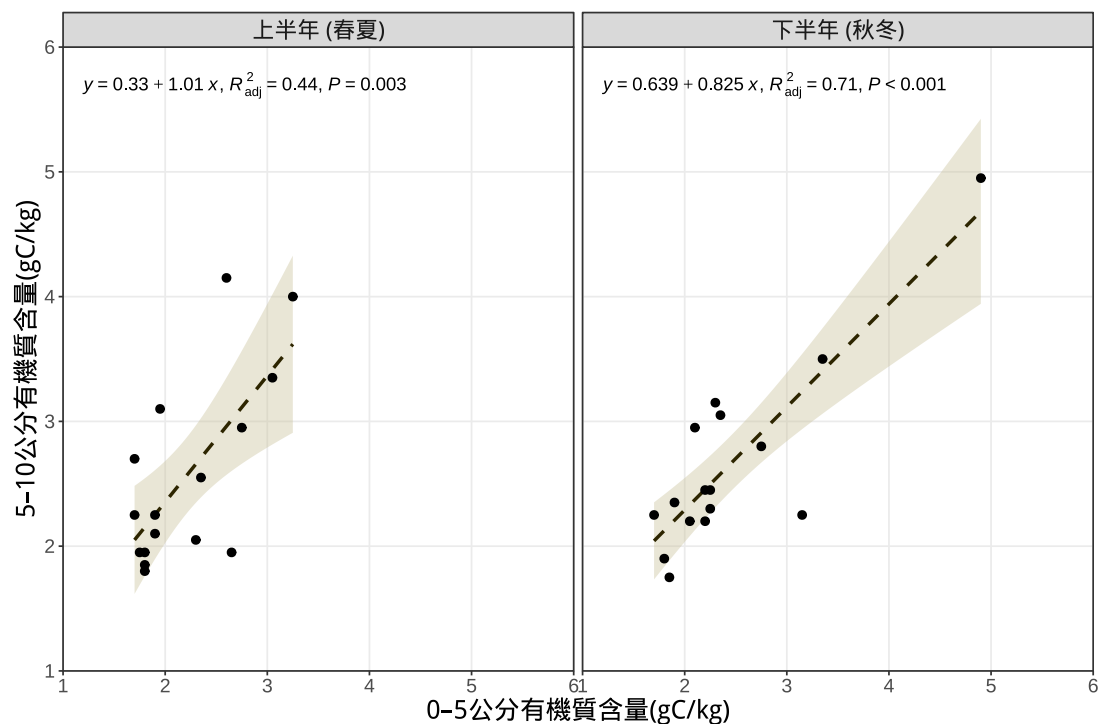


圖 30、113 年度 2 季各樣區底層與表層有機碳含量分季迴歸分析結果圖

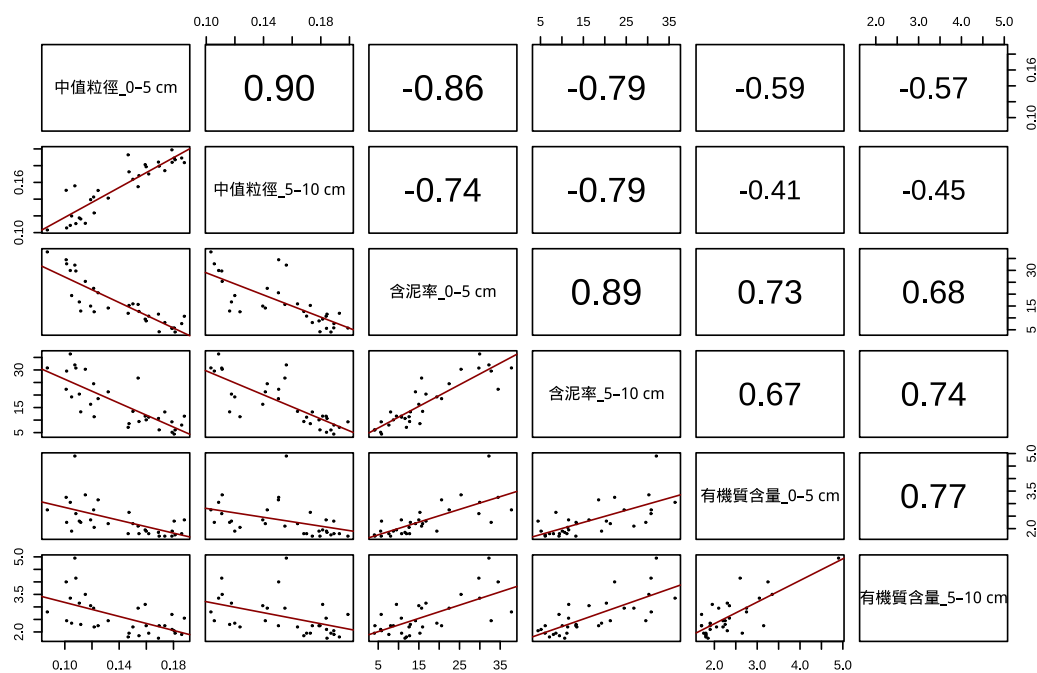


圖 31、113 年度海草床底質樣點全年測值相關性分析總圖
右上側數字為皮爾森相關係數

表 9、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表

上半年 113.06		中值粒徑 (mm)			含泥率			有機碳含量(gC/kg)	
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm
無海草區一北	Nn1	0.108	0.111	0.109	29.7%	30.8%	30.2%	2.60	4.15
	Nn2	0.104	0.108	0.106	29.9%	36.4%	33.3%	3.05	3.35
	Nn3	0.121	0.143	0.128	22.4%	24.5%	23.3%	2.75	2.95
	Nn4	0.101	0.151	0.118	34.5%	22.3%	29.0%	3.25	4.00
海草密集區	Cd1	0.155	0.168	0.161	12.7%	9.4%	11.3%	1.80	1.85
	Cd2	0.147	0.193	0.176	11.9%	7.1%	9.2%	1.80	1.80
	Cd3	0.162	0.170	0.166	10.7%	11.1%	11.0%	1.80	1.95
	Cd4	0.147	0.173	0.163	15.2%	8.6%	11.6%	2.65	1.95
海草稀疏區	Sp1	0.160	0.179	0.171	8.7%	10.1%	9.5%	1.90	2.25
	Sp2	0.188	0.184	0.185	10.7%	11.5%	11.1%	2.35	2.55
	Sp3	0.159	0.181	0.171	9.5%	11.6%	10.6%	1.95	3.10
	Sp4	0.179	0.199	0.189	5.7%	9.3%	7.6%	1.70	2.70
無海草區一南	Sn1	0.169	0.179	0.174	4.2%	6.1%	5.1%	1.70	2.25
	Sn2	0.181	0.187	0.184	4.1%	6.0%	5.0%	1.75	1.95
	Sn3	0.180	0.189	0.185	5.8%	4.4%	5.1%	2.30	2.05
	Sn4	0.179	0.184	0.182	5.6%	5.1%	5.3%	1.90	2.10

表 10、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表

下半年 113.11		中值粒徑 (mm)			含泥率			有機碳含量(gC/kg)	
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm
無海草區一北	Nn1	0.101	0.106	0.104	32.8%	29.6%	31.2%	2.25	2.45
	Nn2	0.107	0.156	0.124	32.2%	32.0%	32.1%	4.90	4.95
	Nn3	0.115	0.111	0.113	25.4%	30.3%	27.8%	3.35	3.50
	Nn4	0.087	0.103	0.095	37.8%	30.8%	34.3%	2.75	2.80
海草密集區	Cd1	0.15	0.164	0.157	15.9%	13.5%	14.7%	2.20	2.20
	Cd2	0.112	0.116	0.114	12.9%	13.3%	13.1%	2.25	2.30
	Cd3	0.122	0.123	0.123	12.6%	11.3%	12.0%	2.05	2.20
	Cd4	0.124	0.15	0.139	20.6%	18.6%	19.6%	3.15	2.25
海草稀疏區	Sp1	0.119	0.139	0.126	15.0%	16.3%	15.6%	2.35	3.05
	Sp2	0.154	0.155	0.154	15.7%	26.8%	21.2%	2.10	2.95
	Sp3	0.186	0.189	0.188	7.6%	8.0%	7.8%	1.80	1.90
	Sp4	0.111	0.118	0.114	16.7%	20.4%	18.5%	2.30	3.15
無海草區一南	Sn1	0.105	0.12	0.111	19.4%	19.2%	19.3%	1.90	2.35
	Sn2	0.174	0.174	0.174	8.0%	13.2%	10.6%	1.70	2.25
	Sn3	0.132	0.141	0.136	14.2%	21.3%	17.7%	2.20	2.45
	Sn4	0.169	0.184	0.177	11.6%	10.6%	11.1%	1.85	1.75

2. 葉綠素含量檢測結果

四樣區各樣點單位面積的葉綠素 a 測值夏季介於 26 至 75 mg/m^2 、冬季介於 27 至 99 mg/m^2 之間，冬季的葉綠素 a 濃度高於夏季，如表 11 與表 12。

比較不同的葉綠素 a 經驗公式，可以得出非常相似的計算值，但葉綠素 b 與葉綠素 c，不同的經驗公式得到的值則有所差異，以本報告使用的 Jeffrey & Humphrey (1975) 及 Ritchie (2008) 公式，前者估算出的葉綠素 b 值較高，但葉綠素 c 則以後者的公式計算值較高。比較相同經驗公式推算出的葉綠素 b 與葉綠素 c 濃度，可以發現相較夏季，冬季的葉綠素 b 濃度較低，不過葉綠素 c 濃度較高。葉綠素 b 可以視為綠藻生物量，葉綠素 c 則為矽藻生物量之代表數值，因此可以推論濕地表層夏季綠藻較多，而冬季則以矽藻為主。

比較不同季節間各樣區的底質葉綠素 a 含量，上半年各樣區之間的底質葉綠素 a 含量平均值沒有顯著差異，而下半年各樣區之間的底質葉綠素含量差異顯著，以海草密集區 (Cd) 的葉綠素 a 濃度平均值最高 (圖 32)。

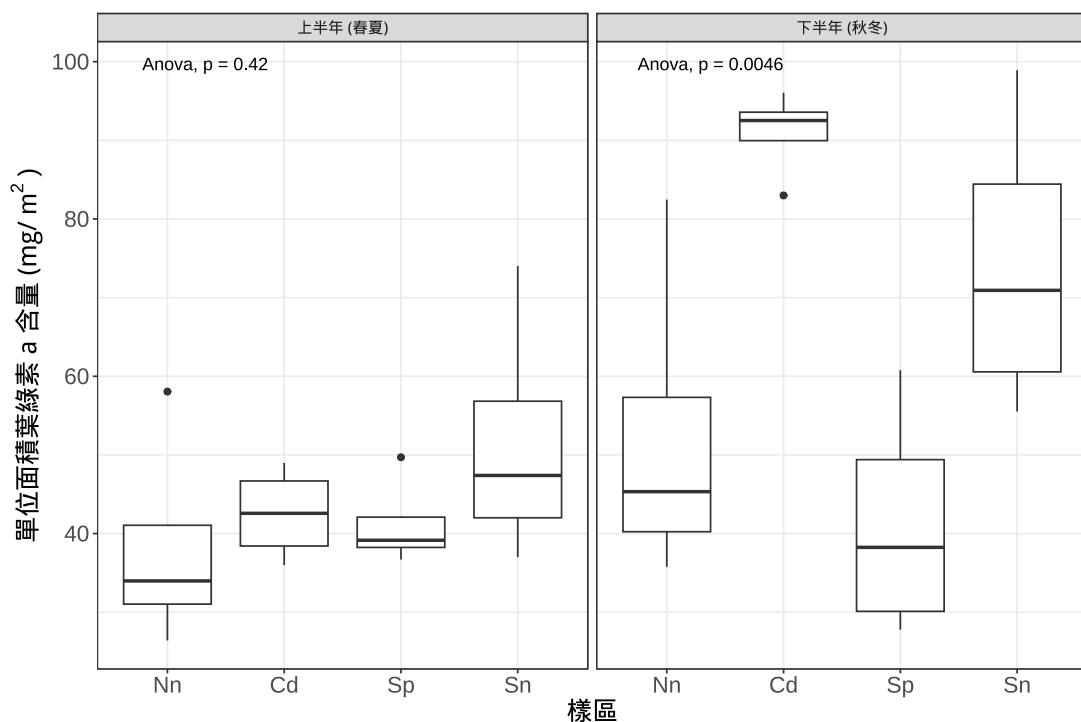


圖 32、113 年度各樣區葉綠素 a 測定結果分季盒形圖

表 11、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/m²

上半年 113.06		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B /Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
無海草區—北	Nn1	58.48	58.05	4.87	6.29	57.16	6.09	4.70	4.24
	Nn2	33.10	32.57	6.06	6.55	31.75	6.41	5.16	4.10
	Nn3	26.66	26.41	2.73	3.94	25.95	3.26	3.11	2.19
	Nn4	35.84	35.39	5.17	5.22	34.65	5.66	3.95	3.73
海草密集區	Cd1	39.56	39.23	3.46	6.58	38.54	4.30	5.33	3.29
	Cd2	50.11	48.99	13.36	8.88	47.53	13.39	6.47	7.62
	Cd3	46.65	45.92	7.81	11.63	45.05	8.94	9.94	3.48
	Cd4	36.12	35.99	1.07	4.92	35.55	2.10	4.06	1.88
海草稀疏區	Sp1	49.91	49.70	1.85	7.06	48.98	3.11	5.73	3.38
	Sp2	38.94	38.75	1.55	7.25	38.23	2.73	6.21	2.09
	Sp3	36.72	36.70	0.09	2.24	36.11	0.73	1.28	3.44
	Sp4	39.84	39.55	2.80	7.03	38.91	3.79	5.84	2.87
無海草區—南	Sn1	43.86	43.68	1.49	7.11	43.21	2.93	6.11	1.62
	Sn2	37.13	37.00	1.08	5.32	36.54	2.13	4.41	2.02
	Sn3	74.24	74.02	1.57	10.36	73.17	3.80	8.65	3.52
	Sn4	51.29	51.10	1.56	7.82	50.43	3.00	6.52	2.94

表 12、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/m²

下半年 113.11		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B /Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
無海草區—北	Nn1	49.36	48.93	4.68	6.44	47.87	5.26	4.67	5.85
	Nn2	83.23	82.47	8.40	11.78	80.47	9.13	8.52	11.20
	Nn3	42.18	41.72	4.98	7.25	40.76	5.51	5.63	5.04
	Nn4	36.15	35.78	3.93	6.69	34.94	4.39	5.26	4.48
海草密集區	Cd1	92.56	92.28	2.03	13.21	90.95	4.38	10.73	6.44
	Cd2	96.15	96.06	0.46	7.12	95.05	3.08	5.20	4.71
	Cd3	92.96	92.75	1.54	10.12	91.51	3.85	7.85	6.12
	Cd4	83.34	82.99	3.27	10.05	81.65	5.00	7.68	6.97
海草稀疏區	Sp1	61.26	60.78	4.44	13.24	59.41	5.49	10.87	7.16
	Sp2	31.08	30.89	2.50	0.97	30.60	3.28	0.41	1.12
	Sp3	28.23	27.79	4.53	8.81	26.91	4.76	7.31	4.63
	Sp4	45.95	45.61	3.37	8.12	44.70	4.22	6.53	4.63
無海草區—南	Sn1	99.11	98.92	1.14	11.09	97.77	3.91	8.87	5.26
	Sn2	62.39	62.25	0.93	7.58	61.62	2.87	6.28	2.48
	Sn3	55.78	55.52	2.28	8.52	54.73	3.75	7.02	3.61
	Sn4	79.84	79.60	1.79	10.71	78.52	3.88	8.67	5.13

(二) 控制樣點底質狀態底質特徵調查結果

比較 108 與 113 年賞蟹步道南北側的控制樣點底質狀態(表 13)，可以發現從 108 年到 113 年，賞蟹步道南、北側樣點的變化趨勢類似，但細部變化不同。113 年度賞蟹步道南、北側的第 2 個樣點(即 N2 與 S2)，無論中值粒徑與含泥率，均與 108 年度幾乎相同，但其他兩個樣點，變化較大。

相較 108 年度，113 年度上半年賞蟹步道北側控制樣點的中值粒徑，表層下降但底層上升，很可能是受到周遭泥沙掩蓋影響，整體而言中值粒徑與 5 年前差異不顯著，但含泥率無論表層或底層，均顯著下降；賞蟹步道南側的樣點變化趨勢則相反，含泥率變化不大，但中值粒徑顯著上升，如圖 33。值得注意的是，113 年度上半年賞蟹步道南側的含泥率雖然與 108 年度沒有顯著差異，但無論表層／底層或者不同樣點的含泥率趨於一致，變異數較 108 年度為低，代表賞蟹步道南側由近岸至賞蟹步道末端的區域，底質含泥率已漸趨一致。

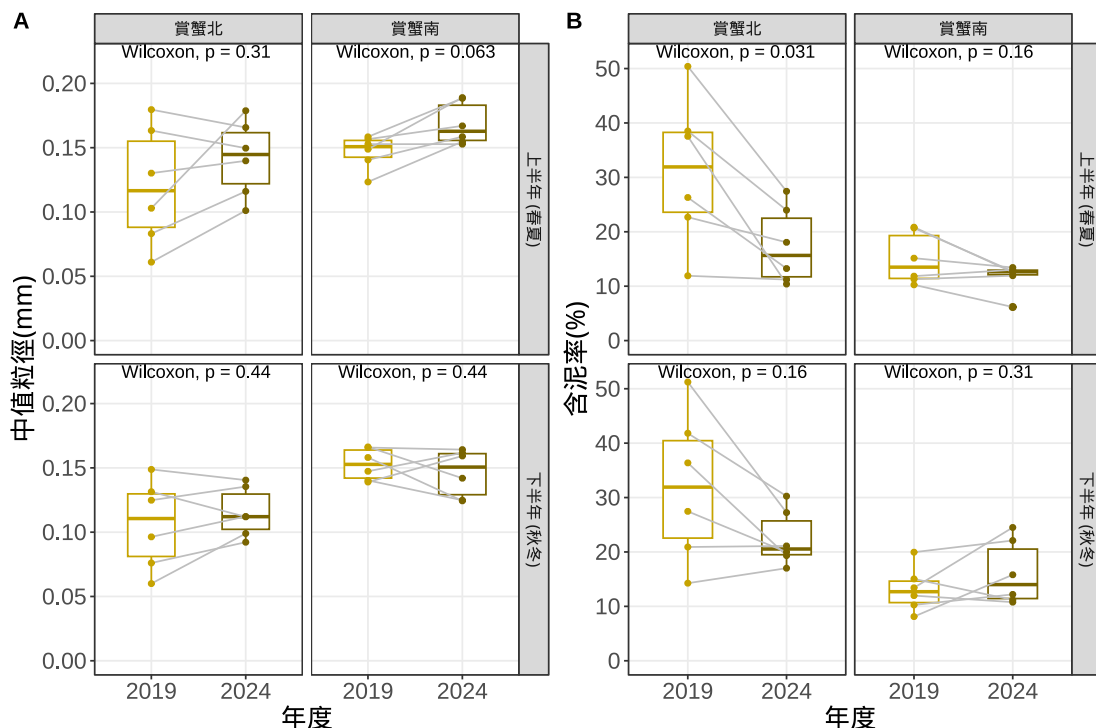


圖 33、控制樣點 108 與 113 年度中值粒徑與含泥率分區、分季比較圖
不同年度 (A) 中值粒徑分區、分季比較 (B) 含泥率分區、分季比較。

比較 108 與 113 年夏、冬二季的底質中值粒徑及含泥率，發現 108 年之中值粒徑或含泥率在季節間的差異並不顯著，而 113 年在賞蟹南、北樣區均觀察到中值粒徑下降與含泥率上升的現象，尤以賞蟹北樣區最為顯著（圖 34）。

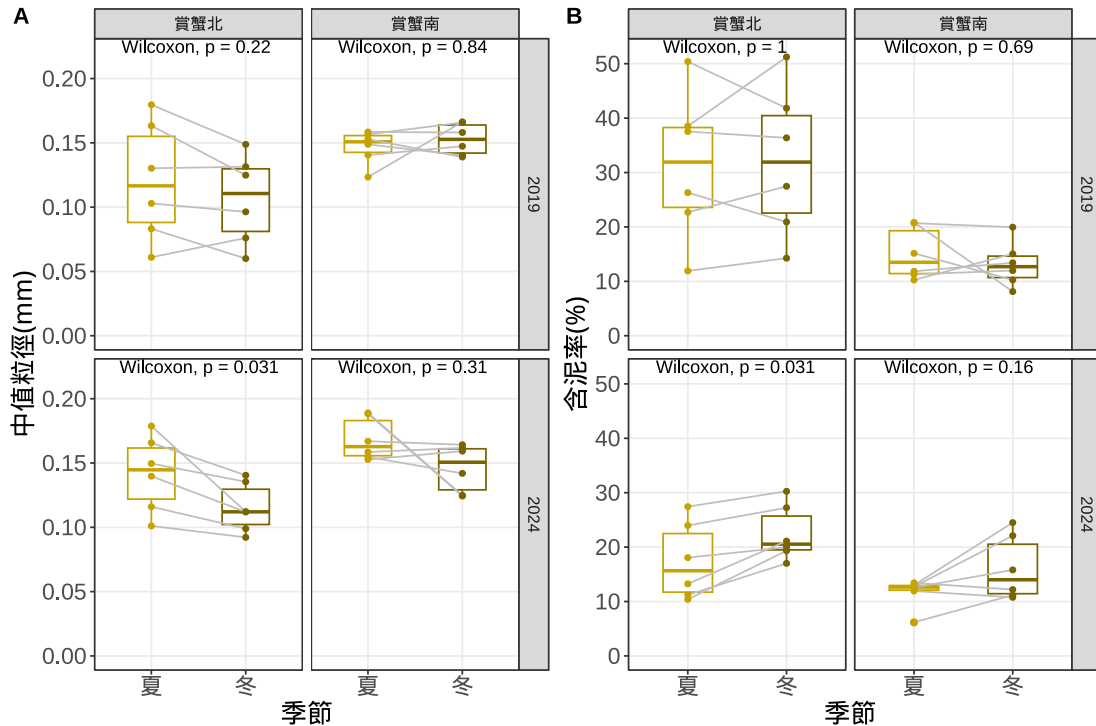


圖 34、控制樣點 108 與 113 年度中值粒徑與含泥率分區、分年比較圖
不同季節 (A) 中值粒徑分區、分年比較 (B) 含泥率分區、分年比較

底質表層（5 cm 內）有機質含量比較，使用 Wang et al. (2013) 之經驗公式進行轉換後進行。上半年賞蟹步道北側控制樣點的有機碳含量大幅下降，由 6 - 7 gC/kg 降至約 2.5 gC/kg；而賞蟹步道南側控制樣點的有機碳含量則大致維持 2 - 3 gC/kg，僅步道末端的有機碳含量，由 7.8 gC/kg 降至 2.2 gC/kg（表 13、圖 35）。下半年的有機質含量無論在 108 年或者 113 年都上升，跨年度比較可以發現，113 年度冬季賞蟹步道北側樣區有機碳含量較 108 年度大幅下降，而步道南側各控制樣點的底質表層有機碳含量變異數較 108 年大幅降低。比較各控制樣點全年度不分季的底質表層有機碳含量，本年度賞蟹北樣區有機碳含量較 108 年度顯著下降，賞蟹南樣區各樣點的有機碳含量中位數低於 108 年度，雖然未達統計上的顯著，但樣點間底質表層有機碳含量的變異數較 108 年度為低（圖 35）。

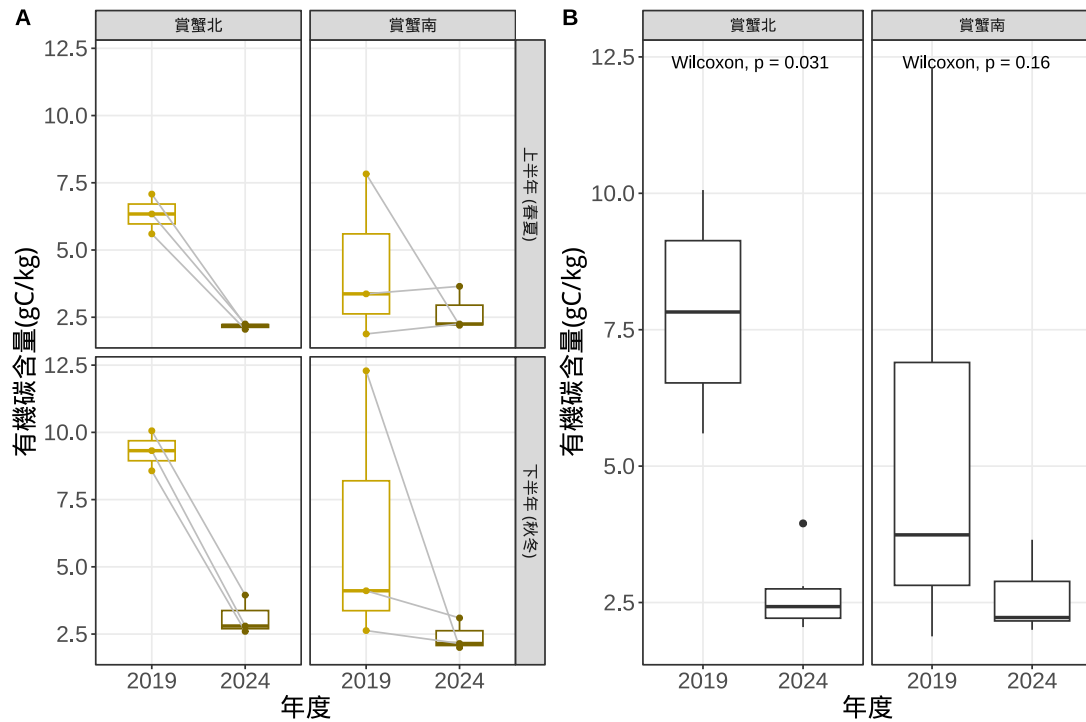


圖 35、控制樣點 108 與 113 年度底質表層有機碳含量比較圖
不同年度 (A) 分區、分季比較 (B) 全年分區比較。

比較本年度與 108 年度控制樣區的中值粒徑、含泥率與表層有機碳含量，發現賞蟹步道南、北側的底質特徵由近岸到步道末端漸趨一致，且中值粒徑上升、含泥率下降，表層有機質含量亦下降。賞蟹步道北側的底質狀態改變較賞蟹步道南側更劇烈，主要原因可能是賞蟹步道北側較靠近原紅樹林砍除區，且更接近大庄溪出海口，原本的含有紅樹林大量有機質的淤泥，受到潮汐與溪水沖刷，漸漸與步道南側趨同；而賞蟹步道南側近岸的 2 樣點，在 108 年度到 113 年度的狀態一直維持穩定。將結果經過自然鄰近點內插法 (NNI) 繪製為等值線圖（附圖 8 至附圖 19）之後可以發現賞蟹步道內至岸邊的樣點，底質狀態較為連續，而南北側最外端的監測樣點，底質狀態與內側稍有不同，此為受到地表水流（圖 20）影響緣故。

楊樹森 (2019) 未檢測賞蟹步道南北側樣點的葉綠素 a，故無法進行跨年度的比較。若觀察本年度夏季與冬季各控制樣點的底質葉綠素含量，可以發現步道南側的葉綠素 a 濃度低於夏季，而賞蟹北樣區冬、夏季葉綠素含量之平均值差異不大（表 15）。

表 13、113 年度上半年控制樣點中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表

上半年 113.06		中值粒徑(mm)			含泥率			有機碳含量(gC/kg)	
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm
賞蟹步道北	N1	0.101	0.116	0.107	27.4%	24.0%	26.0%	2.25	3.25
	N2	0.140	0.166	0.154	13.2%	11.2%	12.2%	2.05	2.85
	N3	0.179	0.150	0.167	10.4%	18.1%	13.5%	2.20	2.45
賞蟹步道北 (108 年數據)	N1(St1)	0.062	0.084	-	50.4%	38.5%	-	6.34	-
	N2(St2)	0.130	0.180	-	26.3%	11.9%	-	5.60	-
	N3(St3)	0.103	0.163	-	37.5%	22.7%	-	7.08	-
賞蟹步道南	S1	0.189	0.188	0.189	12.7%	13.0%	12.9%	3.65	3.70
	S2	0.153	0.159	0.155	6.2%	11.9%	8.5%	2.25	2.10
	S3	0.155	0.167	0.162	12.6%	13.4%	13.0%	2.20	2.50
賞蟹步道南 (108 年數據)	S1(St6)	0.149	0.157	-	20.7%	15.2%	-	3.37	-
	S2(St5)	0.123	0.158	-	20.8%	11.8%	-	1.88	-
	S3(St4)	0.153	0.141	-	10.3%	11.3%	-	7.83	-

*楊樹森 (2019) 之表層為 0 - 3 cm、底層為 3 - 10 cm；有機質取 0 - 5 cm。有機質採用 Wang et al. (2013) 之轉換方法。

表 14、113 年度下半年控制樣點中質粒徑、含泥率與有機碳含量分析結果表

下半年 113.11		中值粒徑(mm)			含泥率			有機碳含量(gC/kg)	
		0 – 5 cm	5 – 10 cm	0 – 10 cm	0 – 5 cm	5 – 10 cm	0 – 10 cm	0 – 5 cm	5 – 10 cm
賞蟹步道北	N1	0.092	0.099	0.095	30.3%	27.2%	28.7%	3.95	2.45
	N2	0.112	0.140	0.122	21.1%	17.0%	19.1%	2.60	2.40
	N3	0.112	0.135	0.120	19.3%	20.0%	19.7%	2.80	2.65
賞蟹步道北 (107 年數據)	N1(St1)	0.076	0.060	-	41.8%	51.2%	-	10.06	-
	N2(St2)	0.131	0.149	-	20.9%	14.3%	-	8.57	-
	N3(St3)	0.096	0.125	-	36.4%	27.5%	-	9.32	-
賞蟹步道南	S1	0.125	0.124	0.125	22.1%	24.5%	23.3%	3.10	3.85
	S2	0.159	0.162	0.161	11.2%	10.8%	11.0%	2.15	1.80
	S3	0.142	0.164	0.154	15.8%	12.2%	14.0%	2.00	2.45
賞蟹步道南 (107 年數據)	S1(St6)	0.140	0.158	-	20.0%	13.4%	-	4.11	-
	S2(St5)	0.139	0.147	-	15.0%	12.0%	-	2.63	-
	S3(St4)	0.166	0.166	-	8.1%	10.3%	-	12.29	-

*楊樹森 (2019) 之表層為 0 – 3 cm、底層為 3 – 10 cm；有機質取 0 – 5 cm。有機質採用 Wang et al. (2013) 之轉換方法。

表 15、113 年度控制樣點葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/m^2

		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B / Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
上半年 113.06									
賞蟹步道北	N1	46.22	45.36	10.07	8.05	44.16	10.36	6.03	6.16
	N2	45.96	45.54	4.57	7.16	44.60	5.30	5.55	4.81
	N3	49.19	48.43	8.57	9.18	47.07	8.81	6.93	7.41
賞蟹步道南	S1	75.79	74.49	14.83	15.29	72.07	14.75	11.41	13.48
	S2	75.67	75.14	5.71	9.09	73.96	7.30	6.95	5.76
	S3	50.08	49.50	6.48	7.57	48.42	7.13	5.73	5.60
下半年 113.11									
賞蟹步道北	N1	34.79	34.32	5.28	6.56	33.57	5.83	5.25	3.60
	N2	64.58	64.03	5.74	10.27	62.75	6.84	8.05	6.59
	N3	37.19	36.87	3.25	6.58	35.99	3.70	5.11	4.81
賞蟹步道南	S1	53.38	52.75	7.20	8.20	51.64	7.97	6.29	5.58
	S2	59.35	59.08	2.58	7.02	58.20	3.92	5.42	4.41
	S3	35.12	34.63	5.40	6.59	33.72	5.69	5.08	4.84

(三) 海草床分布密集區與其他區域底質特徵比較

綜合全年度底質表層（5 cm 內）中值粒徑、含泥率、有機碳含量、含水率與葉綠素測量結果，進行主成分分析，取主成分組合的前 2 軸製圖，結果如圖 36。另外分別分析上半年與下半年的底質特徵如附圖 1 與附圖 2。

主成分組合第一軸主要由中值粒徑、含泥率、有機碳含量與葉綠素 b 含量組成，其中中值粒徑與含泥率+有機質含量+葉綠素 b 含量成負向關係，而第二軸由葉綠素 a 與葉綠素 c 組成。前 2 主成分軸可以解釋約 63.18% 變量，且將各樣區分為兩大組別，第一組為中值粒徑小與含泥率、有機質含量、葉綠素 b 含量高的北側無海草分布區，第二組為其他樣區；在第二組的其他樣區當中，南側無海草分布區的中值粒徑較大且葉綠素 a、c 含量稍高，而海草稀疏分布區的葉綠素濃度較低，海草密集分布區的中值粒徑在粒二組的 3 樣區當中最小，含泥率較高，且葉綠素含量高。主成分分析的結果顯示北側無海草區的底質特徵與其他 3 區有較大差異，海草密集分布區與其餘 2 區的底質特徵較為相似，但表層葉綠素含量較稀疏區高且中值粒徑較南側無海草分布區小。

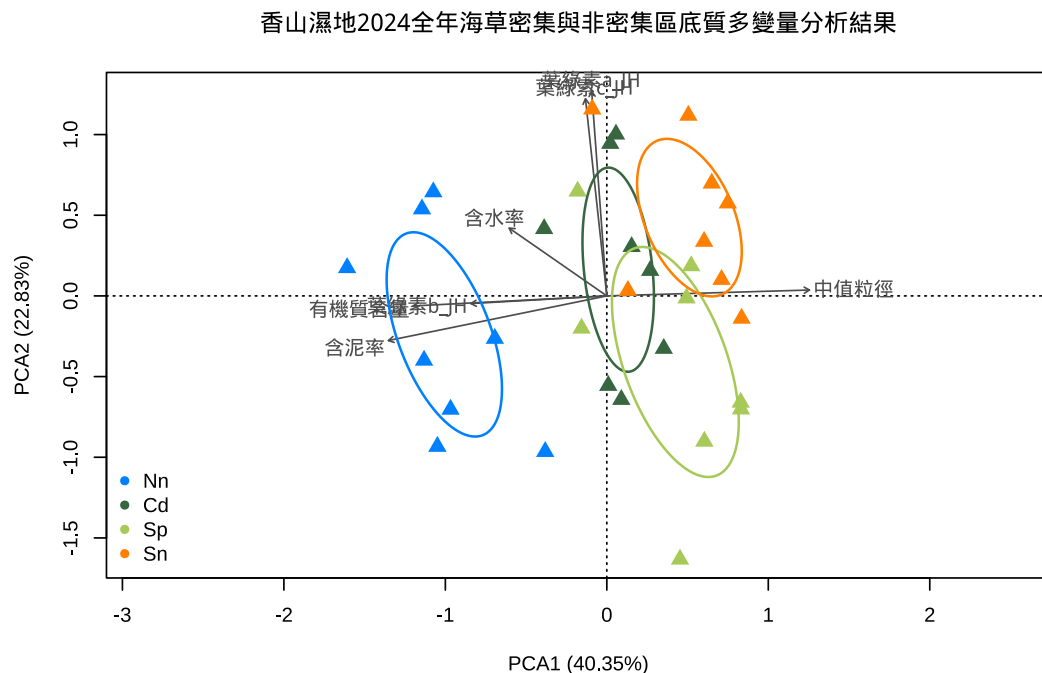


圖 36、113 年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖

比較各樣區於夏、冬 2 季節的底質特徵差異如圖 37，各樣區中以海草密集分布區的底質狀態在夏、冬季變化最顯著，冬季時的中值粒徑顯著小於夏季，且單位面積葉綠素 a 含量於冬季顯著高於夏季，顯著性極高 ($P < .001$)。其餘底質特徵差異顯著的樣區，有南側無海草樣區 (Sn) 冬季含泥率顯著高於夏季，與海草稀疏分布區 (Sp) 葉綠素 b 含量於冬季顯著高於夏季。

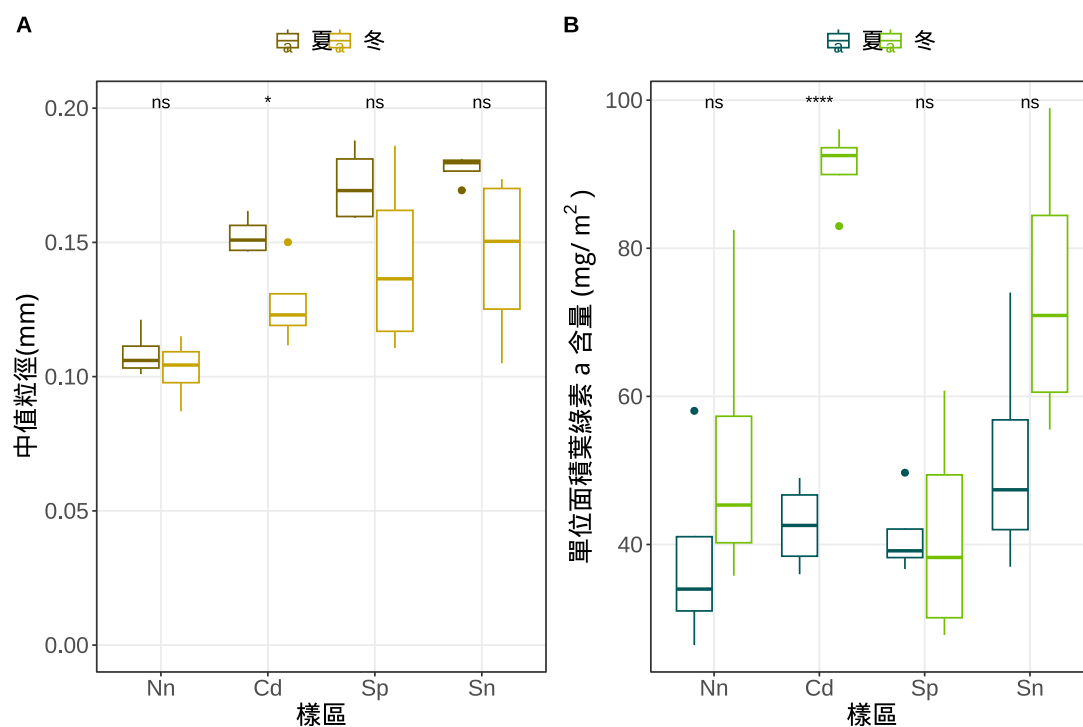


圖 37、113 年各海草分布底質樣區夏、冬季差異比較圖

比較 (A) 中值粒徑 (B) 葉綠素 a 含量在夏季與冬季之差異。

ns 代表差異未達顯著標準、* 代表 $P < .05$ 、** 代表 $P < .01$ 、*** 代表 $P < .001$ 。

(四) 物種組成與環境特徵之相關性分析

將各樣區上半年度的環境特徵（底質中值粒徑、含泥率、有機質含量與表面葉綠素 a, b, c, d 含量）與物種組成進行典型相關分析 (CCA)。生物群聚與各環境特徵的相關性分析採用前進選擇法 (forward-stepwise selection) 挑取適當的環境變量。最終結果顯示，最佳環境變量組合為含泥率、有機質含量與底質葉綠素 a 含量，而抽取出的 CCA 變數組合，前 2 軸可以解釋約 12.34% 的全部變量。若使用全部的環境特徵進行 CCA，前 2 組變數組合可以解釋約 13.37% 的總變量，由此可知最後篩選出來的環境變量組合，幾乎涵蓋所有的底質環境變量所能解釋的棲地物種組成。

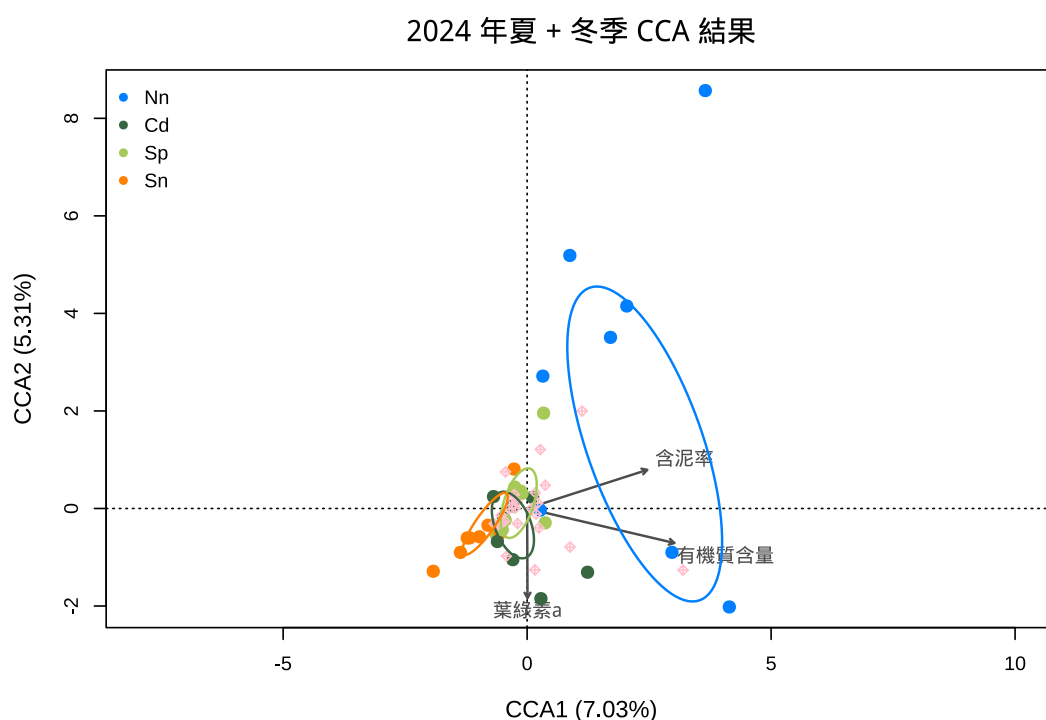


圖 38、113 年度海草樣區物種組成與環境特徵典型相關分析結果圖

伍、討論

一、三棘鰲相關調查

香山濕地幅員廣大，幼鰲分布熱區為 111 年劃設，之後始有努力量較大之固定調查；本計畫各調查樣區調查面積約 12,800 m²（穿越線長 400 m × 線左右共 2 m × 16 條穿越線）就算在分布熱區中，換算單位面積幼鰲分布數量亦極稀疏，全年累計調查個體密度為 25.78 隻/ha，在沒有抓獲重複個體的情況下，難以估算族群數量。本年度所調查到的幼鰲集中分布於賞蟹步道外的樣區，與海草分布密集區大部分重疊，因此探究香山濕地鰲與海草床的共域分布，成為本計畫的主要課題之一。

若以希望調查到重複隻個體為目的，建議未來之調查設計之改善方向有二：一為投入更多人力，並擴大調查面積，進行更全面的調查，但可能面臨人員訓練不足，未能發現幼鰲的情況；二為適當縮小調查面積與增加調查頻度，例如將穿越線長改為 250 m，但每月調查頻度加倍，或許可以提升幼鰲的再捕獲率，使族群數量估計更可行。調查結果建議以單位面積之幼鰲個體數量進行標準化，且建議面積單位為公頃，換算出來的單位面積幼鰲個體數字較直觀易想像（若面積單位為平方公尺，則幼鰲個體數常小於 1；若換算為平方公里，則個體數可能破百，其面積亦難直觀想像）。

本年之成鰲產卵調查自 4 月開始至 9 月為止，於夜間 10 時左右開始觀察至半夜，皆無發現成鰲產卵跡象，不過 3 月有漁船於香山外海定置漁場處（海山漁港外海南邊）捕獲 1 隻成鰲（圖 39），8 月亦有民眾於海山漁港附近潮間帶發現 1 對成鰲。依據本年紀錄，香山濕地南邊可能是成鰲上岸之熱區；由底質粒徑量測結果可知，香山濕地中南段（介於曬船橋至明發定置漁場招牌前）的底質中值粒徑較風情海岸與賞蟹步道外灘地大，可能更適合成鰲尋覓產卵處。針對漁業混獲，相關單位已與漁民達成共識，若抓獲成鰲應盡速放生；未來建議與漁民溝通，在放回之前可以適當比例尺（鞋子或硬幣）與成鰲合照，可以留下臺灣海峽東岸成鰲之珍貴紀錄且利於估算體長。

此外，金城湖於 103 與 104 年均有漁民以蛇籠捕獲成鰲，代表成鰲可能由客

雅溪口水門進入金城湖。金城湖近年來鹽度介於 5 - 25 ppt 之間（楊樹森，2015；楊樹森，2017；楊樹森，2019；楊樹森，2021；楊樹森與李清福，2023），底質狀態僅 97 年有定性之描述，位有近一步之測定（楊樹森，2008）。建議未來持續調查監測，並優先於濕地南邊或海山漁港附近選定監測點，持續監測是否有成鰩上岸或產卵等行為，並規劃於金城湖進行環境調查，以了解湖區之底質狀態是否適合成鰩棲息與產卵。



圖 39、本年度 3 月漁民捕獲之成鰩。

二、海草床相關調查

有關 *Zostera japonica* Asch. & Graebn. 的中文名，海洋保育署目前傾向使用甘草(參照 <https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=343&parentpath=0,295,342>，113 年 12 月 1 日造訪)，但同單位 111 年出版之《臺灣百種海洋生物：大型海藻與海草》中，以容易與中藥材混淆之緣故，建議中文名稱為「矮大葉草」(參該書第 278 頁)。事實上，生物之中文名雖無法律規範，但目前國內許多政府單位組合成臺灣生物多樣性資訊聯盟 (TBIA) 以交換國內之生物多樣性資訊，其中即包含生物之學名與中文名等資訊，目前由中央研究院生物多樣性研究中心與農業部林業及自然保育署合作成立之臺灣物種名錄 (TaiCOL) 進行管理。經查 TaiCOL 網站，於 *Z. japonica* 下只列有「甘藻」之中文名；考慮中文名使用之歷史與穩定性，本報告所有生物中文名均採用 taiCOL 之記載。若未來海洋保育署或其他單位需要更動物種中文名，建議提交 taiCOL 更新名錄，以供國內各類政府與私人報告參考依循。

甘藻為雌雄異花植物，目前對於全臺與香山濕地的甘藻雌雄花期尚未有完善紀錄資料。未來應持續調查，方能完善甘藻的全年度物候，如雌雄花期等資訊。本年度夏季至秋季共有 3 個颱風直接或間接影響香山濕地，分別為 7 月 22 至 26 日凱米颱風、9 月 29 日至 10 月 3 日山陀兒颱風與 10 月 29 日至 11 月 1 日康芮颱風，尤以凱米與康芮颱風在香山濕地造成相當強勁的陣風，可能與潮汐偕同作用，影響甘藻的族群數量。未來應持續觀察紀錄，並比對本年度結果，以了解天然災害對於海草床可能之影響。

海草床生產力調查非本計畫合約締約標的，受限於經費與人力，僅能設立 3 個監測樣點，因此可能有潛在的取樣偏誤，但本年度海草床生產力調查結果可作為相關調查之參考。目前國際與國內皆推行碳匯與自然解方，行政院農業部更推出《臺灣 2050 淨零轉型自然碳匯關鍵戰略行動計畫》，為了解香山濕地的海草床生產量與估算碳匯，而濕地海草床為海洋生態系統中初級生產力較高之碳吸存系統。為強化香山濕地碳匯管理與持續研究保育方法學，未來必須針對香山濕地的海草床進行長期觀察與生產力／碳匯測量，以了解香山濕地海草床的生物學與生態學等特性，達到保育經營綜效，且能促進濕地海草床自然碳匯的方法論發展與

碳匯估算。

由海草分布密集區與其他樣區之底質檢驗結果，可知各樣區的底質中值粒徑由北往南逐漸增大，中值粒徑最大可接近 0.2 mm。由分析結果中可知，較大的中值粒徑有機質含量低，海草的生長需要有機質作為養分與些許泥質固定根系；但若是太泥濘或有機質含量太高的底質，則不利於甘藻生長（柯智仁，2003；楊樹森，2008b），未來若賞蟹步道北側的底質粒徑提升、含泥率降低後，可以預期甘藻的生長範圍能往北擴張。

海草分布密集區的夏、冬季狀態變化在所有樣區中最為明顯。觀察周遭環境特徵，在退潮時，有來自沿岸排出的淡水稀釋鹽度，使得此區甘藻的生長範圍較其他區域為大（如圖 20）。由楊樹森與李清福（2023）年針對此區排水水質的檢驗結果，磷酸鹽濃度達 3 至 12 mg/L，氨氮濃度更達 5 至 29 mg/L，顯然豐沛的營養鹽，也供養近岸的雲林莞草及外側的甘藻。且冬季為香山濕地與新竹地區的枯水期，營養鹽濃度較高，可能因此強化了濕地冬季葉綠素含量高的時空分布格局。海草分布密集區北側（北側無海草區）屬於粒徑小、泥質且有機碳含量高的底質樣態，可能在冬季藉由排水與強勁的偏北風往南延伸，營造出海草密集生長區的特殊環境。

賞蟹步道周遭的底質環境監測控制樣點，相較於 107 至 108 年，底質狀態有相當大的改變，主要有中值粒徑上升、含泥率下降與有機質含量下降，尤其是步道北側的控制樣點，可以觀察到非常顯著的改變。本報告為能如同 107 至 108 年度進行全香山濕地進行底質採樣與分析檢驗，但依據楊樹森（2019）的討論，在賞蟹步道北側養殖魚塭區外的紅樹林移除後，底質在一年之內就觀察到含泥率下降、中值粒徑上升等情況，顯然本年度觀察到賞蟹步道北側樣區與 107、108 年度底質狀態的顯著不同，主要是因為紅樹林移除之關係。賞蟹步道南側監測樣點的底質變化未如北側顯著，但觀察到各樣點間的含泥率漸趨一致，與 107 至 108 年賞蟹步道外端樣點含泥率高的樣態以有所不同，代表賞蟹步道周遭富含有機質的泥質底質已經漸漸洗出。本年度為底質控制樣點設立後的第二次監測，未來隨著資料累積，可以逐漸了解賞蟹步道之設立是否會與此區底質環境變化有關。

底質環境的不同，會影響底棲生物的組成。海草密集區冬季的底棲生物組成

與海草稀疏區相仿，可以發現海豆芽與多種沙蠶；進一步探究底棲動物與底質的對應關係，可以發現含泥率、有機質含量與葉綠素 a 濃度為一年中較重要的環境因子。由於海草可以提供部分生物作為食物來源，枯落的葉片也會成為有機質來源，因此於海草根部分周遭底質可以發現數種多毛類之外，也常可以在海草葉片上發現蜆螺或其他生物的卵，可見海草床是香山濕地的重要生物為棲地，營造出較高的生物多樣性。本年度於冬季（11 月）仍採得公代（*Laternula gracilis*，原學名為 *L. marilina*），與 Hsueh (2003)、林柏州 (2007) 及楊樹森 (2021) 觀察到香山濕地公代會於 10 月開始大量死亡的觀察不相符。Hsueh (2003) 認為香山濕地公代大量死亡是因為冬季濕地的含泥量增高，但林柏州 (2005) 認為是氣溫因素；無論何種推論為真，本年度觀察到公代於冬季死亡率降低的原因，可能代表香山濕地的環境狀態在本年度有些微不同，故未來應持續調查濕地各處與海草床的環境狀態及生物群聚。

三、香山濕地三棘鰭與海草床分布相關性之討論

香山濕地的幼鰭密集分布樣區與海草密集分布區大部分重疊，因受限於經費，未能大規模、高頻度測定與檢驗各樣區之底質粒徑、有機質及葉綠素，但以目前的檢驗頻度，已經發現海草與幼鰭分布密集區的冬季葉綠素 a 濃度較夏季顯著為高，且底質粒徑低於夏季。葉綠素 a 為灘地基礎生產力的指標因子，代表此區域在冬季各種藻類的含量較高，足以供養更多表棲與底棲動物攝食。

許多研究探討鰭的棲息地特徵並進行物種分布模擬 (Species Distribution Modeling, SDM)，對三棘鰭而言，無論是現地觀察或者模擬分布，葉綠素 a 都是相當重要的環境因子 (Hsieh & Chen, 2009; Vestbo et al., 2018; Zhu, Yuan, & Fan, 2020; Meilana, Hakim, & Fang, 2021; Wang, Chen, & Kwan, 2024)。國內研究中，以 Hsieh & Chen (2009) 針對形塑金門地區鰭分布的環境因子研究最為詳盡，提出底質葉綠素 a 含量高與多毛類數量豐沛程度與鰭的數量有關，並提出研究鰭棲地選擇的概念圖 (圖 40)。

本研究透過調查各月份幼鰭在不同樣區的出現數量，搭配分析不同季節與不同海草／幼鰭密度的樣區底質樣態，最終證實香山濕地幼鰭的分布區域與冬季的底質葉綠素 a 含量有關，並以葉綠素 a 濃度為基礎，提出以下假說：冬季時因為灘地的底棲動物數量較少，幼鰭集中於生產力（即葉綠素 a 含量）高的灘地以獲取食物（甘藻、其他微藻與多毛類等底棲無脊椎動物）；待春夏季氣溫回升日照時數長，濕地的底棲生物開始活躍，灘地上的綠藻亦開始生長，因此濕地各區的食物來源較充裕，鰭可以分散於棲地各處棲息，最終成為香山濕地目前的幼鰭分布時空格局 (圖 41)。依據目前調查結果，春夏季可以收到海山漁港或曬船橋外有幼鰭出現的紀錄，而秋冬季則多於賞蟹步道外調查到幼鰭，甚至 11 月還可以在幼鰭出現熱區發現 3 隻幼鰭。

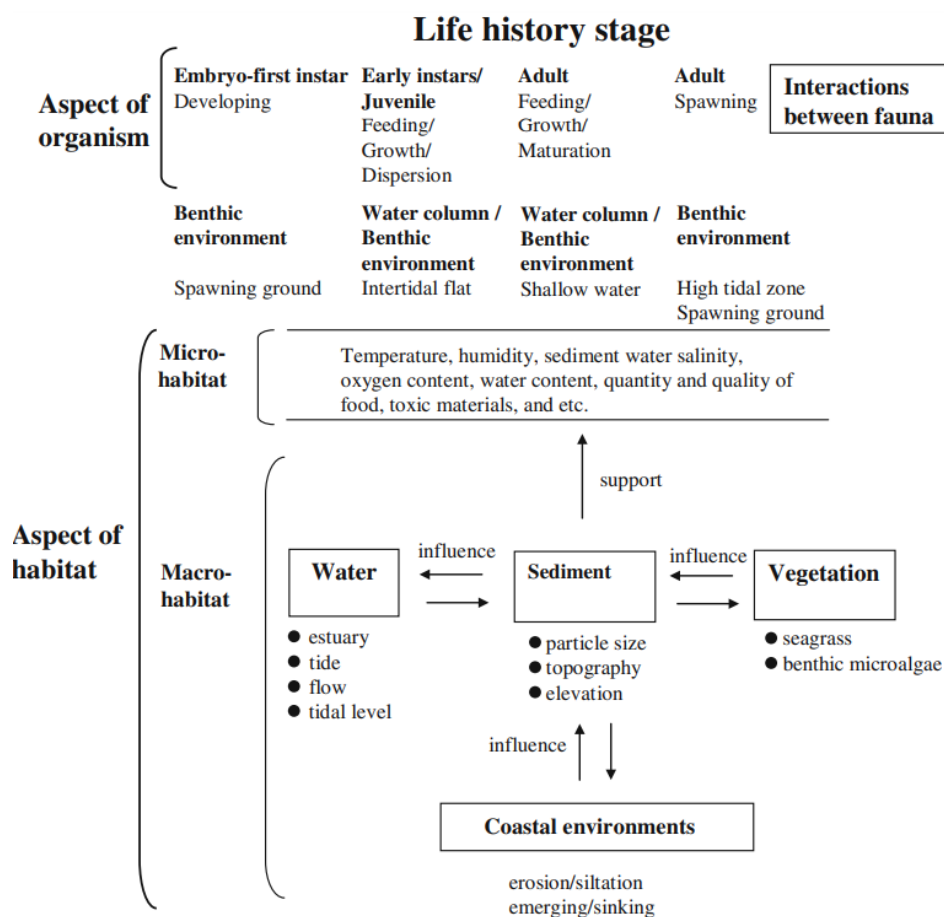


圖 40、Hsieh & Chen (2009) 所提出之鰈研究概念圖

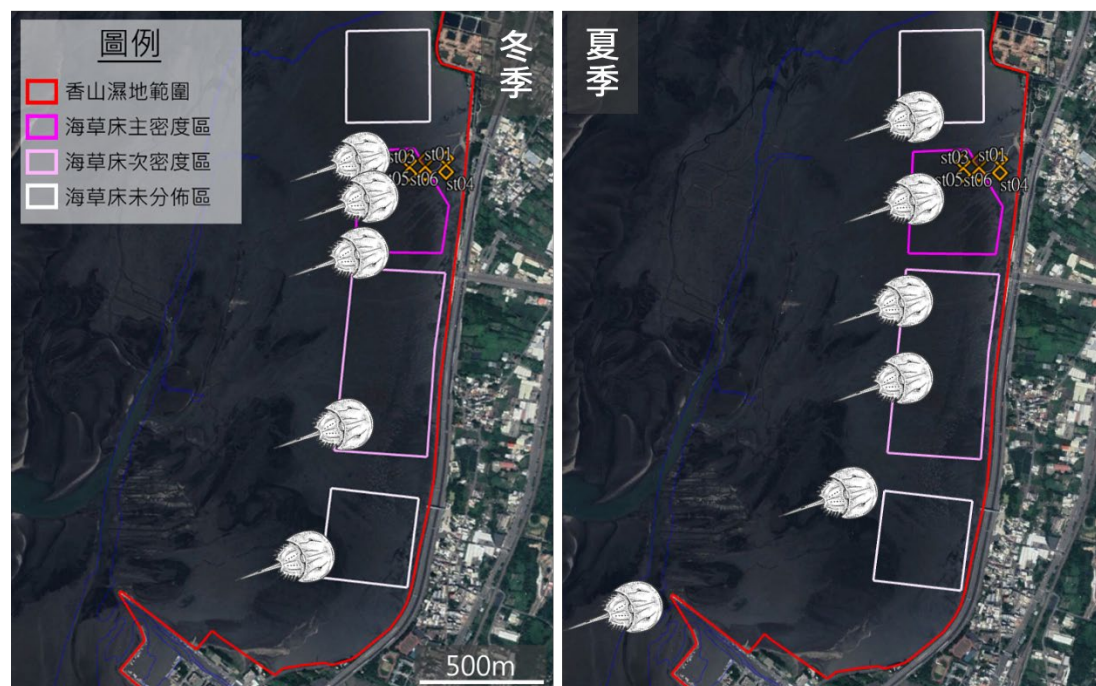


圖 41、本研究推測香山濕地幼鰈時空分布情形

本研究最重要課題，乃是探究海草床是否為幼鰳所偏好之棲地樣態。楊樹森與李清福 (2023) 提出甘藻床具有保水、隱蔽與提供食物來源等功能，而參考國內外文獻，有提到巨鰳 (*Tachypleus gigas*) 的胃內含物含有海草或大型植物 (Chatterji, Mishra, & Parulekar, 1992; Razak et al., 2017; John et al., 2022)，而 Fan et al. (2017) 則進一步透過同位素分析，發現甘藻為中國東南方三棘鰳與圓尾鰳 (*Carcinoscorpius rotundicauda*) 的主要食物來源。因為香山濕地的鰳數量非常稀少，也沒有發現任何鰳的遺體，因此無法透過解剖獲取胃內含物來研究香山濕地鰳的食性，但結合前人研究與本研究之觀察，可以知道灘地的葉綠素 a 含量與底棲動物數量與鰳的分布數量有關，或探究鰳與甘藻的關係，也確定鰳會取食甘藻。香山濕地的甘藻分布密集區，底質葉綠素 a 濃度含量也高，造成此區甘藻密度與葉綠素 a 含量均高的原因，很可能是沿岸排放的富含高營養鹽放流水。

透過文獻爬梳與實際探究結果，本研究最終提出幼鰳分布格局的成因，不僅是因為甘藻，主要是因為沿岸所排的放流水，同時營造了適合甘藻與底棲微藻大量生長的條件，大量生長的甘藻與底棲微藻，形成特殊的棲地環境，供養許多底棲無脊椎動物，最後甘藻、底棲藻類與底棲無脊椎動物均可成為鰳的食物，尤其在冬季底棲無脊椎動物（尤其是多毛類）豐度較低的情況下，便會成為鰳棲息與覓食的首選棲地，符合生態學食物階層由生產者形塑物種分布格局與物種群落社會組成的 bottom-up 概念（如圖 42）。

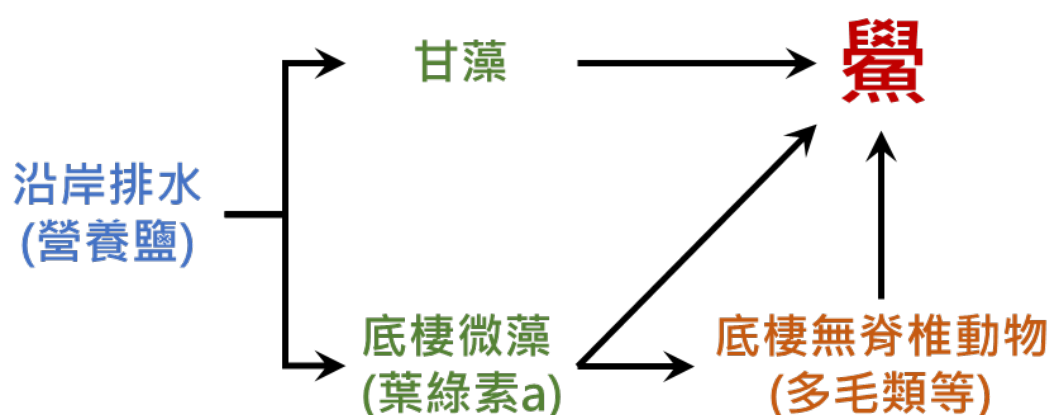


圖 42、本研究提出影響鰳分布之環境與生物因子圖

本計畫所調查之各樣區中，以海草密集區與南側無海草區的底質葉綠素 a 濃度較高，但南側無海草區可能因為底質粒徑大、含泥率低，或者遊客及專業採集者的活動頻仍，導致沒有甘藻分布，在今年也沒有調查到幼蠶。

本年度計畫為探究香山濕地三棘蠶與海草床相關生態的第一年度，故進行棲地底質的全面探索，最終發現形塑香山濕地幼蠶分布密集區的最主要成因很可能是沿岸放流水，因此未來必須針對幼蠶分布密集區的放流水進行採樣與營養鹽檢測，也代表需要開始注意與研擬改善水質的相關措施。

此外，本研究再次證實幼蠶的分布數量與棲地底質的葉綠素 a 濃度有正向關係，但欲比較國內相關計畫研究時，遭遇瓶頸。國內幼蠶分布最多的棲地金門，自從 Hsieh & Chen (2009) 探討幼蠶與葉綠素 a 含量濃度之關係之後似乎未受重視，導致金門地區近 10 年來的基礎調查均未納入灘地葉綠素 a 含量，而僅測量溫度、鹽度、粒徑等棲地參數，試圖探究此類參數與幼蠶分布數量或密度之關係（黃榮富，2013；林良恭，2015；黃榮富，2015；黃守忠與楊明哲，2018；吳民聰等，2019；吳民聰等，2021；張懿，2022），殊不知在 Hsieh & Chen (2009) 之研究結果中，此類棲地參數與蠶數量的相關性不大，或者僅能指示季節（如溫度）變化，殊為可惜。金門之外的其他幼蠶棲地在近十年內也沒有針對潮間帶底質葉綠素 a 含量與幼蠶的分布數量進行探討，如羅柳墀及陳溫柔 (2019) 與陳溫柔、李桂芬及曾雀芬 (2023) 在澎湖青螺濕地的研究；在馬祖清水濕地，Hsieh & Chen (2009) 的成果甚至遭誤解，認為幼蠶的分布數量與水中的葉綠素 a 含量有關（高穎、朱珉寬，2020）；臺灣有幼蠶分布的嘉義好美寮濕地亦無灘地葉綠素 a 相關調查，僅調查係湖內與周遭海岸水中葉綠素 a（宇泰工程顧問有限公司，2020）。

底質葉綠素 a 的資料缺乏，與標準方法闕如也有關係。本計畫建議有關單位訂立潮間帶軟底質灘地葉綠素 a 採樣與檢驗方法，或者各報告統一採取深度 1 cm 內底質，最終結果可邊準化為單位面積或單位底質乾重葉綠素 a 含量（如附表 3 附表 4 附表 5）以利比較。

本計畫之發現顯示無論在金門或者臺灣的潮間帶，底質葉綠素 a 含量對於蠶的空間分布相較其他環境因子，可能有更重要的影響，建議未來潮間帶與蠶相關之計畫，應檢驗灘地底質葉綠素 a 含量。

陸、概要與建議

一、香山濕地之幼鰭出現熱區與成鰭可能產卵區域

1. 幼鰭出現熱區

本年度 4 - 10 月調查期間共發現 35 隻幼鰭個體，其中於樣區內發現 34 隻。各樣區以賞蟹步道外的個體數最多，為幼鰭出現熱區。

2. 香山濕地出現之幼鰭個體大小

幼鰭個體之背甲寬介於 36 至 80 mm，換算齡期介於 7 至 10 齡之間，以 60 - 65 mm 之個體最多，40 - 45 mm 之個體數量次之。

3. 幼鰭之標記再發現率

調查期間未重複調查到標記的個體，可能是標記磨損、個體蛻殼，或者調查到的個體均不重複。目前香山濕地的幼鰭數量尚不豐沛，且標記留存於個體之時間未明，對於族群量估計之效果非常有限，目前僅楊樹森、李清福 (2023) 重複捕獲過一次標記個體。未來應考慮不標記個體，而以逐月調查個體數為主。

4. 訪談紀錄

於調查時隨機訪談採集者，得知介於曬船橋與風情海岸碑外灘地的舊文蛤養殖區曾發現有幼鰭。另有受訪者補充，香山濕地餘 30 餘年前的鰭數量較多，在灘地甚至偶可見到成鰭，但隨著最近一次大量種植紅樹林，就沒有那麼多的鰭；但去年曾於挖掘文蛤時，掘出躲藏在底質中的幼鰭，說明香山濕地的潮溝是幼鰭可能前沙躲藏的棲地類型。

5. 其他發現

根據通訊軟體與社群軟體訊息，有漁民 3 月於海山漁港南邊海域捕獲成鰲 1 隻；此外，亦有民眾 8 月 21 日於海山漁港抓獲成鰲一對，顯示海山漁港週遭可能是成鰲的活動熱區。

6. 建議

針對建議未來若要估算幼鰲族群數量，調查設計可適當縮小調查面積，例如將穿越線長由 400 m 改為 250 m，但每月調查頻度加倍，或可以提升幼鰲的再捕獲率，使族群數量估計更可行，或者不考慮估計族群量，僅記錄又鰲累計發現隻次，就無需更動目前採樣頻度與樣區，僅取消標記幼鰲個體。

針對成鰲調查的樣點設立，由於本年度與海山漁港有 2 起成鰲發現紀錄，建議未來應於海山漁港週遭設立成鰲產卵調查點，並持續關注相關社群平台之消息。

二、香山濕地海草床調查

(一) 海草床基礎資料

1. 海草床之組成物種與面積

香山濕地之海草床均由甘藻組成，面積隨季節而變化，以夏季的總分布面積最大。

2. 甘藻之物候

目前已完成本年度甘藻物候調查。根據本年度調查，香山濕地的甘藻花期為 3－5 月，果期為 3－7 月。Nakaoka 與 Aioi (2001) 之調查顯示，日本琉球群島的甘藻，花果期在每年 1 至 6 月，而柯智仁 (2003) 調查全臺灣的甘藻族群，紀錄每年 2、3 月以及 5、6 月為甘藻花期，3 與 6 月為果期；未來應持續調查香山濕地的甘藻物候，以完善紀錄。

3. 海草床之生產力

目前已完成第一至三季海草床生產力調查，第四季調查進行當中。前 3 季海草床平均每日單株葉片生產力為 0.19－0.64 g 乾重／株·日，單位面積生產力為 0.42－1.13 gDW·m⁻²·day⁻¹。比較其他區域與前人報告，香山濕地的海草床生產力高於韓國，本年測量之香山濕地海草床生產力與前人報告符合。

4. 建議

國內對於甘藻之物候，如雌雄花期仍未充分探索理解，本年度計畫自 3、4 月開始，12 月結束，未能有一整年之充分觀察週期，建議未來持續觀測甘藻族群的四季分布面積變化，並詳細紀錄香山濕地甘藻之全年物候，逐年調查資料亦可以互相比較，對於甘藻之經營管理與復育具有重大意義。

(二) 海草床分布區之底質狀態與底棲生物相異同

1. 海草床分布區域之生物相異同

所有樣區當中，以北側無海草分布區的生物多樣性最低，海草密集區與海草稀疏區的生物多樣性較高。以稀釋曲線檢視樣本涵蓋度，全年 4 季調查以可覆蓋調查物種之 90% 以上。海草密集區的多毛類物種豐富度最高，而南側無海草分布區的物種有短趾和尚蟹、光裸方格星蟲等棲於沙地之生物，與底質特徵相符；調查期間常發現採集者挖掘星蟲、沙蠶，對棲地造成極大擾動，是此樣區海草極少的原因。

2. 海草床分布區域之底質異同

本年度所劃設的 4 樣區當中，以北側無海草分布區的底質狀態與其他樣區有較大差異，該樣區中值粒徑小、含泥率與有機質均高。所有樣區由北而南的中值粒徑漸大，且含泥率與有機質含量有下降趨勢。南側無海草樣區的底質中值粒徑最大，含泥率與有機質均低，相較海草密集分布區與海草稀疏分布區，此底質特徵組合可能較不利海草生長。

結合底質特徵與底棲生物相資料，透過統計方法選擇出影響生物相的主要底質因子，發現含泥率、有機質含量與底質葉綠素 a 含量 3 者為形塑底棲生物群聚的重要因子。

3. 幼蟹暨海草密集分布區控制樣點之底質變化

控制樣點為賞蟹步道建成後所設，意為監測賞蟹步道墩座是否造成週遭底質變化。比較 113 與 108 年度賞蟹步道控制樣區的底值粒徑及含泥率變化，步道北側靠魚塭區的灘地，自從紅樹林移除後，底質中值粒徑整體顯著上升且含泥率顯著下降；而步道南側底質中值粒徑本來就較大故上升幅度有限，含泥率雖無顯著變化，但各樣點的含泥率漸趨一致。造成此變化的原因主要是紅樹林移除後，灘地的泥質逐漸被潮水洗出，而興建賞蟹步道是否造成周遭底質狀態改變，仍需持續調查。

4. 幼鰭暨海草床密集區環境特徵

本年度發現香山濕地的幼鰭數量分布與底質葉綠素 a 濃度及甘藻床均有關聯，其中前者除了代表該處灘地的基礎生產力高地之外，也與底質中的底棲無脊椎動物豐度有關，而甘藻床亦可以作為幼鰭的食物來源。

5. 建議

生物與環境因子的交互作用相當複雜，例如本年度發現香山濕地冬季公代的死亡率較先前年度低，因此持續針對底質環境狀態及底棲動物相調查，對於了解本地的環境及生物群聚變遷是十分重要的。此外，本計畫探究造成香山濕地幼鰭／甘藻密集區的源頭是沿岸富含營養鹽的排水，因此未來必須持續監測此區排水的水質。比對幼鰭出現熱區的环境因子底質葉綠素 a 含量，發現海山漁港北側明發定置漁場招牌外灘地的底質葉綠素 a 含量在冬季亦高，但此區受到遊客與專業採集者頻繁挖掘採取底棲生物，嚴重擾動底質，未來必須研擬相關管控措施，並持續監測管控後是否有幼鰭進入棲息。

本年度的研究發現再次證實灘地底質葉綠素 a 濃度對於底棲動物與幼鰭分佈的重要性，未來可用以預測幼鰭的分布潛勢區。另外由底質環境—底棲動物的對應關係確認含泥率、有機碳含量與葉綠素 a 含量為形塑底棲動物的重要底質環境因子，因此建議未來與鰭相關的潮間帶底質調查應檢驗底質中值粒徑與含泥率、底質有機碳含量及葉綠素 a 濃度。

柒、參考文獻

一、參考法規

行政院環境保護署（2002）。植物生態評估技術規範。環署綜字第 0910020491 號公告。

行政院環境保護署（2008）。NIEA S410.62C：土壤酸鹼值（pH 值）測定方法—電極法。環署檢字第 0970075579 號公告。

行政院環境保護署（2011）。動物生態評估技術規範。環署綜字第 1000058655C 號公告。

行政院環境保護署（2012）。NIEA S280.62C：土壤及底泥水分含量測定方法—重量法。環署檢字第 1010052456 號公告。

行政院環境保護署（2015）。NIEA S104.32B：底泥採樣方法。環署檢字第 1040109644 號公告。

行政院環境保護署（2018）。NIEA S321.65B：土壤中重金屬檢測方法—王水消化法。環署授檢字第 1070007008 號公告。

行政院環境保護署（2018）。NIEA W515.55A：水中化學需氧量檢測方法—密閉式重鉻酸鉀迴流法。環署授檢字第 1070007386 號公告。

行政院環境保護署（2019）。NIEA E507.04B：水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取法／分光光度計分析法。環署授檢字第 1080003307 號公告。

行政院環境保護署（2020）。NIEA E509.02C：水中葉綠素 a 檢測方法—丙酮萃取／螢光分析法。環署授檢字第 1091007337 號公告。

行政院環境保護署（2020）。NIEA M211.00C：石油焦中水分檢測方法。環署授檢字第 1091001737 號公告。

行政院環境保護署（2020）。NIEA M403.02B：碳、氫、硫、氧、氮元素含量檢測方法—元素分析儀法。環署授檢字第 1091001740 號公告。

行政院環境保護署（2022）。NIEA S102.64B：土壤採樣方法。環署授檢字第 1101007379 號公告。

農業部農業試驗所（2023）。TARI S201.1B：土壤有機質測定方法—燃燒／紅外線測定法。農試化字第 1122136705 號函。

二、 參考文獻

- 內政部營建署城鄉發展分署 (2019)。清水重要濕地 (國家級) 保育利用計畫計畫書。
- 王志強、范貴珠、吳羽婷 (2019)。107-108 年度青螺重要濕地(國家級)植群監測及紅樹林族群動態成果報告。澎湖縣政府農漁局；國立屏東科技大學。
- 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。
- 吳民聰、楊明哲、江博能、吳曜如、黃元照、陳志勇。108 年度金門縣潮間帶幼鰲與生物多樣性資源監測成果報告。金門縣水產試驗所；金門縣教師職業工會。
- 吳民聰、江博能、黃元照、吳曜如、陳志勇 (2021)。109 年度金門縣潮間帶幼鰲族群與棲地環境調查 (一) 成果報告。金門縣水產試驗所；金門縣教師職業工會。
- 林柏芬 (2002)。金門地區中國鰲 (*Tachypleus tridentatus*) 保育區經營管理之研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣大學漁業科學研究所。
- 林柏州 (2007)。新竹香山溼地船型薄殼蛤 (公代) (*Laternula marilina*) 生物學與體內重金屬蓄積之研究〔未出版之碩士論文〕。國立新竹教育大學應用科學系碩士班。
- 林良恭、林惠真、江智民、方文珍、姜博仁、蔣忠祐 (2015)。104 年度金門國家公園重要物種監測報告。金門國家公園管理處；東海大學。
- 林幸助、薛美莉、何東輯、陳添水 (2009)。濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 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。
- 高穎、朱珉寬 (2020)。108 - 109 年度清水重要濕地 (國家級) 保育利用計畫工作項目計畫成果報告書。連江縣政府；諾亞方舟生態工程顧問有限公司。
- 張懿 (2022)。110 年度金門古寧頭西北海域潮間帶鰲保育區及建功嶼潮間帶幼鰲族群熱區調查成果報告。金門縣水產試驗所；國立中山大學。
- 張懿、王俊堯、楊文璽 (2023)。11 年度臺灣三棘鰲資源評估成果報告。海洋委員會海洋保育署；國立中山大學。
- 黃丁士、陳其欽、蔡萬生，2009，中國鰲之室內自然產卵及培育。*Journal of Taiwan Fisheries Research*, 17 (1):15-24。
- 黃守忠、楊明哲 (2018)。106 年金門縣潮間帶幼鰲與生物多樣性資源調查成果報告。水產試驗所；社團法人臺灣濕地學會。

- 黃榮富 (2013)。102 年金門縣沿海域潮間帶稚蠶生態環境調查報告。金門縣水產試驗所；國立高雄海洋科技大學。
- 黃榮富 (2015)。104 年度金門縣北山等 9 處潮間帶幼蠶與生物多樣性資源調查成果報告。金門縣水產試驗所；國立高雄海洋科技大學。
- 陳勇輝、陳一鳴、陳章波 (1991)。沿岸海洋生態環境保護－沙岸底棲生物環境因子測定。農委會漁業特刊，23: 135－145。
- 陳章波 (2008)。臺灣週邊海域三棘蠶之保育及管理研究。行政院農委會漁業署；中央研究院。
- 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。
- 陳溫柔、李桂芬、曾雀芬 (2019)。三棘蠶(*Tachypleus tridentatus*) (Leach, 1819) 稚蠶在台灣澎湖青螺濕地復育關鍵因子探討。世界生態學，12 (1): 67-78。
- 楊明哲、蘇銀添 (2021)。110 年嘉義好美寮濕地及朴子溪河口濕地三棘蠶潛在復育棲地調查計畫期末報告。嘉義縣政府；嘉義縣生態保育協會。
- 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成果報告。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。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。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成果報告。新竹市政府；國立新竹教育大學。
- 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成果報告。新竹市政府；國立清華大學。
- 楊樹森、李清福 (2023)。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。新竹市政府；國立清華大學。

- 楊勝欽、楊明哲 (2021)。臺灣三棘蟹野外族群調查及保育策略計畫。海洋委員會海洋保育署；靜宜大學。
- 廖璟郡 (2012)。新竹香山濕地植物之碳吸存量〔未出版之碩士論文〕。國立中興大學生命科學系研究所。
- 鄭智馨、簡宣裕、李艷琪、張愛華 (2000) 堆肥中全有機態碳、氧化態碳與有機物質間之關係。 *土壤與環境*, 3(4): 345-352。
- 謝宗宇、邱郁文、吳欣儒 (2017)。105 - 106 年度清水重要濕地（國家級）基礎調查計畫成果報告。連江縣政府；民享環境生態調查有限公司。
- 羅柳墀、陳溫柔 (2019)。107 - 108 年度青螺重要濕地（國家級）生物資源調查及環境監測成果報告書。澎湖縣政府；國立高雄師範大學。
- 蘇銀添、楊明哲、黃元照 (2019)。108 年好美寮稚蟹潛在復育棲地調查計畫成果報告。嘉義縣政府；嘉義縣生態保育協會。
- 鐘予堃 (2019)。新竹香山濕地紅樹林掩埋對土壤有機質之影響〔未出版之碩論文〕。逢甲大學水利工程與資源保育學系研究所。
- Chang, K., Zhang, Y.-C., Hsu, J.-W., Shih, H.-T., Shih, C.-H., & Hsu, H.-L. (2023). 臺灣旱招潮的分布與族群量. *國家公園學報*, 33(1), 1-10.
- Chao, A. (1987). Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability [Article]. *Biometrics*, 43(4), 783-791. <https://doi.org/10.2307/2531532>
- Chao, A. (2005). Species Estimation and Applications. In *Encyclopedia of Statistical Sciences*. <https://doi.org/10.1002/0471667196.ess5051>
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Chen, C. P., Yeh, H. Y., & Lin, P. F. (2004). Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: strategies and practices. *Biodiversity and Conservation*, 13(10), 1889-1904. <https://doi.org/10.1023/B:Bioc.0000035868.11083.84>
- Chen, Y.-C., Chu, T.-J., Wei, J.-D., & Shih, C.-H. (2018). Effects of mangrove removal on benthic organisms in the Siangshan Wetland in Hsinchu, Taiwan. *PeerJ*, 6, e5670. <https://doi.org/10.7717/peerj.5670>
- Chen, Y., Lau, C. W., Cheung, S. G., Ke, C. H., & Shin, P. K. S. (2010). Enhanced growth of juvenile *Tachypleus tridentatus* (Chelicerata: Xiphosura) in the laboratory: a step towards population restocking for conservation of the species. *Aquatic Biology*, 11(1), 37-46. <https://doi.org/10.3354/ab00289>
- Chiu, H. M. C., & Morton, B. (2004). The behaviour of juvenile horseshoe crabs, (Xiphosura), on a nursery beach at Shui Hau Wan, Hong Kong. *Hydrobiologia*, 523(1-3), 29-35. <https://doi.org/10.1023/B:Hydr.0000033085.71861.63>

- Choi, S. K., Kim, S., Lee, K.-S., Li, W.-T., & Park, S. R. (2016). The ecological importance of the dwarf seagrass *Zostera japonica* in intertidal areas on the southern coast of Korea. *Ocean Science Journal*, 51, 1-12.
- Chu, T.-J., Shih, C.-H., Lu, Y.-M., Shih, Y.-J., Wang, J.-Q., & Huang, L.-M. (2021). Incorporating species-conditional co-occurrence when selecting indicator species to monitor restoration after mangrove removal from the Siangshan Wetland, Taiwan. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(10), 1044. <https://doi.org/10.3390/jmse9101044>
- Chu, T.-J., Shih, Y.-J., Shih, C.-H., Wang, J.-Q., Huang, L.-M., & Tsai, S.-C. (2022). Developing a model to select indicator species based on individual species' contributions to biodiversity. *Applied Sciences*, 12(13), 6748. <https://doi.org/10.3390/app12136748>
- 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. *Mol Mar Biol Biotechnol*, 3(5), 294-299. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7881515>
- Good, I. J. (1953). The population frequencies of species and the estimation of population parameters. *Biometrika*, 40(3-4), 237-264. <https://doi.org/10.2307/2333344>
- Gräler, B., Pebesma, E. J., & Heuvelink, G. B. (2016). Spatio-temporal interpolation using gstat. *R Journal*, 8(1), 204.
- Hemminga, M. A., & Duarte, C. M. (2000). *Seagrass ecology*. Cambridge University Press.
- Hijmans R (2023). *raster: Geographic Data Analysis and Modeling*. R package version 3.6-26, <<https://CRAN.R-project.org/package=raster>>.
- Hijmans R (2023). *terra: Spatial Data Analysis*. R package version 1.7-55, <<https://CRAN.R-project.org/package=terra>>.
- Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54(2), 427-432.
- Hsieh, H.-L., & 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 (pp. 417-438). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-89959-6_26
- Hsueh, P.-W. (2003). Responses of the pea crab *Pinnotheres taichungae* to the life history patterns of its primary bivalve host *Laternula marilina*. *Journal of Natural History*, 37(12), 1453-1462.
- Hu, M., Wang, Y., Chen, Y., Cheung, S.-G., Shin, P.-K., & Li, Q. (2009). Summer distribution and abundance of juvenile Chinese horseshoe crabs *Tachypleus tridentatus* along an intertidal zone in southern China. *Aquatic Biology*, 7(1-2), 107-112.

- Jeffrey, S. T. & Humphrey G. F. (1975). New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und physiologie der pflanzen*, 167(2), 191-194.
- John, A., Nelson, B. R., Sheikh, H. I., Hajisamae, S., & Khan, J. (2022). Feeding Ecology and Dietary Preferences of *Tachypleus gigas* from East Malay Peninsula. In (pp. 609-619). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82315-3_35
- Kassambara A (2023). *ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots*. R package version 0.6.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>>
- Kim, J.-H., Kim, S. H., Kim, Y. K., Park, J.-I., & Lee, K.-S. (2016). Growth dynamics of the seagrass *Zostera japonica* at its upper and lower distributional limits in the intertidal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 175, 1-9.
- Kim, S. H., Kim, J. W., Kim, Y. K., & Lee, K.-S. (2018). Growth responses of the intertidal seagrass *Zostera japonica* to manipulated sea level rise conditions. *Bulletin of Marine Science*, 94(4), 1379-1393.
- Kin, A., & Blazejowski, B. (2014). The horseshoe crab of the genus *Limulus*: living fossil or stabilomorph? *PLoS ONE*, 9(9), e108036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108036>
- Koyama, A., Kawahara, Y., Kurita, Y., Hirata, T., Hayashi, O., Takahashi, S., Kubozono, H., Onikura, N., & Minagawa, T. (2022). Assessment of spawning events of the tri-spine horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*, using environmental DNA in the Sone tidal flat, Japan. *Plankton & Benthos Research*, 17(2), 127-136. <https://doi.org/10.3800/pbr.17.127>
- Kuwabara. (1987). A study of the determination of ignition loss in the shallow-water sediments. *Aquaculture Science*, 35(1), 61-67.
- Kwan, K. Y., Wong, W. T., Lam, P. Y., Chan, H. K., Lo, H. S., & Cheung, S. G. (2020). Effects of rubble zones from oyster cultivation on habitat utilization and foraging behaviour of the endangered tri-spine horseshoe crab: An implication for intertidal oyster cultivation practices. *J Environ Manage*, 271, 110925. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110925>
- Lee, S. Y., Kim, J. B., & Lee, S. M. (2006). Temporal dynamics of subtidal *Zostera marina* and intertidal *Zostera japonica* on the southern coast of Korea. *Marine Ecology*, 27(2), 133-144. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2006.00089.x>
- Lee, S. Y., Oh, J. H., Choi, C. I., Suh, Y., & Mukai, H. (2005). Leaf growth and population dynamics of intertidal *Zostera japonica* on the western coast of Korea. *Aquatic Botany*, 83(4), 263-280.
- Macarthur, R. H. (1965). Patterns of Species Diversity. *Biological Reviews*, 40(4), 510-533. <https://doi.org/DOI 10.1111/j.1469-185X.1965.tb00815.x>
- Nakaoka, M., & Aioi, K. (2001). Ecology of seagrasses *Zostera* spp.(Zosteraceae) in Japanese waters: A review. *Otsuchi marine science*, 26(7), 22.

- Palumbi, S. R., & Metz, E. C. (1991). Strong reproductive isolation between closely related tropical sea urchins (genus *Echinometra*). *Mol Biol Evol*, 8(2), 227-239. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040642>
- Pebesma, E., & Bivand, R. (2023). *Spatial data science: With applications in R*. Chapman and Hall/CRC.
- Pebesma, E. J. (2004). Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences*, 30(7), 683-691. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.03.012>
- Pebesma, E. J. (2018). Simple features for R: standardized support for spatial vector data. *R J.*, 10(1), 439.
- Razak, M. R. M., Kassim, Z., Sabuti, A. A., & Ismail, A. (2017). Feeding ecology and food preferences of Cherok Paloh, Pahang horseshoe crab, *Tachypleus gigas*. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 13(3), 198-202.
- Ruesink, J. L., Hong, J.-S., Wisheart, L., Hacker, S. D., Dumbauld, B. R., Hessing-Lewis, M., & Trimble, A. C. (2010). Congener comparison of native (*Zostera marina*) and introduced (*Z. japonica*) eelgrass at multiple scales within a Pacific Northwest estuary. *Biological Invasions*, 12, 1773-1789.
- Sekiguchi, K. (1988). *Biology of horseshoe crabs*. Science House Company.
- Shafer, D. J., Kaldy, J. E., & Gaeckle, J. L. (2014). Science and management of the introduced seagrass *Zostera japonica* in North America. *Environmental Management*, 53, 147-162.
- Shafer, D. J., Wyllie-Echeverria, S., & Sherman, T. D. (2008). The potential role of climate in the distribution and zonation of the introduced seagrass *Zostera japonica* in North America. *Aquatic Botany*, 89(3), 297-302.
- Shen, T. J., Chao, A., & Lin, C. F. (2003). Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. *Ecology*, 84(3), 798-804. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[0798:Ptnons\]2.0.Co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[0798:Ptnons]2.0.Co;2)
- Short, F. T., & Duarte, C. M. (2001). Methods for the measurement of seagrass growth and production. *Global seagrass research methods, 2001*, 155-198.
- Suonan, Z., Kim, S. H., Qin, L.-Z., & Lee, K.-S. (2017). Reproductive strategy of the intertidal seagrass *Zostera japonica* under different levels of disturbance and tidal inundation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 197, 185-193.
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Mol Biol Evol*, 38(7), 3022-3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>
- Tennekes, M. (2018). tmap: Thematic Maps in R. *Journal of Statistical Software*, 84, 1-39.
- Wang, C. C., Kwan, K. Y., Shin, P. K. S., Cheung, S. G., Itaya, S., Iwasaki, Y., Cai, L. Z., Mohamad, F., Fozzi, N. F., Zauki, N. A. M., Raman, N. J. A., Chatterji, A., Tripathy, B., Sajjan, S., Min, W. W., Tan, L. J. X., Supadminingsih, F. N., Wardiatno, Y., & Hsieh, H. L. (2020). Future of Asian horseshoe crab conservation under

- explicit baseline gaps: A global perspective. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01373. <https://doi.org/ARTN e01373/10.1016/j.gecco.2020.e01373>
- Wickham, H., & Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics Data analysis*. Springer.
- Wray, C. G., Lee, J. J., & Desalle, R. (1993). Extraction and enzymatic characterization of foraminiferal DNA. *Micropaleontology*, 39(1), 69-73. <https://doi.org/Doi 10.2307/1485976>
- Wu, H. W., Lu, D. J., Lin, C. L., Cheng, H. C., Juan, C. H., Shen, T. J., Lin, H. C., & Chen, S. F. (2022). Population and Conservation Status of the Flying Fox *Pteropus dasymallus* in Taiwan. *Zool Stud*, 61, e34. <https://doi.org/10.6620/ZS.2022.61-34>
- Yang, M.-C., Chen, C.-A., Hsieh, H.-L., & Chen, C.-P. (2007). Population subdivision of the tri-spine horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*, in Taiwan Strait. *Zoolog Sci*, 24(3), 219-224. <https://doi.org/10.2108/zsj.24.219>
- Yang, M.-C., Chen, C.-P., Hsieh, H.-L., Huang, T.-S., Hsieh, H. J., Tsai, W.-S. W., & Chen, C. A. (2009). Is a living fossil about to go locally extinct? No mitochondrial genetic variation in horseshoe crab juveniles *Tachypleus tridentatus* at Haomeiliao Nature Reserve, Budai, Taiwan. *Zoological Studies*, 48(6), 737.
- Zhang, J., Wang, K., Yi, Q., Pei, Y., Hou, C., & Yi, Y. (2021). Growth of *Zostera japonica* in different sediment habitats of the Yellow River estuary in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 31151-31162.
- Zhang, X., Zhou, Y., Liu, P., Wang, F., Liu, B., Liu, X., & Yang, H. (2015). Temporal pattern in biometrics and nutrient stoichiometry of the intertidal seagrass *Zostera japonica* and its adaptation to air exposure in a temperate marine lagoon (China): implications for restoration and management. *Marine Pollution Bulletin*, 94(1-2), 103-113.

捌、委員意見回覆與處理情形回應

一、 期中委員意見回覆與處理情形回應對照表

委員	意見	回覆
劉靜榆 委員	1. 本報告針對新竹香山濕地有詳實的調查及統計分析，若能增加前人研究，包括台灣其他地區的調查結果，可以和本報告的潛勢區交互比較。 2. 海草分布在台灣其他海岸的文獻資料若能蒐集比較，可進一步了解不同海岸物種及棲地特徵的差異，更可初步探討海草種類與蠶之相關性。	1. 謝謝委員鼓勵。目前已蒐集楊樹森 (2019) 針對賞蟹步道周邊的底質環境監測資料。針對潛勢區，目前陸續蒐集資料當中，將待本年度調查完成，於次一年度報告中，以地理資訊繪圖方式呈現本年度與歷史資料之異同。 2. 目前各類海草在臺灣分布之文獻，最為詳盡者是柯智仁 (2003) 的論文，指出甘藻主要生長於有機質少的含磁鐵礦偏沙底質中。香山濕地與台中高美濕地符合甘藻的分布，但目前並沒有發現幼蠶的相關紀錄。而澎湖有幼蠶分布的地區，其海草種類有卵葉鹽藻等香山濕地沒有的海草，因此海草種類可能與蠶的相關性不高，而應該探究環境與蠶的關係。未來將持續蒐集與分析海草種類與蠶之關係。
楊明哲 委員	1. p.3 2022 年調查 8 隻，「全台稚蠶數量最多？」應為「當年」全台灣「本」島最高，但 2019 年嘉義好美寮濕地當年發現 14 隻，還是以族群密度或評估出來為準。 2. p.7 稚蠶調查方法，每一個樣區都是 16 條線嗎？如果以密度計算面積是否應該為 $400\text{m} \times 2\text{m}$（肉眼可觀測距離 16 條線 = $12,800\text{ m}^2$）	1. 已修正該頁用詞。 2. 原則上每一個樣區都以 16 條 400 m 的樣線做規劃。樣區調查面積將於相關章節加入，並計算各樣區之幼蠶密度。

委員	意見	回覆
	3. p.7「因香山濕地的幼蟹密度甚低，且可能有特殊的棲地偏好，使得以族群密度搭配面積積分的估算方法會有較大誤差。對於幼蟹的個體數估計，將使用固定族群捉放法之非度量 (non parametric) 統計模型，以全年的幼蟹調查結果，估算香山濕地的幼蟹個體數與 95% 信賴區間」如果個體數量過低，重複捉放的機率就更低了，期中結果目前也是如此 (p. 24)。如何確保這個方法的可行呢？	3. 將於期末報告計算各樣區之幼蟹密度。
	4. p.8 香山全境成蟹產卵場潛勢，採集位點有哪些，以及 p.26 提到完成劃設，目前評估的區域範圍圖為何？	4. 目前已於大潮滿潮之午間巡視香山濕地全區海岸線，並於退潮後採集滿潮時高於滿潮線位置之底質分析中值粒徑，最後劃設一點位。相關位置如。因香山濕地為空拍機禁航區，因此本計畫僅能以人力巡視海岸線進行可能位點之搜尋。
	5. p.10 有關於海草分布範圍的調查，p.28 以密集或稀疏區為區分，但同一區域可能有密集，有稀疏，如何劃分？	5. 海草分區同時參考生長面積與相鄰海草床距離劃分，希望能提供較穩定之劃設結果。相關設計方法已加入方法章節中。
	6. p.24 表 2 賞蟹步道 6 月調查中，有隻蛻殼中，請問測量的是殼還是本體的殼寬？	6. 發現該各體當下拍照記錄後，於現場等待約 10 分鐘，該各體仍未蛻殼完成，故僅記錄殼寬。
	7. P.26 成蟹產卵經常於滿潮前後數小時進行，在香山滿潮 4 小時期間可能需要在所有潛勢地點重複來回踏查（也許每 1 或 2 小時一輪），才有機會觀察得到。雖然可能產卵事件發生極少，仍然觀	7. 未來計畫將調整調查方法，改為滿潮前 2 小時至滿潮後 2 小時至少踏查 2 次。

委員	意見	回覆
	察得到，但至少證明以此調查強度仍未可發現。	
8.	P.43 除了 108 年與 113 年的底質環境特徵比較，過去像是楊樹森老師等進行了不少濕地基礎調查，可否將本次計劃與歷年結果進行比較？例如紅樹林清除前後至今底質粒徑和有機質的時序變化。	8. 本計畫蒐集楊老師以往計畫資料後，發現香山濕地自 105 年賞蟹步道北側紅樹林移除後，底質中值粒徑上升，且含泥率與有機質含量逐漸下降，因此目前認為賞蟹步道北側的底質變化主要與紅樹林移除有關；而南側的底質狀態則與 108 年類似，而含泥率降低，推測亦與紅樹林移除有關。
9.	p.10 請問有多少比例的物種需要用 DNA 鑑定？	9. 在目前採得的 22 種物種中，有 4 種（吻沙蠶、櫻蛤、寄居蟹 2 種）進行 DNA 鑑定。目前希望在計畫經費許可情況下，將採得之底棲動物盡可能以物種為單位，逐一取得分子條碼，豐富國內的本土物種分子資訊。
10.	稚蠶、海草各區底棲動物、測量與環境樣點採集的位點請標示。	10. 將標示於期末報告中
11.	P.54 108-113 年賞蟹步道底質粒徑的變動，簡報中值粒徑上升，底泥比率下降（南側的樣點變化趨勢則相反，含泥率變化不大，但中值粒徑顯著上升）跟賞蟹步道還是紅樹林疏伐有關？	11. 目前認為賞蟹步道北側的底質變化主要與紅樹林移除有關；而南側的底質狀態則與 108 年類似，而含泥率降低，推測亦與紅樹林移除有關。

二、 期末委員意見回覆與處理情形回應對照表

委員	意見	回覆
楊明哲 委員	- 計畫報告的執行努力量與資料分析程度相當認真。 - 請於成果報告目錄前加上中英文摘要。 - 須於成果報告加上期中、期末委員意見與問題回覆表。 - 需確保海草底棲動物、底質環境因子資料是否完成執行100%進度。 - P.3「調查範圍論，該次調查到的單位面積幼蟹密度，為當年全臺灣島最高。」修改為「臺灣本島」。 - P3.「報告與民眾目擊記錄綜合判斷，以臺灣島而言，香山濕地應具有相對穩定」雖然是本島數量最高，但是否「穩定」，仍需延續長期監測，因為2021年根據海保署委託報告（楊明哲與楊勝欽, 2021）僅發現一隻（但志工回報當年最多一日可發現3隻），2022年才又發現賞蟹步道區歷年單次最高的8隻。 - P.7「調查應於滿潮1小時後方能開始，至滿潮後4小時前完成調查」滿潮後一小時必然是潮水尚高無法調查時，滿潮後4小時才有可能開始進行調查。請再確認應該是在乾潮前多少小時開始進行調查，至乾潮後多久才結束。	- 謝謝委員鼓勵。 - 已加入摘要於成果報告中。 - 已加入委員意見回覆與處理情形回應對照表於成果報告中。 - 成果報告中已完成相關項目。 - 已修改該頁相關用詞。 - 已修改內文為「由近2年各政府單位委託報告與民眾目擊記錄綜合判斷，以臺灣本島而言，香山濕地可能具有相對穩定，數量也相對最多的幼蟹活動。」。 - 已修改內文為「調查應於滿潮2小時後方能開始，至乾潮前完成調查（即乾潮前4小時至乾潮區間），且避開雨天。」。

委員	意見	回覆
	8. 海草疏密區的定義在簡報中圖示簡單易懂，可加入成果報告研究方法中。	8. 已將該示意圖加入成果報告中。
	9. 底棲動物採樣圖簡報中有顯示，請加入成果報告研究方法中。	9. 已將該示意圖加入成果報告中。
	10. P.24 根據研究方法 p.21，「希望以 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，推估香山濕地幼鰭出現熱區中的幼鰭數量最小不偏估計量」。結果未重複調查到標記的個體，雖然不如預期，但應提出替代的方法。例如縮減目標：計算在樣區內的稚鰭密度等量化結果。樣區的設置是預設為較容易發現稚鰭的熱區，未來進行長期監測，才可用作歷年比較，以了解族群變動的狀態。或是如 p.27 的擴大人力努力量，或是根據民眾、志工回報的區域再進行熱區的劃設，再進行熱區調查。	10. 將於成果報告計算各樣區全年發現之幼鰭密度。
	11. 加入稚鰭標誌的照片。	11. 已加入相關照片與示意圖。
	12. P.25 圖 10 中調查發現部分個體不在樣區，建議分析時分別計算只在樣區內的個體，以及計算有稚鰭分佈擴大樣區之面積來計算。	12. 本年度實際調查範圍邊界與規劃稍有不同，已更新相關範圍與說明。
	13. P.28 根據楊樹森老師報告的漁民訪談中，除海山漁港外，金城湖也曾經有記載漁民曾觀察或混獲成鰭。雖然這次調查未包含金城湖沙灘，但未來可考量列入。	13. 已加入討論與未來建議。

委員	意見	回覆
	14. P.29 圖 14 為雌鰲，在香山是難得紀錄，如相似案例，建議在徵得漁民同意後將發現的成鰲進行投胸甲寬量測。若缺乏量尺，可用硬幣當比例尺再拍照後根據照片進行比對大小。	14. 將嘗試與漁民溝通，於未來捕獲成鰲時，可協助附上協助識別尺寸之物品合照。
	15. P.39 「預計於 11 月 8 日開始調查」，如已進行可改為已於 11 月 8 日進行調查。	15. 已於成果報告中修改。
	16. p.39 中(1)底棲動物個體較少量的，檢視 P.10 根據「軟底質海域底棲生物採樣通則」為底拖網、矩形底棲生物採樣器、底質內之抓斗式底棲生物採樣器，並無 2 個 25 cm ² 的採樣方法與面積，一般底棲動物採樣，若採方框式採樣通常為 20x 20cm= 400cm ² ，因此結果才會有如此少量的底棲動物個體。 (2)海草疏密區不同樣區的底棲動物比較，再請統計分析其是否有顯著差異。	16. (1) 本計畫於潮間帶進行調查，故依照海域軟底質相關採樣通則與前人所設計之方法修改。楊樹森 (2019) 使用的底棲生物採樣器直徑約 25 cm，故本計畫主要依循之，並稍作修改。採樣量體為 2 個 25 cm × 25 cm × 25 cm 體積內之底棲動物。最終結果換算為隻次/m ² 。 (2) 根據全年結果分析，海草分布密集與稀疏區之間無顯著差異，而 2 個無海草分布區也沒有顯著差異，但密集 + 稀疏區與 2 個無分布區之間差異顯著。
	17. p.59 圖 32.33 物種組成與環境特徵相關性分析，建議再加上稚鰲資料	17. 對應分析所使用之底棲物種矩陣並無捕捉到幼鰲，已依據智鰲高頻出現隻樣區，於討論中加入相關推論。
	18. 關於賞蟹步道興建、或是紅樹林移除造成的底質環境因子除進行討論，如粒徑與 TOC 在時間軸變動。未來計畫需要在前言即進行文獻整理。	18. 敬悉。
	19. 根據結果葉綠素 a 是重要環境因子，雖然耗費人力較多但未來計畫仍建議採入研究。	19. 本計畫證實 15 年前金門之研究，亦填補臺灣本島資料之空缺，同時發現自 98 年後，臺澎金馬地區就沒有再

委員	意見	回覆
		針對蠶的棲地進行底質葉綠素 a 含量調查了。 希望未來相關計畫能參考本計畫之建議，檢驗灘地葉綠素 a 濃度。
	20. 建議中：可加入適合的污水管控管理方式。	20. 已加入相關建議。

玖、附錄

附表 1、本計畫實際調查區域與樣點座標

調查項目	樣區／樣點名稱	頂點／位置座標
蠶調查	客雅溪口	120.9050971578768, 24.80689215031767
		120.9051145346382, 24.80186665717754
		120.9098176369125, 24.80192963070066
		120.9098177999279, 24.80689208584661
		120.9050971578768, 24.80689215031767
	賞蟹步道	120.9128506655324, 24.78349516693851
		120.9098749764246, 24.78326411942012
		120.9102418016184, 24.77957574907152
		120.9133448377835, 24.77988845969208
		120.9128506655324, 24.78349516693851
	曬船橋外	120.9086415592154, 24.77621580555305
		120.9080815719679, 24.77271261137435
		120.9111446108315, 24.77231119932967
		120.9116752169645, 24.77581437116738
		120.9086415592154, 24.77621580555305
	海山漁港	120.9051065922461, 24.77081404275372
		120.9041933474582, 24.76854095241382
		120.9092001606941, 24.76755116608628
		120.9100839443373, 24.76977071749442
		120.9051065922461, 24.77081404275372
成蠶產卵監測點		120.91466886, 24.78184196
海草床 調查	北側無海草 分布區	120.9133805544302, 24.78433427066649
		120.9133447870661, 24.78770274787395
		120.9100170176873, 24.78764606224219
		120.9100173071665, 24.78429370118232
		120.9133805544302, 24.78433427066649
	海草密集 分布區	120.9127589421372, 24.78334202916081
		120.9105662414189, 24.78325898121437
		120.9103911039463, 24.77957703568347
		120.9138737655236, 24.77954302641404
		120.9141477533421, 24.78126834895316
		120.9127589421372, 24.78334202916081

調查項目	樣區／樣點名稱	頂點／位置座標
海草床 調查	海草稀疏 分布區	120.9103108276517, 24.77899539938243
		120.9095987750626, 24.77237617622276
		120.9133077527105, 24.77214416607566
		120.9135998819977, 24.77602608660288
		120.9140199756168, 24.77881309981423
		120.9103108276517, 24.77899539938243
	南側無海草 分布區	120.9094892746271, 24.77101580190443
		120.9090693185128, 24.76779742446719
		120.9125406475471, 24.76743269339597
		120.9129789407781, 24.77065104850509
		120.9094892746271, 24.77101580190443
	Nn1	120.9129997064064, 24.78452157702385
	Nn2	120.9113245010076, 24.78509061319664
	Nn3	120.9128566815367, 24.78563530900743
	Nn4	120.9113113880562, 24.78624411303179
	Cd1	120.9129637320718, 24.77982657986367
	Cd2	120.9115149888382, 24.78079940853274
	Cd3	120.9128902534386, 24.78155415478519
	Cd4	120.9115585880829, 24.7824743492177
	Sp1	120.9121669740207, 24.77280741298343
	Sp2	120.9106747362472, 24.77439125455728
	Sp3	120.9123942257778, 24.77554334811346
	Sp4	120.9110547624469, 24.77706107531396
	Sn1	120.9112683031014, 24.76803042402982
	Sn2	120.9100900668908, 24.76903892859188
	Sn3	120.9118858385808, 24.76953469425835
	Sn4	120.9104958663548, 24.77074589190447

附表 2、本計畫進行 DNA 分子鑑定之物種與序列表

中名	學名	序列
角吻 沙蠶	<i>Goniada cf. vorax</i>	CTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCGCGCAAATT ACCCACTCCCAGGCACGGGGAGGTAGTGACGAAAAAT AAGAATACGGGACTCATTGGAGGCCCCGTAATTGGA ATGAGTACACTTTAAATCCTTTAACGAGGATCAATT GGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGCGGTAATTC CAGCTCCAATAGCGTATACTAAAATTGTTGCAGTTA AAAAGCTCGTAGTTGGATCTCGGGTGCCGGCAGGCG GTTGGCCGAAAGGCCTTAAGTGCCTGCTCCGGCCCCG GCCTCCTGGTCGTGCCCTGGTTCTCTTAACCGAGTG CCTTGGGTGACCGGAACGTTTACTTTGATAAAATTA GAGTGTTCAAGGCAGGCTGTCGGCCTGGATGGTGGT GCATGGAATAATGGAATAGGACCTCGGTTCCGTTCT GTTGGTACTTAGGAAGCGGAGGTAATGATTAAGAGG GACGGCCGGGGGCATTCTGATTACGGTGTTAGAGGT GAAATTCTGTGATCATCGTAAGACGAACAGAAGCGA AAGCGTTTGCCAAGAACGTTTTCATTAATCAAGAAC GAAAGTCAGAGGTTTCAAGACGATCAGATACCGTCG TAGTTCTGACCATAAACGATGCCGACTAGCGATCTA TCGGAGTTGCATCGCGACCCGGCAGGCTGCCCCCGG GAAACCAAAGTCTTTGGGTTCCGGGGGGAGTATGGT TGCAAAGCTGAAACTTAAAGGAATTGACGGAAGGGC ACCACCAGGAGTGGAGCCTGCGGCTTAATTTGACTC AACGCGGGGAAACCTACCAGGCCCGGACACTGTAAG GATTGACAGAACGAGAGCTCTTTCTTGATTGAGTGG GTGGTGGTGCATGGCCGTCTTAGTTGGTGAGCGGAT TGTCTGGTTATTCTGTAGA
吻沙蠶	<i>Glycera nicobarica</i>	CTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCGCGCAAATT ACCCACTCCTGGCACGGGGAGGTAGTGACGAAAAAT AACAATACGGGACTCATTGAGGCCCCGTAATTGGA ATGAGTACACTTTAAATCCTTTAACGAGGATCTATT GGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGCGGTAATTC CAGCTCCAATAGCGTATATTAAGTTGTTGCAGTTA AAAAGCTCGTAGTTGGATCTCGGGTCCCGGCTGCG GTTACACACACGGTGTCTACTGCCCGTCCGGACCTA CCTGCCGGTTTTCCCCTGGTTCTCTTCGTTGAGTGC CTCGGGTGGCCGGAACGTTTACTTTGAAAAAATTAG AGTGTTCAAAGCAGGCGGTTTCGCTGAATAATGGTG CATGGAATAATGGAATAGGACCTCGGTTCTATTTTG TTGGTTTTCGGAAGTCGAGGTAATGATTAAGAGGGA CAGACGGGGGCATTCTGATTACGGTGTTAGAGGTGA AATTCTTGATCGCCGTAAGACGAACACTACTGCGAAA GCATTTGCCAAGAATGTTTTTCATTAGTCAAGAACGA AAGTCAGAGGTTTCAAGACGATCAGATACCGTCCTA GTTCTGACCATAAACGATGCCAACTAGCGATCCGCC GGAGTTGTTTTACTGACCCGGCGGGCAGCTTACGGG

中名	學名	序列
		AAACCAAAGTCTTTGGGTTCCGGGGGAAGTATGGTT GCAAAGCCGAAACTTAAAGGAATTGACGGAAGGGCA CCACCAGGAGTGGAGCCTGCGGCTTAATTTGACTCA ACACGGGAAAACTCACCCGGCCCGACACCGTAAGG ATTGACAGATTGAGAGCTCTTTCTTGATTGCGTGGG TGGTGGTGCATGGCCGTCTTAGTGCGTGAAGCGAAT TCT
腺帶 刺沙蠶	<i>Neanthes cf. glandicincta</i>	ACCGGGGAAGGTGCATCCTGCCAGTGAAAACTTT CAACGGCCGCGGTATCTTGACCGTGCAAAGGTAGCA TAATCATTTGCCTTTTAATTGAAGGCTAGTATGAAA GGACAAACAAGAATAAAGCTGTCTCACTCGAACCCC TAAAACTGTTATTAAGGTGCAGAAGCCTTAATACT TATAAAAGACAAGAAGACCCTATAAAGCTTTATTGA TAAGGGTTATAAAACCTACTTATTAATTTGGTTGGG GCAACCAAAAGACATATATACCTCTTTTTTCCC TACTACACCCACCCAACACTGTACTACAAATCAAGC TACCTTAGGGATAACAGGCTAATCCCAGTAGAGAGA CCACATTGACAGTGGGGGTTGGCACCTCGATGTTGG CTTAGTGTAACCTATTAGGCGCAGCCGCTTAATAAAG TTGGTTTGTTCACCATTAAAACACTACATGATCTG AGTTCAAACCGGGACATCCCAATGGTGCAGCCGCTA TTAAAGGTTTCGTTTGTTCACGATTAAAGTCCTACA TGATCTGATTTCAAACCGGA
粉紅 櫻蛤	<i>Macomangulus tenuis</i>	CTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCACGCAAATT ACCCAATGCCGACACGGCGAGGTAGTGACGAAAAAT AACAAACGGGTCTCTTTTCGAGGCCCGTAATTGGA ATGAGTACACTCTAAATCCTTTAACGAGGATCTATT GGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGCGTAATTC CAGCTCCAATAGCGTATATTAAAGTTGCTGCGTTTA AAAAGCTCGTAGTTGGATCTCGGTTCCAGGCCTGCG GTCCGCCTCGAGGCGGATACTGCTCGTCCTGCGTTC GACGTCGTGGTGGTCCCTTGGTGCTCTTGACTGAGT GTCTCGGGCGGTCCCGAACGTTTACTTTGAAAAAT TAGAGTGCTCAAAGCAGGCGTATCGCCTGAATAATT CCGCATGGAATAATGGAATAGGACCTCGGTTCCAGT TTCGTTGGTTTGCGAATCCTTGAGGTAATGATTAAT AGGGACTGCCGGGGGCATACGTATTGCGGCGGGAGA GGTGAAATTCGTGGATCGCCGCAAGACGAACGACAG CGAAAGCATTTGCCAAGAATGTTCTCATTAAATCAAG AACGAAAGTCAGAGGTTTGAAGACGATCAGATACCG TCGTAGTTCTGACCCTAAACGATGCCGACCGTCGAT CCGCCGGAGTTACTACCATGACTCGGCGGGAAGCCT CCGGGAAACCAAAGTCTTTGGGTTCCGGGGGGAGTA TGGTTGCAAACTGAAACTTAAAGGAATTGACGGAA GGGACACCAGGAGTGGAGCCTGTGGCTTAATTTG ACTCAACACGGGAAACCTCACCCGGTCTGGACACTG CAAGGATTGACAGATTGAGAGCTCTTTCTTGATTG

中名	學名	序列
萬歲 大眼蟹	<i>Macrophthalmus banzai</i>	GTGAGTGGTGGTGCATGGCCGTTCTTAGTTGGGTGG AGCGATTTGTCTGGTCAATTC AGCCTGCCCCTGATTAATTCAAGGGCCGCGGTATT TTGACCGTGCGAAGGTAGCGTAATCATTAGTTTTTT AATTGGAATCTTGTATGAATGGTTAGACAAGAGAAA CTCTGTCTCTTTATTAATAAATTGAATTTAACTTTTA AGTGAAAAGGCTTAAATTAATTAAGGGACGATAAG ACCCTATAAAGCTTTAATATAAAATGCTATTCGGCT AAATTTCTTATAAAGTCTTATAGCATAGTTTATTT TATTGGGGCGATAAGAGTAAAATGATTTTAACTGC TTGAATTTAAAGACATAAAATTATTGTATAAATAGA TAAGAGATCCTTGATAAAGATTATAAGTTTAAAGTTA CTTTAGGGATAACAGCGTTATTTTTTTTGAGAGTAC ATATCGAAAAAAGAGTTTGCGACCTCGATGTTGAAT TAAAATTTCTTTATAGAAGCAGAACTATAAAAGTT GGTCTGTTGACCTTTAAAATTTTACATGATCTGAG TTCAAACCGGCATGAT
小形 寄居蟹	<i>Pagurus minutus</i>	CAAAATCATAAAGATATTGGAACCCTATATTTTATT TTTGAGCTTGAGCTGGTATAGTAGGAACCTCTCTC AGTTTAATTATTCGAGCTGAACTCGGACAACCTGGT AGATTAATTGGAGATGATCAAATTTATAATGTAGTT GTTACAGCACACGCATTTGTAATAATTTTCTTTATA GTTATACCCATTATAATTGGAGGATTTGGAACTGA TTAGTTCTCTTATATTAGGAGCTCCAGATATAGCA TTCTCTCGAATAAATAATATAAGATTTTGACTTTTA CCTCCATCATTAACCTTTCTCTTAAGTAGAGGTATA GTTGAAAGAGGTGTTGGAAGTGGATGAACTGTTTAT CCTCCACTTTCCGCTGCTATTGCTCACGCTGGAGCT TCAGTAGATTTAGGAATTTTTTCACTTCATTTGGCA GGTGTCTTCAATTTTAGGAGCTGTAAATTTTATA ACTACCGTAATTAATATGCGACCTCAAGGAATAACA ATAGATCGTATACCCTTATTTGTCTGAGCAGTATTT ATTACCGCTATCTTACTTTTATTATCACTTCCAGTC CTAGCAGGAGCTATTACTATACTATTAACAGATCGA AATTTAAATACTTCTTTCTTTGACCCAGCAGGAGGA GGAGATCCAGTCCTTTATCAACATTTATTT
長螯 活額 寄居蟹	<i>Diogenes avarus</i>	GGTCTAATCTGCCCCTGAAAAAATTTTAAACGGCC GCGGTACTTCTGACCGTGCAAAGGTAGCATAATCAT TTGTCTTTTAATTGGAGGCTAGTATGAATGATTGGA CGAAGAATAAGCTGTTTACAGGTATAGAAATTGAAA TTAACTTTTAAGTGAAAAGGCTTAAATTTTTTAAAA AGACGATAAGACCCTATAAATCTTGAACATTAGAAT CATTGATTAATATAATTTGTAGAGTTTAAAAATAAAA TAGTGAATAGTATGTTATGTTGGGGCGACAAAGATA TAGAAAATTTAACTGTCTAATTATTTTACAATAATA ATTGAATTTAAGATCCTTTGTAAAGATTACAAGATT AAGTTACTTTAGGGATAACAGCGTAATTCTTTTTGA

中名	學名	序列
		AAGTTCTCATTGAAAAAGAGTTTGCGACCTCGATG TTGAATTAATAATTTCTTTATGGTGCAGCAGCTATAA AAGAAAGTCTGTTTCGACTTTTAAATTTTACATGAT CTGAG
蟹螯 織紋螺	<i>Nassarius pullus</i>	CTTTAATTAATCTATTTCGGATATGATCAGGATTAGT TGGTACGGCATTAAAGACTTCTTATTCGTGCTGAGCT TGGGCAACCAGGAGCACTTCTTGGTGATGATCAACT TTATAATGTAATTGTTACAGCTCATGCTTTTGTAAAT AATTTTCTTTCTGGTAATACCAATGATGATTGGGGG ATTCGGAAATTGACTAGTTCGGTTAATATTAGGAGC TCCCGATATAGCCTTTCCCGTTTAAATAATATAAG ATTTTGGCTACTTCCACCTGCATTACTTCTTTTACT ATCTTCTGCTGCGGTAGAAAGTGGAGTAGGGACTGG ATGAACTGTTTATCCCCCTTTATCTGCTAACCTAGC TCATGCAGGGGGCTCTGTAGACTTGGCTATTTTTTC TTTACATCTCGCTGGTGTGTCTTCAATTCTTGGGGC TGTAATTTTTATTACAATATTATCAATATACGATG ACGAGGAATGCAATTTGAACGTCTTCCTTTATTTGT GTGATCTGTGAAAATTACTGCTATTTTATTACTCCT ATCTCTGCCAGTTTTAGCAGGGGGCTATTACAATACT TCTAACGGATCGAAATTTTAATACCGCATTTTTTGA TCCTGCAGGAGGTGGAGATCACAATTCTATATACAA ACATTTCTT
臺灣 文蛤	<i>Meretrix taiwanica</i>	TCATAAAGATATTGGAACCTTTATATTTTATTTTTTC TTTTTGAGCTGGACTAGTGGGAACGGCTTTTAGTGT AATTATTCGTATAGAGTTATCTATGCCTGGTACTAT TTTGGATGATGCTCATTATATAATTTAATTGTTAC TTCTCATGGGTTAGTTATGATTTTTTTTTTGGTTAT GCCTATAATGTTGGGGGGTTTTGGTAACTGGCTGGT TCCTTTGATGTTAACAGCTCCTGATATAGCTTTTCC CCGTTTAAATAATCTAAGTTTCTGACTATTAAGTAG ATCTTTGTTGCTTTTGTAGGTTCTACTTACGTAGA GGCTGGTTCTGGTACGGGTGAACTATTTATCCTCC TTTATCTAGTTGAAAGTATCATTCTGGTGTAAGTGT GGATTATTTAATTTTATCTTTACATGTAGGTGGTGC CTCTTCTATTATATCTGGTATTAATTTTACTACTAC AGCTATTTGTATGCGTCCAGGAGTTATAGCTTTGGT CCGAACACCAATGTTTGTGTGGTGTATTGCTGTGAC CGTTTTTTGTAAATTTGTGCTATACCTGTTTTGGC GGCTGGTTTAAACAATACTTTTGACAGATCGTAATTT TAATACAGGGTTTTTTGATCCTATTGGGTGGGTGA TCCTCTTTGTTTGTTCATATATTTTGATTTTTTGG TCACCC
豆蟹	<i>Pinnotheres pisum</i>	GCGGGGGAGGTCTAGCCTGCTCTCTGATAATTATTT AAGGGCCGCGGTAATTTGACCGTGCAAAGGTAGCGT AATAGTTAGTTTTTTAATTGGAATCTTGTATGAATG GTTGGACAAGAGAAATGCTGTCTCTATAATTTATAT

中名	學名	序列
		TGAATTTAACTTTTAAAGTGAAAAGGCTTAAATATTT TAAAAAGACGATAAGACCCCTATAAAGCTTTATAATA AATTTTATTTGATTAAATTATATATTTATAAAATTT TAATGAATTGTATTATTTTGTGGGGAGACAGAATT ATAATTTTTAATAACTGTTTAAAATTTATACAATTA TTTGTGAGTAAAGTAATTAAAGATCCTATATTAAAG ATTAAAGTTTAAGTTACTTTAGGGATAACAGCGTTA TTTTTCTTGAGAGTTCATATCGAAAGAAAAGATTGC GACCTCGATGTTGAATTAATAATTCCTAAGTGATTGT AGCAGTTACTATAGGGGGTCTGTTTCGACCTTTAAAT TTTTACATGATCTGAGTTCCCAAACCGGACTAATGA TCTGATTCAACCGG
長形 紫雲蛤	<i>Gari elongata</i>	GATGGGGGGTCAGCGCCTGCCCGGTGGTGTACTTAA CGGTCGCAGGATACTGTGCTAAGGTAGCATAATAGT TCGTCCCTTACTTGGGGAATAGTATGAATGGTCAGA TGGTGGAAAAGCTTTATTAAGTATAGGTTGAAAT TTACTTTTCGAGTGCAAAGGCTTGAATATATTTATTA CACGAGAAGACCCTGTTGAGCTTAGTAGTCCACAAG TCCGATAGGTTTGTGGCTTATATTTTTTCCGGGCTG AAAGGAACGGAAAGTTATTCCTTCTTGGTGAGTAAA GATCCAGCATGGTTGATAAGAGGAACATAGCTACCA CAGGGATAACAGCGCGATCCAGCTGTCAAGATCTTA TTTGAGGCTAGGGTTTTCGACCTCGATGTTGAATCA GGGTTTCTATTGGGTGTAGCAGCTCGGTAAGTAAGA CTGTTTCGTCTTATGAAATCTTAACTGATCTGATG
日本 囊對蝦	<i>Penaeus japonicus</i>	CCGGGGGTAAAGGTCTAAGCCTGCCCACTGATTTGT TTTAAAGGGCCGCGGTATATTGACCGTGCAAGGTA GCATAATCATTAGTCTTTTAATTGGAGGCTTGTATG AATGGTTGGACAAAAAGTAAGCTGTCTCGATTATAA TAATTGAACTTAACTTTTAAGTGAAAAGGCTTAAAT GTTTCAGGGGGACGATAAGACCCTATAAAGCTTGAC AATAACTTCGTTATATTATAAATTGTTAGTATAACT TGATTTTAAACGGGGGTTTGTTCGTTGGGGCGACGG GAATATAATAAATAACTGTTCTTTTAAATATAATTA CAAAAATGTTTGGTAAATAATTGATCCTCTATTAGA GATTAAGATTAAGTTACTTTAGGGATAACAGCGT AATCTTCTTTGAGAGTCCACATCGACAAGAAGGTTT GCGACCTCGATGTTGAATTAAGGTATCCTTATAATG CAGCAGTTATAAAGGAGGGTCTGTTTCGACCTTTAAA TCCTTACATGATCTGAGTTCAAACCGGA

附表 3、113 年度上半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/kg

上半年 113.06		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B /Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
無海草區—北	Nn1	3.40	3.37	0.28	0.37	3.32	0.35	0.27	0.25
	Nn2	1.88	1.85	0.34	0.37	1.81	0.36	0.29	0.23
	Nn3	1.60	1.58	0.16	0.24	1.56	0.20	0.19	0.13
	Nn4	1.86	1.83	0.27	0.27	1.79	0.29	0.20	0.19
海草密集區	Cd1	2.16	2.14	0.19	0.36	2.10	0.23	0.29	0.18
	Cd2	1.94	1.90	0.52	0.34	1.84	0.52	0.25	0.30
	Cd3	2.95	2.90	0.49	0.74	2.85	0.56	0.63	0.22
	Cd4	1.93	1.93	0.06	0.26	1.90	0.11	0.22	0.10
海草稀疏區	Sp1	2.59	2.57	0.10	0.37	2.54	0.16	0.30	0.18
	Sp2	2.54	2.52	0.10	0.47	2.49	0.18	0.40	0.14
	Sp3	2.05	2.05	0.01	0.13	2.01	0.04	0.07	0.19
	Sp4	1.61	1.60	0.11	0.28	1.58	0.15	0.24	0.12
無海草區—南	Sn1	2.46	2.45	0.08	0.40	2.42	0.16	0.34	0.09
	Sn2	2.35	2.35	0.07	0.34	2.32	0.14	0.28	0.13
	Sn3	3.90	3.89	0.08	0.54	3.84	0.20	0.45	0.19
	Sn4	3.28	3.26	0.10	0.50	3.22	0.19	0.42	0.19

附表 4、113 年度下半年海草床分布密集區與非密集區葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/kg

下半年 113.11		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B /Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
無海草區—北	Nn1	2.81	2.79	0.27	0.37	2.73	0.30	0.27	0.33
	Nn2	3.20	3.17	0.32	0.45	3.09	0.35	0.33	0.43
	Nn3	3.23	3.19	0.38	0.55	3.12	0.42	0.43	0.39
	Nn4	1.99	1.97	0.22	0.37	1.92	0.24	0.29	0.25
海草密集區	Cd1	2.99	2.99	0.07	0.43	2.94	0.14	0.35	0.21
	Cd2	4.16	4.16	0.02	0.31	4.11	0.13	0.23	0.20
	Cd3	4.17	4.16	0.07	0.45	4.10	0.17	0.35	0.27
	Cd4	3.71	3.69	0.15	0.45	3.63	0.22	0.34	0.31
海草稀疏區	Sp1	2.88	2.86	0.21	0.62	2.79	0.26	0.51	0.34
	Sp2	1.54	1.53	0.12	0.05	1.52	0.16	0.02	0.06
	Sp3	1.35	1.33	0.22	0.42	1.29	0.23	0.35	0.22
	Sp4	2.34	2.32	0.17	0.41	2.27	0.21	0.33	0.24
無海草區—南	Sn1	4.69	4.68	0.05	0.53	4.63	0.18	0.42	0.25
	Sn2	3.62	3.61	0.05	0.44	3.58	0.17	0.36	0.14
	Sn3	2.73	2.72	0.11	0.42	2.68	0.18	0.34	0.18
	Sn4	3.26	3.25	0.07	0.44	3.21	0.16	0.35	0.21

附表 5、113 年度控制樣點葉綠素含量分析結果表
表中數字單位為 mg/kg

		NIEA E509.02C	NIEA E507.04B / Jeffrey & Humphrey (1975)			Ritchie (2008)			
			葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 a	葉綠素 b	葉綠素 c	葉綠素 d
上半年 113.06									
賞蟹步道北	N1	2.31	2.27	0.50	0.40	2.21	0.52	0.30	0.31
	N2	2.32	2.30	0.23	0.36	2.26	0.27	0.28	0.24
	N3	2.30	2.27	0.40	0.43	2.20	0.41	0.32	0.35
賞蟹步道南	S1	4.36	4.29	0.85	0.88	4.15	0.85	0.66	0.78
	S2	4.40	4.37	0.33	0.53	4.30	0.42	0.40	0.33
	S3	2.52	2.49	0.33	0.38	2.44	0.36	0.29	0.28
下半年 113.11									
賞蟹步道北	N1	1.58	1.56	0.61	0.76	1.52	0.26	0.24	0.16
	N2	2.72	2.70	0.62	1.10	2.65	0.29	0.34	0.28
	N3	2.02	2.00	0.45	0.91	1.95	0.20	0.28	0.26
賞蟹步道南	S1	2.67	2.64	0.92	1.04	2.59	0.40	0.31	0.28
	S2	2.58	2.57	0.29	0.78	2.53	0.17	0.24	0.19
	S3	1.78	1.75	0.69	0.85	1.71	0.29	0.26	0.25

附表 6、本年度各海草底質調查樣區稀釋曲線與名錄覆蓋度推算結果表
數據表示方法為：估計值 (95%信賴區間下界, 95%信賴區間上界)。

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
北側無海草區	稀釋化	1 (1, 1)	0.09 (0.06, 0.11)
	稀釋化	3.51 (3.39, 3.63)	0.3 (0.24, 0.36)
	稀釋化	5.44 (5.12, 5.76)	0.46 (0.39, 0.53)
	稀釋化	6.93 (6.39, 7.47)	0.58 (0.51, 0.65)
	稀釋化	8.09 (7.35, 8.84)	0.67 (0.6, 0.74)
	稀釋化	9.28 (8.27, 10.28)	0.75 (0.69, 0.82)
	稀釋化	9.97 (8.79, 11.15)	0.8 (0.74, 0.86)
	稀釋化	10.53 (9.19, 11.87)	0.83 (0.77, 0.9)
	稀釋化	11 (9.51, 12.5)	0.86 (0.8, 0.92)
	稀釋化	11.53 (9.84, 13.21)	0.88 (0.83, 0.94)
	稀釋化	11.86 (10.04, 13.69)	0.9 (0.84, 0.95)
	稀釋化	12.16 (10.2, 14.12)	0.91 (0.85, 0.96)
	稀釋化	12.44 (10.35, 14.53)	0.91 (0.86, 0.97)
	稀釋化	12.69 (10.47, 14.92)	0.92 (0.87, 0.97)
	稀釋化	13.01 (10.61, 15.4)	0.92 (0.87, 0.98)
	稀釋化	13.23 (10.71, 15.76)	0.93 (0.87, 0.98)
	稀釋化	13.45 (10.8, 16.1)	0.93 (0.88, 0.98)
	稀釋化	13.66 (10.88, 16.44)	0.93 (0.88, 0.98)
	稀釋化	13.93 (10.98, 16.88)	0.93 (0.88, 0.99)
	實際觀察值	14 (11.01, 16.99)	0.93 (0.88, 0.99)
	外推	14.07 (11.03, 17.1)	0.93 (0.88, 0.99)
	外推	14.26 (11.09, 17.43)	0.94 (0.88, 0.99)
	外推	14.45 (11.14, 17.76)	0.94 (0.88, 0.99)
	外推	14.64 (11.19, 18.08)	0.94 (0.89, 0.99)
	外推	14.82 (11.24, 18.4)	0.94 (0.89, 0.99)
	外推	14.99 (11.28, 18.71)	0.94 (0.89, 1)
	外推	15.17 (11.31, 19.02)	0.94 (0.89, 1)
	外推	15.33 (11.34, 19.32)	0.95 (0.89, 1)
	外推	15.5 (11.37, 19.62)	0.95 (0.89, 1)
	外推	15.66 (11.39, 19.92)	0.95 (0.9, 1)
	外推	15.86 (11.42, 20.3)	0.95 (0.9, 1)

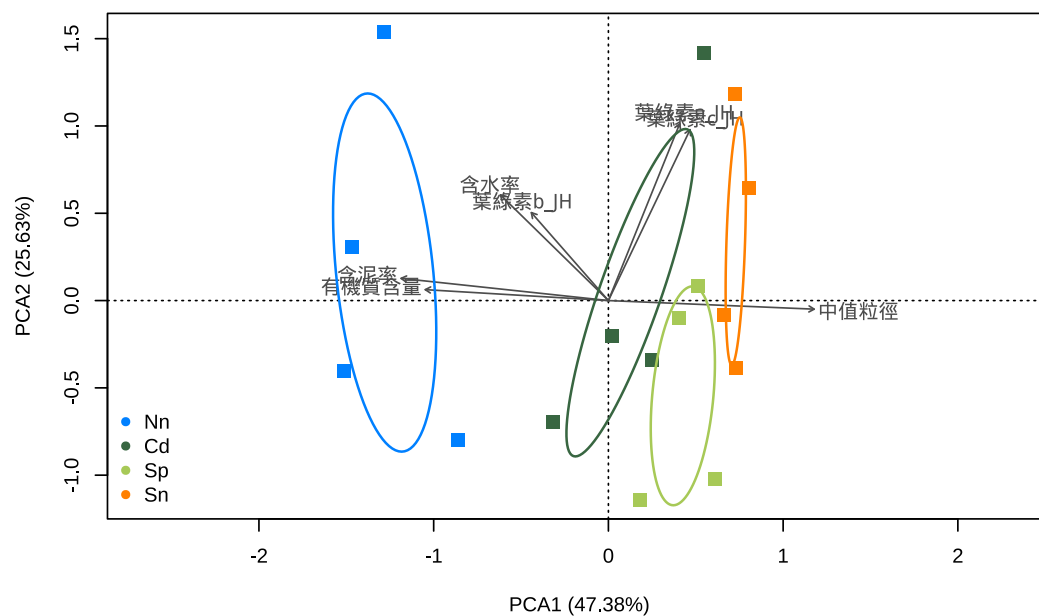
樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	外推	16.01 (11.44, 20.59)	0.95 (0.9, 1)
	外推	16.16 (11.45, 20.86)	0.95 (0.9, 1)
	外推	16.3 (11.46, 21.14)	0.95 (0.9, 1)
	外推	16.44 (11.47, 21.41)	0.95 (0.91, 1)
	外推	16.58 (11.48, 21.67)	0.96 (0.91, 1)
	外推	16.71 (11.49, 21.93)	0.96 (0.91, 1)
	外推	16.84 (11.49, 22.18)	0.96 (0.91, 1)
	外推	16.96 (11.5, 22.43)	0.96 (0.91, 1)
	外推	17.13 (11.5, 22.75)	0.96 (0.92, 1)
海草密集區	稀釋化	1 (1, 1)	0.09 (0.08, 0.11)
	稀釋化	9.25 (8.76, 9.73)	0.62 (0.58, 0.65)
	稀釋化	13.87 (13, 14.73)	0.75 (0.73, 0.78)
	稀釋化	17.04 (15.93, 18.16)	0.82 (0.8, 0.84)
	稀釋化	19.27 (17.97, 20.57)	0.86 (0.84, 0.88)
	稀釋化	21.12 (19.66, 22.58)	0.89 (0.88, 0.91)
	稀釋化	22.57 (20.96, 24.18)	0.91 (0.9, 0.93)
	稀釋化	23.73 (21.99, 25.46)	0.93 (0.92, 0.95)
	稀釋化	24.6 (22.76, 26.44)	0.94 (0.93, 0.96)
	稀釋化	25.36 (23.42, 27.31)	0.95 (0.94, 0.97)
	稀釋化	25.98 (23.95, 28.02)	0.96 (0.95, 0.97)
	稀釋化	26.46 (24.35, 28.56)	0.97 (0.96, 0.98)
	稀釋化	26.87 (24.69, 29.05)	0.98 (0.97, 0.99)
	稀釋化	27.2 (24.96, 29.44)	0.98 (0.97, 0.99)
	稀釋化	27.46 (25.17, 29.76)	0.98 (0.98, 0.99)
	稀釋化	27.66 (25.32, 29.99)	0.99 (0.98, 1)
	稀釋化	27.81 (25.43, 30.2)	0.99 (0.98, 1)
	稀釋化	27.92 (25.49, 30.35)	0.99 (0.98, 1)
	稀釋化	28 (25.53, 30.47)	1 (0.99, 1)
	實際觀察值	28 (25.53, 30.47)	1 (0.99, 1)
	外推	28 (25.53, 30.48)	1 (0.99, 1)
	外推	28.04 (25.53, 30.56)	1 (0.99, 1)
	外推	28.07 (25.51, 30.62)	1 (0.99, 1)
	外推	28.08 (25.48, 30.67)	1 (0.99, 1)
	外推	28.09 (25.45, 30.72)	1 (0.99, 1)

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	外推	28.09 (25.41, 30.77)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.37, 30.82)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.33, 30.86)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.29, 30.91)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.24, 30.96)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.19, 31)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.15, 31.05)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.1, 31.1)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.05, 31.14)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (25.01, 31.19)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (24.96, 31.24)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (24.92, 31.28)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (24.87, 31.33)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (24.83, 31.37)	1 (0.99, 1)
	外推	28.1 (24.78, 31.42)	1 (0.99, 1)
海草稀疏區	稀釋化	1 (1, 1)	0.09 (0.06, 0.11)
	稀釋化	6.72 (6.29, 7.14)	0.46 (0.4, 0.52)
	稀釋化	10.77 (9.88, 11.65)	0.64 (0.59, 0.68)
	稀釋化	13.62 (12.4, 14.84)	0.73 (0.69, 0.77)
	稀釋化	15.76 (14.28, 17.24)	0.79 (0.76, 0.83)
	稀釋化	17.43 (15.74, 19.11)	0.84 (0.81, 0.86)
	稀釋化	18.75 (16.91, 20.6)	0.87 (0.85, 0.89)
	稀釋化	19.72 (17.76, 21.68)	0.89 (0.87, 0.91)
	稀釋化	20.63 (18.56, 22.71)	0.91 (0.89, 0.93)
	稀釋化	21.4 (19.23, 23.57)	0.92 (0.9, 0.94)
	稀釋化	22.05 (19.79, 24.3)	0.93 (0.92, 0.95)
	稀釋化	22.6 (20.26, 24.95)	0.94 (0.92, 0.96)
	稀釋化	23.09 (20.66, 25.51)	0.95 (0.93, 0.97)
	稀釋化	23.46 (20.96, 25.97)	0.96 (0.94, 0.98)
	稀釋化	23.84 (21.24, 26.44)	0.96 (0.94, 0.98)
	稀釋化	24.17 (21.47, 26.88)	0.97 (0.94, 0.99)
	稀釋化	24.47 (21.66, 27.28)	0.97 (0.95, 0.99)
	稀釋化	24.74 (21.81, 27.67)	0.97 (0.95, 0.99)
	稀釋化	24.98 (21.92, 28.03)	0.98 (0.95, 1)

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	實際觀察值	25 (21.93, 28.07)	0.98 (0.95, 1)
	外推	25.02 (21.94, 28.11)	0.98 (0.95, 1)
	外推	25.21 (22.01, 28.41)	0.98 (0.95, 1)
	外推	25.38 (22.05, 28.71)	0.98 (0.96, 1)
	外推	25.55 (22.08, 29.02)	0.98 (0.96, 1)
	外推	25.68 (22.08, 29.29)	0.98 (0.96, 1)
	外推	25.82 (22.07, 29.57)	0.99 (0.96, 1)
	外推	25.93 (22.05, 29.81)	0.99 (0.96, 1)
	外推	26.03 (22.02, 30.04)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.13 (21.98, 30.29)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.21 (21.93, 30.5)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.3 (21.87, 30.72)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.36 (21.81, 30.91)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.43 (21.74, 31.12)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.48 (21.67, 31.29)	0.99 (0.97, 1)
	外推	26.53 (21.6, 31.46)	0.99 (0.98, 1)
	外推	26.58 (21.51, 31.64)	0.99 (0.98, 1)
	外推	26.62 (21.44, 31.79)	1 (0.98, 1)
	外推	26.66 (21.35, 31.96)	1 (0.98, 1)
	外推	26.69 (21.27, 32.1)	1 (0.98, 1)
	外推	26.72 (21.18, 32.25)	1 (0.98, 1)
南側無海草區	稀釋化	1 (1, 1)	0.09 (0.07, 0.11)
	稀釋化	5.36 (5.12, 5.61)	0.47 (0.42, 0.52)
	稀釋化	8.01 (7.48, 8.54)	0.66 (0.62, 0.71)
	稀釋化	9.75 (8.99, 10.5)	0.77 (0.73, 0.81)
	稀釋化	10.97 (10.03, 11.9)	0.83 (0.8, 0.86)
	稀釋化	11.87 (10.79, 12.95)	0.87 (0.84, 0.9)
	稀釋化	12.67 (11.46, 13.88)	0.9 (0.88, 0.92)
	稀釋化	13.21 (11.92, 14.51)	0.92 (0.9, 0.94)
	稀釋化	13.66 (12.29, 15.03)	0.93 (0.91, 0.95)
	稀釋化	14.04 (12.61, 15.47)	0.94 (0.93, 0.96)
	稀釋化	14.37 (12.88, 15.86)	0.95 (0.93, 0.97)
	稀釋化	14.66 (13.12, 16.2)	0.96 (0.94, 0.97)
	稀釋化	14.95 (13.36, 16.55)	0.96 (0.95, 0.98)

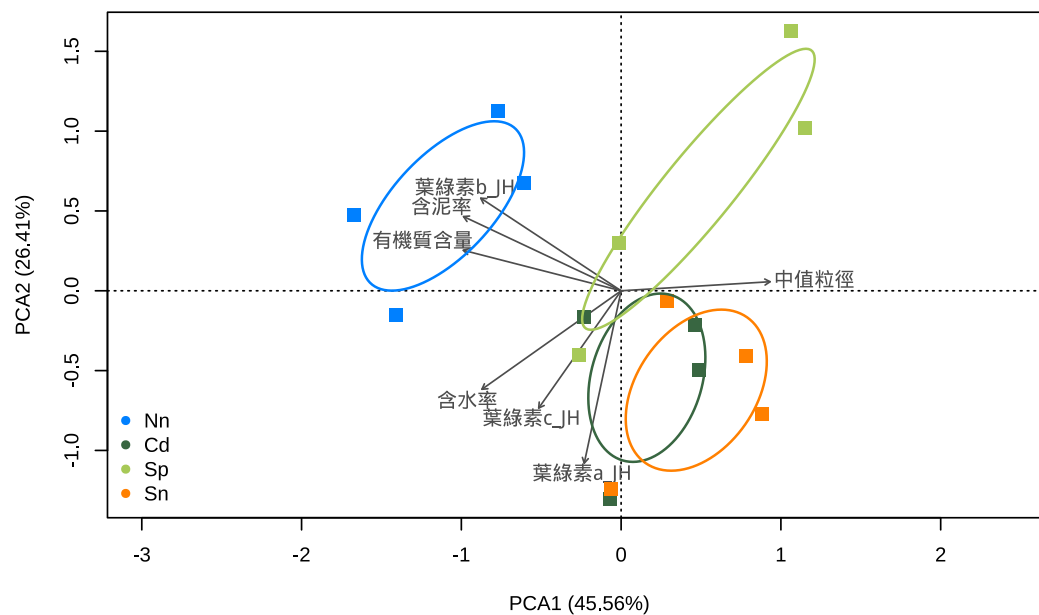
樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	稀釋化	15.18 (13.54, 16.81)	0.97 (0.95, 0.98)
	稀釋化	15.37 (13.7, 17.05)	0.97 (0.95, 0.98)
	稀釋化	15.55 (13.83, 17.27)	0.97 (0.96, 0.99)
	稀釋化	15.71 (13.95, 17.47)	0.98 (0.96, 0.99)
	稀釋化	15.84 (14.05, 17.64)	0.98 (0.96, 1)
	稀釋化	15.98 (14.13, 17.83)	0.98 (0.96, 1)
	實際觀察值	16 (14.14, 17.86)	0.98 (0.96, 1)
	外推	16.02 (14.15, 17.88)	0.98 (0.96, 1)
	外推	16.1 (14.19, 18)	0.99 (0.97, 1)
	外推	16.18 (14.23, 18.13)	0.99 (0.97, 1)
	外推	16.25 (14.25, 18.25)	0.99 (0.97, 1)
	外推	16.31 (14.26, 18.36)	0.99 (0.97, 1)
	外推	16.36 (14.26, 18.46)	0.99 (0.98, 1)
	外推	16.41 (14.26, 18.55)	0.99 (0.98, 1)
	外推	16.44 (14.25, 18.64)	0.99 (0.98, 1)
	外推	16.47 (14.23, 18.72)	1 (0.98, 1)
	外推	16.5 (14.21, 18.79)	1 (0.98, 1)
	外推	16.52 (14.19, 18.85)	1 (0.98, 1)
	外推	16.54 (14.17, 18.92)	1 (0.98, 1)
	外推	16.56 (14.14, 18.98)	1 (0.99, 1)
	外推	16.57 (14.11, 19.04)	1 (0.99, 1)
	外推	16.59 (14.08, 19.09)	1 (0.99, 1)
	外推	16.6 (14.05, 19.15)	1 (0.99, 1)
	外推	16.61 (14.02, 19.2)	1 (0.99, 1)
	外推	16.61 (13.99, 19.24)	1 (0.99, 1)
	外推	16.62 (13.95, 19.29)	1 (0.99, 1)
	外推	16.63 (13.92, 19.33)	1 (0.99, 1)

香山濕地上半年(夏)海草密集與非密集區底質多變量分析結果

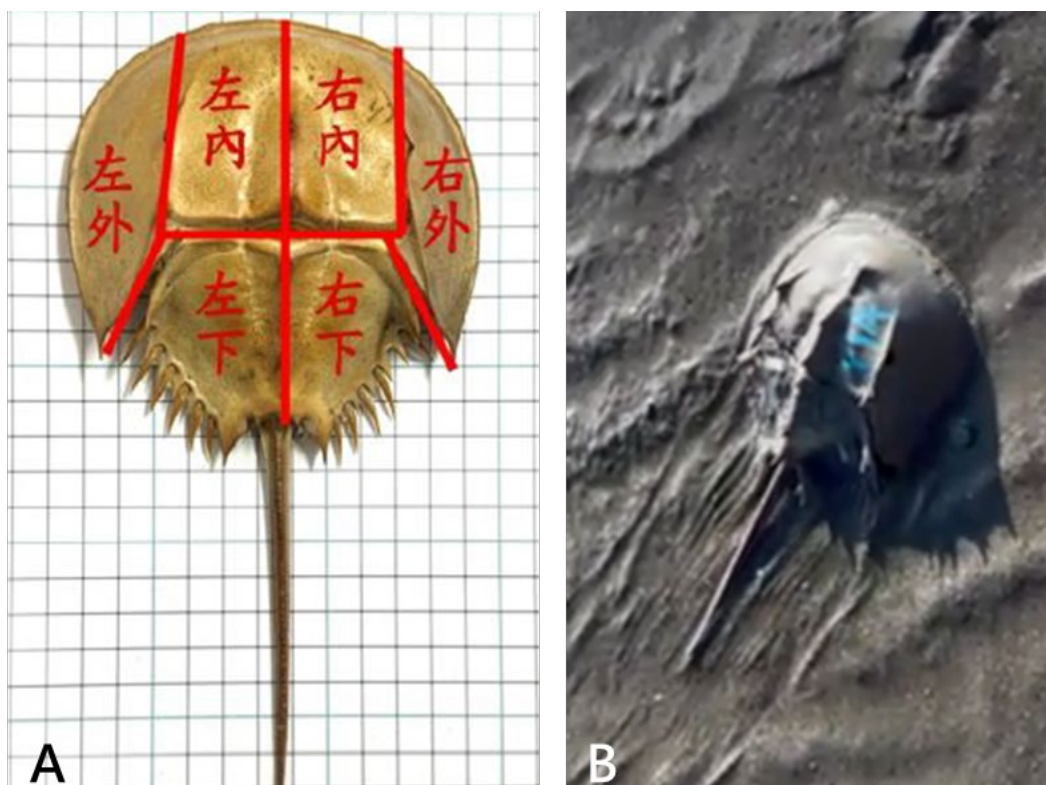


附圖 1、113 年上半年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖

香山濕地下半年(冬)海草密集與非密集區底質多變量分析結果



附圖 2、113 年下半年各海草分布底質樣區主成分分析結果圖



附圖 3、幼蟹標記示意照片

A 取自張懿 (2023) 之幼蟹背甲標記部位說明。

B 本計畫沿用海洋保育署之標記方式，標於背甲左右的內側與下側。



附圖 4、鴨嘴海豆芽證據標本照片



附圖 5、粉紅櫻蛤證據標本照片

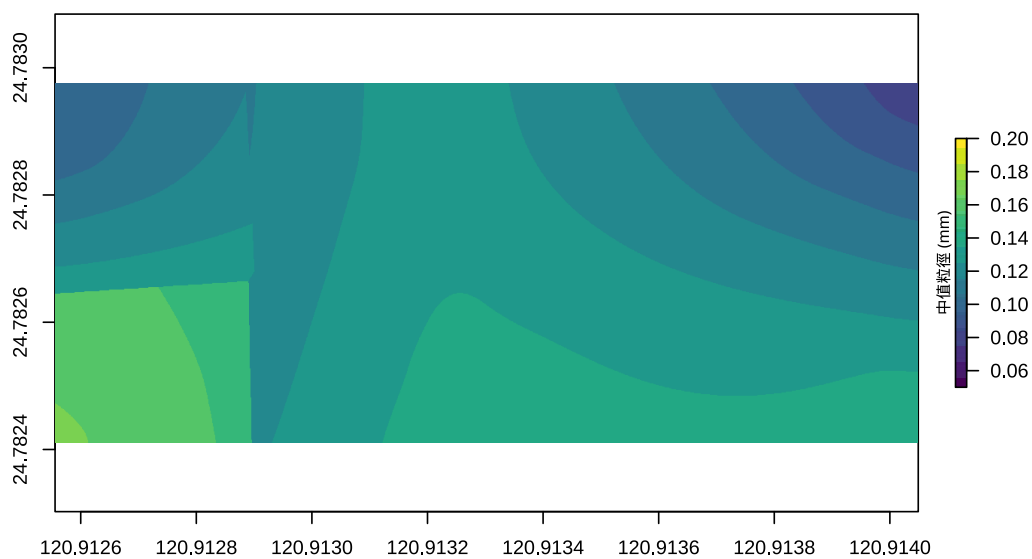


附圖 6、長螯活額寄居蟹證據標本照



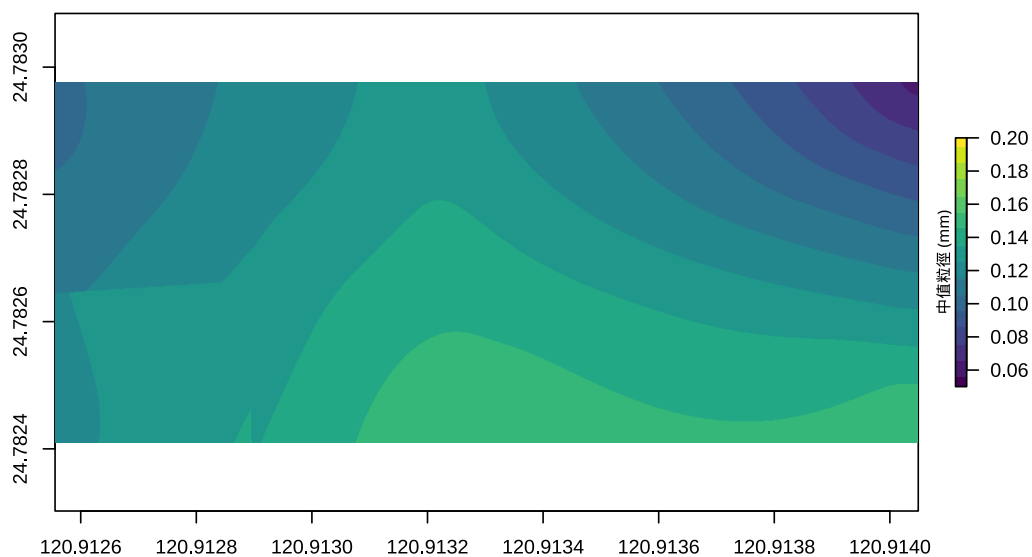
附圖 7、吻沙蠶證據標本照片

2018年冬季賞蟹步道底質中值粒徑內插結果



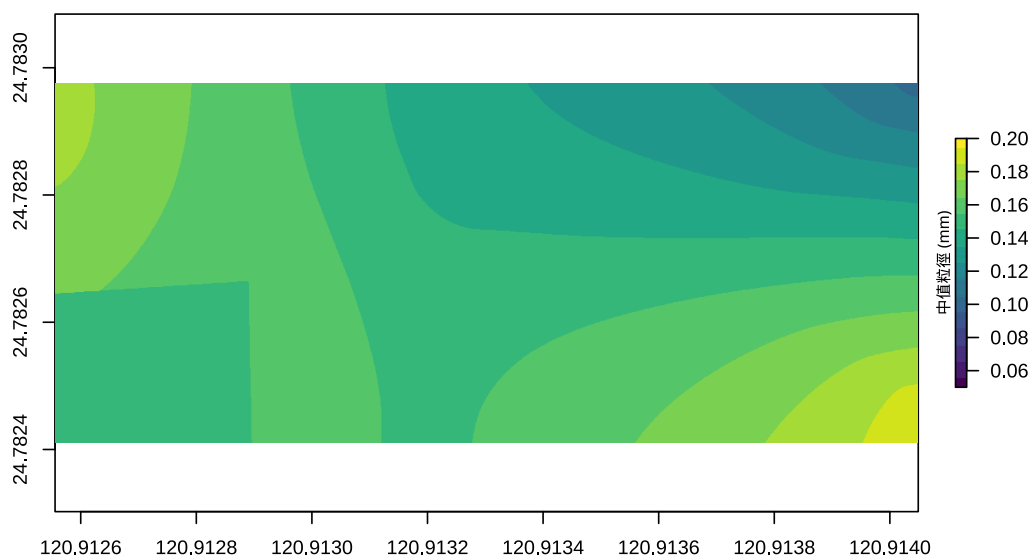
附圖 8、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖

2019年夏季賞蟹步道底質中值粒徑內插結果



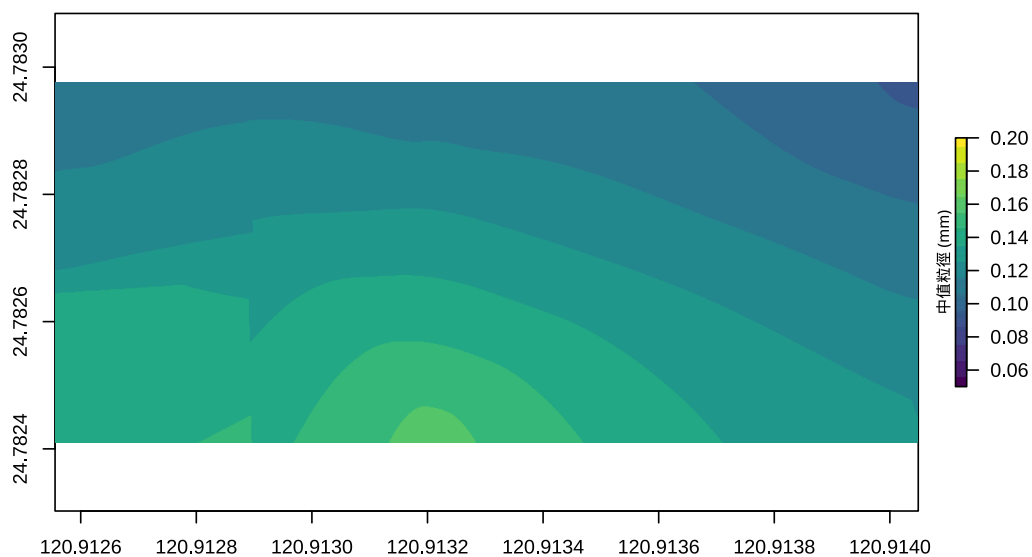
附圖 9、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖

2024年夏季賞蟹步道底質中值粒徑內插結果



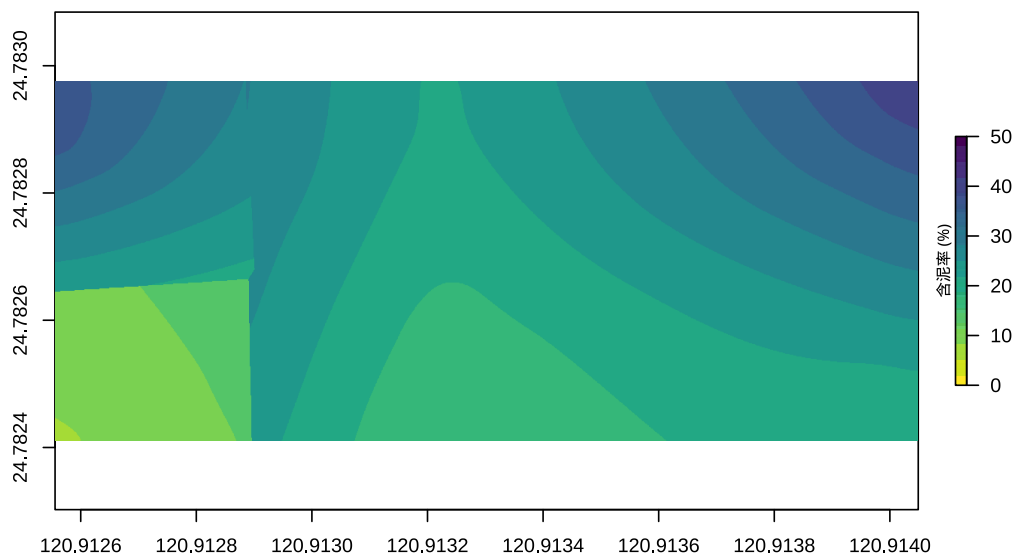
附圖 10、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖

2024年冬季賞蟹步道底質中值粒徑內插結果



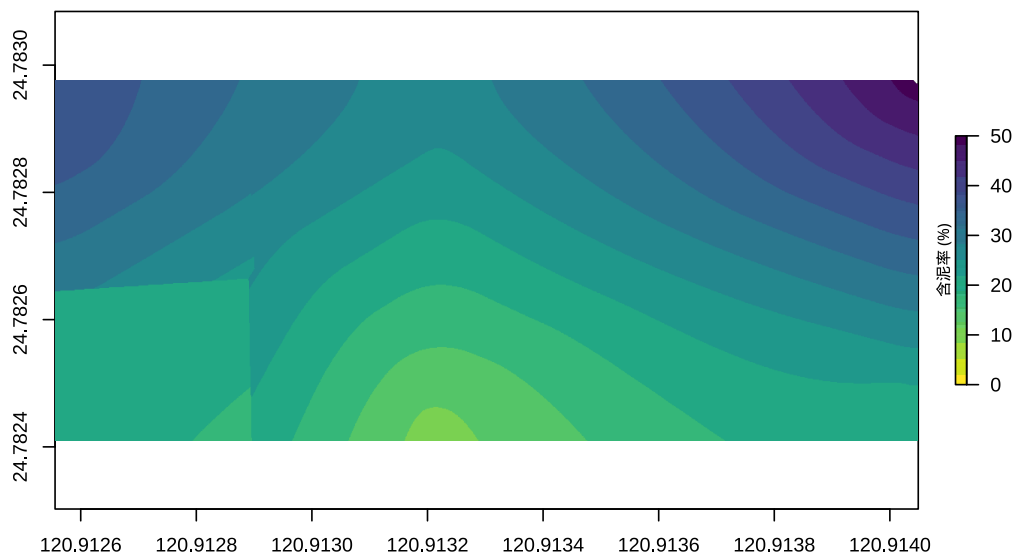
附圖 11、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質中值粒徑內插結果圖

2018年冬季賞蟹步道底質含泥率內插結果



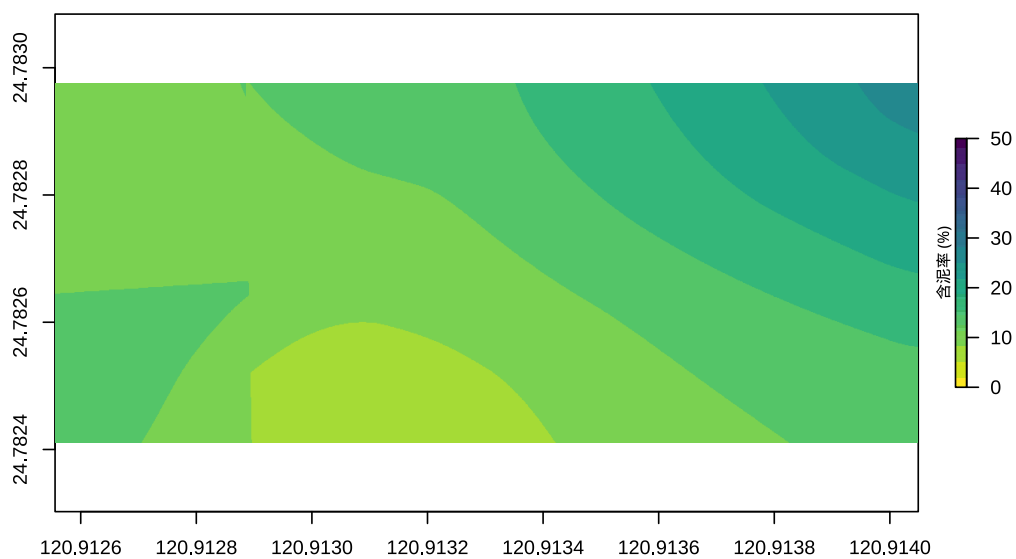
附圖 12、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖

2018年夏季賞蟹步道底質含泥率內插結果



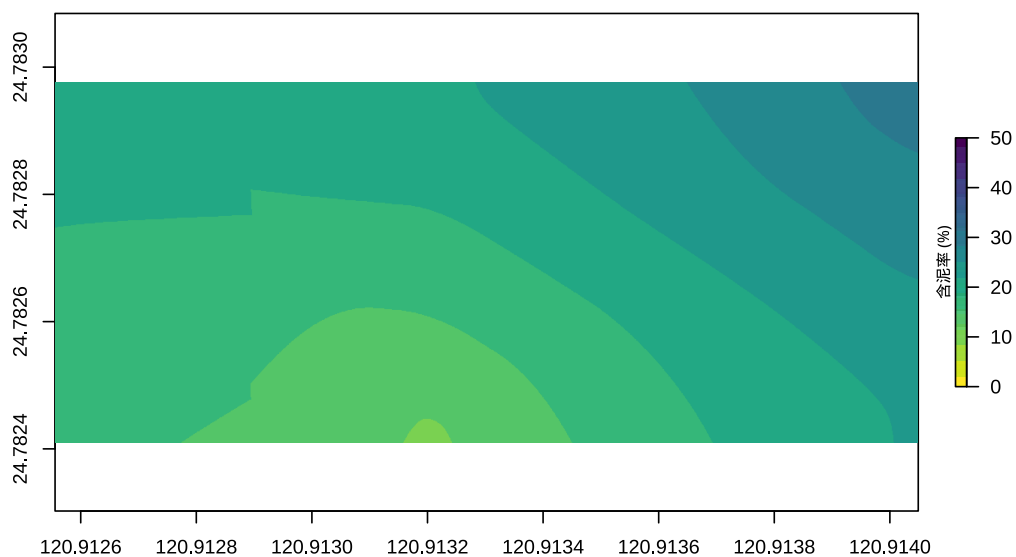
附圖 13、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖

2024年夏季賞蟹步道底質含泥率內插結果



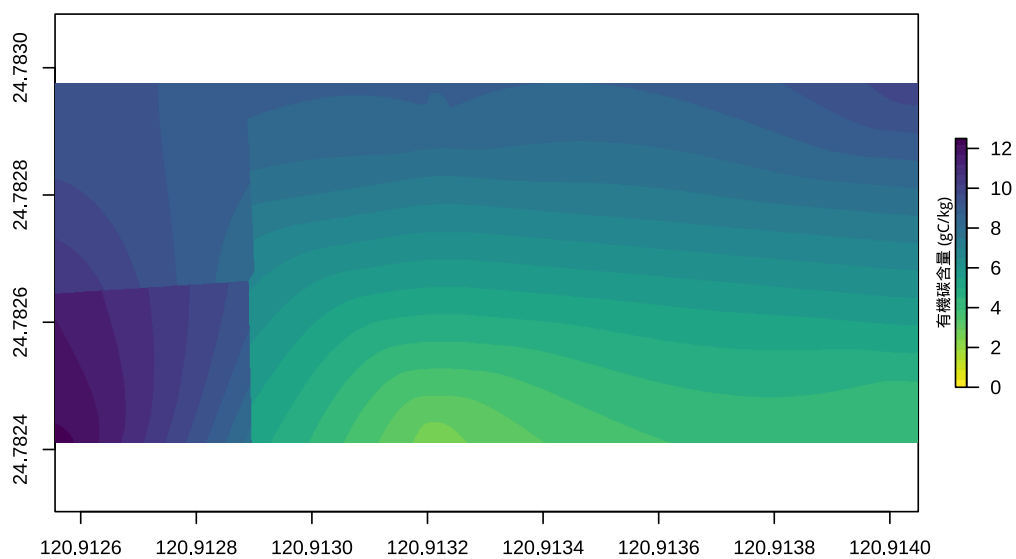
附圖 14、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖

2024年冬季賞蟹步道底質含泥率內插結果



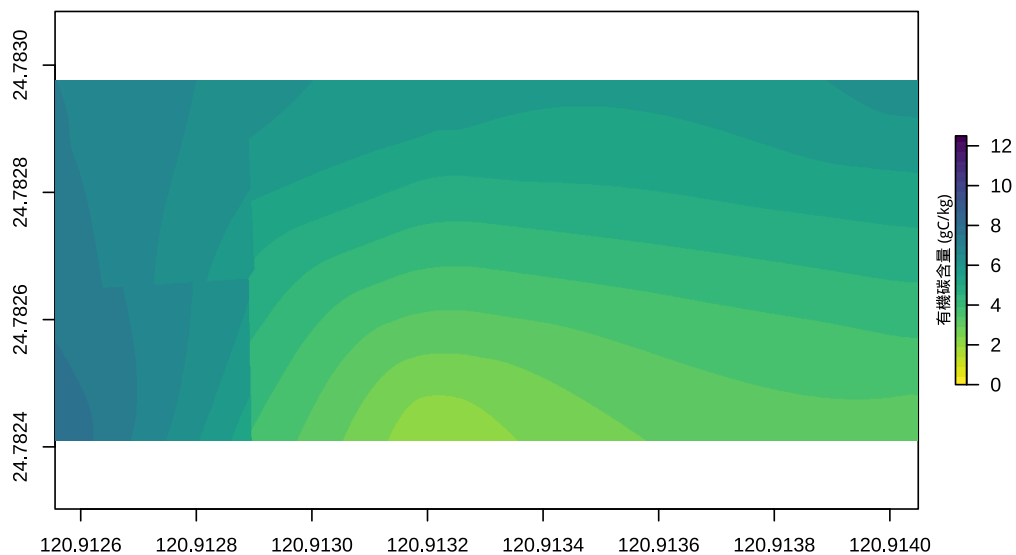
附圖 15、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質含泥率內插結果圖

2018年冬季賞蟹步道底質有機碳含量內插結果

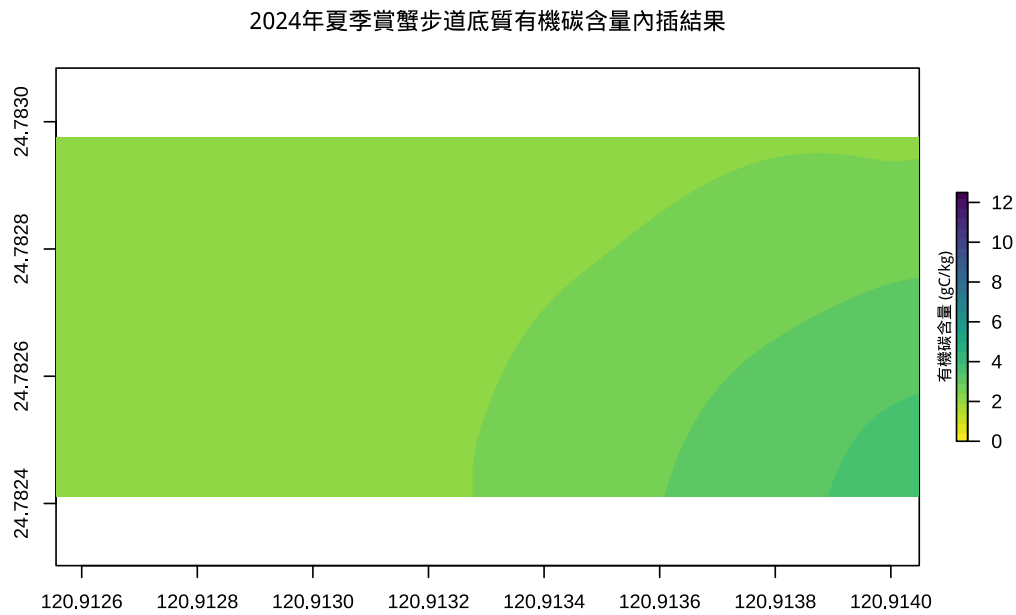


附圖 16、107 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖

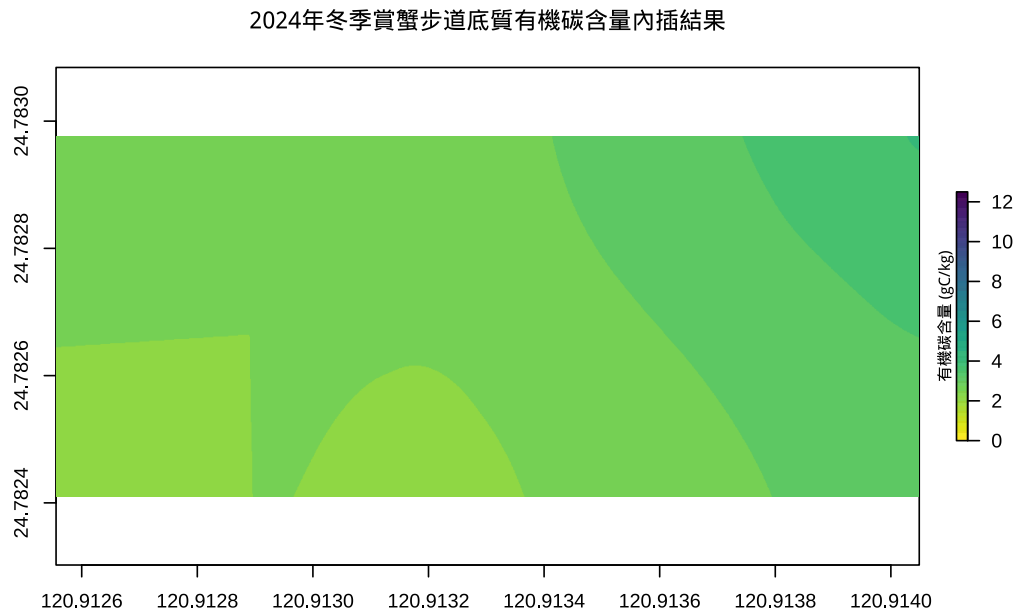
2019年夏季賞蟹步道底質有機碳含量內插結果



附圖 17、108 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖



附圖 18、113 年度夏季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖



附圖 19、113 年度冬季賞蟹步道控制樣點底質有機碳含量內插結果圖

計畫參與人員

計畫主持人：張筱筠

研究助理：張景淞

研究人員：趙嘉詳、郭俊佐