

海洋委員會海洋保育署非科技計畫 執行成果期末報告

114年琉球鄉沿岸海洋生態保育及教育在地化與國際化計畫

計畫名稱：114年琉球鄉沿岸海洋生態保育及教育在地化與國際化計畫

計畫編號：114海保-0613-綜-地-08

執行期間：114年2月14日至114年12月15日

委託（補助）機關：海洋委員會海洋保育署

執行單位：屏東縣政府

中華民國114年12月5日

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

琉球嶼（俗稱小琉球）為本縣珊瑚礁石灰岩島嶼，擁有繁盛的珊瑚礁，並蘊育了豐富的海洋生態資源，影響當地相關產業發展。為確保資源永續，本府依漁業法公告設置「琉球水產動植物繁殖保育區」，琉球全島沿岸向外延伸200公尺均屬保育區範圍。近年受到全球氣候變遷及觀光快速發展影響，該海域生態資源遭受嚴重威脅，珊瑚礁健康狀態持續衰退，魚類及大型藻類（馬尾藻）資源稀少，潮間帶生物密度及多樣性下降，尤其肚仔坪潮間帶海膽數量遽增，資源衰退及失衡情形令人擔憂。本計畫持續進行潮間帶棲地資源監測及復育，同時培訓在地公民科學家參與，以建立延續性的基礎資料；辦理在地生態教育，及規劃環境教育場所，傳遞海洋環境教育知識；並推動環境教育場所，及規劃國際友善及生態友善之環境，朝永續生態發展。

二、計畫年期：114

三、主辦單位：屏東縣政府

四、協辦單位：無

五、總計畫經費：新臺幣(下同)6,430,000 元

六、經費來源：

（一）中央款：964,500 元

（二）地方配合款：643,000 元

（三）其他：離島建設基金4,822,500元

七、計畫目標：

琉球沿岸海域具有相當豐富水產資源及觀光價值，為此屏東縣政府於89年即將重要區域公告劃定為「琉球漁業資源保育區」予以保護，並於後續數年多次修訂。然而隨之而起的觀光快速發展，雖帶動當地經濟發展，但在僅有6.8 km²的小島上一年擠進100萬人次的遊客，而進入範圍小一百倍的三個潮間帶保育示範區（漁埕尾、杉福、肚仔坪）之遊客也達15萬人次以上，卻也造成資源過度利用及環境污染的問題。

108年起縣府開始委託學術機關調查，結果顯示原先具有豐富海洋生物多樣性的小琉球珊瑚島，整體上生物資源狀態已下降：1975年曾累積魚類紀錄達669種，現在僅約有266種；過去調查無脊椎動物有355種，現在僅約116種，且在初期觀光快速發展的那五年間三個重要潮間帶的生物種類數及密度皆大幅下降達80%以上；珊瑚礁覆蓋率也從60年代的70-80%顯著下降到大多數為失能狀態（0-32%），且多數珊瑚礁區的功能也大都處於「失能」（覆蓋率<10%）的狀態，使小琉球珊瑚覆蓋率從早期全台第一，降為全台最差。此外，近年來當地大型藻類（如馬尾藻）也逐漸變少，其中肚仔坪原本礁台上有著優良底質，並有大片海草床和豐富生物，現在只剩零星分布的海草叢，以及數量龐大的穴居型海膽繼續啃食已經嶙峋不平的礁台，而成為台灣第一個「海膽荒礁」，若不有些保育行動，依國外研究結果，這個潮間帶最後將會繼續發展成不適生物生存的礁岩狀態。

造成這種現象的主要原因是：過多遊客與不當行為、過度捕撈利用生物（為應付過多的遊客）、過量生活廢污水（來自過多的遊客）、以及氣候異常。這種環境劣化的發展不僅科學界擔憂，在地居民及業者也直接感受環境及海洋生物資源大不如前，而開始關心環境生態保育相關議題。然而觀光發展牽涉當地鄉民生計，短期難以限制及減緩，且從調查結果來看，當地生物資源衰退速度相當快速，為政者不能等資源崩壞才開始想辦法解決。因此如何讓觀光優質化，以維繫當地的生計，又能讓資源品質提升，以復育海洋生態，是現今相當重要且迫切的課題。

為解決沿岸海洋生態衰退的問題，除了縣府正進行之管理規範強化作為之外，在地化的保育行動及科普教育，以及國際化的觀光品質提升，也是國際常用之解決方案。本計畫針對上述問題，朝向永續生態之在地化與國際化目標訂定四年期工作項目。本年度延續上年度（113年）之生物調查與復育及保育與國際化推廣，具體工作項目包括：潮間帶關鍵生物調查（含底棲生物及魚類）、生物復育（含碑礫貝及馬尾藻）、肚仔坪潮間帶棲地復育、在地公民科學家培訓與圖鑑出版、保育知識傳播影片製作、潮間帶英語導覽員培訓、英語友善標識設置、以及整合規劃環境教育場所認證等八項。

八、計畫內容概述：

本年度計畫首先為生態資源監測與復育，一方面調查目前琉球鄉潮間帶魚類相與底棲生物之生態狀況，於五處自然人文生態景觀區潮間帶進行三次調查，提供底棲動物名錄及生態狀態的分析，並與歷年調查比較，建

立長期監測資料，同時也進行潮間帶底質分佈調查；另外，進行馬尾藻及碑磔貝復育試驗，協助生物資源的恢復，並於有復育馬尾藻之潮間帶潮池進行生物物種調查；再者，嘗試進行肚仔坪棲地復育，盼能減緩「海膽荒礁」帶來之影響，使棲地逐漸恢復；此外，也培育在地公民科學家，希望能使科學研究及保育教育在地化，提高在地人士的參與，並出版海洋生物圖鑑。

本計畫規劃的另一面向為海洋保育教育推廣及友善國際化觀光，製作主題性生態保育影片，盼可透過影像向遊客推廣保育知識教育，奠定遊客對海洋保育的基本認知。此外，也整合規劃環境教育場所之認證申請文件，盼能成功打造小琉球首個環教場域，供大眾進行海洋生態學習；同時，亦培訓潮間帶英語導覽員與設計英語友善保育標識（手拿牌），以提升小琉球之國際化生態觀光品質。

綜合以上，本計畫工作項目即包括以下八項：

- 1.潮間帶關鍵生物調查：於杉福、漁埕尾、肚仔坪、蛤板灣及龍蝦洞5處潮間帶進行「底棲無脊椎動物」、「魚類」資源調查，調查頻度為3季（次），採穿越線調查法進行，並與歷年資料比較，以了解生物相變動與人為活動的關係。並進行5處潮間帶底質調查。
- 2.復育試驗:
 - (1)馬尾藻復育試驗：因113年以有性繁殖方式成功培育馬尾藻藻苗，為提升復育成功率，本（114）年將持續培育幼苗，移植至杉福、漁埕尾及龍蝦洞等3處潮間帶合適潮池生長，進行潮池內魚類及無脊椎動物之調查，並推動社區或公民科學家參與，提高成效。
 - (2)碑磔貝復育試驗：延續113年於杉福潮間帶進行試驗，提高存活率，移植30顆碑磔貝。
- 3.肚仔坪潮間帶棲地復育：據近年調查，肚仔坪潮間帶梅氏長海膽繁生（密度高達9.3隻/m²、總量估計40萬隻），不適其它生物生存。去（113）年試驗結果，移除範圍內之海膽密度顯著減少，可見其成效。參閱國外有關海膽荒礁（Sea Urchin barren）案例及文獻指出，人為介入移除均為可行且必要，且為簡單、有效及經濟之作法，爰本年將擴大規模，連續性或提高頻度移除，並結合在地參與，增加成效。
- 4.在地公民科學家培訓及圖鑑出版：持續培訓在地公民科學家5人，以室

內課程及野外實作等方式進行，培訓內容包括潮間帶與亞潮帶生物調查及記錄方式、馬尾藻復育技術等，以協助資源調查及復育工作；將公民科學家記錄之生物影像編印為海洋生物圖鑑出版，印製數量500份。

5.保育知識傳播影片製作：將歷年學術調查成果及公民科學家提供素材轉化為保育知識傳播影片1部，內容呈現魚類資源現況及本府對珊瑚礁生態復育所作的努力，並發布於本所官方網站等進行宣傳。另轉譯為英文影片1部，供國際交流使用。

6.潮間帶英語導覽員培訓：開設培訓課程，課程之教材以琉球鄉及潮間帶之自然人文生態為背景，內容包含英語基本對話及室外實習，培訓人數3人。

7.生態保育場所英語友善標識：於島上5個熱門景點設置英文版生物解說牌，內容包括特色生物介紹及保育規定。

8.環境教育場所認證：整合規劃環境教育專業人力、課程方案及經營管理，以杉福潮間帶場域申請環境教育場所認證。

貳、重點工作項目

一、工作項目及經費：

工作項目	經費 (元)	概述
潮間帶關鍵生物調查	1,533,308	(A)於五處自然人文生態景觀區(杉福、漁程尾、肚仔坪、蛤板灣及龍蝦洞)進行三次潮間帶關鍵底棲無脊椎動物調查,全年15站次;並與歷年調查比較;(B)於五處自然人文生態景觀區為樣站進行三次潮間帶魚類相調查,全年共15站次;並與歷年調查比較;(C)於五處自然人文生態景觀區進行底質組成調查(先藉空拍影像進行底質組成辨識,再請當地公民科學家進行複查),提供底質組成分佈圖。
復育試驗	692,462	(A)碑礫貝:於杉福潮間帶進行復育試驗,以固定籠具裝置於潮池,放置30隻長碑礫貝,記錄成長及存活率;(B)馬尾藻:以硬葉馬尾藻為復育試驗物種,採用有性繁殖方式之種苗為材料進行藻繩製作,再於龍蝦洞、杉福及漁埕尾三潮間帶進行復育試驗,並進行潮池生物調查。
歷年調查及復育成果比較分析	98,923	
肚仔坪潮間帶棲地復育	643,000	(A)與在地居民合作進行2次大規模移除行動,記錄海膽移除量及回添量;(B)辦理2場海膽荒礁環境教育活動,包含行前環境教育課程及實地體驗移除。
在地公民科學家培訓與圖鑑出版	840,846	(A)公民科學家訓練一式(5名以上);(B)海洋生物圖鑑出版,印製數量500份。
保育知識傳播影片製作	840,846	製作以「魚類資源現況與珊瑚復育行動」為主題之生態保育教育影片「中、英文版」各1部(共2部)。

潮間帶英語導覽員培訓	346,230	透過兩階段之英語基本對話與室外實習課程，培訓3名以上潮間帶英語導覽員。
生態保育場所英語友善標識	148,385	選擇小琉球的特色生物或保育類生物，於遊客聚集之5處熱門地點設置英語友善標識，為避免島上固定告示牌過多，將以手拿牌或其他可行形式設置。
整合規劃環境教育場所認證	1,286,000	以小琉球杉福保育示範區潮間帶為目標，盤點周邊環境及教育資源，協尋合適環境教育專業人力，整合規劃以潮間帶為主軸之環境教育課程方案與經營管理策略。最後，整合上述內容，向國家環境研究院提出環境教育場所認證申請。
合計	6,430,000	

參、重要成果及效益分析

一、重要成果說明

1.潮間帶關鍵生物調查：

(1)無脊椎動物調查：

於漁埕尾、龍蝦洞、蛤板灣、杉福及肚仔坪等五處潮間帶進行無脊椎動物調查，結果顯示各潮間帶之優勢類群不同，且東北側樣點與西側樣點大致上各為一群。五個潮間帶的物種豐富度及個體密度兩指數，均較十年前觀光發展初期（2011-14年）的調查結果顯著低，顯示小琉球潮間帶生態環境品質仍未恢復，仍需加強管理與保育。2025年調查五處潮間帶的物種豐富度指數及密度，與2019-2024年相比變動不大。然而細部來看，管理較嚴格的漁埕尾和杉福在加強管理期（2022年5月之後）的生物密度比加強管理期前明顯的增加（1.72倍及1.52倍），顯示長期管理已產生某種程度的效果；遊客較少的龍蝦洞也有少量增加（1.23倍）；肚仔坪可能受海膽過量或水質優養化影響，生物密度反而下降（0.85倍），海膽移除行動使海膽個體密度從6月的6.3隻/m²，減少至8月的2.5隻/m²，但物種多樣性指數尚未看見顯著變化，將持續追縱；蛤板灣潮間帶長久未管制，近幾年遊客量劇增，可能因此口鰓海膽比例增加，生物密度下降（0.88倍），去年劃為保育示範區、今年開始收取保育費，期待未來會有改善。屏東縣政府於2025年9月完成杉福漁港排水設施改善工程，使歷年淤積於杉福潮間帶沙灘上之小水

池消失，珊瑚砂也已回填，未來將持續追蹤無脊椎動物群聚變動情況，以評估成效。

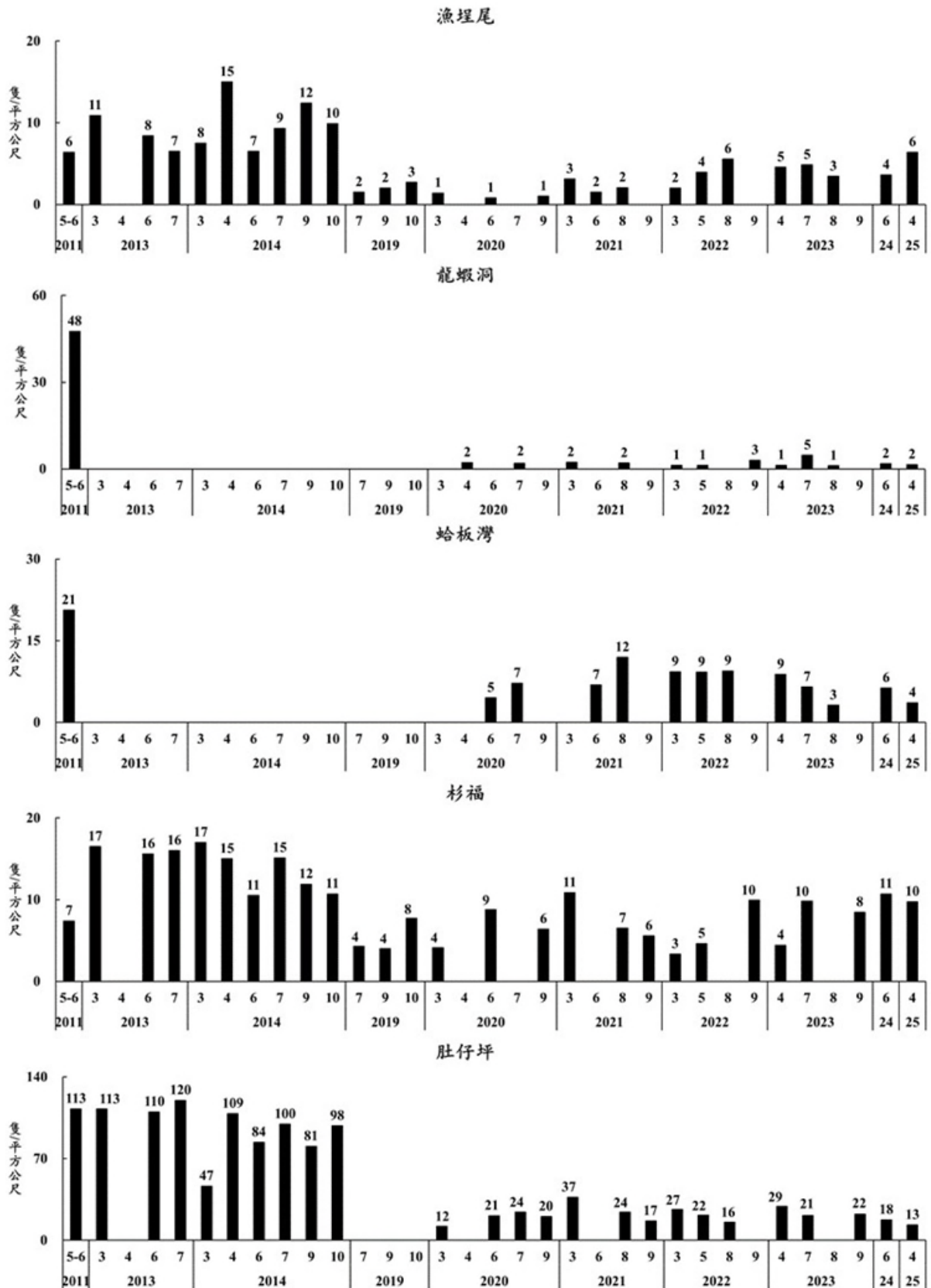
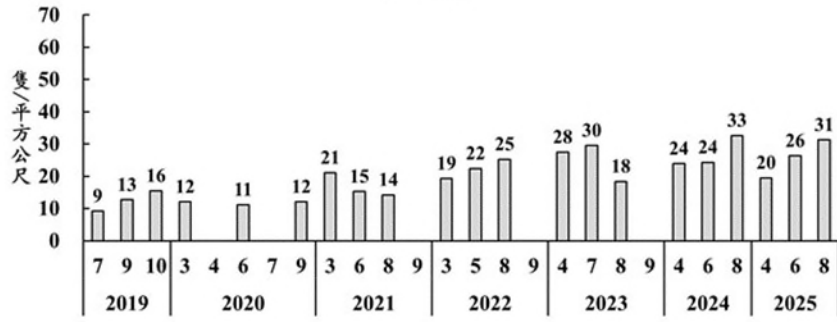
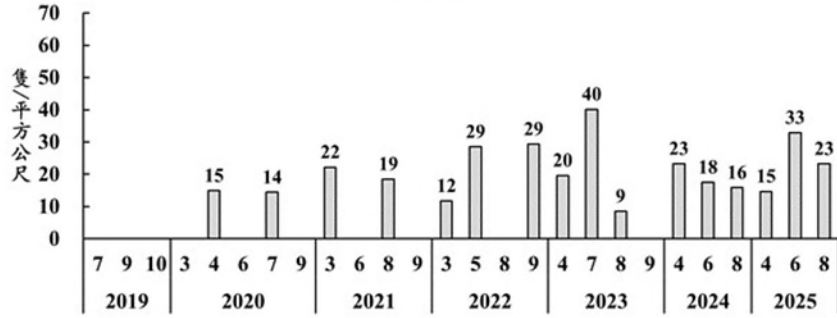


圖1、潮間帶底棲無脊椎動物>2cm 之個體密度

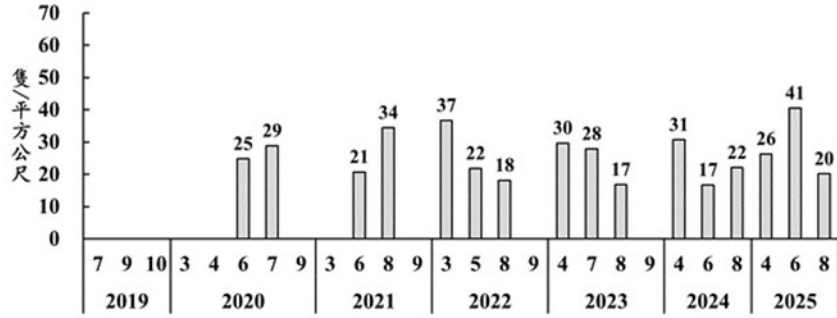
漁埕尾



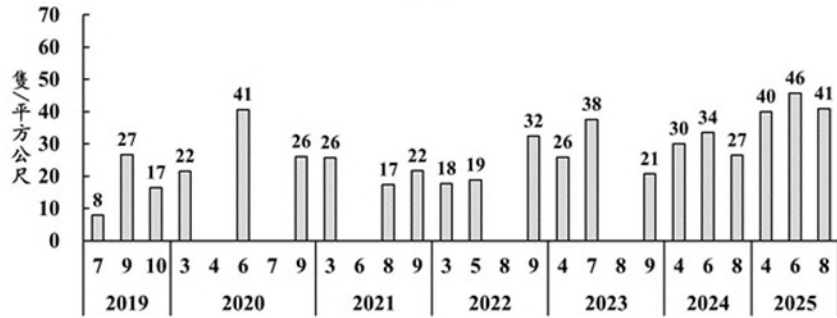
龍蝦洞



蛤板灣



杉福



肚仔坪

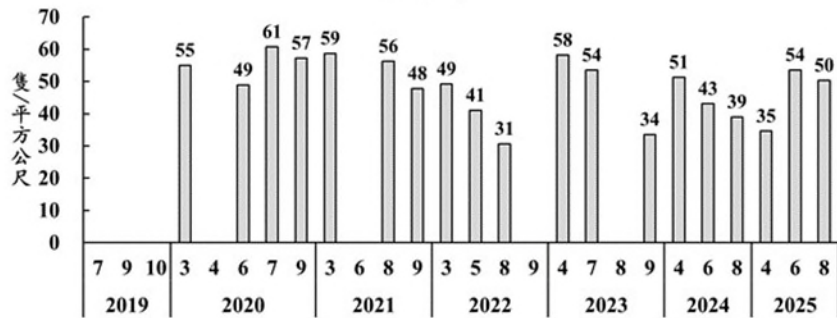


圖2、潮間帶底棲無脊椎動物之個體密度

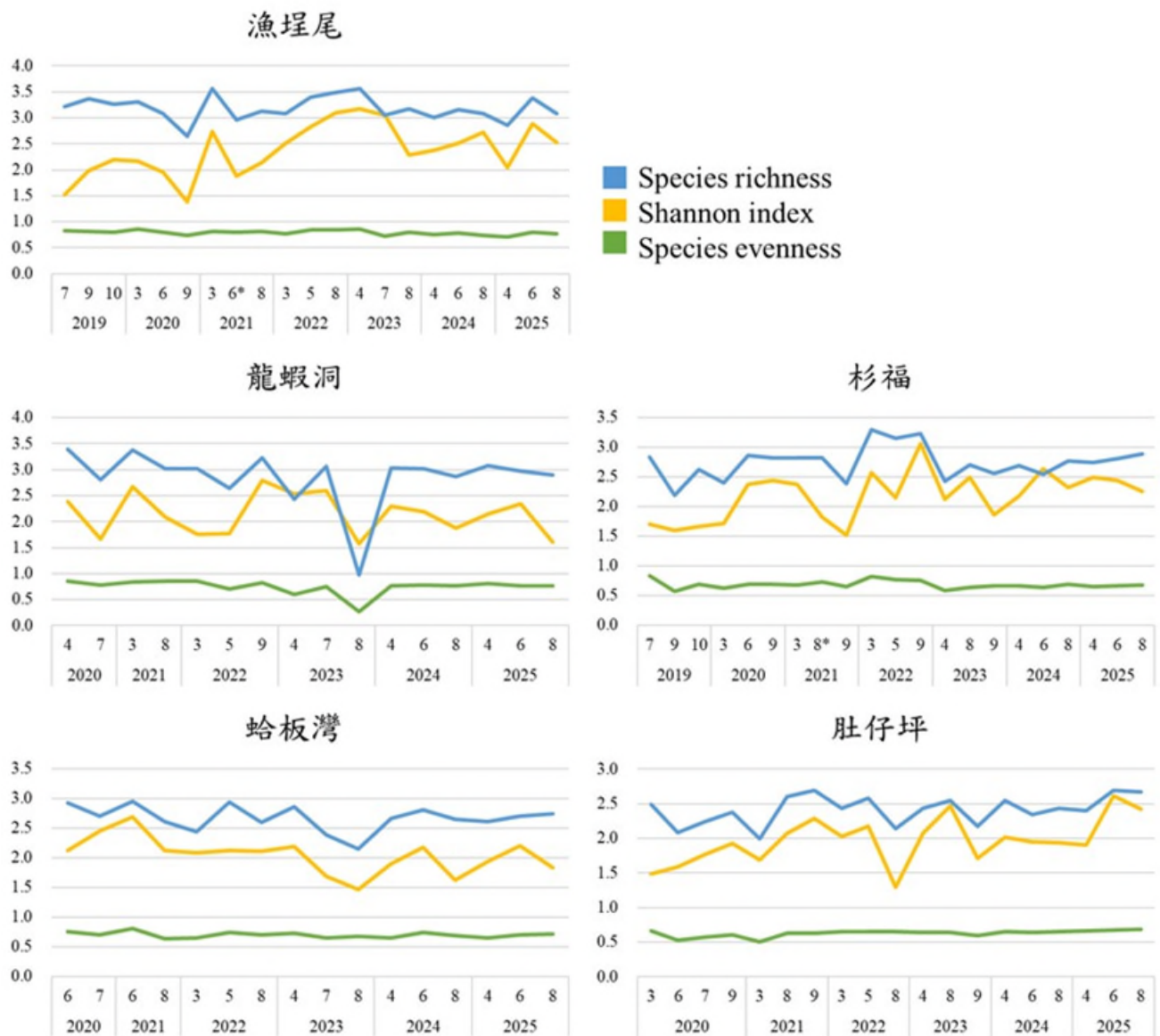


圖3、潮間帶底棲無脊椎動物各項生物多樣性指數

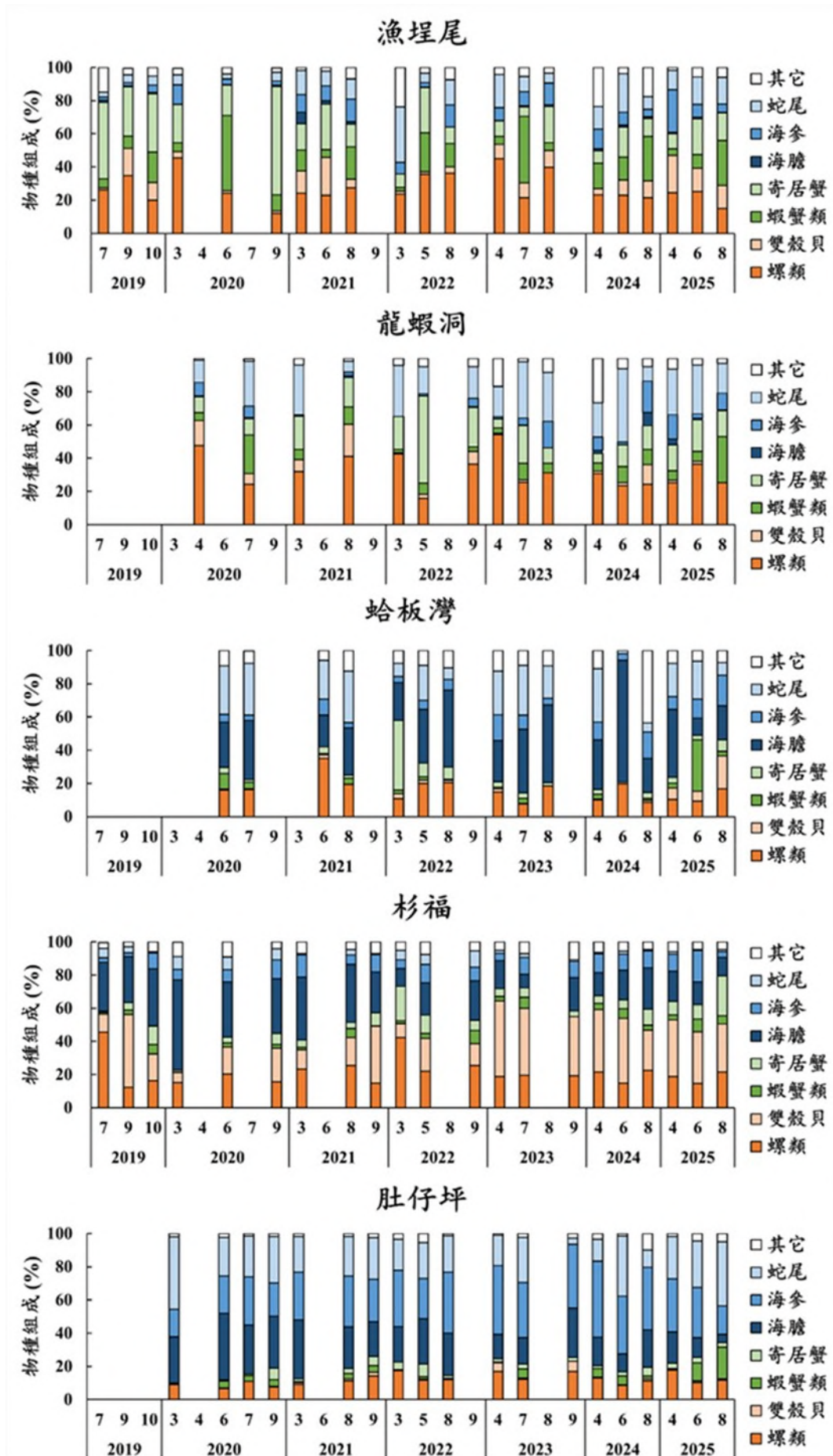


圖4、潮間帶底棲無脊椎動物組成百分比

(2)魚類調查：

本年度於五個潮間帶樣區，進行三次漲潮時魚類穿越線調查，共發現22科64種魚類，整體魚類資源有逐漸減少的趨勢，特別是在杉福、肚仔坪與龍蝦洞。各潮間帶以小型雀鯛與隆頭魚為主要優勢物種，魚類群集結構變得更單一，生態穩定性與韌性可能降低。魚類群聚組成季節變化不明顯，僅有地區差異較大。五個樣點中，總物種數以肚仔坪最高，共發現37種，其次為杉福33種，而龍蝦洞最低，僅發現23種。魚類個體數方面以杉福最高，其次為肚仔坪，而龍蝦洞亦為最低。由於潮間帶的魚隻大多體型短小，所以大多樣區單位面積的魚類生物量大多不到1克。潮間帶部分微棲地減少（如海草床）及潮池被今年颱風與豪雨所帶來的泥砂或碎屑掩埋，造成原本能容納魚隻棲息的環境減少或消失，可能是潮間帶魚類減少的原因。

表1、潮間帶底棲無脊椎動物組成百分比

	112年	113年	114年
蛤板灣	總 52 種 單位面積 0.25 尾 平均體長 5.0cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 灰金翅雀鯛 [雀鯛科]	總 36 種 單位面積 0.22 尾 平均體長 5.5cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [雀鯛科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科]	總 28 種 單位面積 0.29 尾 平均體長 4.5cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛
杉福	總 50 種 單位面積 0.50 尾 平均體長 5.1cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科]	總 36 種 單位面積 0.24 尾 平均體長 5.2cm 優勢種 (前三): 斑達紫胸魚 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科]	總 33 種 單位面積 0.36 尾 平均體長 4.9cm 優勢種 (前三): 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [隆頭魚科]
肚仔坪	總 39 種 單位面積 0.56 尾 平均體長 4.4cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 灰金翅雀鯛 [雀鯛科] 椰子深蝦虎 [雀鯛科]	總 44 種 單位面積 0.35 尾 平均體長 5.0cm 優勢種 (前三): 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 灰金翅雀鯛 [雀鯛科]	總 37 種 單位面積 0.31 尾 平均體長 5.1cm 優勢種 (前三): 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [隆頭魚科]
漁埕尾	總 23 種 單位面積 0.36 尾 平均體長 4.7cm 優勢種 (前三): 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 條紋豆娘魚 [雀鯛科]	總 23 種 單位面積 0.20 尾 平均體長 5.4cm 優勢種 (前三): 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 三葉錦魚 [隆頭魚科]	總 27 種 單位面積 0.30 尾 平均體長 5.0cm 優勢種 (前三): 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 三葉錦魚 [隆頭魚科]
龍蝦洞	總 27 種 單位面積 0.47 尾 平均體長 4.8cm 優勢種 (前三): 柏氏金翅雀鯛 [雀鯛科] 三葉錦魚 [隆頭魚科] 斑達紫胸魚 [隆頭魚科]	總 27 種 單位面積 0.23 尾 平均體長 6.0cm 優勢種 (前三): 三葉錦魚 [隆頭魚科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 柏氏金翅雀鯛 [雀鯛科]	總 23 種 單位面積 0.25 尾 平均體長 5.4cm 優勢種 (前三): 三葉錦魚 [隆頭魚科] 雲紋海豬點 [隆頭魚科] 單斑金翅雀鯛 [雀鯛科]

(3)潮間帶底質調查：

調查結果顯示各潮間帶在礁臺、沙灘、潮溝、潮池及藻類覆蓋的組成上呈現明顯差異，顯示各區地形結構與生態條件多樣。其中，沙灘佔比以漁埕尾和蛤板灣最高、潮溝分布以龍蝦洞最明顯、潮池比例以杉福最高、珊瑚礁臺比例以杉福及肚仔坪最高。這些差異不僅反映自然環境特性，也為後續環境管理與保育策略提供另一面向的參考依據。這些資訊可作為後

續環境管理與保育策略的物理參考數據本計畫針對五處潮間帶進行底質組成分析，結果顯示各區環境條件差異明顯。

2.復育試驗：

(1)碑礫貝復育：

本年度採分批放養策略，以降低颱風造成損失之風險。今年持續與柏午生技公司及公民科學家小琉球自然人文生態觀光協會合作復育試驗，復育地點選在杉福旅海步道附近，第一次於5月先放置10隻，經過四個侵台颱風後，至10月仍存活2隻；11月放置20隻稚貝，並持續追蹤存活率。總結歷年造成碑礫貝死亡的原因包括：(1)藻類及其他附著生物長在籠具或覆網上，碑礫貝受到遮蔽無法進行光合作用；(2)潮上帶沙泥流入潮間帶蓋住碑礫貝；(3)籠具固定不良翻轉倒置；(4)夏天水溫升高造成碑礫貝白化；(5)颱風引起海水及底質劇烈擾動等。

表2、歷年碑礫貝之復育結果

	111年 (非本計畫經費)	112年	113年	114年
復育種類	長碑礫貝	長碑礫貝	長碑礫貝	長碑礫貝及諾亞碑礫貝
復育數量	共60隻 (9月、10月各移植30隻)	共30隻 (蓄養期間死亡8隻)	共30隻 (蓄養期間遭颱風侵襲，造成24隻死亡)	共30隻
復育月份	9月、10月	7月、10月	5月、10月	5月、11月
復育地點及潮位	杉福潮間帶高潮位潮池	杉福潮間帶高及中潮位潮池	杉福潮間帶中潮位潮池	杉福潮間帶高潮位潮池、及旅海步道旁

復育方式 (含改善)	碑碟貝固著於附著板上	因111年，固定不良，故改固著在水泥塊或牡蠣殼上，再放置於籠具內。	因112年潮上帶沙泥流入而蓋住碑碟貝致其死亡及籠具固定不良，故改善籠具設計，並加覆網以防流失。	因113年颱風造成籠具翻轉倒置和藻類及其他附著生物快速長在籠具或覆網上，使碑碟貝受到遮蔽無法進行光合作用，故改以塑鋼土將束帶黏在碑碟貝殼上，用螺絲把束帶固定於底質，初期以覆網網蓋住碑碟貝，固定無鬆脫後移除覆網，避免長滿藻類。
生長情形	放養時接近4cm，半個月後活存3隻之最大尺寸約4.5cm。	第一批7月放養時約6cm，一個月後最大尺寸約6.5cm。	112年第一批至113年5月最大尺寸約8.7cm。113年放養兩批各約2.3cm及3cm，最後因全數死亡，故無紀錄。	第一批5月放養時約3cm及8cm。10月活存者從8cm長到約10cm。第二批11月中旬放養，受颱風影響能取得的苗僅1cm。將持續監測其活存與成長情形。
當年度存活率	5% (3/60)	68% (15/22)	0% (颱風及熱浪影響)	73% (22/30)
至今存活率	0%	0%	0%	73%
死亡原因分析	此為第一次試驗，發現死亡主因為固定不良造成流失	(1) 潮上帶沙泥流入而蓋住碑碟貝 (2) 籠具固定不良	(1) 颱風引起海水及底質劇烈擾動，造成籠具翻轉倒置 (2) 藻類及	(1) 夏天水溫升高造成碑碟貝白化。 (2) 潮上帶沙泥流入中潮帶蓋住碑碟貝。 (3) 藻類生長

			其他附著生物快速長在籠具或覆網上，碑磔貝受到遮蔽無法進行光合作用 (3) 潮上帶沙泥流入中潮帶蓋住碑磔貝 (4) 夏天水溫升高造成碑磔貝白化。	快速在貝苗上，使之無法進行光合作用。
--	--	--	---	--------------------

(2)馬尾藻復育：

本年試驗是以去年成功人工繁殖的藻苗為材料，考量馬尾藻生長季節，提早於1月在杉福、龍蝦洞以及漁埕尾進行藻繩施放及馬尾藻生長情形紀錄。結果顯示人工繁殖藻苗之生長情形不如以往野生苗，而原先較適合馬尾藻生長的龍蝦洞與漁埕尾潮池環境，相較於杉福反而生長情形較差。推測可能原因如下：(1) 人工繁殖藻苗施放時間不適合；(2) 人工繁殖藻苗過於脆弱，易受生物啃食；(3) 附生藻對營養與空間上的競爭。雖說今年水溫較去年稍低，但人工藻苗可能過於脆弱（幼嫩），在野外環境的競爭力較弱導致來不及長大而生長情況不佳，但利用人工藻苗進行復育，由於有穩固的附著器存在，最終存活率皆較前兩年高（往年全數死亡），直至9月16日龍蝦洞、杉福與漁埕尾之馬尾藻存活率分別為8.7%、15%以及14.3%。潮池調查結果顯示主要的優勢物種為鑿洞型的海膽與小型的腹足類，物種組成與個體數具地點和季節上的差異。

今年馬尾藻復育開始訓練當地公民科學家，進行馬尾藻繩的維護與藻苗生長情況之紀錄，以及馬尾藻受精卵的採集、觀察與施放。在颱風後亦持續觀察及分享藻繩的即時情況，達到深化公民科學家之生態調查能力目標。

表3、歷年馬尾藻之復育結果

	112年	113年	114年
復育種類	硬葉馬尾藻與 匍枝馬尾藻葉 (野採天然藻苗)	硬葉馬尾藻 (野採天然藻苗)	硬葉馬尾藻 (有性繁殖藻苗)
復育數量	8條藻繩	3條藻繩	3條藻繩
復育月份	2-12月	2-12月	1-12月
復育地點	龍蝦洞、杉 福、海仔口、 漁埕尾	龍蝦洞、杉福、 漁埕尾	龍蝦洞、杉福、 漁埕尾
復育方式	採集當地兩種 野生馬尾藻苗 附著器，隨後 以約10公分間 距結附於直徑7 公釐之綿繩 上，每組由三 條綿繩所構 成，隨後依照 潮池大小進行 施放。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 因111年固定 棉繩易腐爛斷 裂，故改用特 多龍繩以克服 繩索斷裂的情 形。 2. 採集當地野生 馬尾藻苗附著 器，隨後以10 公分間距結附 於直徑6 mm 之特多龍繩， 並以直徑12 mm特多龍繩 為骨幹，將前 述藻繩纏繞其 上，之後依照 潮池大小進行 施放。 3. 為了提高馬尾 藻復育的成 效，邀請具備 海藻養殖經驗 與背景之專家 學者至小琉 球，進行現場 專家會議，依 專家建議首次 成功應用有性 繁殖技術，在 小琉球完成馬 尾藻人工繁 殖。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將113年人工 繁殖成功之馬 尾藻種苗以10 公分間距結附 於直徑12 mm 特多龍繩上， 之後依照潮池 大小進行施 放。 2. 今年於繁殖季 (夏季前)， 依專家建議及 計畫要求，首 次培訓當地公 民科學家進行 藻繩的維護與 馬尾藻苗生長 情況之紀錄， 馬尾藻受精卵 的採集、觀察 與施放。公民 科學家後續即 在颱風後協助 紀錄提報藻繩 情況。 3. 因112年野生 藻苗無法順利 生長黏附於藻 繩上，故今年 利用人工藻苗 取代野生苗， 提高在高水溫 期之馬尾藻存

			活率。
生長情形 (優劣順序)	<p>龍蝦洞>杉福≡海仔口≡漁埕尾。</p> <p>硬葉馬尾藻龍蝦洞3月長度達40cm以上，並可見生殖托，5月褐化，6月腐爛。杉福與海仔口則無大幅生長情形。匍枝馬尾藻野生群小，不易取</p>	<p>龍蝦洞≡漁埕尾>杉福。龍蝦洞與漁埕尾生長狀況較佳(有出現數次低溫)，長度達30cm以上，並可見生殖托。</p>	<p>杉福>龍蝦洞≡漁埕尾。藻苗長至5.5 cm。今年生長慢，但首次至年底有活存。</p>

	得生殖托。		
當年度存活率	0%	5%	8.7-15%
至今存活率	0%	0%	8.7-15%
死亡原因分析	棉繩脆弱易斷裂，且經不起兩個颱風的侵擾。	野生藻苗附著器無法順利生長黏附於藻繩上，故經歷高水溫期以及颱風的影響後存活率降低。	1. 人工繁殖藻苗質地較細嫩，過於脆弱，易受生物啃食； 2. 人工繁殖藻苗需要更早施放，以有更長的低溫刺激； 3. 附生藻對營養與空間上的競爭。

3. 肚仔坪潮間帶棲地復育：

委託在地協會進行海膽移除活動，大規模移除核心區內之長海膽與口鰓海膽。活動分兩階段，第一階段於6月9至18日間進行，共花費556.5小時（人時），完全清除核心區70%範圍內之海膽，共移除19萬9,652顆海膽；第二階段於8月19至22日間進行，再度清除第一階段範圍內增加之海膽，共花費81小時（人時），共移除3萬1,350顆海膽。兩次合計共移除23萬餘顆海膽。第二階段移除前之簡易普查發現增加之海膽多集中於清除區的邊緣，表示新增的個體主要來自外圍移入，支持國外研究認為移除範圍必須夠大才會有效的結論；另也發現許多體型較小的海膽，推測是因為計畫啟動較晚、已進入海膽繁殖季，清除過程中仍有受精與補充發生所致，建議後續將移除時程提前至繁殖季前展開，既能降低新生個體的回補，也可避開盛夏高溫帶來的壓力。本工項今年也辦理兩次棲地復育教育活動，第一次針對當地學童辦理，第二次則針對導覽員、地方官員、海洋種子教師及學生等辦理，學員親赴肚仔坪，實地體驗海膽荒礁的現況與其造成的生態危機。

4. 在地公民科學家培訓與圖鑑出版：

為達成在科學研究與保育教育上的目標，本工項舉辦為期兩天的公民科學家培訓課程，招募在地居民、潛水教練、志工、導覽員等，共招募到12位學員，其中共有7名學員完成室內課程與野外實作等所有訓練課程，盼可做為未來協助科學調查之人才，並提升在地社區對生態保育工作的認同感與責任感。另，亦蒐集由當地公民科學家所拍攝之海洋魚類照片，出版成《屏東小琉球海洋魚類圖鑑50種》。

5. 保育知識傳播影片製作：

近年珊瑚礁生態系統面臨嚴峻挑戰，因此本工項以「珊瑚復育」為核心主軸，製作一部兼具教育與科普功能的生態保育影片，旨在傳達小琉球海洋生態現況與保育的重要性。影片內容引用最新的研究數據，指出珊瑚覆蓋率偏低的現狀，並闡述過度漁撈、觀光發展與氣候變遷等威脅，同時呈現本府與研究團隊所實施的「復育」與「監測」措施。為提升影片的真實性與吸引力，本片除了透過專家及在地潛水教練的訪談，也將影像呈現重點放在當地環境與物種，並輔以學術資料字卡，進而增加資料多元性。此外，本影片特別強調在地公民的參與，透過培訓課程使其成為公民科學家，協助進行科學調查，並將相關過程融入影片，以傳達公民參與在生態保育上的重要力量。考量國際遊客日益增加，本影片製作中、英文字幕與字卡，以利國際化推廣。

6.潮間帶英語導覽員培訓：

為培養具專業潮間帶生態環境知識和英文解說能力的導覽人員，能帶領國際觀光旅客認識小琉球及小琉球潮間帶生態之美，協助保育當地自然資源，提升當地觀光品質為提升小琉球之旅遊與潮間帶導覽品質。本工項於全德國小舉辦英語專業導覽人員培訓課程，共計27人報名，經兩階段篩選考核後，共有4名具備小琉球自然人文生態景觀區專業導覽員證的學員通過考核，錄取成為英語專業導覽員。

7.英語友善標識設置：

鑑於當地已有很多固定告示牌，改推出以「手拿牌」為形式的中英雙語友善標識設計，結合教育與創意，強化遊客對小琉球潮間帶保育規範的理解與認同。手拿牌以珊瑚、碑礫貝、海兔、有孔蟲（星砂）及寄居蟹五種潮間帶亮點生物為Q版形象大使，透過擬人化與幽默設計吸引年輕族群。內容以五大核心宣導事項為主：觀光保育費、禁止採捕潮間帶生物、導覽需行走於旅海步道內、禁止破壞棲地、及夜間導覽使用紅光燈，以中英文並行呈現並附QR Code連結至「潮琉網」供民眾取得更詳細的資訊，達到現場提醒與線上延伸的雙重教育效果。手拿牌設置於杉福、漁埕尾、肚仔坪、蛤板灣等四處管制站，及琉球遊客中心，一共五處。

8.整合規劃環境教育場所認證：

以小琉球杉福保育示範區潮間帶為主要環境教育教學場域，並以漁埕尾潮間帶作為備用地點，目標為建構一個兼具教育性、保育性與在地連結的環境教育示範場域。經盤點場地與協商後，確定以全德國小社區教室作為室內授課據點。共開發兩套環境教育教案，包括以海膽為主題的「潮間帶的刺刺危機」（適用一般民眾）與以星砂為主題的「海裡來的『砂』」（適用國小中高年級學童）。兩套教案已於9月29、30日完成試教並進行檢討優化。另外，已依據國家環境研究院的申請格式撰寫申請書，內容包括：(1) 單位簡介；(2) 環境現況、自然或人文特色主題及內容說明；(3)

營運目標；(4) 與保護環境連結之環境教育課程方案；(5) 環境教育專業人力配置及夥伴關係；(6) 服務流程規劃；(7) 安全維護規劃；(8) 場域管理及環境負荷規劃；(9) 財務計畫 (10) 近3年辦理環境教育相關證明文件，並提出認證申請。希望透過系統化的規劃與在地資源整合，將杉福潮間帶打造為兼具教育推廣、社區參與及生態保育的環境教育典範，促進地方環境意識提升，並達成長期永續發展的目標。

二、 效益分析（請依原核定工作計畫書檢討執行成效）

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	潮間帶關鍵生物調查	1式	於杉福、漁埕尾、肚仔坪、蛤板灣及龍蝦洞5處潮間帶進行底棲無脊椎動物及魚類資源調查，調查頻度3季(次)。
	復育(碑礫貝及馬尾藻)試驗	1式	碑礫貝(30顆)及馬尾藻(3潮間帶)復育試驗。
	歷年調查及復育成果比較及分析	1式	
	肚仔坪潮間帶棲地復育	1式	與在地居民合作進行二次大規模移除行動，並記錄海膽移除量及回添量。 另外也辦理2場海膽荒礁環境教育活動，包含行前環境教育課程及實地體驗移除環節。
	在地公民科學家培訓及圖鑑出版	1式	培訓人員7名在地公民科學家，透過室內課程及野外實作學習潮間帶及亞潮帶生物調查及記錄方式、馬尾藻復育技術等；並將其所記錄之海洋生物影像編印為生物圖鑑出版(500份)。
	保育知識傳播影片製作	1式	以「魚類資源現況與珊瑚復育行動」為主題，製作「中、英文版」各1部(共2部)之生態保育科普影片，以供當地公播、學校教學、網頁推廣用等。
	潮間帶英語導覽員培訓	1式	透過兩階段之英語基本對話與室外實習課程，培訓3名以

			上潮間帶英語導覽員。
	生態保育場所英語友善標識	1式	以手拿牌形式設置於遊客聚集之5處熱門地點(杉福、漁埕尾、肚仔坪、蛤板灣等四處管制站，及琉球遊客中心)設置英語友善標識。
	環境教育場所認證	1式	以小琉球杉福保育示範區潮間帶為目標，盤點周邊環境及教育資源，協尋合適環境教育專業人力，整合規劃以潮間帶為主軸之環境教育課程方案與經營管理策略。最後，整合上述內容，向國家環境研究院提出環境教育場所認證申請。
不可量化 效益	穩定持續調查並進行積極復育行動與棲地改善試驗，可讓當地業者感受政府對受傷害生態環境的關切並願意配合；透過在地居民的參與，提高居民的科學素養及保育參與度；而保育推廣及推動國際化，讓小琉球之保育/教育能夠達到在地化及觀光國際化之目標，同時提升國際生態旅遊之便利性，作為國際永續綠色旅遊之一環，以促進小琉球三生永續發展。		

肆、執行中遭遇困難及因應對策

本計畫執行面臨的主要挑戰在於生物復育與海膽移除的時序不佳，導致成效受限。過往成果已證實馬尾藻的生長需要低溫刺激，但本案於2月核定，4月才發包執行，當時水溫已升高，低溫期過短不利生長。碑礫貝的繁殖季在夏季，然而計畫要求於12月初完成所有工項，導致貝苗體型偏小即須施放，影響存活率。海膽繁殖期落在春末至夏季，核定時間已接近繁殖期，不僅難以清除新生後代，且因日照強烈增加作業難度。

為解決上述問題，馬尾藻部分先以自費提前施放，以提高存活與生長；碑礫貝分批處理，第二批貝苗延後至結案前進行移植；海膽則於下半年進行第二次清除。未來建議此類需配合生物生命週期之計畫，應提前核定或採跨年度辦理，以提高執行效率與生態成效。

伍、未來推動方向與建議

1. 復育的碑礫貝死亡原因有些是短期難以解決的（如水質問題造成的藻類繁增），但有些是可以避開的，例如避開在高溫和颱風季節放置，因此建議復育計畫的通過時間應提早，能在年底就通過，以便可在年初開始執行；另外，計畫期程也希望考量當地生物特性而給予彈性（如通過多年期計畫），以便也可規劃在年終時執行。
2. 馬尾藻復育，以人工藻苗復育比野生藻苗之活存率較高，但生長情形較差。為改善此情況，建議（1）提前藻苗施放時間（在年初水溫仍低之生長季），並（2）提升藻苗培養強度，以增加野外競爭力。為此也同樣建議未來此項計畫應提早通過，並考量生物特性給予計畫期程上的彈性，以方便執行。
3. 肚仔坪今年開始海膽大量移除，依國外案例，海膽大量移除大致要五年以上才見到棲地的復育，建議持續每年核心區的海膽移除試驗與監測，以追縱移除效果作滾動式調整。
4. 肚仔坪珊瑚礁底質多年來已被海膽啃食破壞，除了人工方式移除破壞性海膽之外，還可考慮另外的計畫來試驗國外已成功推動的「人工礁石系統」，以生態友好型混凝土製作人工礁石來進行復育，強化當地生態的「體質」。
5. 有些潮間帶生物密度雖然有增加，但效果還是不如預期，主因之一是在各潮間帶都出現的水質營養鹽過高的問題。碑礫貝復育、馬尾藻復育也都受到藻類成長速度過快而抑制復育生物成長的問題，因此，還是要持續建議政府關注並積極解決小琉球的水質問題。

6. 除了水質之外，泥砂過量覆蓋也是造成潮間帶，甚至是亞潮帶生物死亡的重要原因。地方上對於泥砂來源有不同看法，建議公部門也能關注此議題，調查覆蓋在生物和珊瑚礁上的泥砂來源。

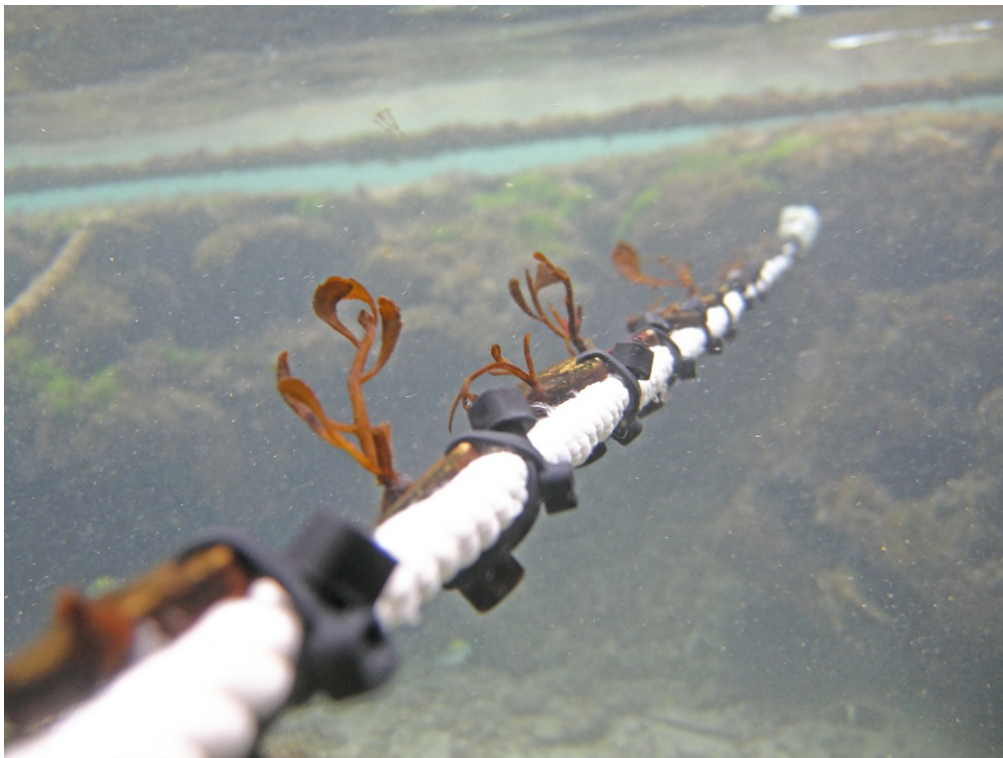
填報單位：屏東縣政府（屏東縣海洋及漁業事務管理所）

單位主管：林柏辰所長

填報人及連絡電話：傅奕翔，08-7320415分機7245

填表日期：114年12月5日

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



馬尾藻復育



大規模海膽移除



碑磔貝復育



環境教育課程試教

