NAMR-S-111013（自行研究報告）

臺灣西部海域大型底棲動物相調查(I)

（正式報告）

中華民國 111年 12月

NAMR-S-111013（自行研究報告）

臺灣西部海域大型底棲動物相調查(I)

（正式報告）

主辦單位：本院海洋生態及保育研究中心
研究主持人：陳國書
協同主持人：翁進興、葉信明、張至維
研究員：江國辰
研究助理：塗建銘
研究期程：中華民國111年3月至111年12月
研究經費：新臺幣45萬元
中華民國 111年 12月

「本研究報告絕無侵害他人智慧財產權之情事，如有違背願自負民、刑事責任。」

目次

表 次……II

圖 次……III

提 要……1

Abstract……4

第一章 前 言……7

第一節 研究緣起與背景……7

1.1 研究緣起……7

1.2 臺灣淺灘背景資訊……8

1.3 重要參考文獻之評述……10

第二節 研究目的與研究重點……12

第三節 預期目標……13

第二章 研 究 方 法……14

第一節 調查海域及測站……14

第二節 水文水質及環境資料……15

第三節 拖網調查……16

第四節 水下攝影……17

第五節 多變量統計方法……18

第三章 結 果……19

第一節 水文水質及環境特徵……19

第二節 大型底棲生物群聚結構及多樣性……22

第四章 討 論……27

第五章 結 論 與 建 議……29

致謝……32

參考文獻……33

附錄……37

表次

表1-1 臺灣淺灘及周圍海域底棲生物已發表之相關研究.....11

表3-1 本研究測站(TB01 & TB02C)水體之水文水質資料.....19

表3-2 本研究於臺灣淺灘調查航次拖網的有效網次數.....22

表3-3 本研究所獲生物相之豐度優勢種類排序.....23

表4-1 彙整文獻對於海域抽砂活動對海洋生態環境影響之結果.....28

圖次

圖1-1 臺灣淺灘地理位置圖.....8
圖2-1 本研究臺灣淺灘測站位置圖.....14
圖2-2 水試一號溫鹽深儀暨採水系統及YSI EXO-II多參數水質儀.....15
圖2-3 使用圓形開口採泥器作業情形.....15
圖2-4 小型法式橫桿拖網外觀、法式橫桿拖網及網板拖網作業情形....16
圖2-5 拖曳式攝影機作業情形及攝影機固定在法式橫桿拖網上.....17
圖3-1 本研究測站水體之溫鹽圖.....20
圖3-2 本研究測站底質樣本之影像.....21
圖3-3 本研究測站底質之粒徑分布.....21
圖3-4 本研究各網次拖網之生物群聚資料聚類分析之結果.....23
圖3-5 本研究各網次之生物群聚資料非介量多元尺度分析之結果.....24
圖3-6 本研究各網次之生物群聚資料主坐標軸典型分析之結果.....25
圖3-7 本研究利用水下攝影方式所取得之海洋大型底棲動物之影像.....26
圖5-1 本研究後續成果科普推廣及應用示意圖—底棲甲殼類生物相.....30
圖5-2 本研究後續成果科普推廣及應用示意圖—底棲魚類相.....31

提 要

關鍵詞：底棲動物；底棲魚類；無脊椎動物；環境變遷；集聚；生物多樣性；氣候變遷

本研究計畫為國家海洋研究院(以下簡稱國海院)自行研究計畫，於2022年7月國海院研究人員搭乘行政院農業委員會水產試驗所(以下簡稱水試所)漁業試驗船「水試一號」，共同參與海上調查作業，隨船蒐集測站海域的水文水質(包括水溫、鹽度、密度、pH、葉綠素螢光值、溶氧、濁度等)及環境資訊，以及採集大型底棲動物樣本（以魚類、大型甲殼類、頭足類及螺貝類為主），用以瞭解臺灣西部海域大型底棲動物群聚結構及多樣性，並建置海域生態基線資料。本年度研究計畫的調查海域為臺灣淺灘TB01(大陸船抽砂活動熱區)及TB02C(非抽砂活動熱區)等2個測站海域。本研究另合併2021年8月及10月使用水試二號調查之生物資料一同分析，2021年8月及10月以及2022年7月合計15個有效網次，共記錄臺灣淺灘大型底棲動物相合計4門7綱21目73科115屬137分類單元(taxa)，豐度優勢類群主要為沙鮻科(相對豐度18.8%)、鮣科(18.8%)、合齒魚科(10.4%)、玉筋魚科(7.2%)、槍魷科(5.6%)、梭子蟹科(5.5%)及鰏科(4.4%)等，並利用多變量統計方法解析所獲生物群聚組成在網具及季節具顯著差異。此外，因調查區域為兩岸漁船傳統的作業熱區，漁業干擾之情形相當普遍；本研究目前初步結果顯示抽砂熱區及非熱區之底棲生物群聚結構及多樣性可能由於漁業干擾、海流及季節性之影響，並無顯著差異。後續將規劃增加其他季節樣本之採集，以期解析季節性生物群聚組成之差異，再據以比較及評估抽砂熱區及非抽砂熱區之生物群聚組成是否具有差異。本研究成果包括臺灣淺灘大型底棲動物群聚組成及棲地環境特徵，將用以建置該海域生態監測站之基礎生態調查資料，並可作為後續評估海域環境變遷影響之用。

一、 研究緣起

國海院2020年委託國內專家學者完成「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，內容規劃臺灣及離島周邊海域計15個海洋生態系及54個長期生態監測站，以形成遍佈於臺灣北、中、南與東部海域及各主要離島的臺灣海洋生態調查監測網，並用以建立我國海域生態系之背景基線資料、深化海洋及海岸基礎科學研究及未來全面監測臺灣周邊海域生態系(林幸助等，2020)，以因應未來海洋環境變遷所導致的生態系統變化。本研究之目的扣合國海院海洋生態及保育研究中心之業務職掌項目之一「海洋噪音、酸化、氣候變遷與人類活動對海洋生物影響之研究」，並期持續性地進行海域生態監測調查，逐步累積及建置臺灣淺灘完善的長期生態基礎資訊，作為海洋生態保育之知識基礎及用以評估抽砂活動對臺灣淺灘海洋生態系統之影響。

本研究之調查作業海域為臺灣淺灘，是前述54個長期生態監測站所建議臺

灣淺灘測站之鄰近海域。本研究以海洋大型底棲動物為主要研究標的，因大型底棲動物為海洋生態系統健康評估之重要指標生物類群(Atalah et al., 2013; de Juan et al., 2020)，並且多數種類為常見經濟性物種及漁業資源。本研究針對測站海域之大型底棲動物群聚結構及多樣性進行分析及探討，除了能瞭解海域的漁業資源種類組成外，也能藉由長期性的監測調查解析漁業資源變動的潛在影響因子。

國海院前於2021年與水試所簽署學術合作備忘錄(MOU)，以加強雙方之學術研究合作，為產生實質效果，本研究規劃研究人員搭乘水試所「水試一號」，共同參與海上調查作業及合作進行海域生態研究，以強化MOU簽署後雙方之實質學術研究合作成效。本研究之主要目的為瞭解臺灣淺灘之大型底棲生物群聚組成及水文水質環境特徵，並建置生態基線資料，期透過長期性的調查與監測，後續用以整合分析環境變遷對海域底棲生態系統之影響。

二、 研究方法及過程

本研究於2022年7月15–18日使用水試一號於澎湖西南方臺灣淺灘兩個測站海域(TB01、TB02C；圖1)進行調查作業，使用多參數水質儀蒐集水文資料，並使用水下攝影及法式橫桿拖網(French type beam trawl)調查海洋生物。調查樣區所採集的生物個體，攜回實驗室鑑定種類及計算數量。本研究應用多變量統計方法，並且合併分析2021年8月12–13日及10月20日使用水試二號網板拖網(otter trawl)及法式橫桿拖網之生物相調查資料，以瞭解調查樣區之大型底棲生物群聚結構及多樣性，以及棲地環境特徵。

三、 重要發現

本研究以網板拖網和法式橫桿拖網（2021年8月及10月以及2022年7月合計15個有效網次）調查臺灣淺灘大型底棲動物，合計記錄生物相4門7綱21目73科115屬137分類單元(taxa)，豐度優勢類群主要為沙鯊科(相對豐度18.8%)、鮃科(18.8%)、合齒魚科(10.4%)、玉筋魚科(7.2%)、槍魷科(5.6%)、梭子蟹科(5.5%)及鰏科(4.4%)等，並利用多變量統計方法解析所獲生物群聚組成在網具及季節上具顯著差異。再者，因樣區為兩岸漁船傳統的作業熱區，漁業干擾之情形相當普遍；本研究目前初步結果顯示抽砂熱區(TB01)及非熱區(TB02C)之底棲生物群聚結構及多樣性可能由於漁業干擾、季節及海流之影響，並無顯著差異。

四、 主要建議事項

本研究初步結果建議臺灣淺灘大型底棲動物群聚組成具明顯季節變化，且不同調查網具所獲生物樣本也呈現差異。另外，抽砂熱區(TB01)及非抽砂熱區(TB02C)之底棲生物群聚結構及多樣性是否具有差異，目前尚無法下定論；由於本研究之調查季節及頻度限制，並且臺灣淺灘為兩岸漁業的作業熱區，故本研究目前初步結果未排除漁業干擾及當下海流環境等影響因子。後續將規劃增加調查樣區其他季節樣本之採集，以期先解析季節性底棲生物群聚組成

之差異，再據以比較及評估抽砂熱區及非抽砂熱區之底棲生物群聚組成是否具有差異。

Abstract

This study was funded by the National Academy of Marine Research (NAMR). We conducted a sea-going expedition by R/V *Fishery Researcher I* in July 2022 to collect hydrographic data (including seawater temperature, salinity, density, pH, chlorophyll fluorescence, dissolved oxygen, and turbidity) and specimens of demersal megafauna (mainly fishes, crustaceans, cephalopods, and gastropods) in the Taiwan Shoal (Taiwan Bank). The main goals of this study were to understand the community structure and diversity of demersal megafauna and their habitat characteristics in the Taiwan Shoal and to establish ecological baselines. In the present study, the study area included two monitoring sites in the Taiwan Shoal, that is, TB01 and TB02C. Site TB01 is in the mining hot spots for sands by vessels from Mainland China, whereas site TB02C serves as a control site where lesser activity of sand mining has been reported. The results of the present study included the taxon compositions of demersal megafauna and their ecological characteristics in these two monitoring sites of the Taiwan Shoal. Megafaunal specimens from15 trawl hauls (10 hauls of beam trawling and 5 hauls of otter trawling, including the 2021 survey data by R/V *Fishery Researcher II*), were analyzed in the present study. Megafaunal specimens of 137 taxa belonging to 4 phyla, 7 classes, 21 orders, 73 families, and 115 genera were recorded. Dominant families by relative abundance included Sillaginidae (18.8%), Bothidae (18.8%), Synodontidae (10.4%), Ammodytidae (7.2%), Loliginidae (5.6%), Portunidae (5.5%), and Leiognathidae (4.4%). Additionally, significant differences were found in the species compositions between trawl methods as well as between seasons as revealed by multivariate analyses. Moreover, the preliminary results of this study demonstrated that there were no differences in the species compositions between sand mining site and control site, which might be attributed to fisheries interactions, seasonality, and currents in the study area. Future surveys will likely include more experimental trawls conducted in different seasons to verify the seasonal variations in species compositions of megafauna and to assess the impacts of marine sand mining in the Taiwan Shoal. These results advance current knowledge about the ecological characteristics of demersal megafauna in the Taiwan Shoal and might be used as baseline information for assessing the impacts of environmental changes.

Keywords: Benthic fauna; Demersal fish; Invertebrate; Environmental change; Assemblage; Biodiversity; Climate change

I Background information

In 2020, NAMR entrusted domestic experts and scholars to complete a research report "Overall Planning for the Establishment of Monitoring Networks and Standard Operation Procedures for the Survey and Monitoring of Marine Ecosystems in waters around Taiwan ". The goal of this report is to set up marine ecological survey and monitoring networks in the offshore areas of northern, central, southern, and eastern Taiwan as well as the associated outlying islands and to establish the ecological baseline data, enhance coastal scientific research, and comprehensively monitor the

marine ecosystems surrounding Taiwan in order to cope with the changes of marine ecosystems in the future. Additionally, the aim of the present study conforms to the organization directions of Marine Ecology and Conservation Research Center of NAMR (e.g., research on the impact of acidification, climate change, and human activities on marine life). Furthermore, marine ecological monitoring surveys for the present study areas (i.e., Taiwan Shoal or Taiwan Bank) are going to be carried on in 2023. Ultimately, establishing ecological baseline data is urgent for integrated monitoring and assessment of the cumulative impacts resulted from sand mining on the marine ecosystems of the Taiwan Shoal.

In the present study, demersal megafauna in the Taiwan Shoal are the main targets because they are important indicators for assessing impacts on marine ecosystems (Atalah et al., 2013; de Juan et al., 2020) and that many demersal megafaunal species are fisheries resources. As a result, the present study is aimed to understand the community structure and diversity of demersal megafauna as well as the composition of local fisheries resources. Based on the long-term monitoring of the environment, we can analyze and understand the potential factors affecting the local fisheries resources.

NAMR has assigned MOU on research cooperation with Fisheries Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan (Taiwan) since 2021. To enhance the research cooperation between both sides, NAMR researchers participated the research cruises carried out by Fisheries Research Institute in July 2022 to collaborate in fisheries-independent research of the Taiwan Shoal.

II Purposes

The main goals of the present study are to understand the community structure and diversity of demersal megafauna and their habitat characteristics (including hydrography, substrate type, and grain size of substrates) in the Taiwan Shoal and to establish ecological baselines for assessing impacts of environmental changes on marine ecosystems in the Taiwan Shoal.

III Methods and Procedures

A sea-going expedition was conducted during the period of July 15-18, 2022 by R/V *Fishery Researcher I* to collect demersal megafaunal samples by beam trawling and environmental characteristics including hydrographic data and substrate types in the Taiwan Shoal. Additionally, we used underwater video systems to obtain images of demersal megafauna as well as substrates. The obtained samples of marine organisms onboard were frozen and transferred to the laboratory on land for further taxonomical identification. Moreover, we incorporated the taxon data obtained by both otter trawling and beam trawling onboard R/V *Fishery Researcher II* on August 12-13, and October 20, 2021 and used multivariate ordination approaches to analyze the community structure of demersal megafauna in the Taiwan Shoal.

IV Results

A total of 15 valid trawl hauls were conducted in August and October 2021 and in July 2022. Megafaunal specimens of 137 taxa belonging to 4 phyla, 7 classes, 21 orders, 73 families, and 115 genera were recorded. Dominant families by relative abundance included Sillaginidae (18.8%), Bothidae (18.8%), Synodontidae (10.4%), Ammodytidae (7.2%), Loliginidae (5.6%), Portunidae (5.5%), and Leiognathidae (4.4%). Additionally, significant differences were found in the species compositions between trawl methods as well as between seasons as revealed by multivariate analyses. Moreover, the preliminary results demonstrated that there were no differences in the species compositions between the sand mining site and the control site, which might be attributed to the effects of fisheries interactions, tidal and oceanic currents, and seasonality in the study area.

V Suggestions

The results of the present study demonstrate that demersal megafauna in the Taiwan Shoal exhibit seasonal variation in community structure and diversity. Additionally, different sampling methods of trawling gear can result in different compositions of demersal megafauna. Because of fisheries interactions, tidal and oceanic currents, and/or seasonality, we cannot conclude that there was no difference in the community structure and diversity of demersal megafauna between the sand mining site and the control site. Future surveys are recommended to include more experimental trawls conducted in different seasons to verify the seasonal variations in species compositions of megafauna and to assess the impacts of marine sand mining in the Taiwan Shoal.

第一章 前 言

第一節 研 究 緣 起 與 背 景

1.1 研究緣起

國海院委託國內專家學者於109年完成「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，內容規劃臺灣及離島周邊海域計15個海洋生態系及54個長期生態監測站，以形成遍佈於臺灣北、中、南與東部海域及各個主要離島的臺灣海洋生態調查監測網絡，並用以建立我國海域生態系之背景基線資料、深化海洋及海岸的基礎科學研究、以及未來全面監測臺灣周邊的海域生態系(林幸助 等，2020)，以因應海洋環境變遷所導致的生態系統變化。因為進行海洋基礎生態調查研究需耗費相當多的人力(研究船或漁船在海上調查採樣、生物樣本之鑑種及資料分析、非生物樣本或資料之分析、撰寫研究報告和文章)、物力(研究船及海上調查儀器和設備、生物與非生物樣本之保存及分析之儀器和設備)及時間(海上調查採樣、樣本及資料分析、撰寫研究報告及發表期刊文章等)，如沒有相當的物力資源配合，做為研究案起頭；即使有研究人力，亦難以實地進行海洋生態調查，更遑論研究報告及文章發表等後端研究成果之產出。本院在2021年與水試所簽署學術合作備忘錄(MOU)，加強雙方海洋科學研究之合作。爰此，為增進本院與水試所實質學術研究合作之成效，本自行研究計畫規劃研究人員搭乘水試所所屬之漁業試驗船水試一號，共同參與海上調查作業及採樣，隨船採集臺灣西部海域及其周邊大陸棚生態系之大型底棲生物樣本(以魚類、甲殼類、頭足類及螺貝類為主)及水樣，並蒐集水文水質等環境資料，以建置研究海域之水文環境及海洋生物分布資訊，作為後續環境變遷或氣候變遷影響之參據。

臺灣淺灘(或稱臺灣灘、臺灣堆、南淺、Taiwan Bank及Taiwan Shoal；圖1-1)湧昇區為我國經濟海域內重要的湧昇水域，亦是近海漁業的主要作業漁場之一。然而過去臺灣海洋科研人員針對臺灣淺灘大型底棲生物之研究著力相當少，在國際期刊中罕見有相關的研究論文發表。再者對岸中國大陸，在臺灣淺灘的底棲生物研究所發表的論文比臺灣多很多，但幾乎多數論文是在2000年前發表在其國內期刊，也鮮少有國際期刊論文的發表。

近年來在氣候變遷影響下，有關時序推移之黑潮分支水、南海水、大陸沿岸水及珠江沖淡水等水文環境變遷特性，對臺灣淺灘海域湧昇區及非湧昇區之底棲生物群聚的影響，迄今仍少有研究觸及。有鑒於底棲生物群聚是海洋生態系中不可忽略的成員，並且其組成會受到各種海洋環境變遷和人為活動(如河川污染、漁業活動與捕撈等)的影響；而解析臺灣淺灘生態系統的各重要底棲生物類群與水文環境特性，需要跨領域的團隊合作與資源整合(包括研究船的船期安排、生態系其他各重要生物類群的同步採樣、及同步的環境資料收集與分享)，進行長期且有系統的觀測與分析，以瞭解臺灣淺灘的生態系動態結

構(Ecosystem dynamics)。

1.2 臺灣淺灘背景資訊

臺灣淺灘位在澎湖群島之西南方(圖1-1)，亦即在臺灣海峽南側的陸棚區淺灘，水深在30至40公尺以淺，最淺處約8.6公尺，淺灘東西長約250公里，南北最寬約130公里，面積約8,800平方公里(傅崐成 & 蔣圍，2016)，大約為臺灣島面積的四分之一。台灣淺灘屬於熱帶型季風氣候區，表層沉積物由細砂、粗砂和少許礫石組成(傅崐成 & 蔣圍，2016)，淺灘上有水下沙丘，沙丘之間常有平緩而開闊的窪地，部分沙丘上有基岩露出，沙礫中含貝殼碎片，淺灘的西部偶有泥沙(Zhang et al., 2014)。臺灣淺灘有巨大的沙波(sand waves)會改變流過它們的底流方向，因而導致淺灘泥沙輸送模式發生變化(Zhou et al., 2018)。由於臺灣淺灘海底地形複雜，水體具有低溫、高鹽度、富營養鹽、高初級生產力及高浮游生物量等特徵(楊渡遠，1993)；且因為海底地形因素，淺灘周圍水域常年存在湧昇流(王新星 等，2015)，但湧昇流區範圍和強度具有年間差異(陳金泉等，1982；許金電 等，2014)，淺灘南部湧升水的N/P比值小於15 (張釩 & 楊堯，1994)。Shang et al. (2004) 估計1998年臺灣淺灘的湧升流面積達2,796平方公里。湧昇流區表層海溫比周圍「非湧升流區」海溫低約2至4 °C (李立 & 李達，1989；洪華生 等，1991b)。臺灣淺灘也因潮流的作用，使臺灣海峽的大量泥沙堆積在淺灘上，淺灘面積若以水深30公尺以淺計算，總面積約為15000平方公里，淺灘砂的數量巨大，蘊含數百億立方米的砂礦資源，是一項潛力很大的建材砂礦資源(石谦 等，2009)。此外，臺灣淺灘還具有極為豐富的潮汐能、風能、旅遊資源、油氣資源和具有軍事上重要的戰略地位(傅崐成 & 蔣圍，2016)。

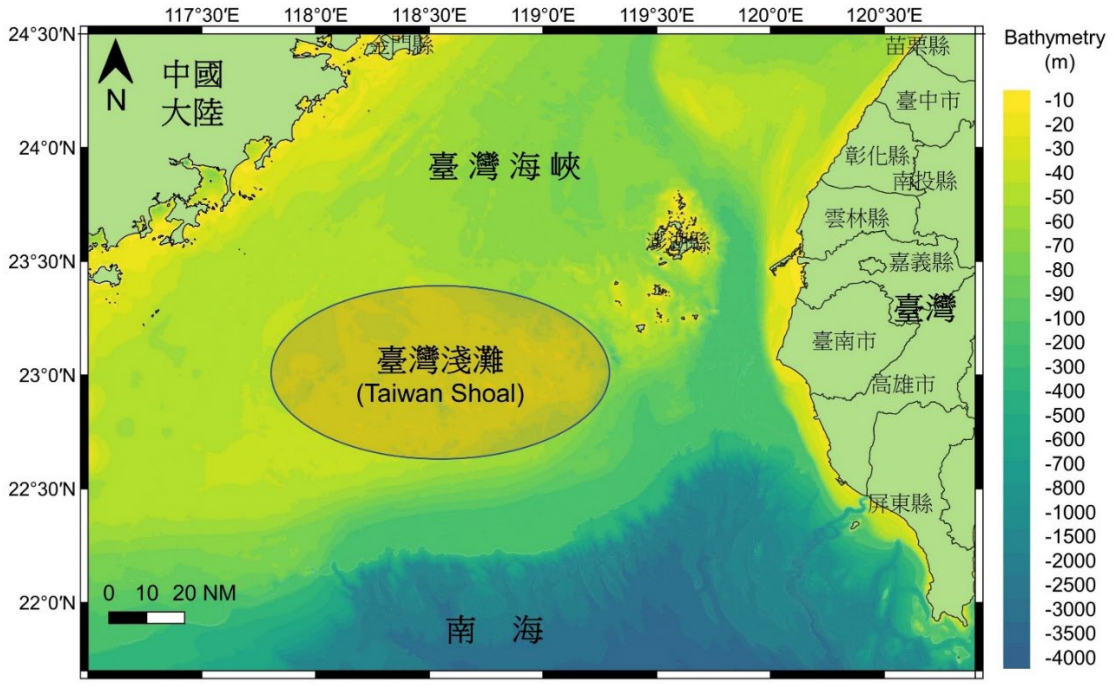

圖1-1、臺灣淺灘地理位置圖

臺灣淺灘東部水深淺於20公尺，西部介於30至40公尺，由於水深淺，大部分水體在透光帶內，以及有中國沿岸冷水、南海表層水及黑潮支流水等三股海流在此交會(戴昌鳳，2014；詹森，2018)，而形成獨特複雜的海洋環境；又因有湧升現象與海溫鋒面(Hu et al., 2003；Lan et al., 2009；Pan et al., 2015；王新星 等，2015)，可帶來藻類生長所需的營養鹽，富有珊瑚生長及孕育此海域豐富的海洋生物資源，使得臺灣淺灘及周圍澎湖海域形成多處漁場，其中最靠近臺灣本島的是澎湖群島西方至臺灣淺灘北緣的湧昇流區漁場(丘書院 等，1991；Hu et al., 2003；陳方平，2006；Chen et al., 2021)，此海域湧升現象的位置及範圍大小隨時序推移而改變(陳金泉 等，1982；許金電 等，2014)。由於湧昇現象，不斷將近底層低溫、高營養鹽的海水湧升至表層或透光區，增加海域的初級生產力，並進而造成餌料浮游生物聚集、魚類索餌棲息的漁場。洪華生等(1991a)指出臺灣淺灘漁場有獨特的底棲魚類，夏季有來自東海、南海及黑潮流系的洄游性魚類，生物相十分豐富，並且此海域因地形凹凸不平及底質多為沙質的關係，非常適合鎖管棲息，為鎖管重要的漁場之一。臺灣淺灘及周圍水域的漁業發展得天獨厚，成為北南海著名的漁場。中國大陸科研人員常以「閩南—臺灣淺灘漁場」或「汕頭—臺灣淺灘漁場」來代表大陸閩南至臺灣淺灘海域的漁場，此海域屬於湧昇流類型漁場。漁場的地形地貌在湧昇流形成發展中是關鍵因素之一，臺灣淺灘對影響漁場的海流、水團或水系有阻滯作用(張慶華 等，1999)。漁場的地形及水深直接影響海區各種水文要素的空間和時間變化，進而間接影響生物的分布和營養位階高的魚類聚集在此漁場。因此，研究臺灣淺灘底棲生物群聚分布及多樣性在湧昇流區及非湧昇流區的差異，有助於瞭解底棲生物群聚的形成機制及其生態習性，並可進一步深入解析臺灣淺灘湧昇區及非湧昇區之生態系動態結構特性。然而生態系動態結構(Ecosystem dynamics)會受到前述各種海洋環境變遷以及人為活動(如海洋漁業活動與河川污染等)因素的影響，所以需要跨領域的團隊合作與資源整合，以進行長期且有系統的觀測與分析。

臺灣淺灘及周圍海域因為漁業捕撈強度已超過漁業資源的承受能力，使得海域生態環境受到破壞，底層及近底層魚類資源明顯衰退，並導致魚類群聚結構改變，漁獲物種從高營養階層轉變為低營養階層，漁獲體型由中大型轉變為中小型及低齡化(林祥裕，2007；宋普慶 等，2012)。1999年中國大陸在南海實施伏季休漁制度，5至6月禁止張網作業，6至7月禁止拖網作業(肖方森，2005)，縱使有個別物種資源量回升的情形，但漁民資源保護意識不強，使用不合格網具，導致伏季休漁的效果有限，漁業資源仍面臨枯竭(林祥裕，2007)。1980及1990年代，閩南—臺灣淺灘漁場中國大陸捕撈努力量快速增加(張壯麗，1996)，每年福建省在此海域作業的漁船有近萬艘，年產量約50萬噸(陳方平，2006)，特別是單拖作業漁法，年投產漁船達2000多艘，產量達20多萬噸，約佔兩漁場捕撈量的一半(肖方森，2007)。隨著單拖作業漁法過量發展，底層和近底層漁業資源已經過度利用(肖方森，2007)；而大量且長期性的

底拖網作業會持續干擾漁場的海底環境，影響底棲生物的生存和繁殖(傅崐成 & 蔣圍，2016)。

臺灣淺灘春、夏季節易受梅雨鋒面影響，而秋、冬季節則受東北季風影響，另再考量颱風及每月大潮水等因素影響，造成臺灣淺灘海況通常不佳，不適合進行一年四季之海洋生態調查工作。為瞭解及掌握臺灣淺灘之海洋生態現況，國海院於2020年度辦理臺灣淺灘潛水調查，初步調查結果顯示，臺灣淺灘大致可區分為岩礁及沙地等海床類型，並有軟珊瑚、紅藻、海扇、花斑刺鰓鮨、三線磯鱸、隆頭魚科魚類、梭子蟹、海蛞蝓及章魚等生物。另外，臺灣淺灘有時海流流速快，滯底潛水時間(無減壓潛水時間約15分鐘)及潛水調查範圍相當有限；因此，2020年潛水調查之點位尚無法完整說明臺灣淺灘之生態系生物群聚結構及物種多樣性。也因此，本自行研究計畫規劃使用漁業試驗船生物拖網的調查方式，對臺灣淺灘進行底棲(底表)生物(epifauna)樣本之採集，並收集水文及環境資料，以建立此海域水文環境特徵及海洋生物分布資訊。

1.3 重要參考文獻之評述

洪華生 等(1991b)出版「閩南—台灣淺灘漁場上升流區生態系研究」書籍，收錄77篇論文，論述主要內容包括「閩南—臺灣淺灘漁場」的海洋地質、水文氣象、海洋化學、海洋生物、漁業生物學及數據處理等六大部分。其中，書籍內有關海洋生物的論述包括上升流區的初級生產力，葉綠素*a*的分布，細菌生物量，漂浮生物(neuston)的種類組成、數量分布與環境關係，浮游植物的種類組成與數量分布，浮游動物產量，浮游橈足類生態，水母類生態，大型浮游甲殼動物，浮游端足類分布，毛顎類生態，魚卵和仔稚魚生態，表層魚卵和仔稚魚分布與水文條件，浮游有孔蟲、放射蟲與上升流，底棲生物數量分布和種類組成，棘皮動物分布，軟體動物生態，文昌魚生態。在漁業生物學方面的論述內容包括：「閩南—臺灣淺灘漁場」，中上層魚類食性，中上層魚類食物關係，圓小沙丁魚種群結構及資源，圓小沙丁魚食性，竹莢魚的群體結構與生長特性，鯖魚的年齡、生長與死亡，金帶花鯖的生物學特性，中上層魚類資源的利用和管理。然而上述論文主題僅含括一小部分的經濟性底棲魚、蝦、蟹類及其他大型無脊椎動物的研究成果，並且論文研究的調查年代為1987至1989年，調查時間距今已逾30年。表1-1彙整1990年代以來，中國大陸科研人員對臺灣淺灘及周圍海域底棲生物群聚的相關研究，多數研究在2000年以前發表，2010年以來臺灣淺灘海域底棲生物相關研究的發表量很少；臺灣科研人員在這方面的發表更少，僅有少數的論文發表，例如：Chang & Hsu (2004)。

在底棲生物的研究方法和成果方面，吳啟泉 等(1994)以定量採泥和定性拖網採集方式，調查臺灣海峽南部的底棲生物，其結果發現大面積深水區（臺灣淺灘西部）是以短刀側殖文昌魚及尖豆海膽為特徵種的底棲生物群落，而臺灣淺灘東部及南側海域是裂邊毛餅海膽、壺海膽及豆海膽為特徵種的底棲生物群落。而世界其他海域可供參考的底棲生物相關研究，以下擇較近期的2篇論

文做概要簡介。Kędra et al. (2013) 在2009年調查北極區域(Barents Sea)Svalbard Bank的底棲生物群聚，發現底棲生物群聚的結構和次級生產與棲地特徵(例如：海流、沉積物和水文水質等)有關，但整個底棲生物群聚結構和85年前的調查結果相似，作者們指出此海域系統韌性(system resilience)強。Kędra et al. (2017) 報導北極海域淺灘的表層底棲生物組成(涵括46個底棲生物分類群)，各研究地區的底棲生物多樣性和產量與拖網漁業的作業強度有關。有拖網作業的地區底棲生物物種數量相當低，豐度與生物量和未有拖網作業的地區有顯著的差異。

表 1-1、臺灣淺灘及周圍海域底棲生物已發表之相關研究。

研究項目	參考文獻
漁獲物種組成	連珍水 (1996)、張壯麗 (1996)、楊乾亞 (1997)、肖方森 & 曾建忠 (1997)、盧偉華 & 葉普仁 (2001)、肖方森 (2007)、葉孫忠 等 (2007)
底棲魚類	張其永 等 (1981)、張其永 & 張雅芝 (1982 & 1983)、張其永 & 楊甘霖 (1986)、張其永 等 (1986)、葉孫忠 (2004a)
底棲蟹類	黃培民 (1998)、張壯麗 (1997)、葉孫忠 (1998 & 2004b)、Chang & Hsu (2004)
多毛類	蔡立哲 & 李復雪 (1995)
頭足類	陳奮捷 (2016)
其他綜合性研究	洪華生 等 (1991)、吳啟泉 等 (1994)

綜合以上論述，臺灣淺灘周圍海域底棲生物的相關研究仍然十分有限，並且以中國大陸科研人員的論文發表量為最多，對於此海域重要經濟性(或指標性)底棲物種(包括魚、蝦、蟹類及軟體動物等)的分布和環境變遷的關係，目前臺灣和中國大陸對這方面的研究仍十分缺乏。

第二節 研究目的及研究重點

2.1 研究目的

臺灣淺灘(圖1-1)是臺灣及中國大陸漁民的重要漁場，但因為海況常常不佳，且水體能見度低，此海域的底棲生態及影像資料較少被揭露。近年來，常見媒體報導臺灣淺灘被中國大陸抽砂船頻繁盜採海砂之情形；由於台灣淺灘有着豐富的建材礦砂資源，又因為中國大陸有內陸河川和近海採砂的禁令，導致近年來多有陸船前來臺灣淺灘採集海砂。因海域抽砂活動會擾動及破壞原有棲地的底質，造成水文及海洋生物棲地的改變，潛在對海域生態環境造成衝擊及浩劫。2020年4月中央研究院鄭明修研究員率先帶領研究團隊潛入臺灣淺灘，進行海底生態調查及影像紀錄，並揭露中國大陸抽砂船和搬運船近年常聚集在臺灣淺灘，可能每天有數十萬噸砂石被陸船採走，進而可能引發抽砂海域及周邊海域海床砂石層結構變動、毀壞海洋生物棲地及造成附近海域水文浩劫(https://e-info.org.tw/node/224456)。國海院也於2020年下半年進行海洋生物物種名錄建立及生態影像紀錄，為瞭解及守護臺灣淺灘生態而努力，並持續規劃例行性臺灣淺灘的生態調查，用以建置臺灣淺灘抽砂熱區之基礎生物生態資料，及瞭解中國大陸抽砂船的抽砂行為對臺灣淺灘可能造成之生態環境影響。臺灣淺灘因幅員遼闊及具海氣象不穩定等因素，均增加於該海域辦理海洋生態及海底環境調查作業之困難度，也因此本研究計畫目的為尋求解決方案及作為，並透過使用漁業試驗船進行海域生態調查，持續蒐整及分析臺灣淺灘相關調查研究結果及環境資料，期透過長期性的海域生態監測提供科學佐證資料，作為我國國土安全及海洋生態保育等政策擬定之參據。

2.2 研究重點

本計畫分析臺灣淺灘之大型底棲生物樣本(以魚類、大型甲殼類、頭足類及螺貝類為主)及水文水質環境資料。另外，本計畫使用多參數水質儀探針，收集臺灣淺灘抽砂熱區及非抽砂熱區測站不同深度之水文水質特性(包括溫度、導電度、透光度、溶氧及葉綠素螢光值等)，並使用小型法式橫桿拖網(French type beam trawl)，採集樣區海洋生物樣本；另合併2021年8月及10月水試二號網板拖網及法式橫桿拖網的調查結果一起分析，以瞭解及建置臺灣淺灘之水文環境及海洋底棲生物分布資訊，作為後續用以評估環境變遷或氣候變遷影響之參據。

第三節 預 期 目 標

(1) 建構環境變遷與人為活動對海洋生態系統影響之基礎生態背景資訊。

(2) 瞭解臺灣淺灘底棲生態系統群聚結構組成及多樣性(以魚、大型甲殼類及軟體動物為主)，以及瞭解臺灣淺灘抽砂熱區及非熱區海域之底棲生物群聚組成及季節變動。

(3) 比較抽砂活動熱區與非熱區之底棲生物群聚結構組成，用以評估受不同人為影響影響程度之差異。

(4) 臺灣淺灘抽砂活動熱區和非熱區之底棲生物群聚之水文水質及底質環境特徵。

(5) 建立臺灣淺灘底棲生物的基礎生物學資料，以作為後續此海域生態系動態模式之輸入參數(inputs)。

(6) 訓練及培育碩士班或博士班學生1至2名成為具有海上實務研究經驗之高等海洋科學與生態研究人才。

第二章 研 究 方 法

第一節 調 查 海 域 及 測 站

2022年7月15-18日研究人員搭乘水試所水試一號的調查航次，前往臺灣淺灘2測站(圖2-1)進行底棲生物拖網及海洋環境等調查作業。

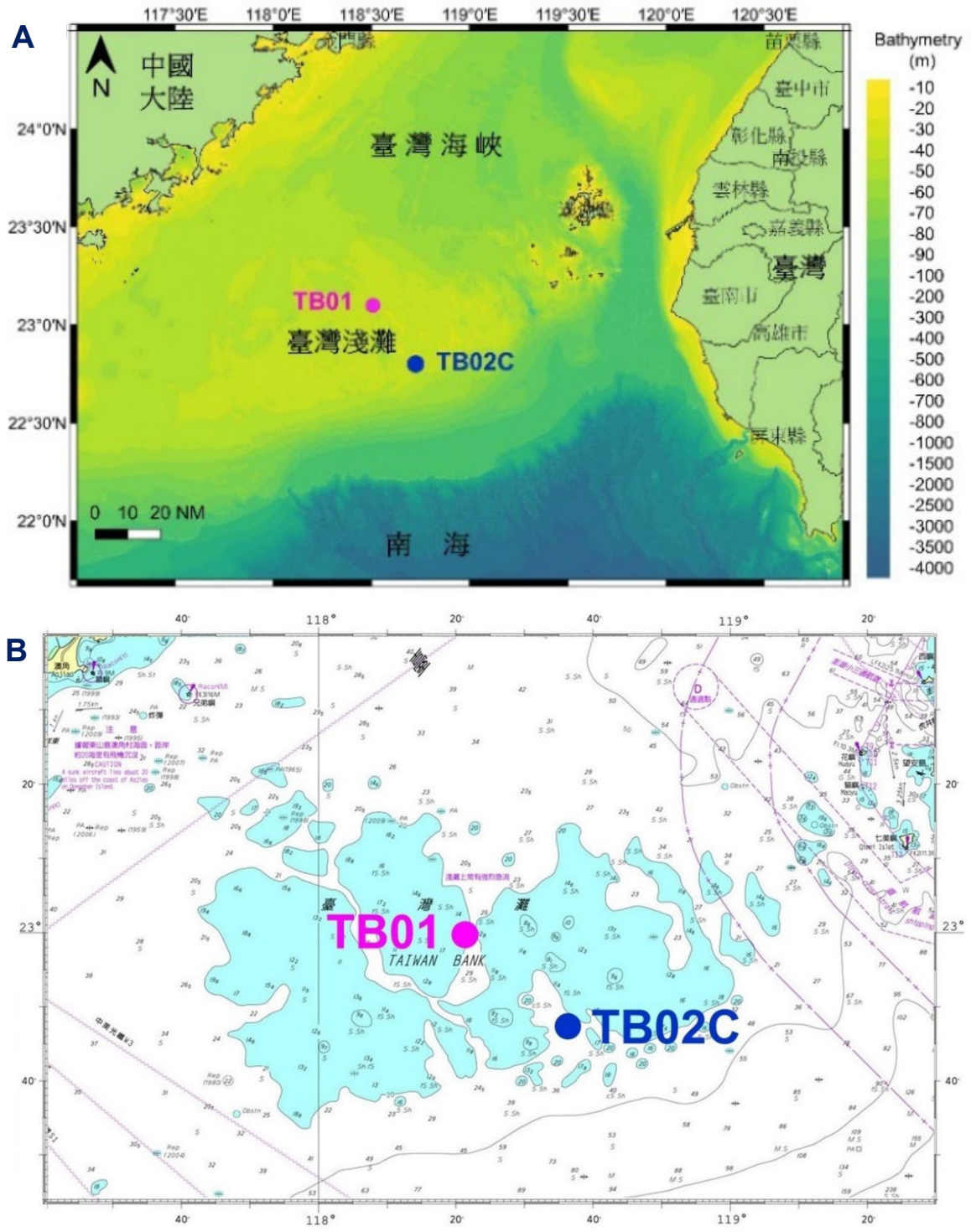

圖2-1、本研究臺灣淺灘測站位置圖(A&B；TB01：陸船抽砂熱區；TB02C：非抽砂熱區)。圖B來源：中華民國海軍大氣海洋局。

第二節 水文水質及環境資料

使用多參數水質儀(YSI EXO-II)取得海洋水文水質環境參數(圖2-2)，並使用圓形開口採泥器(dredge)，採集測站海域表層底質樣本(圖2-3)。以de Boyer Montégut et al. (2004) 的方法來估計混合層 (mixed layer) 的深度，亦即以該深度之海溫和「水深10 m處之海溫」之差值達0.2 °C。

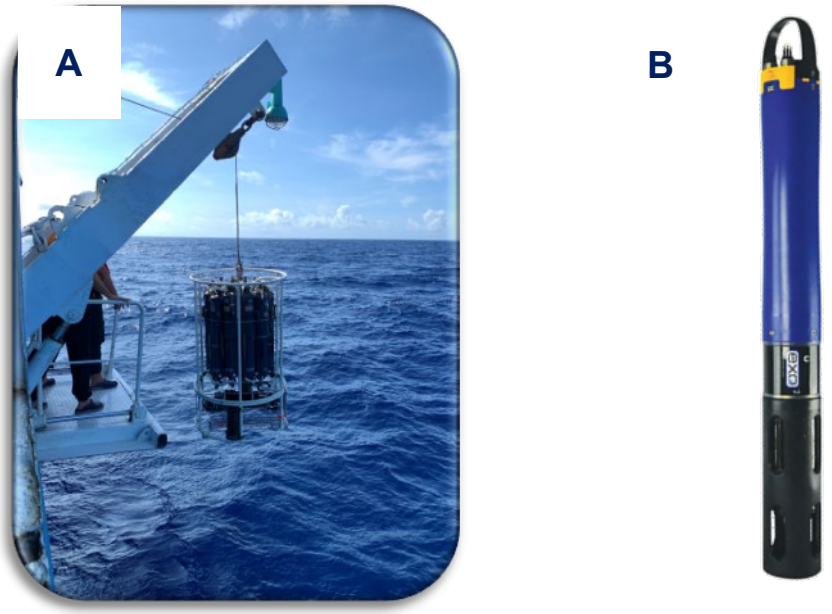

圖2-2、(A)水試一號溫鹽深儀(CTD)暨採水系統；(B)YSI EXO-II多參數水質儀。

圖2-3、使用圓形開口採泥器(dredge)作業情形。

第三節 拖 網 調 查

2022年7月15-18日本研究使用水試一號於臺灣淺灘兩個測站海域(TB01、TB02C；圖2-1)以法式橫桿拖網(圖2-4)調查海洋底棲生物，在每次下網前，先以船上的單音束聲納掃測線上的地形。調查樣區所採集的生物個體，攜回實驗室鑑定種類及計算數量，底棲生物鑑種及資料分析方法參考陳孟仙 等(2019)，魚類中文名參考臺灣魚類資料庫(邵廣昭，2022)。

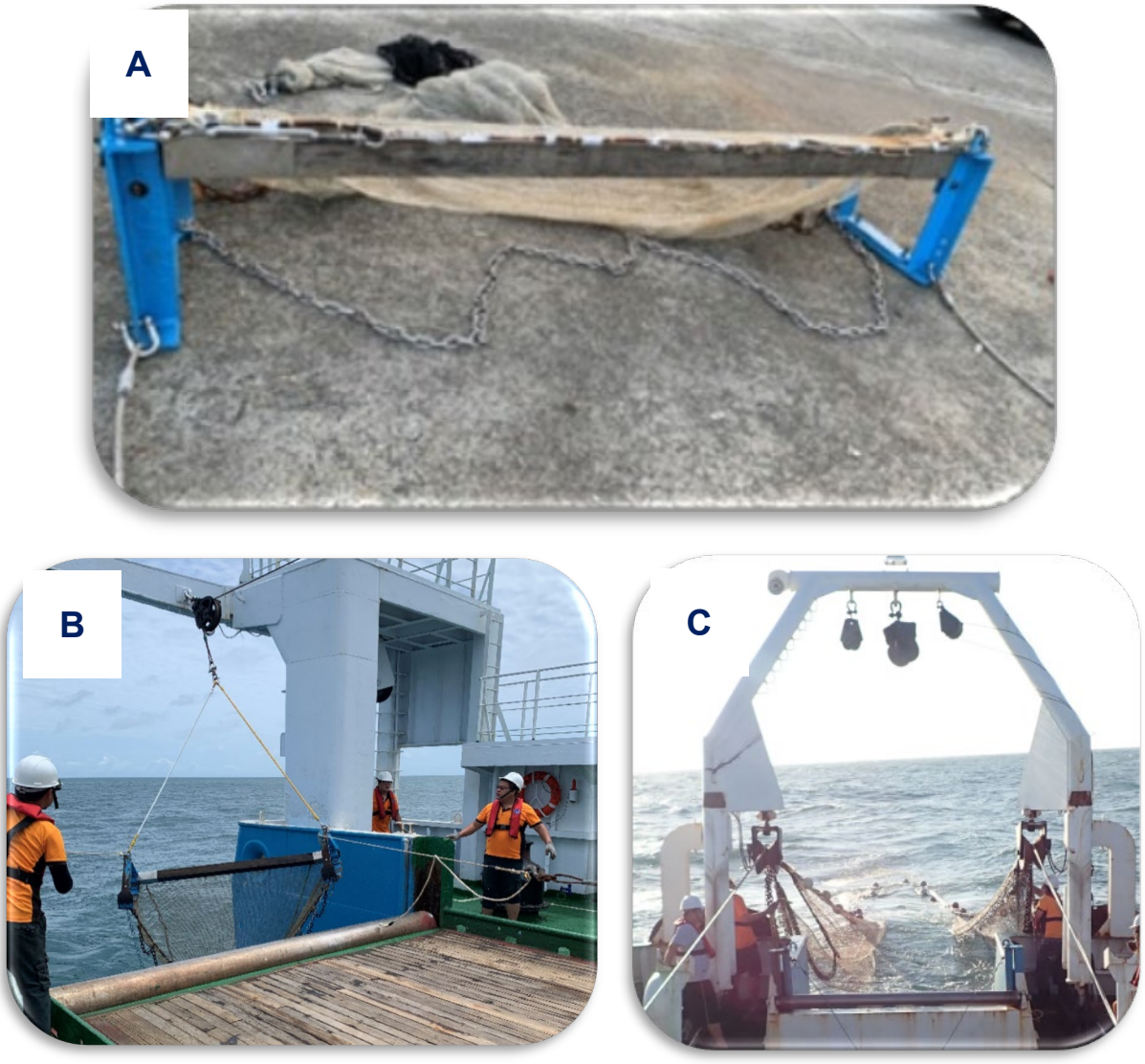

圖2-4、(A)小型法式橫桿拖網(網口寬約2.5公尺)；(B)法式橫桿拖網作業情形；(C)水試二號網板拖網作業情形。

第四節 水下攝影

使用水下拖曳式攝影儀器(圖2-5A)或將攝影機固定在法式橫桿拖網之橫桿上(圖2-5B)，用以取得測站海域生物和地形地物之影像資料。

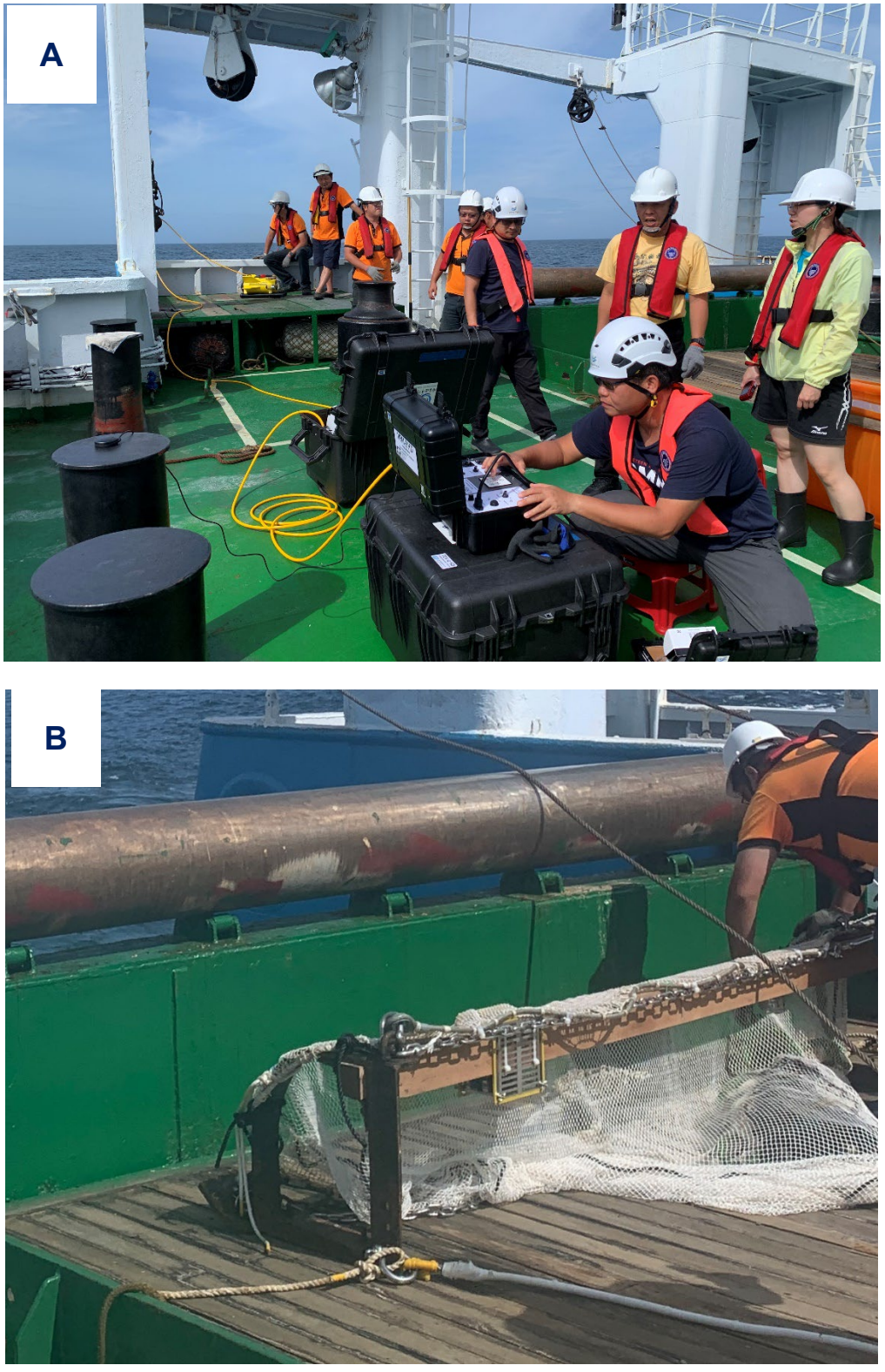

圖2-5、(A)拖曳式攝影機作業情形；(B)攝影機固定在法式橫桿拖網之橫桿上。

第五節 多變量統計方法

群聚資料分析方面，每個生物種類之豐度(或密度)由其單一網次所採獲之數量再除以掃海面積(掃海面積=網口寬×拖網距離)計算而得(Pacunski et al. 2016; Chen et al., 2022)。將每網次每種類的豐度資料使用平方根(square root)轉換，並計算布雷-柯蒂斯相似度(Bray-Curtis similarity)，再應用聚類分析(Cluster analysis)及SIMPROF檢定等方式瞭解各網次生物資料分群之結果(Anderson et al., 2008; Clarke & Gorley, 2015)，並和其他多變量分析結果做討論。聚類分析可以將類似的群聚資料點分為一個群組，而不同的群聚組成資料相似度差異大，因而可以將具有多重資訊的群聚資料加以區分歸類，並使用視覺化的樹狀結構圖來呈現各樣本間的類緣關係(Anderson et al., 2008)。另外，運用非約束型排序方法(unconstrained ordination approaches)之非介量多元尺度分析(non-metric multidimensional scaling, nMDS; Clarke & Gorley, 2015)，以2維空間排序結果呈現各網次生物群聚結構組成之差異，並使用約束型排序方法之主座標軸典型分析(Canonical analysis of principal coordinates, CAP; Anderson et al., 2008)，以2維圖形呈現各網次生物群聚結構資料於單一因子(例如：季節或抽砂活動)效應的空間排序結果。

第三章 結 果

第一節 水 文 水 質 及 環 境 特 徵

由多參數水質儀(YSI EXO-II)探針所測量之水文水質數據顯示(表3-1)，在相同的調查航次，不同測站間之水文水質特徵具有差異。TB02C測站在2021年8月及2022月7月的航次中，海溫皆比TB01為低，可能因海底地形淺化及海流等因素而受南海次表層水湧升的影響。2021年10月TB01及TB02C兩測站水體的溫鹽性質較相似(表3-1、圖3-1)。三個調查航次TB01和TB02C測站水體海溫混合良好，兩測站海域的表、底層水之溫度差異不太，水體沒有層化的現象；兩測點水體鹽度(表3-1)以2022年7月航次的鹽度較低，介於32.8至33.2 psu。

表3-1、本研究測站(TB01 & TB02C)水體之水文水質資料。

調查年份 日期 (試驗船)	測點（混合層深度） 經緯度 採樣時間	深度 (m)	水溫 (°C)	鹽度 (psu)	溶氧 (%)	溶氧 (mg L^{-1})	葉綠素螢光值 (mg m^{-3})	pH
2021 Aug. 12 (水試二號)	TB01 (> 20 m) (N23°06.773', E118°30.583') 14:59~15:02	5	28.9	33.7	103.8	6.64	0.99	8.16
		10	28.8	33.7	102.3	6.55	1.26	8.15
		15	28.7	33.7	101.9	6.54	1.42	8.14
		21	28.8	33.7	102.0	6.53	1.31	8.08
2021 Aug. 13 (水試二號)	TB02C (>26 m) (N22°48.031', E118°41.413') 13:40~13:42	5	24.8	34.3	91.3	6.23	0.36	8.02
		10	24.8	34.2	91.1	6.22	0.35	8.02
		15	24.8	34.3	90.5	6.18	0.34	8.01
		20	24.7	34.2	89.8	6.14	0.34	8.01
		26	24.8	34.2	89.9	6.14	0.36	8.02
2021 Oct. 20 (水試二號)	TB01 (> 21 m) (N23°06.773', E118°30.583') 09:00~09:03	5	27.1	34.3	101.2	6.64	0.23	8.14
		10	27.1	34.3	101.2	6.64	0.22	8.14
		15	27.1	34.3	100.6	6.60	0.23	8.14
		21	27.1	34.3	100.5	6.60	0.26	8.14
2021 Oct. 20 (水試二號)	TB02C (>33 m) (N22°47.738', E118°41.810') 13:02~13:06	5	27.1	34.4	105.0	6.89	0.47	8.26
		10	27.1	34.4	104.7	6.87	0.48	8.26
		15	27.1	34.4	104.0	6.83	0.44	8.26
		20	27.1	34.4	103.4	6.79	0.46	8.26
		25	27.1	34.3	103.2	6.77	0.46	8.27
		30	27.1	34.3	103.1	6.77	0.48	8.27
		33	27.1	34.3	104.0	6.82	0.47	8.28
2022 Jul. 15 (水試一號)	TB01 (> 13 m) (N23°06.731', E118°30.124') 08:18~08:21	5	29.6	32.8	101.7	6.46	0.08	8.10
		10	29.6	32.8	101.4	6.45	0.09	8.10
		13	29.6	32.8	101.8	6.47	0.07	8.09
2022 Jul. 17 (水試一號)	TB02C (>26 m) (N22°47.416', E118°41.726') 08:32~08:35	5	25.9	33.2	100.0	6.74	0.78	8.08
		10	25.8	33.2	99.3	6.70	0.91	8.07
		15	25.8	33.2	99.2	6.69	0.90	8.07
		20	25.8	33.2	98.5	6.65	0.93	8.07
		26	25.8	33.2	98.5	6.65	0.87	8.07

由圖3-1顯示，三個航次測站的水體溫鹽性質皆差異頗大，2021年8月及2022年7月，TB01及TB02C的溫鹽性質皆呈現為偏向南海表層水之水團，且TB02C測站可能因湧升現象影響而海溫較低。上述湧升現象的產生與當下海流流況有關。2021年10月TB01及TB02C兩測站的水團性質偏向黑潮分支水，且兩測站的溫鹽性質差異不太；而TB02C水體可能沒有受到湧升現象影響，海溫比另2個航次(2021年8月、2022年7月)所測之值為高。

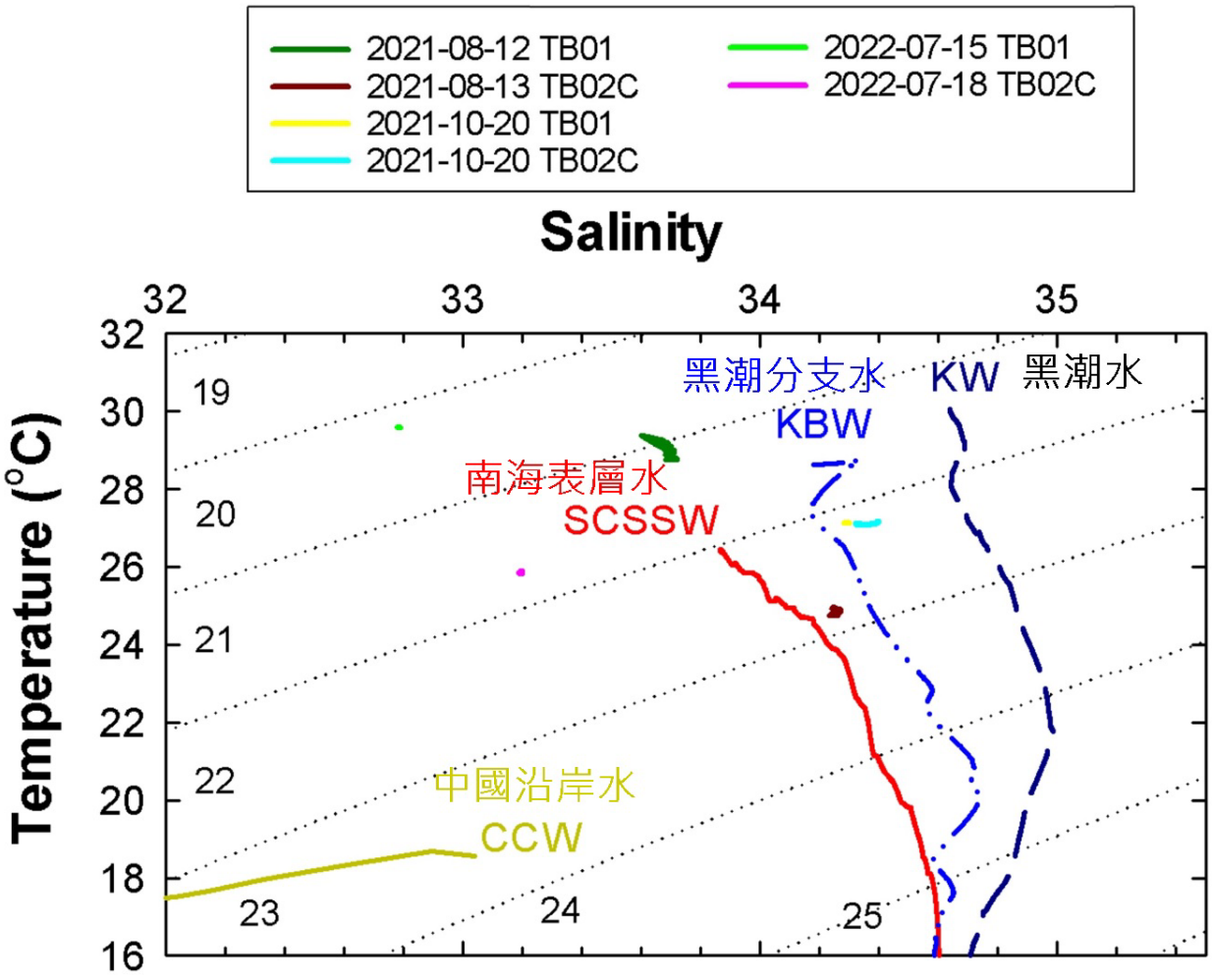

圖3-1、本研究測站(TB01 & TB02C)水體之溫鹽圖。黑色點狀曲線為等密度線，密度值(σ_T)標示於曲線旁。採樣日期標示為yyyy-mm-dd。SCSSW：典型南海表層水(郭慧敏，2004)；KW：典型黑潮水(郭慧敏，2004)；KBW：典型黑潮分支水； CCW:大陸沿岸水(冬季26°N, 120.25°E網格之溫鹽資料；資料來源：科技部海洋學門資料庫)。

由樣站的底質樣本資料(圖3-2、3-3)顯示，TB01為石英砂含量較多的海域，底質粒徑分布較TB02C均勻；而TB02C底質為貝殼碎屑及石塊含量較多的海域。

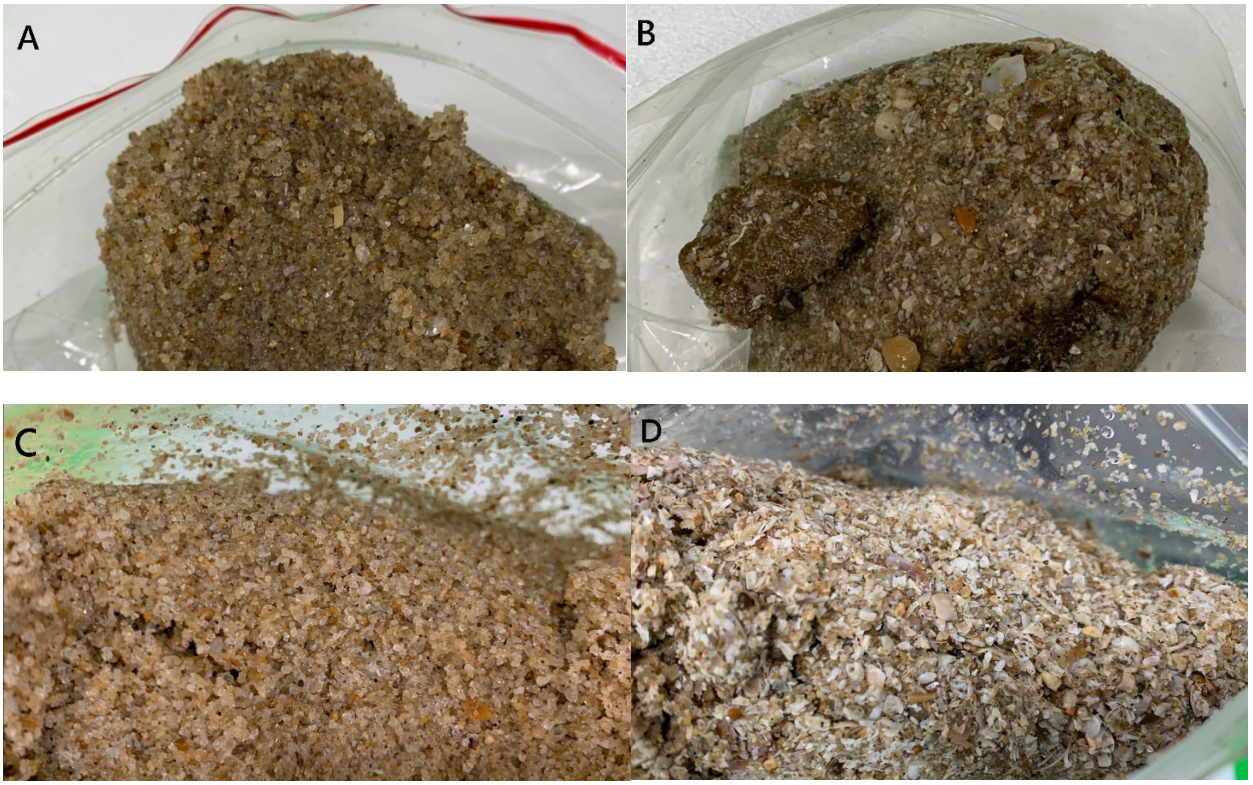

圖3-2、本研究測站底質樣本之影像(A：2021年10月TB01測站；B：2021年10月TB02C測站；C：2022年7月TB01測站；D：2022年7月TB02C測站)

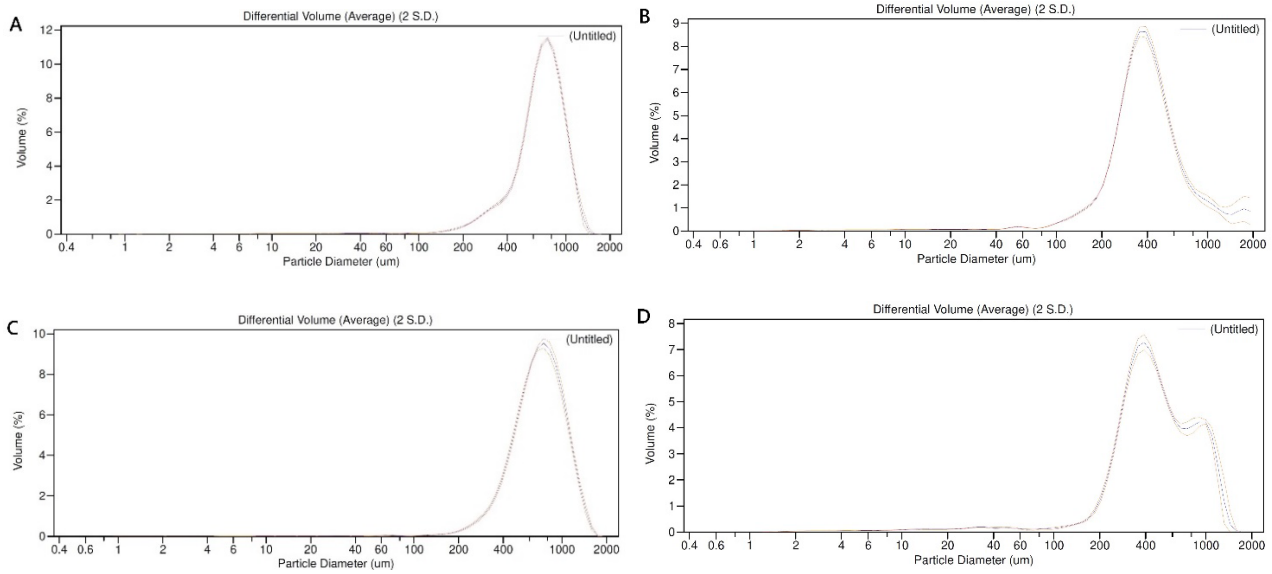

圖3-3、本研究測站底質之粒徑分布(A：2021年10月TB01測站；B：2021年10月TB02C測站；C：2022年7月TB01測站；D：2022年7月TB02C測站)。
註：僅量測粒徑小於2 mm之顆粒。

第二節 大型底棲生物群聚結構及多樣性

本研究2022年使用水試一號以法式橫桿拖網方式，於臺灣淺灘TB01及TB02C兩個測站海域調查作業，得法式橫桿拖網採樣有效網次5網次；另合併水試二號2021年8月及10月之網板拖網(5網次)及法式橫桿拖網(5網次)調查作業資料，共合計15個有效網次(表3-2)。本研究2021年及2022年臺灣淺灘調查合計記錄生物相4門7綱21目73科115屬137 taxa (n = 3665)，詳如附表1。豐度優勢類群主要為沙鯊科(相對豐度18.8%)、鮃科(18.8%)、合齒魚科(10.4%)、玉筋魚科(7.2%)、槍魷科(5.6%)、梭子蟹科(5.5%)及鯒科(4.4%)等(表3-3)。TB02C測站海域底質有較多零星礁盤、貝殼碎屑及石塊分布，採獲生物類群中有少量的岩礁棲性魚類(例如：伏氏眶棘鱸*Scolopsis vosmeri*、六斑二齒魨*Diodon holocanthus*和玳瑁石斑魚*Epinephelus quoyanus*)。此外，由聚類分析方法解析所獲生物群聚組成在採樣網具上具顯著差異(圖3-4)；以網板拖網採獲較多大型游動速度較快的魚類，法式橫桿拖網採獲較多棲息或固著在海床上的生物(圖3-5)。再者，網板拖網共採獲生物相4門5綱15目55科85屬99 taxa，與法式橫桿拖網採獲生物相3門7綱16目46科63屬71 taxa有所差異。由多變量分析方法之主坐標軸典型分析結果顯示，測站海域的底棲生物群聚結構具季節性變化(圖3-6；$t_r = 1.471, P < 0.01$)，並由套疊生物豐度之結果顯示，以10月(秋季)採獲大型底棲生物之多樣性較7、8月(夏季)為高。此外，由水下攝影方式所調查到生物(圖3-7)，也皆被拖網方法調查到(附表1)。

表3-2、本研究於水試一號及水試二號2021年及2022年臺灣淺灘調查航次拖網的有效網次數。

試驗船	水試二號				水試一號	
作業年份	2021 年		2021 年		2022 年	
日期	8 月 12-13 日		10 月 20 日		7 月 15-18 日	
測站海域	TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
作業網次	板拖：3 法拖：2	板拖：2 法拖：3	板拖：1 法拖：1	板拖：1 法拖：1	板拖：0 法拖：5	板拖：0 法拖：6
有效網次	板拖：2 法拖：2	板拖：1 法拖：1	板拖：1 法拖：1	板拖：1 法拖：1	板拖：0 法拖：2	板拖：0 法拖：3

代名詞
板拖：網板拖網 (Otter trawl)
法拖：法式橫桿拖網 (French type beam trawl)

表3-3、本研究各航次、測站及網具所獲生物相之豐度優勢種類排序。

月/年	08/21	08/21	08/21	08/21	10/21	10/21	10/21	10/21	07/22	07/22
測站	TB01	TB01	TB02C	TB02C	TB01	TB01	TB02C	TB02C	TB01	TB02C
網具	板拖	法拖	板拖	法拖	板拖	法拖	板拖	法拖	法拖	法拖
Taxa	20科28屬 28 taxa	27科37屬 39 taxa	15科20屬 20 taxa	9科10屬 10taxa	28科38屬 43 taxa	13科15屬 16 taxa	34科46屬 50 taxa	18科18屬 19 taxa	14科14屬 15 taxa	23科24屬 25 taxa
n	2網次 376個體	2網次 613個體	1網次 114個體	1網次 34個體	1網次 818個體	1網次 171個體	1網次 1281個體	1網次 80個體	2網次 81個體	3網次 97個體
豐	中國槍鮕	沙鰻科	擁劍梭子蟹	偉鱗短額鮜	沙鰻科	十足目(蝦)	鯃科	偉鱗短額鮜	偉鱗短額鮜	偉鱗短額鮜
	善泳蟳	準大頭狗母魚	圓鯵屬	高體大鱗鮜	鑽嘴魚科	十足目(蟹)	中國槍鮕	中國槍鮕	十足目(蟹)	十足目(蟹)
度	擁劍梭子蟹	箕作布氏筋魚	絲背冠鱗單棘鮇	準大頭狗母魚	燈籠魚科	偉鱗短額鮜	側帶小公魚屬	多鱗短額鮜	日本緋鯉	沙鰻科
優	沙鰻科	偉鱗短額鮜	善泳蟳	單孔舌鰨	紅鰭齒鯛	紅線黎明蟹	沙鰻科	漢氏梭子蟹	中國槍鮕	雙殼綱
	漢氏梭子蟹	美麗絲鰭鰭	鯃科	毛刺蟹屬	十足目(蝦)	沙鰻科	黑似天竺鯛	日本緋鯉	箕作布氏筋魚	日本緋鯉
勢	鯵科	鼠鰹科	花斑蛇鰻	寄居蟹	鯃科	漢氏梭子蟹	絲背冠鱗單棘鮇	高體大鱗鮜	腹足綱	腹足綱
種	準大頭狗母魚	漢氏梭子蟹	準大頭狗母魚	細鞭足蟹	尾槍鮕屬	黑似天竺鯛	箕作布氏筋魚	伏氏眶棘鱷	準大頭狗母魚	十足目(蝦)
	鯃科	黑似天竺鯛	六斑二齒鮇	箕作布氏筋魚	白帶魚	鮜科	伏氏眶棘鱷	準大頭狗母魚	十足目(蝦)	蟬蟹科
(類)	合計 5門8綱21目73科115屬137 taxa									

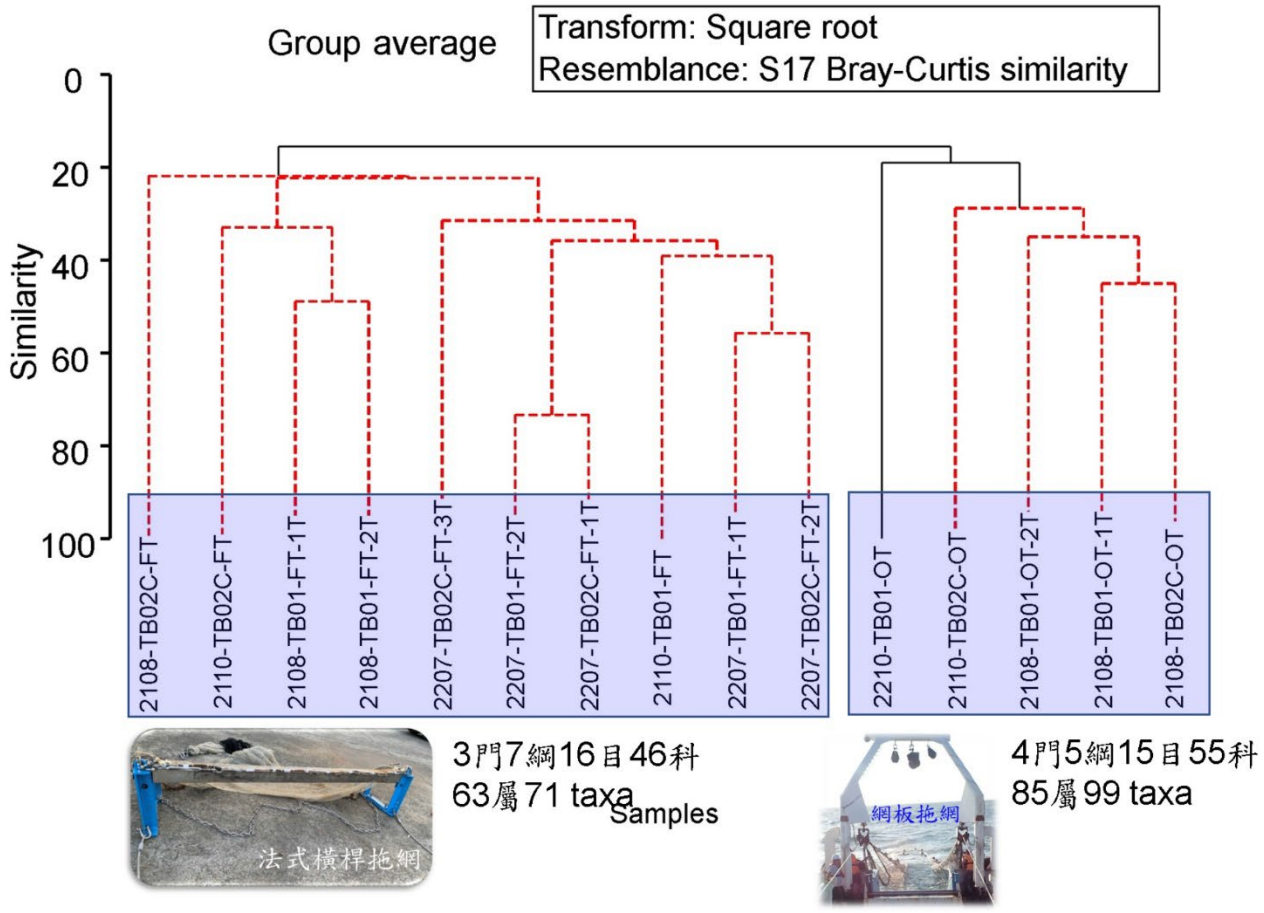

圖3-4、本研究各網次拖網之生物群聚資料聚類分析之結果(測站海域：TB01 & TB02C；FT：French type beam trawl；OT：Otter trawl)。

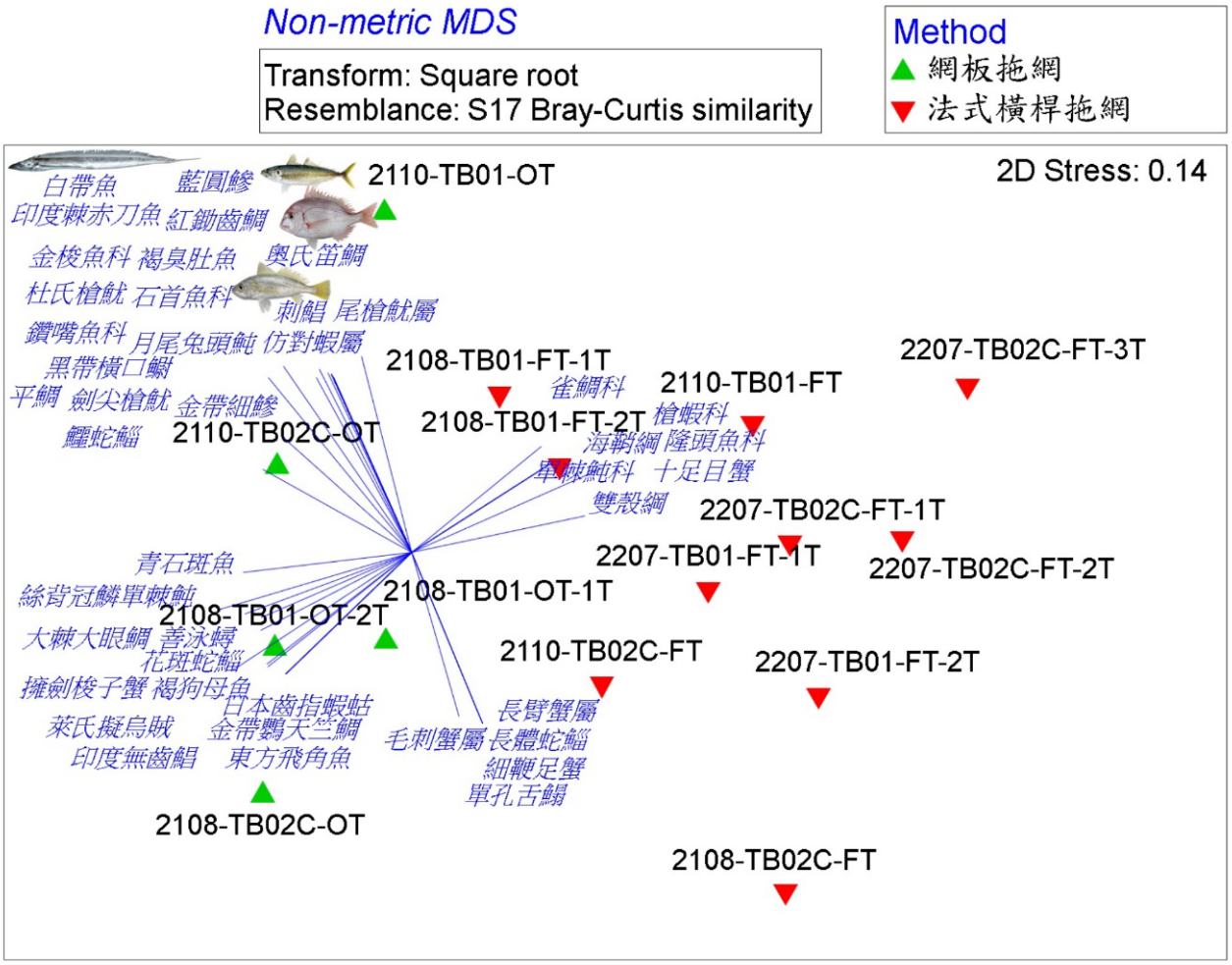

圖3-5、本研究各網次之生物群聚資料非介量多元尺度分析(nMDS)之結果 (Overlay vectors: Pearson correlation > 0.5)。

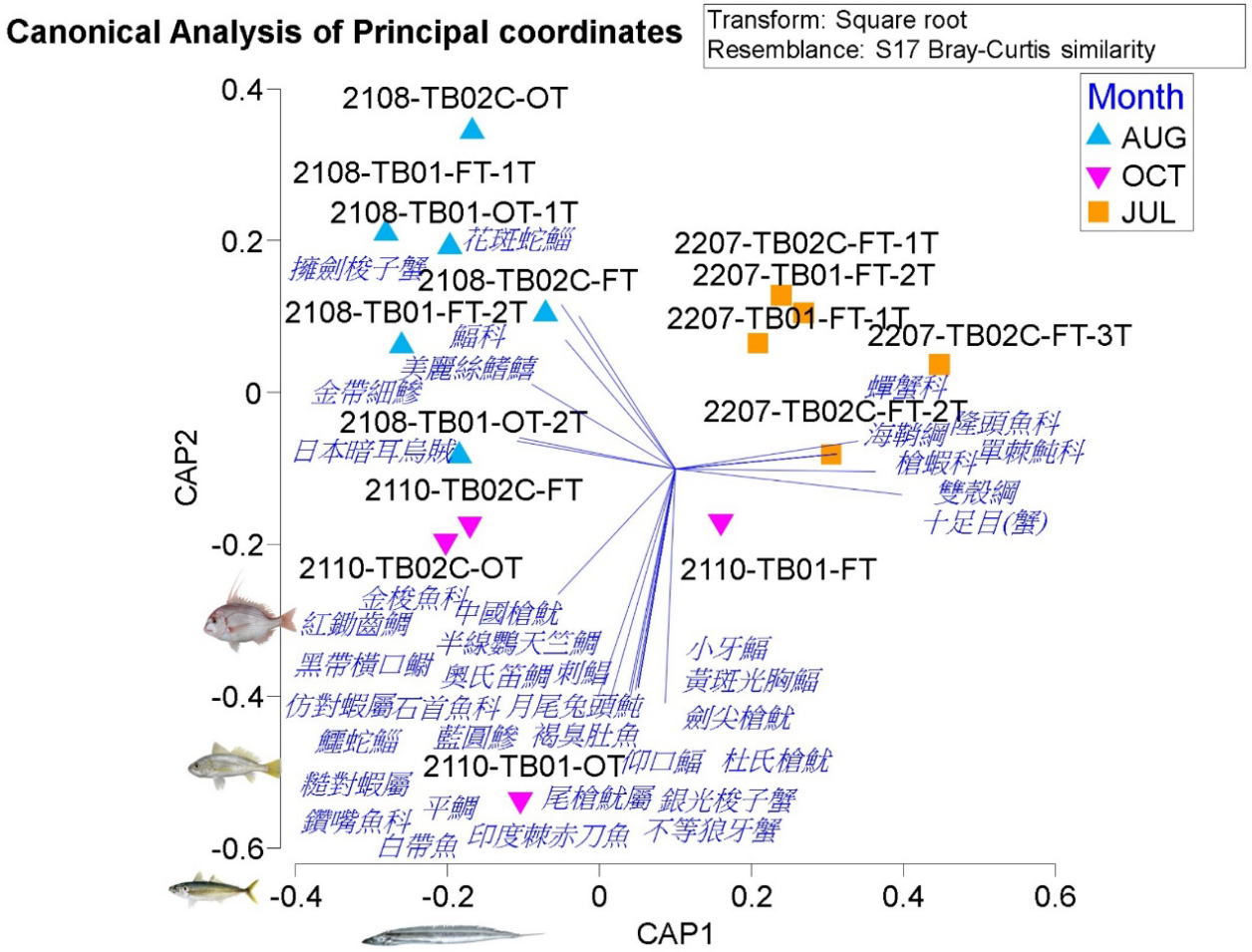

圖3-6、本研究各網次之生物群聚資料主坐標軸典型分析(CAP)之結果(Overlay vectors: Pearson correlation > 0.5)。

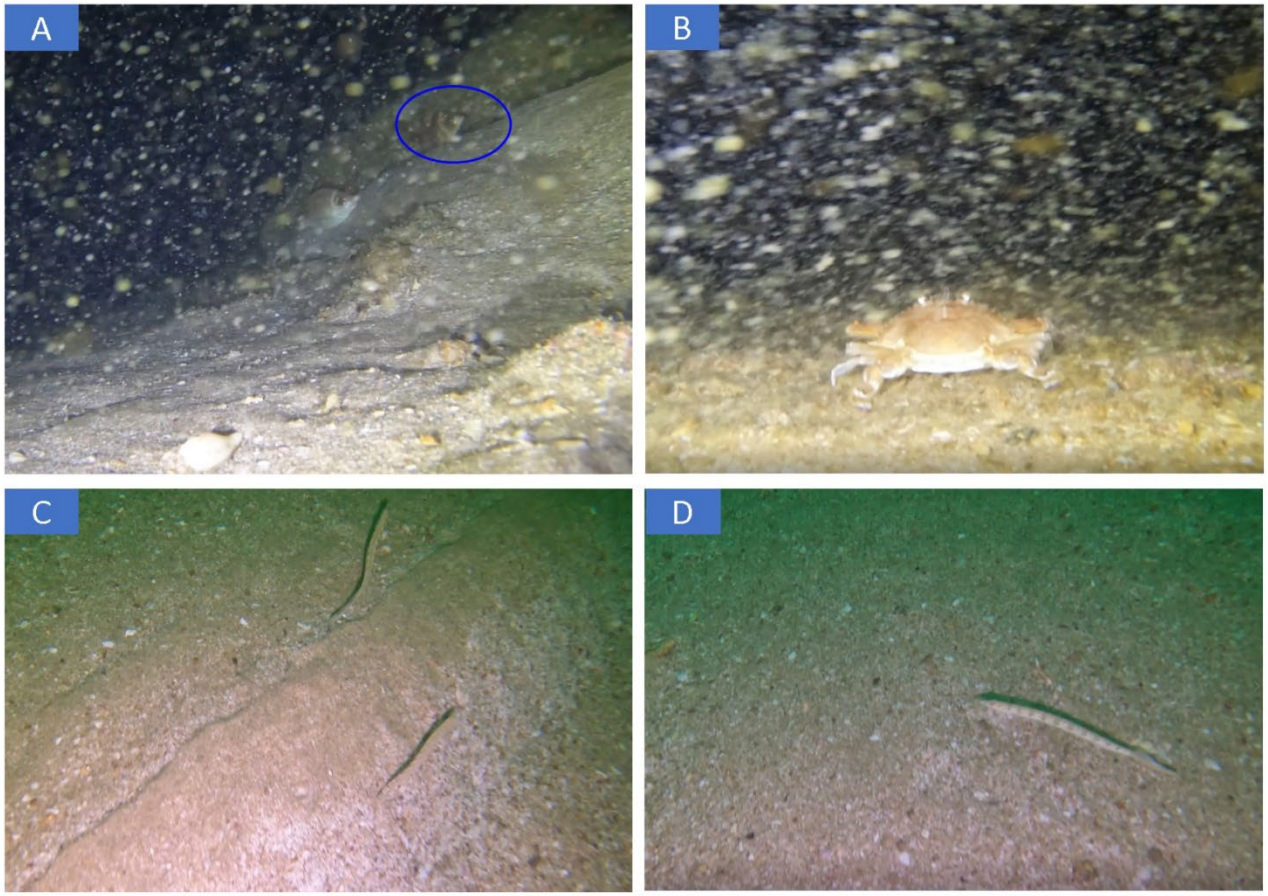

圖3-7、本研究利用水下攝影方式所取得之海洋大型底棲動物之影像(A：TB02C測站伏氏眶棘鱸*Scolopsis vosmeri*；B：TB02C測站漢氏梭子蟹*Monomia haanii*；C&D：利用固定在法式橫桿拖網上的攝影機所取得之絲鰭鰨*Trichonotus setiger*影像。

第四章 討 論

本研究使用拖網方式調查臺灣淺灘之大型底棲動物相，共記錄4門7綱21目73科115屬137分類單元，而豐度優勢類群主要為沙鯊科、鮃科、合齒魚科、玉筋魚科、槍魷科、梭子蟹科及鰕科等。拖網調查適用於砂泥底質之海床，除了可以大範圍地採集生物樣本進行較精確的鑑種分析外，並具有可量化豐度及生物量等優勢。然而本研究採獲之底棲魚、蝦及蟹類種類繁多，受限於人力及時間因素，多數樣本暫無法精確鑑定至「種」的階層，有部分樣本僅鑑定至「屬」或「科」或更高階的分類階層，後續在轉化本研究資料為期刊論文或科普出版品時將再更新這些樣本的分類資料。因本研究調查樣區為兩岸漁船傳統的作業熱區，漁業干擾之情形相當明顯；除了調查作業當下對測線選擇的干擾外，調查樣區歷經多艘漁船近日內漁撈作業，將影響本研究的底棲生物群聚調查結果(Labropoulou & Papaconstantinou, 2004；傅崐成 & 蔣圍，2016；Kędra et al., 2017)。本研究初步結果顯示抽砂熱區(TB01)及非熱區(TB02C)之底棲生物群聚結構及多樣性尚無顯著差異(故未於結果中呈現)，惟本研究之調查採樣網次數及季節代表性仍有不足，另由於漁業干擾及海流等因素影響，這一部分較難取得代表性資料，未能一併納入分析，後續研究建議規劃增加其他季節樣本之調查採集，以期先解析季節性生物群聚組成之差異，再據以比較及評估抽砂熱區及非抽砂熱區之生物群聚組成是否具有差異。

本研究為臺灣少數針對臺灣淺灘大型底棲動物相調查之海洋科研計畫。近年來，媒體常報導臺灣淺灘被陸船頻繁盜採海砂之情形；如表4-1所示，國外文獻綜整海域抽砂活動對海洋環境壓力的主要來源有：(1)採取海床底質，致底質改變；(2)採砂過程中致沉積物淤積及再懸浮；(3)沉積物的基質釋出；(4)水下噪音；(5)水下光線，等物理機制直接干擾棲地的生物(Sánchez-Moyano et al., 2004; Gutperlet et al., 2017; Kaikkonen et al., 2018; Filho et al., 2021)。而受干擾的生物可能死亡消失或移棲到其他的海域，進而使抽砂海域生態系的物種或功能群組成改變，再進而影響原生態系的服務功能(例如：漁業資源物種的變動及關注物種的消失等)。因臺灣淺灘陸船抽砂活動會擾動及破壞原有棲地的底質，造成水文及海洋生物棲地的改變，潛在對該海域生態環境造成衝擊及浩劫。國海院於2020年至2022年持續進行臺灣淺灘生物物種名錄建立及生態影像紀錄，為瞭解及守護臺灣淺灘海洋生態而努力，並持續規劃例行性臺灣淺灘的生態調查，用以建置較完整的臺灣淺灘抽砂熱區之基礎生物生態資料，及瞭解中國抽砂船的抽砂行為對臺灣淺灘可能造成之生態環境影響。

臺灣淺灘因幅員遼闊及本海域海況時常不佳等因素，且受限於人力及經費，更難以常態性辦理一年四季臺灣淺灘的海洋生態環境調查作業。本研究計畫為尋求解決方案及作為之一，並透過使用漁業試驗船進行臺灣淺灘海域生態調查，期持續蒐整及分析本海域大型底棲動物及水文水質環境資料，建置臺灣淺灘長期性的海域生態監測資訊，作為我國海洋生態保育及國土安全等政策擬

定之參據。

表4-1、彙整部分國外文獻對於海域抽砂活動對海洋生態環境影響之結果。

環境壓力	環境狀態改變	指標	受影響的生態系統服務
採取海床底質	底棲動物移除	大型底棲動物豐度和歧異度	生物多樣性、次級生產力、營養支持、存在價值
	棲地消失或劣化	適合的棲地豐度	棲地提供、存在價值
	附著在 nodules 的生物消失	巨型底棲動物	生物多樣性、存在價值、營養支持
	沉積物組成改變	魚類歧異度、動物相不完全恢復	生物多樣性、存在價值、營養支持
沉積物淤積及再懸浮	動物窒息	大型動物相的復育	生物多樣性、營養支持
	底棲植物窒息	底棲植物相的復育	生物多樣性、營養支持、工業及醫藥用生物材料、
	動物行為改變		生物多樣性、魚類捕撈量
	改變沉積物組成	沉積物粒徑和生物化學組成	棲地提供、營養鹽循環
	動物相不完全回復	大型動物相、沉積物	營養鹽循環
	改變海床地形	沉積物的組成	營養鹽循環
	魚類育幼場消失	沉積物組成、魚類豐度	生物多樣性、魚類捕撈量
沉積物的基質釋出	對動物相的亞致死效應	動物相的攝食和生殖、抽砂後污染物濃度及生物利用度增加	生物多樣性、魚類捕撈量
	沉積物內的營養鹽釋出	葉綠素 *a*、聚球藻屬細胞數、無機營養鹽濃度	化學合成、光合作用、美感價值
	濁度增加	水的清澈度	光合作用、美感價值
水下噪音	干擾動物	動物的攝食和休息	存在價值、魚類捕撈量
水下光線	干擾動物	動物的攝食和休息	存在價值、魚類捕撈量

參考資料：Sánchez-Moyano et al., 2004; Gutperlet et al., 2017; Kaikkonen et al., 2018; Filho et al., 2021.

第五章 結 論 與 建 議

本研究僅以3個拖網調查航次資料，合計記錄臺灣淺灘大型底棲動物相達4門7綱21目73科115屬137分類單元，顯示本海域具多樣化的海洋底棲生物資源。本研究結果建議臺灣淺灘大型底棲動物群聚組成具明顯季節變化，且不同調查網具所獲生物樣本也呈現差異。因生物群聚組成之解析結果會受網具及季節性影響，且本研究樣區為兩岸漁船傳統的作業熱區，漁業干擾之情形相當普遍；本研究結果未排除漁業干擾、季節性及當下海流環境等影響因子，因此尚不足以針對臺灣淺灘抽砂熱區(TB01)及非熱區(TB02C)之底棲生物群聚結構及多樣性進行系統性比較，建議後續規劃增加其他季節樣本之採集，以期先解析及瞭解臺灣淺灘抽砂熱區及非熱區之季節性生物群聚組成，並蒐集相關的漁業資料，再據以比較及評估抽砂熱區及非抽砂熱區之生物群聚組成是否具有差異。

本研究計畫為國海院自行研究計畫，後續仍規劃將持續蒐整臺灣淺灘及臺灣周邊海域各大類群的大型底棲生物相資料，並研擬規劃製作科普化之出版品(例如：圖5-1、5-2)，以推廣本院之海洋科研成果。

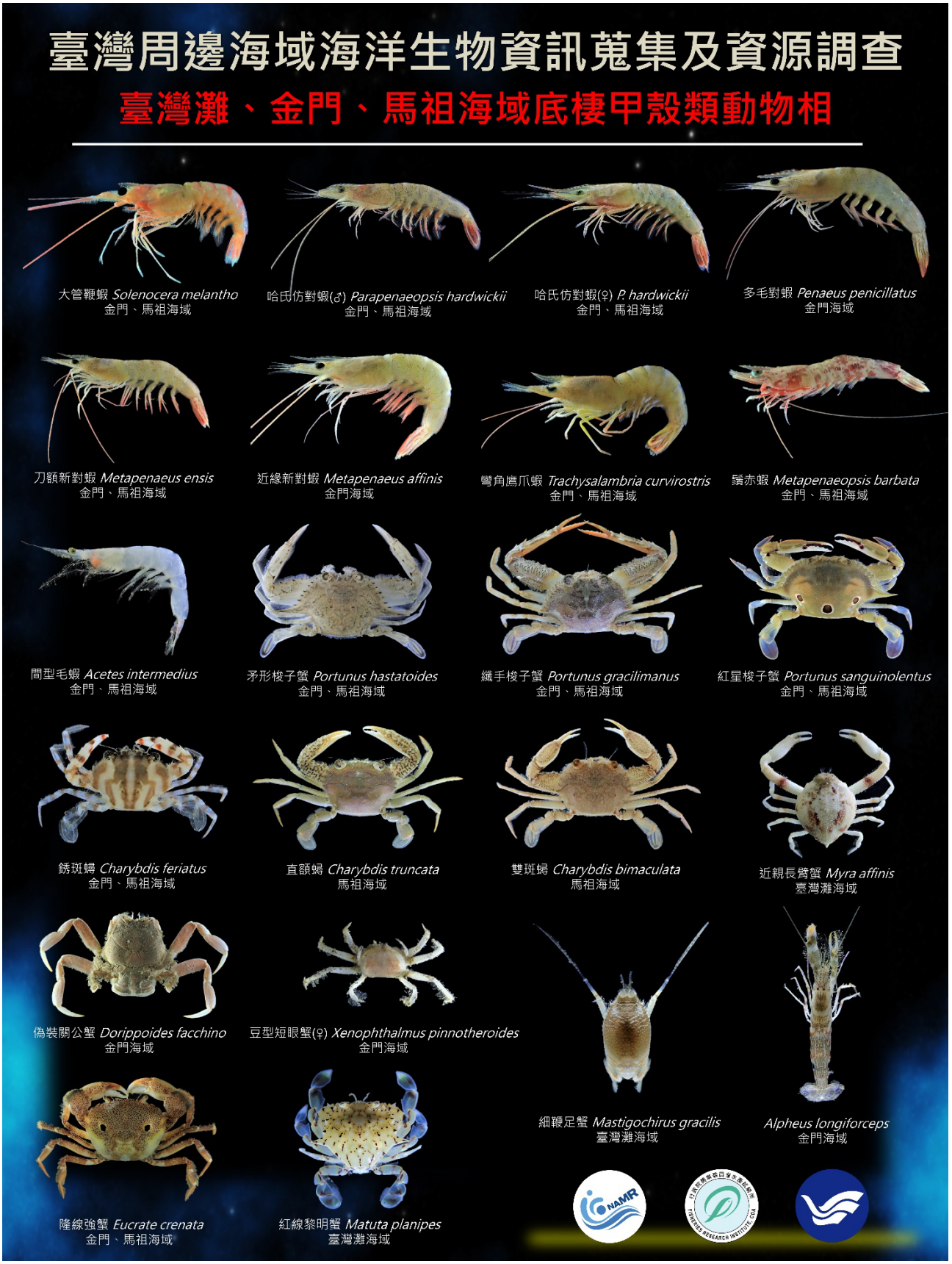

圖5-1、本研究後續成果科普推廣及應用示意圖—底棲甲殼類生物相。

圖5-2、本研究後續成果科普推廣及應用示意圖—底棲魚類相。

致謝

本研究得以順利完成首先感謝國家海洋研究院之經費支持(計畫編號：NAMR-S-111013)。我們特別感謝行政院農業委員會水產試驗所水試一號及水試二號漁業試驗船船長及船員們於海上調查作業之協助採樣，以及院內同仁及國立中山大學和國立臺灣海洋大學助理及研究生的協助採樣及分析樣本。

參考文獻

Anderson, M. J., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. 2008. *PERMANOVA+ for Primer: Guide to software and statistical methods*. Auckland, New Zealand: PRIMER-e (Quest Research Limited).

Atalah, J., Fitch, J., Coughlan, J., Chopelet, J., Coscia, I., & Farrell, E. (2013). Diversity of demersal and megafaunal assemblages in habiting sandbanks of the Irish Sea. *Marine Biodiversity*, 43(2), 121–132.

Chang, H.-C., & Hsu, C.-C. (2004). Statistical comparisons of some external morphometrical aspects of the swimming crab *Protunnus sanguinolentus* (Herbst) populations inhabiting the Keelung Shelf and Taiwan Bank. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 15*(2), 179–197.

Chen, K.-S., Chen, H.-S., Chen, C.-Y., Su, Y.-L., Meng, P.-J., & Chen, M.-H. (2022). Multivariate analysis of the spatial species diversity of demersal fish assemblages in relation to habitat characteristics in a subtropical national park, Taiwan. *Marine Biodiversity*, 52:4.

Chen, L.-C., Weng, J.-S., Naimullah, M., Hsiao, P.-Y., Tseng, C.-T., Lan, K.-W., & Chuang, C.-C. (2021). Distribution and catch rate characteristics of narrow-barred spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) in relation to oceanographic factors in the waters around Taiwan. *Frontiers in Marine Science*, 8:770722.

Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. Plymouth, UK: PRIMER-E.

de Boyer Montégut, C., Madec, G. Fischer, A. S., Lazar, A., & Iudicone, D. (2004). Mixed layer depth over the global ocean: An examination of profile data and a profile-based climatology. *Journal of Geophysical Research*, 109, C12003.

de Juan, S., Hinz, H., Sartor, P., Vitale, S., Bentes, L., …, Demestre, M. (2020). Vulnerability of demersal fish assembalges to trawling activities: a traits-based index. *Frontiers in Marine Science*, 7:44.

Filho, W. L., Hunt, J., Lingos, A., Platje, J., Vieira, L. W., Will, M., & Gavriletea, M. D. (2021). The unsustainable use of sand: reporting on a global problem. *Sustainability*, 13, 3356.

Gutperlet, R., Capperucci, R. M., Bartholomä, A., & Kröncke, I. (2017). Relationships between spatial patterns of macrofauna communities, sediments and hydroacoustic backscatter data in a highly heterogeneous and anthropogenic altered environment. *Journal of Sea Research*, 121, 33–46.

Hu, J., Kawamura, H., Hong, H., & Pan, W. (2003). A review of research on the upwelling in the Taiwan Strait. *Bulletin of Marine Science, 73*(3), 605–628.

Kaikkonen, L., Venesjärvi, R., Nygård, H., & Kuikka, S. (2018). Assessing the impacts of seabed mineral extraction in the deep sea and coastal marine environments: Current methods and recommendations for environmental risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 1183–1197.

Kędra, M., Renaud, P. E., & Andrade, H. (2017). Epibenthic diversity and productivity on a heavily trawled Barents Sea bank (Tromsøflaket). *Oceanologia, 59*(2), 93–101.

Kędra, M., Renaud, P. E., Andrade, H., Goszczko, I., & Ambrose Jr., W. G. (2013). Benthic community structure, diversity, and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank). *Marine Biology, 160*, 805–819.

Labropoulou, M., & Papaconstantinou, C. (2004). Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Scientia Marina, 68*(Suppl. 1), 215–226.

Lan, K.-W., Kawamura, H., Lee, M.-A., Chang, Y., Chan, J.-W., & Liao, C.-H. (2009). Summertime sea surface temperature fronts associated with upwelling around the Taiwan Bank *Continental Shelf Research, 29*(7), 903–910.

Pan, X., Wong, G. T. F., Tai, J.-H., & Ho, T.-Y. (2015). Climatology of physical hydrographic and biological characteristics of the Northern South China Sea Shelf-sea (NoSoCS) and adjacent waters: Observations from satellite remote sensing. *Deep-Sea Research II, 117*, 10–22.

Pacunski R., Lowry, D., Hillier, L., & Blaine, J. (2016). A comparison of groundfish species composition, abundance, and density estimates derived from a scientific bottom trawl and a small remotely operated vehicle for trawlable habitats. Report of Washington Department of Fish and Wildlife Fish Program Science Division , State of Washington.

Sánchez-Moyano, J. E., Estacio, F. J., García-Adiego, E. M., & García-Gómez, J. C. (2004). Dredging impact on the benthic community of an unaltered inlet in southern Spain. *Helgoland Marine Research*, 58, 32–39.

Shang, S. L., Zhang, C. Y., Hong, H. S., Shang, S. P., & Chai, F. (2004). Short-term variability of chlorophyll associated with upwelling events in the Taiwan Strait during the southwest monsoon of 1998. *Deep-Sea Research II, 51*(10–11), 1113–1127.

Zhang, H.-g., Lou, X.-l., Shi, A.-q., He, X.-k., Guan, W.-b., & Li, D.-l. (2014). Observation of sand waves in the Taiwan Banks using HJ-1A/1B sun glitter imagery. *Journal of Applied Remote Sensing, 8*(1), 083570.

Zhou, J., Wu, Z., Jin, X., Zhao, D., Cao, Z., & Guan, W. (2018). Observations and analysis of giant sand wave fields on the Taiwan Banks, northern South China Sea. *Marine Geology, 406*, 132–141.

王新星、于杰、李永振、陳國寶、黃妙芬（2015）。南海主要上升流及其與漁場的關係。*研究綜述*，39(9)，131–137。

丘書院、洪港船、楊云、盧振彬、載泉水、顏尤明（1991）。閩南閩—台灣淺灘漁場是上升流漁場。In 洪華生、丘書院、阮五崎、洪港船 (Eds.)： *閩南—台灣淺灘漁場上升流區生態系研究* (pp. 609–617)。北京：科學出版社。

石謙、張君元、蔡愛智（2009）。台灣淺灘—巨大的砂資源庫。*自然資源學報*，24(3)：507–513。

吳啟泉、江錦祥、徐惠州、蔡爾西、林雙淡、鄭鳳武、…、黃心光（1994）。台灣海峽西部及台灣淺灘附近底棲生物群落結構研究。*海洋學報*，16(2)，101–109。

宋普慶、張靜、林龍山、許章程、朱小明（2012）。台灣海峽游泳動物種類組成及其多樣性。*生物多樣性*，20(1)，32–40。

李立、李達（1989）。台灣淺灘西側水道夏季的水文特徵與上升流。*台灣海峽*，8(4)，353–359。

肖方森（2005）。閩南、台灣淺灘漁場拖網伏季休漁效果分析。*現代漁業信息*，20(1)，23–25。

肖方森（2007）。閩南、台灣淺灘漁場單拖作業漁獲物組成分析。*福建水產*，3，30–33。

肖方森、曾建忠（1997）。關於閩南、台淺漁場單拖作業主要網型及其特點的探討。*現代漁業信息*，12(3)，17–24。

林祥裕（2007）。汕頭—臺灣淺灘漁場漁業生態環境及漁業資源現狀。*汕頭科技*，2，29–32。

林幸助、邵廣昭、黃守忠、陳彤昀、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。

邵廣昭（2022）。臺灣魚類資料庫，網路電子版(http://fishdb.sinica.edu.tw)。

洪華生、丘書院、阮五崎、洪港船（1991a）。閩南—台灣淺灘漁場上升流區生態系研究概述。In 洪華生、丘書院、阮五崎、洪港船 (Eds.)：*閩南—台灣淺灘漁場上升流區生態系研究* (pp. 1–17)。科學出版社，北京市。

洪華生、丘書院、阮五崎、洪港船 (Eds.)（1991b）。*閩南—台灣淺灘漁場上升流區生態系研究*。科學出版社，北京市。

張壯麗（1996）。閩南、台灣淺灘漁場單拖漁業現狀及管理對策。*海洋漁業*，3，117–120。

張壯麗（1997）。閩南、臺灣淺灘漁場擁劍梭子蟹漁業及其生物學特點。*海洋漁業*，1，17–21。

張其永、林秋眠、林尤通、張月平（1981）。閩南—台灣淺灘漁場魚類食物網研究。*海洋學報*，3(2)，275–290。

張其永、張雅芝（1982）。閩南-臺灣淺灘底拖網魚類組成季節變化的初步探討。*廈門大學學報(自然科學版)*，21(1)，68–83。

張其永、張雅芝（1983）。閩南—台灣淺灘二長棘鯛食性研究。*海洋學報*，5(3)，349–362。

張其永、張雅芝、劉家富（1986）。台灣海峽北部及其附近海區魚類區系研究。*海洋與湖沼*，17(2)，144–151。

張其永、楊甘霖（1986）。閩南—台灣淺灘漁場狗母魚類食性的研究。*水產學報*，10(2)，213–222。

張釩、楊堯（1994）。閩南-台灣淺灘漁場 N/P 比值的空間分布。*熱帶海洋*，13(4)，41–47。

張慶華、陳水明、喬方利、董昌明（1999）。台灣淺灘阻塞作用的初步研究。*海洋學報*，21(4)，121–124。

許金電、蔡尚湛、宣莉莉、邱雲、周喜武、朱大勇（2014）。粵東至閩南沿岸海域夏季上升流的調查研究。*熱帶海洋學報*，33(2)，1–9。

連珍水（1996）。閩南、台淺漁場單拖漁獲物種類組成的研究。*福建水產*， 4，38–41。

陳方平（2006）。淺談閩南—台灣淺灘漁場漁業資源可持續利用。*福建水產*，2，2–15。

陳孟仙、孟培傑、洪慶章、翁韶蓮、陳志遠、陳義雄、…、陳煦森（2019）。*台江國家公園海域生態系生物資源調查與多樣性保育研究(4/4)*。台江國家公園管理處，臺南市。

陳金泉、傅子琅、李法西（1982）。關於閩南-台灣淺灘漁場上升流的研究。*台灣海峽*，1(2)，5–13。

陳奮捷（2016）。閩南-台灣淺灘漁場中國槍烏賊的可持續利用。*漁業信息與戰略*，31(4)，270–277。

郭慧敏（2004）。*台灣海峽水團時空變化之研究*（未出版之碩士論文）國立中山大學海洋物理研究所，高雄市。

傅崐成、蔣圍（2016）。臺灣淺灘的管理和保護問題。In 陳純一、許耀明、陳貞如 (Eds.)：*兩岸關係與國際法發展（國立政治大學法學叢書 95）*。元照出版公司，臺北市。

黃培民（1998）。閩南、台灣淺灘漁場主要經濟蟹類的生物學特性。*福建水產*，4，48–51。

楊乾亞（1997）。汕頭—台淺漁場海洋捕撈生產的現狀、存在問題和建議。*水產科技*，2，4–7。

楊渡遠（1993）。汕頭（閩南）—台灣淺灘漁場資源狀況及管理的建議。*海洋漁業*，5，211–213。

葉孫忠（1998）。閩南、台灣淺灘漁場紅星梭子蟹的漁業生物學。*海洋漁業*，2，60–63。

葉孫忠（2004a）。閩南、台灣淺灘漁場二長棘鯛群體數量的時空分布。*福建水產*，4，36–39。

葉孫忠（2004b）。閩南、台灣淺灘漁場蟹類種類組成及分布特徵。*海洋漁業*，26(4)，249–254。

葉孫忠、張壯麗、葉泉土、張澄茂（2007）。閩南、台灣淺灘漁場單拖漁業監測調查。*福建水產*，3，35–38。

詹森 (Ed.)（2018）。*臺灣區域海洋學 (二版)*。國立臺灣大學出版中心，臺北市。

蔡立哲、李復雪（1995）。閩南-台灣淺灘漁場多毛類的分布。*台灣海峽*，14(2)，144–149。

盧偉華、葉普仁（2001）。廣東底拖網漁獲資源狀況。*中國水產*，1，64–66。

戴昌鳳 (Ed.)（2014）。*臺灣區域海洋學*。臺大出版中心，臺北市。

附表 1、本研究於臺灣淺灘 2 個測站海域使用法式橫桿拖網及網板拖網所採獲之生物相(137 taxa)列表(+表示有採獲)。

門	綱	目	科	學名	中文名	調查年月及測站					
						08/2021		10/2021		07/2022	
						TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
刺胞動物門	水螅蟲綱	管水母目			管水母 sp.			+			
節肢動物門	軟甲綱	十足目			寄居蟹 sp.		+				+
節肢動物門	軟甲綱	十足目			蝦 sp.			+		+	+
節肢動物門	軟甲綱	十足目	槍蝦科		槍蝦科 sp.						+
節肢動物門	軟甲綱	十足目	鞭腕蝦科	*Lysmata boggessi*	紅線鞭腕蝦	+					
節肢動物門	軟甲綱	十足目	對蝦科	*Trachypenaeus* sp.	糙對蝦屬 sp.			+			
節肢動物門	軟甲綱	十足目	對蝦科	*Trachysalambria curvirostris*	彎角鷹爪蝦				+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	對蝦科	*Metapenaeopsis* sp.	赤對蝦屬 sp.				+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	對蝦科	*Parapenaeopsis* sp.	仿對蝦屬 sp.			+	+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目			蟹 sp.			+		+	+
節肢動物門	軟甲綱	十足目	饅頭蟹科	*Calappa philargius*	逍遙饅頭蟹	+					
節肢動物門	軟甲綱	十足目	臥蜘蛛蟹科	*Phalangipus* sp.	長踦蟹屬 sp.				+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	蟬蟹科		蟬蟹科 sp.					+	+
節肢動物門	軟甲綱	十足目	蟬蟹科	*Mastigochirus gracilis*	細鞭足蟹		+				
節肢動物門	軟甲綱	十足目	玉蟹科	*Myra* sp.	長臂蟹屬 sp.		+				
節肢動物門	軟甲綱	十足目	蜘蛛蟹科	*Schizophrys dama*	鹿角裂額蟹				+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	黎明蟹科	*Matuta planipes*	紅線黎明蟹	+		+	+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	菱蟹科	*Cryptopodia fornicata*	圓拱隱足蟹				+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	毛刺蟹科	*Pilumnus* sp.	毛刺蟹屬 sp.		+		+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Monomia argentata*	銀光梭子蟹			+			
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Monomia haanii*	漢氏梭子蟹	+		+	+		
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Charybdis natator*	善泳蟳	+	+				
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Lupocyclus inaequalis*	不等狼牙蟹			+			
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Portunus haanii*	擁劍梭子蟹	+	+				
節肢動物門	軟甲綱	十足目	梭子蟹科	*Portunus sanguinolentus*	紅星梭子蟹	+					
節肢動物門	軟甲綱	口足目	齒趾蝦蛄科	*Odontodactylus japonicus*	日本齒指蝦蛄		+				
軟體動物門	腹足綱				螺 sp.					+	+
軟體動物門	雙殼綱				二枚貝 sp.					+	+

附表 1(續 1)、本研究於臺灣淺灘 2 個測站海域使用法式橫桿拖網及網板拖網所採獲之生物相(137 taxa)列表(+表示有採獲)。

門	綱	目	科	學名	中文名	調查年月及測站					
						08/2021		10/2021		07/2022	
						TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
軟體動物門	頭足綱	章魚目	章魚科	*Hapalochlaena fasciata*	藍紋章魚						+
軟體動物門	頭足綱	烏賊目	烏賊科	*Sepia lycidas*	唇瓣烏賊	+					
軟體動物門	頭足綱	烏賊目	烏賊科	*Sepia aculeata*	針烏賊						+
軟體動物門	頭足綱	耳烏賊目	耳烏賊科	*Euprymna morsei*	莫氏四盤耳烏賊				+		
軟體動物門	頭足綱	耳烏賊目	耳烏賊科	*Inioteuthis japonica*	日本暗耳烏賊	+			+		
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Loliolus uyii*	尤氏槍魷				+		
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Sepioteuthis lessoniana*	萊氏擬烏賊	+	+				
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Uroteuthis chinensis*	中國槍魷	+	+	+	+	+	
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Uroteuthis chinensis*	劍尖槍魷			+			
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Uroteuthis duvaucelii*	杜氏槍魷				+		
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Uroteuthis chinensis*	杜氏槍魷			+			
軟體動物門	頭足綱	魷目	槍魷科	*Uroteuthis* sp.	尾槍魷屬 sp.			+			
脊索動物門	海鞘綱				海鞘 sp.						+
脊索動物門	軟骨魚綱	鱝目	魟科	*Hemitrygon bennettii*	黃魟	+					
脊索動物門	軟骨魚綱	鱝目	魟科	*Hemitrygon laevigata*	光魟	+					
脊索動物門	軟骨魚綱	鱝目	魟科	*Neotrygon kuhlii*	古氏新魟				+		
脊索動物門	軟骨魚綱	鱝目	黃點鯆科	*Platyrhina tangi*	湯氏黃點鯆			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鰻形目	鴨嘴鰻科		鴨嘴鰻科 sp.	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鯡形目	鯷科	*Stolephorus* sp.	側帶小公魚屬 sp.				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鯰形目	鰻鯰科	*Plotosus lineatus*	線紋鰻鯰	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Saurida elongata*	長體蛇鯒		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Saurida* sp.	蛇鯒屬 sp.			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Saurida undosquamis*	花斑蛇鯒	+	+				
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Saurida wanieso*	鱷蛇鯒			+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科		合齒魚科 sp.	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Synodus fuscus*	褐狗母魚		+		+		
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Synodus variegatus*	花斑狗母魚				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	仙女魚目	合齒魚科	*Trachinocephalus myops*	準大頭狗母魚	+	+	+	+	+	+

附表 1(續 2)、本研究於臺灣淺灘 2 個測站海域使用法式橫桿拖網及網板拖網所採獲之生物相(137 taxa)列表(+表示有採獲)。

門	綱	目	科	學名	中文名	調查年月及測站					
						08/2021		10/2021		07/2022	
						TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
脊索動物門	條鰭魚綱	燈籠魚目	燈籠魚科		燈籠魚科 sp.			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	燈籠魚目	燈籠魚科	*Benthosema pterotum*	七星底燈魚			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鮫鰯目	躚魚科	*Antennatus commerson*	康氏躚魚				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鮋形目	飛角魚科	*Dactyloptena orientalis*	東方飛角魚		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鮋形目	鮋科	*Scorpaenopsis neglecta*	魔擬鮋				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鮋形目	牛尾魚科	*Platycephalus indicus*	印度牛尾魚					+	
脊索動物門	條鰭魚綱	鮋形目	牛尾魚科	*Sorsogona tuberculata*	突粒眶棘牛尾魚	+	+		+	+	+
脊索動物門	條鰭魚綱	鮋形目	牛尾魚科	*Thysanophrys chiltonae*	窄眶多棘牛尾魚	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鮨科	*Epinephelus awoara*	青石斑魚	+			+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鮨科	*Epinephelus quoyanus*	玳瑁石斑魚				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	大眼鯛科	*Priacanthus macracanthus*	大棘大眼鯛	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科	*Apogonichthyoides niger*	黑似天竺鯛	+		+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科		天竺鯛科 sp.	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科	*Jaydia striata*	條紋銀口天竺鯛	+		+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科	*Ostorhinchus cyanosoma*	金帶鸚天竺鯛		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科	*Ostorhinchus kiensis*	中線鸚天竺鯛	+		+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	天竺鯛科	*Ostorhinchus semilineatus*	半線鸚天竺鯛			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	沙鯊科		沙鯊科 sp.	+	+	+	+	+	+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	海鱷科	*Rachycentron canadum*	海鱷				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科	*Alectis ciliaris*	絲鯵				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科		鯵科 sp.	+	+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科	*Decapterus* sp.	圓鯵屬 sp.		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科	*Decapterus maruadsi*	藍圓鯵			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科	*Selaroides leptolepis*	金帶細鯵	+		+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵科	*Trachurus japonicus*	日本竹筴魚				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰏科		鰏科 sp.	+	+	+	+		

附表 1(續 3)、本研究於臺灣淺灘 2 個測站海域使用法式橫桿拖網及網板拖網所採獲之生物相(137 taxa)列表(+表示有採獲)。

門	綱	目	科	學名	中文名	調查年月及測站					
						08/2021		10/2021		07/2022	
						TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰚科	*Gazza minuta*	小牙鰚			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰚科	*Leiognathus berbis*	細紋鰚	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰚科	*Photopectoralis aureus*	金黃光胸鰚	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰚科	*Photopectoralis bindus*	黃斑光胸鰚			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	笛鯛科	*Lutjanus ophuysenii*	奧氏笛鯛			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	笛鯛科	*Lutjanus vitta*	縱帶笛鯛				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鑽嘴魚科		鑽嘴魚科 sp.			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	金線魚科	*Scolopsis vosmeri*	伏氏眶棘鱸	+			+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	龍占魚科	*Lethrinus nebulosus*	青嘴龍占魚	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯛科	*Evynnis cardinalis*	紅鋤齒鯛	+		+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯛科	*Pagrus major*	真鯛				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯛科	*Rhabdosargus sarba*	平鯛			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	石首魚科	*Pennahia anea*	截尾白姑魚			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	石首魚科		石首魚科 sp.			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鬚鯛科	*Parupeneus biaculeatus*	雙帶海緋鯉				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鬚鯛科	*Upeneus japonicus*	日本緋鯉	+	+	+	+	+	+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	蓋刺魚科	*Chaetodontoplus septentrionalis*	藍帶荷包魚				+		+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	赤刀魚科	*Acanthocepola indica*	印度棘赤刀魚			+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	雀鯛科		雀鯛科 sp.	+			+		+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	雀鯛科	*Teixeirichthys jordani*	喬氏細鱗雀鯛				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	隆頭魚科	*Choerodon azurio*	藍豬齒魚				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	隆頭魚科		隆頭魚科 sp.						+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	隆頭魚科	*Suezichthys gracilis*	細長蘇彝士隆頭魚	+			+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵齒魚科	*Champsodon guentheri*	貢氏鯵齒魚	+			+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯵齒魚科	*Champsodon snyderi*	斯氏鯵齒魚	+		+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	擬鱸科	*Parapercis pulchella*	美擬鱸				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	絲鰭鰔科	*Trichonotus elegans*	美麗絲鰭鰔	+			+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	絲鰭鰔科	*Trichonotus setiger*	絲鰭鰔	+			+		+

附表 1(續 4)、本研究於臺灣淺灘 2 個測站海域使用法式橫桿拖網及網板拖網所採獲之生物相(137 taxa)列表(+表示有採獲)。

門	綱	目	科	學名	中文名	調查年月及測站					
						08/2021		10/2021		07/2022	
						TB01	TB02C	TB01	TB02C	TB01	TB02C
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	玉筋魚科	*Bleekeria mitsukurii*	箕作布氏筋魚	+	+		+	+	
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	膳科	*Ichthyscopus* sp.	披肩膳屬 sp.	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰯科	*Plagiotremus tapeinosoma*	黑帶橫口鰯			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鼠鰡科		鼠鰡科 sp.	+		+		+	+
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰕虎科		鰕虎科 sp.				+	+	
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鰕虎科	*Valenciennea helsdingenii*	雙帶范式塘鱧				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	臭肚魚科	*Siganus fuscescens*	褐臭肚魚			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	金梭魚科		金梭魚科 sp.			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	帶魚科	*Trichiurus lepturus*	白帶魚			+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	鯖科	*Rastrelliger kanagurta*	金帶花鯖				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	長鯧科	*Psenopsis anomala*	刺鯧			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	鱸形目	無齒鯧科	*Ariomma indicum*	印度無齒鯧		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	牙鮮科	*Tarphops oligolepis*	高體大鱗鮮	+	+	+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	鮮科		鮮科 sp.			+			+
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	鮮科	*Bothus myriaster*	繁星鮮	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	鮮科	*Engyprosopon grandisquama*	偉鱗短額鮮	+	+	+	+	+	+
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	鮮科	*Engyprosopon multisquama*	多鱗短額鮮				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	舌鰨科	*Cynoglossus itinus*	單孔舌鰨		+				
脊索動物門	條鰭魚綱	鰈形目	舌鰨科	*Paraplagusia japonica*	日本鬚鰨	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	單棘魨科	*Aluterus monoceros*	單角革單棘魨	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	單棘魨科	*Chaetodermis penicilligerus*	棘皮單棘魨				+		
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	單棘魨科		單棘魨科 sp.						+
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	單棘魨科	*Monacanthus chinensis*	中華單棘魨	+					
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	單棘魨科	*Stephanolepis cirrhifer*	絲背冠鱗單棘魨	+	+	+	+		
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	四齒魨科	*Lagocephalus lunaris*	月尾兔頭魨			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	四齒魨科	*Takifugu oblongus*	橫紋多紀魨			+			
脊索動物門	條鰭魚綱	魨形目	二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨		+		+		+