

新竹市政府

114 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 四 年 十 二 月



## 摘 要

本計畫於新竹市香山濕地（國家級），針對具高度保育價值之三棘鰲 (*Tachypleus tridentatus*) 幼體族群與甘藻 (*Zostera japonica*) 海草床，進行為期一年的系統性生態調查與整合分析，旨在掌握香山濕地三棘鰲幼體之分布現況、數量結構與棲地特性，並釐清海草床之四季分布範圍、生產力表現及其生態功能，作為後續長期監測與保育管理規劃之基礎。

本研究延續既有調查架構，透過固定樣區與穿越線調查方式，於 114 年度共記錄幼鰲 30 隻次，主要分布於賞蟹步道外及鄰近灘地，幼鰲背甲寬介於 20 - 65 mm，推估齡期多集中於 4 - 9 齡，顯示香山濕地具有提供幼鰲成長棲息之環境條件，且極可能有自然添入之幼鰲。幼鰲出現熱區於時間與空間上皆呈現高度集中現象，且與海草床分布區域明顯重疊。

海草床調查結果顯示，114 年度甘藻床分布面積隨季節呈現明顯變動，全年分布面積介於 23.8 - 47.4 公頃，生長旺盛期集中於春末。比較海草床分布密集區、稀疏區與無海草區之底棲動物群聚與底質環境特徵，結果顯示海草床密集區底質具較高之葉綠素 a 與有機碳含量，底棲動物組成亦與其他區域顯著不同，具有軟體動物與多毛類之指標物種。多變量分析結果指出，底質 5 公分內中值粒徑、葉綠素含量與 5 - 10 公分有效粒徑為影響底棲動物群聚結構及幼鰲棲地選擇之關鍵環境因子。

整體而言，本計畫除補充香山濕地三棘鰲幼體族群與海草床生態功能之最新量化資料外，亦凸顯海草床於幼鰲棲地維繫與潮間帶生態系運作中的關鍵角色，相關成果可作為未來三棘鰲保育策略、海草床復育評估及長期生態監測之重要科學依據。本計畫建議未來應持續監測底質葉綠素之時空變化，作為評估幼鰲棲地品質的重要指標。本計畫彙整調查資料，建議調整未來調查樣區位置，並研擬海草復育策略及棲地調整規劃，以期強化香山濕地作為臺灣島三棘鰲重要育幼場之功能，達成濕地永續保育之目標。



## Abstract

This project was conducted at the nationally designated Siangshan Wetland, comprising a one-year systematic ecological survey and integrative analysis focusing on the juvenile population of the tri-spine horseshoe crab (*Tachypleus tridentatus*) and the seagrass meadows (*Zostera japonica*). The study aimed to characterize the spatial distribution, population structure, and habitat attributes of juvenile horseshoe crabs, while elucidating the seasonal dynamics, productivity, and ecological functions of the seagrass beds to provide a scientific basis for long-term monitoring and conservation management.

Building upon existing frameworks, this study employed fixed-area sampling and transect-based surveys. During the 2025 survey period, a total of 30 occurrences of juvenile horseshoe crabs were recorded, primarily distributed in the intertidal flats seaward of the Crab-Viewing Trail. Juvenile prosomal widths ranged from 20–65 mm (instars 4–9), indicating that the Siangshan Wetland provides suitable environmental conditions for growth and likely supports natural recruitment. Spatial and temporal analyses revealed that juvenile occurrence hotspots were highly aggregated and exhibited substantial overlap with seagrass distribution areas.

Seagrass surveys demonstrated pronounced seasonal fluctuations in the extent of *Z. japonica* meadows, with total coverage ranging from 23.8 to 47.4 ha and peak growth occurring in late spring. Comparisons among dense, sparse, and unvegetated zones revealed marked differences in benthic faunal assemblages and sedimentary characteristics. Dense seagrass areas exhibited higher sediment chlorophyll a and organic carbon concentrations; their benthic communities also differed significantly from other zones, with mollusks and polychaetes serving as characteristic indicator taxa.

Multivariate analyses identified median grain size (upper 5 cm), sediment chlorophyll a content, and effective grain size (5–10 cm layer) as key environmental factors influencing benthic community structure and habitat selection.

Overall, this project provides updated quantitative data, underscoring the critical role of seagrass habitats in sustaining juvenile horseshoe crab populations and supporting intertidal ecosystem processes. These findings offer an important scientific foundation for future conservation strategies and restoration assessments. It is recommended that future efforts continue to monitor the spatiotemporal dynamics of sediment chlorophyll a as a key habitat indicator, refine survey area placement, and develop targeted seagrass restoration strategies to strengthen the function of the Siangshan Wetland as a critical nursery ground for horseshoe crabs on the main island of Taiwan, advancing the goal of sustainable wetland conservation.

## 目 錄

壹、前言 .....	1
一、計畫標的：三棘鰲 .....	3
二、計畫標的：海草床 .....	7
貳、計畫目標及工作項目 .....	10
參、執行方法及步驟 .....	11
一、樣區劃設 .....	11
二、研究方法 .....	17
(一) 幼鰲出現熱區調查與幼鰲族群量估計 .....	17
(二) 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄 .....	18
(三) 海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態之異同調查 .....	19
(四) 海草床分布密集區與其他區域底質環境因子之異同調查 .....	20
三、樣本分析與資料統計方法 .....	21
(一) 幼鰲齡期估算方法 .....	21
(二) 粒徑樣本分析方法 .....	22
(三) 有機質樣本分析方法 .....	24
(四) 葉綠素 a 樣本分析方法 .....	26
(五) 生物樣本鑑定方法 .....	28
(六) 海草生產力測定方法 .....	30
(七) 資料統計分析方法 .....	32
肆、結果 .....	34

一、 幼鸞出現熱區調查結果 .....	34
(一) 幼鸞數量調查 .....	34
(二) 各樣區環境參數量測結果 .....	40
二、 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查 .....	47
(一) 海草床分布範圍變化與物候調查結果 .....	47
(二) 海草生產量分析結果 .....	50
三、 海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚之異同調查結果 .....	53
(一) 各區底棲動物生物多樣性概況 .....	53
(二) 各區底棲動物群聚多變量分析結果 .....	59
(三) 各區底棲動物指標物種分析 .....	61
四、 海草床分布密集區與其他區域底質環境因子之異同調查結果 .....	63
(一) 海草床分布區內外底質特徵調查結果 .....	63
(二) 底質多變量分析結果 .....	72
(三) 底質與底棲生物交互分析結果 .....	74
(四) 控制樣點底質狀態監測結果 .....	76
<b>伍、 討論 .....</b>	<b>79</b>
一、 三棘鸞相關調查 .....	79
二、 海草床相關調查 .....	80
三、 香山濕地三棘鸞與海草床分布之相關性討論 .....	83
<b>陸、 概要與建議 .....</b>	<b>87</b>
一、 幼鸞調查概要與建議 .....	87



二、海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查概要與建議 .....	87
三、海草床樣區調查概要與建議 .....	88
四、綜合建議 .....	89
<b>柒、參考文獻 .....</b>	<b>95</b>
一、參考法規 .....	95
二、參考文獻 .....	96
<b>捌、委員意見回覆與處理情形回應 .....</b>	<b>102</b>
一、期中委員意見回覆與處理情形回應對照表 .....	102
二、期末委員意見回覆與處理情形回應對照表 .....	104
<b>附錄 107</b>	
<b>計畫參與人員 .....</b>	<b>121</b>

## 表目錄

表 1、香山濕地歷年鸞出現與調查紀錄彙整表.....	5
表 2、國內外甘藻生產力比較表。.....	8
表 3、幼鸞出現熱區調查區域與樣點座標彙整表。.....	12
表 4、海草床調查區域頂點與樣點座標彙整表。.....	15
表 5、國內幼鸞背甲前體寬分齡研究結果彙整表.....	21
表 6、底質標準篩分離之粒徑分類表。.....	23
表 7、本年度 4 至 10 月幼鸞背甲寬紀錄表。.....	35
表 8、本年度調查隨機訪問結果整理表。.....	38
表 9、本年度與 113 年度幼鸞調查樣區環境調查結果表。.....	42
表 10、各幼鸞調查樣區環境綜合描述表。.....	46
表 11、113 至 114 年度海草床分布面積統計表。.....	47
表 12、本年度海草生產力量測結果表。.....	51
表 13、114 年上半年度各海草床樣區底棲動物名錄。.....	53
表 14、各樣區指標動物分析結果表。.....	61
表 15、114 年度上半年海草床樣區底質檢測結果表。.....	63
表 16、114 年度下半年海草床樣區底質檢測結果表。.....	64
表 17、114 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。 .....	65
表 18、114 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。 .....	66
表 19、114 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。 .....	76
表 20、幼鸞調查樣區頂點座標與調查方法調整前後比較表。.....	90
表 21、海草調查樣區頂點座標調整前後比較表。.....	92
附表 1、各幼鸞調查樣區調查樣線端點座標表。.....	107
附表 2、ASTM 152H 比重計讀值與有效深度 L 值之關係表。.....	109

附表 3、粒徑量測沉降法之 k 值與溫度及土壤密度 Gs 之關係表。 .....	110
附表 4、相對 20°C 的比重修正因數表。 .....	111
附表 5、本計畫進行 DNA 分子鑑定之物種與序列表 .....	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。 ....	113
附表 7、本年度各樣點底棲動物群聚相似性表。 .....	118

## 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鰲個體。.....	9
圖 3、幼鰲出現熱區調查規劃樣區圖。.....	11
圖 4、幼鰲調查穿越線規劃圖。.....	13
圖 5、海草床調查樣區畫設規劃圖。.....	14
圖 6、本年度海草生產量測定測點位置。.....	18
圖 7、海草生長速率測定樣區示意圖。.....	19
圖 8、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。.....	20
圖 9、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。.....	22
圖 10、海草各部位名稱示意圖。.....	30
圖 11、本年度香山濕地幼鰲出現位置圖。.....	34
圖 12、本年度 4–10 月幼鰲背甲寬頻度分布圖。.....	36
圖 13、本年度 4–10 月幼鰲背甲寬頻度轉換齡期分布圖。.....	36
圖 14、本年度樣區內、外幼鰲背甲寬比較圖。.....	37
圖 15、民眾提供定置漁場混獲的成鰲影片截圖。.....	39
圖 16、114 年度海草床分布範圍調查結果圖。.....	48
圖 17、113 至 114 年度海草床分布範圍變化圖。.....	49
圖 18、不同分區甘藻全年單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖。.....	50
圖 19、114 與 113 年度甘藻單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖。 .....	52
圖 20、114 年度各樣區底棲生物調查結果 (A) 稀釋曲線與 (B) 覆蓋度圖。..	57
圖 21、114 年度各樣區底棲生物調查生物多樣性剖面圖。.....	58
圖 22、114 年度底棲動物 NMDS 結果圖。.....	59
圖 23、113 至 114 年度底棲動物 NMDS 結果圖。.....	60
圖 24、114 與 113 年度各樣區中值粒徑盒形圖。.....	67
圖 25、114 與 113 年度各樣區含泥率分季盒形圖。.....	68
圖 26、114 與 113 年度各樣區葉綠素 a 測定結果分季盒形圖。.....	69

圖 27、本年度上下半年各樣區底質葉綠素 a 濃度比較圖。.....	69
圖 28、本年度與上年度各樣區底質葉綠素 a 濃度比較圖。.....	70
圖 29、本年度與上年度各樣區底質有機碳含量比較圖。.....	71
圖 30、本年度與上年度各樣區 2 季底質有機碳含量比較圖。.....	71
圖 31、114 年度各海草分布底質樣區底質表層主成分分析結果圖。.....	72
圖 32、114 年各海草樣區底棲生物組成與底質環境特徵典型相關分析結果圖。 .....	74
圖 33、114 年各海草樣區底棲生物組成與底質環境特徵逐步迴歸篩選後之典型 相關分析結果圖。.....	75
圖 34、控制樣點 108、113 與 114 年度底質中值粒徑與含泥率變化圖。.....	77
圖 35、控制樣點 108、113 與 114 年度底質淺層有機碳含量變化圖。.....	78
圖 36、中央氣象局香山濕地氣象測站 113 與 114 年度上半年各月降雨量圖。.....	82
圖 37、113 至 114 年度四季底質葉綠素 a 含量時空變化圖。.....	83
圖 38、香山濕地全區底棲動物多樣性等值線圖。.....	85
圖 39、本年度修正之香山濕地鰲分布與環境因子及生物因子之關聯圖。.....	86
圖 40、幼鰲調查樣區範圍調整前後比較圖。.....	91
圖 41、海草床調查樣區範圍調整前後比較圖。.....	92
圖 42、重新畫設之幼鰲與海草床調查樣區圖。.....	93
圖 43、建議復育海草之區域範圍。.....	94
 附圖 1、本年度濕地北部幼鰲調查樣區調查線與海草床樣區底質測點分布圖。 .....	119
附圖 2、本年度濕地南部幼鰲調查樣區調查線與海草床樣區底質測點分布圖。 .....	120



## 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。

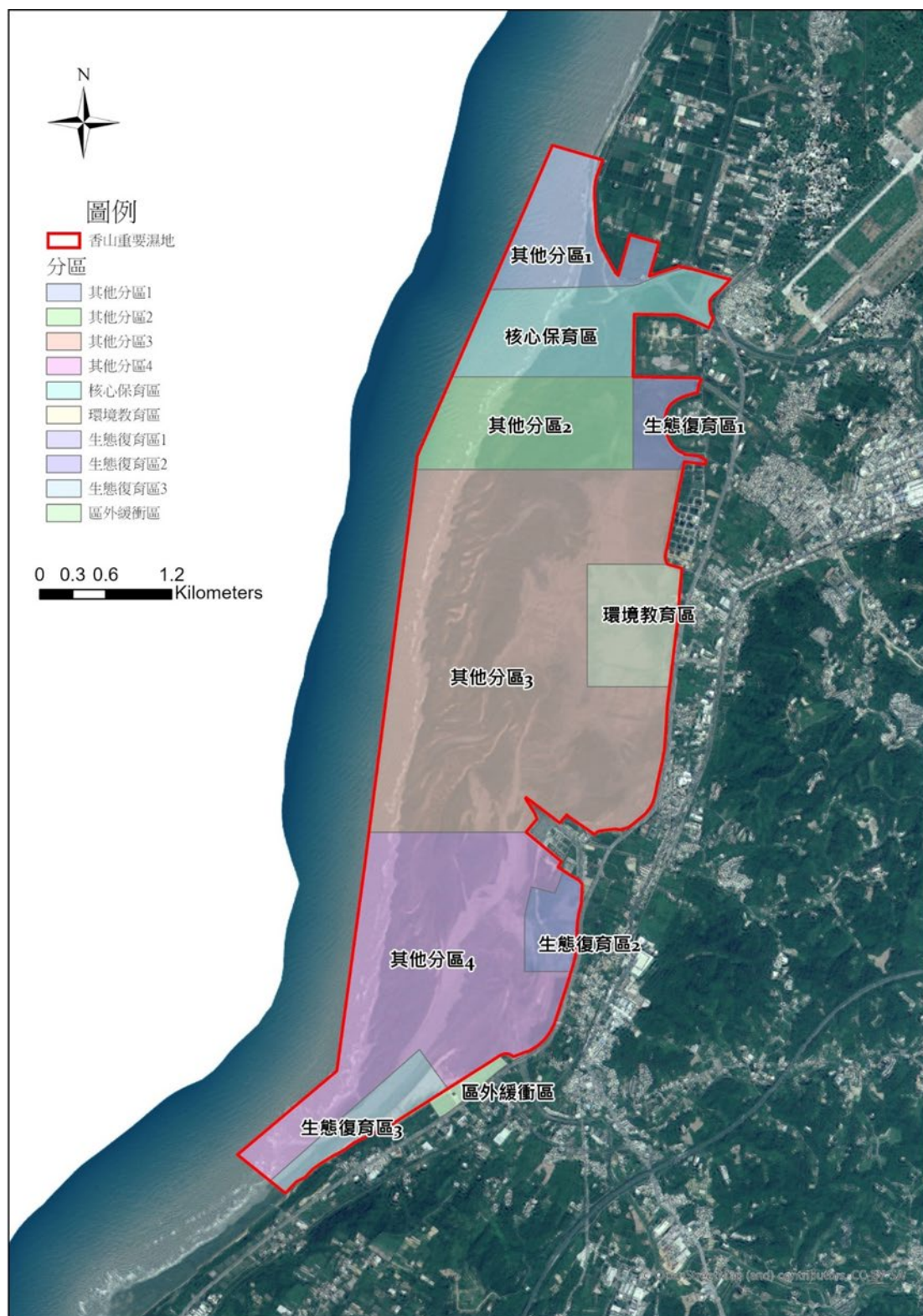


圖 1、香山濕地範圍與功能分區圖。



## 一、計畫標的：三棘蠶

自 103 年開始，香山濕地開始有穩定的三棘蠶目擊或捕獲紀錄。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，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，因腹甲背面末端有三支突起小硬棘而得名。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)。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，出現於灘地上的幼蠶已經非常稀少，馬祖地區的幼蠶數量亦少，僅零星目擊紀錄 (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。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 月為止皆未觀察到幼蠶，108 年 9 至 10 月的好美寮浮洲東測渦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。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，未於調查中發現任何幼蟹，僅透過訪談與相片資料得知幼蟹出現數量。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 隻幼蟹，隔年由海洋保育署桃竹海洋保育站主辦的三棘蟹研習調查中，在賞蟹步道外灘地發現 8 隻幼蟹，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蟹出現熱區進行調查，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蟹，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 年之幼蟹發現資料，以統計模型推估，香山濕地賞蟹步道外幼蟹熱區的幼蟹數量有 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，劃設成蟹潛在產卵地點進行監測，惟未發現成蟹。113 年度於濕地的調查樣區內共發現 35 隻幼蟹，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，另外有漁民與民眾共發現成蟹 3 隻，包含 1 隻與 1 對個體（張筱筠，2024）。

香山濕地的例行性幼蟹調查自 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，香山濕地的幼蟹調查資料目前仍在累積階段，隨著努力量提升，幼蟹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 隻幼蟹。
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。
113	35 (幼蟹)	張筱筠 (2024)	4-11 月調查結果。
	3 (成蟹)		漁民 3 月於海山漁港南邊海域捕獲成蟹 1 隻 民眾 8 月日於海山漁港抓獲成蟹一對

香山濕地的幼蟹分佈熱點與海草床大範圍重疊，因此了解海草床與幼蟹之關係至為重要。張筱筠 (2024) 之研究結果顯示，形塑濕地底棲動物的底質環境因子為底質含泥率、葉綠素 a 與有機質含量，並且進一步發現，海草密集分布區底質的冬季葉綠素 a 含量較夏季顯著為高，此區也是幼蟹偏好棲息的地區。許多研究探討蟹的棲息地特徵並進行物種分布模擬，對三棘蟹而言，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) 針對形塑金門地區蟹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蟹的數量有關，但自此之後，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蟹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)，顯然未能中其肯綮。金門之外的其他濕地，也忽略了底質葉綠素 a 含量對蟹的分布與數量可能有重要影響，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，認為幼蟹的分布數量與水中的葉綠素 a 含量有關 (高穎、朱珉寬，2020)；臺灣有幼蟹分布的嘉義好美寮濕地亦無灘地葉綠素 a 相關調查，僅調查潟湖內與周遭海岸水中葉綠素 a 含量 (宇泰工程顧問有限公司，2020)。由 113 年度的調查結果，張筱筠 (2024) 建議未來針對蟹的棲息環境底質調查應包含底質中值粒徑、含泥率、有機物含量與底質葉綠素 a 含量。

## 二、計畫標的：海草床

根據楊明哲與楊勝欽 (2021)、楊樹森與李清福 (2023) 及張懿 (2023) 之觀察與描述，香山濕地的幼蠶多棲息於海草床中或附近。香山濕地的海草床均由甘藻 (*Zostera japonica* Asch. & Graebn.) 一種構成；本物種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>, 114 年 6 月 30 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，此區域亦為蠶與鴨嘴海豆芽 (*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。

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。張筱筠 (2024) 之研究結果顯示香山濕地的甘藻花期為 3 - 5 月，果期為 3 - 7 月，但受限於調查期程，未能針對雌雄花期做更詳細調查。此外，113 年度所測得的香山濕地甘藻生產力為  $0.44 \pm 0.16$  (0.21 0.64)  $\text{gDW} \cdot \text{shoot}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ ，較韓國為高，與國內其他研究相仿。比較張筱筠 (2024) 與國內外針對甘藻生產力之研究結果如表 2。

表 2、國內外甘藻生產力比較表。

	張筱筠 (2024)	林幸助 (2022)	Choi et al. (2016)	廖環郡 (2012)	Park et al. (2011)	Shafer et al. (2008)	Kaldy (2006)	Lee et al. (2006)	Lee et al. (2005)
	香山濕地	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
分株密度 (shoots.m <sup>-2</sup> )	4790.37 ± 1432							8178 ± 434	
單位面積生物量 (g DW.m <sup>-2</sup> )	69.29 ± 32.7	38.13 ± 7.56 (換算)						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 <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	2.28 ± 1.39							1.7 ± 0.2	0.2 – 4.3
垂直莖生產力 (g DWm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	0.43 ± 0.18								
地上部生產力 (g DWm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	2.7 ± 1.42	0.43 ± 0.11 (換算)	0.4 – 4.4		0.4 – 3.2	0.5 – 1.9	0.7 – 1.0	1.5 – 1.9	0.9 – 1.7
水平根莖與根生產力 (g DWm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	0.87 ± 0.43	0.51 ± 0.15 (換算)	0.2 – 2.9						
全株總生產力 (g DWm <sup>-2</sup> day <sup>-1</sup> )	3.19 ± 2.23								
平均單株葉生產力 (mg DWshoot <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup> )	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 <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup> )	0.71 ± 0.23								

數據表示方式為平均值 ± 標準差或最小值 – 最大值。

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蠶分布的關係，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。

本計畫之重要工作項目為：延續 113 年度之成果，賡續探究香山濕地的幼蠶與海草床之關係與海草床在香山濕地提供之生態系服務。本計畫研究成果將有助了解香山濕地之幼蠶數量現況；針對香山濕地海草床之研究，有助了解本地甘藻之物候、生長速度與適合棲地樣態，並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。

## 貳、計畫目標及工作項目

為了解香山濕地的幼蟹與海草床之關係、探究海草（甘藻）床在香山濕地提供之生態系服務，將自 114 年 2 月起至 114 年 12 月止，本計畫有以下工作：

- 一、香山濕地幼蟹出現熱區調查與幼蟹族群量估計，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、海草床復育試驗先期調查，主要進行海草床分布範圍四季變化、物候紀錄與生產力調查，以了解香山濕地的海草床物候與四季的生長速率，每季調查一次，全年共調查 4 次。
- 三、海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態之異同調查、海草床分布密集區與其他區域底質環境因子之異同調查，主要了解海草床的底質與底棲動物樣態是否有獨特之處，以及了解形塑底棲動物相的主要底質環境因子。底質與底棲動物調查共規劃 16 樣點進行 2 次調查共 32 點次。
- 四、香山濕地蟹族群保育對策研擬，利用上述調查項目結果，進行生態資料彙整與綜合分析，以了解香山濕地幼蟹分佈熱區之環境樣態，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

幼蟹調查樣區，主要延續上年度之分區，於濕地範圍內劃設 4 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 m<sup>2</sup>，如圖 3；樣區頂點座標如表 3。

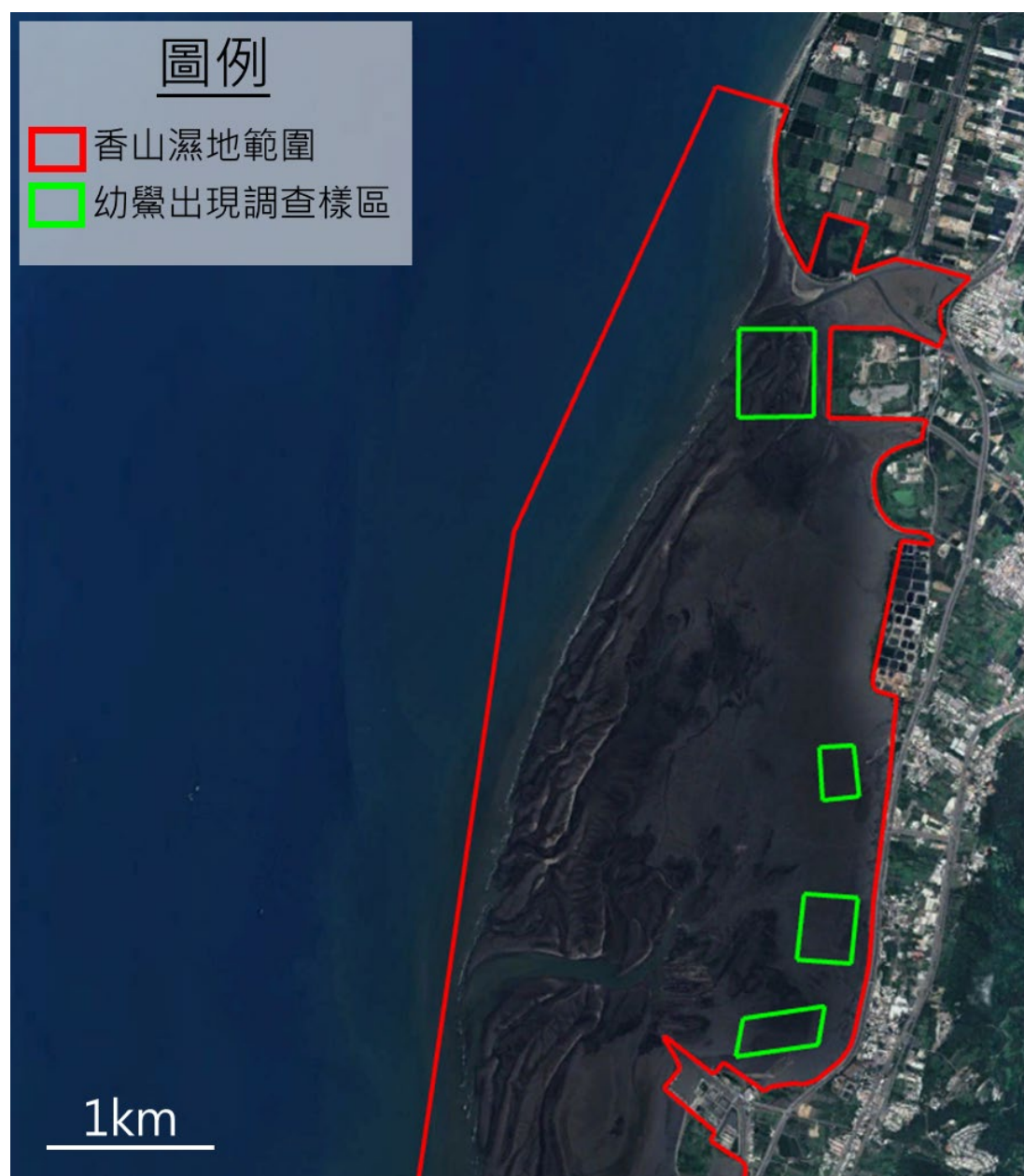


圖 3、幼蟹出現熱區調查規劃樣區圖。

表 3、幼蟹出現熱區調查區域與樣點座標彙整表。

樣區名稱	頂點座標	環境樣點座標
客雅溪口	120.905097, 24.806892	120.90646, 24.80573
	120.905114, 24.801866	120.90868, 24.80571
	120.909817, 24.801929	120.90764, 24.80432
	120.909817, 24.806892	120.90653, 24.80292
	120.905097, 24.806892	120.90875, 24.80295
賞蟹步道	120.912850, 24.783495	120.91112, 24.78268
	120.909874, 24.783264	120.91209, 24.78273
	120.910241, 24.779575	120.91170, 24.78198
	120.913344, 24.779888	120.91122, 24.78099
	120.912850, 24.783495	120.91228, 24.78108
曬船橋外	120.908641, 24.776215	120.91044, 24.77430
	120.908081, 24.772712	120.91182, 24.77422
	120.911144, 24.772311	120.91113, 24.77321
	120.911675, 24.775814	120.91022, 24.77226
	120.908641, 24.776215	120.91145, 24.77219
海山漁港	120.905106, 24.770814	120.90665, 24.76793
	120.904193, 24.768540	120.90962, 24.76821
	120.909200, 24.767551	120.90818, 24.76761
	120.910083, 24.769770	120.90628, 24.76682
	120.905106, 24.770814	120.90955, 24.76725

除樣區調查外，本年度於合約所載項目外，額外進行一次穿越線調查，目的為調查樣區外是否可能有幼蟹分布。共規劃有 6 條穿越線，由濕地北側至南側為：客雅溪右岸 (1060 m)、客雅溪左岸 (1050 m)、大庄溪出海口 (1320 m)、魚塭區排水口 (1350 m)、鹽港溪右岸 (1600 m)與鹽港溪左岸 (600 m)，總長度為 6980 m，各穿越線位置如圖 4。



圖 4、幼蟹調查穿越線規劃圖。

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；各樣區頂點與樣點座標如表 4。



圖 5、海草床調查樣區畫設規劃圖。



表 4、海草床調查區域頂點與樣點座標彙整表。

調查項目	樣區／樣點名稱	頂點／位置座標
海草床 調查樣區	北側無海草 分布區 (Nn)	120.913380, 24.784334
		120.913344, 24.787702
		120.910017, 24.787646
		120.910017, 24.784293
		120.913380, 24.784334
	海草密集 分布區 (Cd)	120.912758, 24.783342
		120.910566, 24.783258
		120.910391, 24.779577
		120.913873, 24.779543
		120.914147, 24.781268
		120.912758, 24.783342
	海草稀疏 分布區 (Sp)	120.910310, 24.778995
		120.909598, 24.772376
		120.913307, 24.772144
		120.913599, 24.776026
		120.914019, 24.778813
		120.910310, 24.778995
	南側無海草 分布區 (Sn)	120.909489, 24.771015
		120.909069, 24.767797
		120.912540, 24.767432
		120.912978, 24.770651
		120.909489, 24.771015
海草床 調查樣點	Nn1	120.912999, 24.784521
	Nn2	120.911324, 24.785090
	Nn3	120.912856, 24.7856353
	Nn4	120.911311, 24.7862441
	Cd1	120.912963, 24.7798265
	Cd2	120.911514, 24.7807994
	Cd3	120.912890, 24.7815541
	Cd4	120.911558, 24.7824743
	Sp1	120.912166, 24.7728074
	Sp2	120.910674, 24.7743912
	Sp3	120.912394, 24.7755433
	Sp4	120.911054, 24.7770610

調查項目	樣區／樣點名稱	頂點／位置座標
	Sn1	120.911268, 24.768030
	Sn2	120.910090, 24.769038
	Sn3	120.911885, 24.769534
	Sn4	120.910495, 24.770745

## 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 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 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）。各調查區穿越線總長為 6,400 m，調查面積以調查線左右共 2 m 計算，為 12,800 m<sup>2</sup>。

每次調查時，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、鹽度）。

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 周內調查完所有樣區。調查應於滿潮 2 小時後方能開始，至乾潮前完成調查，且避開雨天。

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。由 111 至 113 年的調查結果得知，因香山濕地的幼蟹密度甚低，若使用固定族群捉—放法之非度量（non-parametric）統計模型，恐因無法捕捉到重複出現的個體而無法進行族群量估計，因此調查僅量測背甲寬，不進行個體標記；數據呈現將以調查樣區的幼蟹隻次密度表示，單位為隻次／公頃。

本年度於固定樣區調查結束後，加大努力量，於樣區周遭再進行逢機漫步調查 1 小時。

幼蟹穿越線調查則於 6 至 7 月進行一次。調查人員於退潮後 3 小時，沿穿越線等速行走，並以目視調查穿越線兩旁有無幼蟹；去程與返程均須調查。

## (二) 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄

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 公尺的海草族群，記錄其形態與物候，並採取標本作為佐證。本年度於海草分布密集區中心與海草分布稀疏區邊緣各取三點進行測量，位置如圖 6 所示。

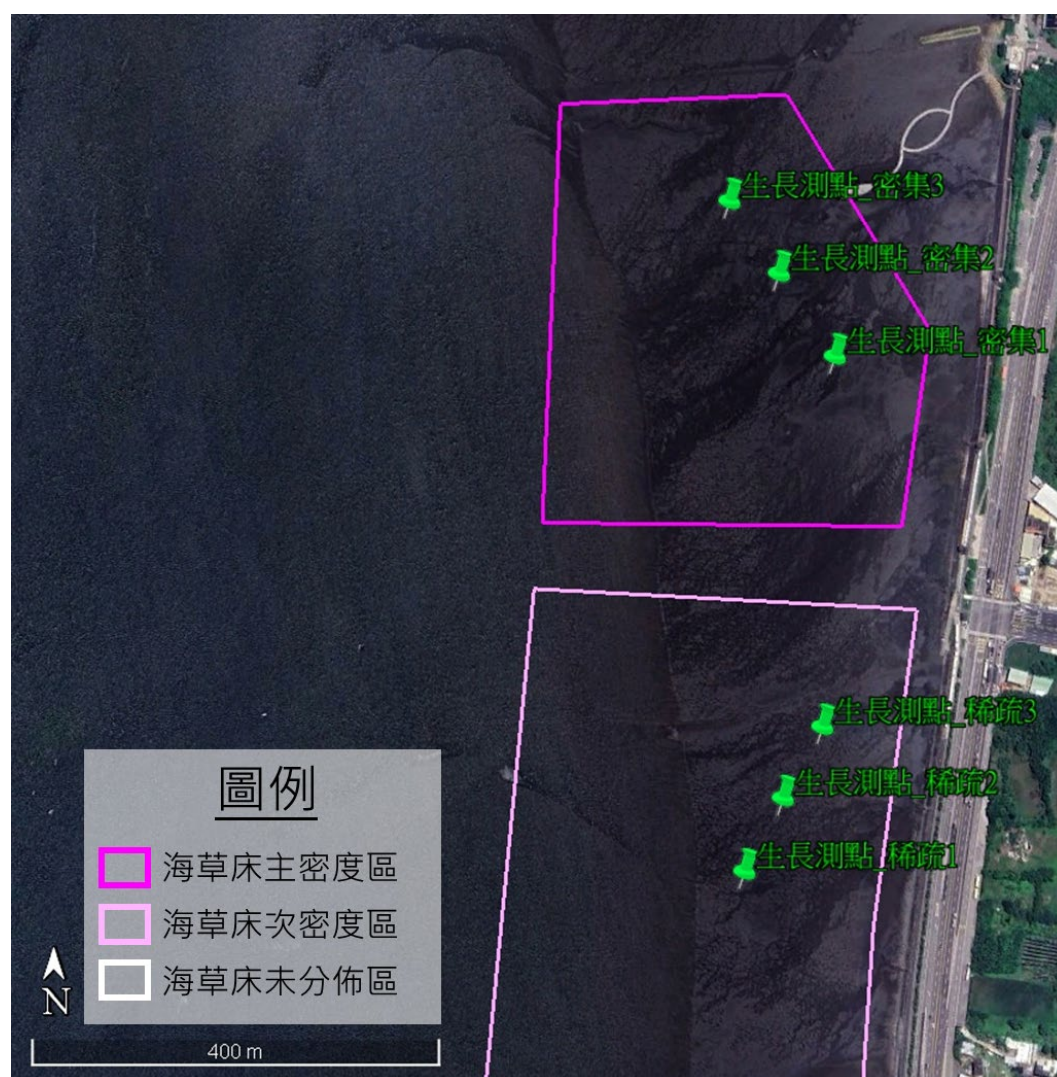


圖 6、本年度海草生產量測定測點位置。

海草生長速率之測定，參考 Short & Duarte (2001)開發之針戳法，於退潮期間以  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  樣框（如圖 7），隨機置於海草床上，固定其位置，並以針頭刺穿範圍內每株海草葉鞘基部；約一周後計算樣區內個體密度（Ds），挖取樣框內所



有海草，立即送回實驗室冷藏，進行後續分析。海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查共進行 4 次。



圖 7、海草生長速率測定樣區示意圖。

### （三） 海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚樣態之異同調查

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 1m 的 2 個 25x25 cm<sup>2</sup>、深度 5-10 cm 內的底表與底內生物（示意圖如圖 8），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瓶中，加入混有薄荷腦之海水攜回實驗室，2 至 4 小時後倒去並以水快速複洗，最後以 95%酒精固定，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 16 樣點，進行 2 次調查，全年努力量共 32 點次。

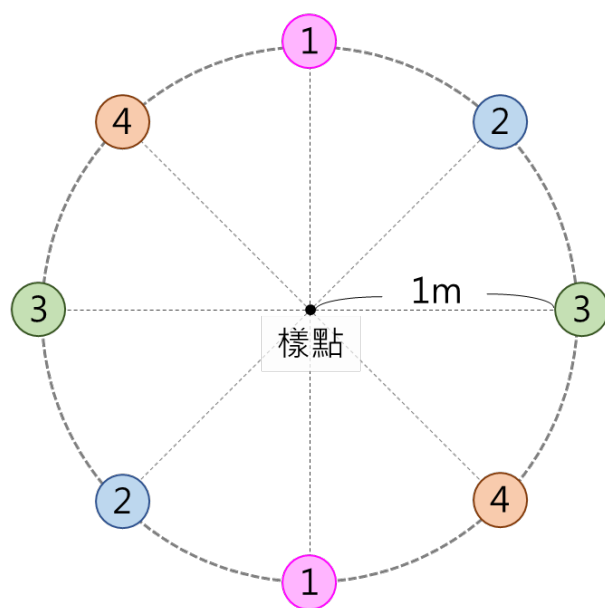


圖 8、底棲動物採樣設計示意圖。顏色與數字代表不同的採樣季次。

#### (四) 海草床分布密集區與其他區域底質環境因子之異同調查

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，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與含泥率。

初級生產力（葉綠素 a）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。本年度檢測土壤表層 (1 cm) 之初級生產力、5 cm 內之有機質含量與 5 cm 及 5 - 10 cm 之中值粒徑與含泥率。

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，分別可代表春末夏初與秋末冬初的底質與底棲生物群聚樣態；調查共計 16 樣點，進行 2 次調查，全年努力量共 32 點次。

### 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 5)，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 5、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 9）。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 6）。

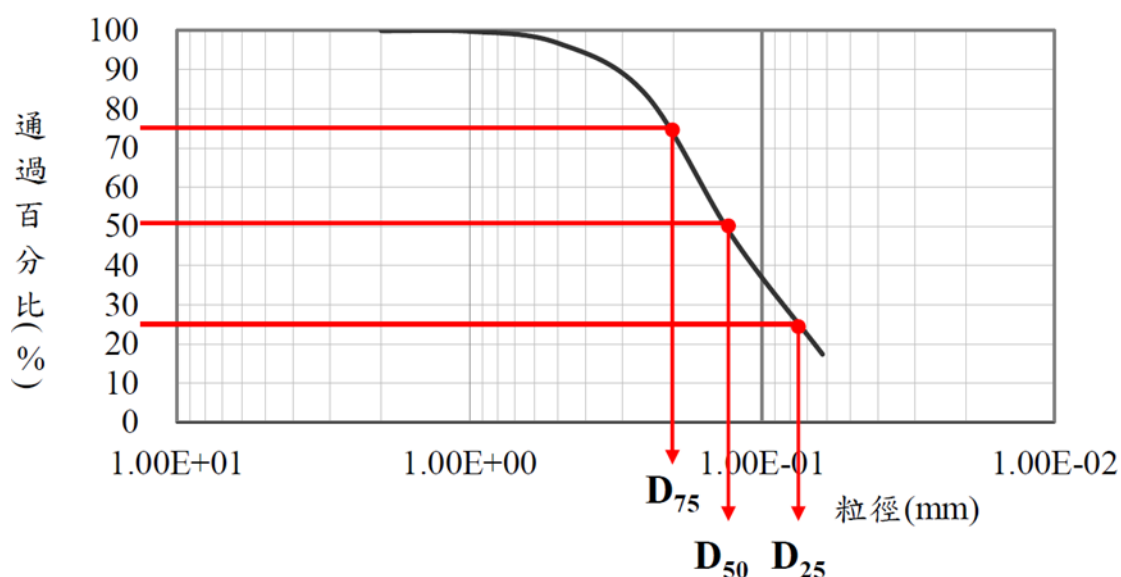


圖 9、底質粒徑中值分析四分度量法示意圖。

表 6、底質標準篩分離之粒徑分類表。

底質粒徑分類	粒徑範圍
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

針對含泥率高的樣本，則於搖篩後，取底盤中的細料進行比重計法分析（參考方法為 CNS 11776:2021、ASTM D7928-17）。首先取容量 50 mL 左右之細頸瓶，秤取約 15 g 之底質細料（此時底質重  $W_{\pm}$ ），裝入瓶中，注入去離子水使其淹過底質，隔水加熱至沸騰，維持 15 分鐘。待冷卻後，注水至刻度線，量取總重（ $W_{\text{瓶}+\pm+\text{水}}$ ），倒去瓶中物並洗淨重新注水至刻度線，量取重量（ $W_{\text{瓶}+\text{水}}$ ），便可求得底質在該溫度下之比重；加入不同溫度相對 20°C 比重的轉換因數  $G_w$  後，便可得到 20°C 之標準比重（參照 CNS 5090）

$$G_s = \frac{\text{底質重}}{\text{底質體積}} \times G_w = \frac{W_{\pm}}{W_{\pm} + W_{\text{瓶}+\pm+\text{水}} - W_{\text{瓶}+\text{水}}} \times G_w$$

$G_w$  數值表見附表 4。

取底質細料約 50 g，加入約 125 mL 之 4%六偏磷酸鈉溶液，以玻璃棒調勻後，加入去離子水至八分滿，以攪拌機攪拌 5 分鐘後，倒入 1 L 之量筒，放置隔夜。隔日於量筒中加入去離子水至 1 L 刻度後，壓緊瓶口以 1 秒 1 次的頻率，上下倒置 100 次，置於桌面後迅速放入 ASTM 152H 比重計，紀錄 0.25、0.5、1、2、5、15、30、60 與 250 分之刻度與水溫，配合底質比重資料，透過查表（附表 1、附表 2 與附表 3）可以計算出粒徑（D）與未通過此粒徑之百分比（N）：

$$D(\text{mm}) = k \sqrt{\frac{L(\text{cm})}{t(\text{min})}}$$
$$N = \frac{G_s}{G_s - 1} \cdot \frac{1000}{W_s} \cdot d_c(\gamma - \gamma_w)$$

此法可細分粒徑小於 0.063 mm 之底質，求得更細之粒徑，便可以使用內插法，求出位於粒徑分布曲線各百分位數所對應之粒徑。

### （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 ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 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  $-20^{\circ}\text{C}$  冰箱，另一份以  $105^{\circ}\text{C}$  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：

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

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  $1000 \times \text{g}$  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：

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

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

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

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

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/m<sup>3</sup>)

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

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/m<sup>3</sup>)

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

萃取液中葉綠素 b 濃度(g/m<sup>3</sup>)

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

萃取液中葉綠素 c 濃度(g/m<sup>3</sup>)

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

萃取液中葉綠素 d 濃度(g/m<sup>3</sup>)

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

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  $\mu$ 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  $\mu$ L，加入 10  $\mu$ M 之 forward、reverse 引子各 0.5  $\mu$ L、20 mM  $MgCl_2$  2  $\mu$ L、300 mM  $(NH_4)_2SO_4$  1  $\mu$ L、O'neil DNA Polymerase Premix II (2X) w/dye (Yeastern Biotech Co., Ltd., Taiwan) 10  $\mu$ L，最後以無菌水補至總體積 20  $\mu$ 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](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&BLAST_SPEC=GeoBlast&PAGE_TYPE=BlastSearch)，於 114 年 10 月 31 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 114 年 10 月 31 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 10。

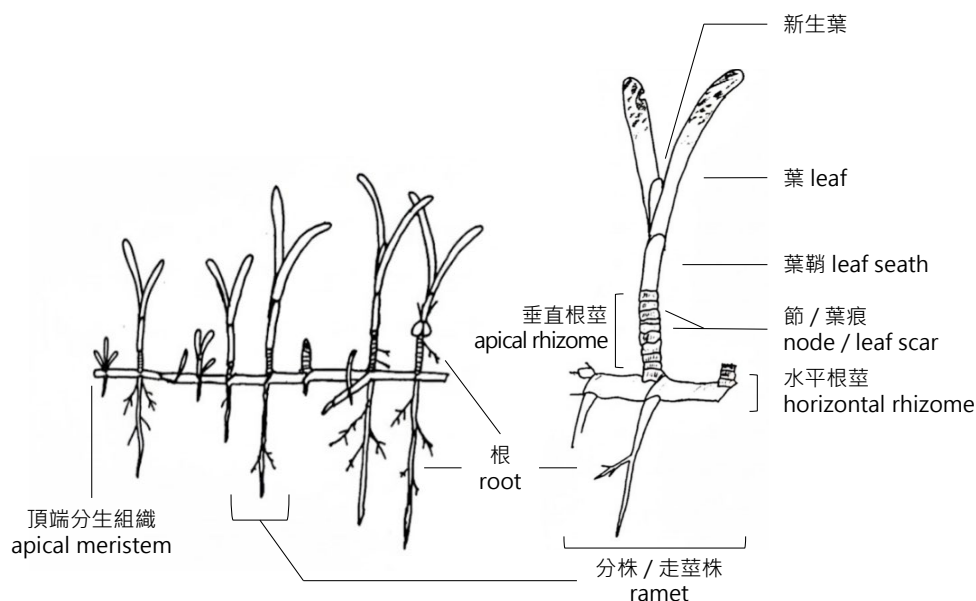


圖 10、海草各部位名稱示意圖。

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

本年度計畫參酌所有參考資料幾乎均只測定葉片生產力，故將以測定葉片生長速率為主。

### (七) 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 ( $\lambda$ )、Shannon 多樣性指標 (H)與 Peilou 均勻度指標 (EJ)。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 Shanon 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、 幼蟹出現熱區調查結果

#### (一) 幼蟹數量調查

本年度調查期間共發現 30 隻次幼蟹，發現區域均位於賞蟹步道前固定樣區與其周遭（圖 11）。其中於固定樣區內共發現 14 隻幼蟹、固定樣區外共發現 16 隻幼蟹，而 5 月於固定樣區外共發現 9 隻幼蟹，為香山濕地報告紀錄以來，一次性發現最多隻幼蟹之紀錄（表 7）。



圖 11、本年度香山濕地幼蟹出現位置圖。



表 7、本年度 4 至 10 月幼蟹背甲寬紀錄表。

由於本年度發現之幼蟹均位於賞蟹步道前固定樣區與其周遭，故發現區域僅標示「區內」與「區外」。

年月	背甲寬 (cm)	發現區域	年月	背甲寬 (cm)	發現區域
114.04	5.2	區內	114.07	4.6	區內
	5.1	區內		4.8	區外
114.05	5.1	區內	114.08	2.8	區內
	5.6	區內		2.1	區內
	5.4	區外		2.3	區內
	5.8	區外		2.0	區內
	5.3	區外		2.7	區外
	5.2	區外	114.09	3.0	區內
	6.4	區外		3.1	區內
	5.7	區外		4.4	區外
	5.3	區外		3.7	區外
	5.2	區外		4.2	區外
114.06	5.1	區外	114.10	6.5	區內
	5.3	區內		4.3	區外
	5.2	區內			
	5.0	區外			

本年度發現的幼蟹個體背甲寬介於 2.0 至 6.5 cm，以 5 mm 為組距繪製直方圖如圖 12，可知本年度調查得頻率最高的背甲寬為 45 – 50 及 50 – 55 mm，各有 8 隻次。若將背甲寬換算為齡期如圖 13，可知本年度調查到頻度最高的幼蟹齡期為 8 齡，有 15 隻次，佔本年度調查總隻次的一半。

以固定樣區內穿越線調查面積計算本年度累計調查之單位面積幼蟹密度，為 10.9 隻／ha；本年度未針對幼蟹進行標記，故未估算族群數量。

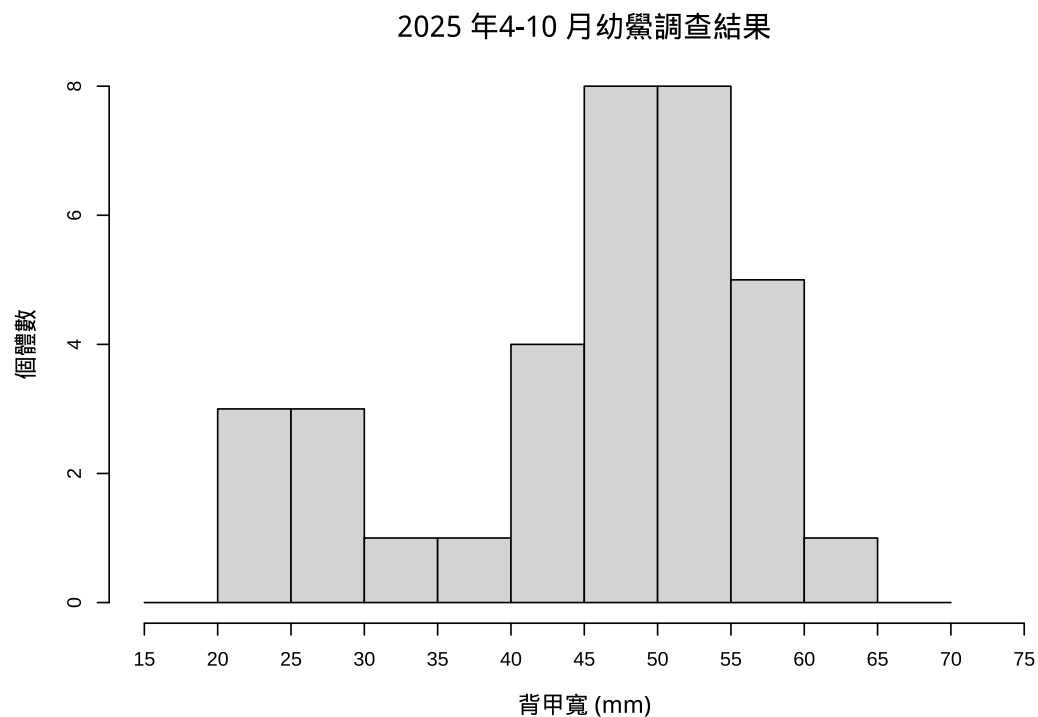


圖 12、本年度 4－10 月幼鰲背甲寬頻度分布圖。

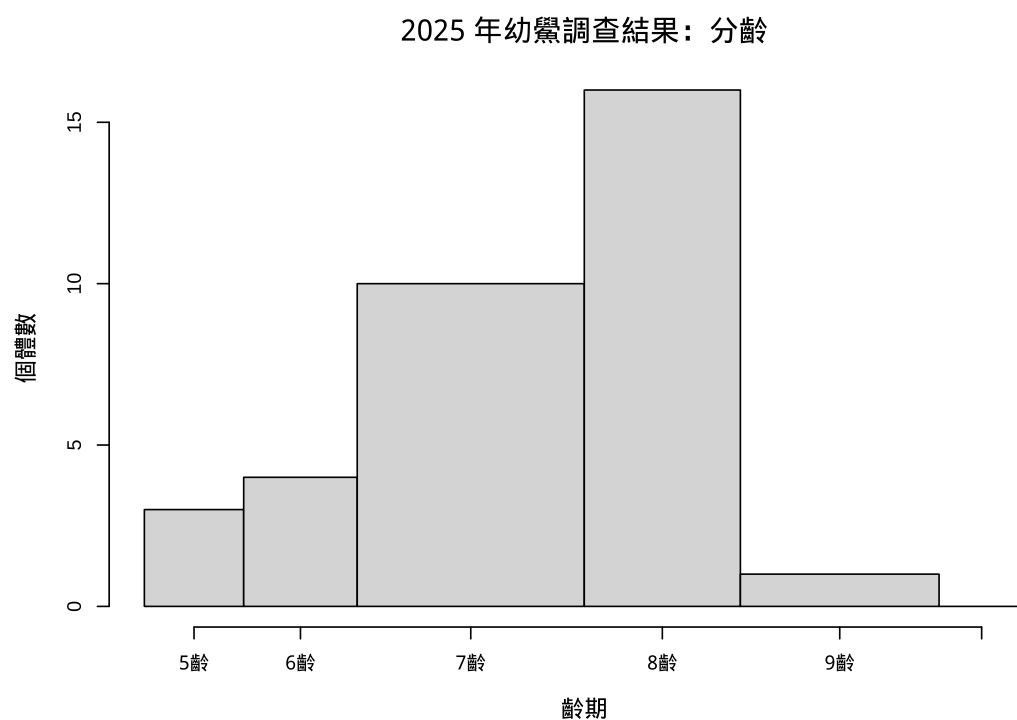


圖 13、本年度 4－10 月幼鰲背甲寬頻度轉換齡期分布圖。

為了解樣區內、外出現之幼蟹族群是否相異，針對兩區之幼蟹背甲寬分別進行常態性檢定，樣區內、外之統計值分別為 0.886 ( $P=.07$ ) 與 0.943 ( $P=.38$ )，未通過檢定，故以魏克生符號檢定比較兩區幼蟹背甲寬中位數是否顯著相異，得統計值  $W=81$  ( $P=.20$ )，未通過顯著性檢定，代表本年度樣區內、外調查得之幼蟹背甲寬長度結構沒有顯著差異，如圖 14。

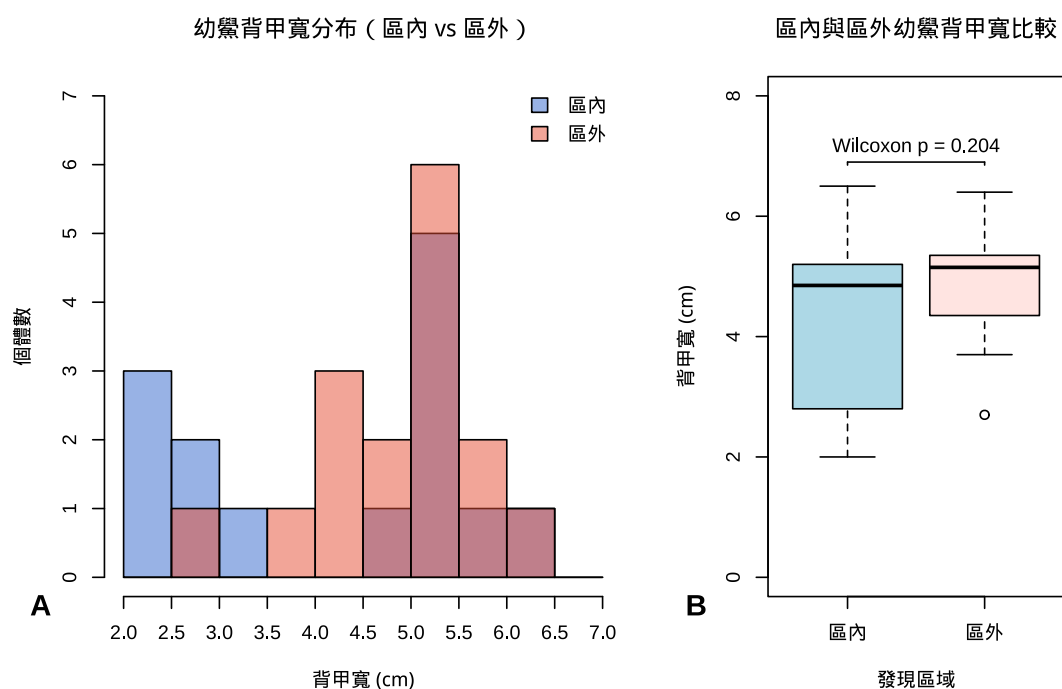


圖 14、本年度樣區內、外幼蟹背甲寬比較圖。

(A) 樣區內外幼蟹背甲寬頻度分布圖。(B) 樣區內外幼蟹背甲寬頻度統計檢定結果。

本年度於合約記載工項外，另外設立 6 條穿越線，總長近 7,000 m，於 6 至 7 月期間，於每條穿越線來回調查一次，調查總距離近 14,000 m。於穿越線調查中，未發現任何幼蟹個體。於調查過程中，隨機訪問專業採集者或當地志工是否於香山濕地聽聞或見過蟹，並將訪得之結果彙整於表 8。由訪談結果可知，除了解說員與志工外，香山濕地的專業採集者多半沒有看過蟹，另外有採集者認為，香山濕地的蟹可能因為紅樹林茂密而消失。有熱心民眾分享本年度定置漁場混獲到成蟹的影片（截圖如圖 15），惟該漁場非香山濕地範圍，故未計入本年度調查結果。

表 8、本年度調查隨機訪問結果整理表。

訪問對象（區域）	目擊或聽聞蟹出現	備註
釣客（金城湖）	無	
採集者（金城湖）	無	提及歷史紀錄，訪問對象認為該個體為誤入。
志工（賞蟹步道）	有	有民眾在賞蟹步道看到並拍照。
採集者（風情海岸）	無	
採集者（風情海岸）	有	香山濕地很久以前蟹不少見，紅樹林茂密之後，就沒再看過蟹。
採集者（曬船橋）	無	訪問對象認為香山濕地就算有蟹，也非常少。
採集者（曬船橋）	有	於潮溝附近掘出。非常少，多年來只發現過一次。
解說員（海山漁港）	有	
志工（海山漁港）	有	分享定置漁場今年抓到蟹的影片截圖。
採集者（海山漁港）	無	
解說員（海山漁港）	有	訪問對象認為香山濕地的蟹，可能由海山漁港的潮溝進入。



圖 15、民眾提供定置漁場混獲的成鰲影片截圖。

## (二) 各樣區環境參數量測結果

本年度調查期間量測各調查樣區底質表層之溫度、鹽度與 pH，且於 5 月進行底質粒徑、葉綠素與有機碳含量分析，與上一年度資料共同彙整於表 9。綜合此二年度環境參數量測結果，以下綜合描述各幼蟹調查樣區環境概況。

### 1. 客雅溪口樣區

本樣區位於客雅垃圾衛生掩埋場外，北有客雅溪出海口與潮溝。因地勢較高，退潮時潮水快速流出，加之附近有潮溝與河川出海口稀釋鹽度，於退潮後 3 至 4 小時，常可測得 15ppt 左右的鹽度。113 年本樣區溫度介於 19.5 – 34.3℃、鹽度介於 9.4 – 25.5ppt、pH 介於 7.17 – 8.16 之間，114 年度溫度介於 18.5 – 34.1℃、鹽度介於 8.6 – 27.3 ppt、pH 介於 7.34 – 8.20 之間，兩年測得之中值粒徑分別為 0.223 及 3.368 mm。本樣區中值粒徑是四樣區中最大的，底質葉綠素含量較低，但因為承受客雅溪水，底質中累積的有機物含量與其他樣區相仿。

本樣區乃根據先前報告記載金城湖有成蟹捕獲紀錄，而依據周遭地形相對高低設立，但於 113 與本年度均未調查到幼蟹。根據本年度之訪問調查，當地採集者指出當年金城湖之成蟹可能是誤入，該地區長期以來沒有成蟹或者幼蟹的穩定發現紀錄。

### 2. 賞蟹步道樣區

本樣區位於賞蟹步道外，是香山濕地近五年調查中，調查到幼蟹數量最多的區域。本區位於香山濕地中部，是漲退潮海水最終到達之處，容易累積有機質，加之附近有陸源生活廢水排入，帶來營養鹽，有利藻類與植物生長。113 年本樣區溫度介於 19.6 – 34.1℃、鹽度介於 9.61 – 26.34 ppt、pH 介於 7.37 – 8.18 之間，兩年測得之中值粒徑分別為 0.164 與 0.365 mm，葉綠素 a 含量為 2.82 與 1.51 mg/kg，而兩年度有機碳含量分別為 2.40 與 1.85 gC/kg，是 4 個樣區當中最高的。

本區域自 112 年度由楊樹森與李清福 (2023) 劃有幼蟹出現熱區、潛勢區與海草生長區域，本樣區則於 113 年度參考該結果而設立。連續兩年均為 4 樣區中唯一調查到幼蟹的樣區。

### 3. 曬船橋外樣區

本樣區位於曬船橋外，曾於先前報告中有幼蟹發現紀錄，因此劃設。113 年本樣區溫度介於 19.8 – 34.2°C、鹽度介於 9.9 – 26.8 ppt、pH 介於 7.34 – 8.02，114 年本樣區溫度介於 19.5 – 34.2°C、鹽度介於 11.2 – 27.7 ppt、pH 介於 7.36 – 8.30 之間，而 113 與 114 年度測得底質中值粒徑分別為 0.193 與 0.370 mm、葉綠素 a 含量分別為 3.25 與 2.09 mg/kg，有機碳含量為 1.95 與 1.55 gC/kg。

本樣區粒徑較賞蟹步道粗，但由於有頂寮溪富含營養鹽的生活廢水注入，一則提供營養鹽，二則稀釋退潮後底質鹽度，有利部分藻類生長，底質中的葉綠素含量是 4 樣區中相對較高者。近 2 年之調查未發現幼蟹出現，但根據訪問調查，此樣區周遭曾有幼蟹目擊紀錄。

### 4. 海山漁港樣區

本樣區位於明發定置漁場招牌外灘地，因附近海山漁港南側灘地常有幼蟹目擊紀錄，但因遊客眾多而劃設樣區於目前位置。113 年本樣區溫度介於 19.8 – 34.1°C，鹽度介於 10.2 – 27.0 ppt，pH 介於 7.19 – 8.31 之間，114 年本樣區溫度介於 18.6 – 34.1°C、鹽度介於 10.0 – 27.7 ppt、pH 介於 7.16 – 8.14 之間，底質中值粒徑 113 年與 114 年分別測得 0.191 與 0.365 mm、葉綠素 a 含量為 1.84 與 2.60 mg/kg，有機碳含量為 1.80 與 1.20 gC/kg。

本樣區粒徑粗，且因為地勢較高，若沒有生活汙水注入，則容易在退潮後快速乾燥。本年度由於雨量多，除降雨外，本樣區周遭排入的陸源水量上升，流量穩定，故相較 113 年度，本樣區葉綠素 a 含量大幅增高。透過訪問得知，本樣區應無幼蟹棲息，需要再往海山漁港方向，方有較多幼蟹。

表 9、本年度與 113 年度幼蟹調查樣區環境調查結果表。

	樣區	溫度 ℃	鹽度 ppt	pH	中值粒徑 (mm)	葉綠素 a (mg/kg)	葉綠素 b (mg/kg)	葉綠素 c (mg/kg)	有機碳 (mg/kg)
2024.04	客雅溪口	20.1 ± 0.6	15.6 ± 1.8	7.71 ± 0.29	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	20.8 ± 0.8	15.8 ± 1.7	7.67 ± 0.18	-	-	-	-	-
	曬船橋外	20.7 ± 0.9	17.8 ± 4.4	7.73 ± 0.24	-	-	-	-	-
	海山漁港	20.8 ± 0.8	17.5 ± 3.9	7.77 ± 0.3	-	-	-	-	-
2024.05	客雅溪口	26.2 ± 1.2	15.1 ± 3.4	7.89 ± 0.21	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	25.8 ± 1.2	15.2 ± 3.4	7.82 ± 0.23	-	-	-	-	-
	曬船橋外	25.7 ± 1.4	21.1 ± 2.6	7.54 ± 0.16	-	-	-	-	-
	海山漁港	26.3 ± 1.3	18.7 ± 2.7	7.72 ± 0.38	-	-	-	-	-
2024.06	客雅溪口	32.6 ± 1.1	19.4 ± 3.5	7.7 ± 0.25	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	32.8 ± 0.8	19.9 ± 3.6	7.8 ± 0.08	-	-	-	-	-
	曬船橋外	32.9 ± 0.8	21.2 ± 4.4	7.83 ± 0.16	-	-	-	-	-
	海山漁港	32.6 ± 0.8	21.4 ± 4.4	8.06 ± 0.23	-	-	-	-	-
2024.07	客雅溪口	33.4 ± 0.6	20.4 ± 40	7.72 ± 0.31	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	33.6 ± 0.5	20.9 ± 40	7.68 ± 0.30	-	-	-	-	-
	曬船橋外	33.6 ± 0.6	20.9 ± 40	7.72 ± 0.31	-	-	-	-	-



	樣區	溫度 ℃	鹽度 ppt	pH	中值粒徑 (mm)	葉綠素 a (mg/kg)	葉綠素 b (mg/kg)	葉綠素 c (mg/kg)	有機碳 (mg/kg)
	海山漁港	33.4 ± 0.5	21.5 ± 3.2	7.85 ± 0.29	-	-	-	-	-
2024.08	客雅溪口	33.1 ± 0.4	18.1 ± 4.7	7.54 ± 0.26	0.223	1.60	0.03	0.16	1.85
	賞蟹步道	31.7 ± 1.5	18.4 ± 4.7	7.61 ± 0.15	0.164	2.82	0.22	0.32	2.70
	曬船橋外	33.1 ± 0.8	21.1 ± 2.6	7.54 ± 0.16	0.193	3.25	0.26	0.52	1.95
	海山漁港	33.2 ± 0.9	21.2 ± 2.9	7.56 ± 0.26	0.191	1.84	0.09	0.33	1.80
2024.09	客雅溪口	32.8 ± 0.2	17.7 ± 4.4	7.69 ± 0.25	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	32.9 ± 0.3	17.9 ± 4.3	7.81 ± 0.20	-	-	-	-	-
	曬船橋外	33.3 ± 0.4	21.6 ± 4.9	7.77 ± 0.20	-	-	-	-	-
	海山漁港	33.3 ± 0.4	21.4 ± 5.1	7.93 ± 0.30	-	-	-	-	-
2024.10	客雅溪口	29.0 ± 0.9	15.5 ± 3.9	7.69 ± 0.24	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	29.8 ± 1.1	16.0 ± 3.9	7.79 ± 0.17	-	-	-	-	-
	曬船橋外	29.9 ± 1.1	16.0 ± 3.9	7.74 ± 0.09	-	-	-	-	-
	海山漁港	30.0 ± 1.1	15.8 ± 3.7	7.73 ± 0.19	-	-	-	-	-
2024 年	最大值	19.5	9.4	7.17					
	最小值	34.3	27.0	8.31					

	樣區	溫度 ℃	鹽度 ppt	pH	中值粒徑 (mm)	葉綠素 a (mg/kg)	葉綠素 b (mg/kg)	葉綠素 c (mg/kg)	有機碳 (mg/kg)
2025.04	客雅溪口	20.0 ± 1.3	18.3 ± 3.4	7.72 ± 0.26	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	20.5 ± 1.0	22.0 ± 3.2	7.79 ± 0.26	-	-	-	-	-
	曬船橋外	20.5 ± 0.9	22.1 ± 3.2	7.66 ± 0.21	-	-	-	-	-
	海山漁港	20.6 ± 1.4	21.8 ± 2.5	7.77 ± 0.28	-	-	-	-	-
2025.05	客雅溪口	25.9 ± 1.1	18.2 ± 3.7	7.70 ± 0.28	0.368	0.72	0.01	0.08	1.60
	賞蟹步道	26.4 ± 1.1	17.1 ± 4.9	7.80 ± 0.19	0.365	1.51	0.24	0.33	1.85
	曬船橋外	25.8 ± 1.1	17.0 ± 5.0	7.79 ± 0.18	0.370	2.09	0.12	0.36	1.55
	海山漁港	26.0 ± 1.0	16.8 ± 5.7	7.73 ± 0.24	0.365	2.60	0.10	0.55	1.20
2025.06	客雅溪口	33.0 ± 0.3	18.3 ± 3.3	7.75 ± 0.18	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	33.0 ± 0.4	20.9 ± 2.9	7.81 ± 0.12	-	-	-	-	-
	曬船橋外	33.1 ± 0.3	20.9 ± 3.0	7.81 ± 0.13	-	-	-	-	-
	海山漁港	33.1 ± 0.3	21.0 ± 3.6	7.93 ± 0.23	-	-	-	-	-
2025.07	客雅溪口	33.4 ± 0.7	16.6 ± 2.7	7.84 ± 0.22	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	33.3 ± 0.5	16.5 ± 2.7	7.82 ± 0.20	-	-	-	-	-
	曬船橋外	33.3 ± 0.6	16.5 ± 2.7	7.92 ± 0.20	-	-	-	-	-
	海山漁港	33.4 ± 0.6	16.5 ± 3.0	7.76 ± 0.19	-	-	-	-	-

	樣區	溫度 ℃	鹽度 ppt	pH	中值粒徑 (mm)	葉綠素 a (mg/kg)	葉綠素 b (mg/kg)	葉綠素 c (mg/kg)	有機碳 (mg/kg)
2025.08	客雅溪口	32.8 ± 0.4	18.4 ± 3.2	7.82 ± 0.15	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	32.7 ± 0.4	16.6 ± 3.1	7.85 ± 0.16	-	-	-	-	-
	曬船橋外	32.7 ± 0.5	18.8 ± 5.3	7.71 ± 0.22	-	-	-	-	-
	海山漁港	32.8 ± 0.3	19.1 ± 5.6	8.06 ± 0.32	-	-	-	-	-
2025.09	客雅溪口	32.9 ± 0.3	17.3 ± 3.0	7.72 ± 0.24	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	32.9 ± 0.2	17.4 ± 2.8	7.82 ± 0.15	-	-	-	-	-
	曬船橋外	32.8 ± 0.2	21.2 ± 3.3	7.95 ± 0.25	-	-	-	-	-
	海山漁港	32.8 ± 0.2	20.9 ± 4.2	7.75 ± 0.24	-	-	-	-	-
2025.10	客雅溪口	29.2 ± 1.1	16.5 ± 2.3	7.66 ± 0.27	-	-	-	-	-
	賞蟹步道	29.1 ± 1.1	17.2 ± 2.4	7.84 ± 0.22	-	-	-	-	-
	曬船橋外	29.3 ± 1.1	21.2 ± 3.7	7.80 ± 0.26	-	-	-	-	-
	海山漁港	29.4 ± 1.2	20.7 ± 3.8	7.85 ± 0.13	-	-	-	-	-
2025 年	最大值	18.5	8.6	7.16					
	最小值	34.2	27.7	8.44					

溫度、鹽度與 pH 之標示為 5 個量測點之平均值 ± 標準差，中值粒徑、葉綠素與有機碳含量則取樣區中間之樣點進行分析。

比較 113 年度測得之底質狀態量測結果與張懿等人 (2024) 量測結果，於賞蟹步道測得底泥溫度介於 18.35 – 33.45°C、底泥表層海水鹽度為 8.0 – 37.5 ppt 及底泥 pH 介於 7.51 – 8.01，結果相符。

綜合比較各樣區環境參數量測結果，可定性描述各區環境，整理於表 10。

表 10、各幼蟹調查樣區環境綜合描述表。

樣區	環境概況
客雅溪口	地勢較高，鹽度變化大。 底質粒徑為四樣區中最大、葉綠素 a 含量偏低，但有機質累積量與其他樣區相近。 近兩年未調查到幼蟹，訪談顯示缺乏穩定棲息紀錄。
賞蟹步道	漲退潮海水最終匯集區，易累積細粒沉積物與有機質。 並受陸源生活廢水輸入影響，營養鹽供應充足。 中值粒徑偏細，葉綠素 a 與有機碳含量為四樣區最高。 連續兩年為唯一實際調查到幼蟹之樣區，為幼蟹核心棲地。
曬船橋外	鄰近頂寮溪，持續接受富含營養鹽之生活廢水輸入，兼具營養鹽補充與退潮後鹽度稀釋效應。 底質粒徑中等，葉綠素 a 含量相對較高。 近兩年未實際調查到幼蟹，僅有周邊零星目擊紀錄。
海山漁港	地勢較高，退潮後易乾燥，鹽度變化大。 原幼蟹目擊區位於漁港南側，因人為干擾而設於現址。 底質偏粗，113 年葉綠素 a 偏低，114 年因降雨與陸源水量增加而明顯上升。 訪談顯示本區非幼蟹主要棲地，應於海山漁港南側調查。

## 二、海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查

### (一) 海草床分布範圍變化與物候調查結果

已完成本年度海草床調查。本年於 2 月底調查時，已發現甘藻之結果植株，並未發現花朵，且結果植株直至 6 月之調查，仍佔部分隨機取樣區域範圍內超過 20% 植株。上年度調查香山濕地的甘藻花期為 3-5 月、果期為 3-7 月，本年度之調查結果顯示，甘藻之花期應為 3 月之前。

香山濕地之甘藻分布區域範圍隨季節變化，面積與範圍如表 11 與圖 16。相較 113 年度，114 年度冬末春初的海草分布區域範圍與上一年度同期相仿，但 5 月之稀疏區分布區域面積則大幅增加，乃因為本年度梅雨豐沛，濕地南側明發定置漁場外的甘藻族群生長狀況較去年良好，密度與面積皆有增長，於本年度列入稀疏區計算。

表 11、113 至 114 年度海草床分布面積統計表。

	113.03	113.06	113.09	113.11	114.02	114.05	114.08	114.11
密集區 面積 (ha)	10.0	13.6	7.1	4.5	7.7	13.7	6.8	4.8
稀疏區 面積 (ha)	15.5	20.6	15.1	18.4	17.0	33.7	21.5	19.1
總分布 面積 (ha)	25.5	34.2	22.2	22.8	24.7	47.4	28.4	23.8

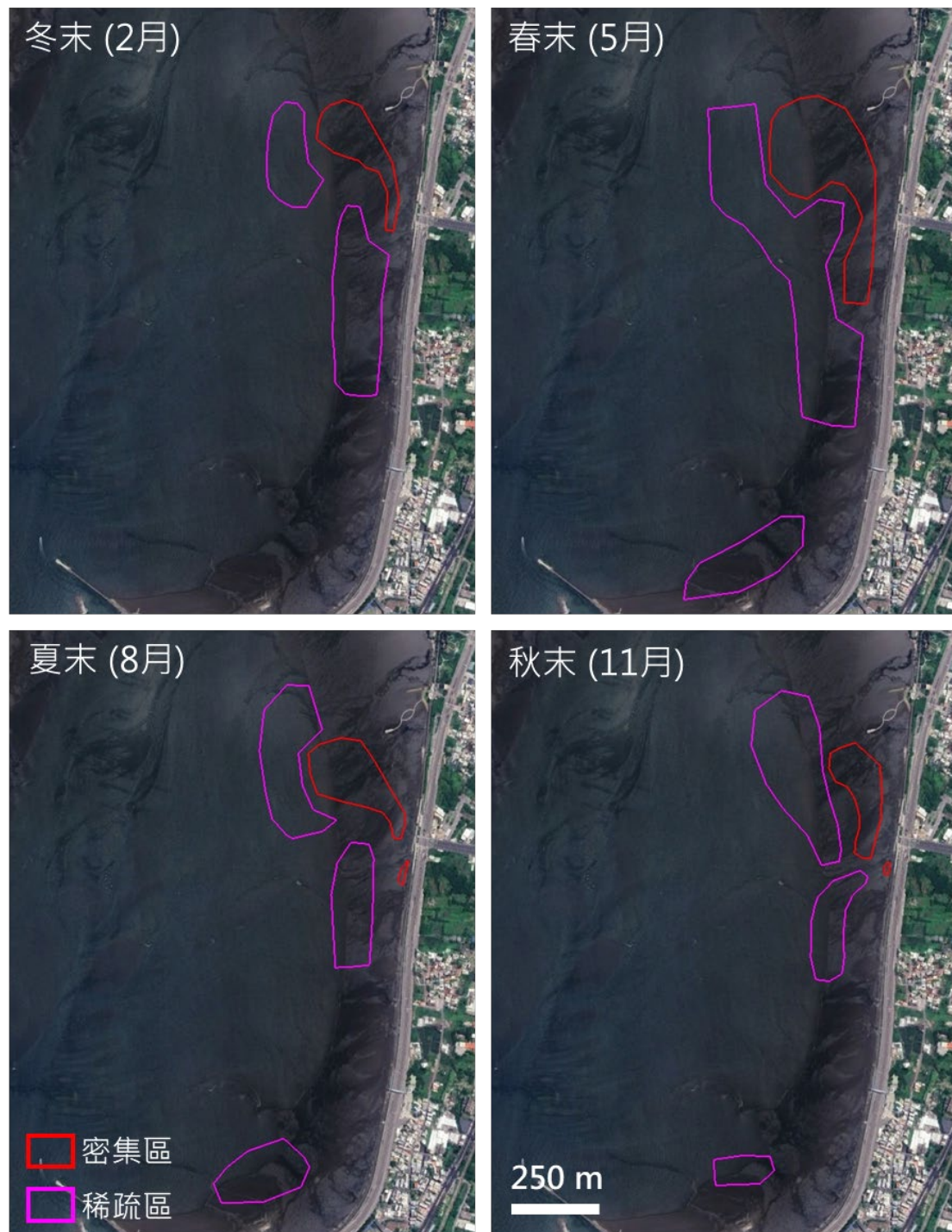


圖 16、114 年度海草床分布範圍調查結果圖。

本年度各季甘藻密集區面積與上年度相仿，而春末甘藻分布面積較上年度有增長，主要可歸因於 5 月份降雨豐沛，使得南側地勢較高處也可以長時間維持濕潤，有利甘藻生長與擴張，因此多出一塊稀疏區可統計面積（圖 17）。

本年度新增明發定置漁場外的甘藻族群，生長狀況相較賞蟹步道周遭的族群為差，因為地勢較高之緣故，退潮後底質較快乾涸，僅能依靠排水口之陸源放流水，因此本年度夏末與秋末，觀察到此地甘藻面積持續萎縮。此棲地較北側的曬船橋外，棲地環境略同，因此可於陸源放流水流經之處，發現稀疏的甘藻個體，惟面積很小，無法列入計算。未來若此區域棲地環境改變，例如高程降低或人為構造物阻擋水流、延長底質濕潤時間，則甘藻族群有機會發展壯大。

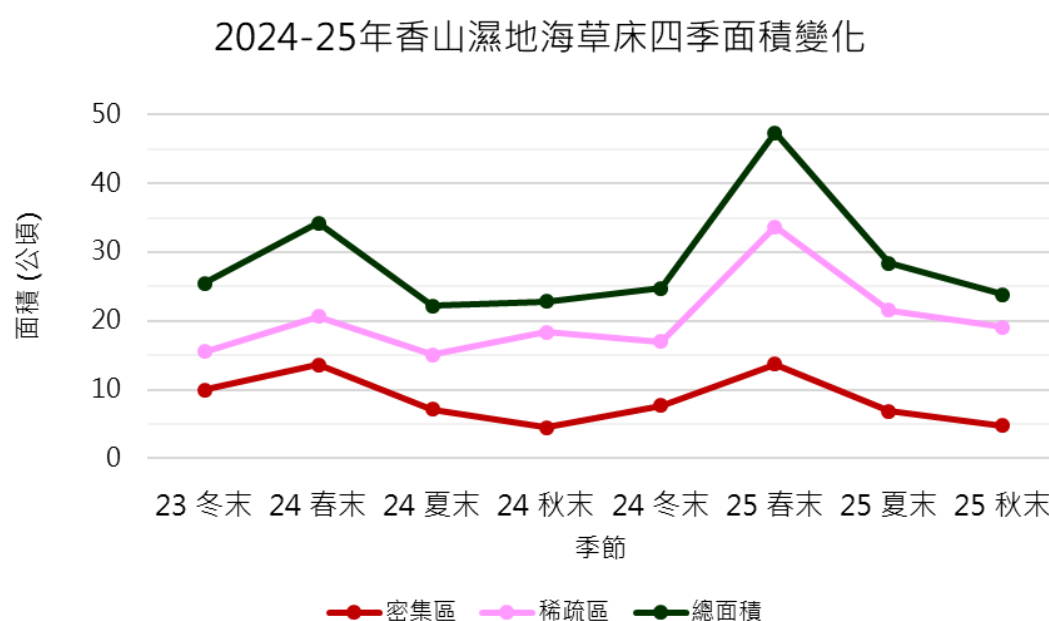


圖 17、113 至 114 年度海草床分布範圍變化圖。

## (二) 海草生產量分析結果

本年度海草生產量調查結果如表 12。第一、三、四季密集區與稀疏區樣點的甘藻分株密度有顯著差異，但第二季因為稀疏區各樣點的甘藻植株密度大增，而與密集區沒有顯著差異；除密度之外，密集區與稀疏區的甘藻單株葉片生產力無顯著差異（圖 18）。

比較甘藻的單株葉片生產量，本年度甘藻單株葉片生產量最高的季節是春末，而夏末與秋末各樣點的單株葉片生產量變異相當大。若合併密集區與稀疏區資料比較兩季的單株葉片生產量，春末之單株葉片生產量顯著高於冬末 ( $P = .0154$ ) 但幅度不高。

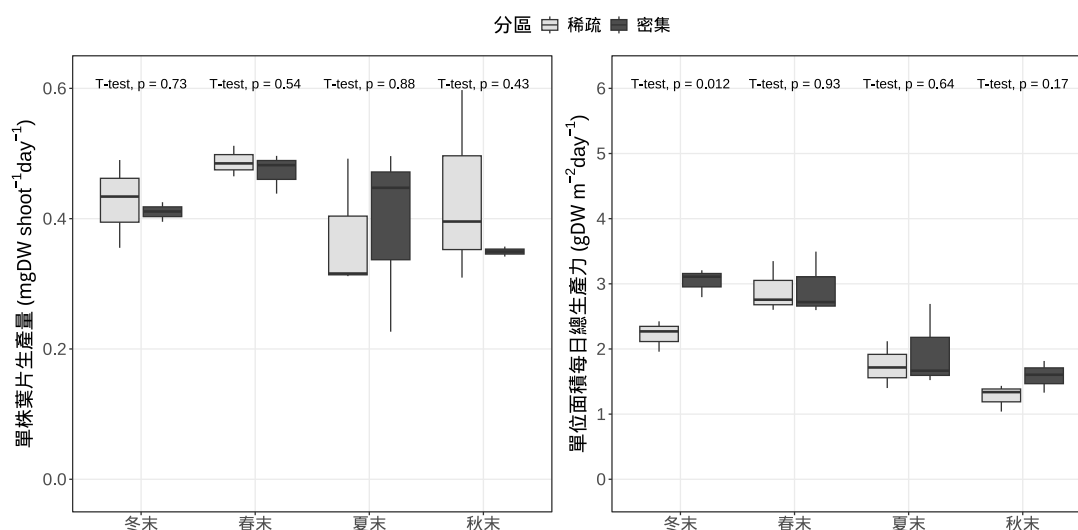


圖 18、不同分區甘藻全年單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖。



表 12、本年度海草生產力量測結果表。

	第一季 (冬末)		第二季 (春末)		第三季 (夏末)		第四季 (秋末)	
	密集區	稀疏區	密集區	稀疏區	密集區	稀疏區	密集區	稀疏區
分株密度 (shoots/m <sup>2</sup> )	5430 ± 350	3610 ± 640	5420 ± 850	5010 ± 430	3280 ± 990	2370 ± 640	2120 ± 850	1800 ± 1040
單位面積海草生物量 (g DW/m <sup>2</sup> )	126 ± 23	82 ± 5	150 ± 5	167 ± 22	119 ± 43	703 ± 39	63 ± 33	41 ± 26
葉間期 (days)	16.3 ± 0.6	16.3 ± 0.8	17.5 ± 0.3	17.6 ± 0.4	15.2 ± 0.9	14.2 ± 0.2	11.7 ± 0.3	12.2 ± 0.7
葉片生產力 (g DW/m <sup>2</sup> day)	2.23 ± 0.20	1.54 ± 0.42	2.56 ± 0.44	2.45 ± 0.33	1.22 ± 0.43	0.87 ± 0.23	0.87 ± 0.09	0.7 ± 0.21
垂直莖生產力 (g DW/m <sup>2</sup> day)	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.03	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.09	0.05 ± 0.03	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.05
地上部生產力 (g DWm <sup>2</sup> day)	2.29 ± 0.21	1.6 ± 0.42	2.62 ± 0.46	2.58 ± 0.32	1.31 ± 0.51	0.92 ± 0.26	0.93 ± 0.1	0.75 ± 0.2
水平根莖與根部生產力 (g DW/m <sup>2</sup> day)	0.74 ± 0.43	0.62 ± 0.25	0.32 ± 0.08	0.32 ± 0.07	0.65 ± 0.13	0.83 ± 0.22	0.65 ± 0.2	0.52 ± 0.05
總生產力 (g DW/m <sup>2</sup> day)	3.04 ± 0.22	2.22 ± 0.24	2.94 ± 0.49	2.9 ± 0.39	1.96 ± 0.64	1.75 ± 0.36	1.58 ± 0.24	1.27 ± 0.21
平均單株葉片生產力 (mg DW/shoot day)	0.41 ± 0.02	0.43 ± 0.07	0.47 ± 0.03	0.49 ± 0.02	0.39 ± 0.14	0.37 ± 0.1	0.46 ± 0.19	0.43 ± 0.15
平均單株總生產力 (mg DW/shoot day)	0.56 ± 0.07	0.62 ± 0.05	0.54 ± 0.02	0.58 ± 0.03	0.63 ± 0.21	0.75 ± 0.07	0.86 ± 0.44	0.83 ± 0.37

數據之表示方法為「平均值 ± 標準差」。

若與上一年度比較，114 年冬末（2 月）的單株葉片生產量與 113 年相近時間（3 月）差異不顯著，但單位面積每日總生產力，則因為單位面積密度的關係，較 113 年度顯著為低；春末（5 月）的單株葉片生產量則顯著低於 113 年相近時間（6 月），因為本年度 5 月降雨量相對豐沛，降雨日數也較去年長，因此影響甘藻的生產速率。夏末與秋末的甘藻單株葉片生產量與上年度沒有顯著差異，但可以發現本年度甘藻單株葉片生產量之最高值出現在秋末，而上年度則在春末。

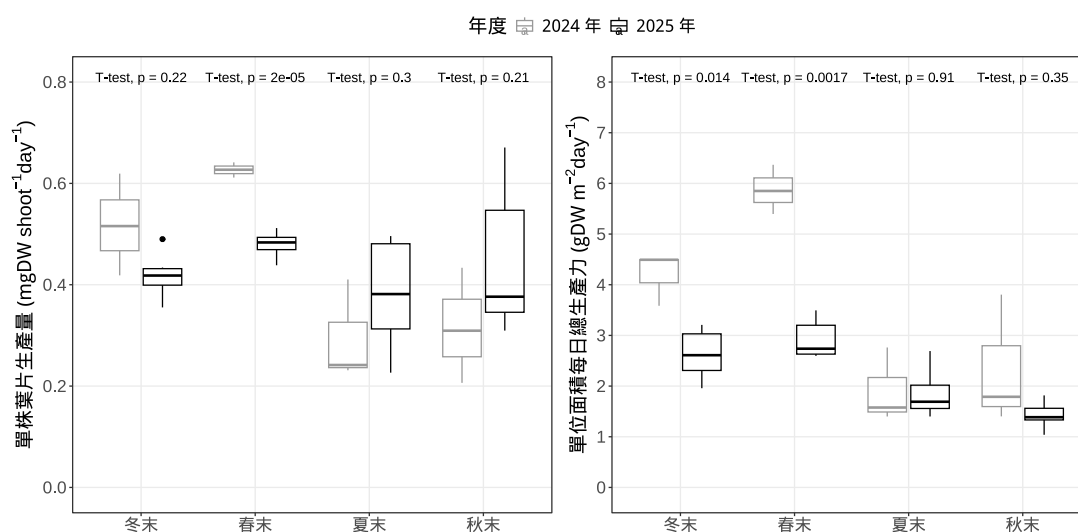


圖 19、114 與 113 年度甘藻單株葉片生產量與單位面積每日總生產力比較圖。

### 三、海草床分布密集區與其他區域底棲動物群聚之異同調查結果

#### (一) 各區底棲動物生物多樣性概況

已於 5 月完成上半年度底棲生物調查，共調查到 17 目、28 科、33 種底棲動物，名錄如表 13。其中北側無海草區調查得 11 目、13 科、13 種，海草密集區調查得 16 目、26 科、31 種，海草稀疏區調查得 17 目、24 科、28 種，南側無海草區調查得調查得 8 目、11 科、13 種。純以物種數而言，以海草密集區調查到的物種數最為豐富，次為海草稀疏區。

表 13、114 年上半年度各海草床樣區底棲動物名錄。  
單位為隻/m<sup>2</sup>。

	上半年 114.05				下半年 114.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
<b>Annelida 環節動物門</b>								
<b>Sipunculidae 星蟲科</b>								
<i>Sipunculus nudus</i> 光裸方格星蟲		16	32	48		72	48	32
<b>Megascolecidae 鉅蚓科</b>								
<i>Pontodrilus litoralis</i> 潮間泮蚓		8					8	8
<b>Naididae 仙女蟲科</b>								
<i>Doliodrilus tener</i> 軟虛蚓	8	16	8					
<b>Nephtheidae 齒吻沙蠶科</b>								
<i>Neanthes glandicincta</i> 腺帶刺沙蠶		24	8	8		24	16	
<i>Nephtys</i> sp. 齒吻沙蠶		56	16	16				
<i>Paraleonnates uschakovi</i> 擬突齒沙蠶	8	16	16			16	8	
<b>Nereididae 沙蠶科</b>								
<i>Perinereis aibuhitensis</i> 雙齒圍沙蠶	16	32	8	8	8		8	
<b>Capitellidae 小頭蟲科</b>								

	上半年 114.05				下半年 114.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
<i>Heteromastus filiformis</i> 絲異鬚蟲	24	24	16			40	48	16
Arthropoda 節肢動物門								
<b>Kamakidae 卡馬鈎蝦科</b>								
<i>Kamaka littoralis</i> 卡馬鈎蝦		24	24					
<b>Diogenidae 活額寄居蟹科</b>								
<i>Diogenes avarus</i> 長螯活額寄居蟹		16	24	8		16	8	16
<b>Leucosiidae 玉蟹科</b>								
<i>Pyrhila pisum</i> 豆形拳蟹		8	8			8	24	
<b>Macrophthalmidae 大眼蟹科</b>								
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i> 短身大眼蟹		16	8		8			
<i>Macrophthalmus banzai</i> 萬歲大眼蟹	24	32	16		32	8		
<b>Matutidae 黎明蟹科</b>								
<i>Matuta victor</i> 勝利黎明蟹		8				8	8	
<b>Mictyridae 和尚蟹科</b>								
<i>Mictyris brevidactylus</i> 短趾和尚蟹		24	24	64		8	24	56
<b>Paguridae 寄居蟹科</b>								
<i>Pagurus minutus</i> 小形寄居蟹	8	24	32	16		8		
<b>Penaeidae 對蝦科</b>								
<i>Penaeus japonicus</i> 日本囊對蝦								24
<b>Pinnotheridae 豆蟹科</b>								
<i>Pinnotheres pisum</i> 豆蟹		16			8		8	
<b>Portunidae 梭子蟹科</b>								
<i>Portunus pelagicus</i> 遠海梭子蟹		8	8			8	8	
<b>Sesarmidae 相手蟹科</b>								

	上半年 114.05				下半年 114.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
<i>Parasesarma insulare</i> 島嶼擬相蟹		8						
Brachiopoda 腕足動物門								
<b>Lingulidae 舌形貝科</b>								
<i>Lingula anatina</i> 鴨嘴海豆芽		64	56	32	8	64	24	
Echinodermata 棘皮動物門								
<b>Clypeasteridae 盾海膽科</b>								
<i>Arachnoides placenta</i> 扁平蛛網海膽		8	8					
Mollusca 軟體動物門								
<b>Solenidae 竹蛭科</b>								
<i>Solen strictus</i> 竹蛭		8	16			8	16	
<b>Laternulidae 薄殼蛤科</b>								
<i>Exolaternula liautaudii</i> 公代	8	120	32	8	24	88	48	16
<b>Psammobiidae 紫雲蛤科</b>								
<i>Hiatula diphos</i> 西施舌					8	8		8
<b>Tellinidae 櫻蛤科</b>								
<i>Macomangulus tenuis</i> 粉紅櫻蛤	8	72	40	24		32	24	
<b>Glauconomidae 曇蛤科</b>								
<i>Glauconome chinensis</i> 中華曇蛤		8				8		
<b>Mactridae 馬珂蛤科</b>								
<i>Mactra veneriformis</i> 方形馬珂蛤			8		8			
<b>Veneridae 簾蛤科</b>								
<i>Cyclina sinensis</i> 環文蛤	16	88	32	16	32	48	24	
<i>Meretrix taiwanica</i> 臺灣文蛤		8						
<b>Amphibolidae 兩棲螺科</b>								

	上半年 114.05				下半年 114.11			
	Nn	Cd	Sp	Sn	Nn	Cd	Sp	Sn
<i>Lactiforis takii</i> 瀧巖兩棲螺	16	16	8		16	24	24	
<b>Potamididae 匯螺科</b>								
<i>Pirenella cingulata</i> 栓海蜷	8		16		16		8	
<b>Neritidae 蜆螺科</b>								
<i>Clithon oualaniense</i> 小石蜆螺		56	24		8	16	16	
<b>Pyramidellidae 小塔螺科</b>								
<i>Pyrgulina casta</i> 小塔螺	8	24	8		8	8	8	
<b>Nassariidae 織紋螺科</b>								
<i>Nassarius nodifer</i> 粗肋織紋螺	16	16	16	32	16	32	32	16
<i>Nassarius pullus</i> 蟹螯織紋螺		32	16	24	16		16	16
目數	11	17	17	8	11	13	15	7
科數	13	27	24	11	13	21	21	9
物種數	13	32	28	13	15	22	23	10
個體數	168	896	528	304	216	552	456	208
Simpson 多樣性指數	0.09	0.06	0.05	0.12	0.09	0.08	0.06	0.14
Shannon 多樣性指數	2.47	3.13	3.16	2.34	2.56	2.74	2.94	2.13
Pielou 均勻度指數	0.81	0.66	0.75	0.64	0.78	0.65	0.73	0.65

若將調查結果繪製為稀釋曲線圖（圖 20），若固定調查個體數，可以發現海草密集區與稀疏區的物種多樣性無顯著差異，而北側與南側無海草區的物種多樣性均顯著低於海草密集區及稀疏區，且兩區無顯著差異。總結上半年各樣區底棲動物調查結果，以海草密集區調查到最多物種，而北側無海草區的生物多樣性最低。如同上年度之調查結果，由調查覆蓋度圖可以發現，北側無海草分布區與海草稀疏區的名錄覆蓋度稍低，未足 90%，代表需要更多的取樣（例如增加樣點或者增加採樣重複數），方能完整覆蓋樣區生物多樣性。

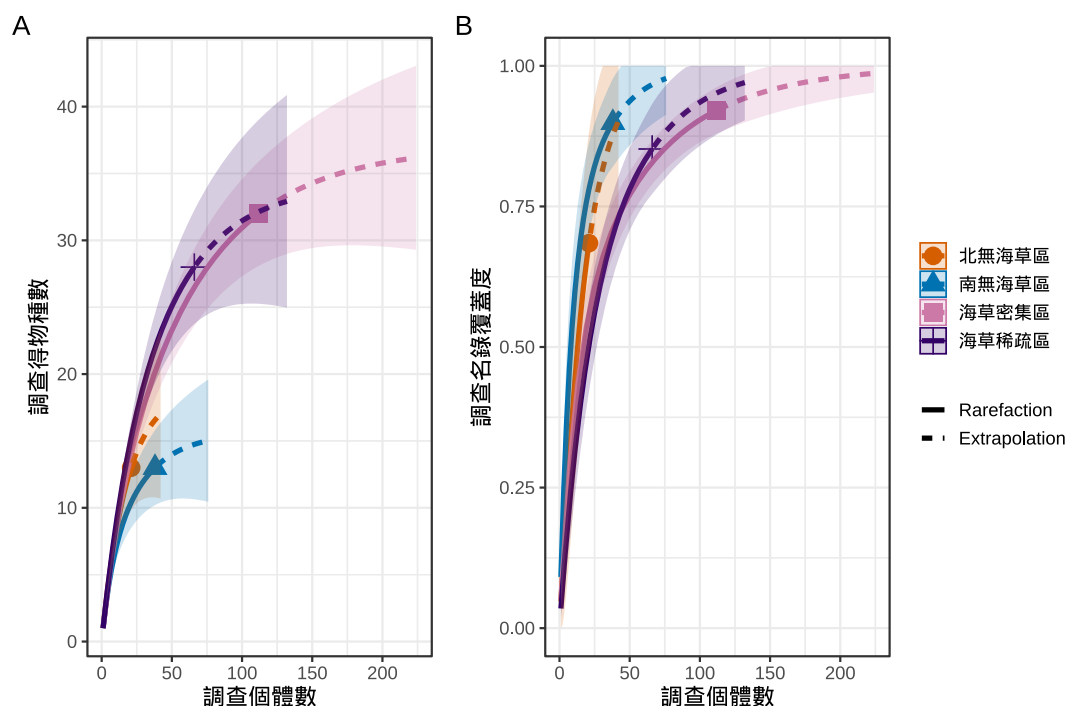


圖 20、114 年度各樣區底棲生物調查結果 (A) 稀釋曲線與 (B) 覆蓋度圖。

比較各樣區之生物多樣性剖面圖 (圖 21)，可發現北側無海草區的剖面圖斜率最低，代表隨著計算指數越偏重出現多次的物種，換算出的有效物種數無劇烈變化，顯示此樣區調查到的物種個體數較為均勻，而海草密集區的物種個體數均勻度則低於海草稀疏區。比較生物多樣性剖面圖之未發現物種數估計值與實際調查物種數差值，北側無海草區與海草稀疏區的差值較大，代表在統計上可能有潛在的未發現物種。

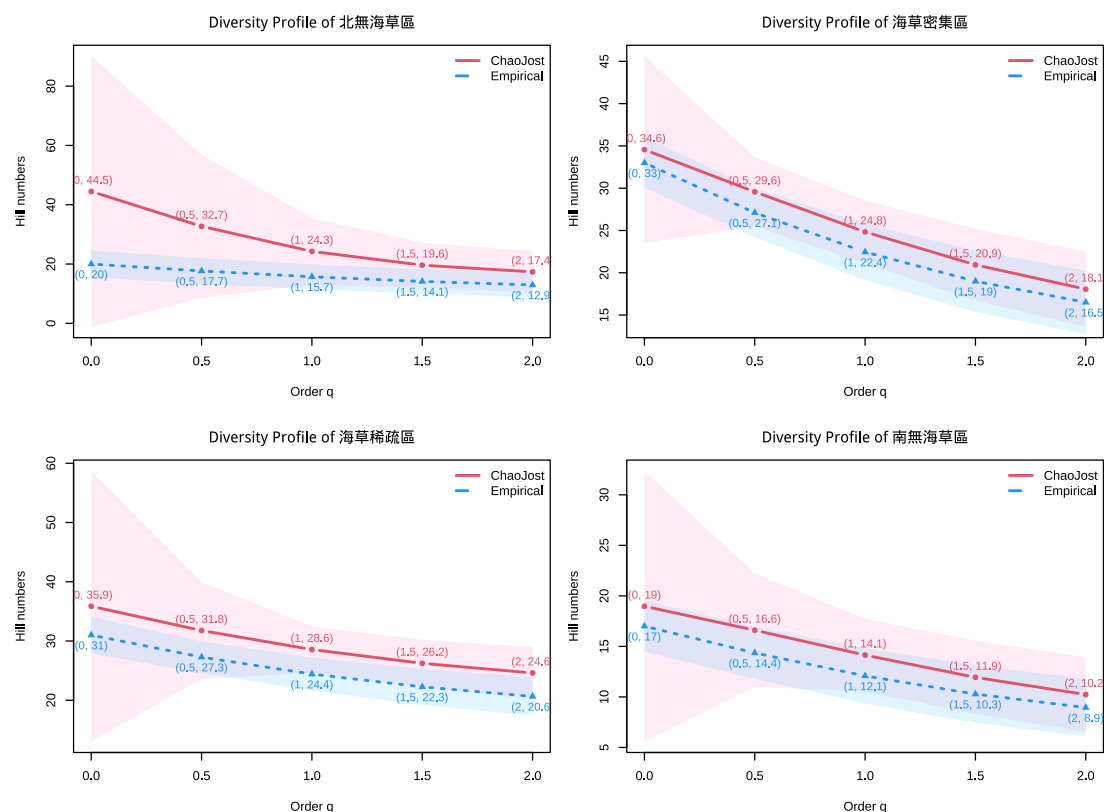


圖 21、114 年度各樣區底棲生物調查生物多樣性剖面圖。

圖中 Empirical 代表由調查資料計算之有效物種數；ChaoJost 代表計入可能的未發現物種數所計算之有效物種數。

此外，進行物種學名確認時，發現臺灣物種名錄 (TaiCOL) 網站之學名資料與分類系統，除蟹類之外，均與國際海洋生物名錄 (WoRMS) 差異甚大，顯然未有適時檢視與更新。本計畫依循張筱筠 (2025) 之名錄製作方法，採用 WoRMS 之學名與分類處理。



## (二) 各區底棲動物群聚多變量分析結果

將上半年底棲動物調查結果進行非度量多維度分析 (NMDS)，結果顯示北側無海草區與南側無海草區的物種組成差異較大，而海草密集區與海草稀疏區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，故其分組橢圓範圍較小。

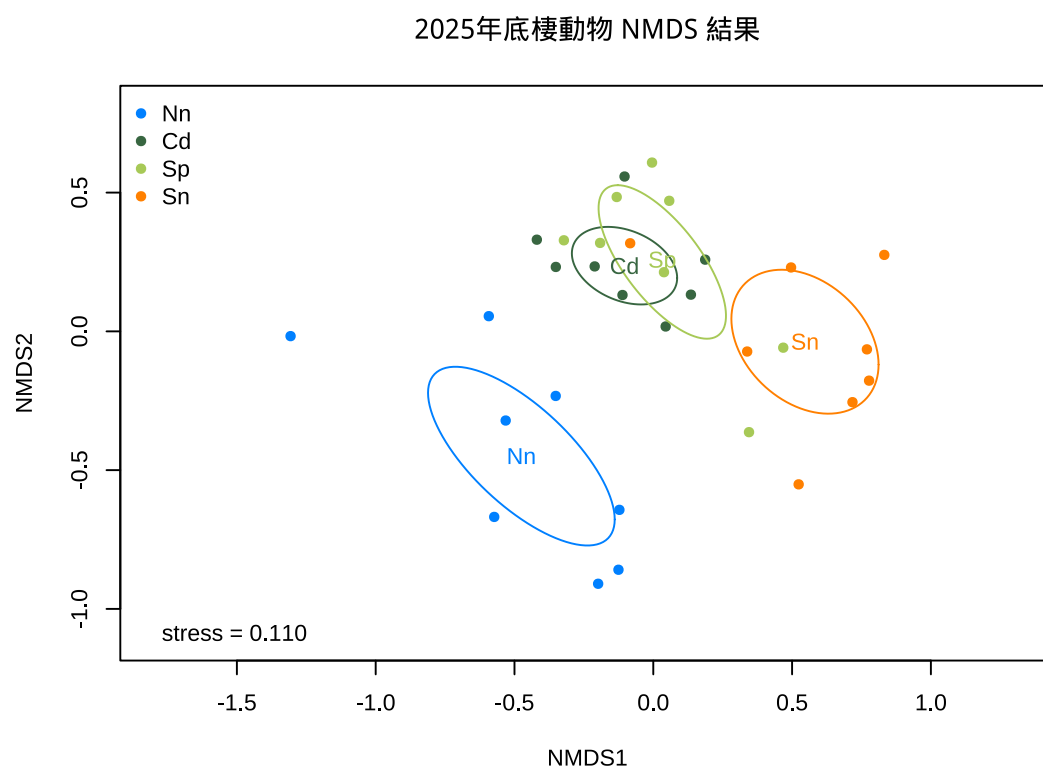


圖 22、114 年度底棲動物 NMDS 結果圖。

Nn：北側無海草區、Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區。

將 113 年度底棲動物調查結果納入分析如圖 23，發現底棲動物群聚在年度之間有略微不同，兩年共 6 季的底棲動物群聚差異在樣區之間相較單一季度的資料變得不明顯，但可發現北側無海草區的樣點距離其他樣點稍遠，而海草稀疏區及南側無海草區的底棲動物群聚相似性較高。本年度海草稀疏區的底棲動物群聚，相較上年度更接近海草密集區的資料點，代表本年度海草稀疏區與海草密集區的底棲動物相較去年更為相像。

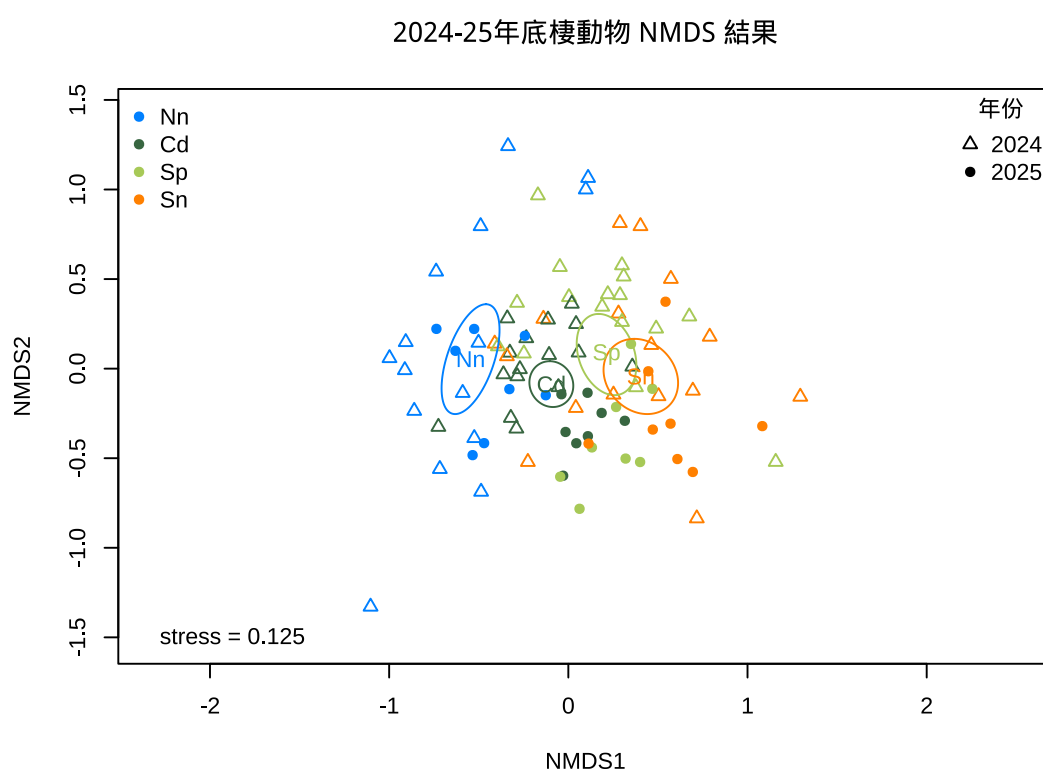


圖 23、113 至 114 年度底棲動物 NMDS 結果圖。

Nn：北側無海草區、Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區。

### (三) 各區底棲動物指標物種分析

根據歷史資料與最新觀察，幼蟹出現的熱區與海草密集區重疊，且本年度發現許多幼蟹個體出現在海草稀疏區高潮線附近，因此本分析試圖透過指標物種分析，了解各海草樣區之指標底棲動物，做為未來海草分區管理與生態復育之基礎資料，亦可為未來幼蟹調查樣區規劃之參考。使用上年度與本年度之底棲動物資料，參考 De Cáceres et al. (2010) 之作法，分析出各樣點組合之指標物種如表 14。

表 14、各樣區指標動物分析結果表。

Group Cd		
Species	Stat	P.value
公代	0.505	0.001***
齒吻沙蠶	0.417	0.011*
環文蛤	0.357	0.031*
Group Cd+Sp		
Species	Stat	P.value
鴨嘴海豆芽	0.594	0.001***
粉紅櫻蛤	0.441	0.004**
小石蜆螺	0.373	0.019*
腺帶刺沙蠶	0.361	0.033*
擬突齒沙蠶	0.350	0.031*
Group Sn+Sp		
Species	Stat	P.value
短趾和尚蟹	0.376	0.019*
Group Cd+Nn+Sp		
Species	Stat	P.value
萬歲大眼蟹	0.432	0.003**
Group Cd+Sn+Sp		
Species	Stat	P.value
光裸方格星蟲	0.432	0.003**

Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區、Nn：北側無海草區。

指標物種結果中，單一樣區僅海草密集區有指標物種，為公代、齒吻沙蠶與環文蛤；幼蟹出現頻度高的海草密集區 + 海草稀疏區指標物種有鴨嘴海豆芽、粉紅櫻蛤、小石蜆螺、腺帶刺沙蠶與擬突齒沙蠶；若往南延伸包含南側無海草區，則指標物種有光裸方蛤星蟲。

分析結果符合現場觀察，如賞蟹步道周遭常有甫上岸的採集者兜售環文蛤，而香山濕地的鴨嘴海豆芽密集區位置包含海草密集區與海草稀疏區（楊樹森，2017），而南側無海草區常有釣客與專業採集者挖掘星蟲（楊樹森，2021）。

#### 四、海草床分布密集區與其他區域底質環境因子之異同調查結果

##### (一) 海草床分布區內外底質特徵調查結果

已完成本年度之底質採樣與分析，所有檢驗數值如表 15 至表 18，各檢測項目與先前年度之比較與詳細分析如後。

表 15、114 年度上半年海草床樣區底質檢測結果表。

		中值粒徑 (mm)		含泥率 (%)		TOC (cC/kg)
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm
無海草區—北	Nn1	0.159	0.108	4.6	26.2	4.15
	Nn2	0.125	0.091	10.2	25.8	3.35
	Nn3	0.123	0.093	10.9	26.1	2.95
	Nn4	0.223	0.098	1.0	18.9	4.00
海草密集區	Cd1	0.186	0.123	2.4	7.9	1.85
	Cd2	0.251	0.115	1.6	9.4	1.8
	Cd3	0.265	0.111	1.2	9.8	1.95
	Cd4	0.232	0.108	2.9	8.2	1.95
海草稀疏區	Sp1	0.272	0.110	1.3	8.9	2.25
	Sp2	0.274	0.145	2.5	4.2	2.55
	Sp3	0.364	0.118	1.2	9.0	3.10
	Sp4	0.284	0.149	1.1	4.5	2.70
無海草區—南	Sn1	0.332	0.123	0.7	3.0	2.25
	Sn2	0.347	0.231	0.8	3.8	1.95
	Sn3	0.329	0.152	0.9	2.9	2.05
	Sn4	0.283	0.151	1.3	3.7	2.10

表 16、114 年度下半年海草床樣區底質檢測結果表。

		中值粒徑 (mm)		含泥率 (%)		TOC (gC/kg)
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm
無海草區—北	Nn1	0.107	0.128	24.9	7.1	2.30
	Nn2	0.122	0.114	9.3	6.5	1.50
	Nn3	0.159	0.137	5.3	3.8	2.35
	Nn4	0.128	0.121	5.2	2.9	1.60
海草密集區	Cd1	0.182	0.162	3.8	3.2	1.90
	Cd2	0.231	0.163	3.3	2.2	2.20
	Cd3	0.275	0.146	2.1	3.0	1.60
	Cd4	0.341	0.172	0.1	3.4	1.75
海草稀疏區	Sp1	0.332	0.174	0.8	1.2	1.85
	Sp2	0.303	0.172	2.7	1.8	1.30
	Sp3	0.309	0.198	2.2	2.0	1.40
	Sp4	0.269	0.192	1.6	1.0	1.25
無海草區—南	Sn1	0.241	0.177	1.3	1.1	1.10
	Sn2	0.200	0.173	1.4	1.3	1.90
	Sn3	0.247	0.232	1.1	0.6	1.25
	Sn4	0.307	0.192	0.5	0.6	1.25

表 17、114 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 (5 月)		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
無海草區一北	Nn1	2.620	2.596	0.257	0.410	2.540	0.294	0.316	0.294
	Nn2	3.944	3.931	0.113	0.484	3.883	0.221	0.391	0.214
	Nn3	4.520	4.499	0.209	0.556	4.432	0.314	0.435	0.323
	Nn4	3.648	3.627	0.213	0.488	3.571	0.297	0.386	0.268
海草密集區	Cd1	2.236	2.214	0.242	0.301	2.174	0.283	0.231	0.195
	Cd2	2.042	2.024	0.206	0.271	1.987	0.242	0.206	0.186
	Cd3	2.304	2.290	0.155	0.248	2.257	0.206	0.187	0.160
	Cd4	2.414	2.393	0.228	0.382	2.344	0.267	0.298	0.251
海草稀疏區	Sp1	3.407	3.400	0.038	0.393	3.353	0.122	0.307	0.237
	Sp2	2.938	2.927	0.094	0.379	2.889	0.172	0.306	0.176
	Sp3	4.238	4.233	0.001	0.497	4.185	0.123	0.403	0.219
	Sp4	3.690	3.678	0.083	0.517	3.633	0.189	0.427	0.200
無海草區一南	Sn1	3.220	3.211	0.061	0.525	3.172	0.162	0.447	0.154
	Sn2	4.253	4.249	0.000	0.488	4.206	0.131	0.401	0.178
	Sn3	4.277	4.267	0.057	0.568	4.219	0.185	0.472	0.203
	Sn4	3.739	3.734	0.009	0.466	3.696	0.126	0.389	0.152

表 18、114 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 (11 月)		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
無海草區一北	Nn1	2.767	2.730	0.404	0.554	2.674	0.455	0.453	0.259
	Nn2	3.768	3.763	0.020	0.413	3.722	0.129	0.332	0.184
	Nn3	1.887	1.866	0.232	0.276	1.830	0.263	0.212	0.181
	Nn4	3.347	3.335	0.104	0.397	3.292	0.191	0.316	0.202
海草密集區	Cd1	3.952	3.947	0.012	0.427	3.907	0.131	0.346	0.173
	Cd2	5.397	5.390	0.013	0.667	5.327	0.168	0.544	0.290
	Cd3	5.351	5.346	0.019	0.495	5.294	0.179	0.391	0.217
	Cd4	4.293	4.287	0.012	0.499	4.242	0.141	0.408	0.196
海草稀疏區	Sp1	3.286	3.280	0.027	0.447	3.240	0.122	0.369	0.178
	Sp2	3.547	3.534	0.106	0.455	3.486	0.197	0.365	0.228
	Sp3	3.013	3.006	0.035	0.411	2.973	0.127	0.344	0.136
	Sp4	2.873	2.861	0.097	0.468	2.820	0.174	0.390	0.187
無海草區一南	Sn1	5.009	5.001	0.026	0.633	4.942	0.170	0.518	0.267
	Sn2	6.180	6.173	0.005	0.711	6.107	0.188	0.580	0.289
	Sn3	3.813	3.800	0.075	0.680	3.745	0.180	0.573	0.256
	Sn4	4.259	4.243	0.121	0.644	4.184	0.235	0.531	0.276



# 1. 中值粒徑與含泥率檢測結果

本年度上半年底質表層（5 cm 以內）與深層（5 至 10 cm）之中值粒徑與含泥率的差異至為顯著，海草密集區部分樣點與南側的海草稀疏區、南側無海草區樣點表層底質均提升至中沙粒等級(0.25 – 0.5mm，表 15、圖 24)。

比較本年度與上年度底質中值粒徑（圖 24）與含泥率（圖 25），可發現本年度底質表層的中值粒徑相較上年度同期顯著且大幅上升(上升幅度約 50%)、表層含泥率較上年度同期顯著且大幅下降（下降幅度達近 70%），但深層底質中值粒徑與含泥率並無顯著差異，且上年度同期底質表層與深層之差異甚小，底質表層之中值粒徑略小於深層，含泥率則無一致趨勢，本年度底質表層與深層之差異則相當一致且顯著，底質表層之中值粒徑顯著較大，且含泥率顯著較低。

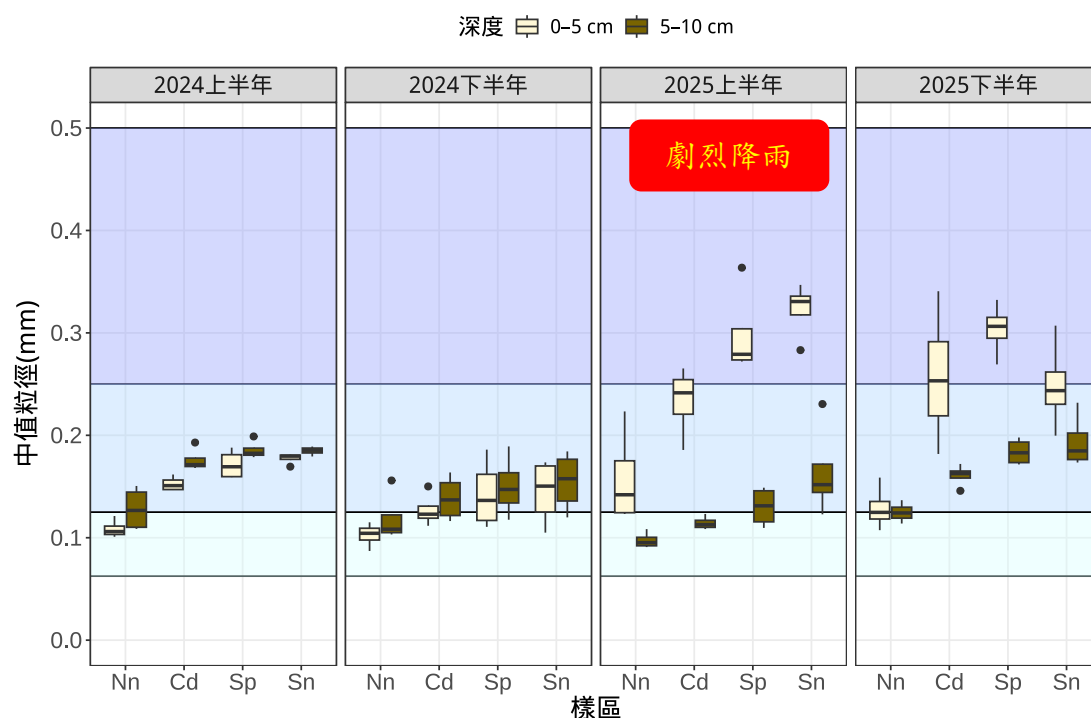


圖 24、114 與 113 年度各樣區中值粒徑盒形圖。

圖中底色色塊由淺而深（由下而上）分別代表極細沙、細沙與中沙粒等級。

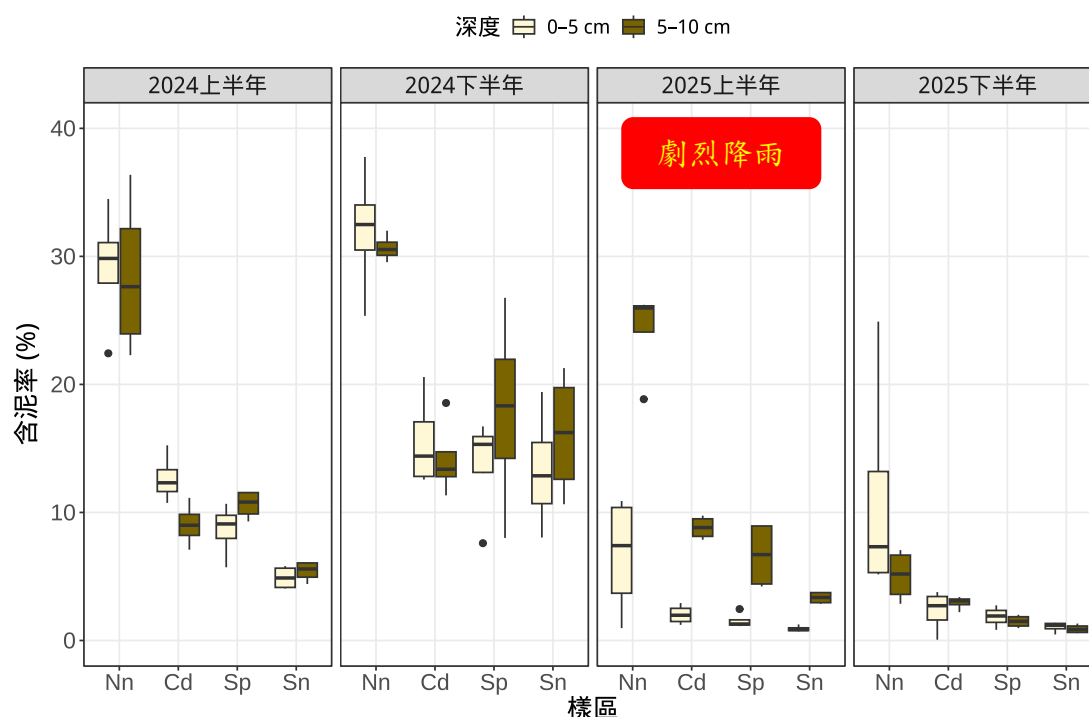


圖 25、114 與 113 年度各樣區含泥率分季盒形圖。

## 2. 葉綠素含量檢測結果

本年度底質葉綠素 a 含量介於 1.866 至 6.173 mg/kg 之間，最小值與大值均出現在下半年度的樣本當中。比較不同標準方法所換算之底質葉綠素 a 含量未有顯著差異，代表不同方法之間的一致性高，均可以測得一致的葉綠素 a 濃度；但葉綠素 b 與葉綠素 c 在不同方法之間的差異則較大（表 17）。

比較本年度與 113 年度各樣區之底質葉綠素 a 含量（圖 26），上半年除海草密集區與上年度無顯著差異，其餘樣區底質葉綠素 a 含量均較上年度為高，下半年則與 113 年度沒有顯著差別。

變異數分析 (ANOVA) 結果顯示本年度無論上、下半年，各海草樣區的葉綠素 a 濃度在組別間有顯著差異，上半年的主要變異來自海草密集區的葉綠素 a 濃度偏低，下半年的主要變異則來自於北側無海草區及海草稀疏區的底質葉綠素 a 濃度偏低。

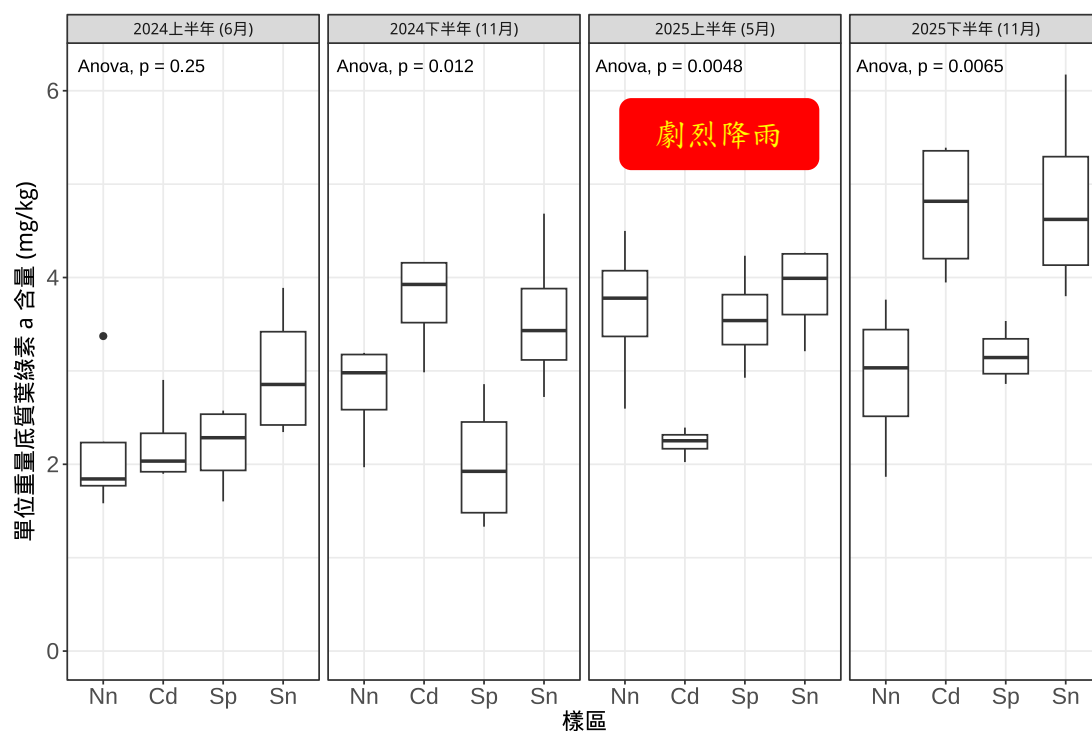


圖 26、114 與 113 年度各樣區葉綠素 a 測定結果分季盒形圖。

比較本年度各樣區上下半年底質葉綠素 a 濃度，海草密集區的底質葉綠素 a 含量在下半年顯著較上半年高（圖 27），與上年度之變化趨勢相同。

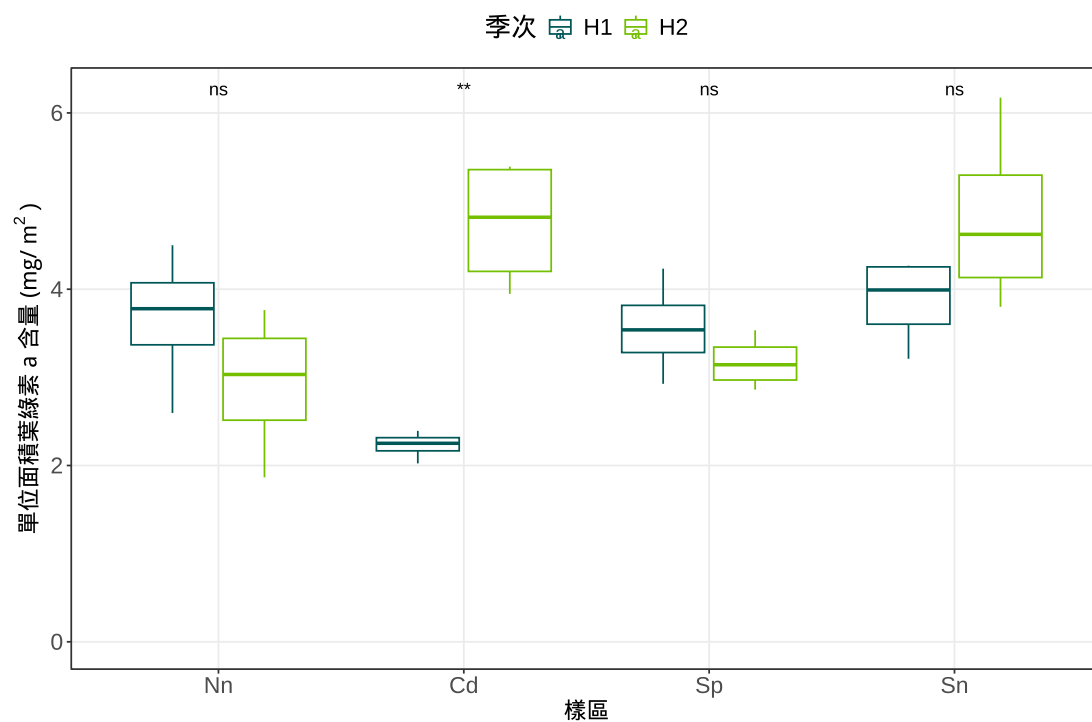


圖 27、本年度上下半年各樣區底質葉綠素 a 濃度比較圖。

比較本年度與 113 年度上、下半年各樣區底質葉綠素 a 含量，本年度上半年北側無海草區與海草稀疏區的底質葉綠素 a 含量顯著高於 113 年度，下半年海草稀疏區的底質葉綠素 a 含量顯著高於 113 年度。

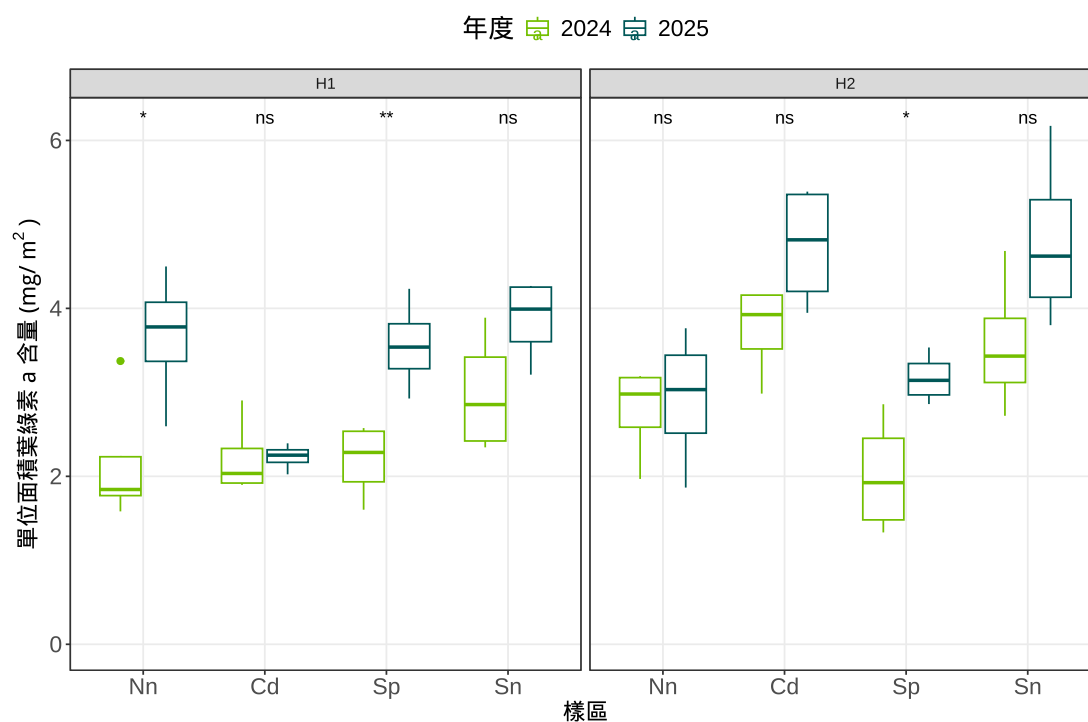


圖 28、本年度與上年度各樣區底質葉綠素 a 濃度比較圖。

### 3. 有機碳含量檢測結果

比較本年度與上年度底質有機碳含量，發現海草稀疏區與南側無海草區之有機碳含量在上、下半年均低於 113 年，而北側無海草區的底質有機碳含量則於下半年度大幅低於 113 年同期；海草密集區有機碳含量在兩年之資料比較中，是 4 樣區中最穩定者（圖 29）。

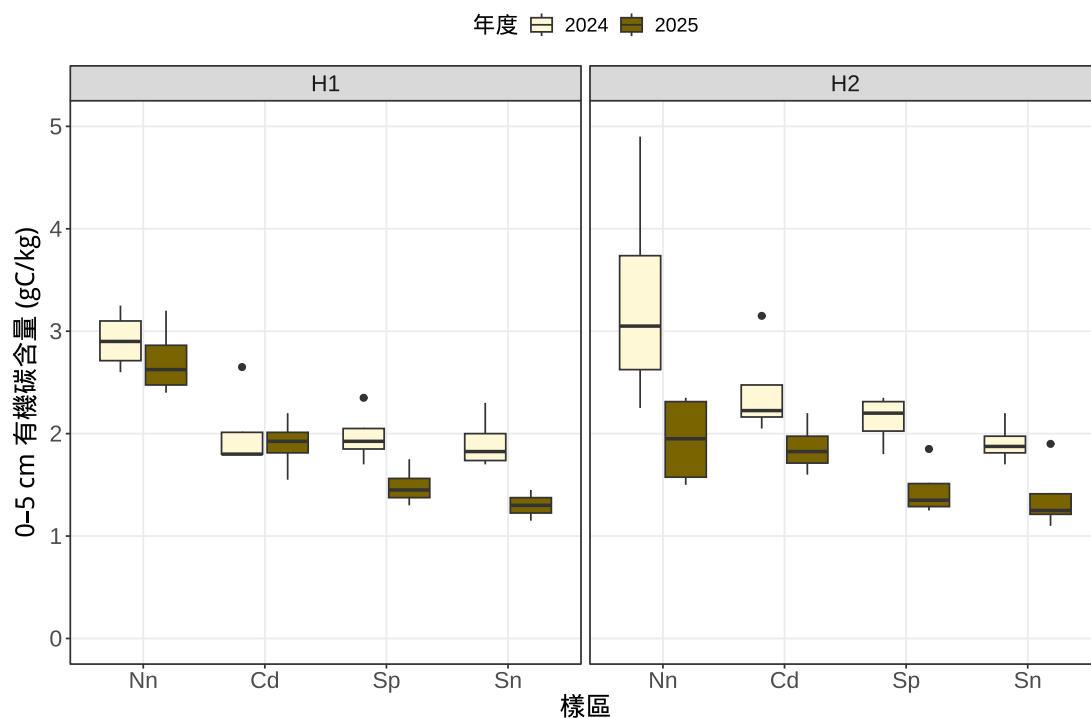


圖 29、本年度與上年度各樣區底質有機碳含量比較圖。

比較上、下半年各樣區有機碳含量，北側無海草區的底質有機碳含量在下半年大幅下降，而其餘樣區則未有較大差異（圖 30）。

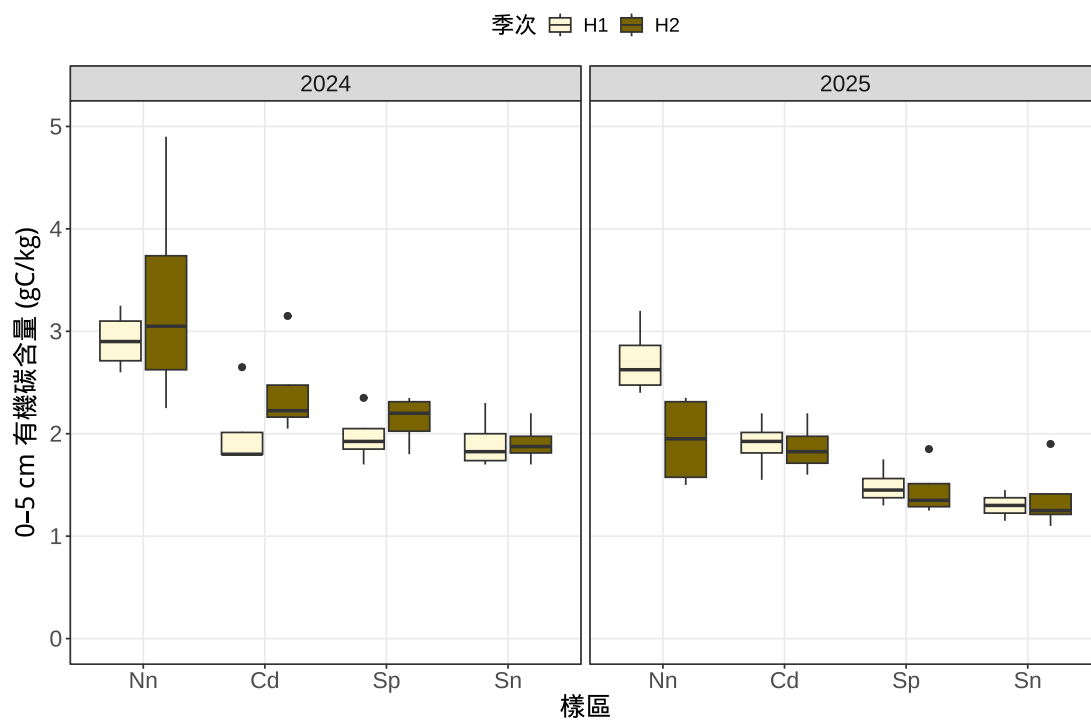


圖 30、本年度與上年度各樣區 2 季底質有機碳含量比較圖。

## (二) 底質多變量分析結果

綜合 114 年度底質表層 (0 – 5 cm) 中值粒徑、含泥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 31。葉綠素 b 與葉綠 c 濃度之計算，採用 NIEA E507.04B 所引用之 Jeffrey & Humphrey (1975) 計算式，以維持方法來源的一致性。

主成分組合當中，可以觀察到中值粒徑與含泥率及有機碳含量呈相反貢獻（即一正一負載荷），而葉綠素 b 則與含泥率及有機碳含量有些許相關，葉綠素 a 與 c 則與其他變數相關性不高。前 2 主成分軸可以解釋約 78.53% 之變量，表示這 6 個變量已以涵蓋資料中近八成變異，對於本年度之底質資料，具備良好區辨樣區的潛力。

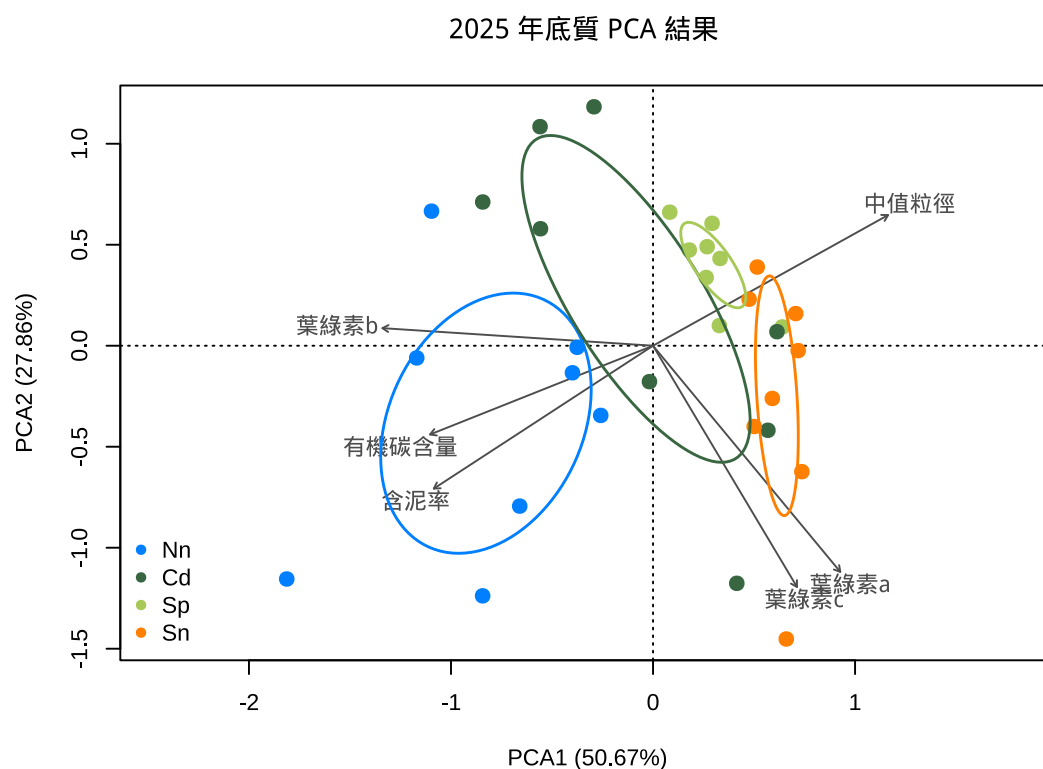


圖 31、114 年度各海草分布底質樣區底質表層主成分分析結果圖。

Nn：北側無海草區、Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區。

主成分分析結果中，4 個樣區可以背大致上區分開。北側無海草區底質中值粒徑最小且含泥率最高，檢測到最高的有機碳含量且葉綠素 b 濃度偏高，而海草密集區的中值粒徑較大、含泥率低，各樣點間葉綠素濃度差異頗大；參考葉綠素檢測結果如表 15、表 16 與圖 27 可知海草密集區的葉綠素濃度季間變化相當大，葉綠素濃度的差異拉大了海草密集區的底質狀態變異橢圓。海草稀疏區與南側無海草區的中值粒徑大，有機碳含量與含泥率均低，且葉綠素 b 濃度低，葉綠素 a、c 濃度較高。

### (三) 底質與底棲生物交互分析結果

將本年度各樣區上半年的環境特徵(底質表層與底層之有效粒徑、中值粒徑、含泥率與表層有機碳含量及葉綠素 a、b、c 含量)與物種組成進行典型相關分析(CCA)，結果如圖 31。

第一典型軸與第二典型軸分別解釋了 10.86% 與 5.21% 的變異，顯示環境因子與物種分布之間具有些許相關性。從環境因子箭頭的方向與長度可見，含泥率與有機碳含量及葉綠素 b 成正相關，且與中值粒徑、有效粒徑有反向關係；如同 PCA 之結果，葉綠素 a 與葉綠素 c 和上述變因關係不大。不同樣區在物種組成上的分布亦呈現區隔，其中北側無海草區分布於第一典型軸右側，與含泥率和葉綠素 b 方向一致，而南側無海草區則集中於左側，與較大的粒徑與較低含泥率有較強的對應關係，且與北側無海草區沒有交集。海草密集區與稀疏分布於圖中下方位置，對應較低的葉綠素 a 與 c 之方向。

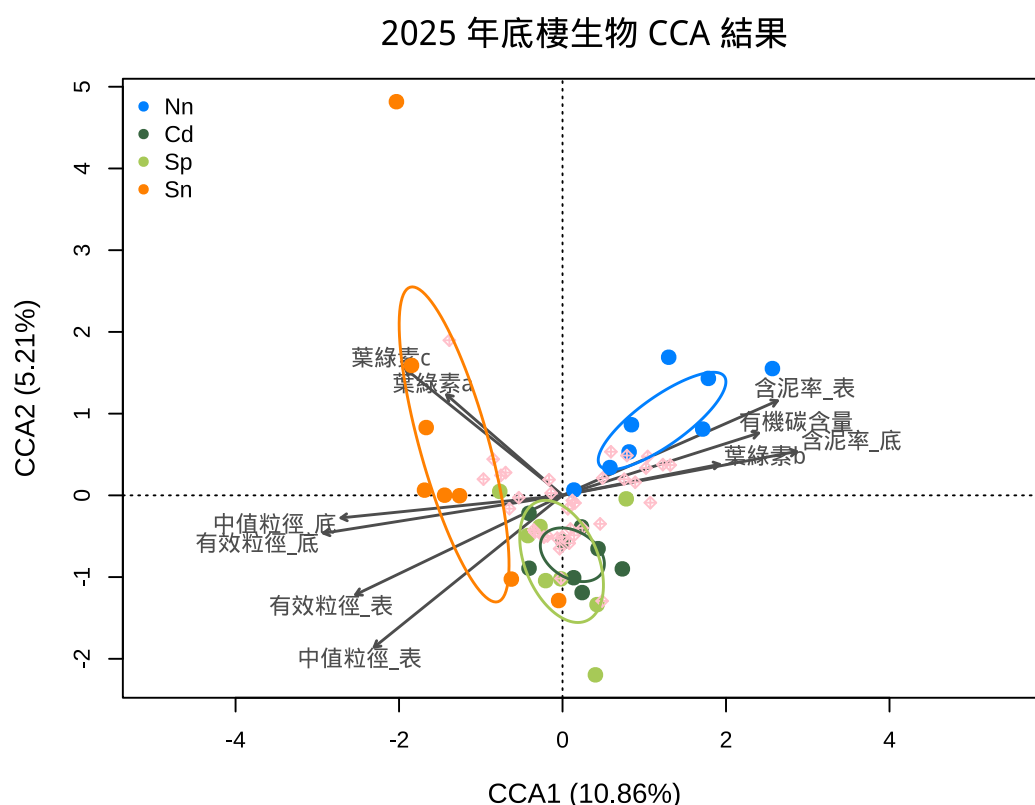


圖 32、114 年各海草樣區底棲生物組成與底質環境特徵典型相關分析結果圖。  
Nn：北側無海草區、Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區。



進一步採用向前選擇法 (forward-stepwise selection) 進行逐步迴歸，篩選出顯著的環境變項，結果如圖 32。相較於原始結果，逐步迴歸分析結果僅保留對物種組成具有顯著貢獻的表層中值粒徑、底層 (5 - 10 cm) 有效粒徑與葉綠素 c 作為解釋變量，依此變量重新對生態資料進行約束後的分析結果，第一典型軸與第二典型軸分別解釋了 8.73% 與 4.87% 的總變異。

在此簡化模型中，各樣區的樣點分布趨勢仍具區辨性。北側無海草區樣點集中於右側，代表其底質表層中值粒徑與底層有效粒徑較小，而 Nn 樣區則分布於中值粒徑箭頭所指右側，顯示這些區域的底質顆粒較粗，與中值粒徑呈正向對應。儘管僅使用少數環境因子，粒徑與葉綠素 c 仍能有效解釋底棲生物群聚的主要變異結構，代表底質粒徑與矽藻（對應葉綠素 c）為本年度底棲生物分布的關鍵環境指標。相較於全模型，篩選出的 3 個變因，在物種組成差異上更具統計重要性，反映其在環境空間梯度上的生態代表性。

2025 年底棲生物 CCA - 逐步迴歸結果

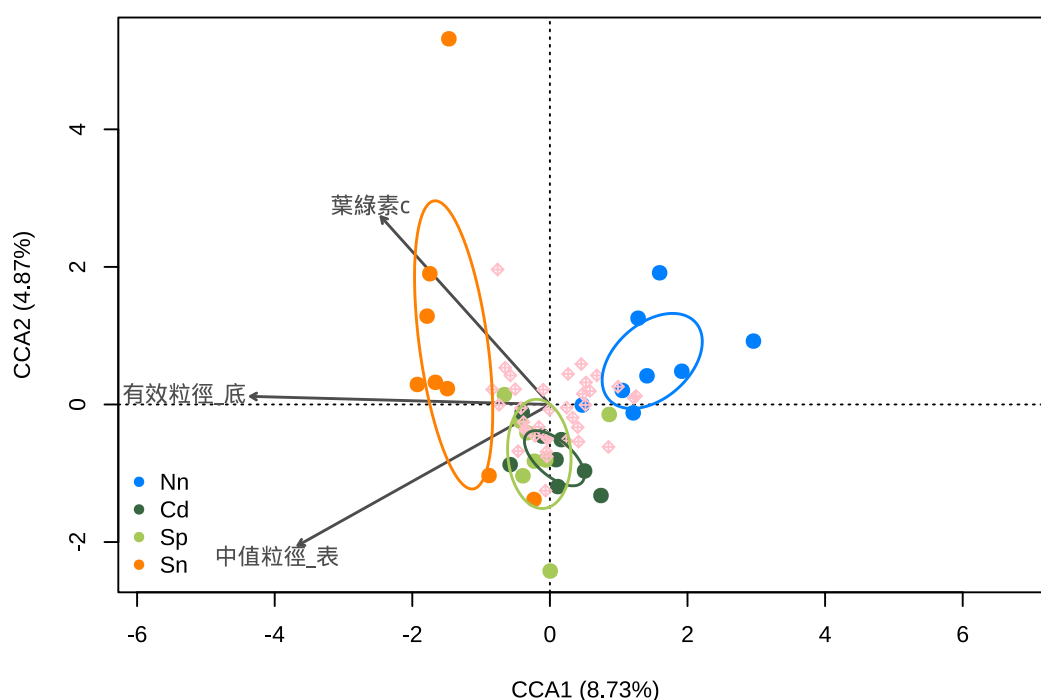


圖 33、114 年各海草樣區底棲生物組成與底質環境特徵逐步迴歸篩選後之典型相關分析結果圖。

Nn：北側無海草區、Cd：海草密集區、Sp：海草稀疏區、Sn：南側無海草區。

#### (四) 控制樣點底質狀態監測結果

控制樣點底質狀態非本年度合約所載項目，但為了解賞蟹步道周遭底質環境變化趨勢，本年度亦採取賞蟹步道控制樣點表層與底層底質，檢驗中值粒徑、含泥率與表層有機質。上半年度控制樣點底質狀態檢測結果如表 19。

本年度上半年控制樣點的底質狀態與各海草床樣區略同，多數控制樣點之底質呈現表層與深層中值粒徑及含泥率差異甚大之情況，表層之中值粒徑較深層為大且含泥率低。賞蟹步道北樣區的 N2 樣點表層與底層中值粒徑與含泥率差異不若其他樣點大，可能代表其表層與底層混合程度較其他樣點高。

表 19、114 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。

		中值粒徑 (mm)		含泥率 (%)		TOC (gC/kg)
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	0 - 5 cm
賞蟹步道北	N1	0.163	0.095	5.6	22.2	2.45
	N2	0.124	0.108	14.4	15.6	1.95
	N3	0.200	0.150	5.2	15.3	2.70
賞蟹步道南	S1	0.185	0.142	6.5	16.0	3.10
	S2	0.186	0.168	1.9	6.6	1.40
	S3	0.176	0.160	7.4	12.3	1.85

比較控制樣點 108、113 與本年度底質淺層與深層之中質粒徑與含泥率（圖 34），淺層底質中值粒徑逐年提升，且含泥率亦逐年下降；深層底質中值粒徑的逐年變化則較為複雜，其中賞蟹北樣區的深層底質中值粒徑有下降趨勢，中位數約 0.11 mm，但含泥率則相當穩定，中位數在 20% 左右；賞蟹南樣區的表層底質中值粒徑在 113 年度最大，本年稍微下降至與 108 年相同，而含泥率則與先前年度持平，但樣點間的含泥率數值範圍加大。整體而言，本年度賞蟹步道控制樣點淺層底質中值粒徑上升，深層底質的中值粒徑較上一年度下降，而含泥率則與上一年度持平。

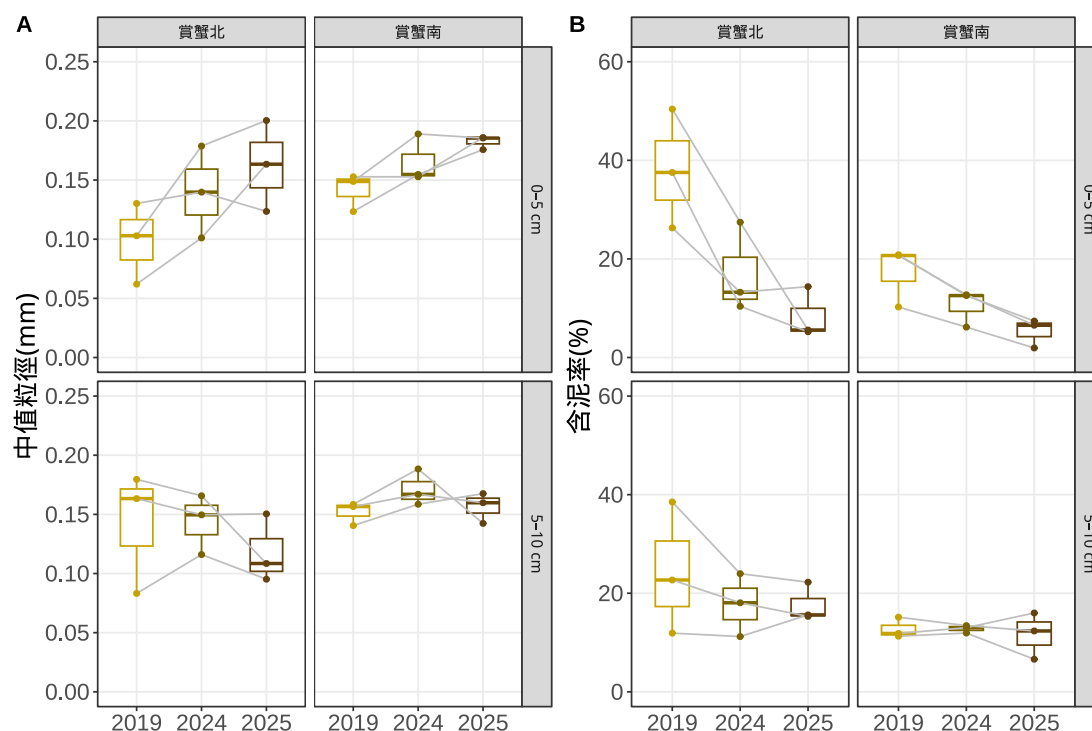


圖 34、控制樣點 108、113 與 114 年度底質中值粒徑與含泥率變化圖。

比較控制樣點 108、113 與本年度底質 0-5 cm 淺層之有機碳含量如圖 35，相較於 108 年度，113 年度開始，賞蟹步道南、北側樣點的底質有機碳含量就大幅降低，本年度與上年度底質有機碳含量大致持平，未有劇烈變化。

賞蟹步道南側最靠外的樣點，有機碳含量下降幅度最大，推測當年紅樹林移除後，大量泥質與有機質向外洗出，因此採樣時側得較高有機碳含量。原為紅樹林的賞蟹步道北側樣區，在紅樹林移除初期（108 年）底質中有機碳含量仍高，經過 5 年後，有機碳含量顯著降低。

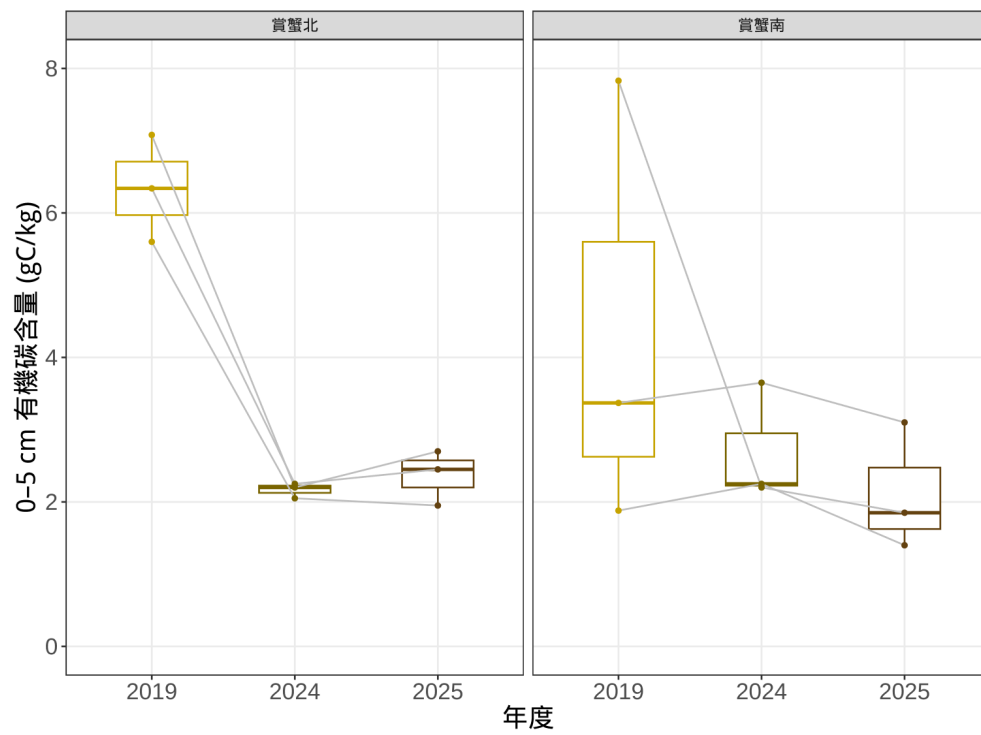


圖 35、控制樣點 108、113 與 114 年度底質淺層有機碳含量變化圖。

## 伍、 討論

### 一、 三棘蠶相關調查

香山濕地之三棘蠶分布熱區，根據近三年之調查與訪談，已確立為賞蟹步道周遭（楊樹森與李清福，2023；張筱筠，2024；張筱筠，2025），也因為賞蟹步道周遭幼蠶分布熱區與海草床呈共域分布，成為臺灣島西海岸潮間帶之亮點。本年度於計畫合約外，在濕地全區主要輸入河川兩岸設計調查線，總長約逾 7 公里，並未調查到任何蠶個體，顯示香山濕地的蠶，很可能偏好分布於特定地區。

本年度調查到背甲寬 20 mm 之幼蠶，代表香山濕地的幼蠶族群有自然添入，雖然年度調查數量不多，無法進行如同金門之分齡統計與族群成長參數估計（張懿，2023；張懿等人，2024），此發現已具有指標性意義，代表香山濕地與周遭有穩定的蠶族群存在。

根據張懿等人 (2024) 於澎湖青螺濕地的調查，靠近海茄冬的區域，幾乎沒有調查到幼蠶，雖然目前國際上沒有三棘蠶幼體與紅樹林分布之相關性研究，但此結果與香山濕地在紅樹林移除後，幼蠶目擊數量上升相符。香山濕地（尤其賞蟹步道周遭）在紅樹林移除後，底質中值粒徑上升，有機碳含量下降，底質結構轉為適合幼蠶棲息的樣態（楊樹森與李清福，2023；張筱筠，2024；張筱筠，2025）。

本年度於樣區外發現許多幼蠶，數量超過固定調查樣區。經過統計樣區內、外出現之幼蠶族群是否相異，結果顯示樣區內外幼蠶背甲寬長度結構沒有顯著差異。此結果凸顯固定樣區調查之侷限，未來應針對樣區外，設計合適的調查方法，例如於固定樣區外，另外劃設調查線，以作為樣區調查之補充。

113 年與本年度針對三棘蠶調查所劃設之樣區，乃根據先前年度調查結果所劃設，經過連續兩年之調查與訪談後，應根據調查結果進行調整。例如明發定置漁場外之調查樣區，與公民通報或調查訪談中幼蠶出現位置不相符。

## 二、海草床相關調查

本年度海草生產力調查，於海草稀疏分布區增設 3 樣點，其生長趨勢與密集區的樣點比較後，單株葉片生產量並無顯著差異，代表香山濕地的甘藻族群無論疏密，其生長狀態應無差異；而單位面積生產量，則因為稀疏區與密集區的個體密度不同，故有差別。

比較四季甘藻分布區域，春末（5 月）甘藻分布面積達到最大，且因為本年度 5 月雨量充沛，觀察到地勢較高的明發定置漁場招牌外灘地，甘藻族群較上年度密集，雖然目測健康狀況（植株顏色）不若賞蟹步道周遭之族群，但其擴張速度之快，可做為未來甘藻復育之參考。本年度 7 月有丹娜絲颱風侵襲，且颱風中心自新竹、桃園交界出海，因此香山濕地受到相當程度之風暴擾動，造成 8 月調查時，甘藻密集區面積較上年度降低。本年度也因為調查期間陰雨日數較多，所測得之甘藻生產力低於 113 年度。本計畫每年針對甘藻生產力進行調查，此長期調查結果可以做為未來碳匯估計之參數，相較期程較短之調查，本計畫之數據應可提供較為穩健之估計結果。

海草分布密集區與其他樣區之底質檢測結果顯示各樣區底質中值粒徑有由北往南逐漸增大之趨勢，底質有機碳含量則與粒徑呈現相反趨勢；葉綠素含量則沒有上述趨勢。本年度 5 月調查到表層 5 公分內的含泥率大幅下降，且中值粒徑上升，與 5 - 10 cm 的底質狀態差異相當大，故推斷為強烈且延時長的降雨事件導致；經過 7 月的颱風，10 月底質淺層與深層的差距縮小，含泥率較上年度顯著較低，且中值粒徑上升。此類因天氣現象所造成的底質環境變遷現象，是香山濕地第一次觀察到，未來應持續追蹤觀察。

如同上年度之調查結果，海草分布密集區在夏季與冬季的底質葉綠素含量有相當顯著的差別，而其於樣區則無（張筱筠，2024）。未來應持續觀察此趨勢。比較年度間底質葉綠素含量差異，本年度海草稀疏區的底質葉綠素含量顯著高於上年度，且本年度海草床分布調查亦發現此區海草較上年度茂密，有部分區域由稀疏區轉為密集區，很可能與豐沛的雨量有關。賞蟹步道附近有較大量且穩定的水源輸入，帶來營養鹽，也維持乾潮時灘地濕潤，而位於風情海岸碑與曬船橋之間的海草稀疏區只有頂寮溪此一穩定水源，其餘生活汙水排水口之水量不穩，須

待降雨才能有足以維持灘地濕潤的水量。

底質狀態影響底棲動物之組成。本年度底棲動物調查結果顯示底棲動物分區之群聚與去年大致相仿，但今年海草稀疏區的底棲動物群聚與海草密集區更為相像，推測可能因為本年海草床範圍大幅擴張之故。針對底質與底棲動物群聚進行相關分析顯示，底質表層中值粒徑、葉綠素 c 與深層有效粒徑 ( $D_{10}$ ) 為影響底棲動物群聚的主要因子。底質表層中值粒徑與深層有效粒徑可代表底棲動物鑽入底質的容易程度，而葉綠素 c 為生產者之指標，此結果說明灘地底質的疏密度、透水性與藻類含量可以形塑底棲動物群聚。本年度底棲動物調查於灘地表面發現遠海梭子蟹，另外也發現方格星蟲的數量高於上年度，反映出本年度底質粒徑增大的變化。

本年度針對 4 區海草床樣區進行指標物種分析，獨屬海草密集區之指標物種有公代、齒吻沙蠶與環文蛤，密集與稀疏區共有之指標物種有海豆芽、粉紅櫻蛤、小石蜆螺、兩種沙蠶，而密集、稀疏區與南側無海草區共有之指標物種則有光裸方格星蟲。依據各樣區底質狀態與相關分析結果，可知海草密集區底質有機碳含量高(可能來自海草枯落物或沿岸排水)，且冬季有含量豐富的生產者(葉綠素)，因此許多底棲軟體動物與多毛類資源豐沛，而海草表面常觀察到小石蜆螺攝食，顯然海草是除了底棲性藻類之外的重要生產者。分析海草密集區與其他區域之指標物種，有助於未來海草床復育時估計生態效益。

賞蟹步道周遭的控制樣點，底質狀態大致上與 113 年度相仿。在周遭紅樹林移除後數年，觀察到 10 公分內的底質粒徑有顯著上升，伴隨含泥率與有機碳含量下降。南側與北側的樣點之間底質狀態漸趨一致。

本年度環境與生物群聚很可能受到降雨量影響。根據中央氣象局資料，113 年 5 月降雨量為 132.0 mm，而本年 5 月則為 295.0 mm；本年度 3 月與 5 月分別有春雨及梅雨，降水量遠高於上一年度(圖 36)。豐沛的降雨沖刷表層底質的細料泥質，使得本年度測得淺層底質的含泥率大幅下降且中值粒徑大幅提升。豐沛的降雨，可能經由逕流將陸源的氮、磷等營養鹽透過沿線排水口送至濕地，促進藻類生長，形成本年度大部分樣區葉綠素 a 較去年同期高的現象。本年度海草密集區的葉綠素 a 濃度趨勢與其他樣區不同，未有顯著上升，可能因為密集的甘藻

(與更近岸的雲林莞草) 優先吸收陸源的營養鹽，使得本區藻類並未如同其他樣區大量繁殖。

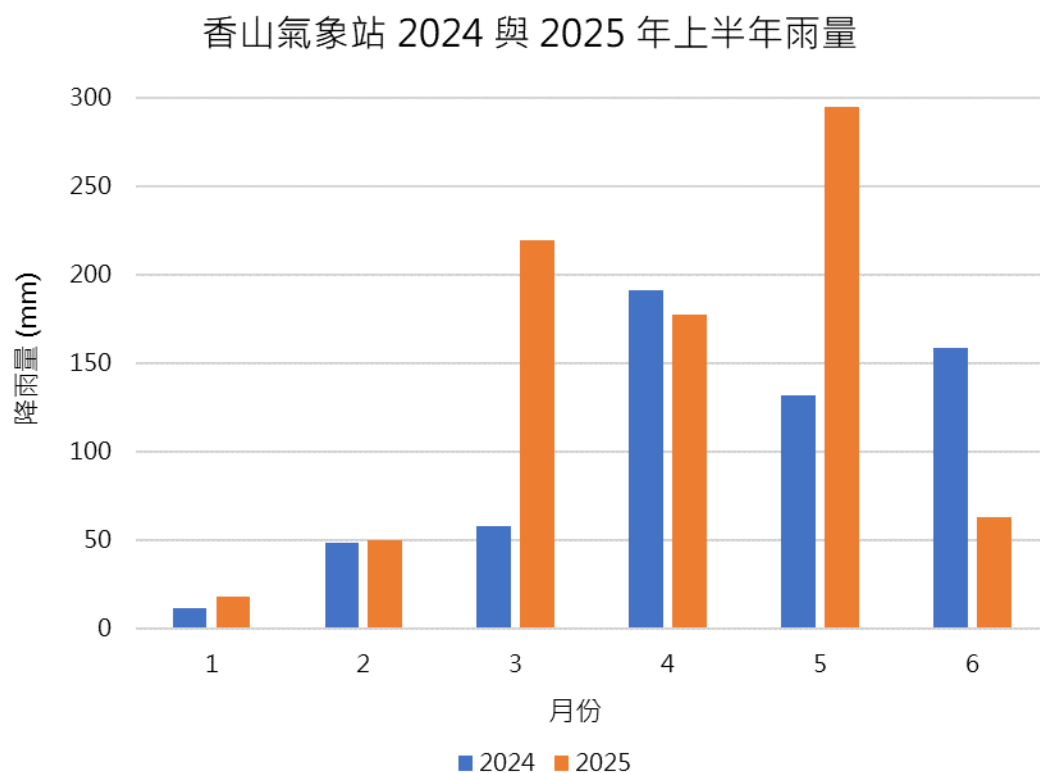


圖 36、中央氣象局香山濕地氣象測站 113 與 114 年度上半年各月降雨量圖。



### 三、香山濕地三棘蠶與海草床分布之相關性討論

本計畫同時調查香山濕地三棘蠶與海草床之分布範圍與族群量，兩物種分布區域有重疊，但不完全相同，在資源有限之考量上，僅能設計部分樣區重疊之形式，試圖為三棘蠶與海草床之共域分布提供觀察結果。

如同上年度，本年度調查結果持續顯示，香山濕地的幼蠶高密度分布樣區與海草密集分布區的空間分佈高度重疊。受限於經費限制，本計畫雖未能大規模、高頻度地全面測定與檢驗濕地全區的底質粒徑、有機質及葉綠素 a，不過根據本年度現有的檢驗頻度分析，本年度再度確認在海草與幼蠶密集分布區域，底質的葉綠素 a 濃度呈現顯著的季節性趨勢：冬季的濃度顯著高於夏季，且底質粒徑普遍低於夏季（即底質較細）。葉綠素 a 是灘地基礎生產力的重要指標，這項發現代表該區域在冬季擁有較高含量的微藻類，表棲與底棲動物能在此獲得更充足的食物。張筱筠 (2025) 於 113 年 8 月至 114 年 5 月分四季於香山濕地全區設計 24 底質樣點進行檢驗，發現香山濕地中部（大庄溪口以南、曬船橋以北）地區的底質葉綠素 a 含量較南、北部高，尤其以賞蟹步道周遭樣區最高；葉綠素 a 含量在夏季與冬季的變化，也以濕地中部具有較顯著的差異（圖 37）。

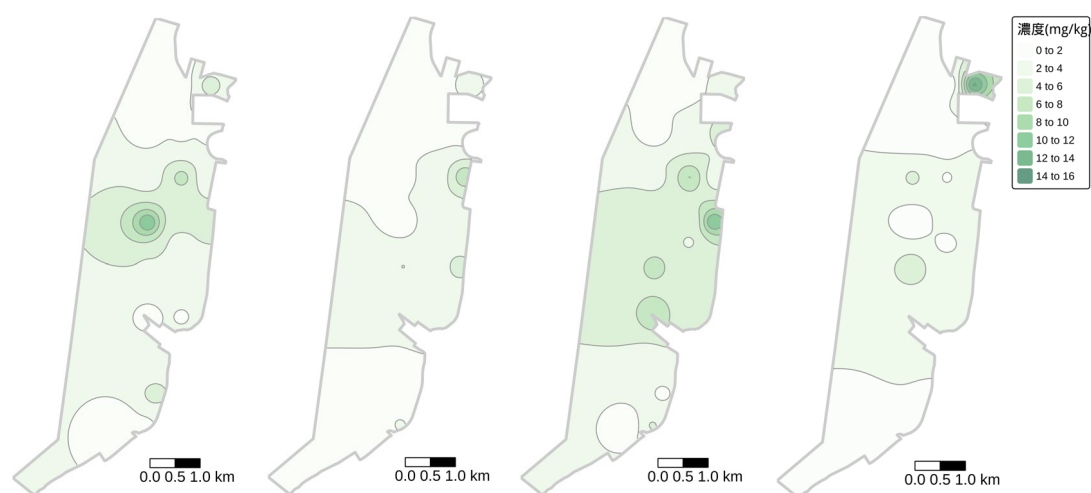


圖 37、113 至 114 年度四季底質葉綠素 a 含量時空變化圖。

由左至右分別為 113 年 8 月、113 年 11 月、114 年 2 月與 114 年 5 月之底質葉綠素 a 含量空間內插結果圖。

取自《113-114 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》。

葉綠素 a 與幼蟹分布區域的結果與國際上多項研究結論相符。許多針對蟹棲地特徵的探討與物種分布模擬 (Species Distribution Modeling, SDM) 均指出，對於三棘蟹而言，無論是現地觀察或模型預測，底質葉綠素 a 含量都是至關重要的環境因子 (Hsieh & Chen, 2009; Vestbo et al., 2018; Zhu, Yuan, & Fan, 2020; Meilana, Hakim, & Fang, 2021; Wang, Chen, & Kwan, 2024)。特別是國內由 Hsieh & Chen (2009) 針對形塑金門地區蟹分布的環境因子進行了詳盡研究，其結果明確指出高底質葉綠素 a 含量與多毛類數量豐沛程度皆與蟹的數量呈現正相關。雖然本計畫礙於資源分配，未能針對每個幼蟹調查樣區之底質進行逐月採樣，且香山濕地之幼蟹數量並不若金門，沒有足夠個體數與棲地面積進行小範圍取樣與重複，但由張筱筠 (2025) 之調查結果，對於近兩年香山濕地全區之底質葉綠素 a 含量，能有概括性了解，在中尺度上應可推論香山濕地的幼蟹分布與葉綠素 a 含量有相關，符合 Hsieh & Chen (2009) 之模型。

除葉綠素 a 之外，本研究於每次幼蟹樣區調查，均測量底質溫度、鹽度與 pH 值。香山濕地幼蟹密集樣區兩年來測得之溫度介於 19.2 – 34.1°C、鹽度介於 9.61 – 27.51 ppt、pH 介於 7.37 – 8.18 之間，根據 Liao et al. (2019) 的實驗結果，生活於 0 – 20°C 和 35 – 40°C 範圍內的亞成蟹，平均食物攝取量明顯低於 25°C 和 30°C 的組別，證明蟹有其適宜的棲息溫度範圍，且根據 Bao et al. (2023) 之研究結果，表面海水溫度是影響幼蟹活動力的最主要原因，而香山濕地的環境溫度適合幼蟹棲息。比較本年度所測得底質粒徑，也符合金門、澎湖相關報告中幼蟹棲地的底質範圍內 (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; 羅柳墀及陳溫柔, 2019; 陳溫柔、李桂芬及曾雀芬, 2023; 楊樹森與李清福, 2023)，代表香山濕地在溫度與底質等環境條件，均適合幼蟹棲息。尤其賞蟹步道外樣區有一淺潮溝，可以維持適合幼蟹棲息的 1 – 10 mm 水深，保持底質含水率 (Kwan et al., 2020; Bao et al., 2023; 張懿等人, 2024)。

受限於樣區規劃，底質與底棲動物調查未能覆蓋所有幼蟹調查樣區，但本年度針對各海草樣區進行指標物種調查結果，顯示幼蟹密集出現的海草密集樣區有其獨特之底棲動物組成，包含公代、齒吻沙蠶與環文蛤，與其他樣區共有之指標物種有海豆芽、粉紅櫻蛤、小石蜆螺、腺帶刺沙蠶、擬突齒沙蠶與光裸方格星蟲，

其中光裸方格星蟲曾被報導為幼鰲之食物來源 (Li et al., 2022a)。本計畫雖未調查其餘幼鰲分布樣區之底棲動物組成，但根據張筱筠 (2025) 於濕地全區進行之底棲動物調查結果，發現香山濕地中部地區為全區底棲動物多樣性熱點(圖 38)。

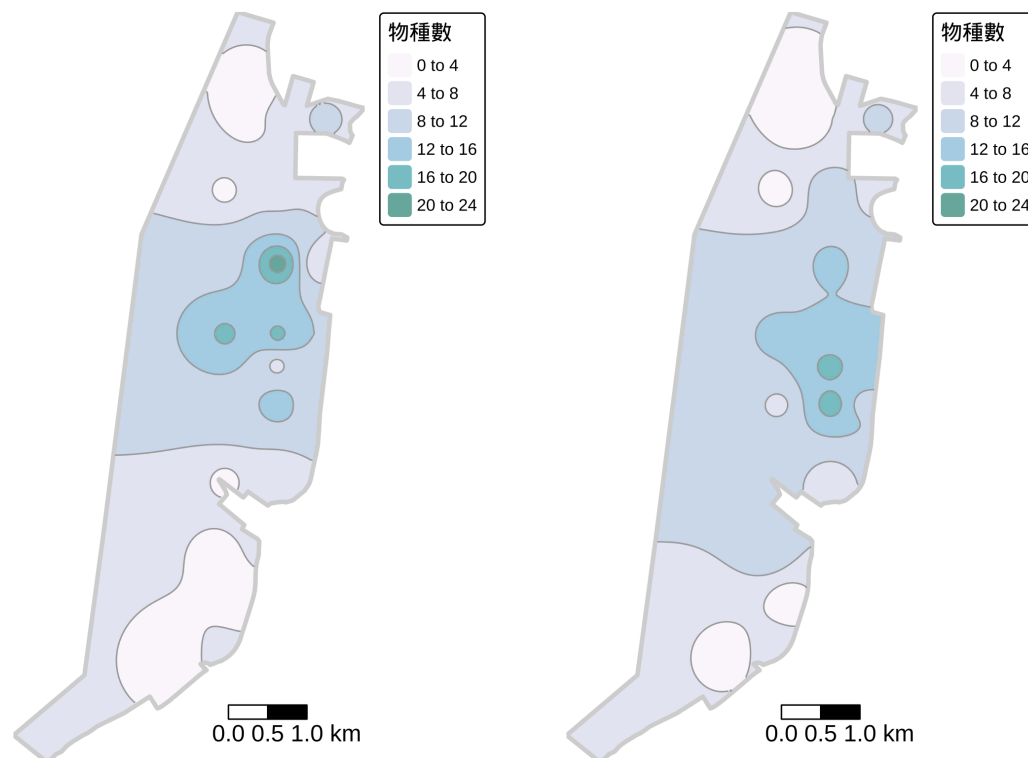


圖 38、香山濕地全區底棲動物多樣性等值線圖。

左圖與右圖分別為 113 年 8 月與 114 年 5 月資料。

資料取自《113-114 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》，以反距離加權法（權數 = 2）進行內插。

針對三棘鰲的食性，有研究指出廣西珍珠灣三棘鰲的幼體與成體主要食物來源之貢獻比例上不同，幼鰲為雜食性，由血淋巴同位素比例推測攝食燒酒海蜷、石蓴與光裸方格星蟲等 (Li et al., 2022a)；腸道轉錄體功能性基因分析結果亦支持鰲為雜食性 (Li et al., 2022b)。另有研究透過鰲的胃內含物同位素分析，指出甘藻為中國東南方三棘鰲與圓尾鰲 (*Carcinoscorpius rotundicauda*) 的主要食物來源 (Fan et al., 2017)。Hu et al. (2022) 的結果顯示，不同棲地的三棘鰲幼體攝食的營養層級不同，推測三棘鰲幼體在食物取得上應為機會主義者，但比較不同齡期幼鰲組織與糞便的同位素比例，發現隨齡期增大，營養階層也有所提升，代表幼齡的三棘鰲偏向攝食生產者或初級消費者，而齡期較大的幼鰲，則會以軟體動物、多毛類等消費者為食。

經過數年觀察，香山濕地幼鰈目擊頻次最高的區域與海草床重疊。此重疊區域位於香山濕地中部地區，為漲退潮時海水最後進入之地區（楊樹森，2017；楊樹森，2019），退潮時有一較淺潮溝，且沿岸有富含營養鹽的生活汙水注入（楊樹森與李清福，2023），適合藻類生長與有機質累積（張筱筠，2025）；底棲動物調查也發現此區有相對豐富的軟體動物、多毛類與星蟲等底棲無脊椎動物資源。綜合先前調查結果，底質粒徑與葉綠素含量為形塑香山濕地底棲動物群聚的重要因子（楊，2017；張，2025）。為解釋鰈分布熱區與海草床密集區重疊的現象，本計畫於上年度提出香山濕地鰈分布與環境因子及生物因子關聯概念圖，說明鰈偏好棲息的环境，符合生態學中，食物階層由生產者形塑物種分布格局與物種群集組成的 bottom-up 概念；本年度依據近年底棲動物與底質狀態之相關性分析結果，將此概念延伸調整如圖 39。

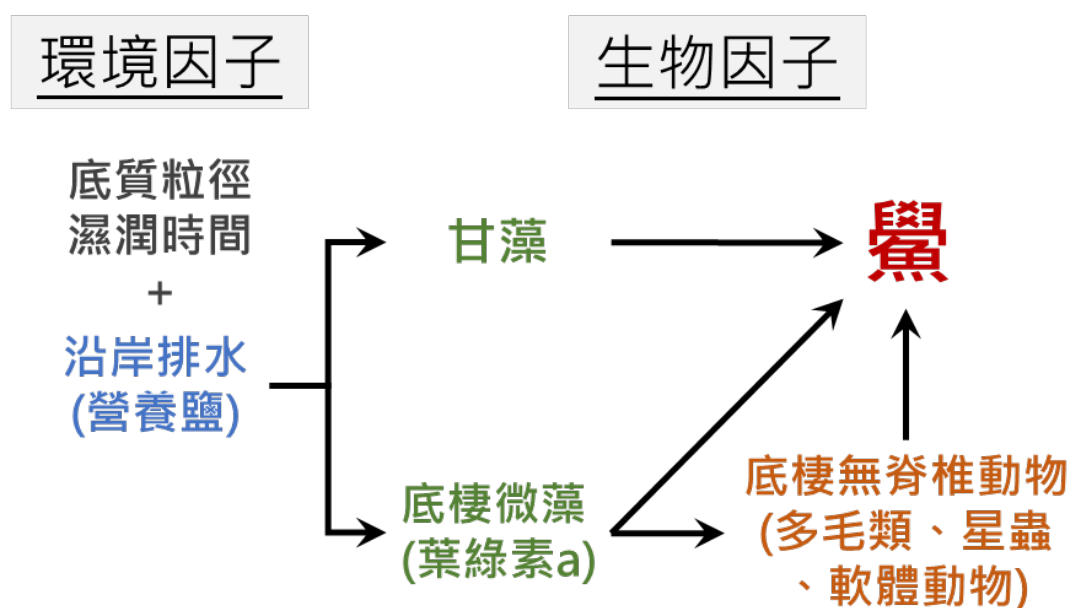


圖 39、本年度修正之香山濕地鰈分布與環境因子及生物因子之關聯圖。  
原始模型取自《113 年度香山濕地三棘鰈及海草床生態調查計畫期末報告書》。

## 陸、 概要與建議

### 一、 幼蟹調查概要與建議

本年共發現 30 隻次幼蟹，發現區域均位於賞蟹步道前固定樣區與其周遭。其中於固定樣區內共發現 14 隻幼蟹，而 5 月於固定樣區外共發現 9 隻幼蟹，為香山濕地有紀錄以來，一次性發現最多隻幼蟹之紀錄。目前為止發現的幼蟹個體背甲寬介於 2.0 至 6.5 cm，換算齡期介於 5 至 9 齡間。根據調查範圍計算年度單位面積幼蟹累計發現隻次，為 10.9 隻次/ha。

除固定樣區外，本年度於濕地範圍主要河川出海口與魚塢放流水出口處劃設 6 條穿越線，總長度約 7000 m，進行來回一次調查，未發現任何幼蟹。於調查時隨機訪問專業採集者，得知金城湖應無蟹分布，2014 年之紀錄可能為誤入之個體；另有受訪者提供定置漁場捕獲成蟹的影片，代表新竹海域有成蟹活動，且幾乎每年都可抓獲成蟹，推斷該區域有穩定的族群棲息。

由幼蟹調查樣區底質溫度、鹽度與 pH 值調查結果，顯示香山濕地各幼蟹樣區的環境皆落於適合幼蟹棲息的环境參數範圍內，但北部客雅溪口與南部明發定置漁場招牌外的樣區，因為地勢較高，退潮後底質含水時間不長，因此無論現場調查或者訪問調查，均沒有幼蟹發現紀錄。

本成果顯示目前使用的固定樣區法，對於活動力較高之幼蟹具有潛在之限制；固定樣區法所計算出的單位面積幼蟹密度因此可能存在較大誤差。未來應開始比照漁業資源調查，研發屬於幼蟹的標準化單位努力量 (catch per unit effort, CPUE)，以行走距離或調查時間為標準化依據，而非固定的樣區範圍。

### 二、 海草床分布範圍四季變化與物候紀錄調查概要與建議

本年度海草床分布區域範圍面積，第一季（2 月）密集區分布區域面積約 7.7 公頃、稀疏區分布區域面積約 24.7 公頃，第二季（5 月）密集區分布區域面積約 13.7 公頃、稀疏區分布區域面積約 33.7 公頃，第三季（8 月）密集區分布區域面積約 6.83 公頃、稀疏區分布區域面積約 28.52 公頃，第四季（11 月）密集區分布

區域面積約 4.75 公頃、稀疏區分布區域面積約 19.08 公頃。海草床分布範圍於本年春末（5 月）高於上年度同一季，乃因為本年度濕地南側甘藻族群密度與分布範圍均上升，於調查時計入稀疏區。

本年度因為 5 月降水豐沛，觀察到海草床分布面積擴張，但也因為測量期間陰雨時間長，測得生產量則較上年度低，單株海草葉片生產量最高值出現在 11 月，乃因為該季實驗區間天氣良好，日照時數長。天氣是影響海草床生產量與分布的重要因子，本年度測得單株甘藻葉片生產量符合前人研究（廖璟郡，2012；林幸助，2021）。

海草物候調查結果顯示，113 年與本年度皆未能調查到甘藻的雄花與雌花花期，乃因為甘藻的花朵脆弱，加之花期短，凋謝後沒有宿存之花部構造可供辨識。由於計畫期程之限制，未來建議盡可能於計畫開始時便進行第一次調查。

### 三、海草床樣區調查概要與建議

環境部分，本年度上半年各海草樣區與賞蟹步道周遭固定監測樣區的底質表層（5 cm 以內）與深層（5 至 10 cm）之中值粒徑與含泥率的差異相當顯著，下半年隨著深層的含泥率下降，差異縮小。上半年底質葉綠素 a 含量除了海草密集區與上一年度同時期相同外，其餘樣區的葉綠素 a 含量均較上年度高；下半年觀察到海草密集區的底質葉綠素 a 含量上升，此趨勢與上年度相同。多變量分析結果顯示，使用中值粒徑、含泥率、葉綠素 a、b、c 與有機質含量可解釋表層底質逾 80% 變量。

底棲動物群聚部分，上半年度底棲生物調查共調查到 17 目、28 科、33 種底棲動物，較上年度 28 種為高。純以物種數而言，以海草密集區調查到的物種數最為豐富，次為海草稀疏區。透過標準化的稀釋曲線與生物多樣性剖面圖分析，得知北側無海草區與海草稀疏區可能有潛在的未發現物種，未來應加大努力量調查。但針對北側無海草區的調查，本計畫已使用雙倍努力量（即每次調查 2 個 25 × 25 cm<sup>2</sup> 面積、深度 5 - 10 cm 內的底表與底內生物，並於周遭再挑取樣點進行 1 次重複），仍得到此結果，應歸因於北側無海草分布樣區生物多樣性本身就較低。

其餘覆蓋度較低（未足 90%）的樣區，代表需要更多的取樣，方能完整覆蓋樣區生物多樣性。未來應考慮調查努力量應以名錄覆蓋度為主，隨季節調整。

本年度上半年生物與環境之典型相關分析結果顯示，樣區的表層（0 – 5 cm）中值粒徑、底層（5 – 10 cm）有效粒徑與表層葉綠素 c 含量是最顯著的环境因子。

針對各底棲動物樣區，結合上年度資料進行指標物種分析，結果顯示幼蟹出現的海草密集區與海草稀疏區指標物種有鴨嘴海豆芽、粉紅櫻蛤、小石蜆螺、腺帶刺沙蠶與擬突齒沙蠶等物種，獨屬海草密集區的指標物種有公代、齒吻沙蠶與環文蛤；若包含南側無海草區，則指標物種有光裸方格星蟲。過往報告提到，幼蟹出現區域除甘藻外，亦可發現鴨嘴海豆芽與光裸方格星蟲（楊樹森與李清福，2023）。此二物種均偏好棲息於砂質環境，而其他指標物種如公代與沙蠶則棲於海草根附近有機質含量高的底質，顯然如同張筱筠（2024）之結論，對幼蟹而言，海草床可提供有機質、底棲藻類與底棲無脊椎動物等豐富的食物來源，保育與復育海草床地景，有助於幼蟹族群的留存。

#### 四、 綜合建議

本系列計畫已執行第二年，目前已確認香山濕地的幼蟹分布熱區與海草床位置。透過實際調查與訪談，加上未來需要深入了解香山濕地幼蟹與海草床分布的相關性，應進行樣區位置與範圍之調整，針對幼蟹之共棲物種應進行更深入調查，亦應於幼蟹調查樣區進行底質與底棲動物分析。基於此目的，建議可以將幼蟹調查樣區與海草床調查樣區範圍進行重新設計，使兩區範圍重疊，如此可以共用底質與底棲動物樣點，在資源有限之前提下，能透過共用樣點之資料，進行更多探討。

幼蟹調查建議針對幼蟹調查樣區範圍與方法調整如表 20 與圖 40。各樣區調整之目的，主要希望更符合近年調查所推測之幼蟹可能出現區域；客雅溪口樣區雖無幼蟹出現紀錄，但仍建議保留，再累積數年調查資料，方能較為確定該區域是否完全沒有幼蟹出現。

表 20、幼蟹調查樣區頂點座標與調查方法調整前後比較表。

調整前		調整後
調查方法	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。	由劃定的調查樣區內，設計調查線，各樣區調查線總長大於 2500 m，線間距離大於 5 m。
客雅溪口	120.905097, 24.806892	120.908084, 24.807307
	120.905114, 24.801866	120.907990, 24.800237
	120.909817, 24.801929	120.910379, 24.800168
	120.909817, 24.806892	120.910508, 24.807216
	120.905097, 24.806892	120.908084, 24.807307
賞蟹步道	120.912850, 24.783495	120.910941, 24.783050
	120.909874, 24.783264	120.910798, 24.781714
	120.910241, 24.779575	120.912263, 24.779882
	120.913344, 24.779888	120.914158, 24.779822
	120.912850, 24.783495	120.914358, 24.782128
		120.912689, 24.782111
		120.912791, 24.783050
		120.910941, 24.783050
曬船橋外	120.908641, 24.776215	120.912467, 24.771294
	120.908081, 24.772712	120.912851, 24.774935
	120.911144, 24.772311	120.909555, 24.775151
	120.911675, 24.775814	120.909147, 24.771510
	120.908641, 24.776215	120.912467, 24.771294
海山漁港	120.905106, 24.770814	120.901324, 24.767646
	120.904193, 24.768540	120.903779, 24.766024
	120.909200, 24.767551	120.905407, 24.767592
	120.910083, 24.769770	120.902870, 24.769230
	120.905106, 24.770814	120.901324, 24.767646



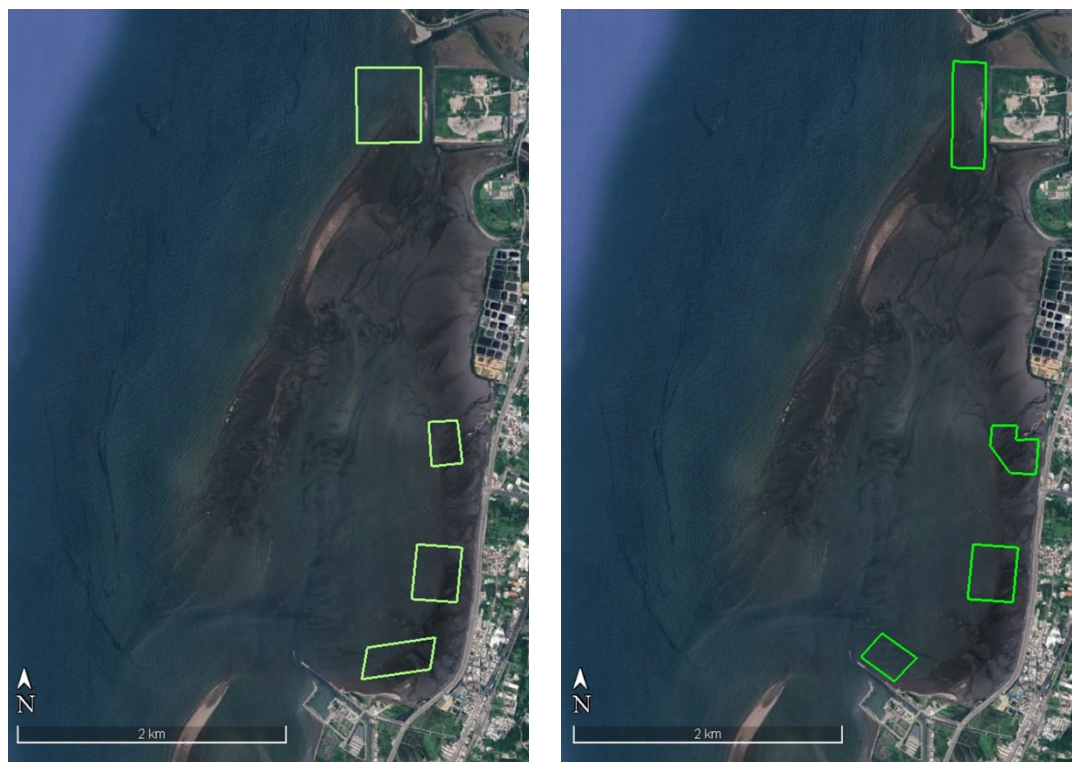


圖 40、幼蟹調查樣區範圍調整前後比較圖。

左圖為調整前，右圖為調整後之樣區範圍。

海草床樣區範圍依照 113 與本年度調查結果進行調整。經過兩年調查，因海草稀疏分布區北邊部分海草族群，於本年度生長旺盛而成為密集區，建議調整海草稀疏區範圍，將其邊界往南調整；南側無海草區本年度調查到甘藻族群密度增加，一度於春末夏初達到海草稀疏區的標準，因幼蟹調查樣區調整至海山漁港北側，建議此海草調查樣區隨之調整。北側無海草區有稀疏之海草個體分布，值得觀察其生長狀況，故應保留；海草密集區之核心位於目前劃設之範圍內，故亦無需更動。最後整理調整前後之海草調查樣區範圍如表 21 與圖 41。

樣區範圍調整後，4 個幼蟹調查樣區與 4 個海草調查樣區有 3 個樣區範圍重疊（圖 42），因此未來若進行樣區底質與底棲動物採樣，每個調查季，僅須採樣與鑑定 5 區次，將有限資源進行最大化利用。

表 21、海草調查樣區頂點座標調整前後比較表。

	調整前	調整後
北側 無海草區 (Nn)	120.913380, 24.784334 120.913344, 24.787702 120.910017, 24.787646 120.910017, 24.784293 120.913380, 24.784334	(未更動)
海草 密集區 (Cd)	120.912758, 24.783342 120.910566, 24.783258 120.910391, 24.779577 120.913873, 24.779543 120.914147, 24.781268 120.912758, 24.783342	(未更動)
海草 稀疏區 (Sp)	120.910310, 24.778995 120.909598, 24.772376 120.913307, 24.772144 120.913599, 24.776026 120.914019, 24.778813 120.910310, 24.778995	120.909392, 24.776131 120.908746, 24.770567 120.912796, 24.770274 120.913298, 24.775936 120.909392, 24.776131
南側 無海草區 (Sn)	120.909489, 24.771015 120.909069, 24.767797 120.912540, 24.767432 120.912978, 24.770651 120.909489, 24.771015	120.901292, 24.768094 120.904339, 24.766076 120.905880, 24.767573 120.902762, 24.769623 120.901292, 24.768094



圖 41、海草床調查樣區範圍調整前後比較圖。

左圖為調整前，右圖為調整後之樣區範圍。



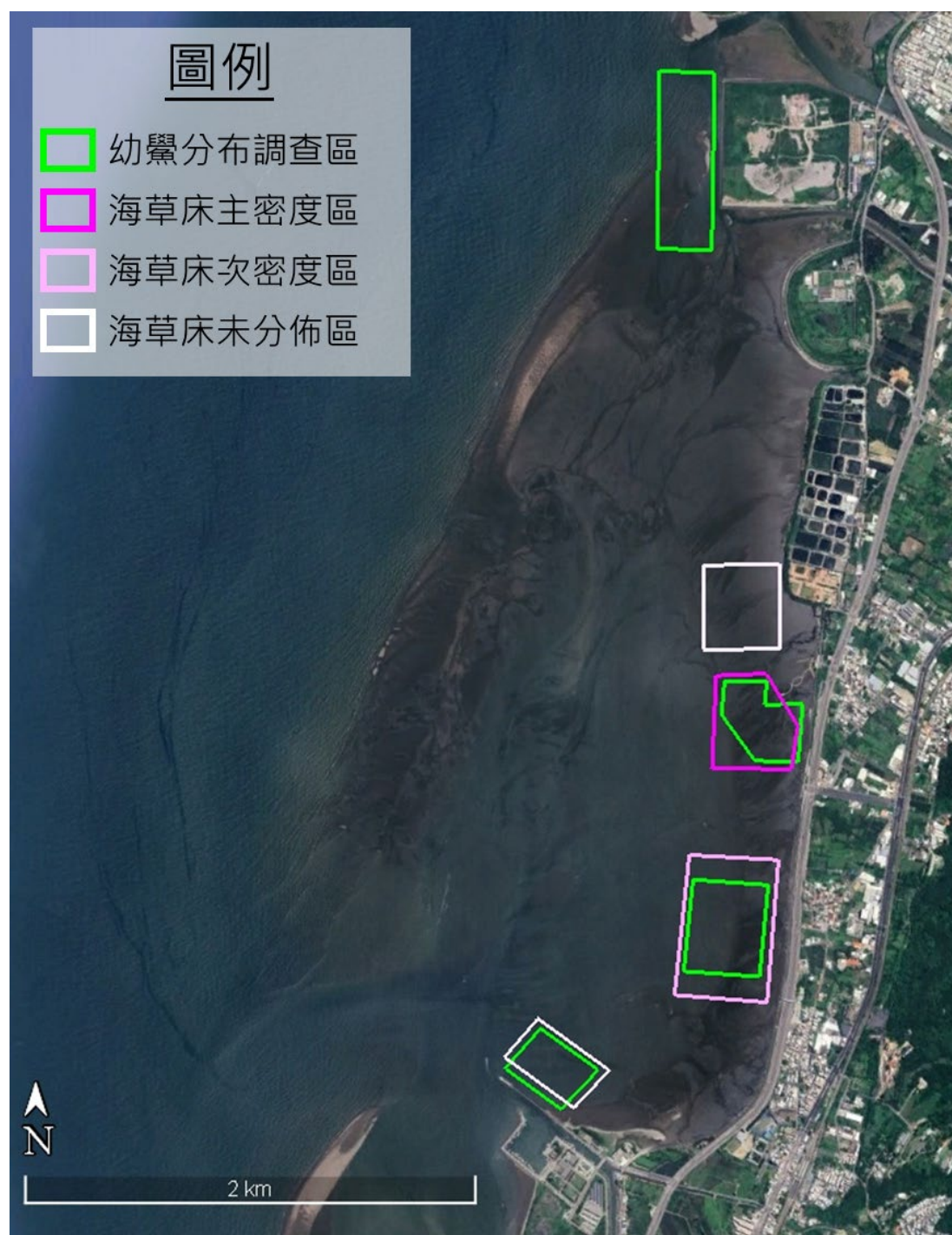


圖 42、重新畫設之幼蟹與海草床調查樣區圖。

相較去年，本年度海草分布範圍的季節變化趨勢相同，且因為濕地南側甘藻族群擴大，因此海草稀疏區範圍提升；但該族群生長之地勢較高，多仰賴鄰近之排水口維持棲地濕度，未來若氣候轉乾，則難以維持。本年度建議可考慮於海草稀疏區邊緣，即曬船橋外灘地與頂寮溪出海口區域，以自然素材設立人工礁，可以延長排水口放流水流失速度、提升底質含水率與含水時間，對此區域海草有環

營造之成效，或可配合植株移植進行復育，其區域如圖 43。建議未來可先以小區域作為先期試驗，再逐步擴大復育範圍。



圖 43、建議復育海草之區域範圍。

在管理方面，由於香山濕地的幼蟹分布熱區、海草床密集區均位於賞蟹步道外灘地，建議可由香山濕地海洋保育教育中心對遊客與採集者進行控管，避免進入灘地進行採集；針對濕地南側之灘地，則有許多專業採集者挖掘底棲動物，未來必須調查其漁獲量，並衡量其對濕地底質之干擾程度，研擬必要之管理措施。

本年度調查結果已發揮香山濕地蟹與海草床復育先期調查之價值，未來可依本年度調查與建議結果，進行樣區與調查方法設計與經營管理保育利用計畫設計或調整。

## 柒、 參考文獻

### 一、 參考法規

ASTM, 2017. ASTM D7928:17 Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis.

CNS 5090 A3089 (1988) 《土壤比重試驗法》(中華民國 77 年)

CNS 11776 A3251 (2011) 《土壤粒徑分析試驗法》(中華民國 100 年)

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

- 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 (2020)。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。
- 林柏芬 (2002)。金門地區中國鰲 (*Tachypleus tridentatus*) 保育區經營管理之研究〔未出版之碩論文〕。國立臺灣大學漁業科學研究所。
- 林幸助 (2022)。臺灣沿海重要碳匯生態系統調查與評估計畫 (110-C-64)。海洋委員會海洋保育署；國立中興大學。
- 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。
- 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。
- 張筱筠 (2024)。113 年度香山濕地三棘鰲及海草床生態調查計畫成果報告。新竹市政府；亞洲大學。
- 張筱筠 (2025)。113-114 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；亞洲大學。
- 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稚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)。112 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。
- 張懿、施宜佳、王俊堯、楊文璽、林宣佑 (2024)。113 年度臺灣三棘鰲族群監測計畫成果報告。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，中國蟹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 年金門縣潮間帶稚蟹與生物多樣性資源調查成果報告書。水產試驗所；社團法人臺灣濕地學會。
- 黃榮富（2013）。102 年金門縣沿海域潮間帶稚蟹生態環境調查報告。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 處潮間帶稚蟹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。
- 陳章波（2008）。臺灣週邊海域三棘蟹之保育及管理研究。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）。三棘蟹(*Tachypleus tridentatus*) (Leach, 1819) 稚蟹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蟹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（2008）。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（2011）。100 年香山濕地棲地復育效益評估成果報告書。新竹市政府；國立新竹教育大學。
- 楊樹森（2012）。101 年香山濕地棲地復育調查計畫成果報告書。新竹市政府；國立新竹教育大學。
- 楊樹森、張筱筠（2013）。102 年香山濕地棲地復育生態調查計畫。新竹市政府；國立新竹教育大學。
- 楊樹森（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。

- 廖璟郡 (2012)。新竹香山濕地植物之碳吸存量〔未出版之碩論文〕。國立中興大學生命科學系研究所。
- 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。
- Bao, Y., Li, Y., Lin, W., Zhou, Z., Xiao, X., & Xie, X. (2023). The current situation of horseshoe crabs in the offshore waters of northern South China Sea with analysis of the potential habitat distribution of juvenile *Tachypleus tridentatus* in Beibu Gulf. *Biodiversity Science*, 31(5), 22407.
- Bolnick, D. I., Yang, L. H., Fordyce, J. A., Davis, J. M., & Svanbäck, R. (2002). Measuring individual-level resource specialization. *Ecology*, 83(10), 2936-2941.
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547.
- Chao, A., & Jost, L. (2015). Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(8), 873-882.
- Chen, C. P., Yeh, H. Y., & Lin, P. F. (2004). Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: strategies and practices. *Biodiversity & Conservation*, 13, 1889-1904.
- Chen, Y., Lau, C.W., Cheung, S.G., Ke, C.H., Shin, P.K. (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.
- Chiu, H. M., & Morton, B. (2004). The behaviour of juvenile horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on a nursery beach at Shui Hau Wan, Hong Kong. *Hydrobiologia*, 523, 29-35.
- 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.
- De Cáceres, M., Sol, D., Lapiedra, O., & Legendre, P. (2011). A framework for estimating niche metrics using the resemblance between qualitative resources. *Oikos*, 120(9), 1341-1350.
- De Cáceres, M., Legendre, P., & Moretti, M. (2010). Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos*, 119(10), 1674-1684.
- Fan, L. F., Chen, C. P., Yang, M. C., Qiu, G., Liao, Y. Y., & Hsieh, H. L. (2017). Ontogenetic changes in dietary carbon sources and trophic position of two co-occurring horseshoe crab species in southwestern China. *Aquatic Biology*, 26, 15-26.
- Folmer O, Black M, Hoeh W, Lutz R, Vrijenhoek R (1994) DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3: 294-299.



- Good, I. J. (1953). The population frequencies of species and the estimation of population parameters. *Biometrika*, 40(3-4), 237-264.
- Hayashi, O. (2022). Preliminary Investigation of *Tachypleus tridentatus* (Tri-spine HSC at Sone Tidal Flat, Fukuoka Japan). In *International Horseshoe Crab Conservation and Research Efforts: 2007-2020: Conservation of Horseshoe Crabs Species Globally* (pp. 215-245). Cham: Springer International Publishing.
- 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](https://doi.org/10.1007/978-0-387-89959-6_26)
- 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.
- Hu, M., Kwan, K. Y., Xie, Z., Cheung, S. G., Wang, Y., & Shin, P. K. (2022). Trophic relationship of sympatric juvenile Asian horseshoe crabs in Beibu Gulf, Southwestern China. In *International Horseshoe Crab Conservation and Research Efforts: 2007-2020: Conservation of Horseshoe Crabs Species Globally* (pp. 633-649). Cham: Springer International Publishing.
- 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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-82315-3_35)
- 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., & Błażejowski, B. (2014). The horseshoe crab of the genus *Limulus*: living fossil or stabilomorph?. *PLoS One*, 9(10), e108036.
- Koichiro Tamura, Glen Stecher, and Sudhir Kumar (2021) MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38:3022-3027.
- 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. *Journal of Environmental Management*, 271, 110925.
- Kwan, K. Y., Bopp, J., Huang, S., Chen, Q., WANG, C. C., Wang, X., ... & Huang, X. (2021). Ontogenetic resource use and trophic dynamics of endangered juvenile *Tachypleus tridentatus* among diversified nursery habitats in the northern Beibu Gulf, China. *Integrative Zoology*, 16(6), 908-928.

- Koyama, A., Kawahara, Y., Kurita, Y., Hirata, T., Hayashi, O., Takahashi, S., ... & 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 and Benthos Research*, 17(2), 127-136.
- 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.
- Liao, Y., Liu, K., Wu, H., Xu, Y., Huang, H., Xu, S., & Kwan, K. Y. (2019). How survival and food intake of tri-spine horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* respond to thermal variation: implications for understanding its distribution limit. *Journal of Natural History*, 53(31-32), 1951-1960.
- Li, Y., Feng, J., Kwan, K. Y., Tan, Y., Weng, B., & Jia, R. (2022a). Indiscriminate dietary compositions of two Asian horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda*: Evidence from hemolymph stable isotopes. *Journal of Ocean University of China*, 21(3), 583-590.
- Li, Y., Kwan, K. Y., Li, S., Liu, Y., Weng, B., Huang, W., & Weng, Z. (2022b). Transcriptome analysis of the digestive tract of *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda*. *Journal of Ocean University of China*, 21(3), 591-600.
- Nakaoka, M., & Aoi, K. (2001). Ecology of seagrasses *Zostera* spp.(Zosteraceae) in Japanese waters: A review. *Otsuchi marine science*, 26(7), 22.
- 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 Co., Ltd. Tokyo, 428 pp.
- 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.
- Shen, T. J., Chao, A., & Lin, C. F. (2003). Predicting the number of new species in further taxonomic sampling. *Ecology*, 84(3), 798-804.
- Short, F.T. and C. Duarte. (2001). Methods for measuring seagrass growth. In: F.T. Short and R.G. Coles (eds.), *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V. Amsterdam. pp. 155-182.
- 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.

- Tichy, L., & Chytrý, M. (2006). Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size. *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 809-818.
- Wang, C. C., Kwan, K. Y., Shin, P. K., Cheung, S. G., Itaya, S., Iwasaki, Y., ... & Hsieh, H. L. (2020). Future of Asian horseshoe crab conservation under explicit baseline gaps: A global perspective. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01373.
- Xie, X., Wu, Z., Wang, C. C., Fu, Y., Wang, X., Xu, P., ... & Kwan, K. Y. (2020). Nursery habitat for Asian horseshoe crabs along the northern Beibu Gulf, China: Implications for conservation management under baseline gaps. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30(2), 260-272.
- 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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 肯定期中報告成果。</li> <li>2. 建議蟹的共域底棲動物組成可以放入報告中。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員肯定。</li> <li>2. 將於本年度所有調查完成後，統計並呈現於成果報告。</li> </ol>
楊明哲 委員	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 雖然只是期中報告，但已經貢獻不少重要成果。</li> <li>2. P.12 採樣方法僅提供樣區四角位點，請加入底質環境採樣點 GPS 及標示於圖 4 上，以及稚蟹穿越線起點與終點 GPS 位點及標示於圖上，以利未來後人調查比較。另 GPS 精準度通常至小數點 6 位已是極限，標示小數點以下 6 位即可。</li> <li>3. P.30 建議圖 9 在期末報告時，以針筆或電繪成正式線圖。</li> <li>4. P.34 稚蟹調查由於沒有全面性的普查，所以不確定真正的熱區，而熱區也可能會隨環境變遷而改變。為了解本年度稚蟹調查分布，(1)請分別統計在哪些樣區（報告中沒有樣區編號），(2)並標示個體 GPS 位點以視覺化。</li> <li>5. P.34 稚蟹有區外發現，但因為沒有穿越線所以努力量不一，可以標準化以進行分析。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員肯定。</li> <li>2. 已加入與調整相關圖表，與座標呈現。</li> <li>3. 將以更深線條顏色重新製圖。</li> <li>4. 於報告內文中已提及「發現區域均位於賞蟹步道前固定樣區與其周遭」，故於表中僅標示區內；期末報告將視調查強況調整呈現方式。位點將呈現於期末報告。</li> <li>5. 努力量標準化方法之研製需投入時間與資源研製。本年度以呈現發現點與調查時間等資料為主，另建議未來需要針對蟹研製努力量標準化方法。</li> </ol>

- 
- |  |  |
|--|--|
| 6. P.41 關於底棲生物樣本鑑定，有哪些物種樣本是 DNA 鑑定的和有什麼發現？請註於表 9 並說明。  | 6. 使用分子條碼之目的有二，一為用以鑑定物種，二為累積國內分子條碼資料庫。本年度未使用分子條碼進行物種辨識，定序均為累積國內資料庫之用。目前序列整理中，將於成果報告公開。 |
| 7. P.50 由於稚蟹的食性碳源跟海草、也與微棲地有關，海草的喪失將導致蟹棲地與食物資源的劣化（如 Fan <i>et al.</i> 2016），所以如果底質環境與稚蟹樣區重疊的樣點，也請於期末報告請加入稚蟹、海草、與環境之多變量分析。 | 7. 將於期末報告進行典型相關分析與幼蟹出現樣區的指標物種分析。目前有機質尚在檢測中，包含有機質的完整數據與結果將於成果報告中更新。                     |
| 8. P.50 為了解海草、底棲生物與棲地間的關聯在年間是否有差異，請於期末報告比較 113 年度與 114 年度的海草、底棲生物、底質環境的群聚組成分析、多變量分析。                                     | 8. 將於期末報告完成相關分析。   |
| 9. P.57 月雨量與粒徑的時間的關聯性，標示於粒徑時間變化圖，或新製新圖。  | 9. 已標示。  |
| 10. P.59 期末報告需研擬海草未來復育策略（為工作項目之一），如有建議區域，請加以規劃並製圖。   | 10. 此為本計畫之既定工作項目。將於成果報告進行相關建議。   |
-

## 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
劉靜榆 委員	1. 高度肯定本計畫之調查成果，針對蟹及海草之族群調查及伴生物種、環境因子之相關性有詳實分析。	1. 謝謝委員肯定。
	2. 香山濕地的微棲地類型正逐步變化，流速及粒徑皆有顯著差異，蟹的族群亦顯著增加，顯示香山濕地棲地變化更符合蟹的需求，幼蟹可自然添入。	2. 香山濕地自從大部分紅樹林移除後，底質狀態漸漸由泥濘轉為泥沙狀態底質。濕地中部賞蟹步道周遭由於地勢與潮水進入時間關係，陸源營養鹽停留時間長，流速亦較緩，成為甘藻生長之合適環境，加之鄰近海域有蟹族群，因此適合成蟹產卵與幼蟹棲息。
	3. 海草甘藻與雲林莞草之生育地有些重疊請問其相關性？	3. 香山濕地的甘藻族群與雲林莞草族群在近岸處有重疊分布。根據觀察，雲林莞草較不耐鹹水，因此於靠岸生活汙水流入處生長茂盛；甘藻較耐鹽，因此能生長於離岸較遠處。兩者之相關性，在於有生活排水流入之灘地有茂密族群，顯然受到灘地濕潤時間與營養鹽之影響。
	4. 蟹與伴生物種之相關性，配合環境因子分析探討棲地需求，本報告已有初步結論，未來可再深入研究。	4. 本年度延續上年度調查，對於蟹隻棲息環境與可能之伴生物種進行初步描述。建議未來調查若要深入研究，可調整調查樣區範圍，使幼蟹調查與海草床調查樣區大部分重疊，能進行更深入探討。

楊明哲 委員	<p>1. P.17 期中審查已提出，稚蟹採樣方法僅提供樣區各角位點，請加入底質環境採樣點 GPS 及標示於圖 4 上（雖然圖 5 有環境採樣點，但視覺上無法跟圖 4 整合對比），以及稚蟹穿越線起點與終點 GPS 位點及標示於圖上，以利未來後人調查比較。</p> <p>2. P.35 圖 11 建議把調查樣區在本圖繪製表示，才了解在區內或區外的發現。本次稚蟹分布雖然在調查區內較少，但也有發掘區外分布之重要貢獻。不過，區外發現的稚蟹因為沒有穿越線所以努力量不一。</p> <p>3. 建議將目標物種甘藻與三棘蟹調查重疊區內的底棲物種多樣性以及底質環境 資料進行分析。 （1）以了解有哪些環境影響因子，對於海草和稚蟹分布的相關性。但不應該將不重疊區域的資料混合分析。 （2）基於今年資料：分析現有調查資料環境因子跟稚蟹調查區有疊合的區域，建議比較賞蟹步道區（稚蟹密集區）與客雅溪口（無稚蟹）的環境因子（簡報提及但未放在報告中的資料）。</p> <p>4. P.37 在稚蟹的頭胸甲與密度分析上： （1）應該將區域內和區域外分開分析。在討論時也應該分開描述討論，因為會影</p>	<p>1. 自期中審查意見後，期末報告已有修改。相關 GPS 位點本就附於報告中，自 113 年度即如此。成果報告依委員意見，列出調查線起止點於附表 1。若將所有位點標示於同一張圖上，恐造成視覺過於混亂，不易辨別之虞；惟仍依委員意見，將相關標示圖呈現於附圖 1 與附圖 2。</p> <p>2. 已修改該圖樣區標示。在密度估計上，將取樣區內資料進行計算。本年度進行區外調查之目的，乃作為建議未來調查樣區範圍調整之用。</p> <p>3. (1) 指標物種分析以各海草調查樣區之底棲動物群聚進行統計，目的為了解甘藻床所提供之可能生態系服務。在香山濕地幼蟹數量不豐之前提下，斷然無法透過解剖等作法了解幼蟹之食物來源，僅能依據與幼蟹分布熱區重疊之海草密集分布區與稀疏區之指標物種進行有限的討論。但底棲與環境因子樣點位於海草床樣區內，且沒有逐月檢測資料，本就無法針對海草床與幼蟹進行任何統計推論。 (2) 已於內文中補充。</p> <p>4. 已將樣區內、外之幼蟹背甲寬進行分別描述，並且驗證其長度分布之常態性後，進行統計推論比較。結果顯示區內外幼蟹殼長分布未有顯</p>
-----------	--	--

- 
- |  |   |
|--|---|
| <p>響稚蟹族群密度的判斷。對於時間上的趨勢以及跟不同地理區的稚蟹族群比較時會有影響。</p> <p>(2) 如果要進行密度的計算，應以穿越線調查範圍的面積為分母。</p> | <p>著差異。本報告除呈現個體殼長外，亦標示該殼長個體來自樣區內或樣區外，研究者應依照其研究設計，選擇適當資料統計。</p> <p>(2) 委員所提事項，本計畫自 113 年度起皆如此執行。</p> |
| <p>5. 建議未來實驗設計上，稚蟹調查樣區、海草樣區以及環境因子採樣區域範圍要一致。</p>  | <p>5. 本系列計畫僅執行二年，目的為針對香山濕地之幼蟹與海草床分布進行初探。本年度已對此二者有初步了解，已綜合兩年度之調查結果，建議未來之樣區劃設。</p>                    |
| <p>6. 建議未來增加海山漁港周邊潮間帶的稚蟹調查，一直常有公民通報稚蟹出沒，如果考量整體預算可以將客雅溪口樣區取消。</p>                       | <p>6. 目前規劃將南側之幼蟹調查樣區與海草床調查樣區移至海山漁港北側外灘地。考量遊客（潛在目擊者）之分布疏密，仍建議保留客雅溪口之樣區。待調查資料再累積數年，再討論是否保留。</p>       |
| <p>7. 管理當局應該強化賞蟹步道稚蟹密集區的實質管理，避免人為干擾，如踩踏、採集。</p>  | <p>7. 已於建議章節中提出。</p>  |
-



## 附錄

附表 1、各幼蟹調查樣區調查樣線端點座標表。

樣區	調查樣線端點座標
客雅溪口	120.90530, 24.80652 / 120.90533, 24.80220
	120.90558, 24.80652 / 120.90561, 24.80221
	120.90586, 24.80652 / 120.90589, 24.80221
	120.90614, 24.80652 / 120.90617, 24.80221
	120.90642, 24.80652 / 120.90645, 24.80222
	120.90670, 24.80652 / 120.90674, 24.80222
	120.90699, 24.80652 / 120.90702, 24.80223
	120.90727, 24.80652 / 120.90730, 24.80223
	120.90755, 24.80652 / 120.90758, 24.80223
	120.90783, 24.80652 / 120.90786, 24.80224
	120.90811, 24.80652 / 120.90814, 24.80224
	120.90839, 24.80652 / 120.90842, 24.80224
	120.90867, 24.80652 / 120.90870, 24.80225
	120.90895, 24.80652 / 120.90898, 24.80225
	120.90923, 24.80652 / 120.90926, 24.80226
	120.90951, 24.80652 / 120.90954, 24.80226
賞蟹步道	120.91253, 24.77495 / 120.91219, 24.77131
	120.91233, 24.77497 / 120.91199, 24.77132
	120.91214, 24.77498 / 120.91179, 24.77134
	120.91194, 24.77500 / 120.91160, 24.77135
	120.91174, 24.77501 / 120.91140, 24.77137
	120.91154, 24.77502 / 120.91121, 24.77138
	120.91136, 24.77503 / 120.91101, 24.77139
	120.91116, 24.77505 / 120.91081, 24.77140
	120.91096, 24.77506 / 120.91062, 24.77141
	120.91076, 24.77507 / 120.91042, 24.77143
	120.91056, 24.77509 / 120.91022, 24.77144
	120.91037, 24.77509 / 120.91020, 24.76761
	120.91017, 24.77511 / 120.91018, 24.76748
	120.90998, 24.77512 / 120.91016, 24.76736
	120.90978, 24.77514 / 120.91013, 24.76725
	120.90959, 24.77515 / 120.91011, 24.76712
	120.90924, 24.77150 / 120.91009, 24.76700
	120.90944, 24.77149 / 120.91002, 24.77146
	120.90964, 24.77148 / 120.90984, 24.77146
曬船橋外	120.91022, 24.76773 / 120.91121, 24.78040
	120.91024, 24.76784 / 120.91110, 24.78039
	120.91026, 24.76797 / 120.91098, 24.78038
	120.91029, 24.76809 / 120.91087, 24.78037
	120.91031, 24.76820 / 120.91076, 24.78035
	120.91033, 24.76833 / 120.91065, 24.78034

	120.91035, 24.76845 / 120.90586, 24.76748
	120.91037, 24.76856 / 120.90584, 24.76736
	120.91040, 24.76869 / 120.90581, 24.76724
	120.91042, 24.76881 / 120.90579, 24.76712
	120.90600, 24.76820 / 120.90577, 24.76700
	120.90597, 24.76808 / 120.90574, 24.76688
	120.90595, 24.76796 / 120.90572, 24.76676
	120.90593, 24.76784 / 120.90569, 24.76664
	120.90591, 24.76772 / 120.90567, 24.76652
	120.90589, 24.76760 / 120.90565, 24.76640
海山漁港	120.91132, 24.78040 / 120.91212, 24.78338
	120.91143, 24.78042 / 120.91201, 24.78338
	120.91154, 24.78043 / 120.91190, 24.78337
	120.91166, 24.78044 / 120.91178, 24.78337
	120.91177, 24.78045 / 120.91167, 24.78336
	120.91188, 24.78046 / 120.91156, 24.78335
	120.91199, 24.78048 / 120.91145, 24.78335
	120.91210, 24.78049 / 120.91133, 24.78334
	120.91222, 24.78049 / 120.91122, 24.78334
	120.91233, 24.78050 / 120.91111, 24.78333
	120.91244, 24.78052 / 120.91100, 24.78332
	120.91255, 24.78053 / 120.91088, 24.78332
	120.91267, 24.78054 / 120.91077, 24.78331
	120.91246, 24.78339 / 120.91066, 24.78331
	120.91235, 24.78339 / 120.91055, 24.78330
	120.91223, 24.78338 / 120.91043, 24.78329

---

端點座標格式為：端點 1 經度, 端點 1 緯度 / 端點 2 經度, 端點 2 緯度

附表 2、ASTM 152H 比重計讀值與有效深度 L 值之關係表。

比重計讀數	有效深度	比重計讀數	有效深度
0	16.3	31	11.2
1	16.1	32	11.1
2	16.0	33	10.9
3	15.8	34	10.7
4	15.6	35	10.6
5	15.5	36	10.4
6	15.3	37	10.2
7	15.2	38	10.1
8	15.0	39	9.9
9	14.8	40	9.7
10	14.7	41	9.6
11	14.5	42	9.4
12	14.3	43	9.2
13	14.2	44	9.1
14	14.0	45	8.9
15	13.8	46	8.8
16	13.7	47	8.6
17	13.5	48	8.4
18	13.3	49	8.3
19	13.2	50	8.1
20	13.0	51	7.9
21	12.9	52	7.8
22	12.7	53	7.6
23	12.5	54	7.4
24	12.4	55	7.3
25	12.2	56	7.1
26	12.0	57	7.0
27	11.9	58	6.8
28	11.7	59	6.6
29	11.5	60	6.5
30	11.4		

附表 3、粒徑量測沉降法之 k 值與溫度及土壤密度 Gs 之關係表。

	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85	2.90	2.95
16	0.01510	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356	0.01338	0.01321
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338	0.01321	0.01305
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321	0.01305	0.01289
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.01323	0.01305	0.01289	0.01273
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289	0.01273	0.01258
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273	0.01258	0.01243
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258	0.01243	0.01229
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243	0.01229	0.01215
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229	0.01215	0.01201
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215	0.01201	0.01188
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01272	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201	0.01188	0.01175
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01258	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188	0.01175	0.01162
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01244	0.01244	0.01255	0.01208	0.01191	0.01175	0.01162	0.01149
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01230	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162		
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01217	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149		

附表 4、相對 20°C 的比重修正因數表。

溫度	水密度	轉換因數
18	0.998624	1.0004
19	0.998435	1.0002
20	0.998234	1.0000
21	0.998023	0.9998
22	0.997802	0.9996
23	0.997570	0.9993
24	0.997329	0.9991
25	0.997077	0.9989
26	0.996816	0.9986
27	0.996545	0.9983
28	0.996265	0.9980
29	0.995976	0.9977
30	0.995678	0.9974

附表 5、本計畫進行 DNA 分子鑑定之物種與序列表

中名	學名	序列
吻沙蠶	<i>Glycera nicobarica</i>	CTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGCGCGCAAATT ACCCACTCCTGGCACGGGGAGGTAGTGACGAAAAAT AACAATACGGGACTCATTTCGAGGCCCCGTAATTGGA ATGAGTACACTTTAAATCCTTTAACGAGGATCTATT GGAGGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGCGGTAATTC CAGCTCCAATAGCGTATATTAAAGTTGTTGCAGTTA AAAAGCTCGTAGTTGGATCTCGGGTCCCGGCCTGCG GTTACACACACGGTGTCTACTGCCCCGTCCGGACCTA CCTGCCGGTTTTCCCCTGGTTCTCTTCGTTGAGTGC CTCGGGTGGCCGGAACGTTTACTTTGAAAAAATTAG AGTGTTCAAAGCAGGCGGTTTCGCCTGAATAATGGTG CATGGAATAATGGAATAGGACCTCGGTTCTATTTTG TTGGTTTTTCGGAAGTCGAGGTAATGATTAAGAGGGA CAGACGGGGGCATTTCGTATTACGGTGTTAGAGGTGA AATTCTTGGATCGCCGTAAGACGAACACTGCGAAA GCATTTGCCAAGAATGTTTTTCATTAGTCAAGAACGA AAGTCAGAGGTTTCAAGACGATCAGATACCGTCCTA GTTCTGACCATAAACGATGCCAACTAGCGATCCGCC GGAGTTGTTTTACTGACCCGGCGGGCAGCTTACGGG AAACCAAAGTCTTTGGGTTCCGGGGGAAGTATGGTT

中名	學名	序列
		GCAAAGCCGAAACTTAAAGGAATTGACGGAAGGGCA CCACCAGGAGTGGAGCCTGCGGCTTAATTTGACTCA ACACGGGAAACTCACCCGGCCCGGACACCGTAAGG ATTGACAGATTGAGAGCTCTTTCTTGATTTCGGTGGG TGGTGGTGCATGGCCGTCTTAGTGCGTGAAGCGAAT TCT
西施舌	<i>Hiatula diphos</i>	GATGGGGGGTCAGCGCCTGCCCGGTGGTGTACTTAA CGGTCGCAGGATACTGTGCTAAGGTAGCATAATAGT TCGTCCCTTACTTGGGGAATAGTATGAATGGTCAGA TGGTGGAAAAGCTTTATTAAGTATAGGTTGAAAT TTACTTTTCGAGTGCAAAGGCTTGAATATATTTATTA CACGAGAAGACCCTGTTGAGCTTAGTAGTCCACAAG TCCGATAGGTTTGTGGCTTATATTTTTTCCGGGCTG AAAGGAACGGAAGTTATTCCTTCTTGGTGAGTAAA GATCCAGCATGGTTGATAAGAGGAACATAGCTACCA CAGGGATAACAGCGCGATCCAGCTGTCAAGATCTTA TTTGAGGCTAGGGTTTTCGACCTCGATGTTGAATCA GGGTTTCTATTGGGTGTAGCAGCTCGGTAAGTAAGA CTGTTTCGTCTTATGAAATCTTAAGTATCTGATG
公代	<i>Exolaternula liautaudii</i>	TCATTAAGAATAATTATTCGCACTGAGTTAGGGCAT CCAGGATCATTGTTAGGTGACCCTTCTGTTTACAAT GTAGTTGTTACGTCACACGCTTTTGTAAATAATTTTC TTTTTGTAATACCATTAATATTAGGCGGGTTTGGT AACTGACTAGTGCCAATGGTGTTAGGAGCTCCTGAC ATGGCCTTTTCCTCGGTTAAATAATCTTAGATTTTGA TTATTACCGCCAGCTATAGCATTGCTGATAAGAGGT GCTATAGTAGAAGGAGGTGCTGGTGCTGGTTGAACT ATTTACCCACCTTTATCTAGTTACCCTTATATTAGC AGCCCTGCAATGGATTTCACTATTGTCTCTTTACAT GTGGCTGGAGTATCTTCTTTGTTAGGTGCTATTAAT TTTATAGTAACTATCTAT
公代 (16S)	<i>Exolaternula liautaudii</i> (16S)	AAACGGCCGCTGTAATTGGTGCGATGGTAGCAAAAT CTATAGCCCTTTAATTGGGGGCGTGTGAATGGTTTA GACGTGGGTGAAACTGTCTCGTATAAAAAAAGTGAA ATTTACTTTTGGGTGCAAAGGCCCAAATGATATGGT TGGACGAGAAGACCCTGTAGAGCTTTATCCAGAGAT GGAATTGGTTGGGGCAATCGAAGAGCAATAAAAAACC TCTTAAGTAAAAAAGGTTGATAAAGACCCG

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
北無海草區	稀釋化	1 (1, 1)	0.06 (0.03, 0.09)
	稀釋化	2.83 (2.75, 2.92)	0.16 (0.09, 0.23)
	稀釋化	5.21 (4.88, 5.54)	0.29 (0.19, 0.39)
	稀釋化	6.59 (6.06, 7.13)	0.36 (0.25, 0.47)
	稀釋化	8.42 (7.55, 9.28)	0.45 (0.34, 0.56)
	稀釋化	9.49 (8.41, 10.57)	0.5 (0.39, 0.61)
	稀釋化	10.92 (9.52, 12.32)	0.56 (0.45, 0.67)
	稀釋化	11.78 (10.17, 13.38)	0.6 (0.49, 0.7)
	稀釋化	12.94 (11.04, 14.84)	0.64 (0.54, 0.74)
	稀釋化	13.98 (11.8, 16.16)	0.68 (0.58, 0.77)
	稀釋化	14.62 (12.26, 16.98)	0.7 (0.6, 0.79)
	稀釋化	15.51 (12.9, 18.12)	0.72 (0.63, 0.81)
	稀釋化	16.06 (13.29, 18.83)	0.73 (0.64, 0.82)
	稀釋化	16.84 (13.84, 19.85)	0.75 (0.66, 0.84)
	稀釋化	17.34 (14.18, 20.49)	0.76 (0.67, 0.85)
	稀釋化	18.04 (14.67, 21.42)	0.77 (0.68, 0.86)
	稀釋化	18.5 (14.98, 22.01)	0.78 (0.69, 0.87)
	稀釋化	19.16 (15.43, 22.88)	0.79 (0.7, 0.88)
	稀釋化	19.79 (15.86, 23.73)	0.79 (0.7, 0.88)
	<b>實際調查值</b>	<b>20 (16, 24)</b>	<b>0.79 (0.7, 0.89)</b>
	外推法	20.21 (16.13, 24.28)	0.8 (0.7, 0.89)
	外推法	20.61 (16.4, 24.83)	0.8 (0.7, 0.89)
	外推法	21.02 (16.66, 25.37)	0.8 (0.71, 0.9)
	外推法	21.6 (17.04, 26.17)	0.81 (0.71, 0.9)
	外推法	21.99 (17.28, 26.7)	0.81 (0.71, 0.91)
	外推法	22.55 (17.62, 27.49)	0.81 (0.71, 0.92)
	外推法	22.92 (17.84, 28)	0.82 (0.72, 0.92)
	外推法	23.46 (18.16, 28.77)	0.82 (0.72, 0.92)
	外推法	23.82 (18.36, 29.28)	0.83 (0.72, 0.93)
	外推法	24.34 (18.64, 30.03)	0.83 (0.73, 0.93)
	外推法	24.67 (18.83, 30.52)	0.83 (0.73, 0.94)

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	外推法	25.17 (19.08, 31.26)	0.84 (0.73, 0.94)
	外推法	25.5 (19.25, 31.74)	0.84 (0.74, 0.94)
	外推法	25.97 (19.48, 32.46)	0.84 (0.74, 0.95)
	外推法	26.28 (19.63, 32.94)	0.85 (0.74, 0.95)
	外推法	26.74 (19.84, 33.64)	0.85 (0.75, 0.95)
	外推法	27.04 (19.97, 34.1)	0.85 (0.75, 0.96)
	外推法	27.48 (20.16, 34.79)	0.86 (0.75, 0.96)
	外推法	27.76 (20.28, 35.24)	0.86 (0.76, 0.96)
	外推法	28.18 (20.45, 35.91)	0.86 (0.76, 0.97)
海草密集區	稀釋化	1 (1, 1)	0.06 (0.04, 0.07)
	稀釋化	7.98 (7.64, 8.32)	0.39 (0.34, 0.44)
	稀釋化	13.14 (12.3, 13.99)	0.58 (0.53, 0.62)
	稀釋化	16.86 (15.6, 18.12)	0.68 (0.64, 0.72)
	稀釋化	19.72 (18.14, 21.29)	0.75 (0.72, 0.78)
	稀釋化	21.99 (20.18, 23.81)	0.8 (0.77, 0.82)
	稀釋化	23.86 (21.86, 25.85)	0.83 (0.81, 0.86)
	稀釋化	25.41 (23.27, 27.54)	0.86 (0.84, 0.88)
	稀釋化	26.71 (24.47, 28.95)	0.88 (0.86, 0.9)
	稀釋化	27.81 (25.49, 30.14)	0.9 (0.88, 0.92)
	稀釋化	28.76 (26.38, 31.15)	0.91 (0.89, 0.93)
	稀釋化	29.58 (27.14, 32.01)	0.92 (0.91, 0.94)
	稀釋化	30.28 (27.81, 32.76)	0.93 (0.92, 0.95)
	稀釋化	30.9 (28.39, 33.41)	0.94 (0.92, 0.96)
	稀釋化	31.44 (28.9, 33.97)	0.95 (0.93, 0.97)
	稀釋化	31.91 (29.35, 34.47)	0.96 (0.94, 0.98)
	稀釋化	32.31 (29.72, 34.9)	0.96 (0.94, 0.98)
	稀釋化	32.67 (30.04, 35.3)	0.97 (0.94, 0.99)
	稀釋化	32.97 (30.3, 35.65)	0.97 (0.95, 1)
	實際調查值	33 (30.32, 35.68)	0.97 (0.95, 1)
	外推法	33.03 (30.34, 35.71)	0.97 (0.95, 1)
	外推法	33.25 (30.51, 36)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	33.44 (30.62, 36.26)	0.98 (0.96, 1)
	外推法	33.62 (30.71, 36.54)	0.98 (0.96, 1)
	外推法	33.76 (30.74, 36.77)	0.99 (0.96, 1)



樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	外推法	33.89 (30.75, 37.02)	0.99 (0.96, 1)
	外推法	33.98 (30.73, 37.24)	0.99 (0.97, 1)
	外推法	34.08 (30.68, 37.48)	0.99 (0.97, 1)
	外推法	34.15 (30.61, 37.68)	0.99 (0.97, 1)
	外推法	34.21 (30.53, 37.9)	0.99 (0.97, 1)
	外推法	34.26 (30.44, 38.09)	0.99 (0.97, 1)
	外推法	34.31 (30.33, 38.29)	1 (0.97, 1)
	外推法	34.35 (30.22, 38.47)	1 (0.97, 1)
	外推法	34.38 (30.09, 38.67)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.4 (29.97, 38.84)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.43 (29.83, 39.02)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.45 (29.71, 39.19)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.46 (29.56, 39.36)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.48 (29.44, 39.52)	1 (0.98, 1)
	外推法	34.49 (29.29, 39.69)	1 (0.98, 1)
海草稀疏區	稀釋化	1 (1, 1)	0.04 (0.03, 0.05)
	稀釋化	6.21 (6.05, 6.37)	0.25 (0.2, 0.29)
	稀釋化	10.92 (10.41, 11.43)	0.42 (0.37, 0.48)
	稀釋化	14.55 (13.65, 15.45)	0.55 (0.49, 0.6)
	稀釋化	17.04 (15.83, 18.25)	0.63 (0.58, 0.68)
	稀釋化	19.41 (17.88, 20.94)	0.7 (0.66, 0.75)
	稀釋化	21.34 (19.54, 23.14)	0.75 (0.72, 0.79)
	稀釋化	22.93 (20.91, 24.96)	0.79 (0.76, 0.83)
	稀釋化	24.1 (21.92, 26.28)	0.82 (0.79, 0.85)
	稀釋化	25.27 (22.94, 27.6)	0.85 (0.82, 0.87)
	稀釋化	26.27 (23.82, 28.73)	0.87 (0.84, 0.89)
	稀釋化	27.03 (24.49, 29.57)	0.88 (0.86, 0.91)
	稀釋化	27.8 (25.18, 30.43)	0.9 (0.87, 0.92)
	稀釋化	28.49 (25.79, 31.19)	0.91 (0.88, 0.94)
	稀釋化	29.1 (26.33, 31.87)	0.92 (0.89, 0.95)
	稀釋化	29.57 (26.74, 32.4)	0.93 (0.9, 0.96)
	稀釋化	30.07 (27.17, 32.97)	0.93 (0.9, 0.96)
	稀釋化	30.53 (27.54, 33.51)	0.94 (0.9, 0.97)
	稀釋化	30.94 (27.87, 34.02)	0.94 (0.91, 0.98)

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	實際調查值	31 (27.91, 34.09)	0.94 (0.91, 0.98)
	外推法	31.06 (27.95, 34.16)	0.94 (0.91, 0.98)
	外推法	31.38 (28.19, 34.57)	0.95 (0.91, 0.98)
	外推法	31.68 (28.39, 34.98)	0.95 (0.91, 0.99)
	外推法	32.01 (28.59, 35.43)	0.96 (0.92, 0.99)
	外推法	32.27 (28.73, 35.81)	0.96 (0.92, 1)
	外推法	32.55 (28.86, 36.24)	0.96 (0.92, 1)
	外推法	32.77 (28.95, 36.6)	0.96 (0.93, 1)
	外推法	32.98 (29.02, 36.95)	0.97 (0.93, 1)
	外推法	33.21 (29.08, 37.34)	0.97 (0.93, 1)
	外推法	33.39 (29.11, 37.66)	0.97 (0.94, 1)
	外推法	33.58 (29.13, 38.03)	0.97 (0.94, 1)
	外推法	33.73 (29.14, 38.33)	0.98 (0.94, 1)
	外推法	33.9 (29.13, 38.67)	0.98 (0.94, 1)
	外推法	34.03 (29.11, 38.95)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	34.16 (29.09, 39.22)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	34.29 (29.05, 39.53)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	34.39 (29.01, 39.78)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	34.51 (28.96, 40.06)	0.98 (0.95, 1)
	外推法	34.6 (28.91, 40.29)	0.99 (0.96, 1)
	外推法	34.7 (28.85, 40.55)	0.99 (0.96, 1)
南無海草區	稀釋化	1 (1, 1)	0.1 (0.06, 0.14)
	稀釋化	3.47 (3.3, 3.64)	0.31 (0.23, 0.39)
	稀釋化	5.38 (4.96, 5.81)	0.45 (0.37, 0.53)
	稀釋化	7.39 (6.66, 8.12)	0.57 (0.5, 0.64)
	稀釋化	8.63 (7.71, 9.54)	0.63 (0.56, 0.69)
	稀釋化	10.02 (8.9, 11.15)	0.69 (0.63, 0.75)
	稀釋化	10.92 (9.66, 12.18)	0.72 (0.67, 0.78)
	稀釋化	11.96 (10.55, 13.38)	0.76 (0.71, 0.82)
	稀釋化	12.64 (11.12, 14.17)	0.79 (0.74, 0.84)
	稀釋化	13.44 (11.79, 15.1)	0.82 (0.77, 0.87)
	稀釋化	13.97 (12.22, 15.73)	0.84 (0.79, 0.89)
	稀釋化	14.45 (12.6, 16.29)	0.85 (0.8, 0.9)
	稀釋化	15 (13.04, 16.97)	0.87 (0.82, 0.92)

樣區名稱	推算方法	物種豐度	名錄覆蓋度
	稀釋化	15.37 (13.32, 17.42)	0.89 (0.84, 0.93)
	稀釋化	15.81 (13.64, 17.97)	0.9 (0.85, 0.95)
	稀釋化	16.1 (13.85, 18.34)	0.91 (0.86, 0.96)
	稀釋化	16.44 (14.08, 18.8)	0.92 (0.87, 0.97)
	稀釋化	16.67 (14.22, 19.11)	0.93 (0.88, 0.98)
	稀釋化	16.94 (14.38, 19.49)	0.94 (0.89, 0.99)
	<b>實際調查值</b>	<b>17 (14.42, 19.58)</b>	<b>0.94 (0.89, 0.99)</b>
	外推法	17.06 (14.45, 19.67)	0.94 (0.89, 0.99)
	外推法	17.23 (14.53, 19.93)	0.95 (0.9, 1)
	外推法	17.39 (14.6, 20.18)	0.95 (0.9, 1)
	外推法	17.53 (14.65, 20.41)	0.96 (0.91, 1)
	外推法	17.7 (14.69, 20.7)	0.96 (0.91, 1)
	外推法	17.81 (14.71, 20.91)	0.96 (0.91, 1)
	外推法	17.92 (14.72, 21.11)	0.97 (0.92, 1)
	外推法	18.04 (14.71, 21.36)	0.97 (0.92, 1)
	外推法	18.12 (14.7, 21.55)	0.97 (0.93, 1)
	外推法	18.2 (14.68, 21.72)	0.98 (0.93, 1)
	外推法	18.29 (14.63, 21.94)	0.98 (0.93, 1)
	外推法	18.35 (14.59, 22.1)	0.98 (0.94, 1)
	外推法	18.4 (14.55, 22.26)	0.98 (0.94, 1)
	外推法	18.47 (14.48, 22.46)	0.98 (0.94, 1)
	外推法	18.52 (14.43, 22.6)	0.99 (0.94, 1)
	外推法	18.56 (14.37, 22.74)	0.99 (0.95, 1)
	外推法	18.6 (14.29, 22.92)	0.99 (0.95, 1)
	外推法	18.64 (14.23, 23.05)	0.99 (0.95, 1)
	外推法	18.67 (14.16, 23.17)	0.99 (0.95, 1)
	外推法	18.7 (14.07, 23.33)	0.99 (0.95, 1)

附表 7、本年度各樣點底棲動物群聚相似性表。  
距離為 Jaccard 距離。

	Nn1_ H1	Nn2_ H1	Nn3_ H1	Nn4_ H1	Cd1_ H1	Cd2_ H1	Cd3_ H1	Cd4_ H1	Sp1_ H1	Sp2_ H1	Sp3_ H1	Sp4_ H1	Sn1_ H1	Sn2_ H1	Sn3_ H1	Sn4_ H1	Nn1_ H2	Nn2_ H2	Nn3_ H2	Nn4_ H2	Cd1_ H2	Cd2_ H2	Cd3_ H2	Cd4_ H2	Sp1_ H2	Sp2_ H2	Sp3_ H2	Sp4_ H2	Sn1_ H2	Sn2_ H2	Sn3_ H2	Sn4_ H2
Nn1_ H1	0.000	0.909	0.833	0.800	0.905	0.824	0.839	0.878	0.880	0.880	0.909	0.947	0.909	0.952	0.917	0.909	0.833	0.667	0.923	0.708	0.875	0.882	0.806	0.752	0.696	0.897	0.880	0.857	0.875	0.800	0.909	0.909
Nn2_ H1	0.909	0.000	0.923	1.000	0.878	0.966	0.925	0.930	0.923	0.923	1.000	0.974	1.000	0.900	0.960	1.000	0.833	1.000	0.923	0.833	0.971	0.914	0.973	0.960	1.000	0.968	0.880	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Nn3_ H1	0.833	0.923	0.000	0.923	0.812	0.800	0.820	0.878	0.727	0.923	0.890	0.857	1.000	0.900	0.960	0.923	0.727	0.923	0.833	0.833	0.909	0.796	0.848	0.826	0.883	0.857	0.727	1.000	0.923	1.000	1.000	1.000
Nn4_ H1	0.800	1.000	0.923	0.000	0.955	0.929	0.957	0.955	0.923	0.923	0.909	0.889	0.909	0.909	0.960	0.909	0.727	0.667	0.727	0.923	0.971	0.914	0.882	0.960	0.889	0.968	1.000	0.800	1.000	0.909	0.909	1.000
Cd1_ H1	0.905	0.878	0.812	0.955	0.000	0.672	0.646	0.606	0.812	0.597	0.702	0.741	0.978	0.682	0.787	0.905	0.878	0.930	0.870	0.780	0.675	0.720	0.742	0.711	0.834	0.761	0.792	0.905	0.978	0.905	0.978	0.930
Cd2_ H1	0.824	0.966	0.800	0.929	0.672	0.000	0.667	0.632	0.696	0.696	0.667	0.696	0.909	0.757	0.816	0.824	0.889	0.868	0.846	0.750	0.605	0.761	0.674	0.657	0.750	0.706	0.723	0.800	0.947	0.909	0.929	0.868
Cd3_ H1	0.839	0.925	0.820	0.957	0.646	0.667	0.000	0.657	0.649	0.645	0.737	0.746	0.971	0.780	0.833	0.892	0.925	0.875	0.839	0.714	0.691	0.782	0.674	0.747	0.804	0.726	0.828	0.839	0.971	0.909	0.971	0.875
Cd4_ H1	0.878	0.930	0.878	0.955	0.606	0.632	0.657	0.000	0.769	0.636	0.772	0.711	0.850	0.682	0.674	0.850	0.850	0.878	0.878	0.789	0.665	0.844	0.750	0.730	0.772	0.727	0.821	0.850	0.930	0.905	0.850	0.850
Sp1_ H1	0.880	0.923	0.727	0.923	0.812	0.696	0.649	0.769	0.000	0.833	0.900	0.809	0.880	0.768	0.833	0.923	0.880	0.963	0.783	0.783	0.794	0.670	0.686	0.830	0.797	0.705	0.727	0.872	0.900	1.000	0.880	0.880
Sp2_ H1	0.880	0.923	0.923	0.923	0.597	0.696	0.645	0.636	0.833	0.000	0.721	0.698	0.880	0.711	0.589	0.880	0.880	0.880	0.880	0.783	0.592	0.715	0.742	0.662	0.743	0.698	0.833	0.783	0.923	0.833	0.833	0.833
Sp3_ H1	0.909	1.000	0.890	0.909	0.702	0.667	0.737	0.772	0.900	0.721	0.000	0.824	0.941	0.731	0.861	0.759	0.971	0.875	0.923	0.941	0.714	0.772	0.845	0.768	0.868	0.748	0.844	0.909	0.971	0.941	0.971	0.971
Sp4_ H1	0.947	0.974	0.857	0.889	0.741	0.696	0.746	0.711	0.809	0.698	0.824	0.000	0.889	0.683	0.747	0.788	0.889	0.889	0.857	0.889	0.700	0.750	0.707	0.765	0.788	0.710	0.809	0.835	0.919	0.919	0.824	0.857
Sn1_ H1	0.909	1.000	1.000	0.909	0.978	0.909	0.971	0.850	0.880	0.880	0.941	0.889	0.000	0.842	0.613	0.703	0.923	0.909	0.933	0.933	0.800	0.914	0.848	0.870	0.750	0.857	0.880	0.800	0.780	0.889	0.545	0.545
Sn2_ H1	0.952	0.900	0.900	0.909	0.682	0.757	0.780	0.682	0.768	0.711	0.731	0.683	0.842	0.000	0.740	0.718	0.952	1.000	0.806	0.842	0.747	0.756	0.823	0.818	0.830	0.838	0.738	0.909	0.900	1.000	0.842	0.842
Sn3_ H1	0.917	0.960	0.960	0.960	0.787	0.816	0.833	0.674	0.833	0.589	0.861	0.747	0.613	0.740	0.000	0.809	0.917	0.917	0.917	0.917	0.628	0.815	0.717	0.700	0.734	0.758	0.779	0.865	0.735	0.870	0.678	0.556
Sn4_ H1	0.909	1.000	0.923	0.909	0.905	0.824	0.892	0.850	0.923	0.880	0.759	0.788	0.703	0.718	0.809	0.000	0.923	0.909	0.833	0.923	0.800	0.914	0.848	0.870	0.800	0.815	0.880	0.909	0.909	0.909	0.667	0.800
Nn1_ H2	0.833	0.833	0.727	0.727	0.878	0.889	0.925	0.850	0.880	0.880	0.971	0.889	0.923	0.952	0.917	0.923	0.000	0.727	0.833	0.833	0.941	0.914	0.848	0.917	0.929	0.897	0.880	0.909	1.000	0.923	0.923	1.000
Nn2_ H2	0.667	1.000	0.923	0.667	0.930	0.868	0.875	0.878	0.963	0.880	0.875	0.889	0.909	1.000	0.917	0.909	0.727	0.000	0.923	0.817	0.875	0.973	0.806	0.861	0.846	0.933	1.000	0.800	1.000	0.800	0.909	0.909
Nn3_ H2	0.923	0.923	0.833	0.727	0.870	0.846	0.839	0.878	0.783	0.880	0.923	0.857	0.933	0.806	0.917	0.833	0.833	0.923	0.000	0.727	0.909	0.757	0.848	0.870	0.929	0.897	0.880	0.857	1.000	1.000	0.833	0.923
Nn4_ H2	0.708	0.833	0.833	0.923	0.780	0.750	0.714	0.789	0.783	0.783	0.941	0.889	0.933	0.842	0.917	0.923	0.833	0.817	0.727	0.000	0.800	0.892	0.813	0.818	0.889	0.857	0.880	0.800	1.000	0.889	0.923	0.817
Cd1_ H2	0.875	0.971	0.909	0.971	0.675	0.605	0.691	0.665	0.794	0.592	0.714	0.700	0.800	0.747	0.628	0.800	0.941	0.875	0.909	0.800	0.000	0.768	0.581	0.551	0.667	0.660	0.746	0.780	0.909	0.839	0.800	0.759
Cd2_ H2	0.882	0.914	0.796	0.914	0.720	0.761	0.782	0.844	0.670	0.715	0.772	0.750	0.914	0.756	0.815	0.914	0.914	0.973	0.757	0.892	0.768	0.000	0.733	0.676	0.764	0.655	0.699	0.790	0.848	0.973	0.944	0.914
Cd3_ H2	0.806	0.973	0.848	0.882	0.742	0.674	0.674	0.750	0.686	0.742	0.845	0.707	0.848	0.823	0.717	0.848	0.848	0.806	0.848	0.813	0.581	0.733	0.000	0.624	0.687	0.717	0.760	0.682	0.941	0.820	0.848	0.806
Cd4_ H2	0.752	0.960	0.826	0.960	0.711	0.657	0.747	0.730	0.830	0.662	0.768	0.765	0.870	0.818	0.700	0.870	0.917	0.861	0.870	0.818	0.551	0.676	0.624	0.000	0.597	0.758	0.714	0.700	0.870	0.785	0.818	0.861
Sp1_ H2	0.696	1.000	0.883	0.889	0.834	0.750	0.804	0.772	0.797	0.743	0.868	0.788	0.750	0.830	0.734	0.800	0.929	0.846	0.929	0.889	0.667	0.764	0.687	0.597	0.000	0.854	0.793	0.723	0.714	0.800	0.696	0.750
Sp2_ H2	0.897	0.968	0.857	0.968	0.761	0.706	0.726	0.727	0.705	0.698	0.748	0.710	0.857	0.838	0.758	0.815	0.897	0.933	0.897	0.857	0.660	0.655	0.717	0.758	0.854	0.000	0.851	0.857	0.897	0.933	0.897	0.897
Sp3_ H2	0.880	0.880	0.727	1.000	0.792	0.723	0.828	0.821	0.727	0.833	0.844	0.809	0.880	0.738	0.779	0.880	0.880	1.000	0.880	0.880	0.746	0.699	0.760	0.714	0.793	0.851	0.000	0.957	0.855	1.000	0.909	0.880
Sp4_ H2	0.857	1.000	1.000	0.800	0.905	0.800	0.839	0.850	0.872	0.783	0.909	0.835	0.800	0.909	0.865	0.909	0.909	0.800	0.857	0.800	0.780	0.790	0.682	0.700	0.723	0.857	0.957	0.000	0.957	0.835	0.857	0.800
Sn1_ H2	0.875	1.000	0.923	1.000	0.978	0.947	0.971	0.930	0.900	0.923	0.971	0.919	0.780	0.900	0.735	0.909	1.000	1.000	1.000	1.000	0.909	0.848	0.941	0.870	0.714	0.897	0.855	0.957	0.000	0.941	0.839	0.714
Sn2_ H2	0.800	1.000	1.000	0.909	0.905	0.909	0.909	0.905	1.000	0.833	0.941	0.919	0.889	1.000	0.870	0.909	0.923	0.800	1.000	0.889	0.839	0.973	0.820	0.785	0.800	0.933	1.000	0.835	0.941	0.000	0.800	0.909
Sn3_ H2	0.909	1.000	1.000	0.909	0.978	0.929	0.971	0.850	0.880	0.833	0.971	0.824	0.545	0.842	0.678	0.667	0.923	0.909	0.833	0.923	0.800	0.944	0.848	0.818	0.696	0.897	0.909	0.857	0.839	0.800	0.000	0.667
Sn4_ H2	0.909	1.000	1.000	1.000	0.930	0.868	0.875	0.850	0.880	0.833	0.971	0.857	0.545	0.842	0.556	0.800	1.000	0.909	0.923	0.817	0.759	0.914	0.806	0.861	0.750	0.897	0.880	0.800	0.714	0.909	0.667	0.000



附圖 1、本年度濕地北部幼蟹調查樣區調查線與海草床樣區底質測點分布圖。





附圖 2、本年度濕地南部幼蟹調查樣區調查線與海草床樣區底質測點分布圖。

## 計畫參與人員

計畫主持人：張筱筠

研究助理：張景淞

研究與協助人員：趙嘉詳、郭俊佐