

海洋委員會海洋保育署非科技計畫 期末報告

計畫名稱：112年小琉球海洋生態復育暨調查監測計畫

計畫編號：112海保-061-綜-A-13

執行期間：自核定日起至112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：屏東縣政府

中華民國 112 年 11 月 23 日

壹、計畫概要

一、計畫緣起：

琉球鄉天然生態環境得天獨厚，珊瑚覆蓋率高、魚類多樣性豐富，然而近幾年在觀光過度發展及近岸漁業捕撈的雙重壓力下，珊瑚覆蓋率大幅衰減，魚類種類也較早期調查顯著減少。110-111年調查結果顯示，小琉球魚類密度及平均體長皆出現降低趨勢，且珊瑚礁健康狀態多呈現衰退或失去功能性，顯示生態系統已失去平衡，急需加強管理以維持生態永續。

本計畫規劃全島9處測站（白沙港、花瓶岩、美人洞、肚仔坪、杉福、山豬溝、蛤板灣、厚石裙礁、龍蝦洞）進行珊瑚礁、魚類、藻類等相關調查，探討保育區資源變動及觀光所帶來的影響，並進行珊瑚移植試驗以尋找合適的復育方法，最後整合科學調查成果，評估需加強管制/保育的區域，並提出相關建議，作為未來施政參考。

二、計畫年期：112

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）353萬元

六、經費來源：

（一）中央款：300萬元

（二）地方配合款：53萬元

（三）其他：

七、計畫目標：

（一）亞潮帶珊瑚復育試驗：進行2種珊瑚礁復育試驗，包括珊瑚移植及利用刮除試驗增加珊瑚著苗機會，嘗試重建部分珊瑚（礁）棲地，提高保育效果。

(二)亞潮帶資源（珊瑚礁群聚結構/魚類相/藻類相）監測調查：建立小琉球全島珊瑚礁群聚結構長期資源監測資料；同時進行魚類調查，除提供魚類調查名錄外，也提供魚種數量估計，以了解生物量變化；另進行亞潮帶藻類相調查，以了解藻類現況。

(三)科學調查整合及管理調整評估：整合本計畫科學調查成果，並透過訪談與參考國內外案例等方式評估需加強管制/保育的區域，並提出因應對策。

八、計畫內容概述：

(一)亞潮帶珊瑚復育試驗

為復育小琉球珊瑚礁群聚，本計畫尋找2處地點進行珊瑚移植與復育試驗，包括於原有珊瑚苗圃增加種植，並另尋合適地點，撿拾周邊珊瑚斷枝直接移植固定於該區基質，移植目標140株，並監測其存活與生長情形。

此外，因小琉球現在大多數地區都出現藻類覆蓋率過高的問題，因此本計畫選擇適當地點刮除基質上的藻類等附著生物使基質裸露，盼可提供珊瑚幼苗附著生長。

(二)亞潮帶珊瑚礁底棲群聚結構調查

利用一致的方式進行2季珊瑚礁底棲群聚結構調查及監測，以水肺潛水及測線照相方式記錄樣框內底棲生物及基質，以計算珊瑚覆蓋率，並整理過往調查資料進行比對以了解珊瑚礁生態變化情形。

(三)亞潮帶魚類相調查

在前述各測站進行2季調查，以目視觀察法記錄穿越線上魚類群聚，目視觀察法可以更有彈性看到並記錄穿越線上下左右的魚群分布，而不會受到攝影機單一方向限制。之後針對所得影像結果鑑定魚種，並計算各物種數量及粗估魚體大小，同時計算物種多樣性指數，比較不同測站和季節間魚類群聚結構時空變異。本計畫除提供魚類調查名錄外，也提供魚種數量估計，以了解魚種密度的變化，建立長期資源監測資料。

(四)亞潮帶大型藻類資源調查

於藻類最少的春夏季及最茂盛的秋冬季各進行1次大型藻類種類與豐度調查。調查時除現場鑑種並進行計數調查外，並以數位相機垂直拍攝藻類覆蓋情況，進而換算各藻種平均覆蓋率，供後續確認鑑定結果。調查結果依所鑑物種

分別計算平均覆蓋率、物種多樣性指數，了解大型藻類生物資源現況。

(五)科學調查整合及管理調整評估：

統籌科學調查及試驗結果，與利益相關者進行訪談，並結合國內外案例分析，提出強化管理可行對策。

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.亞潮帶珊瑚復育試驗	550,000	1. 於杉福和龍蝦洞2處進行試驗，移植珊瑚共140株，並監測存活及生長狀況。 2. 利用鋼刷清除基質上方的大型藻類、毛叢藻以及泥沙，後續進行監測調查珊瑚幼苗附著情形。
2.亞潮帶珊瑚礁底棲群聚結構調查	550,000	於9處測站（包括白沙港、花瓶岩、美人洞、肚仔坪、杉福、山豬溝、蛤板灣、厚石裙礁、龍蝦洞）進行2季珊瑚礁底棲群聚結構調查（共18處次），並與歷年調查比較。
3.亞潮帶魚類相調查	800,000	於9處測站進行2季亞潮帶魚類相調查（共18處次），並與歷年調查比較。
4.亞潮帶大型藻類資源及海草床復育可行性調查	800,000	1. 於9處測站進行2季亞潮帶大型藻類相調查（共18處次），並比較樣點間差異。 2. 進行9測站底質與海草定性調查，並於杉福潮間帶進行海草移植，以評估復育可行性。
5.科學調查整合及管理調整評估	830,000	整合科學調查成果，並透過訪談和文獻回顧，提出強化管理可行對策。

參、重要成果及效益分析

一、重要成果說明

(一)亞潮帶珊瑚復育試驗：

本年度檢拾復育區周邊珊瑚斷枝進行移植，以確保移植珊瑚適應環境，杉福漁港內計移植101株珊瑚（包含鹿角珊瑚、微孔珊瑚、盤星珊瑚、角星珊瑚、藍珊瑚）、龍蝦洞計移植50株珊瑚（包含鹿角珊瑚、角星珊瑚、盤星珊瑚），共計移植151株。杉福漁港移植珊瑚存活率85%。龍蝦洞則因杜蘇芮颱風影響，近2成的珊瑚從底質上脫落，其餘存活個體受藻類覆蓋影響生長狀況不佳，存活率僅10%。

珊瑚幼生入添量調查結果，本年度在杉福漁港、肚仔坪以及龍蝦洞3處測站內各設置6片附苗板，龍蝦洞測站內的附苗板在颱風過後損毀，杉福漁港內附苗板上總計記錄到27隻新著生珊瑚，肚仔坪附苗板僅觀察到2隻。各測站內小於5公分珊瑚群體的數量以肚仔坪深區最高（65株），而山豬溝淺區最低（12株）。綜上所述，龍蝦洞及厚石裙礁藻類覆蓋率較高，影響到珊瑚的健康，導致新附著珊瑚的存活率下降，其中龍蝦洞若只是進行珊瑚移植措施，但卻未搭配其他環境改善措施，恐怕無法成功提升該區域的珊瑚覆蓋率。杉福漁港珊瑚復育區鄰近珊瑚苗圃，推測其高密度生長的人工移植鹿角珊瑚群體或許是導致附苗板上新附生珊瑚數量高於肚仔坪的原因。

為了探討藻類在清空基質上演替的情形，使用鋼刷等工具清除9處測站底質上「50公分乘以50公分」方框兩處，後續進行大型藻類群聚調查記錄。刮除結果說明在歷經4個月的回復生長後，人為刮除雖會影響某些藻類的生長，但綜觀其藻類組成仍與未刮除區域相似，顯示刮除的效力似乎不大。

(二)珊瑚礁底棲群聚結構調查：

調查結果顯示石珊瑚覆蓋率介於4.12-32.88%，最低為龍蝦洞淺區（3.4%），最高為蛤板灣深區（35.2%）及杉福深區（36.4%）。所有樣站無論深淺皆以藻類為優勢，大型藻類加上毛叢藻的覆蓋率介於48.76-86.88%。珊瑚網分析結果顯示小琉球9處樣站近8成的造礁珊瑚生長形態為團塊形/亞團塊形及

表覆形，呈現極度單調、平面化的空間結構，反映珊瑚礁功能衰退的狀態。小琉球珊瑚礁區多數的優勢屬為S物種（耐受環境壓迫者，例如盤星珊瑚及微孔珊瑚等團塊形珊瑚），僅鹿角珊瑚、火珊瑚為K物種（以生長或競爭為策略者，例如分枝狀或葉片狀珊瑚），形成複雜立體空間的r物種（以大量生殖投資為策略者，例如軸孔珊瑚）很少，反映珊瑚礁區長期受到干擾。深區珊瑚礁的平均石珊瑚覆蓋率及珊瑚屬多樣性皆比淺區的珊瑚礁高，推測可能是因深區珊瑚礁受污水排放的影響較小。石珊瑚覆蓋率低於10%的測站（花瓶岩、山豬溝及龍蝦洞），主要為浮潛活動密集的区域，顯示人為的影響可能很大。

珊瑚礁健康狀態除了「杉福深區、蛤板灣深區及厚石淺區」屬於「穩定」外，「白沙東堤、厚石裙礁淺區、肚仔坪深區、蛤板灣淺區、龍蝦洞深區、美人洞深淺區、杉福淺區、山豬溝深淺區」衰退，「花瓶岩、厚石裙礁深區、肚仔坪淺區、龍蝦洞淺區」失能。管理上屬於穩定的杉福深區及蛤板灣深區，其保育策略應以「穩定珊瑚礁健康狀態」為目標，確保該區珊瑚礁不要受到過漁、人為污染等影響；呈衰退狀態者，須以更嚴格的措施管制破壞珊瑚礁的因子，例如控制人為污水排放、管理土地過度開發以避免大量陸源沉積物沖刷入海、限制海洋遊憩活動範圍等，同時搭配珊瑚復育計畫來補償受損生態；呈失能狀態者，表示現有的保育管理策略不足以應付珊瑚礁所受到的衝擊，急需大幅提升管理強度。

整理2020-2023年珊瑚礁整體健康狀態比較如下：

1. 2020年共調查「花瓶岩、美人洞、杉福港外南側、蛤板灣、厚石裙礁、大福西港外和龍蝦洞」7處浮潛密集區及非浮潛區，調查水深0.5-1公尺，結果浮潛活動密集區石珊瑚覆蓋率僅0.3-5.5%，皆低於鄰近非浮潛密集區覆蓋率6.5-31.8%。全部調查結果「穩定」區僅杉福港外南側及蛤板灣，其餘均呈現「衰退」或「失能」狀態，與本次調查近似。
2. 2021年共調查5處天然珊瑚礁（漁埕尾、龍蝦洞、厚石裙礁、杉福、花瓶岩）、5處港口消坡塊（白沙港、漁福港、大福漁港、海子口港、杉福港），結果天然礁區僅杉福覆蓋率達22.8%，其餘皆小於10%；5處港口消坡塊中杉福港外最佳，石珊瑚覆蓋率達43.4%、港內24.1%，白沙港石珊瑚達38.0%，其餘均「衰退」或「失能」，調查結果與本計畫相近。
3. 2022年共調查「漁埕尾、花瓶岩、美人洞、肚仔坪、杉福、及山豬溝」6處，

調查「2-5公尺（淺區）」與「7-10公尺（深區）」2不同深度。2022年淺區覆蓋率杉福最高（31.9%）屬穩定狀態，其他均呈現「衰退或失能（低於15%）」，其中漁埕尾最低（僅8.9%）；深區覆蓋率以山豬溝最高（24.2%），漁埕尾最低（8.1%），大多呈現「衰退或失能（接近或低於20%）」。而本計畫(2023年)淺區覆蓋率厚石裙礁（26.5%）及蛤板灣（22.2%）最高，其次為杉福（19.5%）及白沙東堤（18.1%），最差為龍蝦洞（3.4%）；深區杉福（36.4%）、蛤板灣（35.2%）、山豬溝（28.2%）最高，其他皆低於20%，最低為厚石裙礁深區（9.0%）。

4.綜合比較結果，僅蛤板灣深區、杉福深區及部分淺區、白沙港部分深度的珊瑚覆蓋率超過30%，達「穩定」狀態，而持續維持「穩定」區域僅杉福深區及蛤板灣深區。特別是杉福淺區的覆蓋率從2022年31.9%降至19.5%，令人擔憂。

(三)亞潮帶魚類相調查：

本年度於9個亞潮帶樣區進行2季魚類穿越線調查，共發現43科243種魚類，與上年度比較有減少趨勢，以小型的「雀鯛科」和「隆頭魚科」為主要優勢魚種。物種數以美人洞126種最高，肚仔坪116種、蛤板灣111種次之，白沙港50種最低。美人洞126種、肚仔坪116種、蛤板灣111種，魚類物種數最低則為白沙港50種，每條測線不到20種。白沙港樣點內因底質大多為礁石，缺乏珊瑚礁魚類喜愛的岩礁棲地，因此物種較少。個體數（密度）每平方公尺0.5-2隻。美人洞、肚仔坪、杉福一帶因珊瑚生長良好且環境干擾較少，而擁有相對較高的個體數和生物量。魚類體長大多偏小，平均體長6公分。整體而言，魚類個體數和生物量均不及台灣其他岩礁海岸生態系，許多樣點每平方公尺魚隻數量不到1隻（包括山豬溝、花瓶岩、白沙港、龍蝦洞、厚石裙礁5樣點），生物量低於10克。2019、22、23年單位面積魚類個體數變化如圖1。

調查期間可見許多漁撈行為，如漁獵（魚槍射魚/打魚）頻繁地在小琉球各地水域活動，也可見連著小浮標的刺網，另發現許多對珊瑚礁生態平衡很重要的指標物種在島上販售。調查結果發現包括草食性和肉食性之指標魚類，在許多樣區內生物量極低，甚至未發現，顯示保育區內的魚類資源低下和生態失衡的現況。重要珊瑚礁魚種的減少影響珊瑚礁生態的抵抗力及恢復力，間接使珊瑚棲地下降，造成魚類資源下降的惡性循環。因此，小琉球有必要加強海洋

保育區的管制與執法，並持續進行生物資源的監測與管理，才能讓珊瑚礁及魚類有機會恢復生機。

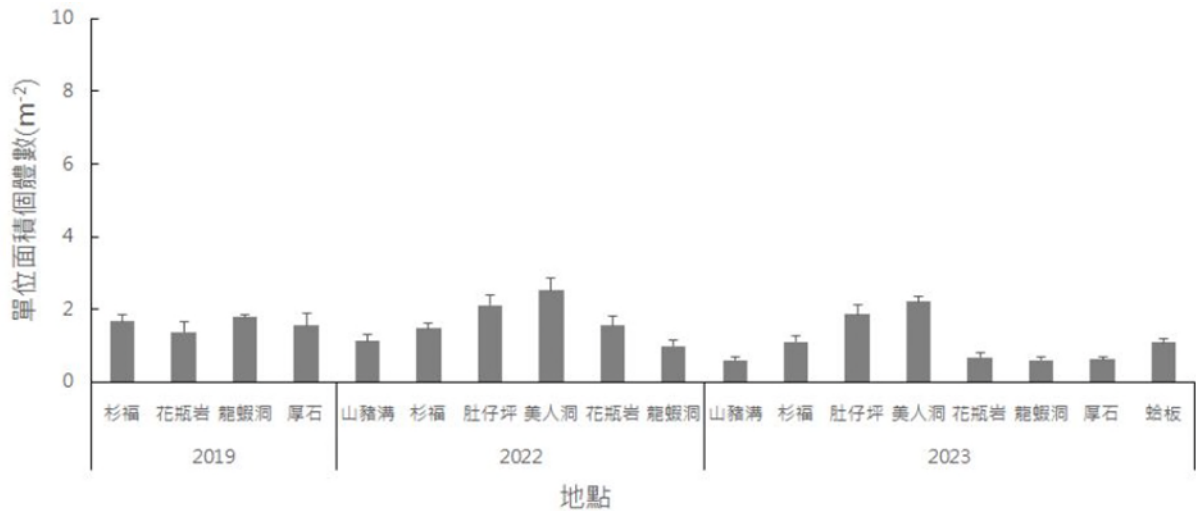


圖1、2019、22、23年小琉球各樣點單位面積魚類個體數

(四)亞潮帶大型藻類及海草床復育可行性調查：

本年度於9個亞潮帶樣區進行2季大型藻類/海草種類及豐度調查。調查結果共記錄到62種大型藻類，以綠藻與紅藻為主。在物種豐富度上，第2季整體藻類覆蓋率有下降的趨勢，主因為綠藻門中布氏藻與褐藻門中馬尾藻的下降所致。分析結果發現小琉球各亞潮帶大型藻類具有明顯的季節變化與地點差異（東、西側），東側包括「花瓶岩、白沙港、龍蝦洞、厚石裙礁」，西側包括「蛤板灣、山豬溝、杉福、肚仔坪、美人洞」。與過往相似位點資料比較，皆可發現西側樣點的覆蓋率高於東側樣點，尤其以第2季（夏季）更為明顯；物種歧異度指數方面，西側藻類優勢度指數稍低且種數豐度指數較高，顯示西側適合多種藻類的生長，而有相對應的物種多樣性，尤其杉福在兩季調查仍能維持相似的各项歧異度指數，顯示該樣點的獨特。

海草床復育可行性調查部分，9樣點亞潮帶區域皆未發現海草族群。研究團隊將泰來草與單脈二藥草利用綿繩固定於30公分見方方框，移植於杉福潮間帶有淤砂且無海草族群潮池中，結果泰來草利用此移植方式至少可生存3個月以上，並可長出新生葉，單脈二藥草存活期間低於2個月。海草移植可行性試驗結果有以下發現與建議：(1)泰來草較能適應移植的操作；(2)綿繩無法抵抗颱風強烈的衝擊，未來建議使用特多龍繩或利用石塊；(3)選擇淤砂較厚且海膽數量較低之潮池，降低移植海草裸露機率以及受海膽啃食的影響。

(五)科學調查整合及管理調整評估：

- 1.珊瑚（礁）管理建議：調查及處理水質問題以降低藻類覆蓋率，增加珊瑚生存空間。提高潛水客及潛水教練素質，減少人為活動干擾。減少人工設施/施工的不當影響，以減少非必要的人為傷害。
- 2.魚類管理建議：公布珊瑚礁魚類名單，以改善現今定義模糊之情況。教育最適漁獲體型觀念、管制釣鉤與漁獲體型大小，減少小魚被捕撈的機率以確保小魚能順利成長並有足夠的生殖群體數量。結合管制員與巡守隊，並加強管制站管理措施（如禁止攜帶漁具進入潮間帶）以減少保育區漁撈行為。
- 3.劃設核心保護區（no use zone）：將魚類與珊瑚生態較豐富的範圍進行核心保護區規劃，透過清楚嚴格的執法，杜絕任何漁業/漁獵及水域遊憩行為對保育區內的干擾，讓境內的魚類資源有機會生息繁衍，甚至外溢至周遭海域，成為本島重要的種源庫和養育所。

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	亞潮帶珊瑚復育試驗報告	1式 (151株)	1.於杉福及龍蝦洞進行珊瑚移植共151株，並監測後續存活及生長情形。 2.於9處測站中18個樣框，利用鋼刷清除基質上方的大型藻類、毛叢藻以及泥沙，並進行監測調查是否有珊瑚幼苗附著。
	亞潮帶珊瑚礁底棲群聚結構調查報告	1式 (18處次)	於全島9處測站進行2季亞潮帶珊瑚礁底棲群聚結構調查（共18處次），包括底質組成、珊瑚群聚組成以及珊瑚多樣性指數分析。
	亞潮帶魚類相調查報告	1式 (18處次)	於全島9處測站進行2季的亞潮帶魚類相調查（共18處次），並與歷年調查比較。
	亞潮帶大型藻類資源及海草床復育可行性調查報告	1式 (18處次)	1.於全島9處測站進行2季亞潮帶大型藻類相調查（共18處次），並比較樣點間差異。 2.另進行前開9樣點底質與海草定性調查，並嘗試於杉福潮池移植海草，評估未來復育之可行性。
	科學調查整合及管理調整評估	1式	整合科學調查成果，並透過訪談及案例分析，提出加強管理相關建議。
不可量化效益	1.本計畫可監測當地生態資源，提供科學調查量化基礎，並提出可行管理對策，作為未來施政參考。 2.尋找合適區域進行珊瑚復育試驗，並逐步擴大復育區，提高珊瑚覆蓋率。 3.希望在科學基礎下加強相關管理作為，讓觀光及保育兼容並蓄，永續發展。		

肆、執行中遭遇困難及因應對策

本計畫珊瑚及海草復育工作皆受到颱風影響，雖在颱風前已有相關補強作為但仍受到衝擊，龍蝦洞移植珊瑚約有2成脫落，海草移植框則遭砂掩埋遺失。另，9月珊瑚苗圃有3區受到附近浮球重錘破壞，已將斷枝重新固定。

伍、未來推動方向與建議

一、短期：

- 1.珊瑚復育苗圃：選擇環境相對合適之海域發展珊瑚苗圃，提高珊瑚量體及結構。
- 2.宣導使用合適規格釣鈎：為減少釣獲小魚，宣導避免使用小型釣鈎。
- 3.明確海洋工程定錨規定：海洋工程下錨需依珊瑚礁地質評估與施工，以避免造成生態環境不可逆的創傷。

二、中期：

- 1.公布珊瑚礁魚類名單，改善現今珊瑚礁魚類定義模糊的情況以有效執法。
- 2.研究珊瑚礁魚類成熟體型：研究珊瑚礁魚類最小生殖成熟體型，作為未來進行漁獲體型及釣鈎規格管制之參考。
- 3.漁獲體型管制宣導：宣導及勸導放回未達最小生殖成熟體長漁獲並不販賣，以確保生殖群體有機會補充。
- 4.處理水質問題：水質狀況較差的區域進行相對應的改善措施，以降低藻類覆蓋率，促進珊瑚著苗成功率。

三、長期：

- 1.劃設核心保護區（no use zone）：將生態豐富區域劃設為「核心保護區」，杜絕任何漁業及遊憩行為干擾，讓魚隻生息繁衍甚至外溢至其他海域。

填報單位：屏東縣政府

單位主管：周春米縣長

填報人及連絡電話：張家霖技士，08-7320415分機7223

填表日期：112年11月23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。



圖1、藍珊瑚釋放受精卵



圖2、小琉球魚類物種「瓦氏尖鼻魨」



圖3、小琉球魚類物種「條紋胡椒鯛」



圖4、珊瑚復育

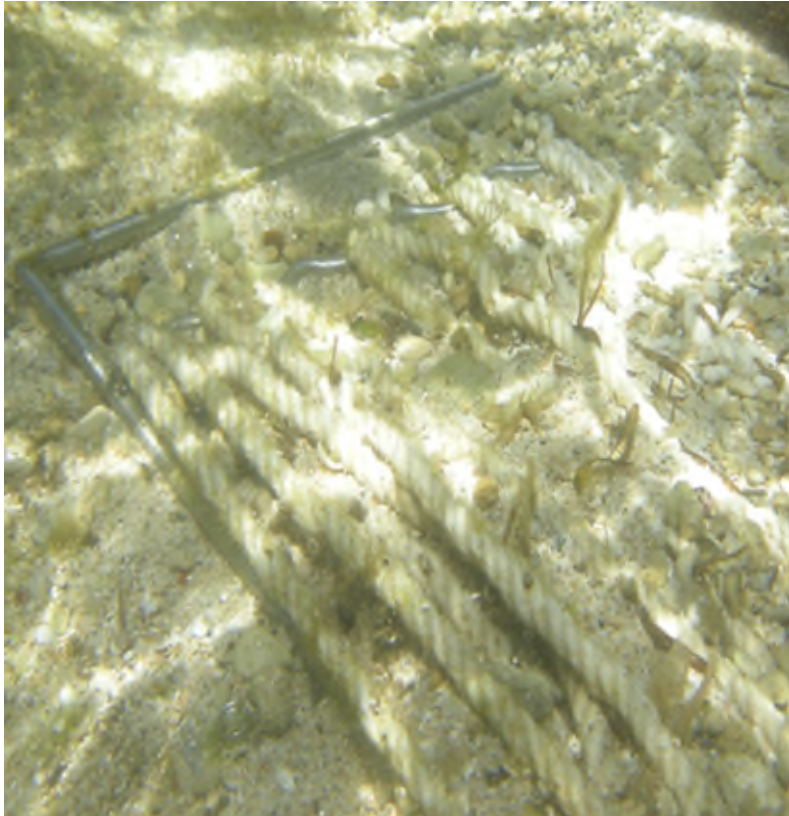


圖5、海草移植

攝影著作授權使用書

本府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，重製本府「112年小琉球海洋生態復育暨調查監測計畫」攝影著作6幅如附，並得為製作相關宣傳品之使用。

受委託(補助)單位：屏東縣政府（簽章）

授 權 人：周春米縣長（簽章）

中 華 民 國 112 年 11 月 30 日