

澎湖鎮海草床大型無脊椎動物之組成 分析

Composition analysis of macroinvertebrates in the seagrass beds of Chenhai, Penghu County, Taiwan

曾彥博¹ 江國辰^{1,2} 許世霖^{1,*} 江沛安^{2,3} 張至維^{1,4,5,6} 施志昀²

Yen-Po Tseng¹, Guo-Chen Jiang^{1,2}, Shih-Lin Hsu^{1,*}, Pei-An Chiang^{2,3}, Chih-Wei Chang^{1,4,5,6} and Jhy-Yun Shy²

¹ 國家海洋研究院海洋生態及保育研究中心 806614 高雄市前鎮區成功二路 25 號

² 國立澎湖科技大學水產養殖系 880011 澎湖縣馬公市六合路 300 號

³ 國立臺灣海洋大學海洋生物研究所 202301 基隆市中正區北寧路 2 號

⁴ 國立中山大學海洋生態與保育研究所 804201 高雄市鼓山區蓮海路 70 號

⁵ 國立東華大學海洋生物研究所 944401 屏東縣車城鄉後灣路 2 號

⁶ 國立海洋生物博物館 944014 屏東縣車城鄉後灣路 2 號

¹ Marine Ecology and Conservation Research Center, National Academy of Marine
Research, Kaohsiung, Taiwan

² Department of Aquaculture, National Penghu University of Science and Technology,
Penghu, Taiwan

³ Institute of Marine Biology, National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan

⁴ Institute of Marine Ecology and Conservation, National Sun Yat-sen University,
Kaohsiung, Taiwan

⁵ Graduate Institute of Marine Biology, National Dong Hwa University, Pingtung,
Taiwan

⁶National Museum of Marine Biology and Aquarium, Pingtung, Taiwan

* 通訊作者：hsuab@namr.gov.tw

*Corresponding author: hsuab@namr.gov.tw

摘要

澎湖縣白沙鄉鎮海灣海草床係澎湖縣內面積最大的海草床，擁有豐富的生態資源。近年來，由於航道開發的影響，海草床面積有所減少。因此，各單位近年亦執行多項海草床評估計畫，以瞭解海草床現況並制定相應的保育措施。過去澎湖縣內的海草床調查研究多集中在魚類方面，而對無脊椎動物的調查資料則相對較少，因此，本研究於 2022 年 3 月至 2023 年 4 月，每月至鎮海海草床進行無脊椎動物之生物相調查，旨在瞭解海草床中無脊椎動物的組成，以提供後續保育工作之參考依據。調查期間，共發現 107 種無脊椎動物，其中以軟體動物門 53 種最多，其次為節肢動物門 41 種。在鎮海海草床的螺貝類物種中，海蝨科物種為第一優勢種。螺貝類物種之多樣性指數顯示，種類豐度介於 0.29-1.31；優勢度介於 0.94-1.00；歧異度介於 0.10-0.65；均勻度介於 0.07-0.41，根據 ANOVA 分析，種類豐度無明顯季節變化；優勢度、歧異度及均勻度等 3 項指數則呈現季節變化。未來須透過持續的基礎生態調查，以更全面評估保護區的可行性。

關鍵詞：澎湖、海草床、無脊椎動物、組成分析

Abstract

The seagrass bed in Chenhai Bay, Baisha Township, Penghu County, is the largest within Penghu County and possesses abundant ecological resources. In recent years, the area of the seagrass bed has decreased due to the impact of channel development.

Consequently, various organizations have implemented several seagrass bed assessment projects to understand the current status and formulate corresponding conservation measures. Previous research on seagrass beds in Penghu County has mainly focused on fish, with relatively limited data on invertebrates. Therefore, in this study monthly surveys of invertebrate biodiversity in the Chenhai seagrass bed were conducted from March 2022 to April 2023, aiming to comprehend the composition of invertebrates in the seagrass bed and provide a reference basis for subsequent conservation efforts. During the survey period, a total of 107 species of invertebrates were identified, with the phylum Mollusca being the most abundant with 53 species, followed by the phylum Arthropoda with 41 species. Among the gastropod species in the Chenhai seagrass bed, species of the family Batillariidae emerged as the most dominant. Diversity indices for gastropod species indicated a range of species richness from 0.29 to 1.31, dominance from 0.94 to 1.00, diversity from 0.10 to 0.65, and evenness from 0.07 to 0.41. According to ANOVA analysis, species richness showed no significant seasonal variation, while dominance, diversity, and evenness indices exhibited seasonal changes. In the future, continuous foundational ecological surveys are necessary for a more comprehensive assessment of the feasibility of the conservation area.

Key words: Penghu, seagrass bed, invertebrates, composition analysis

收件日期：2024年2月20日

Received: February 20, 2024

接受日期：2024年11月18日

Accepted: November 18, 2024

緒言

海草 (Seagrass) 係生長於海洋環境中之開花植物，全世界約 60 種 (Orth *et al.* 2006; Sachithanandam *et al.* 2022; Sudo *et al.* 2021)，廣泛分布於世界溫帶及熱帶海岸線，包含溫帶北大西洋、北太平洋、地中海與南大洋，以及熱帶大西洋與印度-西太平洋 (Short *et al.* 2007)。結構複雜的海草床不僅提供魚類及無脊椎動物等海洋生物豐富的食物來源，也是生物產卵、成長與避敵的重要棲息地 (邱與謝 2012；趙 2018；Jiang *et al.* 2020; Pogoreutz *et al.* 2012)，此外，海草不僅具穩定沉積物的作用，亦產生大量有機碳，提供重要的生態系服務 (Ecosystem services)，也因此坐擁相當豐富的生物多樣性 (冼等 2011；Orth *et al.* 2006；Rodil *et al.* 2022)。

臺灣的海草主要分布在西岸、恆春半島及離島之泥灘地或礁岩底質之淺水海域 (林 2019)。回顧臺灣海草分類和分布的研究，Yang *et al.* (2002) 曾對臺灣的海草分布進行調查，共發表 7 種海草，且主要分布

於西南海岸及澎湖群島；柯 (2004) 則針對當時已記錄之 10 種海草進行詳細觀察與描述；而目前臺灣有紀錄的海草則有 12 種 (林 2019)。根據冼等 (2011) 的調查，澎湖縣已記錄 3 科 5 屬 7 種海草，其中又以白沙鄉鎮海村鎮海灣潮間帶的海草床面積最大。

近年來，林 (2019) 之研究已對鎮海海草床之生態系進行調查，然而，有關此處之生態系及生物相組成方面等研究，目前仍相對不足。根據冼等 (2011) 與林 (2019) 之調查，鎮海海草床大致由卵葉鹽草 (*Halophila ovalis*)、單脈二藥草 (*Halodule uninervis*)、甘草 (*Nanozostera japonica*)、線葉二藥草 (*Halodule pinifolia*) 以及毛葉鹽草 (*Halophila decipiens*) 組成，其中，卵葉鹽草為澎湖潮間帶的優勢海草 (趙 2018)，同時也是構成鎮海海草床的主要海草。然而，由於港子及講美漁港之航道開發，原有的海草床面積已大幅縮減，對當地生態系之影響逐漸加劇。

在海草床生態系中，海草之生物

固定化作用 (Immobilization) 提供無脊椎動物等初級消費者無機營養物質；無脊椎動物則為大多數魚類的食物來源 (林與蕭 2011；林 2019)，為使食物鏈維持穩定，應先瞭解鎮海灣潮間帶之生態多樣性及生物量之時空變化，方能探討後續保育之作為，因此，本研究以徒手徒步方式並搭配穿越線及方框，進行初步潮間帶調查，目前已掌握無脊椎物種生物相以及螺貝類生物之多樣性指數，期望透過對鎮海

海草床之基礎調查結果，提供未來評估海草床復育計畫或建立保護區之可行性參考依據。

材料與方法

大型無脊椎動物調查

本研究之調查期間為 2022 年 3 月至 2023 年 4 月，於鎮海灣潮間帶 ($23^{\circ}38'54.0''\text{N}$, $119^{\circ}36'18.4''\text{E}$) (圖 1) 進行採集，採集頻率為每月一次，並依據中央氣象局全球資訊網公告之

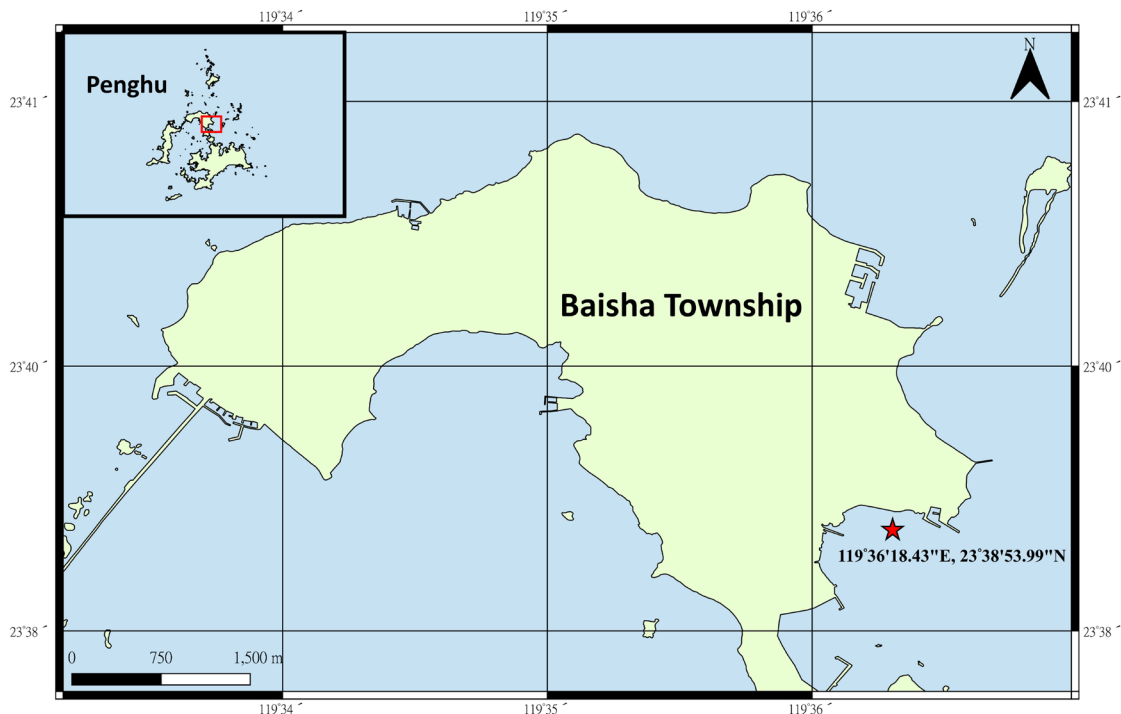


圖 1 鎮海海草床樣點位置圖 (星號處)。

Fig. 1 Map of Chenhai seagrass bed sampling location (marked with asterisks).

潮汐表，於每月大退潮時進行作業。調查方式則參考國家海洋研究院 2020 年《我國海洋生態調查監測網與監測規範建立之整體規劃》成果報告書—軟底質海域底棲生物採樣通則進行調查。

無脊椎動物之調查方式係以營釘固定長 25 m 之穿越線，並以穿越線左右兩側垂直延伸 5 m 為採集區域，共進行 5 重複；另外，本研究針對軟體動物門中的螺貝類生物進行後續多樣性指數分析，此部分以方框法進行調查，調查方式係在海草床上放置自製方框（ $1 \times 1 \text{ m}^2$ ，共 100 小格，每小格之長、寬各 10 cm），隨機取其中 20 小格計算單位面積內之螺貝類生物，並依物種進行分類，作業完畢後再換下一個點進行調查，以上作業共進行 5 重複，即可得出範圍內之螺貝類物種類別及數量。

1. 多樣性指數分析

本研究所使用之各項指數及計算方式均參照《我國海洋生態調查監測網與監測規範建立之整體規劃》成果報告書（2020），並使用 Microsoft

Excel 2021 進行計算，分析項目依序如下：

(1) 種類豐度（Richness）：

種類豐度（Richness）表示某地生物群集中種類豐富程度的指數，常用的指數如馬格列夫指數（Margalef's diversity index, D_{mg} ），其計算公式如下：

$$D_{mg} = (S - 1) / \ln N$$

式中，S 為物種數；N 為物種之總個體數。

(2) 優勢度（Dominance）：

優勢度用於評估不同物種或生物群體在一個生態系統中的相對優勢程度，其計算公式如下：

$$D_2 = (N_1 + N_2) / N$$

式中， N_1 為第一優勢種的個體數； N_2 為第二優勢種的個體數；N 為總個體數。

(3) 歧異度指數（Diversity）：

夏農韋納歧異度指數（Shannon-Wiener's diversity index, H' ）是一個廣泛使用的多樣性指數，用來評估生物群集的物種豐富度和均勻度。它的計算基於逢機採樣假設，以確保準確性。

其計算方式為：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \times \ln(P_i)$$

式中，S 為物種數； P_i 為第 i 種物種所佔的比例。

(4) 均勻度指數 (Evenness)：

均勻度指數用於評估生態系統或群集中不同物種的相對均勻度或均一性。本研究採用皮耶諾均勻度指數 (Pielou's evenness index)，計算方式為：

$$J = H' / (H'_{\max})$$

式中， H' 為多樣性指數； H'_{\max} 為 $\log_2 S$ ，表示多樣性指數的最大值，S 則為物種數。

所有計算得出的值均四捨五入至小數點後 2 位。

結果與討論

大型底棲無脊椎動物調查結果

本研究於鎮海海草床觀察到的無脊椎動物可分為刺胞動物門 (Cnidaria)、軟體動物門 (Mollusca)、環節動物門 (Annelida)、節肢動物門 (Arthropoda) 及棘皮動物門

(Echinodermata) 五大類，物種名錄表詳如表 1，共記錄到 5 門 15 綱 26 目 62 科 82 屬 107 種無脊椎動物，其中以軟體動物門的物種數最多 (53 種)；節肢動物門 (41 種) 次之。根據本研究之調查結果，鎮海海草床中最優勢的物種為海蜷科物種 (Batillariidae) (圖 2)，包含多型海蜷 (*Batillaria multiformis*)、黑瘤海蜷 (*Batillaria sordida*) 及燒酒海蜷 (*Batillaria zonalis*)。此外，根據林 (2019) 進行之鎮海海草床生態系調查，其調查結果亦顯示軟體動物門的物種數最多 (37 種)；節肢動物門 (31 種) 次之，與本研究結果相符。

在海草床生態系中，海草扮演著初級生產者的角色，其生物固定化作用所固定之無機質，與其地上部及地下部產生之碎屑與有機質，皆為底棲無脊椎動物等初級消費者的重要食物來源 (鍾 2012；林 2019)。此外，由海草葉片所構成之立體空間，提供許多小型底棲生物棲息及避敵，進而吸引更高階消費者前來覓食，並增加海草床之生物多樣性，突顯無脊椎動

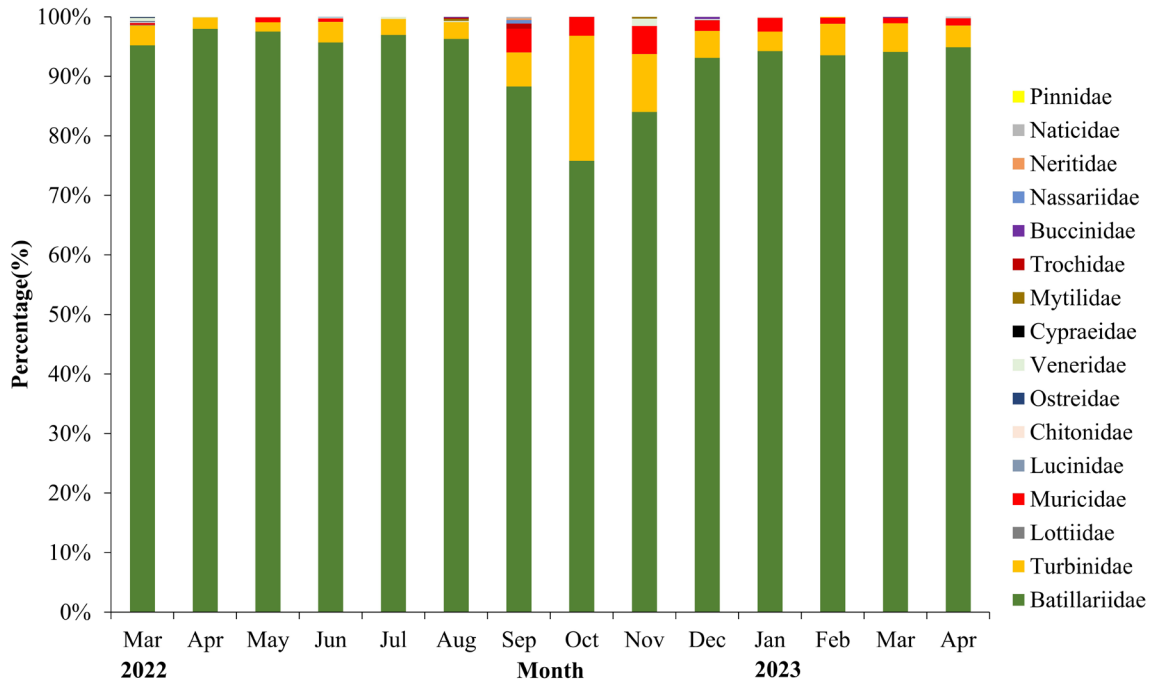


圖 2 鎮海海草床螺貝類生物月別群集組成。

Fig. 2 Monthly composition of gastropod and bivalve assemblages in Chenhai seagrass bed.

表 1 鎮海海草床無脊椎物種名錄表 (常見種以 * 表示)

Table 1 Species catalogue of invertebrates in Chenhai seagrass bed (common species marked with *)

Phylum	Class	Order	Family	Scientific name	Chinese name
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	<i>Paracondylactis hertwigi*</i>	-
Cnidaria	Hexacorallia	Ceriantharia	Cerianthidae	<i>Cerianthus filiformis*</i>	-
Cnidaria	Octocorallia	Scleralcyonacea	Virgulariidae	<i>Virgularia juncea*</i>	燈芯箸海綿
Mollusca	Polyplacophora	Chitonida	Chitonidae	<i>Liolophura japonica*</i>	大駝石鰓
Mollusca	Polyplacophora	Chitonida	Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton comptus</i>	薄石鰓
Mollusca	Scaphopoda	Dentaliida	Dentaliidae	<i>Dentalium</i> sp.	象牙貝未知種
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Turbinidae	<i>Turbo stenogyrus*</i>	高腰蝾螺
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Turbinidae	<i>Lunella coronata*</i>	珠螺
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Turbinidae	<i>Lunella granulata*</i>	瘤珠螺
Mollusca	Gastropoda	-	Lottiidae	<i>Nipponacmea schrenckii</i>	花青螺
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Trochidae	<i>Monodonta labio</i>	草蓆鐘螺
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Trochidae	<i>Trochus sacellum</i>	齒輪鐘螺
Mollusca	Gastropoda	Trochida	Trochidae	<i>Umbonium vestiarium</i>	彩虹蝾螺
Mollusca	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita albicilla*</i>	漁舟蜑螺
Mollusca	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita polita*</i>	玉女蜑螺
Mollusca	Gastropoda	Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita undata*</i>	粗紋蜑螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littoraria lutea</i>	芝麻玉黍螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littoraria pallescens</i>	多彩玉黍螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littoraria scabra</i>	粗紋玉黍螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Littoraria undulata*</i>	波紋玉黍螺
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda <i>incertae sedis</i>	Batillariidae	<i>Batillaria multiformis*</i>	多型海蝓
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda <i>incertae sedis</i>	Batillariidae	<i>Batillaria sordida*</i>	黑瘤海蝓
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda <i>incertae sedis</i>	Batillariidae	<i>Batillaria zonalis*</i>	燒酒海蝓
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Vermetidae	<i>Thylacodes adamsii*</i>	大蛇螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Mauritia arabica*</i>	阿拉伯寶螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Erronea erronea*</i>	愛龍寶螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Naticidae	<i>Notocochlis gualteriana*</i>	小灰玉螺
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Naticidae	<i>Natica vitellus</i>	腰帶玉螺
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Menathais tuberosa*</i>	角岩螺
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Reishia clavigera*</i>	蚵岩螺
Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Muricidae	<i>Tenguella granulata*</i>	結螺

Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Marcia hiantina</i>	臺灣環簾蛤
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Periglypta corbis</i>	-
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Venerupis aspera</i> *	小眼花簾蛤
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	<i>Tapes platyptycha</i> *	花斑淺蜆
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Cardiidae	<i>Vasticardium flavum</i> *	黃邊烏尾蛤
Mollusca	Bivalvia	Lucinida	Lucinidae	<i>Codakia punctata</i>	胭脂滿月蛤
Mollusca	Bivalvia	Lucinida	Lucinidae	<i>Ctena bella</i>	美姬滿月蛤
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Tellinidae	<i>Scutarcopagia scobinata</i>	銼紋櫻蛤
Annelida	Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	<i>Eurythoe complanata</i> *	扁猶帝蟲
Annelida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	<i>Sabellastarte spectabilis</i>	華麗光纓蟲
Arthropoda	Merostomata	Xiphosurida	Limulidae	<i>Tachypleus tridentatus</i>	三棘鬣
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Talitridae	<i>Platorchestia</i> sp.*	扁跳蝦未知種
Arthropoda	Malacostraca	Stomatopoda	Pseudosquillidae	<i>Pseudosquilla ciliata</i>	多毛假蝦姑
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Stenopodidae	<i>Stenopus hispidus</i>	猊蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	鬚赤蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus canaliculatus</i>	深溝對蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus latisulcatus</i>	寬溝對蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus semisulcatus</i>	短溝對蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Solenoceridae	Solenoceridae sp.	管鞭蝦科未知種
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	Palaemonidae sp.	長臂蝦科未知種
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Conchodytes</i> sp.	江瑤蝦未知種
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae	<i>Palaemon serrifer</i>	鋸齒長臂蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus lobidens</i> *	葉齒鼓蝦
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	<i>Calcinus latens</i> *	隱伏硬殼寄居蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	<i>Clibanarius eurysternus</i>	寬胸細螯寄居蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Diogenidae	<i>Clibanarius infraspinus</i>	下棘細螯寄居蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Paguridae	<i>Pagurus benedicti</i> *	小形寄居蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Dromiidae	<i>Alcockdromia fallax</i>	-
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Leucosiidae	<i>Pyrhila pisum</i>	豆形拳蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Majidae	<i>Micippa philyra</i>	拳折額蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Calappidae	<i>Calappa philargius</i> *	逍遙饅頭蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Parthenopidae	<i>Cryptopodia fornicata</i>	圓拱隱足蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	<i>Scylla serrata</i>	鋸緣青蟱
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	<i>Thalamita crenata</i> *	鈍齒短槳蟹

Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	<i>Thalamita prynna</i> *	底棲短樂蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	<i>Thalamita sima</i>	雙額短樂蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Xanthidae	<i>Atergatis integerrimus</i>	正直愛潔蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Xanthidae	<i>Leptodius affinis</i> *	溝痕皺蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Xanthidae	<i>Leptodius gracilis</i> *	細巧皺蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Varunidae	<i>Gaetice depressus</i>	平背蜞
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	<i>Nanosesarma minutum</i>	小型小相手蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Sesarmidae	<i>Parasesarma pictum</i>	斑點擬相手蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Macrophthalmidae	<i>Chaenostoma crassimanus</i>	粗掌開口蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Macrophthalmidae	<i>Chaenostoma orientale</i>	東方開口蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Mictyridae	<i>Mictyris brevidactylus</i> *	短指和尚蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	<i>Ocypode ceratophthalmus</i>	角眼沙蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	<i>Gelasimus borealis</i>	北方丑招潮蟹
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Ocypodidae	<i>Gelasimus jocelynae</i>	賈瑟琳丑招潮
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Ligiidae	<i>Ligia exotica</i> *	奇異海蟑螂
Arthropoda	Thecostraca	Balanomorpha	Balanidae	<i>Amphibalanus amphitrite</i> *	紋藤壺
Arthropoda	Thecostraca	Balanomorpha	Balanidae	<i>Tetraclitella multicosata</i> *	多肋小笠藤壺
Echinodermata	Asteroidea	Valvatida	Archasteridae	<i>Archaster typicus</i> *	飛白楓海星
Echinodermata	Asteroidea	Valvatida	Oreasteridae	<i>Protoreaster nodosus</i>	-
Echinodermata	Echinoidea	Diadematoida	Diadematidae	<i>Diadema savignyi</i>	沙氏冠海膽
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Tripneustes gratilla</i>	白棘三列海膽
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	Temnopleuridae	<i>Salmacis sphaeroides</i>	雜色角孔海膽
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria atra</i> *	黑海參
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria fuscocinerea</i>	棕環參
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria hilla</i> *	黃疣海參

物在海草床中之重要性（鍾 2012；林 2019；Short *et al.* 2007）。鎮海潮間帶之海草組成以卵葉鹽草為主，冼等（2011）指出，卵形葉海草剝落的葉片所產生的有機碎屑，是許多貝類或濾食性生物的食物來源之一。這些貝類和濾食性生物在海草床生態系中扮演初級消費者的角色，除了是許多海洋生物的食物來源（林與蕭 2011），其濾食行為亦有助穩定海草床生態系的水質（黃與邱 2016），故監測此類生物的族群量對研擬未來生態保育政策具有重要性。

螺貝類生物之多樣性指數分析

本研究於鎮海海草床共記錄 16 種螺貝類物種，各月份之多樣性指數如表 2 所示。由分析結果得知，第一優勢種為海蜷科（*Batillariidae*）物種；第二優勢種為蝾螺科（*Turbinidae*）物種。經計算，鎮海海草床之種類豐度介於 0.29-1.31；優勢度介於 0.94-1.00；歧異度介於 0.10-0.65；均勻度則介於 0.07-0.41。以下針對各項多樣性指數進行討論：

(1) 鎮海海草床螺貝類之種類豐度

本研究之計算結果顯示，鎮海海草床在 2022 年 4 月及 7 月的豐度最低（0.29）；2022 年 3 月最高（1.31）。進一步以單因子變異數分析（以下簡稱 ANOVA）進行季節間之分析，發現無顯著差異（ $p > 0.05$ ），顯示種類豐度方面無明顯季節變化。根據每月調查結果，於鎮海海草床所發現之螺貝類大致介於 3-5 種，皆以海蜷科物種為大宗；蝾螺科物種居次，雖 2022 年 3 月發現多達 10 種螺貝類物種，但除海蜷科及蝾螺科物種之外，其餘種類皆僅發現零星個體，故種類豐度無明顯季節變化。

(2) 鎮海海草床螺貝類之優勢度

優勢度顯示第一與第二優勢種在總個體數中的相對比例，若優勢度接近 1，代表第一優勢種在群體中佔多數；由分析結果得知，鎮海海草床各月份之優勢度以 2022 年 9 月及 11 月為最低（0.94）；2022 年 4 月及 6 月為最高（1.00），顯示第一優勢種的海蜷科物種在群集組成中為多數，與實際觀察結果相符。而 ANOVA 之結

果則可發現季節間有顯著差異 ($p < 0.05$)，呈春夏高於秋冬之季節變化，係因海蜷科物種在春夏時的族群數較秋冬多所致。

(3) 鎮海海草床螺貝類之歧異度

經計算結果可發現，鎮海海草床在 2022 年 4 月的歧異度最低 (0.10)；2022 年 10 月最高 (0.65)。ANOVA 之分析結果顯示季節間有顯著差異 ($p < 0.05$)，呈秋冬高於春夏的季節變化，此結果係因海蜷科物種在秋冬時的族群數較春夏季少所致。

(4) 鎮海海草床螺貝類之均勻度

均勻度介於 0 至 1 之間，數值越接近 1 時，顯示種間個體數分布較均勻。由計算結果可知，鎮海海草床在 2022 年 4、5、8 月的均勻度最低 (0.07)；2022 年 10 月最高 (0.41)，可發現各月份之均勻度偏低，顯示鎮海海草床之種間個體數分布較不均勻。根據 ANOVA 的分析結果，發現季節間亦具顯著差異 ($p < 0.05$)，呈秋冬高於春夏的季節變化，其原因亦為海蜷科物種秋冬時的族群數較春夏季少所致。

綜整上述分析結果可知，因海蜷科物種為鎮海海草床螺貝類生物中的第一優勢種，故其族群數的變化為左右各項多樣性指數之主因。Kamimura and Tsuchiya (2008) 的研究指出，燒酒海蜷 (*Batillaria zonalis*) 為沖繩縣豐見城市與根 (Yone, Tomigusuku, Okinawa) 潮間帶的優勢種，其族群變化與孔石蓴 (*Ulva pertusa*) 之覆蓋率相關。該研究結果顯示，燒酒海蜷之族群大小有明顯的季節變化，於 1 至 4 月時的生物量較高，可能與其食物來源 — 孔石蓴在 1 至 5 月時的高覆蓋率有關，由該項研究可推測鎮海海草床海蜷科物種之族群量亦與海草床消長有關。

根據本研究調查結果，鎮海海草床的海蜷科物種數於春夏兩季達到高峰；秋末 (約 10 月時) 則最低 (圖 3)，而鎮海潮間帶於 4 月時有較高的海草覆蓋率；至 9 月時則明顯消失 (圖 4)，可推測海蜷科物種之族群數受海草床之消長而產生季節性變化，與趙 (2018) 於岐頭灣進行的調查結果相符，該研究指出，生物量高峰與卵葉

表 2 鎮海海草床各月份螺貝類生物之個體數及多樣性指數

Table 2 Monthly individual counts and diversity indices of gastropod and bivalve species in Chenhai seagrass bed

Family	Chinese name	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr
Batillariidae	海蠔科	907	960	1,168	1,599	1,013	540	309	191	268	472	491	637	1,047	1,089
Turbinidae	蝾螺科	32	19	19	58	28	16	20	53	31	23	17	36	54	42
Lottiidae	蓮花青螺科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muricidae	骨螺科	3	0	10	9	0	0	14	8	15	9	12	7	10	14
Lucinidae	滿月蛤科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chitonidae	石蟹科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostreidae	牡蠣科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae	簾蛤科	5	1	1	3	4	1	0	0	4	1	1	0	0	2
Cypraeidae	寶螺科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mytilidae	殼菜蛤科	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Trochidae	鐘螺科	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
Buccinidae	峨螺科	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0
Nassariidae	織紋螺科	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
Neritidae	蜆螺科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Naticidae	玉螺科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pinnidae	江珧蛤科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total number of individuals		953	980	1,198	1,671	1,045	561	350	252	319	507	521	681	1,113	1,148
Taxa count		10	3	4	5	3	6	7	3	5	5	4	4	4	5
Richness		1.31	0.29	0.42	0.54	0.29	0.79	1.02	0.36	0.69	0.64	0.48	0.46	0.43	0.57
Dominance		0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	0.94	0.97	0.94	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
Diversity		0.25	0.10	0.14	0.21	0.15	0.19	0.51	0.65	0.59	0.31	0.27	0.27	0.26	0.24
Evenness		0.08	0.07	0.07	0.09	0.09	0.07	0.18	0.41	0.25	0.13	0.13	0.14	0.13	0.10

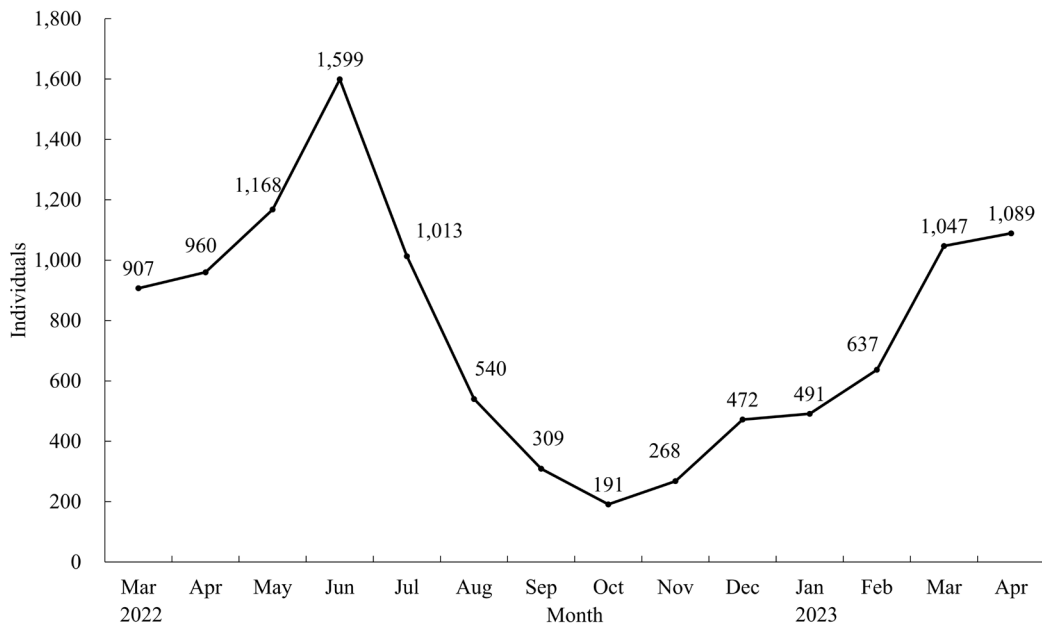


圖 3 鎮海海草床各月份海蜷科物種個體數。

Fig. 3 The individual counts of Batillariidae species in Chenhai seagrass bed for each month.

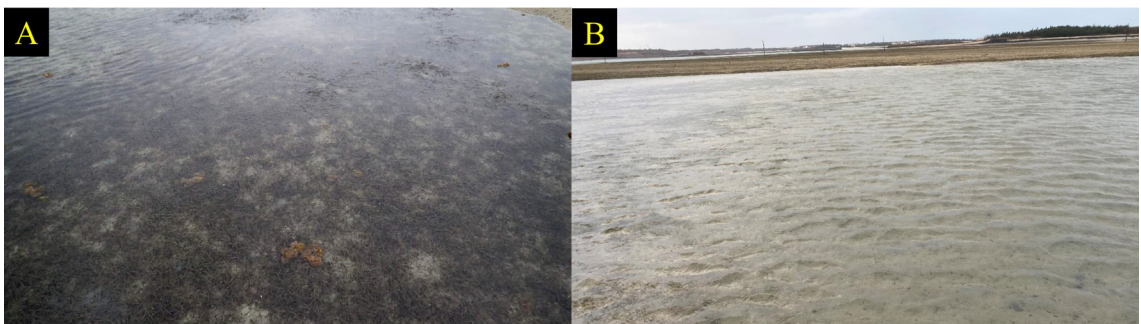


圖 4 鎮海潮間帶海草覆蓋情形 (A: 2022 年 4 月調查時拍攝，海草茂密；B: 2022 年 9 月調查時拍攝，海草床已明顯消失)。

Fig. 4 Chenhai intertidal seagrass coverage (A: Captured in April 2022 during the survey, showing dense seagrass; B: Captured in September 2022 during the survey, indicating a noticeable disappearance of the seagrass bed).

鹽草之花果期相伴出現，由此可知，生物量與花果期息息相關。

本研究已初步瞭解鎮海海草床的無脊椎動物種類，由調查結果可見，鎮海海草床具豐富的生態，然而，因巷子及講美漁港的航道開發，使鎮海潮間帶的海草床面積大幅縮減，因此澎湖水產試驗所於近年舉辦海草移植活動（林 2019），透過讓當地民眾親身參與復育海草床之行動，使民眾能更加瞭解海草床的重要性，未來亦可考慮規劃「鎮海海草復育區」，並制定相關海草床保護政策，及持續推動社區參與活動與落實環境教育；未來研究應持續監測無脊椎動物甚至是脊椎動物的族群量，並分析海草移植的成效，作為永續管理之重要參考依據。

引用文獻

冼宜樂、鐘金水、林綉美、黃文卿、鄭靜怡、歐麗榛、蔡萬生。2011。澎湖海草的分類與分布之調查。澎湖海洋生物研究中心年度報告，澎湖縣。

林幸助、邵廣昭、黃守忠、陳彤

昫、陳渭中、柯智仁、廖品琇。2020。我國海洋生態調查監測網與監測規範建立之整體規劃。國家海洋研究院，高雄市。

林幸助、蕭淑娟。2011。東沙海域海草床生物群集調查與指標物種評估。海洋國家公園管理處成果報告，高雄市。

林幸助。2019。108 年海草床生態系調查計畫。海洋委員會海洋保育署委託研究報告，高雄市。

邱郁文、謝寶森。2012。東沙島潮間帶至陸域螺貝類資源調查。海洋國家公園管理處成果報告，高雄市。

柯智仁。2004。臺灣海草分類與分布之研究。國立中山大學生物科學系碩士學位論文。

黃大駿、邱郁文。2016。台江國家公園黑面琵鷺生態保護區經濟貝類監測計畫 (105) 成果報告書，台南市。

趙元寧。2018。澎湖卵葉鹽草 (*Halophila ovalis*) 生物量季節性變化及溫度與鹽度對種子發芽

- 影響之研究。國立澎湖科技大學水產資源與養殖碩士班碩士學位論文。
- 鍾佳芸。2012。東沙島海草床大型無脊椎動物群集的時空變化。國立中興大學生命科學系碩士學位論文。
- Jiang, Z., D. Huang, Y. Fang, L. Cui, C. Zhao, S. Liu, Y. Wu, Q. Chen, C. I. P. M. Ranvilage, J. He and X. Huang. 2020. Home for Marine Species: Seagrass Leaves as Vital Spawning Grounds and Food Source. *Frontiers in Marine Science* 7: 1-9.
- Kamimura, S. and M. Tsuchiya. 2008. Seasonal Variation in the Population Size and Food Sources of *Batillaria zonalis* (Gastropoda: Batillariidae) on Okinawa Island, Japan. *VENUS* 66(3-4): 191-204.
- Orth, R. J., T. J. B. Carruthers, W. C. Dennison, C. M. Duarte, J. W. Fourqurean, K. L. Heck, A. R. Hughes, G. A. Kendrick, W. J. Kenworthy, S. Olyarnik, F. T. Short, M. Waycott and S. L. Williams. 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience* 56(12): 987-996.
- Pogoreutz, C., D. Kneer, M. Litaay, H. Asmus and H. Ahnelt. 2012. The influence of canopy structure and tidal level on fish assemblages in tropical Southeast Asian seagrass meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 107: 58-68.
- Rodil, I. F., A. M. Lohrer, K. M. Attard, S. F. Thrush and A. Norkko. 2022. Positive contribution of macrofaunal biodiversity to secondary production and seagrass carbon metabolism. *Ecology* 103(4): 1-13.
- Sachithanandam, V., S. Bonthu, T. Mageswaran, K. S. Singh, J. Vimala, R. Sridhar, R. Purvaja and R. Ramesh. 2022. Effect of hydrodynamic conditions on seagrass ecosystems during Cyclone Lehar in the South Andaman

Islands, India. *Ecohydrology & Hydrobiology* 22(4): 640-659.

Short, F., T. Carruthers, W. Dennison and M. Waycott. 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 3-20.

Sudo, K., T. E. A. L. Quiros, A. Prathep, C. V. Luong, H. J. Lin, J. S. Bujang, J. L. S. Ooi, M. D. Fortes, M. H. Zakaria, S. M. Yaakub, Y. M. Tan, X. Huang and M. Nakaoka. 2021. Distribution, Temporal Change, and Conservation Status of Tropical Seagrass Beds in Southeast Asia: 2000–2020. *Frontiers in Marine Science* 8: 1-11.

Yang, Y. P., S. C. Fong and H. Y. Liu. 2002. Taxonomy and Distribution of Seagrasses in Taiwan. *Taiwania* 47(1): 54-61.