

海洋委員會海洋保育署非科技計畫 執行成果報告

計畫名稱：110年連江縣鯨豚保護區經營管理計畫

計畫編號： 110海保-6-綜-13A

執行期間： 110年1月1日至110年11月30日

委託（補助）機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：連江縣政府產業發展處

中華民國110年12月10日

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

馬祖列島位於閩江口外，擁有豐饒的河口生態與自然資源，加上特殊的人文風情，古意懷舊的閩東石厝，交織成獨特的島嶼風情。海洋資源充沛的馬祖，岸上與海上經常目擊鯨豚，令人津津樂道；而本地鯨豚擱淺事例自 2003 年起，逐漸為人們所重視。根據歷年鯨豚擱淺或目擊資料，過去曾有窄脊露脊鼠海豚(*Neophocaena asiaeorientalis*)、寬脊露脊鼠海豚(*N. phocaenoides*)、中華白海豚(*Sousa chinensis*)、鰓齒海豚(*Steno bredanensis*)、偽虎鯨(*Pseudorca crassidens*)、侏儒抹香鯨(*Kogia sima*)、小鬚鯨(*Balaenoptera acutorostrata*)、柏氏中喙鯨(*Mesoplodon densirostris*) 等在本地被發現，而露脊鼠海豚是其中頻率最高的類群，佔本地所有鯨豚記錄的 90% 以上，顯示馬祖水域是他們的重要活動地區 (姚秋如 et al. 2013)；同時本地露脊鼠海豚擱淺數量位居台灣各縣市累積數量之首，活體目擊次數頻繁，可說是目前已知台灣海峽水域中，露脊鼠海豚最穩定棲息的環境，突顯馬祖列島水域是本屬棲息與保育的重要地區。

屬於海洋食物網中高階群的露脊鼠海豚，在馬祖海域，不僅是海洋生態系的生物指標，亦是具有潛力的自然生態資源。在動物分類上，露脊鼠海豚屬(genus *Neophocaena*)隸屬於鯨偶蹄目中的齒鯨亞目(Order Cetartiodactyla、Suborder Odontoceti)之鼠海豚科(Family Phocoenidae)。本屬分類目前階層中包含兩種，其中 *N. phocaenoides* 寬脊露脊鼠海豚(其它俗名印度太平洋露脊鼠海豚)，分佈區域限於亞洲大陸沿岸及部分島嶼周圍，西起於波斯灣，沿亞洲大陸邊緣呈線狀分布，東止於台灣海峽北方至日本南端 (Amano 2018)；另一物種為 *N. asiaeorientalis* 窄脊露脊鼠海豚，其下又分為兩個亞種，包括 *N. a. asiaeorientalis* 窄脊露脊鼠海豚長江亞種和 *N. a. sunameri* 窄脊露脊鼠海豚東亞亞種，前者僅分布於部分長江流域，而後者分布水域南由台灣海峽，沿中國大陸、韓國至日本之近岸淺水海域。由於兩種露脊鼠海豚的棲地大都與人類活動的區域相鄰或重疊，因此，牠們的生存備受當地漁業狀態、工業污染與船舶活動等人為活動威脅，其保育問題極受國內外重視。牠們在台灣野生動物保育名錄中屬 I 和 II 級保育類、同時也是「瀕臨絕種野生動植物國際貿易公約(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES)」附錄一的物種；而在「國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN)」的

紅皮書名錄中，露脊鼠海豚依地區性族群不同被列為極度瀕危到脆弱等級。因此，不論是在國內及國際間，露脊鼠海豚都是野生動物保育矚目的焦點。此外，馬祖海域是寬脊露脊鼠海豚與窄脊露脊鼠海豚兩個姐妹種共域的地區，不僅在分類研究的重要區域，也凸顯示本水域環境對露脊鼠海豚屬的保育意義。

基於上述緣由，本計畫將協助本地保育主管機關從事鯨豚擱淺救傷處理流程、同時也協助海龜的擱淺事宜，並進行死亡個體之檢視處理與自然史標本典藏。採外本年度將進行馬祖地鯨豚生態系統性調查，包含海上目視調查以探究鯨豚時空分布、水下聲景調查以分析鯨豚棲息環境聲景與棲息地品質、鯨豚棲地環境背景分子追溯以分析棲地水質和食性等工作，作為未來規畫本地鯨豚保育區之基礎。在進行研究同時，為促進鯨豚保育在地化，本計畫將規劃舉辦鯨豚保育推廣宣導活動，以加強社區居民之鯨豚保育觀念。此外本年度亦將規劃鯨豚生態公民科學計畫內容及設計撰寫公民科學家執行手冊，未來將以此手冊為基礎，聚集對鯨豚保育有興趣的人員成為公民科學家，成為在地力量一起守護海洋生態。

二、計畫年期：110年1月1日至110年11月30日

三、主辦單位：連江縣政府產業發展處

四、協辦單位：

五、總計畫經費：2,589,000 元

六、經費來源：

（一）中央款：2,200,000 元

（二）地方配合款：389,000 元

（三）其他：

七、計畫目標：

（一）連江縣鯨豚保護區規劃評估。

- (二) 連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估。
- (三) 連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估。
- (四) 連江縣地區鯨豚重要棲息環境背景分子追溯。
- (五) 連江縣地區鯨豚生態調查工作站規劃。
- (六) 辦理鯨豚保育教育宣導活動。
- (七) 連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰。

八、計畫內容概述：

- (一) 連江縣鯨豚保護區規劃評估：規劃一處露脊鼠海豚保育示範區，研擬保育示範區之保育措施、人為活動管制辦法，並規劃露脊鼠海豚生態長期監測項目。

- (二) 連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估：

1. 鯨豚分布範圍：租用船隻進行穿越線調查，遇到鯨豚時記錄時間、空間群體數量等資訊，拍攝照片辨識種類與群體組成。使用空間分析 GIS 了解目擊熱區，及露脊鼠海豚出沒的時空資訊與環境之關聯。
2. 族群量分析：將穿越線調查數據根據距離取樣法，分析航線有效範圍中的常見鯨豚種類之密度，再推估調查範圍中的族群數量。

- (三) 連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估。

1. 從水下錄音中偵測露脊鼠海豚的回聲定位聲音，以判別穿越線上是否有未能夠以肉眼觀察到的露脊鼠海豚群體。擷取回聲定位聲音的聲學特徵，以判別露脊鼠海豚群體的行為活動模式。
2. 在馬祖周遭海域沿穿越線定點收集水下錄音，包含人耳可聽之頻率範圍與超音波頻率範圍，分析各錄音地點之海洋聲景特性，並評估人為噪音與生物性

聲音之時空變化趨勢。

(四) 連江縣地區鯨豚重要棲息環境背景分子追溯。

選取擱淺於馬組江豚標本，取牙齒、肌肉與胃袋，依序從事以下工作：

(1) 露脊鼠海豚牙齒切片製作，進行流程如下：

- A. 牙齒樣本選取與清潔。
- B. 牙齒樣本包埋。
- C. 牙齒樣本切割。
- D. 牙齒樣本貼片。
- E. 牙齒樣本切片製作。

(2) 露脊鼠海豚肌肉與胃內含物檢視及採樣，進行流程如下：

- A. 選取完整之肌肉塊，或依前胃、主胃及幽門胃分別切割胃袋。
- B. 取胃含物後，求得胃含物濕重。
- C. 將肌肉塊或各胃袋之胃含物均質後，進行低溫冷凍乾燥粉末化程序。

(3) 穩定同位素分析

利用上述擱淺江豚標本進行碳($\delta^{13}\text{C}$)氮($\delta^{15}\text{N}$)同位素分析，樣品粉末先進行低溫真空處理後，使用元素分析儀搭配連續流動氣相同位素質譜儀，測定樣本中，碳、氮穩定性同位素組成比例。

(五) 連江縣地區鯨豚生態調查工作站規劃。

規劃長期生態調查工作站所需之軟、硬體設施，並邀請在地各單位進行專家會議，研擬具體可行之工作站建置策略。

(六) 辦理鯨豚保育教育宣導活動。

培訓鯨豚公民科學家，協助在地民眾建立鯨豚調查之專業技

能，包含：如何搜尋露脊鼠海豚、陸地觀測資料回報、於間

帶收集水下錄音、環境水質樣本、死亡擱淺標本之處理與資料收集。

(七) 連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰。

貳、 重點工作項目

一、 工作項目及經費：

工作項目	經費(元)	概述
1. 連江縣鯨豚保護區規劃評估	200,000	規劃一處露脊鼠海豚保育示範區，研擬保育示範區之保育措施、人為活動管制辦法，並規劃露脊鼠海豚生態長期監測項目。
2. 連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估	750,000	1. 鯨豚分布範圍：租用船隻進行穿越線調查，遇到鯨豚時記錄時間、空間群體數量等資訊，拍攝照片辨識種類與群體組成。使用空間分析 GIS 了解目擊熱區，及露脊鼠海豚出沒的時空資訊與環境之關聯。 2. 族群量分析：將穿越線調查數據根據距離取樣法，分析航線有效範圍中的常見鯨豚種類之密度，再推估調查範圍中的族群數量。
3. 連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估	750,000	1. 從水下錄音中偵測露脊鼠海豚的回聲定位聲音，以判別穿越線上是否有未能夠以肉眼觀察到的露脊鼠海豚群體。擷取回聲定位聲音的聲學特徵，以判別露脊鼠海豚群體的行為活動模式。 2. 在馬祖周遭海域沿穿越線定點收集水下錄音，包含人耳可聽之頻率範圍與超音波頻率範圍，分析各錄音地點之海洋聲景特性，並評估人為噪音與生物性聲音之時空變化趨勢。
4. 連江縣地區鯨豚重要棲息環境背景分子追溯	400,000	針對鯨豚出沒重點環境之非生物性因子檢測與鯨豚個體中生物性組成因子評估。
5. 連江縣地區鯨豚生態調查工作站規劃	100,000	規劃長期生態調查工作站所需之軟、硬體設施，並邀請在地各單位進行專家會議，研擬具體可行之工作站建置策略。
6. 辦理鯨豚保育教育宣導活動	189,000	培訓鯨豚公民科學家，協助在地民眾建立鯨豚調查之專業技能，包含：如何搜尋露脊鼠海豚、陸地觀測資料回報、於間帶收集水下錄音、環境水質

		樣本、死亡擱淺標本之處理與資料收集。
7. 連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰	200,000	連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰1冊。

參、重要成果及效益分析

(一) 重要成果說明

成果目標與效益	指標 (依原核定工作計畫書或新增)	成果 (值)	說明
可量化效益	連江縣鯨豚保護區規劃評估	1式	
	連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估	1式	
	連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估	1式	
	連江縣地區鯨豚重要棲息環境背景分子追溯	1式	
	連江縣地區鯨豚生態調查工作站規劃	1式	
	辦理鯨豚保育教育宣導活動	1場	
	連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰	1冊	
不可量化效益	(1)充實馬祖地區鯨豚等海洋生物資料庫，提供後續生態研究參考。 (2)江豚是馬祖水域的代表性鯨豚物種，也是全球矚目的保育標的與焦點物種其族群生態與族群趨勢備受各國關注。建構馬祖水域江豚的生態基線資料與分析現在與未來可能面臨的生存威脅，不僅能補足台灣水域江豚族群生態學的學術缺口、也能成為本地海洋環境教育的重要素材，更是執行江豚保育行動方案的根基。 (3)鯨豚生態基線資料建構。 (4)鯨豚生態人才培育。 (5)海洋保育教育在地化推廣。		

(二)效益分析(請依原核定工作計畫書檢討執行成效)

一、連江縣鯨豚保護區規劃評估

為研擬連江縣海域之潛在的鯨豚保護區，本計畫執行下列工作：

1.彙整國內外鯨豚保護區劃設經驗與國內外法令依據

本計畫彙整國內外鯨豚保護區評估劃設、經營管理、長期成效評估之相關研究文獻，並分析在連江縣海域可能遭遇之潛在衝突。根據 108 至 109 年度連江縣鯨豚保育專家會議之建議，本計畫盤點各種保護區與漁業資源保育區之相關法規，例如：野生動物保育法、水下文化資產保存法、濕地保育法、海岸管理法、漁業法，分析這些法令在連江縣海域之適用性。針對露脊鼠海豚，本計畫也將評估如何依循近期公告的海洋保育法草案，以及相關法規來落實露脊鼠海豚保育工作，確保除了物種保育的目標之外更擴及棲地保護的層級。

(1)國外鯨豚保護區規劃之相關案例研析

鯨豚的習性因類群而有不同，了解鯨豚對棲息環境的時空利用特性、生態系的生物與非生物特徵、與主要構成其生存威脅的因素，是執行鯨豚保育工作缺一不可的任務。本計劃蒐集了鯨類保護區案例以及與連江縣露脊鼠海豚特性較相似的物種與各國海域對其建立鯨豚保護區之案例，包含亞洲地區包含中國(長江露脊鼠海豚保育)及孟加拉(孟加拉的鯨類多樣性保護區網絡)，大洋洲包含紐西蘭(紐西蘭賀氏矮海豚與毛伊海豚)，美洲包含墨西哥(埃爾比斯開諾生物保護區、墨西哥小頭鼠海豚保護區)，歐洲地區包含地中海毗鄰國家，以下將剖析其所遇之困境、對鯨豚的保育作為以及所實施的保護措施成效，以作為後續連江縣鯨豚保護區之借鏡：

A. 埃爾比斯開諾生物保護區 (El Vizcaíno Biosphere Reserve)

位於墨西哥的 Laguna Ojo de Liebre 的 Scammon's 瀉湖區 (Scammon's Lagoon) 的埃爾比斯開諾生物保護區 (El Vizcaíno Biosphere Reserve) 是全球第一個海洋哺乳動物保護區 (Marine Mammal Protected Area, MMPA)，用於保護在下加利福尼亞州 (Baja California) 繁殖育幼的灰鯨 (*Eschrichtius robustus*)。其成立是基於 1971 年的一項聯邦法令，一年後又頒布了另一項法令，在瀉湖周圍建立了幾個避難所，並於 1979 年在聖伊格納西奧瀉湖 (Laguna San Ignacio) 為鯨類動物建立了避難所。

第一個適用的保護工作是《保護候鳥和狩獵哺乳動物公約 (Convention for the Protection of Migratory Birds and Game Mammals)》，另一個框架是墨西哥於 1949 年加入國際捕鯨委員會，該委員會自成立以後一直在保護受到商業捕鯨威脅的灰鯨保護。儘管處於受保護狀態，灰

鯨仍容易受到在潟湖附近發生的經濟活動之潛在影響，特別是底棲和遠洋漁業及大規模鹽業開採、和旅遊業。除此之外，包含灰鯨在內的海洋動物也可能因網具纏住而受到致命的傷害。埃爾比斯開諾生物保護區有潛力成為自然資源綜合管理的典範，在其管理計畫中，都清楚地紀錄這些所遇到的挑戰與威脅，然而，為了持續保護這個地區，需要永久性的利益平衡，包括當地社區的利益，他們的生計依賴於該保護區中的受到保護的自然資源；此外，也需要有熟練和積極的工作人員、充足的財政資源以及當地社區對保護和管理活動的全力支持。

B. 長江露脊鼠海豚保育

中國長江的露脊鼠海豚，除了與馬祖海域亞種的差異之外，其生態棲息地特質、環境開闊度也不同，但相同的是，這兩個亞種都面臨龐大的水域開發及人為衝擊壓力，因此中國對於長江亞種的保育措施，足以作為馬祖露脊鼠海豚經營管理的借鏡。中國早在 1980 年代為保育長江的特有物種白鱗豚（*Lipotes vexillifer*）而陸續成立諸多保育設施與制定對策，亦於 1992 年 10 月成立天鵝洲保護區作為遷地保護江豚的自然棲息、繁衍之處，並投入國家資源推動復育與長期研究。數量稀少的窄脊露脊鼠海豚長江亞種（圖 2.3.3-1）目前族群數量已低於一千頭，在 IUCN 瀕危物種名錄中的受威脅等級由原先的「易危（Vulnerable, VU）」，提升至「極度瀕危（Critically Endangered, CR）」。因棲息環境有諸多威脅因素，族群每年以 13%(Zhao *et al.* 2008, Zhao *et al.* 2013) 下降的數量遞減。2016 年 12 月，原農業部提出《長江江豚拯救行動計畫（2016-2025）》，設定“基本維持幹流和兩湖長江江豚自然族群相對穩定，自然族群的衰退速度明顯下降”等目標。然而即使動員國家力量，因長江流域為中國人口密度最高的地區，約佔其人口 40%（等同於世界人口的 10%）在此流域生活，在這種人類衝擊壓力下，保育管理力量仍不足。

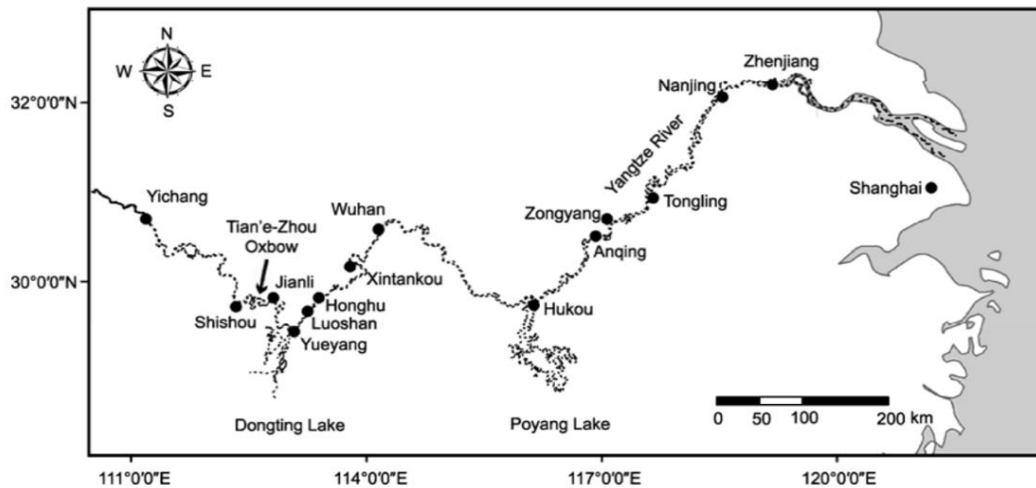


圖 2.3.3-1、露脊鼠海豚長江亞種於長江流域的分佈圖。資料來源：WANG 2009。

直至去年（2020年）11月，安徽省十三屆人大常委會第二十二次會議表決通過了《安慶市長江江豚保護條例》，另於 2020 年 12 月 31 日，在湖北省武漢市舉行長江流域重點水域“十年禁漁”全面啟動之活動，根據部署，從 2021 年 1 月 1 日零時起，長江流域重點水域開始實行十年禁漁。《安慶市長江江豚保護條例》（以下簡稱《條例》），為中國首部針對長江江豚保護的地方性法規，自 2021 年 1 月 1 日起施行。該《條例》提出就地保護優先以及就地保護與遷地保護相結合之原則，並規定除法律與法規許可的專案以及防洪、救災、河道、航道治理等公共事務需求之外，禁止在長江安慶段長江江豚主要棲息地開發建設與生態修復無關的專案。針對食物缺乏、意外傷害、水體汙染等危害長江江豚生存的三類主要課題，《條例》設計相關條款予以應對，提出實施長江江豚索餌場、繁育場的保護與修復、禁止在長江安慶幹流和其他重點水域從事生產性捕撈水產品作業等措施，保護長江江豚食物來源。此外，《條例》還提出加強長江江豚遷地保護地基礎設施建設和規範化管理，建成高標準的長江江豚救護基地、科研基地、生態保護基地，促進族群復壯。至今，科學研究人員在持續展開江豚族群普查、科學監測、傷病救治、孕豚護理等，讓遷地保護的江豚能自然棲息、繁衍。

除了安徽省的加強作為，湖北省也於 2020 年 12 月 31 日在武漢市舉行長江流域重點水域“十年禁漁”全面啟動之活動，並從 2021 年 1 月 1 日零時起，長江流域重點水域開始實行十年禁漁。

C. 墨西哥小頭鼠海豚保護區

小頭鼠海豚 (*Vaquita marina*) 面臨的最大生存危機主要是漁業誤捕致死，因為國際市場對加利福尼亞灣石首魚過度的需求，而間接使小頭鼠海豚受到該項漁業的流刺網纏繞死亡。自 1950 年起科學家即意識到小頭鼠海豚的困境 (Norris and McFarland 1958)，至 1975 年加利福尼亞灣石首魚被宣布瀕危後，墨西哥政府禁止獵捕石首魚，然而捕捉的活動並沒有因此消失 (CIRVA-5 2014)，小頭鼠海豚仍持續的死亡。1997 年時估計小頭鼠海豚的數量約 567 隻 (Jaramillo-Legoretta *et al.* 1999)，並以每年 39-84 隻的數量在下降。



圖 2.3.3-2、受到漁網纏繞的小頭鼠海豚（*VAQUITA MARINA*）。

照片來源：世界自然基金會（World Wildlife Fund，WWF）、Cristian Faezi and Omar Vidal

（https://wwf.panda.org/wwf_news/?228831/IWC-65-opening-release#）。

在立法保護的行動上，墨西哥政府於2000年立法《自然保護區內生態平衡和環境保護總法規則（“Rules of the General Law of Ecological Equilibrium and Environmental Protection in matters of Natural Protected Areas”）》，禁止在保護區內誤捕小頭鼠海豚、石首魚、海龜或任何其他瀕危物種的漁業。並於2005年設立一個小頭鼠海豚的避難區（Vaquita Refuge）（該區域約佔小頭鼠海豚目擊事件發生區域的80%），並補償受影響的漁民，然而小頭鼠海豚的狀況並沒有改善，2008年使用聲學監測估計數量約245隻（Gerrodette *et al.* 2011），至2016年少於30隻（CIRVA-8 2016），已成為極度瀕危的物種。科學家估計若欲使小頭鼠海豚族群量恢復到2008年的數量，需要40年的時間（Navarro 2015）。

直到2015年5月墨西哥政府才開始實施緊急刺網禁令，在整個已知的小頭鼠海豚範圍內禁止刺網捕魚2年，向漁民和相關行業提供賠償，並加強負責海軍的執法力度。2017年墨西哥政府在加利福尼亞灣科爾特

斯海（Sea of Cortez）建立小頭鼠海豚保護區，但是到 2018 年時估計最多僅剩 22 隻（CIRVA 2019），成為世界上最極度瀕危的鯨豚類。

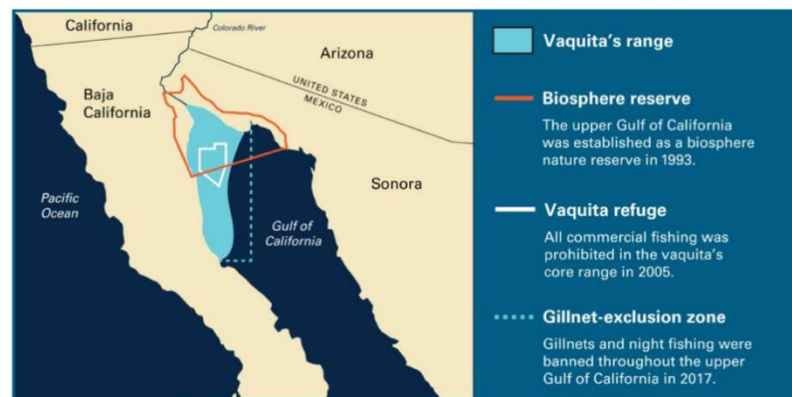


圖 2.3.3-3、小頭鼠海豚避難所地圖。

圖中藍色區是小頭鼠海豚分布範圍，紅線內區域是 1993 年建立的生物圈自然保護區，2005 年在白線指定的小頭鼠海豚的核心範圍內禁止所有商業捕魚。藍色虛線是刺網禁區，在整個加利福尼亞灣上游禁止刺網和夜釣。資料來源：Smithsonian Institution（<https://ocean.si.edu/ocean-life/vaquita-refuge>）

D. 紐西蘭賀氏矮海豚與毛伊海豚

紐西蘭的賀氏矮海豚（*Cephalorhynchus hectori hectori*）與其亞種毛伊海豚（*C. h. maui*）的處境與小頭鼠海豚相似，主要都是受到刺網捕魚的死亡威脅。自 1970 年紐西蘭引進尼龍漁網後，流刺網與底拖漁業於海豚的棲地中捕魚，導致兩種海豚的族群數量大幅下降。甚至有超過 94% 的毛伊海豚因紐西蘭當地漁民使用刺網捕魚而死亡的，僅剩下紐西蘭北島西岸有極小的族群（Roberts *et al.* 2019）。

1988 年第一個海洋保護區（圖 2.3.3-4）《班克斯半島海洋哺乳動物保護區（Banks Peninsula Marine Mammal Sanctuary）》指定在班克斯半島離岸 4 海哩內禁止商業刺網，娛樂刺網受季節限制，禁止地震勘探（seismic survey）及海床採礦（Seabed mining）活動，然而賀氏矮海豚數量仍大量下降。2003 年在北島西海岸指定了第二個海洋保護區，保護區內的死亡速度降低，然而由於海洋保護區外的誤捕，仍然使族群數量繼續快速下降。2008 年紐西蘭進一步實施了保護措施，指定了五個海洋哺乳動物保護區，包含西海岸北島、克利福德和多雲灣、卡特林斯海岸、蒂韋韋灣以及現有班克斯半島保護區的擴大：這項新的保護措施禁止在南島大部分的東海岸和南海岸 4 海哩內及西海岸離岸 2 海哩範圍內設置刺網，並將刺網禁令擴大到北島的西海岸離岸 7 海哩。在保護措施增加的地區，海豚的死亡速度減緩，但在未受到保護的地區族群數量持續下降（Slooten 2013）。

2013 年成年的毛伊海豚數量僅剩 55 隻，處於繁殖期的雌性個體不足 22 隻。因此紐西蘭政府於 2013 年 11 月根據《海洋哺乳動物保護法（1978 年）》和《漁業法（1996 年）》宣布在塔拉納基水域（Taranaki waters）實施一系列的保護措施，擴大對毛伊海豚的保護。由於班克斯半島海洋哺乳動物保護區的建立，至 2020 年賀氏矮海豚的族群數量趨於

穩定，有 41% 機會恢復以前的數量。但若希望族群數量真正地恢復，需要擴大保護區的聯繫。並且需持續衡量保護措施的成效（Slooten 2020）。

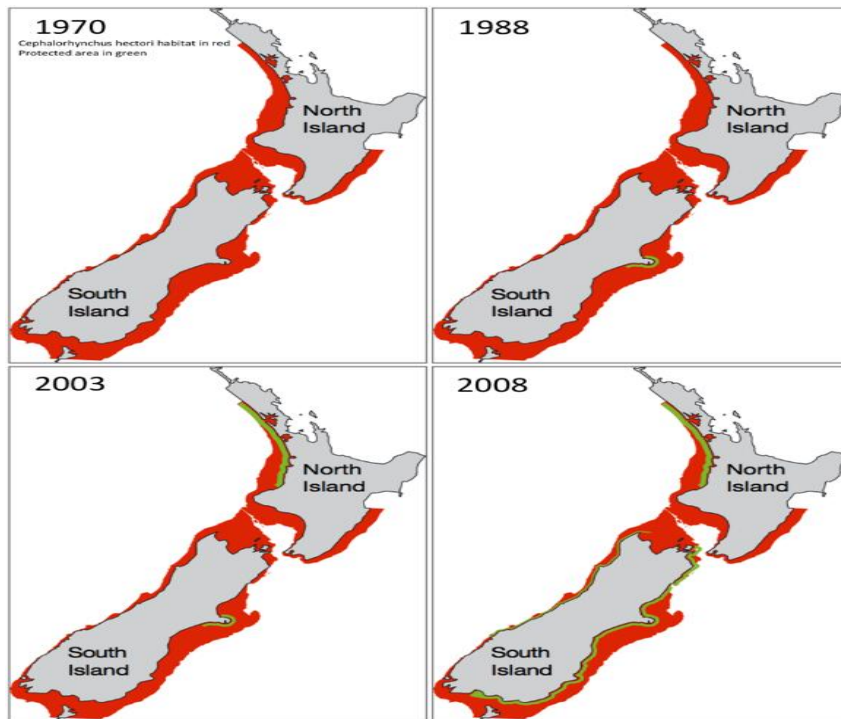


圖 2.3.3-4、紐西蘭賀氏矮海豚（*CEPHALORHYNCHUS HECTORI*）棲息地（紅色）與保護區（綠色）。資料來源：SLOOTEN 2013

E. 孟加拉的鯨類多樣性保護區網絡

淡水豚類是全球受威脅最嚴重的野生動物之一，因為他們棲息地受到人類活動的嚴重影響，包括大壩建設和非永續漁業。淡水豚類的數量和分布範圍因人類威脅而急遽下降，尤其是亞洲地區（Reeves *et al.* 2000; Smith and Jefferson 2002）。在孟加拉的海豚主要威脅包含受漁網纏繞而死，以及他們的食物不足（例如魚類或甲殼類遭養蝦業用來捕蝦苗的細網因混獲而數量下降）。Smith *et al.*（2008）在孟加拉發現了世界上最大

的伊河豚（*Orcaella brevirostris*）族群，約有 6000 頭，該族群與瀕臨絕種的恆河豚（Gange River dolphin, *Platanista gangetica gangetica*）共同棲息在此，他們的活動範圍延伸到尼泊爾（Smith *et al.* 2010）。

2012 年 1 月 29 日在桑達本 (Sundarbans) 的世界最大的紅樹林生態系中，設立了三個淡水豚的保護區 —Dhangmari、Chandpai 及 Dudhmukhi。在桑達本的保護區中，主要保護這兩種南亞僅存的淡水豚類。在 2014 年 10 月 27 日成立第一個海洋保護區 Swatch-of-No-Ground (SoNG)，位於孟加拉灣 Dublachar 島南側，SoNG MPA 涵蓋面積 1738 平方公里，包含海底峽谷頂部的水域以及世界上最大的紅樹林沿岸水域，平均深度為 900 公尺，是鯨豚、鯊魚和海龜的重要繁殖和產卵地 (IUCN-SSC CSG 2014)。與印度領海接壤的 SoNG MPA 的建立，促進孟加拉國與鄰國就潛在的跨界保護區進行討論，該保護區包含類似的物種豐富度，面臨著同樣的威脅，如漁具纏結和氣候變化。



圖 2.3.3-5、孟加拉的淡水豚保護區與第一個海洋保護區。

資料來源：野生動物保護協會 WCS,
<https://measures.wcs.org/Metric-Details/m/6>。

設立保護區是保育恆河豚與伊河海豚的第一步。三個保護區正式設立後，孟加拉政府祭出禁止漁民進入保護區的公告。然而欲達成保護區的保育目標，最關鍵的組成部分是讓當地社區人員參與進來，聯合國開發計劃署（United Nations Development Programme, UNDP）和孟加拉國森林部在全球環境基金（Global Environment Facility, GEF）的財政支持下於 2016 年啟動了一個名為擴大保護區系統以納入重要水生生態系統的計畫 “Expanding the Protected Area System to Incorporate Important Aquatic

Ecosystems”。該計畫目的在讓社區參與保護水生動物並建立當地能力以減輕水資源壓力。它還致力於擴大海豚的保育業務覆蓋範圍，並基於自然資源保護原則，為漁民創造替代性的基於自然的生計選擇。因應 10 月 24 日的國際淡水豚日，UNDP、IUCN 和 CNRS（Center for Natural Resource Studies）合作在桑達本紅樹林周邊社區舉辦名為「Shushuk Mela」（當地語言對恆河豚的稱呼）的搭船賞豚活動。「Shushuk Mela」活動舉辦長達一個月，希望能藉此提升當地對新保護區的認識，並吸引當地漁民及其他族群討論所需的管理工作，以確保人與海豚的共存（UNDP 2018）。

除前述的保育措施之外，孟加拉的非政府組織野生動物保護協會 (Wildlife Conservation Society, 以下簡稱 WCS) 也從事鯨豚保育，執行《孟加拉國鯨類多樣性計畫 (Bangladesh Cetacean Diversity Project)》。WCS 自 2004 年以來，長期與孟加拉國家森林部合作，藉著與當地社區合作，確保孟加拉水域中的鯨類（大型鯨、海豚、鼠海豚）能得到長期保護。此外，WCS 也藉由公民科學漁民安全網絡 (Citizens Science Fishermen Safety Network) 和公民科學鯊魚和魷魚數據收集網絡 (Citizen Science Shark and Ray Data Collectors Network)，期望在不斷增長的人類需求、與海洋巨型動物群的保育需求之間，取得平衡。

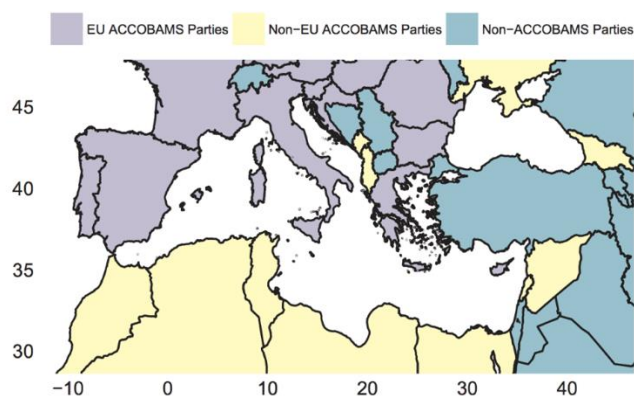
F. 歐洲地中海鄰近區的國際保護區

1999 年義大利、法國以及摩納哥公國共同批准了位於義大利西北部利古里亞海的地中海海洋哺乳動物保護區（Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals，舊稱 Santuario dei Cetacei del Mar Ligure）的成立，這個保護區可以經常性地發現地中海區域所有的鯨豚類，且被認為是地中海長須鯨的主要覓食地。這是世界上第一個在國際海域受到多國政府明文保護的案例，也是目前唯一國際/公海保護區，禁

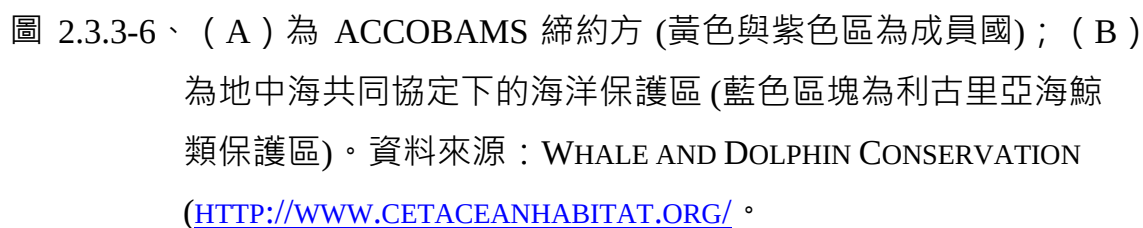
止漁民在利古里亞保育區內獵捕鯨豚。在此保護區內，藉由賞鯨風氣的帶動，一方面能教育民眾尊重生命的觀念，期望一方面也替附近海域居民另闢財源，以降低保育區對傳統漁業所造成的衝擊。而下一步，需要杜絕郵輪業者非法在國際海域傾倒廢棄原油的惡劣行徑，避免海洋生物的棲息環境再次受到傷害，以維持海洋生態平衡。

地中海的直布羅陀海港有世界貿易的十字路口之稱，是地中海最大的加油港，供應各式各樣的船隻燃料，港灣停泊各種大型遊艇與貨輪。2007 年地中海鄰近的 20 國啟動聯合行動，於「黑海、地中海和大西洋沿岸地區鯨類動物保護協定（Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area，以下簡稱 ACCOBAMS）」會議中提出新的鯨豚保育計畫，一旦通過，直布羅陀海峽和鄰近的亞伯蘭海將會受到保護。為提高對地中海鯨類動物保護狀況的了解，ACCOBAMS 的常設秘書處制定並協調執行數百萬歐元的「ACCOBAMS 調查計畫（ACCOBAMS Survey Initiative，ASI）」，於 2018 年 6 月和 7 月進行一項史無前例的計畫，主要是對整個地中海進行的首次概要性的鯨豚調查，該調查將結合航空和船舶調查方法以及被動聲學監測。

(A)



(B)



總結以上各海域之保護區案例，包含淡水環境的保護區，我們了解到欲維持保護區的保護工作，需要達到永久平衡利益，當中包括需維護當地社區的利益，因為他們的生計是依賴於該保護區中的受到保護的自然資源以及當地社區對保育工作的支持。

以下彙整數點關於保護區成立過程所需考量之課題與建議工作：

- (1) 建議持續進行對鯨豚類族群數量的監測，可以警示物種現況，當瀕危趨勢出現時，需要立即採取管理行動。
- (2) 建議獲得當地社區對保護和管理活動的全力支持，因劃設保護區之後，最關鍵是需要有當地社區的加入，才能真正保育鯨豚。
- (3) 建議致力於全面嚴格禁止不合適的漁法，並強烈要求漁民選擇其他相對安全的漁法，然而應於禁止前可先溝通好配套措施，引導漁民開發其他的財源，如觀光財。
- (4) 建議有充足的財政計畫與資源並延攬具有熟悉保育工作以及態度積極的工作人員，使研究的能量能夠挹注於保護區，使海洋保育工作有效推動。
- (5) 建議可分區設立保護區，以擴大保護區之範圍。小型的鯨豚保護區相較大型保護區具有管理上的優勢，較容易實施與執行相關管制措施，並有機會促進保護區邊界外範圍的保護作為。
- (6) 建議以保護區網絡為長遠目標，當所有締約方共同參與整個海域中的鯨豚類調查時，不僅能夠齊心努力劃設全球最大的保護區，各國科學家更能因共享數據而掌握到更全面的生態資料，對於保護區的劃設與管理成效是一大助益。

2. 台灣海洋保護區規劃之相關案例研析

(1) 國內現有海洋保護區法令

位於臺灣西部沿岸的「中華白海豚野生動物重要棲息環境」為國內第一個針對鯨豚動物成立的海洋保護區，其法源依據為《野生動物保育法》。查閱相關法規，海洋委員會為使海洋野生動物重要棲息環境之劃設，有具體明確之標準及程序可資遵循，於 2020 年公告《海洋野生動物重要棲息環境劃設作業要點》，根據該法第三條，當地方主管機關認為管轄行政區域範圍內，有符合野生動物保育法施行細則第五條第一項各款情形者，應載明保護區相關事項並檢附相關資料，向海委會申請劃設海洋野生動物重要棲息環境。

查閱海洋保育法草案（2019 年 12 月公告之版本-行政院 105 年 12 月 15 日院授發資字第 10515016581 號函），第二章為海洋保護區（海洋庇護區），第三章為海洋生物保育與復育，分別針對棲地與物種進行管理。第二章第七條：主管機關得就具有生物多樣性、特殊自然景觀、重要文化資產或永續利用之生態資源，而有特別保護必要之一處海域或與其他連之陸域，劃定為海洋庇護區。在說明中也特別提到，“依其他法律所劃定之海洋保護區域，其類型包括：野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國家風景區海域資源域區、國家公園、自然保留區、水產動植物繁殖保育區、水下文化資產保護區、重要濕地或其他由中央主管機關認定之禁漁區或海域保護區，另於本法施行細則中明訂之”，此部分將於後續討論其管制範圍與效力。

海洋庇護區得分區管理（第二章第九～十三條），包含核心區、緩衝區、及永續利用區，各有不同程度的管制措施，核心區為最嚴格的管制人為活動，永續利用區則較為寬鬆，在維持海洋生物資源永續利用下，可與在地居民共享之經濟、休憩、養殖與開發活動。庇護區應由主管機關擬定保育計畫，並舉行公聽會與公開接受民眾與團體的意見，尤其是涉及原住民族利用之區域。

第三章的海洋生物保育與復育，第十六條提到：主管單位得會商其他目的事業主管機關，公告禁止部分遊憩或管理遵守事項、船舶航行與活動作業之限制、採捕器械的管理、其他人為活動的管制。縣（市）主管機關公告前應報由中央主管機關核定。第十七條也談及前項公告管理應予以預告並接受人民與利害關係人等陳述意見的管道。第十九條提及：得設置海洋保育觀察員，於船舶、海洋設施、海洋工程或其周圍從事觀察、監測及搜集資料之任務。其他條文亦提及海洋生物教育與研究等之交流與合作。亦可經核准後積極執行物種之復育措施。此章節包含減低對物種生存的人為衝擊，且提高保育物種的數量與存活率。

各鯨豚物種的行為、生態、棲息環境喜好性、族群結構和數量都不盡相同，「野生動物重要棲息環境」或「海洋野生動物重要棲息環境」僅能減緩範圍內開發建設的速度，漁業活動的管理則另需輔以漁業法作為手段，如何在漁業經濟活動與生態保育之間獲取平衡，未來仍需更多的實際證據來支持，才能規劃有效的管理措施。保護區的經營管理也需依被保育對象的需求，進而規劃適合的保護行動。因此，保護區管理者應優先釐清被保護物種棲地喜好性，以及正受到什麼生存威脅，才能規劃適切的保護工作項目（姚與蔡 2020）。

(2)國內保護區經營管理架構：

在生物多樣性公約組織與國際保育社會的推動與支持下，相關經營管理效能評估的方法十分多元（Leverington et al. 2008，Stoll-Kleemann 2010），除此之外，亦由學者引進 IUCN-WCPA 的經營管理效能評估概念（王 2001，李與王 2002，李 2003），將國際上的經營管理效能評估方法與整體經營管理概念進行整合後，國內也陸續將其實際應用於保護區的經營管理（盧等 2009；盧等 2014）。

評估準則與指標系統的建立是輔助決策與管理的重要工具。臺灣在過去成立六座國家公園，對於維護本土自然環境與生物多樣性扮演關鍵性的重要角色為了提升國內保護區的經營管理效能（Management Effectiveness Evaluation，MEE），內政部營建署建立了適用於監測、評估各國家公園保育與經營管理成效之評估準則與指標系統（李等 2003）。因此，自 2004 年生物多樣性公約發表其全球保護區工作計畫目標後，行政院農委會林務局十分關注於此議題，爾後，農委會林務局於 2006 年至 2011 年以 RAPPAM 這套設計理念與架構，透過一系列的指標來檢視全臺 43 處自然保護區價值與保育目標的達成程度，以檢視保護區被管理的狀況。對於評量分數的分析與解讀以及評量後需做之調

整以及如何詮釋累積的評量資料，林務局亦提出了一套完整的指引（盧 2014）除此之外，釐清保護區的壓力與威脅並同時探討其趨勢、範圍、威脅程度與持續性等四個面向（指標），以呈現該壓力或威脅的影響，（盧等 2008；盧等 2014）。

RAPPAM 這套評量方法不僅在國際上被許多國家使用，在國內也經過了嚴謹的評估與實證，有許多實際案例可供參考，依循此法的架構進行規劃，將有助於未來在連江縣劃設保護區的工作上的推動。

「中華白海豚重要棲息地」為 2020 年 9 月 1 日正式生效，範圍涵蓋臺灣西部四個縣市沿岸的水域，並由海洋委員會於今年（2021 年）6 月 28 日公告發布「臺灣白海豚保育計畫」，自 5 月成立白海豚專家諮詢小組，並召開第 1 次定期會議，整合各部會白海豚保育能量，分擔保育工作與責任，並擬訂具體行動方案、時程與分工。該保育計畫主要分為監測研究、棲地維護、人為衝擊管制、保育教育宣導及在地參與等 4 大工作面向，集結各機關專業、相關產業及民間團體能量，持續執行 11 項具體策略、44 項優先行動，秉持共同監督與持續監測，使我國在保育白海豚行動向前邁進。

壹、分析連江縣海域鯨豚保育區之潛在劃設範圍

貳、連江縣露脊鼠海豚歷年調查資料

臺灣周圍海域的鯨豚物種多樣性高，於 1990 年依據「野生動物保育法」所有現生鯨豚均被列入保育類野生動物，此外，在 2020 年四月所公告（發文字號：海保字第 10900032182 號）的海洋保育類野生動物名錄中，窄脊露脊鼠海豚（*Neophocaena asiaeorientalis*）列為 II 級：珍貴稀有野生動物；寬脊露脊鼠海豚（*Neophocaena phocaenoides*）列為 I 級：瀕臨絕種野生動物。根據 108 年度海洋生物保育專家會議討論中，對於窄脊與印太兩種露脊鼠海豚目前的生物與生態資訊所知有限（例如核心活動

範圍、棲地利用、熱點、族群數量與變化趨勢等），且由擱淺標本判定的直接人為活動威脅（汙染、船隻撞擊、漁業衝突等）也仍在評估中。

馬祖海域露脊鼠海豚的保育工作需要兩岸之間彼此的合作，也因此，向 IUCN 提出連江縣鯨豚保護區為重要棲息地的認證申請（圖 2.3.3-10）成為可能的解決之道。雖然在目前的國際局勢之下，臺灣向 IUCN 提出認證申請時，極有可能會受到政治上的阻撓。但我們仍可先預備所需提交的相關證據資料，做為準備。相關證據資料包含：近幾年受保護物種分布模型預測、族群遺傳相似度分析與保護區劃設之邊界等。）

根據研究團隊過往對馬祖露脊鼠海豚的族群生態研究，結果顯示此族群符合 IUCN-IMMA（Important Marine Mammal Areas，IUCN 2018；2021）多項準則，包含準則 A、準則 Bii、準則 C 及準則 Di，以下分別論述本地族群所符合上述準則之特性：

馬祖地區同時有露脊鼠海豚屬中的兩種，分別屬於 IUCN 紅色名錄之瀕危等級（VU）的寬脊露脊鼠海豚以及瀕危（EN）等級的窄脊露脊鼠海豚。就人口族群的模擬估計，馬祖地區窄脊露脊鼠海豚的族群數量在經過 40 年後將僅剩原族群的 20%，且族群數呈下降趨勢（圖 2.3.3-11）（姚等 2016；姚等 2017）。以上條件符合國際重要棲地指引（IUCN 2021）中的準則 A——物種或族群數量易危及 Bii——保護區擁有可以提供一個或以上的物種棲息的質量。

本計畫檢視過去 1994 年至今，金馬與臺灣本島西部沿海（包括澎湖）的擱淺與解剖記錄等詳細資料，體長在 82 公分以下的個體認定為新生兒。根據新生兒在四季擱淺數量圖（圖 2.3.3-12），馬祖金門沿海一帶在春季新生兒累計擱淺的數量是臺灣西部沿海的三倍，而其他季節除了冬季，也是高於臺灣西部沿海。由圖 2.3.3-10 顯示，春季在馬祖地區近海常有新生兒出現，顯示此時期的馬祖水域是露脊鼠海豚育幼的重要地

區。此外由超過 30 個擱淺露脊鼠海豚胃袋的胃含物發現馬祖常見的魚類、頭足類與甲殼類，並且團隊也在陸地觀察經常目擊鼠海豚在近岸覓食行為，可得知馬祖也是露脊鼠海豚重要的獵場區域（姚等 2020）。上述調查資料符合準則之（Ci）—繁殖區域、（Cii）獵場（IUCN 2018；2021）。

Procedure

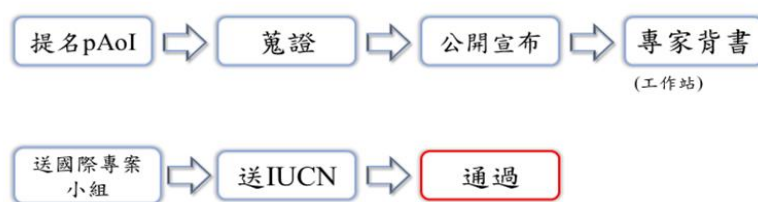


圖 2.3.3-8、國際海洋哺乳動物保護區會議上與後續討論成立國際海洋重要棲地的簡易流程。（註：pAoI 為 preliminary Area of Interest 的簡稱）

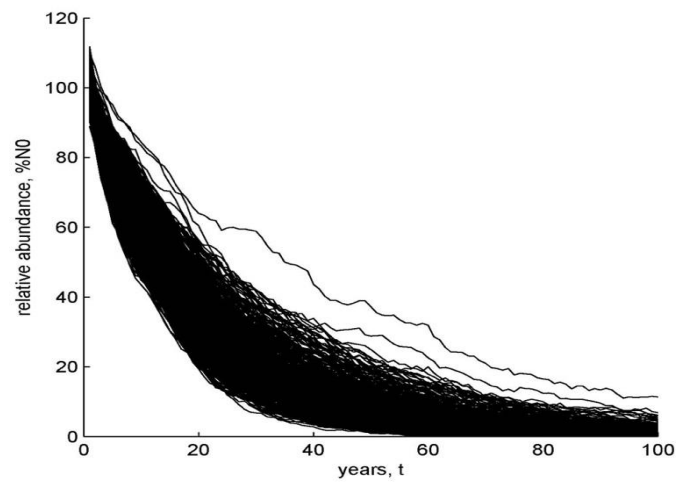


圖 2.3.3-10、馬祖水域窄脊江豚族群的趨勢分析圖。資料來源：姚等 2016。

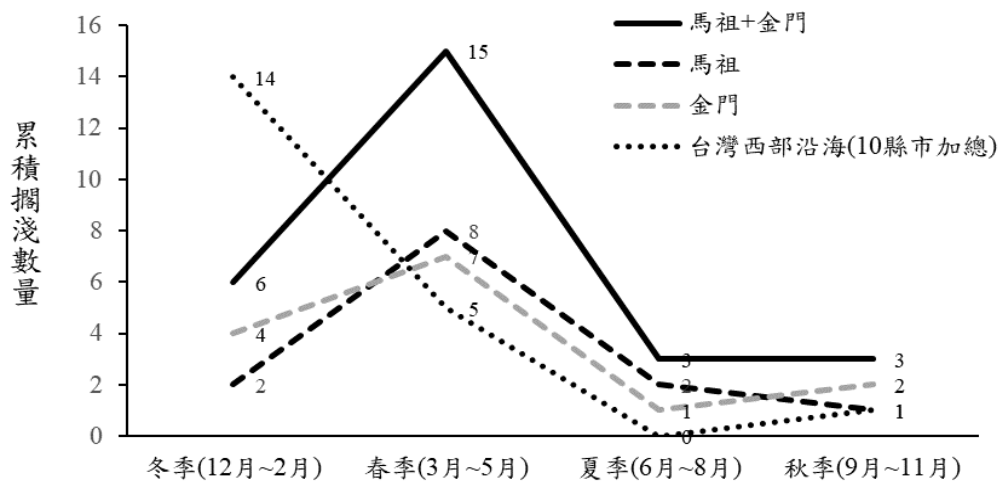


圖 2.3.3-11、1994-2021 年馬祖、金門與西部沿海露脊鼠海豚 (*NEOPHOCAENA* SP.) 新生兒在四季的累積擱淺數量。

根據本計畫去年利用微衛星 DNA 基因座來分析連江縣及鄰近水域之露脊鼠海豚的族群遺傳分化程度（姚等 2020），結果顯示寬脊與窄脊兩個物種間可能存在著較大的繁殖隔離。金馬地區的窄脊露脊鼠海豚屬於同一個族群，其粒線體 DNA 遺傳多樣性指數與大陸長江江豚族群同為東亞水域個族群中最低的（姚等 2008）。寬脊露脊鼠海豚在馬祖的族群與同種的寬脊西台、寬脊香港族群都沒有顯著的族群分化（表 2.3.3-4），推測寬脊馬祖族群若為固定居住在馬祖水域的地區性群體，而在遺傳結構上與香港、西台兩族群各有相似之處，顯示他們可能與位於南邊和東邊的同種族群間的基因交流較大（姚等 2020）。由上顯示，馬祖地區不僅為窄脊露脊鼠海豚的特殊棲地（符合準則 Di—可延續重要基因、行為或生態上獨特性的棲地），馬祖與臺灣之間可能存在寬脊露脊鼠海豚潛在的遷移路線，具有符合 Ciii—遷移路徑之可能性（IUCN 2021）。

由我國中央主管機關審核並公告後，即可成為露脊鼠海豚的重要棲息地預定範圍（Area of Interest，簡稱 AoI）。接著，提交露脊鼠海豚保護區相關資料後，IUCN 專家委員會召開工作會議，將審核我國提出之 AoI 是否達以下四大符合重要棲息地的準則（IUCN 2021），（一）調整並確定劃設範圍、（二）核定成為保護區符合的準則、（三）總結與許可蒐證、和（四）認證所提出的保護辦法。

表 2.3.3-4、根據 7 個微衛星體 DNA 基因座獲得東亞露脊鼠海豚各預設族群間的分化指數 F_{ST} 值

族群	窄脊馬祖	寬脊馬祖	寬脊香港	窄脊黃渤海
寬脊馬祖				
寬脊馬祖	0.108*			
寬脊香港	0.111*	0.016		
寬脊西台	0.126*	0.002	0.062*	
窄脊黃渤海	0.067*	0.116*	0.121*	0.125*

資料來源：姚等 2020

備註：

- 1.當族群分化程度 $F_{ST} < 0.05$ ，表示族群間幾乎沒有遺傳分化
- 2.若 $0.05 < F_{ST} < 0.15$ ，表示族群間的分化程度較低
- 3.若 $0.15 < F_{ST} < 0.25$ ，表示族群間屬於中度分化
- 4.若 $F_{ST} > 0.25$ ，表示族群間屬於高度分化。
- 5.族群分化(以機率值 0.05 為統計顯著值)

參、連江縣露脊鼠海豚面臨之危機

馬祖海域位於閩江河口，近年來處於對岸中國高度的海岸（如機場興建）與海域的開發（如大量的抽砂船越界取砂、海上風場建立）、中國漁船越界操作非永續漁撈作業等壓力；而馬祖本地海岸海域開發（如海岸擴建、橋梁興建）、非永續漁法（如章魚籠、大陸漁工不受限制的漁撈作業），都使露脊鼠海豚的潛在生存威脅增加。

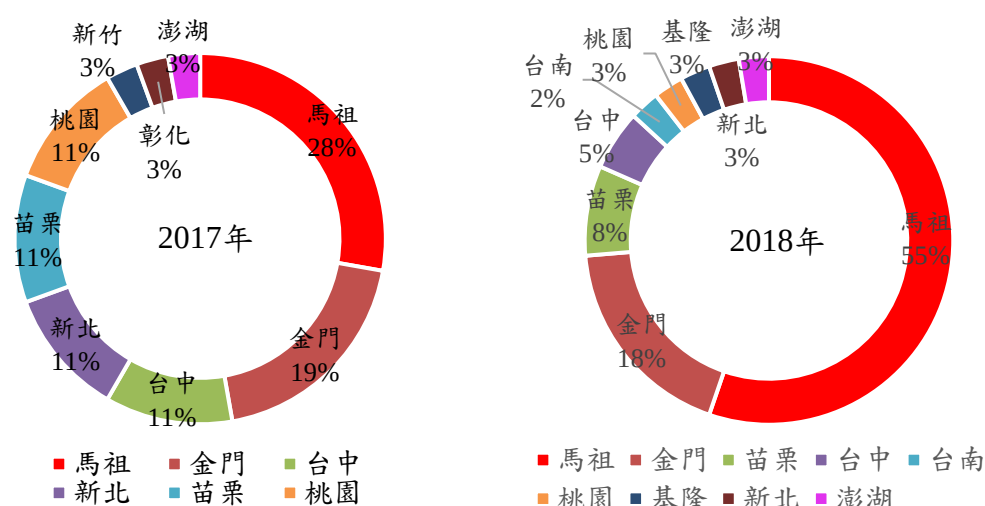
為了使漁獲豐富，漁民常於離岸近處或礁石區放置刺網，當漁具未能如期回收就會被棄置，如同在海底設下陷阱，對海洋生物而言是擺脫不了的夢魘。馬祖自解除戰務以來，在兩岸情勢和緩下使得大陸漁船越界到馬祖海域大肆捕撈。而本縣漁業活動隨著漁具的演進，更開始使用刺網漁具，不僅因混獲而直接死亡，過度捕撈使得漁業資源枯竭也是造成露脊鼠海豚的一大威脅。

此外，研究團隊今年於 55 據點執行陸地觀測時，除了進行鯨豚觀察，期間也會記錄海域內漁業活動。其中於 9 月 1 日上午目擊一艘南竿籍漁船正在使用刺網捕魚，經回報產發處承辦，同時查詢連江縣沿近海域的漁業規範，了解到連江縣目前雖有公告禁止連江縣刺網漁業禁漁區、禁漁期及有關限制事宜，然其管制水域範圍位於九座燕鷗保護區島礁範圍及周邊，在南竿沿近岸則並未有禁止刺網的使用，僅有全面禁止籠具類漁具採捕水產動物（自 2018 年 1 月 19 日起實施本縣海域 6000 公尺內全面禁止籠具類漁具採捕水產動物，其中所稱籠具類漁具，係指蟹籠具、章魚籠具等籠具類漁具）。

除了漁業活動之外，人為活動影響如中國抽砂船在馬祖海域進行非法抽砂行為造成底棲在海底沙裡面的生物面臨危機，更使連江縣的鯨豚間接受到影響，甚至造成海岸流失如南北竿、大坵、高登等島沙灘已裸露出礫石。抽砂作業雖然不像打樁或爆破等人為活動嚴重且立即的影響，但中長期的抽砂作業造成棲地環境的改變，而進而影響到鯨豚的覓食與

生殖等層面（Pirodda *et al.* 2013; Todd *et al.* 2015）。據當地熟悉海岸巡防的弟兄之說明，在違法抽砂船的查緝上，海巡署會全天候監測海面詭異行蹤之船舶，當大陸船隻進入我國領海內，將回報給相關執法部門前往現場查緝並會持續追蹤其動向。雖然我國針對違法海域抽砂會進行追蹤、查緝與執法，並且也有劃設馬祖燕鷗保護區，然而，團隊在每次執行陸地觀察時，在燕鷗保護區之一的瀏泉礁周圍經常發現滿佈的大陸籍抽砂船，顯示著可能在執法人力與力道上有不足之處。未來在鯨豚保護區成立後，主管機關該如何有效執法，是保護區的重要課題。

根據 MARN 海保署擱淺網以及本團隊資料庫的擱淺紀錄，自 2017 年至 2021 年 9 月 30 日各縣市擱淺死亡的露脊鼠海豚累積數量比較，發現連江縣露脊鼠海豚的擱淺數量是所有縣市最高者（圖 2.3.3-12）。尤其今年，甚至有 10 隻露脊鼠海豚擱淺案例集中在四月份。馬祖地區具有高比例的露脊鼠海豚擱淺，可能是因為本地水域的鼠海豚數量較高之外，另一種可能性是海域的人類活動與開發度強、威脅度較高，因而導致死亡率增加而擱淺。



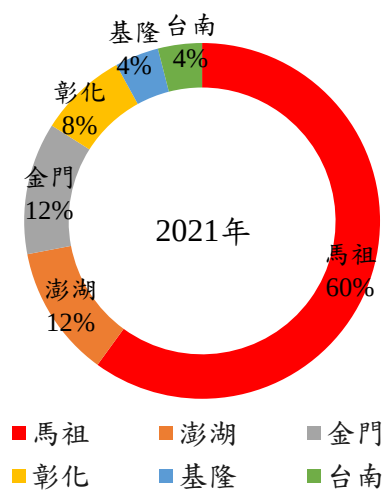
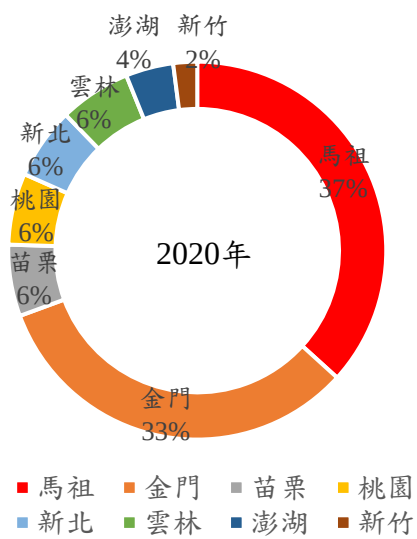
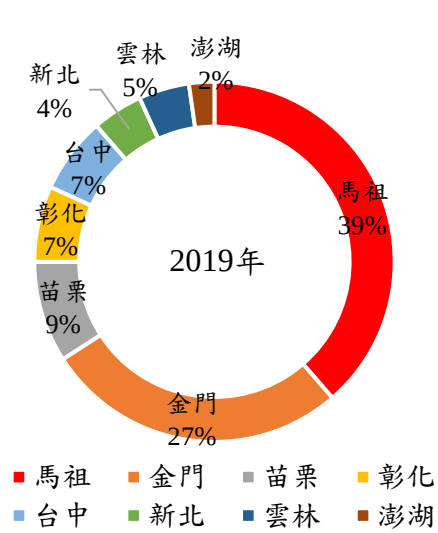


圖 2.3.3-12、2017 年至 2021 上半年
之台灣西部沿岸與離島沿岸
各縣市有記錄到的露脊
鼠海豚(*NEOPHOCAENA*
SP.)擱淺數量。

離岸海堤的建設將會直接影響津沙近海活動的露脊鼠海豚族群，因該建設於施工的過程中會有大量來往的施工船隻，並且產生低頻段的噪音，將會對其海域中的露脊鼠海豚及其他齒鯨造成影響。齒鯨類動物可以聽到低到 40-75 Hz 的聲音 (Richardson & Würsig 1997)，而這是許多工業活動產生聲音的範圍 (Piwetz *et al.* 2021)。若於野生動物棲息地中的開發，應執行環境影響評估，擬定妥適之施工計畫，並應提出相關改善工程之建議，例如在整體水域環境屬高度敏感區域，有 I 級保育類露脊鼠海豚棲息於此，後續應提及迴避、減輕與保護作為。如秋冬季節為露脊鼠海豚育幼季節，在施工區域及鄰近範圍內，需執行水下噪音監測並根據國際標準實施水下噪音值的管控，或者是將施工噪音較大的工程項目 (例如打樁) 的施工期程限制於夏季期間完成。

馬祖海域為露脊鼠海豚繁殖育幼的重要場所，露脊鼠海豚族群在此海域已受到高度的生存壓力，建議主管機關應避免加諸過多的人為干擾，如海岸工程執行前應審慎評估，更建議本縣應持續評估露脊鼠海豚族群數量、並逐步籌備劃設保護區之工作如範圍劃設及研擬相關管制規範與查緝執法工作。

肆、露脊鼠海豚長期監測保育示範區劃設範圍

就陸地觀察紀錄而言，依據 2005 年秋季至 2008 年夏季的目擊率結果，露脊鼠海豚最容易目擊的點位在南竿西南面近海域，大致是從 55 據點到鐵堡之間的制高點觀測，均屬於露脊鼠海豚，夏季平均每小時目擊率較低，在秋天到隔年春天有比較高的目擊率 (姚等 2013)。依據 2016 年至 2020 年的目擊資料，亦顯示 55 據點仍為鯨豚目擊率高之最佳保育候選區之一，而 51 據點雖於 2020 年無目擊紀錄，歷史數據及近 3 年研究團隊自主調查時曾目擊鯨豚多次，因此亦可考量 51 據點外水域作為保育之候選區域。就海上調查而言，除今年度的工作項目有海上調查之外，馬祖地區目前僅有 2007 年的調查資料可作為參考依據，該年度在執行 12

趟次海上生態調查，結果顯示於南竿西側及北竿東北側有較高的目擊率（圖 2.3.3-13）。整合歷年連江縣陸地觀測與海上調查資料，以南竿西側與南側的海域為鯨豚較常出沒之海域。

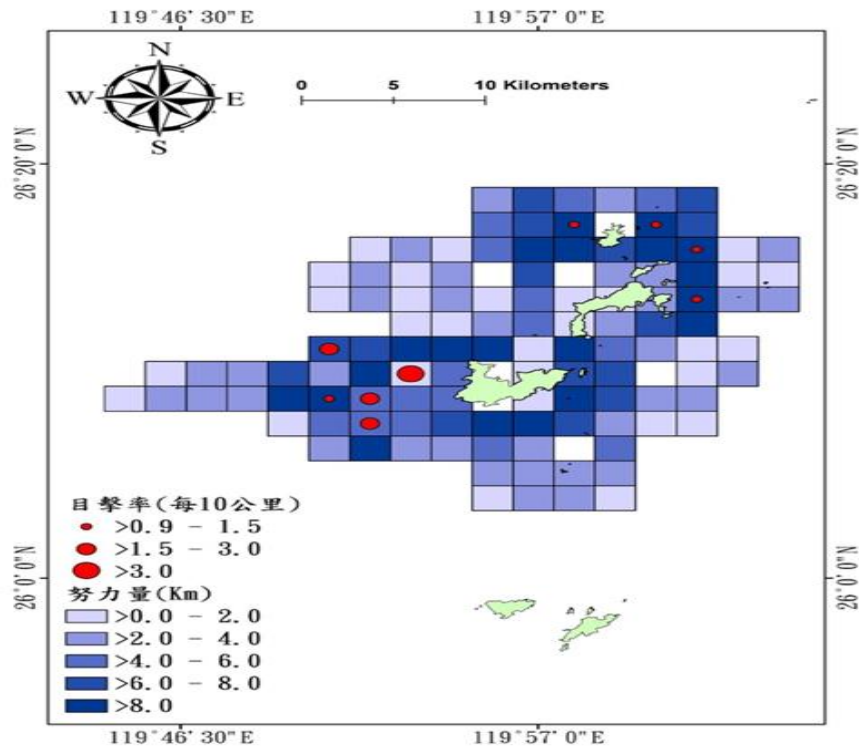


圖 2.3.3-13、2007 年 5 月至 9 月海上穿越線調查，當時的努力量與目擊率。

露脊鼠海豚在馬祖金門沿海一帶，在春季時新生豚累計擱淺的數量是臺灣西部沿海的三倍，而其他季節除了冬季，也是高於臺灣西部。為了露脊鼠海豚族群的存續，應該於重要繁殖季節維護他們的生存安全。研究團隊建議本縣可於南竿南面至劉泉礁的海域範圍內初步劃設禁漁區和生態研究示範區(圖 2.3.3-14)，示範區邊界轉折點座標如表 2.3.3-5，選定本區作為長期監測保育示範區，乃是基於過去至今的鯨豚生態觀察科學資料、拜訪當地關心海洋保育的居民、在線工作本地船長的意見等；並為避免權益關係人的反對爭議，拖延示範區的成立，選址亦避開已知現在與未來十年內已核定將進行海岸與海洋開發的區域。綜合以上考量，我們建議以前述南竿西南的近岸海域作為長期監測保育示範區的候選區域，本區禁止拖網、流刺網、圍網、定置網、延繩釣、籠具(如章魚籠)等已知造成鯨豚混獲及破壞性漁法作業。

表 2.3.3-5、連江縣露脊鼠海豚初步劃設保護示範區範圍轉折點座標
(WGS84 座標系統)。

編號	經度			緯度		
	度	分	秒	度	分	秒
1	119	54	34.6	26	08	39.2
2	119	55	28.3	26	08	15.7
3	119	54	33.9	26	05	21.0
4	119	57	44.4	26	05	07.2

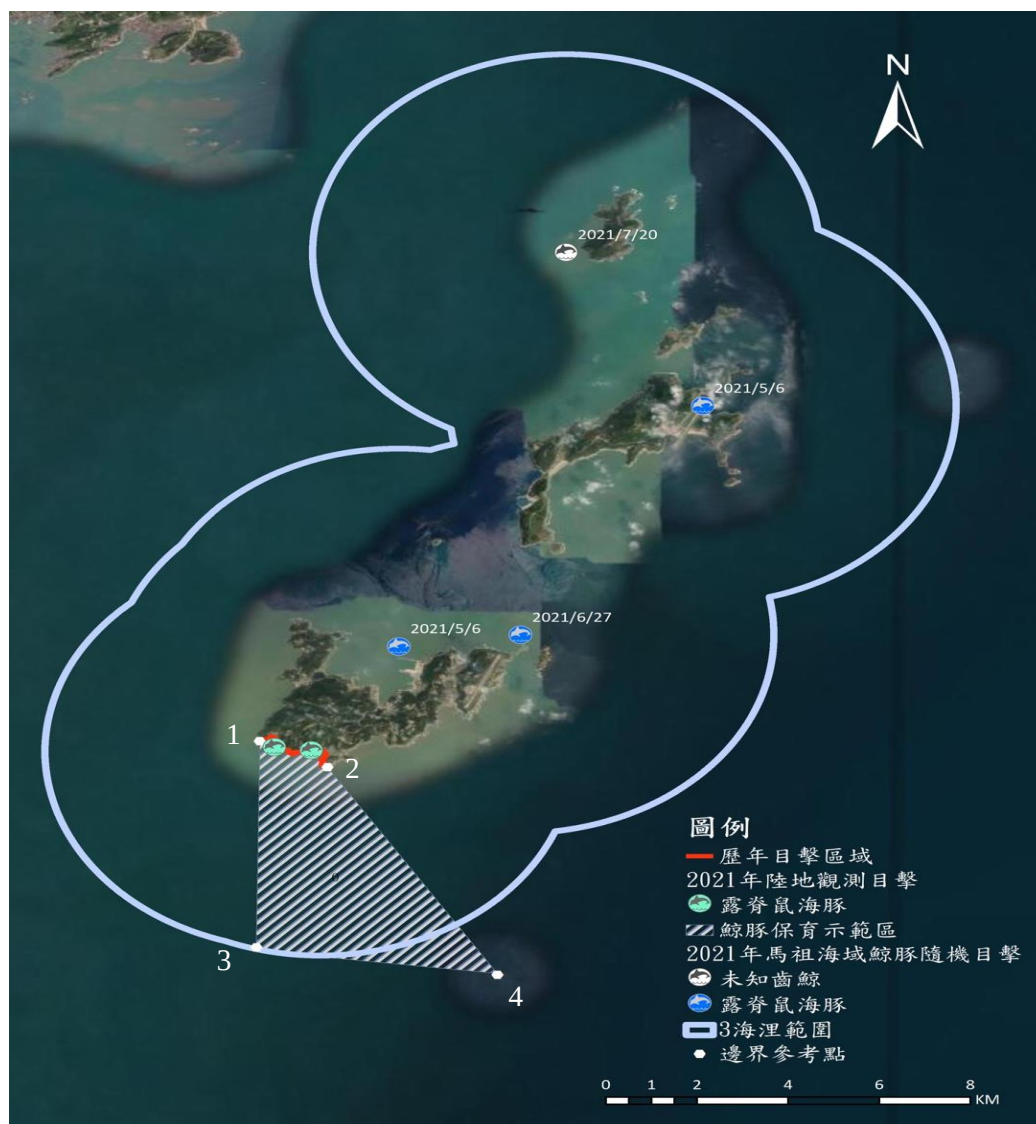


圖 2.3.3-14、南竿西南近岸海域露脊鼠海豚長期監測保育示範區規劃圖。斜線區為規劃建議區。以連江縣在南竿鄉西南邊的海域，陸岸東起大漢據點經由 51、至 57 據點為最西界，分別以東界與西界點往正南向海域向外延伸 3 海浬的近岸區域，作為未來連江縣的「露脊鼠海豚長期監測保育示範區」。

研究團隊在 55 據點進行陸地觀測調查時，在時常發現露脊鼠海豚覓食範圍內，可發現有漁船在使用刺網捕魚，也可發現採砂船的蹤跡。因此本計畫建議至少根據下面兩項法源，選擇一處合適的近岸海域成為露脊鼠海豚的保護監測區：

1. "海洋保育法草案（2019 年 12 月）的第三章，關於海洋生物保育與復育，十六條：主管單位得會商其他目的事業主管機關，公告禁止部分遊憩或管理遵守事項、船舶航行與活動作業之限制、採捕器械的管理、其他人為活動的管制。縣（市）主管機關公告前應報由中央主管機關核定。第十九條：得設置海洋保育觀察員，於船舶、海洋設施、海洋工程或其周圍從事觀察、監測及搜集資料之任務。"

2. "漁業法第四十四條第一項第四款，關於「拖網漁船禁漁區位置及有關限制事宜」（中華民國 106 年 3 月 28 日行政院農業委員會農漁字第 1061325711A 號公告修正全文共 4 點）包含：禁止拖網漁船於距岸三哩內拖曳網具作業或投網、揚網。禁止總噸位五十以上拖網漁船於距岸十二哩內拖曳網具作業或投網、揚網。禁止拖網漁船攜帶或使用滾輪式漁具出港作業。"

如能順利推動劃設本區為露脊鼠海豚的監測保育示範區，除了以生態系調查方式長期從事本區的生態基線資料蒐集，並同時以公民科學家培訓活動為手段，結合周邊社區居民參與監測與巡護，再基於長期海洋生態基線資料而規劃推動相關的永續生態觀光活動，期望為本海域成為露脊鼠海豚族群的保育示範區，達成保育、環境教育和民生需求多贏的目的。

伍、連江縣鯨豚保護區管理重要工作

依據海洋保育法草案之第七條及第八條，其明定主管機關得劃定海洋庇護區及其劃定範圍。草案第九條至第十三條明定海洋庇護區得區分核心區、緩衝區及永續利用區，並採行不同規範密度之管制事項。草案第十六條及第十七條為強化保育海洋生物，主管機關得會商其他目的事業主管機關公告海洋遊憩、船舶海上航行、採捕器械使用等之限制、禁止或應遵守事項，及相關預告程序。草案第二十一條及第二十二條明定推廣海洋保育、生物多樣性教育課程及參與國際合作。劃定更多保護區範圍。未來保護區重要工作應擬定適應性管理計畫，由中央主管機關應會商有關機關訂定整體海洋保護區管理計畫，報請行政院核定後實施，並至少五年檢討一次其有效性並修正方向。其計畫內容應包括計畫範圍、計畫目標、海洋保護區分類及分級、海洋保護區之規劃及管理、海洋保護區之監測、海洋保護區之檢討及成效評估及其他與海洋保護區管理有關之事項。

二、連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估

調查時程與航線努力量

春季調查

春季調查於 2021 年 5 月 12 日與 13 日共進行四趟次的海上調查，租用大坵二號（圖 2.4.3-1）依照原定之航線，以慢速航行，由三位觀察人員於船隻前甲板觀測，於觀測點填寫調查努力量表與環境因子（圖 2.4.3-2(A)）。另由兩位量測人員於船隻後方甲板協助觀測海面是否有鯨豚的蹤跡，並在各測點進行聲景資料與水文資料的採樣（2.4.2-1、圖 2.4.2-2 和 2.4.3-4(B)）。本次春季調查期間風浪平穩，全部航行時間為 17.2 小時，航線 A、B、C 及 D 的總航行時間為 15.4 小時（扣除進出港與航線間的交通），各航線航行時間約 3-4 小時，航行距離為 19-34 公里。各測站停留約 4-6 分鐘進行水質與聲景之採樣，因此航線上時間為 11.2 小時，海上調查航線長度共計 105.7 公里。各航線實際努力量請見表 2.4.3-1，調查航跡如圖 2.4.3-3。



圖 2.4.3-1、春季調查使用之船隻—大坵二號。

(A)

(B)

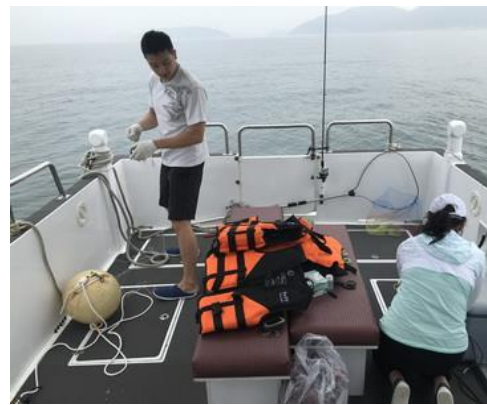
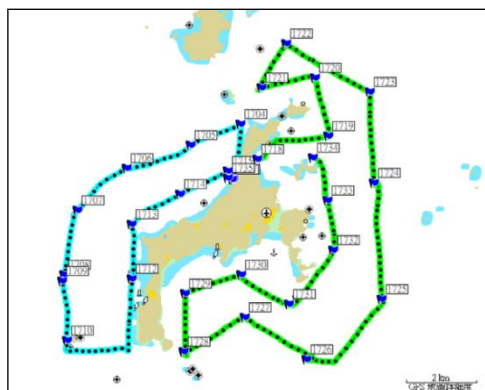


圖 2.4.3-2、海上調查實際工作狀況 (A)主要觀測人員在前甲板搜尋鯨豚並記錄天氣海況與航行努力量表、(B)後甲板為量測人員在進行採集水質與收錄聲景資料之工作區域。

表 2.4.3-1、春季調查中各航線的時間與長度努力量表

日期		開始時間	結束時間	航行時間	航行距離	航線時間
2021.05.12	航線A	07:12	10:12	3.0 小時	19.9 公里	2.1 小時
	航線B	10:45	15:41	4.9 小時	34.1 公里	3.7 小時
2021.05.13	航線C	06:56	10:17	3.4 小時	22.3 公里	2.3 小時
	航線D	10:28	14:37	4.1 小時	29.4 公里	3.1 小時
共計				15.4 小時	105.7 公里	11.2 小時

(A)



(B)

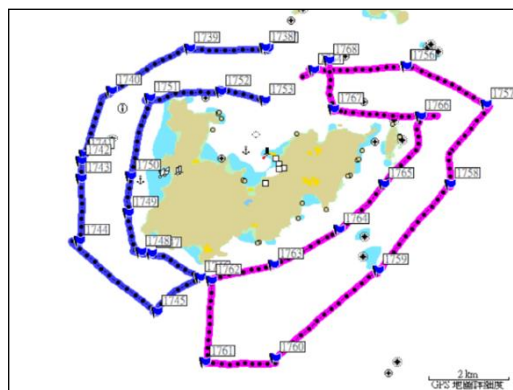


圖 2.4.3-3、本季調查船隻實際航跡與測站點圖。(A)為北竿的 A、B 航線、(B)南竿之 C、D 航線。

夏季調查

夏季調查於 2021 年 8 月 30 日至 9 月 2 日共計進行四航線的海上調查，租用梅花公主號（圖 2.4.3-4），依照原定之航線，以慢速航行（時速 8-12 公里/小時），由三位觀察人員輪流於船隻前甲板觀測，於觀測點填寫調查努力量表與環境因子（圖 2.4.3-5）。因 8 月 30 日至 31 日逢東北風吹拂，海況不適合進行北側海域，因此將航線調整為進行北竿西南側與南竿內側，風浪超過蒲甫四級浪的海域則關閉調查返航。

夏季調查總航行時間為 19.4 小時，扣除進出港與航線間的交通路途，航線 A、B、C 及 D 的總航行時間 14.5 小時，各航線總航行時間約 2.7-4.9 小時，航行距離為 19-35 公里。各測站停留約 4-6 分鐘進行水質與聲景之採樣，因此航線上時間為 9 小時，共調查長度為 104.6 公里。各航線實際努力量請見表 2.4.3-2，調查航跡如圖 2.4.3-6。



圖 2.4.3-4、夏季調查使用之船隻—梅花公主號。前甲板為搜尋鯨豚與記錄天氣海況與航行努力量表。後甲板為採集水質與收錄聲景資料的工作區域。



圖 2.4.3-5，航線上各測站記錄環境因子，及船長依航線行駛。

表 2.4.3-2、夏季調查中各航線的時間與長度努力量表

日期	航線	開始時間	結束時間	航行時間	航行距離	航線時間
2021.08.30	航線D_01	07:25	09:00	1.6 小時	11.0 公里	0.9 小時
	航線C_01	09:00	09:51	0.9 小時	6.4 公里	0.5 小時
	航線B_01	10:25	11:15	0.8 小時	5.7 公里	0.5 小時
2021.09.01	航線B_02	06:50	10:09	3.3 小時	24.5公里	2.3 小時
	航線D_02	10:14	11:54	1.7 小時	12.3公里	1.1小時
	航線C_02	11:54	14:34	2.7 小時	20.0 公里	1.6小時
	航線A_01	14:57	16:39	1.8 小時	11.8公里	0.9 小時
2021.09.02	航線B_03	05:47	06:35	0.8 小時	5.9公里	0.5 小時
	航線A_02	07:12	08:04	0.9 小時	7.0 公里	0.7小時
共計				14.5 小時	104.6 公里	9.0 小時

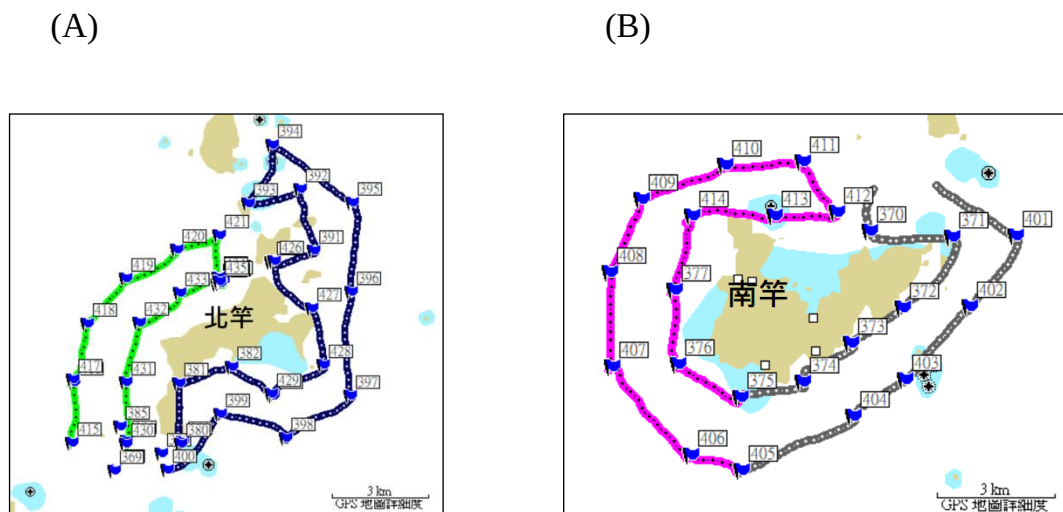


圖 2.4.3-6、本季調查船隻實際航跡與測站點圖。(A) 為北竿的 A、B 航線、
(B)南竿之 C、D 航線。

年度調查結果

本年度共進行春夏兩季，於四條設定航線各調查一次的海上目擊觀測，並無觀測到任何鯨豚的目擊。總努力量在航線上調查 210.3 公里，

20.2 小時，航行範圍與航線如圖 2.4.3-7，以 1x1 公里網格化後於南北竿海域的空間分布範圍如圖 2.4.3-8。

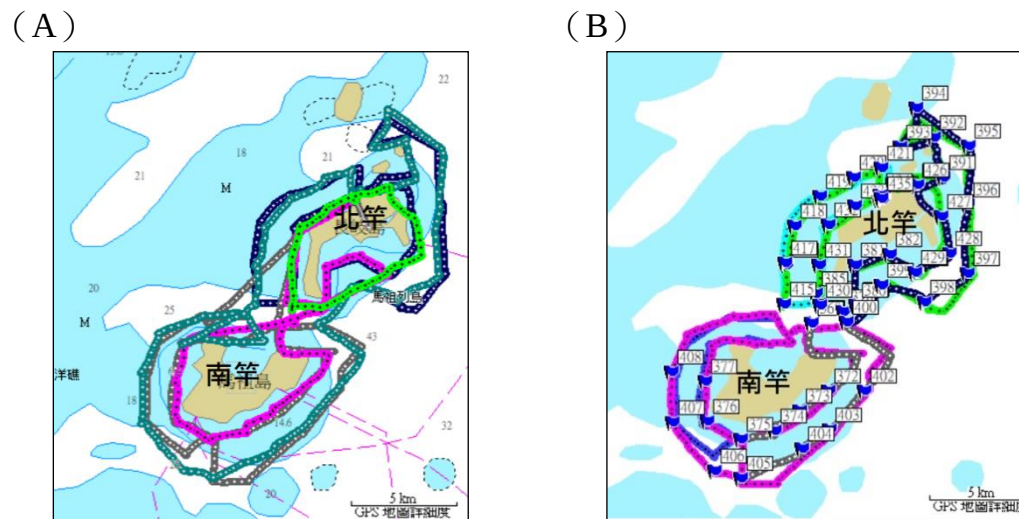


圖 2.4.3-7、本年度兩季之航線涵蓋南北竿水域，(A) 總航跡與(B) 實際調查航線。

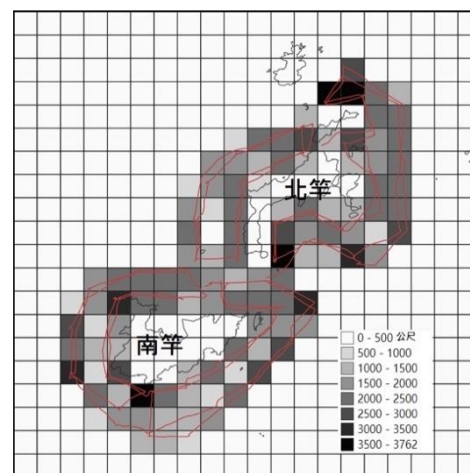


圖 2.4.3-8、本年度春夏兩季調查總努力量 (航線長度) 的 1x1 公里網格化空間分布 (色階為航線長度範圍，除少數轉折點外，調查努力量在兩島各海域相當平均)，紅色線條為實際調查航。

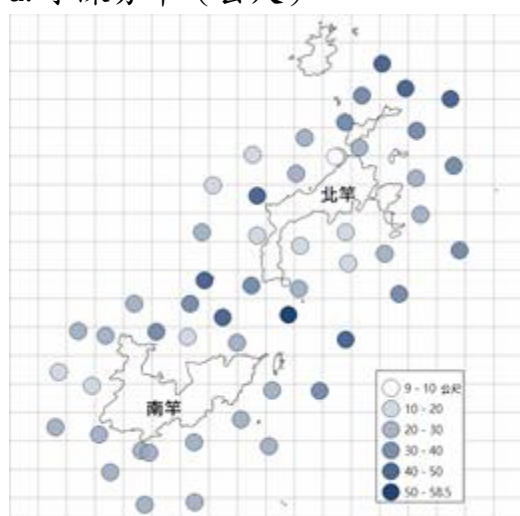
環境因子 春季調查

四條航線上共 53 個測站，所記錄之水深、表層海水水溫、表層海水鹽度與 pH 值如表 2.4.3-3、圖 2.4.3-9。近岸航線的水深範圍為 10-40 公尺，離岸則為 10-48 公尺間，馬祖海域的海底地形較為平坦，水深範圍的變化不大。表層海水水溫在春季末仍相當低，介於攝氏 21.7–23.7 度之間，南竿海域的水溫變化稍大。表層鹽度受到河口注入淡水的影響，介於 27.9-32.0‰ 之間，航線之間的鹽度無差異。表層海水的酸鹼值亦相當穩定，各測站值範圍為 8.22–8.38 間。

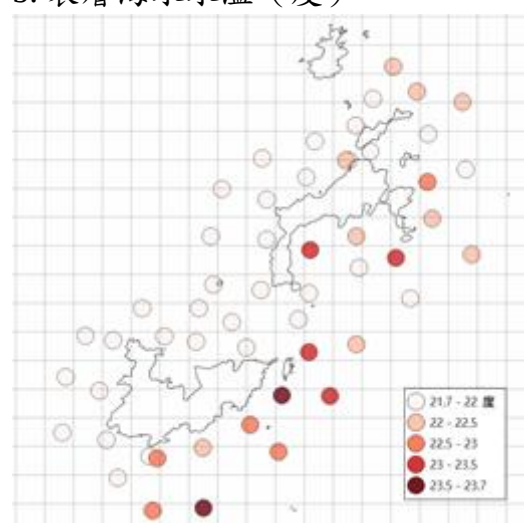
表 2.4.3-3、春季各航線近岸與離岸測站的水文環境因子表 (平均值 ± 標準差)。

	水深 (公尺)	表層水溫 (度)	表層鹽度 (‰)	pH 值
北竿近岸 (n=15)	23.9 ± 8.8	22.2 ± 0.5	30.3 ± 1.2	8.3 ± 0.03
北竿離岸 (n=13)	31.0 ± 10.5	22.0 ± 0.2	30.0 ± 1.1	8.3 ± 0.03
南竿近岸 (n=11)	24.6 ± 6.8	22.4 ± 0.6	31.1 ± 0.6	8.3 ± 0.04
南竿離岸 (n=14)	30.1 ± 10.1	22.3 ± 0.7	30.8 ± 0.5	8.3 ± 0.05
調查海域 (n=53)	27.4 ± 9.5	22.2 ± 0.5	30.5 ± 1.0	8.3 ± 0.04

a. 水深分布 (公尺)



b. 表層海水水溫 (度)



c. 表層海水鹽度 (ppt‰)

d. 表層海水酸鹼度 (pH 值)

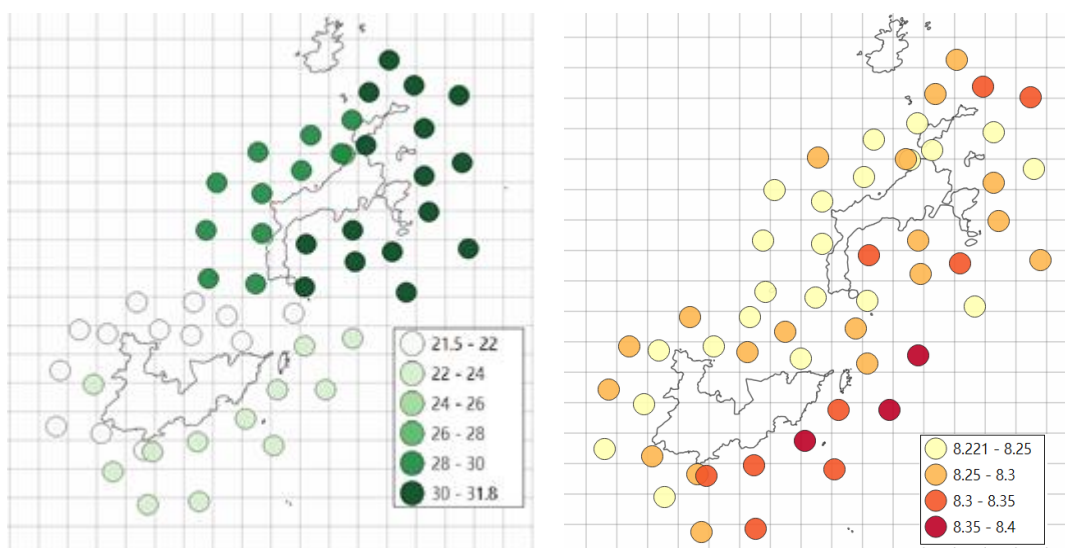


圖 2.4.3-9、春季調查各測點環境因子之分布圖

夏季調查

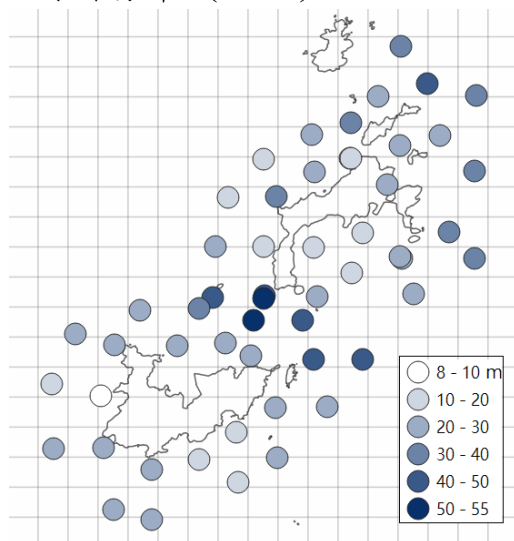
四條航線上各測站所記錄之水深、表層海水水溫、表層海水鹽度與 pH 值如表 2.4.3-4、圖 2.4.3-10，近岸航線的水深範圍為 8-55 公尺，離岸則為 18-47 公尺間，馬祖海域的海底地形較為平坦，水深範圍的變化不大，水深處主要在南北竿之間。表層海水水溫在夏末季提高，介於攝氏 25.3 – 27.7 度之間，南竿東南側海域的水溫較高且變化稍大。表層鹽度則受到淡水注入減少，與春季不同轉變為相當穩定，介於 32.7-33.8‰ 之間，航線之間的鹽度無差異。表層海水的酸鹼值亦相當穩定，各測站值範圍為 8.29–8.52 間。

表 2.4.3-4，夏季各航線近岸與離岸測站的水文環境因子表 (平均值 ± 標準差)

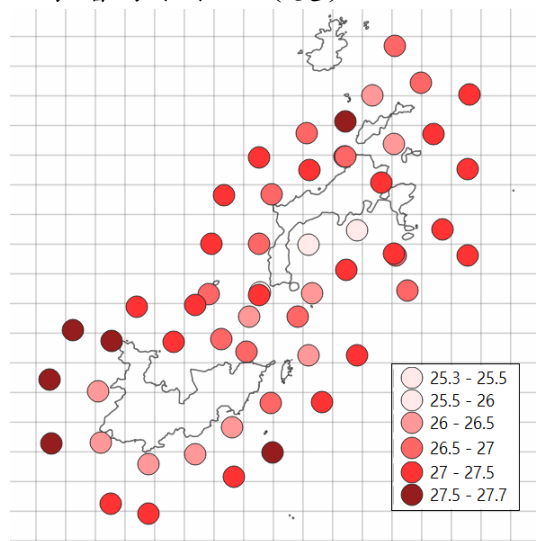
	水深(公尺)	表層水溫(度)	表層鹽度(‰)	pH值
北竿近岸 (n=17)	27.5 ± 11.3	26.8 ± 0.6	33.6 ± 0.1	8.4 ± 0.06
北竿離岸 (n=13)	29.2 ± 9.1	27.1 ± 0.4	33.6 ± 0.1	8.4 ± 0.05
南竿近岸 (n=12)	25.7 ± 12.1	26.6 ± 0.5	33.3 ± 0.2	8.4 ± 0.03
南竿離岸 (n=12)	30.0 ± 8.9	27.4 ± 0.3	33.3 ± 0.3	8.4 ± 0.06

調査海域 (n=54)	28.0 ± 10.3	26.9 ± 0.6	33.5 ± 0.3	8.4 ± 0.04
-------------	-------------	------------	------------	------------

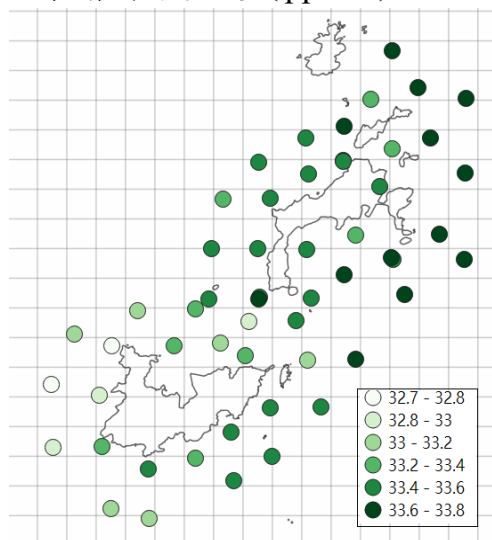
a. 水深分布（公尺）



b. 表層海水水溫（度）



c. 表層海水鹽度（ppt ‰）



d. 表層海水酸鹼度（pH值）

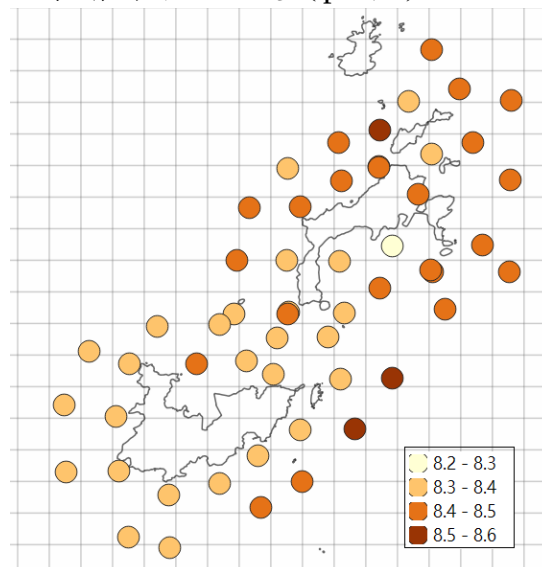


圖 2.4.3-10、夏季調查各測點環境因子之分布圖

討論

本年度鯨豚目擊率

本年度調查並無鯨豚目擊，春季除了部分航線曾受到細雨與濃霧影響能見度外，其他的航程海況平穩，浪級為 0-1 級（少數水道區域達到 2 級），為相當適合使用目視調查的情形，主要兩位調查人員在搜尋鯨豚的經驗豐富且多次於陸地觀測觀察過露脊鼠海豚的活動，因此遺漏海豚出現的機率並不高。根據長江水域兩隻裝設潛水紀錄器的露脊鼠海豚研究結果顯示，露脊鼠海豚的潛水時間為 0.5-1.5 分鐘 (Akamatsu *et al.* 2002); 及香港海域透過目視紀錄的觀察露脊鼠海豚群體水面活動，潛水時間也

以 1.5 分鐘為主，少數能達 2 分鐘 (Beasley & Jefferson 2002)。因此本調查的搜尋範圍與航速應能有效目視到露脊鼠海豚的活動。但夏季調查受到天候影響，海況多為三級浪與海面有小碎浪，對於目視觀測可能會受到干擾。此外，調查船隻的高度不足也影響目視視野範圍，日後可與船家協調加高觀測平台之高度。

本季調查的低發現率可能有幾個原因：(1) 於露脊鼠海豚出沒的季節晚期，根據連江縣部分地區的陸地觀測的目擊率與擱淺事件的發生率主要以東北季風時期的秋冬季為主 (姚等 2013)。(2) 露脊鼠海豚的豐度下降，因此發現率可能也更低。於調查期間，船長表示以往海上作業時期於冬末春初可見到露脊鼠海豚，有時有數隻。也會見到其他種類的鯨豚，往往於表層的小型魚群有關。近年來漁獲較少，今年航行於北竿周邊亦沒有目擊過露脊鼠海豚。(3) 調查的努力量尚低，由於露脊鼠海豚的目擊發現率不高，因此目前四航線於春夏兩季僅各航行一次之調查量仍屬不足。

在航線上，本調查船隻行進速度僅 4-5 節 (平均船速為 4.7 海浬/小時)，緩慢的船速是為了避免漏失觀察到動物活動，但因受到船隻高度的影響，視野範圍較狹小，日後如能增高觀察者的位置，將可擴大航線周邊的調查範圍。在航線上除了視覺調查鯨豚蹤跡外，另外亦可輔以水下聲音記錄設備 (如於船隻後方拖曳 A tag)，確認水下是否有偵測到鯨豚的活動 (Zhao *et al.* 2008)。

三、連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估

調查努力量

春季海上調查於 5 月 12 日與 5 月 13 日作業，依據研究計劃書所規畫之穿越線，搭乘娛樂漁船分別繞行連江縣北竿與南竿島，在 4 趟次海上穿越線調查期間，共完成定點採樣 51 筆資料，分別在北竿海域收集了

27 筆、在南竿海域收集了 24 筆水下錄音（表 2.5.3-1）。夏季海上調查於 8 月 30 日至 9 月 2 日間進行，在 4 趟次海上穿越線調查期間，共完成定點採樣 51 筆資料，分別在北竿海域收集了 27 筆、在南竿海域收集了 24 筆水下錄音（表 2.5.3-2）。由於受到風浪影響，每一條航線都耗費兩天以上的時間才能完成所有的錄音測站。

表 2.5.3-1、春季海洋聲景調查之日期、錄音時間以及錄音資料長度

調查地點 與航線	調查日期 (2021年)	開始錄音時間 (時：分： 秒)	結束錄音時間 (時：分： 秒)	有效錄音長 度(分鐘)
北竿西側	5/12	07:28:50	10:15:30	33.2
北竿東側	5/12	10:47:30	15:32:20	48.8
南竿西側	5/13	06:56:50	10:17:00	36.7
南竿東側	5/13	10:28:00	14:27:10	38.3

表 2.5.3-2、夏季海洋聲景調查之日期、錄音時間以及錄音資料長度

調查地點 與航線	調查日期 (2021年)	開始錄音時間 (時：分： 秒)	結束錄音時間 (時：分： 秒)	有效錄音長 度(分鐘)
北竿西側	9/1-9/2	07:04:40	16:25:30	31.0
北竿東側	8/30-9/2	06:03:30	11:18:40	44.0
南竿西側	8/30-9/1	09:02:00	14:33:40	33.3
南竿東側	8/30-9/1	07:22:20	11:53:30	37.7

聲源特徵分析

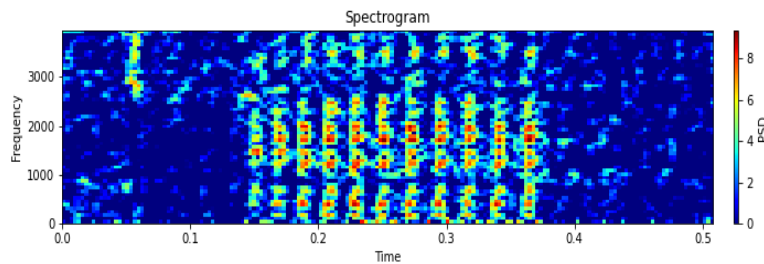
雖然本計畫並未在水下錄音中偵測到任何鯨豚的聲音，但我們仍然透過人工監聽方式辨識出馬祖南北竿海域的魚類合唱、甲殼類動物發聲以及船隻行駛噪音，並透過聲音的波形圖、功率頻譜以及高解析度頻譜圖來分析每一種聲音的特徵。

魚類聲音

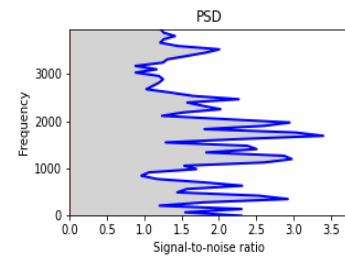
魚類聲音通常由一連串脈衝波構成，主要的頻率介於 0.5-4 kHz 之間，在高解析度的時頻譜圖上會呈現出數道長條的脈衝聲波訊號，時間長度

通常介於 0.1-0.5 秒（圖 2.5.3-1）。這些聲音在河口或是沿岸海域，通常是由石首科魚類發出，牠們能藉由肌肉擠壓魚鰾，產生震動發出一連串的噠噠聲。

(A)



(B)



(C)

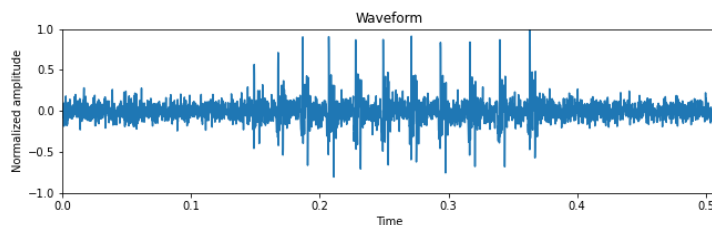


圖 2.5.3-1、石首魚聲音之範例。(A) 為高解析度時頻譜圖，呈現聲音隨時間（橫軸）與頻率（縱軸）的變化特性，在本範例中石首魚聲音大約出現在 0.15-0.38 秒之間。(B) 功率譜密度之平均值，呈現出石首魚聲音的主要能量約在 0.5-4 kHz 之間。(C) 該筆聲音之波形圖，共有 11 個脈衝聲波。

甲殼類動物聲音

常見的發聲甲殼類動物以槍蝦為主，其發出的寬頻脈衝聲波，主要能量分布於 3 kHz 以上的頻率範圍（圖 2.5.3-2）。其發聲原理為透過快速閉合大螯後產生的氣泡在破碎之後所形成的高強度聲音，因此其聽起來非常短促，當海底有許多甲殼類動物集體發聲時，就會產生如同油鍋般滋滋響般的聲音。

(A)

(B)

(C)

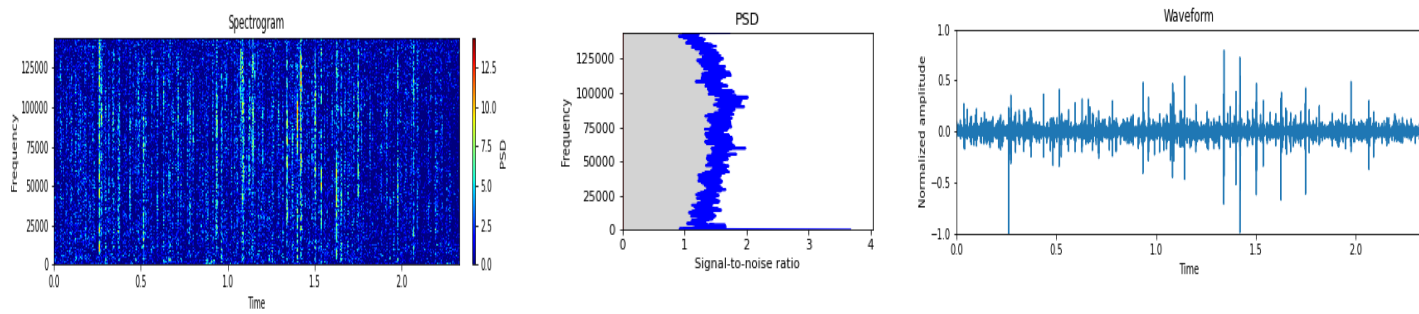
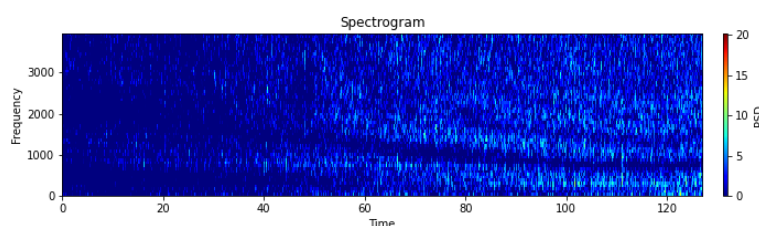


圖 2.5.3-2、甲殼類動物聲音範例。(A) 高解析度時頻譜圖。呈現聲音隨時間 (橫軸) 與頻率 (縱軸) 的變化特性，在本範例中甲殼類動物聲音隨機出現於整段錄音中，脈衝聲波相當多且強度不一，每一次的脈衝聲波會以一條細長的寬頻訊號呈現，脈衝聲波相當多且強度不一。(B) 功率譜密度之平均值，可觀察到脈衝聲波的大部分能量皆分布於超音波範圍。(C) 波形圖。

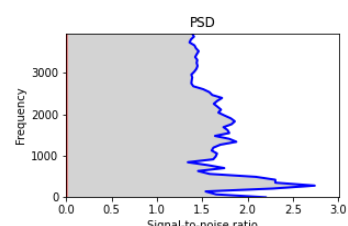
船隻噪音

在馬祖海域收錄到的人為活動噪音，主要來自於交通船與漁船航行的噪音（圖 2.5.3-3），以及抽砂船的作業噪音。這些船隻噪音的頻率大多分布在 4 kHz 以下，隨著船隻與水下錄音機之間的相對距離變化，會在頻譜圖中出現 U 形的干涉圖樣，且聲音強度也隨之提高。

(A)



(B)



(C)

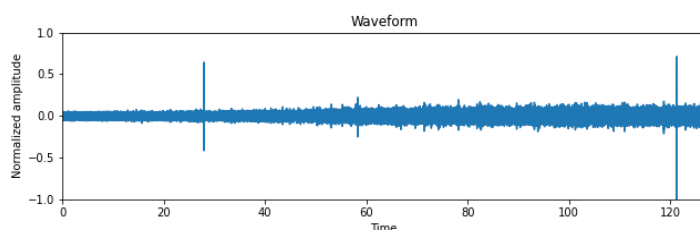


圖 2.5.3-3、交通船噪音範例。(A) 高解析度時頻譜圖。呈現聲音隨時間（橫軸）與頻率（縱軸）的變化特性，從 40 秒開始到 80 秒處為交通船接近水下錄音機的階段，在 120 秒處則為交通船最接近水下錄音機的時間。(B) 功率譜密度之平均值，可觀察到噪音能量最強分布在 1 kHz 以下。(C) 波形圖，可發現聲壓值隨著船隻接近逐漸上升。

長期時頻譜圖

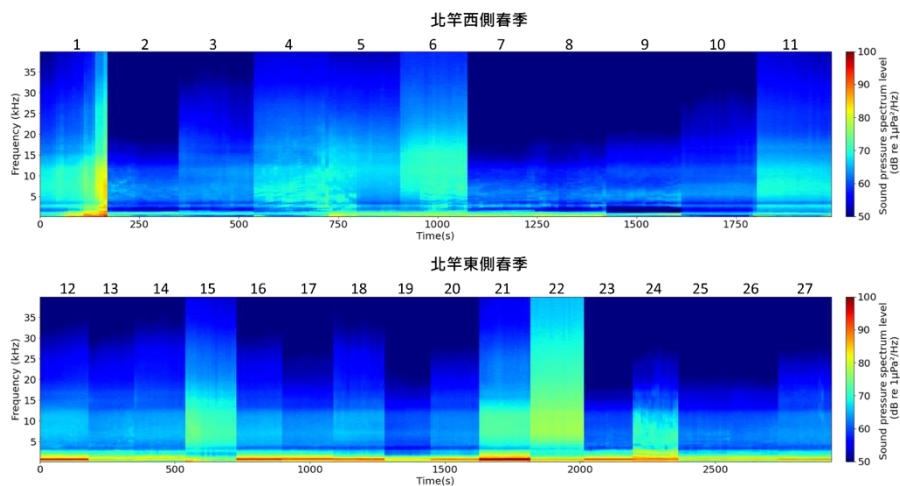
透過長期時頻譜圖可以觀察到南北竿海域的海洋聲景特性，也能夠判讀每個錄音樣點的水下錄音大致上收到那些聲音。例如：在北竿西側春季的第1號樣點處，可以觀察到在錄音末端有異常的聲音能量出現，而且大幅影響了低於12 kHz以下的頻率範圍。經過人工監聽原始錄音後，我

們發現這些訊號主要來自於船隻航行的水下噪音，調查過程中也在當地目視道交通船航行。

春季調查結果

從春季的長期時頻譜圖（圖2.5.3-4）可以觀察到魚類合唱、甲殼類動物發聲以及船隻行駛噪音，魚類合唱主要分布在 0.5-4k Hz 的範圍，且東側海域的聲音強度較西側海域高。甲殼類動物發聲主要分佈 4kHz 以上的頻率範圍，無論在南北竿哪一側海域都可以偵測到。此外，在部分錄音樣點（例如測站1、4、24、33、34、49）也偵測到高強度的船隻航行噪音。

(A)



(B)

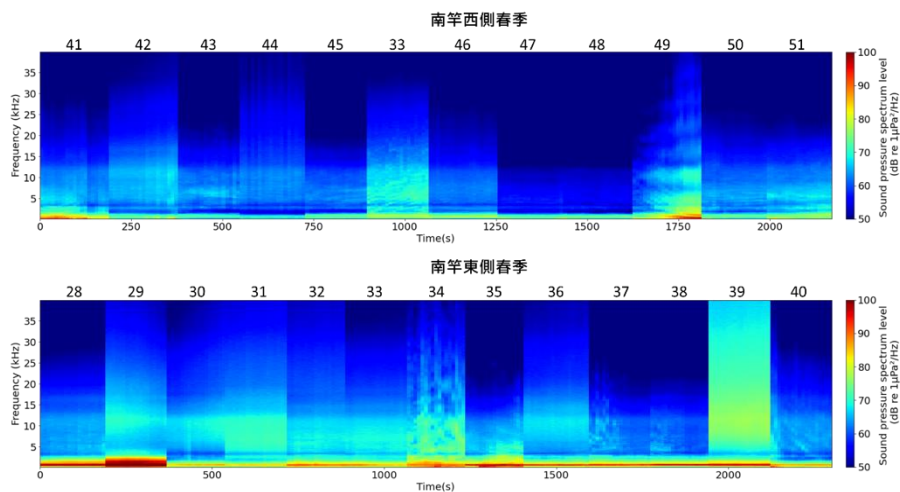


圖 2.5.3-4、連江縣北竿及南竿海域春季之長期時頻譜圖。(A)北竿、(B)南竿。編號可對照圖 2.5.2-2 各樣點之位置。需注意長期時頻譜圖的時間軸並非連續錄音，只有在每個樣點內的資料為連續錄音，因此以累積錄音秒數作為單位。

夏季調查結果

從夏季的長期時頻譜圖（圖 2.5.3-5）可以觀察到甲殼類動物發聲以及船隻行駛噪音，但是卻沒有明顯的魚類合唱。甲殼類動物發聲與春季相似，在許多錄音樣點（例如：測站 1、15、21、36、39）的 4kHz 以上頻率範圍，都可以偵測到高強度的訊號。雖然本次調查目視觀測到許多船舶，但可能因為大部分船舶都不是正在行駛的狀態，因此在錄音資料中並未偵測到太多船隻航行噪音。

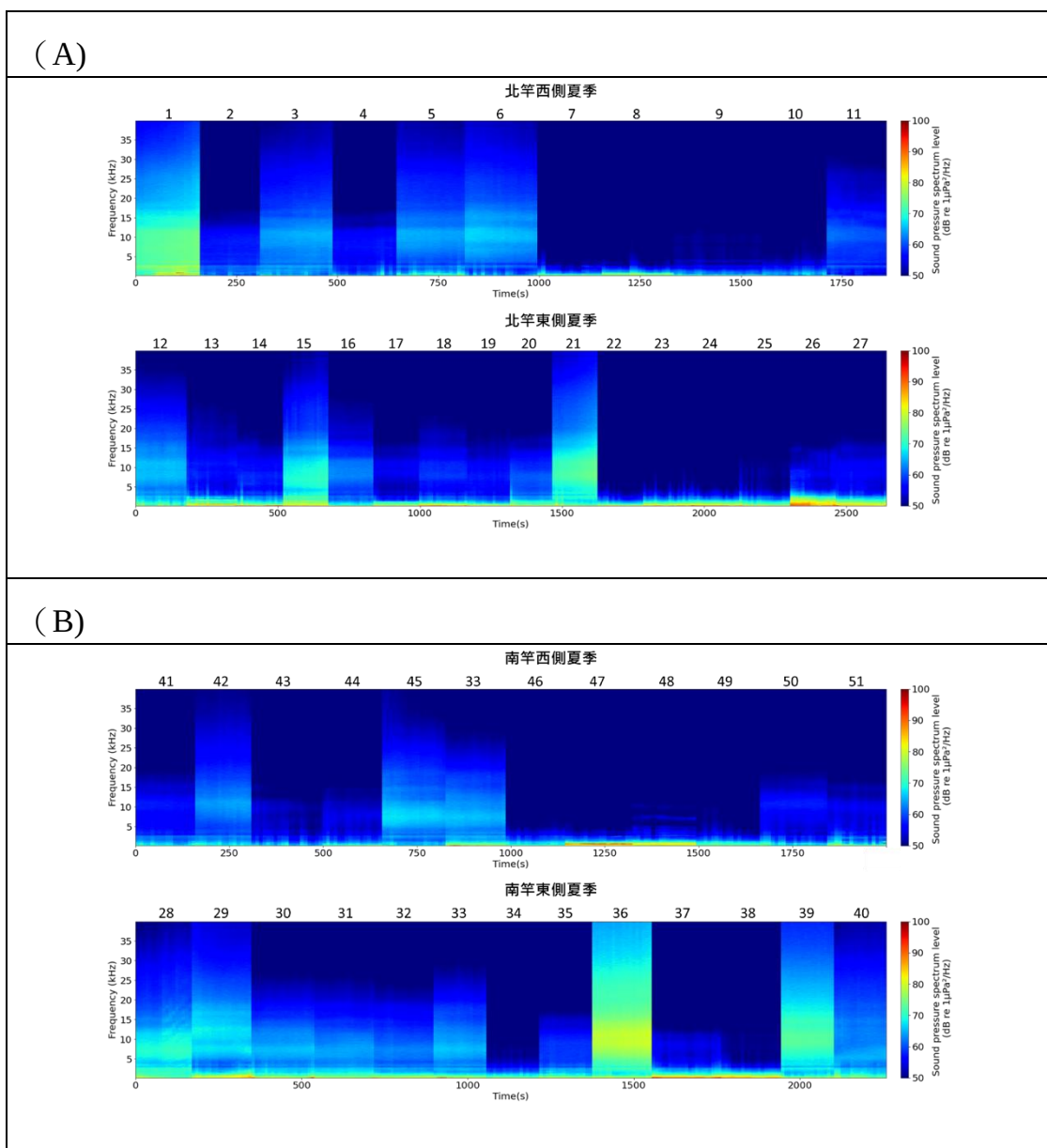


圖 2.5.3-5、連江縣北竿及南竿海域夏季之長期時頻譜圖。(A)北竿、(B)南竿。編號可對照圖 2.5.2-2 各樣點之位置。需注意長期時頻譜圖的時間軸並非連續錄音，只有在每個樣點內的資料為連續錄音，因此以累積錄音秒數作為單位。

海洋聲景之空間分佈變化

完成聲源分離後，我們藉由魚類合唱、甲殼類動物聲音與船隻噪音等三種聲源的相對能量大小，畫出其在南北竿海域調查範圍內的空間分佈趨勢。等高線圖中的橫軸與縱軸分別代表經度與緯度，而色階則代表聲音能量強度，越亮代表強度越高。

春季調查結果

A. 魚類合唱

從圖 2.5.3-6 (A) 可以觀察到，魚類合唱大多聚集在南竿東北端以及北竿的東側海域，以南竿東北角海域最強。然而，無論是北竿還是南竿，春季西側海域的魚類合唱能量強度明顯較東側弱。

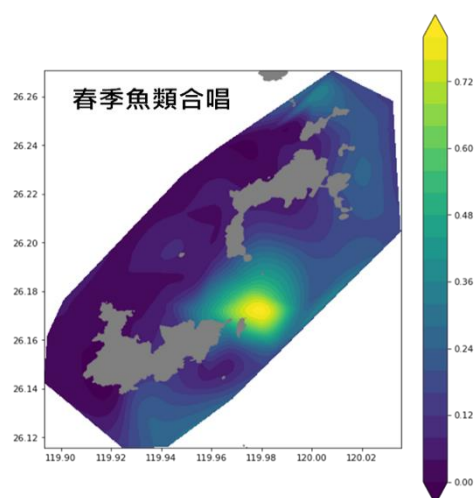
B. 甲殼類動物聲音

由圖 2.5.3-6 (B) 可發現，春季甲殼類動物聲音在兩島附近周圍海域都有分布，尤其以北竿與南竿之間的礁岩、淺灘海域能量較強。

C. 船隻航行噪音

由圖 2.5.3-7 可發現船隻航行噪音散佈在南北竿海域四周，並沒有主要的能量分佈區域。

(A)



(B)

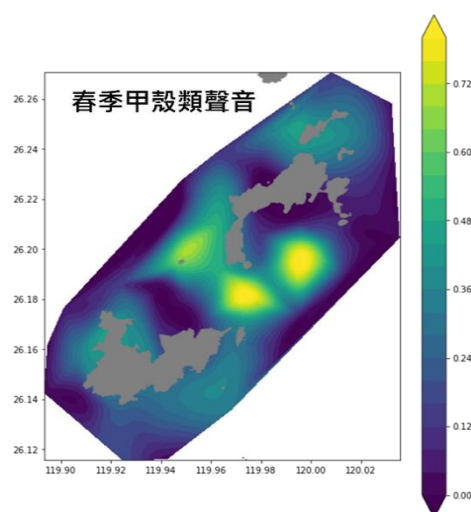


圖 2.5.3-6、春季 (A) 魚類合唱與 (B) 甲殼類動物聲音之空間分布趨勢。

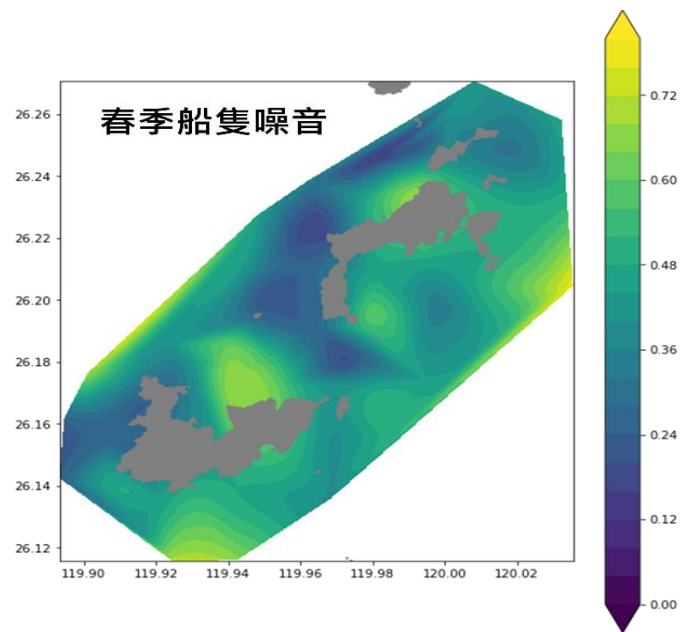


圖 2.5.3-7、春季船隻噪音空間分布趨勢圖。

夏季調查結果

A. 魚類合唱

從圖 2.5.3-8 (A) 可以觀察到，夏季的資料中並沒有發現明顯的魚類合唱訊號。

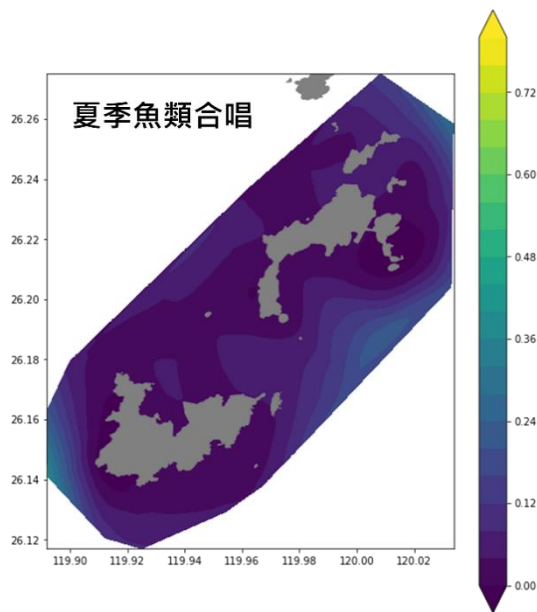
B. 甲殼類動物聲音

由圖 2.5.3-8 (B) 可發現，夏季甲殼類動物聲音在南北竿附近周圍海域都有分布，較強的能量主要分布於北竿與南竿之間的海域、北竿與大坵島之間海域以及南竿的珠螺澳口、鞋礁附近海域。

C. 船隻航行噪音

由圖 2.5.3-9 可發現夏季船隻航行噪音散佈在南北竿海域四周，在近岸有較強的能量分佈。

(A)



(B)

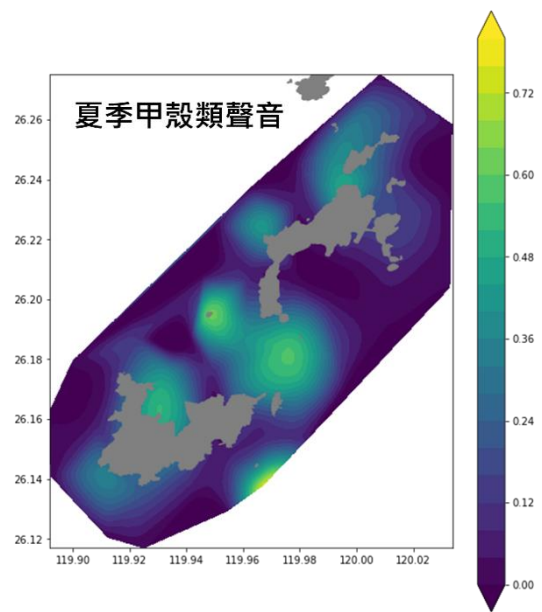


圖 2.5.3-8、夏季 (A) 魚類合唱與 (B) 甲殼類動物聲音之空間分布趨勢。

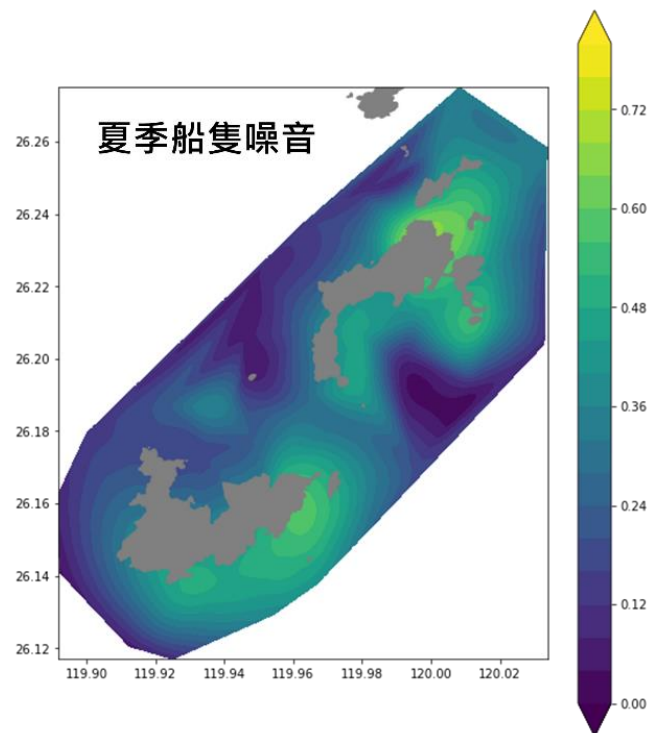


圖 2.5.3-9、夏季船隻噪音空間分布趨勢圖。

討論

本計畫在馬祖南北竿周遭海域執行春、夏兩季的海上穿越線調查，所蒐集到的水下錄音資料，可以做為評估連江縣海域聲景特性的重要基線資料。雖然調查過程中並未偵測到鯨豚聲音，但透過長期時頻譜圖與聲源分離模型，結果顯示仍可有效辨識魚類合唱、甲殼類動物發聲以及船隻噪音，並運用地理資訊系統分析這三種水下聲音在南北竿周遭海域的空間分布趨勢。

分析結果顯示春季的魚類合唱大多分布於較為遠離閩江出海口的南北竿東側海域。參考過去的研究成果，這類型的聲音大多來自於棲息於砂泥底質海域及河口的石首魚科，例如雙棘原始黃姑魚、大鼻孔叫姑魚 (Lin et al. 2007; Mok et al. 2009; 2011)。國立中山大學的莫顯蕎教授團隊於 2007 年在馬祖海域進行魚類聲音調查時，曾經捕捉到丁氏叫姑魚、大黃魚並成功收錄其聲音，並在南北竿近岸、淺水海域紀錄到 10 種不同類型的魚類聲音 (姚等 2007)，因此在南北竿周遭海域聽見石首魚合唱是可預期的。雖然過去在南北竿的東岸或西岸都曾有記錄到魚類聲音，但並未做過聲音強度或是偵測數量的空間分析。因此，本計劃的空間分析成果，可以做為評估石首魚類分布趨勢的參考。

調查時間的選擇可能會影響魚類聲音的監測結果。過去研究發現石首魚類的合唱行為大多發生在傍晚過後、日出之前，有明顯的日夜週期性 (Guan et al. 2015)，而且每個種類的主要鳴唱季節可能會隨著繁殖季而變 (Mok and Gilmore 1983)。本計劃為了搭配鯨豚目視調查，目前只在白天出海收集水下錄音，並未監測石首魚類合唱最活躍的夜間時段，因此觀察到的空間分佈趨勢可能只反映了部分會在白天發聲的石首魚之行為。儘管如此，能夠在日間收聽到大量魚類合唱顯示馬祖南北竿海域的石首魚類資源相當特別，可能在種類組成或是發聲行為都和台灣西部淺海的石首魚類有所差異，值得後續進一步調查分析。此外，本計劃發現石首魚的合唱行為在春季明顯比夏季活躍，根據邵 (2012) 的調查指

出，馬祖地區的主要經濟性石首魚類，如大黃魚、小黃魚的產卵季主要在 4-6 月之間，這種季節性差異可能反映出了石首魚類繁殖行為的變化。

甲殼類動物聲音的分布趨勢在春夏季之間相當類似，主要分布於南北竿之間的礁岩、淺灘海域，此外在北竿與大坵島之間海域、南竿的珠螺澳口以及鞋礁附近海域也有較強的能量分布。目前對於甲殼類動物聲音的基礎研究甚少，尚無法透過聲音特徵辨識這些發聲的甲殼類動物的種類，但從過去文獻推測這些聲音主要來自於棲息於礁岩棲地的槍蝦 (Bohnenstiehl *et al.* 2016)。甲殼類動物聲音的分布主要受到底棲生物的群聚影響 (McWilliam and Hawkins 2013; Lillis *et al.* 2018)，曾被應用於漁業對於底棲生態之衝擊評估 (Coquereau *et al.* 2017)。未來若能搭配底棲生態調查以及海底地形測繪結果，將可能了解甲殼類動物聲音的變化與底棲群聚、棲地類型之關聯性，以做為評估海洋生態健康程度的關鍵指標之一。

監測水下噪音可以協助我們預測人為活動對於海洋生態的影響。在馬祖南北竿海域，已知的水下噪音來源包括：往返南北竿、基隆與東引之間的交通船、貨輪、來自連江縣本地以及外地的漁船活動、海巡署巡邏船以及中國籍的抽砂船等。研究團隊比較人工監聽與聲音分析的結果，發現本計畫所應用的聲源分離模型確實可以準確地偵測到船隻噪音，且和海上目視觀察到的船隻活動紀錄相符。雖然目前的聲源分離模型在處理不同類型船隻噪音的時候仍有所誤差，但若是能長期監測船隻航行噪音將可能協助我們了解各類船舶的連江縣海域作業的模式。

由於本計畫調查範圍相當大，在空間分析上乃是運用二維散佈點內插法，其結果可能會受到調查樣點的數量與樣點之間的間距而影響其解析度，在沒有收集水下錄音的位置可能會有所誤差。此外，本計畫在各錄音測站都只收集了數分鐘的水下錄音，因此目前所觀察到的分布趨勢，僅僅只是海洋聲景的快照。尤其海洋動物的分布已知會受到海水溫

度、海域水質、潮汐等眾多因子影響而有所變化，船隻航行、作業也有很大的時間變動特性，因此目前觀察的空間分布趨勢可能無法完全反映南北竿海域的聲景全貌。為了彌補現行調查的不足，建議未來可以考慮增加穿越線調查的燙次，並嘗試在晚上進行聲景監測。此外，在目前所觀察到的聲音熱點區域也可以規劃建置長期水下聲景監測站，以了解海洋聲景的日夜、潮汐、季節變化趨勢。藉由結合穿越線資料在空間上的優勢以及長期錄音監測在時間上的優勢，將可呈現出更完整的海洋聲景動態變化，並以此評估海洋生態資源的時空變化趨勢。

本計畫結果顯示，監測海洋聲景的變化能增加我們對於海洋底棲生態的了解，並且評估哪些生態熱點可能會受到人為開發影響。雖然目前仍未偵測到鯨豚的水下聲音，但根據本研究的海洋聲景監測結果，南北竿之間的礁岩與淺水海域經常可以偵測到大量的魚類合唱以及甲殼類動物聲音，顯示此海域可能為連江縣海域的生態熱點之一。建議未來將此海域納入長期監測的優先規劃範圍，以了解在此劃設海洋保護區的必要性。然而，縣政府近年推動的「馬祖大橋」，其工程範圍橫跨南北竿之間海域，除了將改變當地的海底地形之外，工程期間產生的高強度水下噪音也可能會影響底棲生態，建議在施工前、中、後持續監測當地的海洋聲景，以了解底棲生態的變化趨勢與恢復狀況。

四、連江縣地區鯨豚重要棲息環境背景分子追溯

鯨豚出沒重點環境之非生物性因子檢測

本部份研究針對在過去已知馬祖江豚會出沒海域之重點近岸區域，選定為海域表層水質測量點（圖 2.6.3-1）。每月一次由中研院曾庸哲老師團隊負責，進行即時性水質檢測，分別運用 WTW multimeter（WTW Multi 340i, Germany）、Dissolved Inorganic Carbon（DIC）Analyzer（Apollo SciTech Model AS-C3，USA）、SpectraMax M5 multi-mode microplate reader（Molecular Devices，USA）、以及 Atomic Absorption Spectrometer（ZA3000，Hitachi，Japan），測定海水樣本的各項非生物性

因子，包含溫度、溶氧量、酸鹼值、鹽度、總鹼度、溶解無機碳濃度以及氮濃度。此外，動物細胞有害重金屬鎘、鉛、鋅、銅於海水樣本中之含量，為避免不同批次檢驗標準品間誤差之產生，因此，將統一與之後月份所得之水質樣本集中，一同進行檢驗。



圖 2.6.3-1、2021 年 3 月至 8 月針對連江縣南竿鄉與北竿鄉近岸表層海水採樣點示意圖。地點圖標 1：牛角；2：福澳港；3：清水濕地；4：珠螺村；5：芙蓉澳；6：馬祖港；7：津沙村；8：鐵堡；9：仁愛村；圖標 10：介壽村；11：坂里沙灘；12：白沙港；13：芹壁村；14：塘後道沙灘；15：橋仔碼頭。

本團隊於計畫簽約後，即著手針對馬祖南、北竿島進行重點水質檢測工作，並獲得春季與夏季的獨立水質檢測平均數據（除了 6 月因處於 COVID-19 疫情三級警戒狀態，無法進行採樣）。

表 2.6.3-1、2021 年 3 月至 8 月針對連江縣南竿鄉與北竿鄉近岸表層海水進行非生物性水質因子分析。

2021年3月 馬祖南竿鄉 表層海水 (深度 5 M~15 M) 分析							
採樣地點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	二氧化碳分壓 (µatm)	氨離子 (NH ₄ ⁺) 濃度 (mM)
(1) 牛角	15.7	8.18	138.33%	30	2062.3	2080.2	無反應 (N.D.)
(2) 福澳港	15.8	8.11	136.67%	31	2086.1	2091.4	無反應 (N.D.)
(3) 清水瀝地	15.2	8.42	138.67%	31	2111.7	2098.7	無反應 (N.D.)
(4) 珠螺村	15.6	8.21	138.50%	32	2019.1	2063.6	無反應 (N.D.)
(5) 芙蓉澳	15.8	8.27	138.33%	30	2057.2	2076.2	無反應 (N.D.)
(6) 馬祖港	15.4	8.15	137.33%	31	2098.4	2074.7	無反應 (N.D.)
(7) 津沙村	16.4	8.53	137.67%	30	2054.8	2079.5	無反應 (N.D.)
(8) 鐵堡	16.1	8.35	138.33%	31	2023.4	2066.6	無反應 (N.D.)
(9) 仁愛村	16.2	8.26	138.83%	31	2026.8	2078.6	無反應 (N.D.)
(10) 介壽村	16.4	8.29	135.33%	30	2068.2	2082.9	無反應 (N.D.)

2021年4月 馬祖南竿鄉與北竿鄉 表層海水 (深度 5 M~15 M) 分析							
採樣地點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	氨離子 (NH ₄ ⁺) 濃度 (mM)
(1) 牛角	18.9	8.28	139.17%	34	2163.4	1994.23	無反應 (N.D.)
(2) 福澳港	19	8.29	138.33%	34	2031.4	2045.28	無反應 (N.D.)
(3) 清水瀝地	18.4	8.32	136.83%	33	2221.7	1989.34	無反應 (N.D.)
(4) 珠螺村	18.8	8.32	139.00%	33	2039.1	2022.31	無反應 (N.D.)
(5) 芙蓉澳	19	8.23	140.83%	32	2061.3	2054.23	無反應 (N.D.)
(6) 馬祖港	18.7	8.32	140.50%	32	2088.9	1998.16	無反應 (N.D.)
(7) 津沙村	19.4	8.30	137.67%	32	2067.4	1975.67	無反應 (N.D.)
(8) 鐵堡	19.2	8.29	139.00%	33	2124.3	2074.56	無反應 (N.D.)
(9) 仁愛村	19.2	8.30	137.17%	34	2103.6	2101.38	無反應 (N.D.)
(10) 介壽村	19.7	8.29	133.83%	34	2075.8	2007.59	無反應 (N.D.)
(11) 坂里	18.7	8.31	142.17%	34	2114.3	2134.71	無反應 (N.D.)
(12) 白沙	19.1	8.30	138.67%	34	2102.8	2113.86	無反應 (N.D.)
(13) 芹壁	19	8.31	146.00%	33	2122.7	2154.89	無反應 (N.D.)

2021年5月 馬祖南竿鄉與北竿鄉 表層海水 (深度 5 M~15 M) 分析							
採樣地點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
(1) 牛角	24.2	8.22	153.17%	35	2170	1945.59	無反應 (N.D.)
(2) 福澳港	23.8	8.26	177.50%	35	2180	1938.95	無反應 (N.D.)
(3) 清水溫地	26.7	8.22	199.67%	31	2270	2097.47	無反應 (N.D.)
(4) 珠螺村	26.0	8.29	173.50%	33	2180	1933.84	無反應 (N.D.)
(5) 芙蓉澳	26.5	8.27	162.83%	31	2090	1886.03	無反應 (N.D.)
(6) 馬祖港	27.0	8.26	142.17%	31	2090	1876.38	無反應 (N.D.)
(7) 津沙村	25.4	8.26	140.67%	31	2080	1970.00	無反應 (N.D.)
(8) 鐵堡	24.0	8.28	150.17%	33	2110	1821.09	無反應 (N.D.)
(9) 仁愛村	26.3	8.26	136.67%	31	2040	1853.43	無反應 (N.D.)
(10) 介壽村	23.8	8.23	155.33%	33	2150	1942.55	無反應 (N.D.)
(11) 坂里	23.4	8.29	143.17%	33	2210	1942.08	無反應 (N.D.)
(12) 白沙	22.7	8.29	168.50%	33	2160	1953.63	無反應 (N.D.)
(13) 芹壁	23.7	8.29	161.33%	32	2150	1947.99	無反應 (N.D.)
(14) 塘後道	22.4	8.19	144.33%	34	2250	2004.74	無反應 (N.D.)
(15) 橋仔碼頭	22.8	8.26	156.33%	33	2210	1932.14	無反應 (N.D.)

2021年7月 馬祖南竿鄉與北竿鄉 表層海水 (深度 5 M~15 M) 分析							
採樣地點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
(1) 牛角	30.5	8.22	122.62%	35	2290	2060.96	無反應 (N.D.)
(2) 福澳港	31.0	8.26	122.77%	36	2220	1959.24	無反應 (N.D.)
(3) 清水溫地	38.4 (淺水區量測)	7.98	115.54%	35	2360	2154.36	無反應 (N.D.)
(4) 珠螺村	31.5	8.17	139.23%	35	2210	1969.07	無反應 (N.D.)
(5) 芙蓉澳	31.6	8.19	121.08%	34	2090	1826.64	無反應 (N.D.)
(6) 馬祖港	31.2	8.18	120.62%	33	2140	1922.42	無反應 (N.D.)
(7) 津沙村	29.3	8.13	117.69%	33	2100	1956.25	無反應 (N.D.)
(8) 鐵堡	10級陣風封鎖						
(9) 仁愛村	29.2	8.13	117.54%	34	2180	2035.89	無反應 (N.D.)
(10) 介壽村	30.9	7.86	85.69%	36	2180	2066.27	無反應 (N.D.)
(11) 坂里	30.5	8.15	114.15%	35	2200	2116.52	無反應 (N.D.)
(12) 白沙	30.5	8.08	128.46%	37	2210	2068.69	無反應 (N.D.)
(13) 芹壁	30.6	8.08	120.00%	36	2270	2059.97	無反應 (N.D.)
(14) 塘後道	30.5	8.17	116.15%	36	2200	1994.70	無反應 (N.D.)
(15) 橋仔碼頭	30.1	8.10	119.54%	35	2190	2094.68	無反應 (N.D.)

2021年8月 馬祖南竿鄉與北竿鄉 表層海水 (深度 5 M~15 M) 分析							
採樣地點	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	氫離子 (NH ₄ ⁺) 濃度 (mM)
(1) 牛角	28.4	8.29	120.77%	35	2510	2169.31	無反應 (N.D.)
(2) 福澳港	27.1	8.33	127.54%	35	2190	2094.88	無反應 (N.D.)
(3) 清水溫地	28.8	8.23	117.85%	36	2240	2440.90	無反應 (N.D.)
(4) 珠螺村	28.6	8.26	122.77%	34	2230	2289.59	無反應 (N.D.)
(5) 芙蓉澳	27.4	8.19	121.38%	34	2190	2146.11	無反應 (N.D.)
(6) 馬祖港	26.5	8.25	121.85%	35	2230	2169.01	無反應 (N.D.)
(7) 津沙村	27.6	8.32	121.23%	35	2210	2072.44	無反應 (N.D.)
(8) 鐵堡	28.3	8.35	123.23%	36	2160	2066.74	無反應 (N.D.)
(9) 仁愛村	27.9	8.30	122.15%	35	2200	2082.53	無反應 (N.D.)
(10) 介壽村	28.1	8.32	124.92%	35	2170	2177.02	無反應 (N.D.)
(11) 坂里	27.9	8.35	121.69%	35	2210	2265.11	無反應 (N.D.)
(12) 白沙	27.9	8.33	134.15%	35	2160	2116.28	無反應 (N.D.)
(13) 芹壁	27.3	8.28	136.77%	36	2140	2067.49	無反應 (N.D.)
(14) 塘後道	26.5	8.34	125.54%	35	2200	2165.03	無反應 (N.D.)
(15) 橋仔碼頭	28.9	8.33	131.54%	35	2180	2101.02	無反應 (N.D.)

海水樣本取自近岸的表層（5~15 公尺）海水，即時測定海水的各項非生物性因子，跨越春、夏的水質檢測數據彙整於表 2.6.3-1，以下分別依表層水溫、含氧量、酸鹼值及鹽度之量測結果進行說明，並比較今年與去年（2020 年）之結果：

表層水溫（Temperature）

2021 年 3 月至 8 月之連續溫度監測顯示，表層水溫於 7 月時期，來到約 31.64 ± 2.89 °C，夏季水溫與春季水溫間差距可至約 15.78 °C。8 月底開始，表層水溫會急遽下降至大約在 5 月各測點的平均水溫(圖 2.6.3-2)。此外，本團隊將本年度 2021 春夏季數據，與 2020 年同時期數據進行比較分析，結果發現：2021 年南竿區域 7 月時期表層水溫（ 31.64 ± 2.89 °C），較 2020 年的 30 ± 1.4 °C 為高，導致 2021 年的夏季水溫與春季水溫間差距較 2020 年的 13.1°C，高出約 2.6°C。此年度溫差現象在北竿調查區域則無發生（圖 2.6.3-2）。

表層海水平均溫度 Temperature

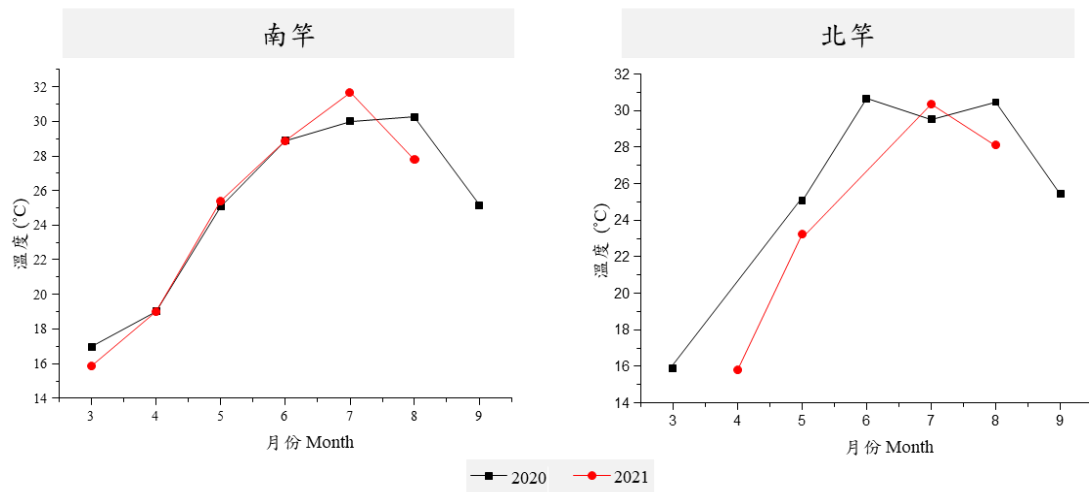


圖 2.6.3-2、2020 年與 2021 年 3 月至 9 月針對連江縣南竿鄉、北竿鄉之近岸表層海水進行溫度連續檢測分析。

含氧量 (Dissolved oxygen)

2021 年 3 月至 8 月之水質，其表層海水含氧量幾乎呈現全面過氧化 (>100%) 現象，而 7 月夏季時則在介壽村沿岸有發現溶氧不足之現象，海水溶氧量僅約 86% (圖 2.6.3-3)，當時該測點附近有大量魚群飄浮於表層水域。此外，針對本年度 (2021) 及去年之春、夏季水質量測數據進行比較與分析，結果顯示兩年度於春季之後，南北竿兩地測站之海水溶氧量均發生下降之現象，並且自 8 月開始呈現回升趨勢，推測是因夏季氣溫上升，導致表層海水溶氧能力下降。

夏季溶氧不足現象，值得後續持續追蹤。此外，今年海水樣本中的溶氧數據，與過去數據相較，稍有偏高趨勢，也必需持續關注 (圖 2.6.3-3)。

表層海水平均含氧量 pO_2

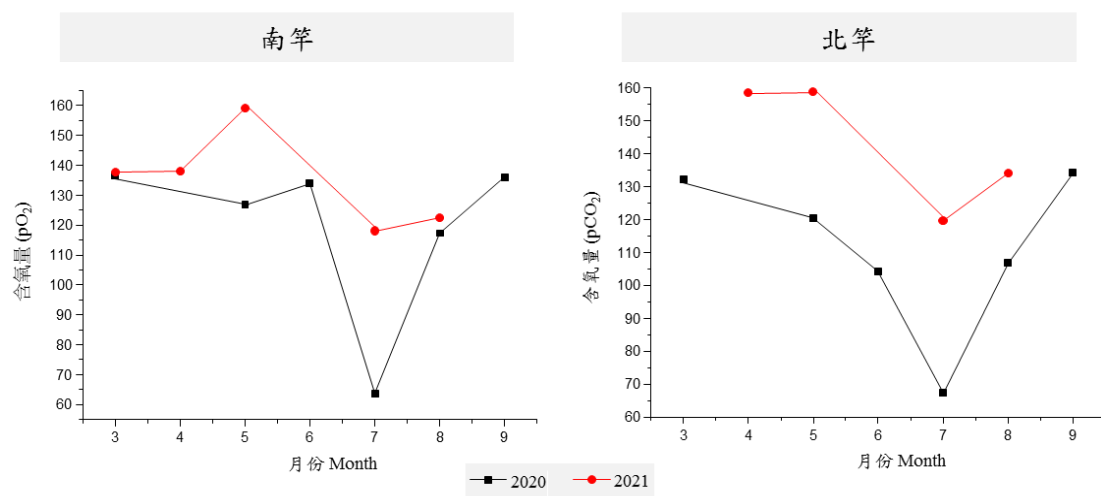


圖 2.6.3-3、2020 年與 2021 年 3 月至 9 月針對連江縣南竿鄉與北竿鄉近岸表層海水進行含氧量連續檢測分析。

酸鹼質 (pH)

2021 夏季七月南北竿各測站平均酸鹼質，較春季約低 0.15。此外，比較 2020 年與 2021 年數據均可發現，馬祖南北竿夏季沿岸水質，均會在春季四月過後開始顯著下降（圖 2.6.3-4）。顯示在 2020 期中報告中之推論—「春季表層海水酸鹼值較夏季數據為高」是初步成立的，並值得持續追蹤觀察。此外，在介壽村沿岸表層海水的酸鹼值在本年度夏季顯著低於正常 pH8.0 水準，此海水酸化現象是人為活動或天然降雨因素所導致，必須與上數含氧量一同審慎追查（圖 2.6.3-4）。

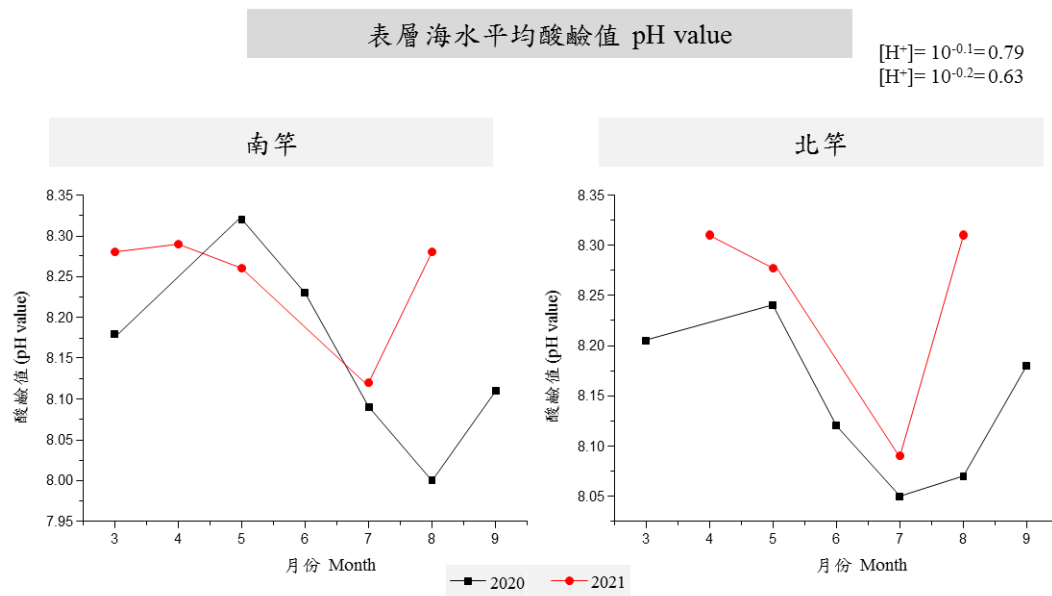


圖 2.6.3-4、2020 年與 2021 年三月至九月針對連江縣南竿鄉與北竿鄉近岸表層海水進行酸鹼值連續檢測分析。

鹽度 (Salinity)

2021 年近岸海水，較 2020 年之鹽度較為穩定，並無出現如 2020 年鹽度會於春季四月會降至 26‰ 以下之淡化狀態，均可穩定維持在 31‰~35‰。2021 年清水濕地夏季八月表層海水樣本之鹽度，亦無呈現與 2020 夏季八月降至 25‰ 的淡化現象(圖 2.6.3-5)。

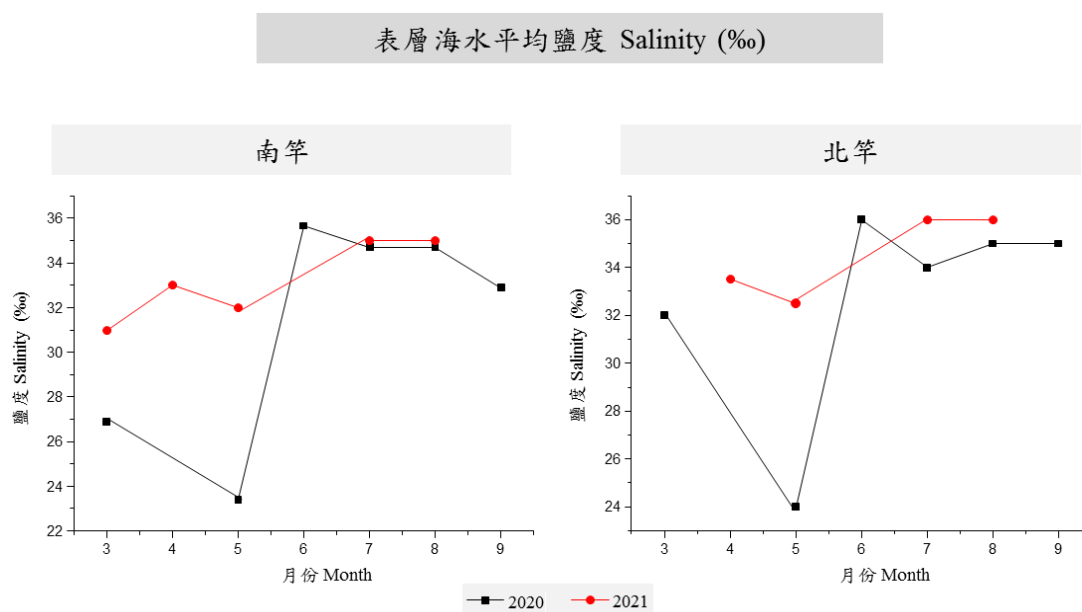


圖 2.6.3-5、2020 年與 2021 年三月至九月針對連江縣南竿鄉與北竿鄉近岸表層海水進行鹽度連續檢測分析。

本研究進行了與去年調查報告同期數據進行整合與比對，分析近兩年馬祖江豚出沒海域之重點區域水質波動，以期與動物擱淺記錄或目擊觀測之數據間，是否有所關聯，分析可能的威脅因素。

此外，本團隊亦搭配馬祖南、北竿島海上穿越線目視調查工作，於穿越線各目視調查點進行表層水樣採集，5 月、8 (9) 月之表層海水的水質檢測數據彙整於表 2.6.3-2 及表 2.6.3-3。量測結果顯示 2021 年穿越線調查所得之水質，其表層海水 (10.7 ~57.7 公尺水深) 之含氧量均呈現全面過氧化 (>100%) 現象，酸鹼質與近岸海水相較無顯著差異。在海水濁度分析方面，北竿東側海域部分於春季 5 月之海水樣本，呈現濁度偏高的

現象，在 8（9）月時即恢復至標準範圍內之數值。此外，北竿穿越線調查的水質濁度，明顯地較南竿海域之海水樣本為高。

表 2.6.3-2、2021 年 5 月與 9 月針對連江縣北竿鄉西側與東側海域，
進行穿越線調查之表層海水，進行非生物性水質因子分析。

2021年5月 馬祖北竿鄉西側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣 點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/Kg _{SW})	濁度 (NTU)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
1	N.D.	22.0	8.225	149.50%	27.9	2080	1909.40	0.60	無反應 (N.D.)
2	33.0	21.7	8.235	149.00%	29.8	2110	1989.79	7.23	無反應 (N.D.)
3	21.3	21.9	8.249	154.00%	28.8	2090	1925.42	1.37	無反應 (N.D.)
4	19.9	21.9	8.251	154.33%	28.8	2080	1976.67	0.92	無反應 (N.D.)
5	19.1	21.9	8.243	150.50%	28.5	2090	1940.69	1.89	無反應 (N.D.)
6	20.1	22.0	8.249	153.00%	28.5	2080	1949.81	3.07	無反應 (N.D.)
7	40.8	21.7	8.230	146.67%	29.8	2140	1979.25	0.40	無反應 (N.D.)
8	38.6	21.8	8.241	150.67%	29.5	2100	1975.40	4.72	無反應 (N.D.)
9	13.7	21.8	8.236	150.17%	29.7	2120	1949.71	2.54	無反應 (N.D.)
10	40.7	22.0	8.249	153.33%	28.7	2130	1924.79	1.37	無反應 (N.D.)
11	22.0	21.9	8.249	154.17%	29.8	2100	1926.89	0.88	無反應 (N.D.)
12	19.1	22.1	8.257	154.83%	28.6	2080	1902.44	0	無反應 (N.D.)

2021年5月 馬祖北竿鄉東側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣 點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/Kg _{SW})	濁度 (NTU)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
13	21.1	21.8	8.234	149.67%	30.5	2130	1967.84	7.07	無反應 (N.D.)
14	31.8	21.7	8.23	149.33%	31.2	2170	2027.55	10.86	無反應 (N.D.)
15	47.7	22.2	8.328	184.67%	30.6	2170	2002.41	9.85	無反應 (N.D.)
16	33.0	22.0	8.282	170.00%	30.8	2180	1997.75	0	無反應 (N.D.)
17	45.4	22.2	8.286	170.00%	30.1	2170	1962.32	8.36	無反應 (N.D.)
18	41.2	22.4	8.323	183.33%	30.7	2210	1976.11	0.16	無反應 (N.D.)
19	33.2	21.9	8.239	154.50%	31.2	2200	2008.66	3.63	無反應 (N.D.)
20	31.7	22.3	8.266	165.83%	30.7	2190	1983.03	2.58	無反應 (N.D.)
21	30.2	21.9	8.221	145.50%	31.7	2190	2020.40	8.8	無反應 (N.D.)
22	19.0	21.8	8.257	160.33%	31.2	2250	2032.65	8.32	無反應 (N.D.)
23	25.0	22.0	8.232	149.50%	31.6	2200	2007.30	4.6	無反應 (N.D.)
24	18.5	23.1	8.316	182.83%	31.8	2270	2018.92	9.97	無反應 (N.D.)
25	14.6	22.5	8.260	171.00%	31.2	2200	2007.44	0.24	無反應 (N.D.)
26	22.2	23.2	8.301	179.67%	30.6	2200	1986.01	7.43	無反應 (N.D.)
27	26.1	22.2	8.290	175.83%	31.0	2230	1983.95	4.36	無反應 (N.D.)
28	20.8	22.7	8.281	169.50%	31.2	2230	1993.81	2.10	無反應 (N.D.)

2021年9月 馬祖北竿鄉西側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣 點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/Kg _{SW})	濁度 (NTU)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
1	42	25.9	8.339	130.92%	33.6	2160	2068.74	2.16	無反應 (N.D.)
2	17	26.6	8.389	135.38%	33.6	2170	1911.96	2.17	無反應 (N.D.)
3	38	27.0	8.417	139.54%	33.6	2160	2033.94	2.16	無反應 (N.D.)
4	22	27.1	8.416	137.85%	33.6	2220	1897.54	2.22	無反應 (N.D.)
5	15	27.4	8.481	161.38%	33.7	2220	1977.67	2.22	無反應 (N.D.)
6	31	27.7	8.522	178.00%	33.7	2150	1930.71	2.15	無反應 (N.D.)
7	23	26.7	8.406	142.00%	33.6	2200	2027.17	2.20	無反應 (N.D.)
8	20	27.1	8.393	143.08%	33.5	2220	1974.88	2.22	無反應 (N.D.)
9	19	27.5	8.414	155.08%	33.4	2200	2012.99	2.20	無反應 (N.D.)
10	21	27.3	8.407	151.23%	33.5	2210	2004.36	2.21	無反應 (N.D.)
11	46	27.0	8.390	144.92%	33.6	2210	2049.94	2.21	無反應 (N.D.)

2021年9月 馬祖北竿鄉東側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣 點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/Kg _{SW})	濁度 (NTU)	氫離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
13	19	25.8	8.309	129.08%	33.6	2210	2008.51	2.21	無反應 (N.D.)
14	16	25.3	8.296	122.46%	33.3	2150	2089.00	2.15	無反應 (N.D.)
15	22	26.9	8.440	146.15%	33.6	2220	1927.60	2.22	無反應 (N.D.)
16	34	27.5	8.422	145.69%	33.8	2250	2035.75	2.25	無反應 (N.D.)
17	24	27.4	8.493	162.77%	33.6	2230	1982.44	2.23	無反應 (N.D.)
18	25	26.4	8.360	130.00%	33.4	2230	1973.36	2.23	無反應 (N.D.)
19	30	27.1	8.479	156.62%	33.7	2210	2013.05	2.21	無反應 (N.D.)
20	45	26.9	8.456	149.08%	33.7	2220	2030.73	2.22	無反應 (N.D.)
21	29	26.5	8.396	134.31%	33.4	2170	2095.07	2.17	無反應 (N.D.)
22	39	27.0	8.459	149.08%	33.7	2260	1975.50	2.26	無反應 (N.D.)
23	40	27.1	8.467	152.62%	33.7	2240	1974.78	2.24	無反應 (N.D.)
24	33	27.3	8.461	154.31%	33.7	2240	2025.48	2.24	無反應 (N.D.)
25	35	27.2	8.464	156.46%	33.7	2240	1973.58	2.24	無反應 (N.D.)
26	30	27.0	8.463	154.00%	33.7	2260	2067.44	2.26	無反應 (N.D.)
27	18	27.1	8.445	149.85%	33.7	2100	1922.77	2.10	無反應 (N.D.)
28	24	26.1	8.340	132.31%	33.5	2160	1995.81	2.16	無反應 (N.D.)

表 2.6.3-3、2021 年 5 與 8 (9) 月針對連江縣南竿鄉西側與東側海域，進行穿越線調查之表層海水，進行非生物性水質因子分析。

2021年5月 馬祖南竿鄉西側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	濁度 (NTU)	氨離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
50	34.3	21.8	8.242	160.17%	30.9	2220	2000.66	2.46	無反應 (N.D.)
51	29.0	21.9	8.267	159.67%	30.1	2160	1958.37	2.78	無反應 (N.D.)
52	27.0	21.7	8.258	158.50%	30.5	2160	1951.29	0.64	無反應 (N.D.)
53	17.7	21.7	8.257	159.33%	30.5	2190	1978.75	3.15	無反應 (N.D.)
54	23.7	21.8	8.232	151.00%	31.5	2170	2019.77	0	無反應 (N.D.)
55	28.5	22.0	8.245	154.17%	31.2	2150	1963.29	0	無反應 (N.D.)
36	25.8	21.9	8.281	164.50%	30.3	2130	1953.79	0.6	無反應 (N.D.)
56	24.3	21.9	8.259	159.83%	30.9	2160	1983.48	0	無反應 (N.D.)
57	10.7	22.0	8.236	154.33%	31.6	2230	2037.88	3.35	無反應 (N.D.)
58	23.5	21.9	8.234	153.17%	31.7	2220	1997.25	1.01	無反應 (N.D.)
59	31.1	21.8	8.247	156.00%	31.4	2220	1987.96	0	無反應 (N.D.)
60	23.9	21.7	8.252	157.50%	31.3	2220	1989.84	0	無反應 (N.D.)

2021年5月 馬祖南竿鄉東側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	濁度 (NTU)	氨離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
30	41.7	21.9	8.280	169.33%	31.3	2200	1980.56	0	無反應 (N.D.)
31	25.3	22.0	8.242	163.83%	32.0	1830	1148.28	4.84	無反應 (N.D.)
32	39.1	23.2	8.285	182.83%	31.5	1920	1641.97	0	無反應 (N.D.)
33	22.1	23.6	8.301	181.33%	31.0	1830	1612.93	0	無反應 (N.D.)
34	23.4	22.8	8.354	206.17%	30.4	1740	1522.74	0	無反應 (N.D.)
35	21.3	22.4	8.345	192.83%	30.4	1900	1614.68	0	無反應 (N.D.)
36	23.8	22.8	8.319	199.00%	30.6	2100	1759.53	0	無反應 (N.D.)
37	29.4	22.7	8.294	182.83%	30.5	1750	1594.20	0	無反應 (N.D.)
39	27.8	23.7	8.327	203.33%	30.2	1760	1495.89	0	無反應 (N.D.)
40	30.0	22.8	8.349	199.50%	30.9	2010	1622.50	1.21	無反應 (N.D.)
41	32.0	23.4	8.384	205.50%	30.2	2140	1956.81	0	無反應 (N.D.)
42	18.0	22.5	8.376	200.83%	30.6	2170	1934.47	0	無反應 (N.D.)
43	57.7	21.9	8.278	166.33%	31.6	2210	1969.76	1.01	無反應 (N.D.)

2021年9月 馬祖南竿鄉西側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/KgSW)	濁度 (NTU)	氨離子 (NH ₄ ⁺)濃度 (mM)
50	38	27.3	8.396	148.31%	33.4	2470	1931.21	0	無反應 (N.D.)
51	30	27.5	8.37	149.54%	33.1	2210	2021.02	0	無反應 (N.D.)
52	27	27.7	8.382	155.23%	33.2	2160	1943.84	0	無反應 (N.D.)
53	19	27.6	8.349	148.15%	32.7	2170	2004.01	0	無反應 (N.D.)
54	25	27.7	8.355	148.92%	33	2150	1995.59	0	無反應 (N.D.)
55	26	27.2	8.387	142.15%	33.2	2200	2001.91	0	無反應 (N.D.)
56	23	26.4	8.358	134.00%	33.4	2190	1974.41	0	無反應 (N.D.)
57	8	26.5	8.333	136.77%	33	2200	2013.64	0	無反應 (N.D.)
58	24	27.6	8.392	155.23%	32.8	2180	1984.61	0	無反應 (N.D.)
59	25	27.4	8.404	149.38%	33.3	2190	1985.61	0	無反應 (N.D.)
60	29	27.0	8.392	145.38%	33.2	2190	1960.63	0	無反應 (N.D.)

2021年8月 馬祖南竿鄉東側 沿岸穿越線海水分析									
穿越線採樣點編號	水深 (m)	溫度 (°C)	酸鹼值 (pH)	含氧量 (%)	鹽度 (‰)	總鹼度 (mmol/Kg _{SW})	溶解態無機碳 (mmol/Kg _{SW})	濁度 (NTU)	氫離子 (NH ₄ ⁺) 濃度 (mM)
30	41.7	26.1	8.31	126.15%	33.0	2190	2080.38	0	無反應 (N.D.)
31	57.7	26.6	8.336	130.62%	33.3	2240	2062.72	0.29	無反應 (N.D.)
32	18.0	26.2	8.362	132.31%	33.1	2190	2047.80	1.44	無反應 (N.D.)
33	32.0	26.6	8.398	137.69%	33.5	2200	2030.10	0	無反應 (N.D.)
34	30.0	26.3	8.367	130.62%	33.5	2230	2035.64	0	無反應 (N.D.)
35	27.8	26.1	8.342	130.92%	33.4	2220	2032.63	1.31	無反應 (N.D.)
36	29.4	26.1	8.344	129.38%	33.5	2210	2043.92	0	無反應 (N.D.)
37	23.8	27.2	8.392	144.62%	33.2	2180	1979.60	0	無反應 (N.D.)
39	21.3	27.2	8.441	156.31%	33.6	2190	1912.47	0	無反應 (N.D.)
40	23.4	27.7	8.437	149.54%	33.6	2270	1996.38	0	無反應 (N.D.)
41	22.1	27.4	8.504	171.38%	33.6	2220	1941.11	0	無反應 (N.D.)
42	39.1	27.3	8.518	169.69%	33.7	2210	1980.02	0	無反應 (N.D.)
43	25.3	26.8	8.367	136.31%	33.5	2210	2003.01	0	無反應 (N.D.)

鯨豚個體中生物性組成因子評估

穩定同位素技術被廣泛應用於海洋生態系統的研究中，利用「碳」與「氮」穩定同位素含量追溯技術，可以反映生物長期的生命活動，並對生物的食物與營養來源進行準確測定，並能定位生物種群間的相互關係。氮 ($\delta^{15}\text{N}$) 同位素則可反映物種對於營養需求的蛋白質組成，以及在生態系中的營養階層。由於動物組織中的同位素比取決於其所分佈的生存與活動範圍，因此，動物所攝取的食物含量多寡，食物種類不同，同位素訊號亦不同，故可藉由此法分析馬祖江豚的各食物類別所佔的比例。此外，碳 ($\delta^{13}\text{C}$) 同位素測定通常用於推估物種在生態系中的棲地選擇以及生活史追溯，以及物種利用初級生產量所佔的食性組成比例。本方法可分析馬祖江豚在攝食與地域的選擇上，是否有族群特異或分群等生物性特色。

本團隊至今已利用擱淺於馬祖之江豚標本，取其牙齒、肌肉或胃袋，從事以下工作，並建立穩定同位素運用於江豚生物性組成因子研究的標準作業流程，包含（1）江豚牙齒切片製作及（2）江豚肌肉組織獲取與胃內含物檢視及採樣。

江豚牙齒切片製作

本團隊運用環氧樹脂包埋之江豚牙齒樣本，將包埋的樣本進行切片後放置於複式顯微鏡下觀察其影像（圖 2.6.3-6），鎖定不同成長（Prenatal dentine, PN; Growth layer group, GLG）週齡階段，針對分齡層明顯之區域進行牙齒粉末樣本刮取作業。

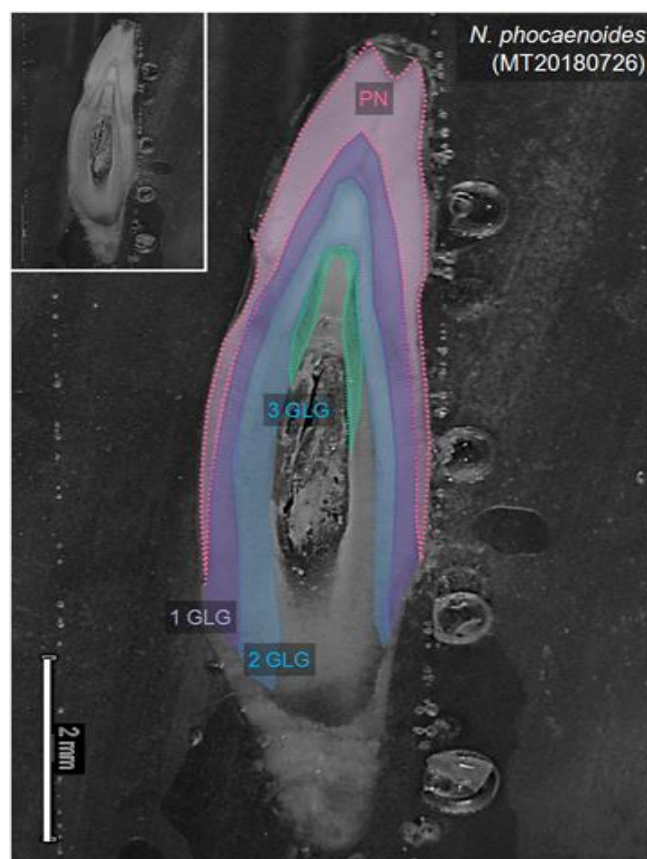


圖 2.6.3-6、連江縣寬脊江豚（MT20180726）之牙齒切片放置於複視顯微鏡下觀察之影像。鎖定不同成長（PRENATAL DENTINE, PN; GROWTH LAYER GROUP, GLG）週齡階段，針對分齡層明顯之區域進行牙齒粉末樣本刮取作業。

江豚肌肉組織獲取與胃內含物檢視及採樣

上述馬祖露脊鼠海豚擱淺標本中的牙齒、肌肉或與胃內含物，本團隊使用元素分析儀（Flash 2000 EA），搭配 Finnigan Delta Advantage 連續流動氣相同位素質譜儀測定穩定同位素碳、氮。穩定同位素追蹤主要是透過測定同位素比值（ δ ），碳穩定同位素其表示方式為相對於國際標

準VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite) 之千分比；氮穩定同位素其表示方式為相對於國際標準 Air (AIR) 之千分比。

同位素比值算式如下：

$$\delta X = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 10^3$$

X 為 $\delta^{13}\text{C}$ 或是 $\delta^{15}\text{N}$ ；R 為樣本或標準氣體之質量比。

透過穩定同位素分析，本團隊已成功運用窄脊江豚不同成長週齡階段，針對分齡層明顯區域進行碳與氮穩定同位素組成進行判讀。初步結果顯示：

根據氮穩定同位素數值，窄脊江豚在二週齡階段之前，蛋白質的營養需求，與哺乳期時相近；此外，窄脊江豚進入三週齡階段，蛋白質的營養需求會開始顯著提升（圖 2.6.3-7A）。

根據碳穩定同位素數值，窄脊江豚在二週齡階段，似乎會朝向接近陸域的淡水的水域環境靠近；在三週齡階段，又回到初生時期的水域生活（圖 2.6.3-7B）。這些營養需求與棲地選擇的生物性因子分析，的確非常具有學術意義暨保育參考價值。

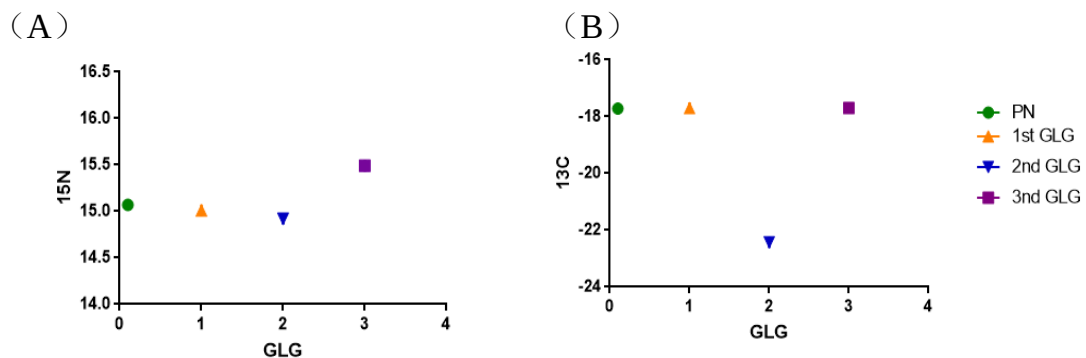
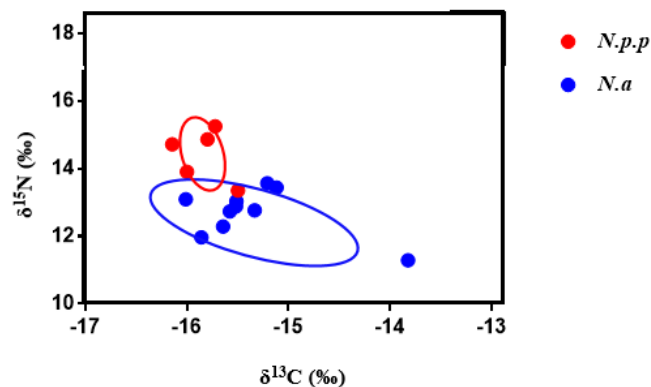


圖 2.6.3-7、運用穩定同位素技術，分析窄脊江豚牙齒樣本切片中，(A) 氮與 (B) 碳穩定同位素，在不同動物週齡數的組成。

此外，本團隊分別運用擱淺在馬祖與臺灣西岸的窄脊與寬脊露脊鼠海豚的肌肉組織，進行穩定同位素分析（圖 2.6.3-8）。數據顯示：根據氮穩定同位素數值，寬脊露脊鼠海豚成長所需的蛋白質能量位階，較窄脊個體相對高；此外，根據碳穩定同位素數值顯示：窄脊露脊鼠海豚的活動水域範圍，較寬脊個體活動範圍廣。因此，本年度針對個體中生物性組成因子評估可初步得知，窄脊與寬脊露脊鼠海豚在食物需求以及活動區域範圍，可能存在物種間差異。後續的生物性組成因子接續研究解析，將有助於露脊鼠海豚的保育規劃，是否應有專一的劃分策略，相當值得繼續探討。



Species	Tissue	n	$\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) \pm \text{SD}$	$\delta^{13}\text{C} (\text{‰}) \pm \text{SD}$
<i>N. asiaeorientalis</i>	Muscle	10	12.672 ± 0.72	-15.34 ± 0.638
<i>N. p. phocaenoides</i>	Muscle	5	14.11 ± 0.895	-15.805 ± 0.389

圖 2.6.3-8、運用穩定同位素技術，分析窄脊 (N.A.) 與寬脊 (N.P.) 露脊鼠海豚的肌肉組織，氮 (A) 與碳 (B) 穩定同位素組成。

五、連江縣地區鯨豚生態調查工作站規劃

本計畫參考並彙整國內外海洋相關研究站或實驗室之設置，以及聲

譽良好的大型海洋研究站、與聚焦鯨豚研究之工作站所進行的研究議題及站內設施項目，提出本縣鯨豚生態調查工作站的設施需求（表 2.7.3-2）。

陸、國內外鯨豚或海洋生態相關工作站 柒、國內海洋工作站

近年我國因海洋保育意識興起，劃設了許多海洋保護區，因此有許多海洋研究站或沿岸巡護工作站的籌建規劃與人員維運需求。根據保育對象範圍與工作項目、管理單位及層級而有不同工作站配置與規模，基本配置如工作人員的辦公處所、工作室可放置執勤用設備等，實驗室或研究室需有的設施與專業人員等，海洋生態研究可能需要有潛水設備、養殖設施與取用海水系統等。若為較偏遠的離島地區將會有提供給研究計畫相關人員的住宿區及基本民生設施等，且大部分是不開放給一般民眾使用。

國內較小型的工作站基本上可供研究人員進行學術研究採集計畫期間之住宿及實驗室，如墾丁國家公園的小灣海洋研究站。亦有設施較為簡單，為提供巡守員執勤時的集合處所，如桃園觀新藻礁保護區內的藻礁巡護工作站，其主要目的為加強巡邏及重點守望，站內包含藻礁生態環境教室、會議室，功能在於推動藻礁生態教育。另於新屋溪設有水質監測站，啟用 24 小時全天候監控水質。中大型的工作站例如位於台灣北部的基隆潮境海洋中心，其規模較上述站點為大，是隸屬於國立海洋科技博物館，於民國 92 年興建完成，並對外啟用，潮境海洋中心內設施有科教教室、會議室、潛水庫房、生物典藏庫、實驗空間及宿舍區，亦有水生生物蓄養之溫室工作站。工作站內亦有機電暨水族維生監控系統教育訓練課程、生物飼養、採集、標本製作等訓練教材，提供學員學習科學知識與技術。

較大規模工作站以中央研究院管理的綠島海洋研究站及科技部管轄

下的東沙國際海洋研究站較為著名，其因有較大型國家計劃經費支持，不僅研究站內設施完善，也培育出許多具專業技能的研究人才，促進國際合作以推動科學的發展並促進環境永續性與生物多樣性的保護，共同實踐海洋保育的理想。此外，因應未來南海氣候變化、海洋資源之保育與利用、海洋監測與氣候防災、海洋環境基礎資料調查，派駐研究人員登南沙島執行海洋科學研究，科技部近年亦投入經費建置南沙太平島國際研究站。以下針對上述三個較大規模工作站內空間及設施以及研究人員進駐規劃來進行說明：

➤ 綠島海洋研究站

綠島海洋研究站位於綠島公館，主要的建築物源自早期的綠島監獄站，當初是管束煙毒犯的建築，2009 年由中研院鄭明修博士積極奔走於矯正署、國有財產局、文化部及台東縣等各級機關之間，花費三年時間才將主建物與土地所有權撥交給中研院，作為綠島海洋研究的重要基地。經過建築物修繕後，人員始得進駐，並於 2020 年成立「海洋科學專題中心」。站內設施包含教學用教室、實驗室及宿舍區，現今已提供院內與國內外海洋學者使用，也積極辦理各項海洋環境與保育教育推廣活動。中研院於 2015 年舉辦第一屆珊瑚礁生物多樣性與水下調查技術研習營，至 2020 年已籌辦了六屆，招募了許多熱愛海洋研究的學生，並於營隊期間習得專業水下調查技術（圖 2.7.3-1）。

(A)



(B)



(C)



(D)



圖 2.7.3-1、綠島海洋研究站。(A) 綠島研究站外觀、(B) 水族實驗室、(C) 會議室、(D) 實驗室。(照片來源：中央研究院生物多樣性研究中心，
[HTTPS://WWW.BIODIV.TW/LTS.PHP?TYPE=TOPIC&SUBMITSTR=20210306134445](https://www.biodiv.tw/lts.php?type=topic&submitstr=20210306134445))

➤ 東沙國際海洋研究站

由國立中山大學、海洋國家公園及海巡署等單位合作，以海洋研究中心建築作為研究站基地，並商借碼頭、儲藏、運作等空間，以獲得各項後勤支援，中山大學亦捐贈兩部校園公車供島上作為補給及載運使用。中山大學依據過去在東沙環礁及海域的生態調查經驗，組織東沙海域的小型研究船隊，建立研究團隊的基本海洋探測能力（如工作人員操艇、潛水、使用及佈放回收各種儀器、空拍調查、陸上各式機具、車輛等能力）。該站亦規劃試驗用的水族實驗室、研究工作的空間及提供研

究人員休憩的宿舍等硬體設施，使得東沙研究站的生態監測和研究項目得以規劃及展開。

■ 空間規劃

東沙國際海洋研究站暨環境教育中心建築本體為兩層樓空間，第一層以實驗室空間、大廳、圖書及閱覽區為主；第二層為住宿空間、交誼廳；附屬空間於第一層設有潛水器材室、工作室、值班室、緊急發電機房，第二層設有被服間、衛星天線設備機房等。實驗室空間包含乾式實驗室、濕式實驗室，前者提供學術研究或自行研究人員、海水溫度與營養鹽長期監測、後者提供珊瑚復原移植試驗、碑渠貝復育試驗及海龜救傷。除此之外，亦設置苗圃及馴化場，培育原生種苗木之空間，並種植多項植物供研究用。

東沙國際海洋研究站是在國科會及海洋國家公園管理處支持之下啟動了該研究站設置的計畫。於建置計畫初期即建立基礎設施，包含住宿、實驗室、野外作業室、研究船隻等（圖2.7.3-2）。住宿設施以提供簡單舒適的環境為原則，並劃分教授、研究員與一般研究生等兩類住宿設施。實驗室以設立兩間不同實驗性質的實驗室，分屬乾式及濕式實驗室。野外作業設備包含空壓機、氣瓶、水肺及浮潛裝備、沖洗設備及儲藏室等。為配合海洋研究站的運作及因應調查作業及科學研究的需求，東沙亦建立研究船船隊，包含可至外環礁作業的較大船隻（約 20-30 噸）及 3-5 艘適合在內環礁淺海域作業的小型船隻，如環礁一號到環礁六號，上述交通工具讓研究人員可至各式生態棲所進行研究。

東沙研究站現由國立中山大學管理，東沙島上常駐的除了海軍陸戰隊及海巡署人員外，也有常駐的研究人員，分別進行不同的東沙相關研究。該研究站亦積極參與國際性的研究計畫，與鄰近各國之海洋研究站進行合作研究，主要研究議題包括海水酸化、生物多樣性及東沙島海域特有的軟珊瑚及海草床，更與其他單位合作大型魚類洄游路徑研究、利

用空拍監測珊瑚礁的技術研究、水面探測船的組裝測試、硨磲貝繁殖與復育研究、環礁潟湖內塊礁形成機制研究、利用空拍研究紅魚行為以及海草床保護珊瑚礁的假說驗證。藉由邀請國際學者擔任研究專家等方式，提升了東沙國際海洋研究站的國際知名度。

(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)



圖 2.7.3-2、東沙國際海洋研究站。(A) 東沙研究站外觀、(B) 站內以海洋保育概念進行佈置、(C) 會議室空間、(D) 實驗室、(E) 中山大學研究船艇、(F) 單車為東沙島上代步工具。(照片來源：國立中山大學，[HTTPS://WWW.NSYSU.EDU.TW/P/404-1000-99463.PHP?LANG=ZH-TW](https://www.nsysu.edu.tw/p/404-1000-99463.php?LANG=ZH-TW))

➤ 南沙太平島國際研究站

「南海國際科學研究設施建置與管理」為四年的計畫，由國內地質、大氣及海洋科學領域專家學者共同主持籌備，該計畫四大主軸目標包括（1）建立太平島研究站雛型，（2）善用與規劃東沙島研究站大氣相關觀測，（3）透過研究船航次串起東沙島、太平島兩島嶼的觀測點形成南北觀測線，（4）延續強化原先的「南海雙島季風實驗」（South China Sea Two Island Monsoon Experiment，簡稱 SCSTIMX）計畫以及進行中的台菲火山海洋颱風地震工作委員會工作小組（Volcano, Ocean, Typhoon, Earthquake Technical Working Group, VOTE TWG）架起的國際合作脈絡。在科技部的支持下，南沙太平島國際研究站在 2019 年 3 月稍有雛形，第一年度先以兩套 20 呎科學貨櫃屋在太平島碼頭建立研究站基礎。

由計畫首年的簡要影像式成果可知其站內設施包含實驗室、裝備室、住宿區及移動式科學觀測站（圖2.7.3-3）。移動式觀測站可以執行大氣觀測研究。研究站備有住宿空間，備有完善生活機能設備，因為自助式空間，仰賴使用者維持整潔，離島前協助清理各空間，並須將冰箱淨空斷電，並於離島時檢查水電是否確實關閉。查詢今年度（2021年）的政府採購案，可知國家海洋研究院未來將在此設置一海洋研究站組合屋，站內包含一樓辦公室與二樓起居室，一樓空間規劃有潛水庫房、濕式實驗室及多功能討論室，二樓為人員住宿區及餐廳廚房。

(A)



(B)



圖 2.7.3-3、南沙太平島研究觀測站。(A) 移動式觀測站、(B) 觀測站內部設施。(照片來源：擷取自《2019 年台灣大學南沙計畫成果影片》)

基於東沙海洋研究站的建置經驗，南沙太平島海洋研究站的設備將與東沙相去不遠。裝備室除了潛水設備如潛水氣瓶、空氣壓縮機，負責管理太平島研究站的台灣大學亦備有10呎小艇(walker bay)、橡皮艇、水上摩托車等水上交通工具，備有相關證照或駕照方能借用。另外在海巡署洋隊的協助之下，更能以多功能小艇、M8艇至較遠海域作業（圖 2.7.3-4）。

(A)



(B)



圖 2.7.3-4、南沙太平島國際研究站。(A) 水上摩托車、(B) 海巡署洋隊船艇，在海巡署洋隊的協助之下，更能以多功能小艇、M8 艇至較遠海域作業。(照片來源：擷取自《2019 年台灣大學南沙計畫成果影片》)

從以上三個屬於離島型的海洋研究工作站建置案例中，不管是綠島、東沙及南沙太平島上的工作站，其建置歷程並非一蹴可幾，皆是在多年的計畫、充足的經費支持，以及耗費許多人力之下，始得逐步完成並啟用。

六、辦理鯨豚保育教育宣導活動

鯨豚保育教育宣導活動規劃

研究團隊導入台灣路殺社之公民科學經驗，透過架設連江縣露脊鼠公民科學調查的專屬網站（露脊鼠海豚公民科學教育網站，<https://reurl.cc/73MRaN>），期望建立一個能集結公民力量的交流平台，使連江縣鯨豚生態資料可以朝向巨量資料庫之目標。此網站的主要功能為與民眾互動交流平台，提供公民科學之陸地觀察標準流程，更會不定時公告鯨豚研究相關之訊息，宣傳教育宣導活動消息。

網站架設完成後，研究團隊也同步將本計畫辦理之鯨豚保育教育宣導活動公告於首頁，未來若民眾對鯨豚保育相關議題有興趣，可以透過網站找到相關資訊並與團隊聯繫。

因應新冠肺炎自 110 年 5 月 19 日起實施三級警戒管制，8 月 10 日起至 9 月 10 日維持二級警戒，故本計畫原訂規劃鯨豚保育教育宣導活動之室內課程及室外體驗課程改採為在線上舉辦，已於 9 月 3 日及 9 月 4 日兩日下午使用國立自然科學博物館現有之 Cisco Webex Meeting 帳號辦理完成。針對教育宣導活動的宣傳，自 8 月初即開始聯繫相關單位，自 8 月 19 日起於連江縣海洋教育中心網站、科博館官方網站（包含臉書）及露脊鼠海豚公民科學教育網站公告活動報名訊息，並附上本次教育宣導活動的宣傳海報（如圖 2.8.3-1），除此之外，亦由產發處協助發函至全台各縣市之海洋資源中心，順利將活動訊息傳遞給預計參與的對象。因疫情實體課程改為線上辦理，免除了至活動現場的交通來往，本活動的報

名狀況十分踴躍，總共有 178 位學員報名，兩天的線上會議合影如圖 2.8.3-3。

本年度鯨豚保育教育宣導課程之線上講授主題內容及邀請之講師名單如下：

9/3 (五)	課程主題	講師
13:00-13:50	擱淺處理第一線	海洋保育署巡查員 吳佩蓉小姐
14:00-14:50	從擱淺到博物館-解讀自然史之路	國立自然科學博物館 姚秋如博士
15:00-15:50	氣候變遷與海洋生物困境	中央研究院 曾庸哲博士
16:00-16:30	課後複習—線上有獎競賽	
9/4 (六)	課程內容	講師
13:00-13:50	看到鯨豚之後	黑潮海洋文教基金會 余欣怡博士
14:00-14:50	聆聽海洋生物多樣性	中央研究院 林子皓博士
15:00-15:50	公民科學—尋找黑姑娘	國立自然科學博物館 莊榮州先生
16:00-16:15	課後複習—線上有獎競賽	



圖 2.8.3-1、課程活動宣傳海報

(A)



(B)



(C)



(D)



圖 2.8.3-2、透過相關網站發布教育宣導活動之資訊貼文。(A) 連江縣海洋資源中心、(B) 科博館官網首頁、(C) 馬祖資訊網及 (D) 研究團隊於本計畫架設之露脊鼠海豚公民科學教育網站。

七、連江縣鯨豚公民科學執行手冊設計與編撰

以公民科學蒐集連江縣鯨豚棲地觀測資料庫 「尋找黑姑娘」活動設計構想

有別於陸域生物對一般民眾而言為較常見且觸手可及的領域，鯨豚對於大眾則是較少接觸的生物，當海邊出現鯨豚擱淺時，民眾才有機會接觸到鯨豚，例如活體救援與照護志工參與機會；想了解鯨豚在海上的活動狀況，也需要藉由搭載船舶出海，不僅所費不貲，也常常受限於海象、氣候不利的因素，還有可能會對鯨豚帶來不必要的人為影響。陸地定點觀測（Land-based Survey）即是一種相對經濟有效又不會干擾鯨豚的調查方法，只要找到良好的觀測點（岬角、制高點或較高的眺望點）就可以發展陸地觀察的活動。

馬祖列島的地形為沈降海岸，花崗岩質的島嶼地勢起伏且陡峭，海岬多且高，地理條件優良。此外，根據過去的研究發現，在南竿良好的觀測點共 268 小時的觀測記錄中（邵與姚 2008），平均每小時約可目擊 0.2 群次的露脊鼠海豚，不僅具備了高目擊率，更是國內數一數二適合發展陸地定點觀測的海域，在海況與視野良好的時候，每個人都能以相對容易的方式如使用望遠鏡或肉眼來觀察鯨豚。當觀測露脊鼠海豚的同時，填寫觀測記錄表為重點工作之一，針對有興趣參與陸地觀測活動的民眾，我們藉由鯨豚保育教育宣導課程或工作坊等教育訓練課程，期望所蒐集到的「機會型」資料可經修正後成為「系統型」資料，提升公民科學之資料可用性。

本計畫依據所設計的「尋找黑姑娘」活動，進而編撰以「連江縣鯨豚棲地觀測回報」為主題的公民科學執行手冊，包含「陸地定點觀測前的須知與參考資料」、「觀測時的紀錄技巧與調查方法」、「露脊鼠海豚的基礎資料」，以及「馬祖海域的十種鯨豚圖鑑」等內容。除此之外，本計劃亦架設了「露脊鼠海豚公民科學教育網」（<https://reurl.cc/kLaoEr>）並建立專屬的網路討論交流社團（Facebook 搜

尋《露脊鼠海豚》）」，目的為促進公民科學交流、資訊分享之平台，提供民眾認識露脊鼠海豚生態知識的線上教材，及相關表單下載平台，期望能提升本計畫所辦理活動的曝光率以及觸及率。我們也設計了線上表單（<https://forms.gle/KxNQ49XfTPb5xHcV7/>），可參考公民科學執行手冊第 14 頁的 QR 掃描碼獲取表單，建立陸地定點觀測結果的線上通報系統，使數據即時回傳到後端進行資料處理。該通報系統透過圖像介紹、說明，讓一般人也能透過智慧型手機上網填寫記錄單，讓民眾使用手機即可開始進行「尋找黑姑娘」的陸地觀察活動，並能即時上傳觀察紀錄。

紀錄鯨豚出沒之餘，我們也期望民眾能記錄在海面觀察到的任何事件，包含海面上漁業活動、海上施工情形，透過紀錄各類船艇的數量。透過長期系統化的陸觀調查不僅能獲得鯨豚如何利用棲地的資訊（何時出現、表現行為、出現時的數量與年齡結構組成及在岸邊的主要活動為何），並可以發展成陸地賞鯨及公民科學參與的方式，培養民眾以科學方式觀測、記錄、關心近海生態，協力解開露脊鼠海豚的神秘面紗。

陸地觀測方法

陸地觀測活動需 2 人以上進行，除了安全考量外，更是因為觀測活動需要分工合作才能達到最佳效果（活動時由 1 人主要負責觀測，另 1 人則協助記錄或填寫線上表單）。選擇滿潮點（U 觀測）或半乾潮點（MD 觀測，滿潮到乾潮中間的時間點）的前後各 30 分鐘作為觀測時間。例如：當日滿潮時間點為上午 7 時 0 分、乾潮時間點為下午 13 時 0 分，則可規劃在上午 6 時 30 分到 7 時 30 分進行持續 1 小時的 U 觀測，或是 9 時 30 分到 10 時 30 分之間進行 MD 觀測。手冊上有各時段的詳細說明，並提供中央氣象局潮汐表連結作為參考。

在持續 60 分鐘的觀測期間中，設定每 30 分鐘為一個觀測時段，共有第 0 分鐘、第 30 分鐘、第 60 分鐘三個時段，每次觀測時間開始時先

以望遠鏡做一次海面掃視，掃視並記錄視野內的船隻類型與數量、風向、風級、浪級、海面反光度、能見度、雲覆蓋度。在 3 次的觀測時間之間，所有觀測人員皆以肉眼觀察海面上的露脊鼠海豚活動情形，並可輔以望遠鏡仔細觀察，並記下各時段的露脊鼠海豚觀察結果。

陸地觀測地點建議

馬祖南竿南北側於不同季節會受到不同季風之影響，如南側海岬不易受到東北季風影響，適合於冬季吹北風時進行觀測，較北側不易受強烈北風干擾。本計畫於南竿沿岸共篩選出 7 個可作為陸地觀測之地點，希望做為公民科學的推廣據點（圖 2.9.3-1）。建議未來能將觀測站點營造為生態旅遊步道，可設置解說牌介紹露脊鼠海豚與周遭景觀，增設瞭望亭及投幣式望遠鏡等設施，提供來到馬祖旅遊的民眾一個拉近與露脊鼠海豚距離的機會，並藉由陸觀回報網站之 QR 掃描碼，促使來到馬祖旅遊的民眾加入公民科學資料蒐集的行列。



圖 2.9.3-1、陸地觀測鯨豚平台之建議設置地點 (請參考公民科學執行手冊第 4 頁)

公民科學家手冊大綱 連江縣鯨豚多樣性簡介

位於閩江口外的馬祖列島，河口生態豐饒、海洋資源豐沛，是鯨豚的重要棲息環境。根據歷年鯨豚擱淺或目擊資料，這片海域曾經棲息著鬚鯨科的小鬚鯨（*Balaenoptera acutorostrata*）、小抹香鯨科的侏儒抹香鯨（*Kogia sima*）、喙鯨科的柏氏中喙鯨（*Mesoplodon densirostris*）、海豚科的糙齒海豚（*Steno bredanensis*）、中華白海豚（*Sousa chinensis*）、真海豚（*Delphinus delphis*）、印太瓶鼻海豚（*Tursiops aduncus*）、偽虎鯨（*Pseudorca crassidens*）、鼠海豚科的兩種露脊鼠海豚（*Neophocaena* spp.），這些鯨豚中又以露脊鼠海豚被記錄到的頻率最高，佔了 90% 以上。除此之外，馬祖列島的露脊鼠海豚擱淺數量是臺灣各縣市累積數量最多，也是最容易目擊活體的海域，顯示此海域是露脊鼠海豚棲息與保育的重要地區。

誰是黑姑娘—與眾不同的露脊鼠海豚

露脊鼠海豚（*Neophocaena* spp.）屬於鯨偶蹄目中的齒鯨亞目（Odontoceti）、鼠海豚科（Phocoenidae），目前本屬中包含了兩個物種。包含寬脊露脊鼠海豚（或稱印度太平洋露脊鼠海豚、寬脊江豚）（*N. phocaenoides*）與窄脊露脊鼠海豚（*N. asiakororientalis*）。不同於一般較為人知的海豚，牠們沒有長長的吻部、頭部渾圓、背上不具有背鰭且背部中脊的皮膚上具有許多顆粒狀突起，乍看外觀有些像海牛目（Sirenia）的儒艮。

露脊鼠海豚體型嬌小，多不超過2公尺，喜歡棲息在水深50公尺範圍內的淺海域及淡水域中，在臺灣主要分布於本島西岸、澎湖、金門與馬祖海域。屬於機會覓食者的牠們，常以當地優勢魚類、頭足類為主要食物，偶而也會捕食甲殼類動物，食性範圍極廣，是馬祖海域海洋食物網中的高階層動物。通常以 2-4 隻的小群體活動，由於沒有背鰭、水面活動較少、行為隱密、會躲避船隻，往往只有在相當風平浪靜的情況下才有

機會觀察到牠們的身影，雖然棲地範圍與人類活動區域相鄰或重疊，卻是相當不為人知、生活成謎的鯨豚。

臺灣海域近年來露脊鼠海豚擱淺數量大增，物種擱淺累積數量幾乎年年居冠。喜歡在淺水環境棲息的牠們，極易受到人類的活動及開發影響，生存受到環境污染、棲地破壞、船隻撞擊、漁網纏繞、噪音汙染、食物短缺等因素威脅。兩種露脊鼠海豚在國際上的保育等級也分別列為易危（VU）與瀕危（EN）等級。雪上加霜的是，露脊鼠海豚的壽命估算約為 18-25 歲，大約 3-6 歲可達性成熟，可是在過去的研究中發現，連江地區近二十年來，春季擱淺的新生兒與未斷奶的幼兒數量，是全台最高的縣市（圖 2.3.3-11），許多鼠海豚來不及長大成熟而死去，族群的未來存續相當令人憂心。

兩種露脊鼠海豚

在臺灣海域棲息的露脊鼠海豚有兩個種類：一種是分布緯度較低為寬脊露脊鼠海豚（*N. phocaenoides*），棲息於印度洋-西太平洋間的淺水海域，西起波斯灣沿著亞洲大陸近岸直到臺灣海峽北方，又被稱為印太洋露脊鼠海豚。寬脊露脊鼠海豚在臺灣的西岸、澎湖、金門、連江縣都有擱淺紀錄，活體目擊紀錄多在雲林至苗栗沿海、馬祖列島。

另一種是窄脊露脊鼠海豚（*N. asiaeorientalis*），底下又分成兩個亞種：長江亞種（*N. a. asiaeorientalis*）棲息在長江中下游部分流域，東亞亞種（*N. a. sunameri*）的分布海域則從臺灣海峽北邊沿著中國、韓國至日本近岸淺水海域。

這兩個物種外觀上最大的差異在於牠們背部中脊背脊顆粒區的形態差異：寬脊露脊鼠海豚背脊區寬大且長，背脊顆粒有 10-18 行，體型略大。窄脊露脊鼠海豚的背脊區窄短且突起明顯，背脊顆粒有 3-8 行，體型略小。馬祖列島地理位置特殊，恰好是這兩個姊妹種共域的海域，是最適合進行露脊鼠海豚分類與保育研究的地點。

舉辦陸觀活動

原先計畫至連江縣高中或海洋大學舉行陸觀訓練以及回饋修正手冊，因 COVID-19 疫情影響，對象改為海保署巡查員、科學博物館科學教育推廣組人員以及部分一般民眾。

今年 9 月初舉辦的線上教育宣導活動，由講師莊榮州進行「尋找黑姑娘」的線上課程（見第八章），首次向一般大眾宣導連江縣尤繞·尤幹鯨豚公民科學調查計畫，利用線上表單的方式回傳陸地定點觀察資料。從 7 月到 9 月間，研究團隊分次帶領海保署第十一工作站巡查員在五五據點以及南竿勝天路旁進行了數次陸地觀察，並實際使用手冊與表單系統。此外，也與科博館科教組同仁一同前往苗栗白沙屯進行陸地觀察。研究團隊甚至也到花蓮四八高地與花蓮溪口南側與幾位熱心的民眾一同進行陸地觀測的操作。今年（2021 年）9 月 8 日與 9 月 22 日海保署與科博館合辦了一系列海保署巡查員專業訓練課程——鯨豚陸地觀察，研究團隊也受邀擔任課程講師，主講陸地觀測方法與回報系統，並移地至台中梧棲漁港進行實證調查。培訓當天很幸運，有目擊到一群次的中華白海豚，順利地實證了陸地定點觀測之目擊觀測操作流程。

歷經多次實際演練，研究團隊主動並持續地收集參與者的回饋，以滾動式修正陸地定點觀測之公民科學調查方法。除了修正線上表單在填寫上的不便之處，船舶大小、海浪級別、風力大小等名詞的定義，也提供明確的圖示參考範例。未來若有收到任何回饋，仍會持續地修正功名科學調查方法，讓一般民眾都可以輕易參與露脊鼠海豚的陸地定點觀測活動。

露脊鼠海豚公民科學教育網

研究團隊參考國內成功公民科學案例——臺灣動物路死觀察網的網站規劃，架設了「露脊鼠海豚公民科學教育網」。網站的目的在於提供對外窗口，讓民眾能初步了解公民科學的目標以及執行方法，也分享鯨豚

與露脊鼠海豚的相關資訊。未來希望能收集公民科學成果後並逐次公布與露脊鼠海豚相關的研究成果與資訊，例如目前民眾參與的回報數量，以及民眾參與的成果等，讓民眾了解自己貢獻的數據之價值。

網頁最上端有設計導覽列，使用者能夠快速地找到所需資訊，包含公民科學執行手冊的內容，以及「尋找黑姑娘」陸觀公民科學的活動資訊，例如露脊鼠海豚的介紹、建議陸觀的地點與介紹、陸觀的紀錄方法與注意事項，測距尺的製作與使用、馬祖海域可能會出現的船舶種類。網站上也列出研究團隊的研究主題與成果分享，未來也將持續更新網站上的資訊，讓網站能成為科學家與公民科學活動參與者互動的平台。



圖 2.9.3-2、公民科學執行手冊一覽(與 QR CODE)。

肆、執行中遭遇困難及因應對策

1、連江縣鯨豚保護區規劃評估:依據IMMA指引，海洋哺乳動物重要棲地申請程序中提及，至少需要有5年以上的海上生態調查資料，才足以繪製出保護區範圍，本計畫目前仍屬收集海上調查資料的期程，待近期幾年的海上生態資料更完整後提出保護區範圍之建議區域及海上標的。

2、連江縣海域鯨豚調查與族群數量評估:露脊鼠海豚有以下特徵比一般海豚調查更加困難，1.個性非常地不活潑，出水換氣動作非常小2.一起出現的群體隻數也非常少，通常都是一兩隻，所以目擊更需要經驗和海況平穩。

3、連江縣地區鯨豚重要棲息環境聲景研究與棲息地品質評估:目前調查努力量來看看起來是不夠的，往後朝向編列更多預算來執行海上聲景調查。

伍、未來推動方向與建議

未來將持續進行今年度重要工項，因海上調查資料都需要持續的收集才能發揮數據分析的效果，尤其是海上調查的部分更是需要加強規劃的部份，除了露脊鼠海豚難以觀察的特性外，還有調查方式的不足，未來除了以海上專業人員進行觀測外，也預計準備輔助海上調查的設備，例如空拍機及同時進行水下錄音，來彌補海象與視覺上的遺漏，另外將增加露脊鼠海豚內外寄生蟲物種遺傳多樣性調查，因據歷年標本檢視，連江縣擱淺露脊鼠海豚的頭部寄生蟲盛行率(百分比)和數量相當高，並且也在其他器官及外部檢查時發現各類寄生蟲。根據諸多文獻，寄生蟲亦是造成鯨豚擱淺眾多原因之一，寄生蟲引起宿主不良效應也和動物的健康狀態息息相關，因此寄生蟲類型、寄生部位、盛行率與數量的鑑識，是探究鯨豚擱淺的基礎生態資料之一。

填報單位：連江縣政府產業發展處

單位主管：林處長志豐

填報人及連絡電話：填報人:鐘文謙

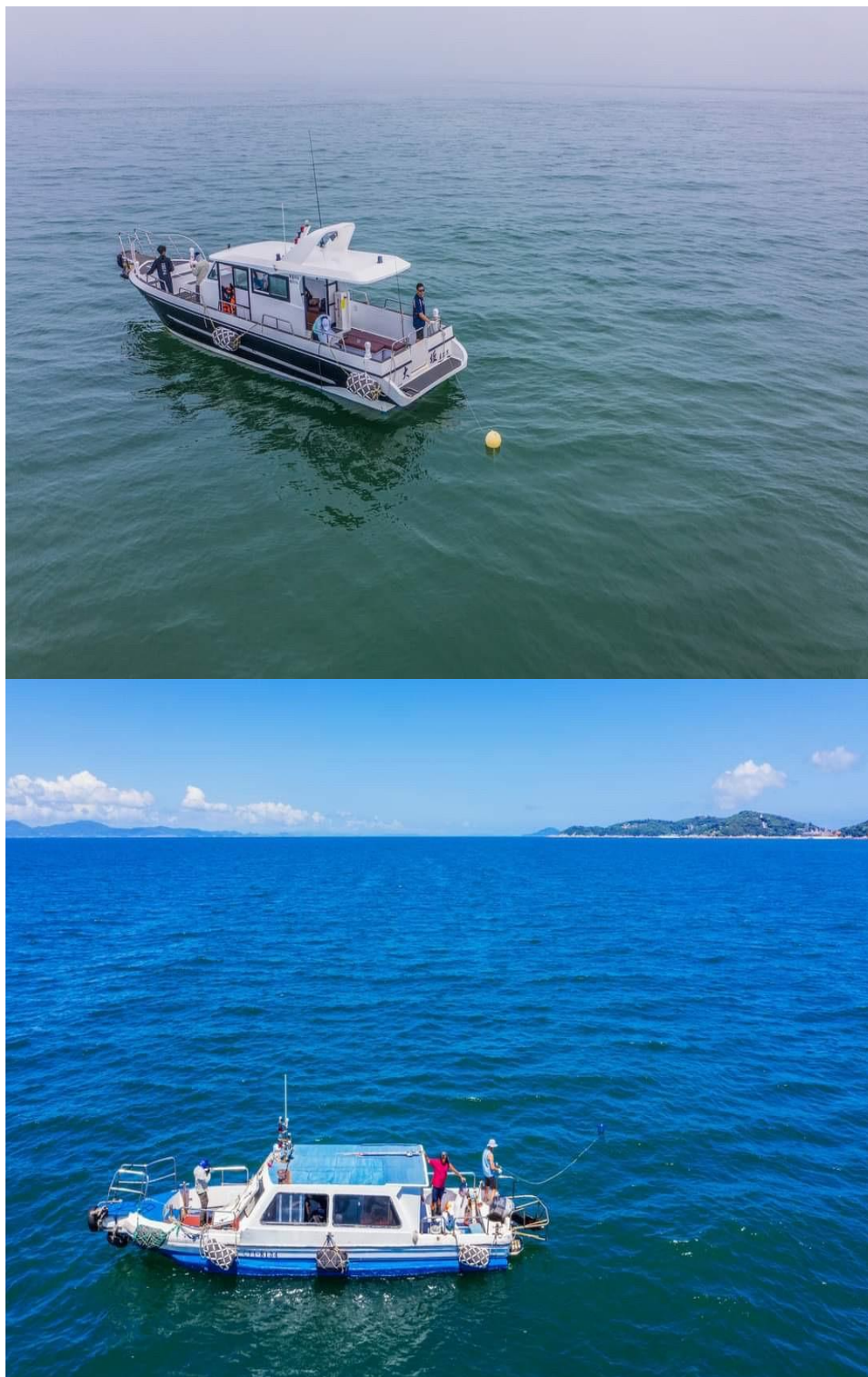
連絡電話:0836-25248#123

填表日期：110 年 12 月 10 日

*備註：執行機關可視需要增加項目

附件 1 可提供本署運用之相關圖片或照片，並提供授權使用書

請提供至少 4 張供本署宣傳運用，圖像需清晰，另電子圖檔需 2MB 以上， 並以單獨電子檔方式提供。





攝影著作授權使用書

本機關無償授權海洋委員會海洋保育署，得以上映、播送、口述、傳輸、展示、散布、印刷等公開方式，重製本機關「110年連江縣鯨豚保護區經營管理計畫」攝影著作4幅如附件1(含光碟)，並得為製作相關宣傳品之使用。

受委託(補助)單位：連江縣政府 (簽章)

授 權 人：劉增應 (簽章)

中 華 民 國 110 年 12 月 10 日

