

澎湖縣政府農漁局勞務委託

澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及 潮間帶棲地劣化調查計畫 結案報告書



行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

108 年 12 月

澎湖縣政府農漁局勞務委託

澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及潮間

帶棲地劣化調查計畫

結案報告書

投標機關：行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

計畫主持人：謝恆毅

協同計畫主持人：冼宜樂

參與人員：張芸甄、雷晏青、王敏儒、鄭維毅

鐘金水、黃文卿、楊子泰、鄭靜怡、林綉美、歐麗

榛

計畫期程：107 年 8 月 6 日至 108 年 12 月 5 日止

第一部分
澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證

目錄

一、前言	1
二、實施步驟及方法	2
(一)本縣海域天然礁體覆網位置調查	2
(二)配合覆網清除廠商出海查驗並製做水下監工日誌	2
三、結果與討論	3
(一)本縣海域天然礁體覆網位置調查	3
(二)配合覆網清除廠商出海查驗並製做水下監工日誌	3
四、未來建議之工作方向	6

一、前言

漁業行為所產生的海洋廢棄物，這些相對堅固而且不易在自然環境分解的石化原料製品，對於海洋生態及漁業資源的影響程度以及持續的時間都較嚴重且長久。根據科學文獻回顧記載，每年有 640,000 噸的漁具漂失變成海底廢棄物形式，大約是所有各式形態海底廢棄物的 10%。除了漁業資源的直接影響之外，廢棄網具對於棲地的干擾破壞也讓原本海洋棲地環境的生態運作功能部分或完全地喪失，最直接受到影響的就是珊瑚礁等生物礁棲地生態。目前極大部分這些石化原料所製成之漁業廢棄物，仍舊只能依靠環境自淨，但是這樣需要的時間非常的長，而且在這些海洋廢棄物裂解、消失或是變成礁體的一部分之前，對於生態及漁業資源的負面影響還是持續存在。

其實針對人類行為所造成的問題，最好的處理方法就是潛水人員水下精準移除等方式。此方式的優點是：可以避免網具移除時對於生物礁體造成大範圍的傷害、避免網具殘骸部分遺留的狀況、同時可以觀察記錄生物礁共棲生物及生態環境的現況等等。再加上透過儀器協助提升海底廢棄物搜尋的精準度，或是利用水下推進器輔助，讓水下工作人員能在有限時間內增加搜尋的範圍。

澎湖縣政府自民國 89 年起迄今，就開始採用委託水下人員精準打撈海底廢棄漁網的方式，在澎湖周邊海域進行海域珊瑚礁區、人工魚礁區覆網清除工作。縣府雖已持續多年進行覆網清除工作，但是對於水下驗證的部分受限於人力與專業，僅能依據受託廠商提供相關佐證資料以及清除覆網的數量來評估工作執行的成效。本年度縣府已針對澎湖海域自然礁覆網清除勞務委託案完成發包，得標廠商於 107 年 9 月 11 日主動聯繫本單位接洽出海查驗事宜，針對後續得標廠商每次覆網移除工作，皆派員進行監工日誌查填。

二、實施步驟及方法

（一）本縣海域天然礁體覆網位置調查

針對澎湖海域目斗、吉貝、姑婆、鳥嶼、屈爪、隘門、青灣內灣、重光、大倉、望安、東嶼坪、西嶼坪、七美、東吉等 14 個島礁，以天然礁分佈深度為依據，進行水下覆網現況調查。每個島礁、每船次調查 1-2 公里，預計 26 船次，共計 26-52 公里，占澎湖海岸線總長度 (448.974 公里) 5.79-11.58%。為了增加調查的範圍以及提升水下作業的安全性與效率，本中心規劃首次利用水下推進器搭配水肺潛水裝備，以每小時約 1 海哩的航速，進行網具漁業操作熱點周邊海域地毯式普查(圖 1)，同時輔以影像連續記錄裝置，記錄調查過程，確認覆網地點之後利用浮標定位，從水面上記錄切確的衛星座標，依據安全作業深度而定)這樣的調查方法可以提升海底覆網的尋獲率。這樣獲取的覆網地點相關資訊，亦可提供給漁政管理單位通報覆網清除操作。

另外所有水下搜尋影像、第三公證方查驗影像記錄、隨船出海查驗單等相關資料，由於數位位元龐大，無法以光碟片方式移交，將另以移動式硬碟全數交由委託單位備份存檔，受託單位亦將同時異地備份保存一份，以供不時之需。

（二）配合覆網清除廠商出海查驗並製做水下監工日誌

搭配覆網清除團隊前往覆網清除地點，同步出海之後，進行工作過程記錄，針對日期、時間、地點、作業人數、支援船隻數量、作業深度範圍、作業水下時間、覆網清除數量/長度、網具類型、材質、網目大小、受纏繞之魚種及數量等相關資訊進行紀錄，進行監工日誌撰寫。

三、結果與討論

(一) 本縣海域天然礁體覆網位置調查

由於本計畫採用的調查方式都是以往未曾嘗試的作法，從計畫簽約、撥款到設備採購招標、驗收等行政程序耗時冗長，實際調查、設備使用與野外調查運作等細節尚需時間進行評估與修正。

首先針對利用超高頻聲納進行海底地形解析的作法，經過一整年的測試，目前只能針對網片與礁體分離的案例進行探索，以影像直覺判讀進行覆網及無覆網礁體的比較與辨識(圖 2)，從影像可以清楚判讀覆網在礁體附著的深度、高度與大約範圍，但是如果覆網是緊覆在礁石上面的狀況(目前大部分的狀況)，以現有的設備目前無法達到大規模探索的效果，仍舊必須以人力進行水下探索，而當初原本預期進行之礁體複雜度指數計算，也因為這樣的原因無法順利進行。

針對天然礁覆網區域的調查結果，截至 108 年 10 月底，利用水中推進器搜尋天然礁覆網搜尋共 41 條航跡，針對內垵北、目斗嶼、大山、姑婆嶼西、虎井南碇堡往東、桶盤東、西吉北、大池、烏炭、員貝、東台、鐵砧、虎井西、竹灣、金龍頭、大白沙嶼、土地公嶼、將軍後、姑婆嶼南、蒔里靶場、虎井北、東嶼坪、西嶼坪等 23 個地點進行覆網調查工作(表 1)，調查航跡長度每趟介於 0.796-2.7 公里之間。

根據調查結果顯示，共 11 個地點出現大面積覆網，包括內垵北、虎井南碇堡往東、烏炭、員貝、東台、鐵砧、虎井西、大白沙嶼、將軍後、蒔里靶場、虎井北等地，而其餘地點皆有出現零星之覆網。覆網的類型以刺網(玻璃絲網、黑網)為最大宗，有些覆網為曳繩釣之繩索，另部分地點出現船錨。本計畫調查結果顯示因漁業作業行為流失之網具，造成近海海域之海底被覆網覆蓋，影響生物生存的棲所，在某些覆網中尚可見殘存之生物個體。目前縣府積極推行的網具實名制，有助於讓漁業從業人員能夠為自己的漁捕行為負起責任，盡量避免網具之流失。

(二) 配合覆網清除廠商出海查驗並製做水下監工日誌

107 年 9 月 11 日覆網清除廠商主動聯繫接洽出海查驗事宜，自 9 月 19 日起針對後續每次覆網移除工作，皆派員進行監工日誌查填(圖 3)。截至 108 年 10 月底，得標廠商共計出海 85 船次(日)，107 年度出海 30 船次(日)，108 年度出海 58 船次(日)，針對澎湖海域外垵南、

虎井西山、員貝東、員貝西、內垵西、鎖港南、內垵北港、菜園內海、五德北、前寮南、鐵線北、員貝外海、錠鈎嶼北、青螺北、鳥嶼南、紅羅北、雞善嶼西、白坑北、錠鈎嶼西、青螺內海、堀爪海域、鳥嶼澎澎灘、姑婆嶼、屈爪海域、澎澎灘、山水南、龍門裡正角、山水東、鳥嶼西、員貝北、赤崁東、吉貝翁公石、內垵南、小池角、內垵北、小門南、內垵西、大池西、橫礁東、橫礁、跨海大橋等 41 個地點進行覆網清除工作，作業深度介於 6 米至 28 米之間(表 2)。清除覆網之網目大小介於 1-30 公分之間，總共清除覆網數量為 92.45 包。

(註：於海上清除時初步判定之總包數為 73.9 包，攜回龍門漁港重新整理，由清除單位、本驗證單位及委託單位(澎湖縣政府)商討計數認定後，認定為 92.45 包。)

根據覆網清除工作相關資料顯示，天然礁區覆網的深度多在 20 米以淺的範圍，覆網的網具種類多以刺網(玻璃絲網、黑網)為主，其他還包括尼龍繩索、塑膠管(錢鰻管)、蟹籠等，網目介於 1-30 公分之間，主要的罹網生物多為甲殼類、軟體動物、珊瑚礁魚類、石珊瑚、軟珊瑚、藻類等(表 3、圖 4~6)，另每次清除覆網之罹網生物幾乎都包含珊瑚及珊瑚碎屑，珊瑚為珊瑚礁生態系統中重要生物之一，也是提供其他生物生存的重要棲所之一，大量覆網破壞珊瑚礁生態系，顯示因為漁業行為所遺留在海中的廢棄物，對於珊瑚資源的減少以及對於生物棲地的干擾與破壞。

根據覆網的位置推估，漁業從業人員佈放網具偏好在海底礁岩深度變動較大的位置，平行於海底等深線的方式來佈放，主要的原因是在這樣的區域物種聚集的情形比較顯著，常會有較為理想的漁獲狀況。但是當潮汐轉變時，常常因為收網的時間沒有算準，造成網具大面積地附著在天然礁上，導致嚴重的覆網情形而無法收回漁網，當這樣的情形發生時，漁民大多只能放棄漁具，即使漁具成本極高，但是無法順利起網時，若強行收網導致潮流波浪將船隻推向淺礁，亦會有擱淺觸礁之虞。同時依據覆網清除團隊的經驗，覆網區域的熱點會一直不斷地有漁業行為的進行，因此即便是過去 20 年來縣府持續投入經費進行海底覆網清除的工作，但是清除之後利用網具的漁業行為沒有管制，礁區覆網的狀態還是持續地發生。因此，如何進行源頭管制減少網具的使用、或是推動網具實名制促使漁業從業人員避免在高度掛網風險的海域進行漁捕，這都是必須考慮的課題。

澎湖內海底質大多是沙泥底質，因此自然礁體覆網的問題較不嚴重，但是主要的海底垃圾多為養殖漁業的事業廢棄物，例如蚵棚線、繩索、廢棄魚簍、木條、錨、電線、鐵圈、浮球等物件。尤其這

些海底廢棄物的棄置時間都較開放海域覆網時間久遠，因此即使偶見打撈上來的覆網，網片的部分都已分解碎裂，僅剩上下繩網，而且繩索上面皆已生長許多內海常見之貝類如企鵝鶯蛤、海菊蛤等，且多同時有珊瑚碎屑。由於內海養殖廢棄物遭逢天災漂失、多次重新設置又棄置堆疊的狀況非常嚴重，加上水質混濁，水下工作的危險性較高。建議可以採用機動船隻加裝勾取設備進行大範圍的移除；這樣的優點是單位時間清除效率較高、人員安全性亦佳、可處理的海域深度、潮流等環境條件較不受限。由於內海目前天然礁體狀況幾乎被沉積物覆蓋，僅有在水深較淺、光線穿透程度較佳的區域有石珊瑚生長分佈，其他深度較深的區域幾乎都是沙泥質沉積物，因此爪鉤抓取會影響破壞礁體結構的影響程度也較低。

從罹網的生物數量或種類統計結果可以發現，目前清除的覆網以流刺網(不具浮球)與底刺網(黑網、具有浮球撐起網片)為主。網片的附著生物數量跟種類不多，且多鈎附珊瑚，另有部分覆網有藻類、軟珊瑚、貝類等，主要的原因可能是打撈起的網片幾乎都已附生藻類或其他附著物、因為重量過重網片皆已沉降、或已經嚴重纏繞覆蓋在礁體等因素，網片的生物罹網作用效果已經很差。但是一些遭棄置時間較短的網具，仍具罹網的功能，這些網具對於生物的影響非常巨大，會有生物反覆罹網、死亡、誘引其他生物再度罹網、死亡，如此不斷的惡性循環會持續到網具慢慢失去罹網作用為止。因此從這個角度來看，目前打撈的網具可能已經有一段很長的時間，幾乎都已經明顯地失去罹網效果。其餘廢棄漁具還包括錢鰻管及蟹籠，但並無發現鰻魚及蟹類的罹網，顯示該廢棄的漁具已失去捕獲生物的能力。

四、未來建議之工作方向

- (一) 覆網調查是一個危險性極高、工作量繁重、技術依存度大的複合型工作內容，目前以水下推進器搭配 GPS 航跡記錄進行搜尋範圍、搜尋海岸線長度之詳實記錄，同時提供精準之礁體覆網衛星讀數的作法，目前證明是確實有效的操作模式，建議在更有效率的調查方式出現之前仍舊採用此一調查模式。本計劃僅針對澎湖周邊海岸線完成約 14.32%，未來仍有極大的努力空間。
- (二) 持續嘗試利用超高頻漁探搭配影像解析軟體，或其他如側掃聲納、水下無人載具(ROV)進行水下礁體覆網判讀輔助，以及礁體複雜度的調查，以期建立迅速、精準、安全的覆網調查方法，這樣的方式可以全面應用在天然礁以及人工漁礁的覆網調查工作。
- (三) 本年度由覆網清除方(清除方)與驗證單位方(驗證方)配合的作業模式是首次進行，由於針對覆網位置的調查方面，兩個計畫執行期程一致，導致計畫執行期程結束之前，驗證方覆網調查的位置資訊無法即時傳達給清除方，這部份可建議分開年度進行，或是整合至清除方一併執行，讓驗證方專心針對覆網清除內容進行查驗。
- (四) 有關覆網清除與驗證之標準作業流程(SOP)建議如下：
 1. 清除方首先進行水底覆網調查，確認位置之後，通知驗證方進行水下確認後再行清除，避免外界質疑覆網清除工作是以老舊廢棄魚網進行充數，以昭公信。
 2. 清除方進行覆網清除時，驗證方全程進行錄影監測，清除網具之數量由驗證方隨船於清除方工作船上清點拍照存證，並請雙方在監工日誌上簽名，以驗證方的監工日誌為準，委託單位(縣府)依據監工日誌實際清點出工數量、航程數量計價給付獎金，而非總價給付。
 3. 針對清除方及驗證方之預算編列應合理配置，由於往後驗證方與清除方的航次相同，人力配置亦相近(清除方每次水下工作 3-4 人、驗證方水下工作安全考量至少 2 人)，預算的比例以今年為例相差將近 7 倍，將導致驗證方查證人力與經費的短窘。



圖 1 於 107/09/21 首次進行水中推進器水下調查情形，(a)調查人員拖曳水面航跡記錄器(水深約 11 米)；(b)海底覆網移除或漂失後的殘骸。

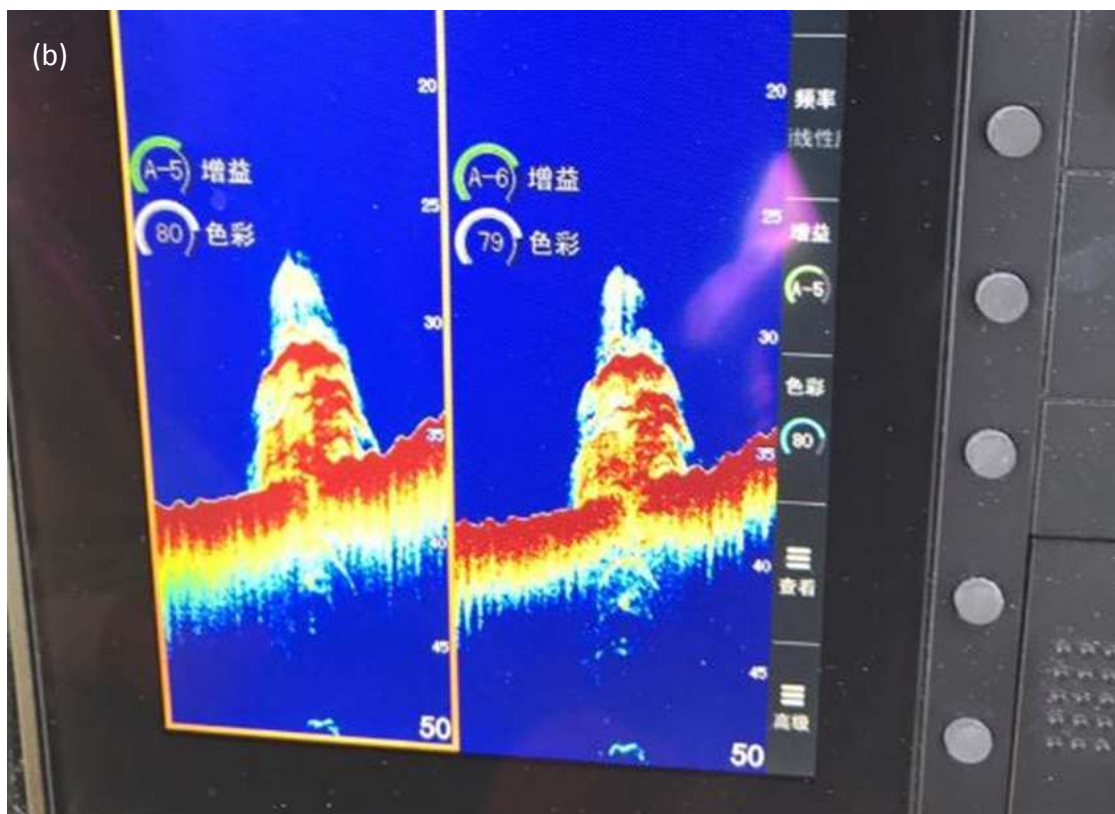


圖 2 (a)高頻魚探水底探測覆網網具影像(b)不同頻段影像解析判讀情形。

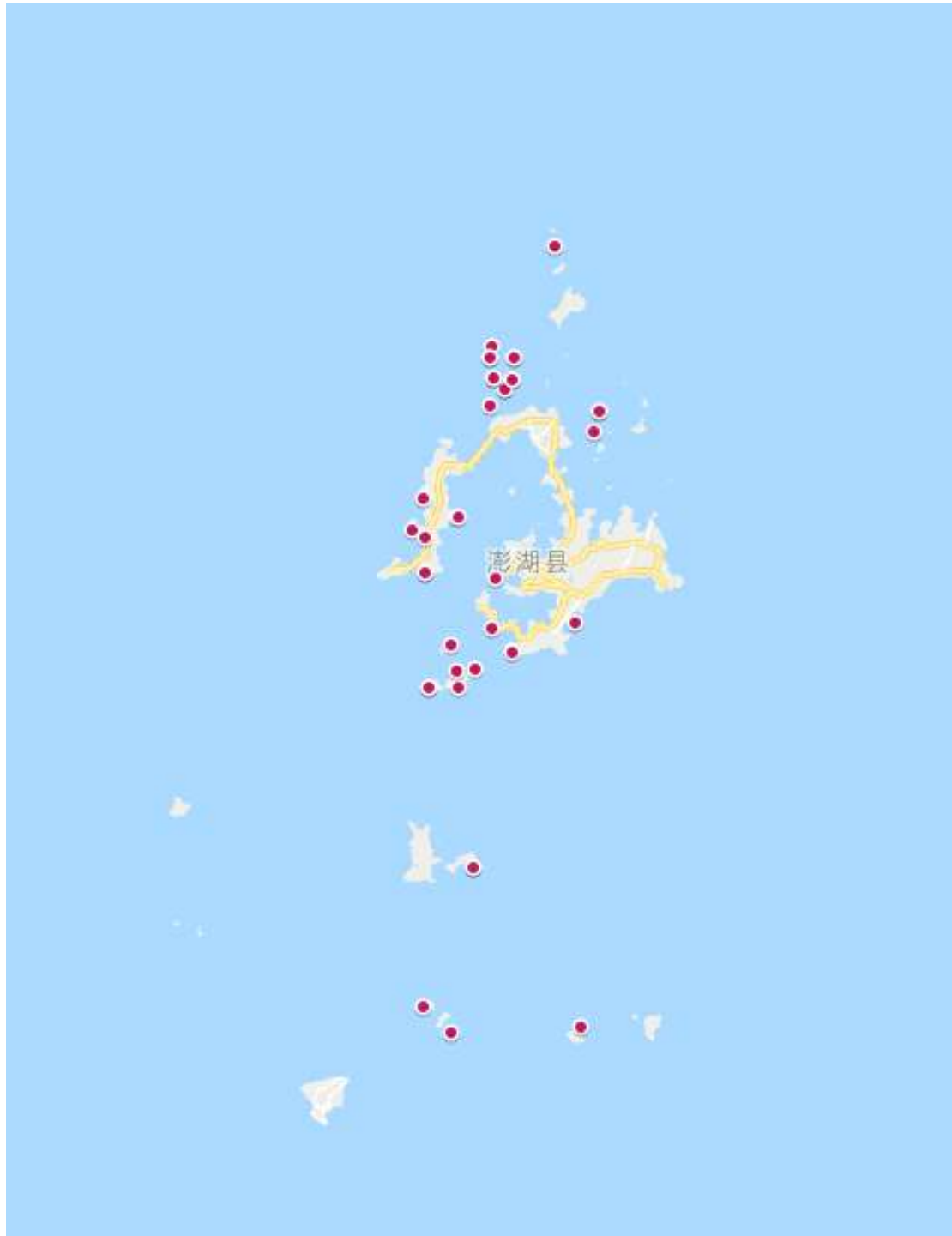


圖 3 天然礁覆網區域的調查，利用水中推進器搜尋天然礁覆網搜尋共 23 個地點(因解析度的關係，標示點會重疊顯示，故顯示總數較少)。



圖 4 清除廠商進行覆網移除工作，驗證方皆派員進行查驗，共計 41 個地點(因解析度的關係，標示點會重疊顯示，故顯示總數較少)。

(a)



(b)



圖 5 (a)覆網清除廠商出海清除覆網查驗；(b)海底覆網標示水下移除前情形。





圖 6 覆網罹網生物 (a)粗糙蝕菱蟹；(b)雜色龍蝦；(c)正直愛潔蟹。



圖 7 覆網或海底廢棄物附生生物 (a)棘穗軟珊瑚；(b) 膜型笠珊瑚。

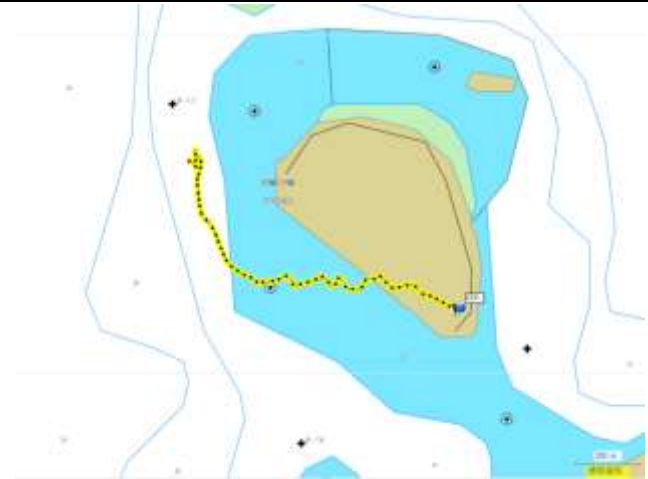


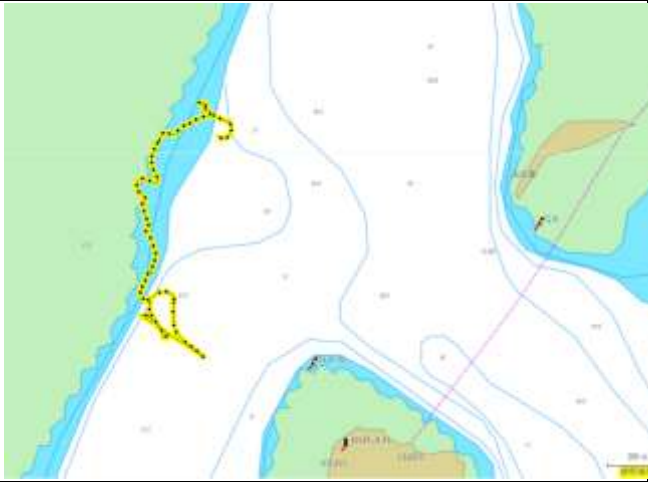
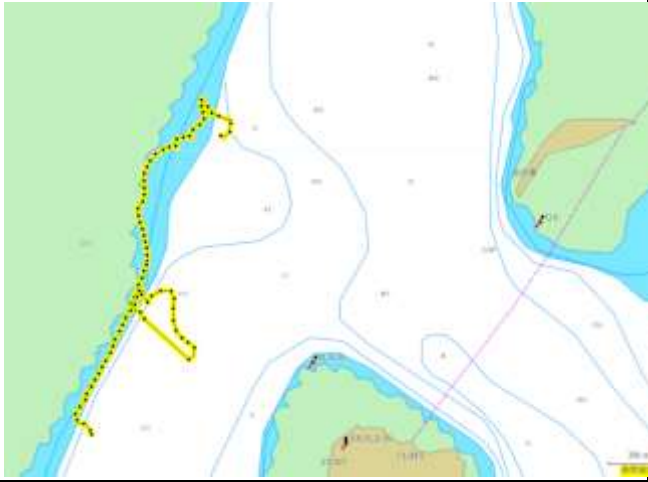
圖 8 覆網附生生物 (a) 企鵝鶯蛤；(b) 海菊蛤的一種。

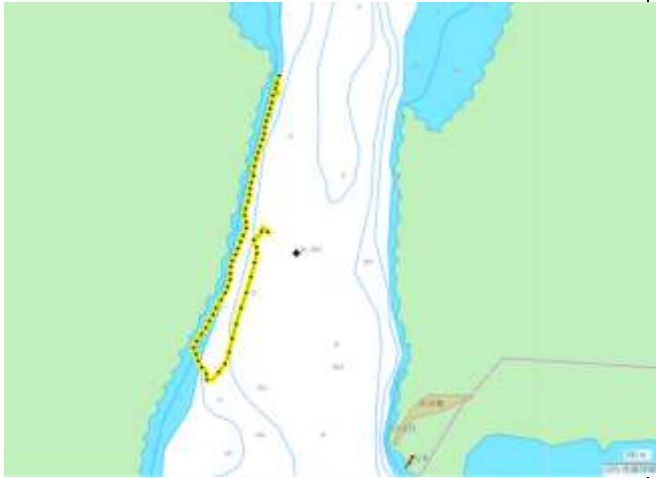
表 1 天然礁覆網區域調查記錄

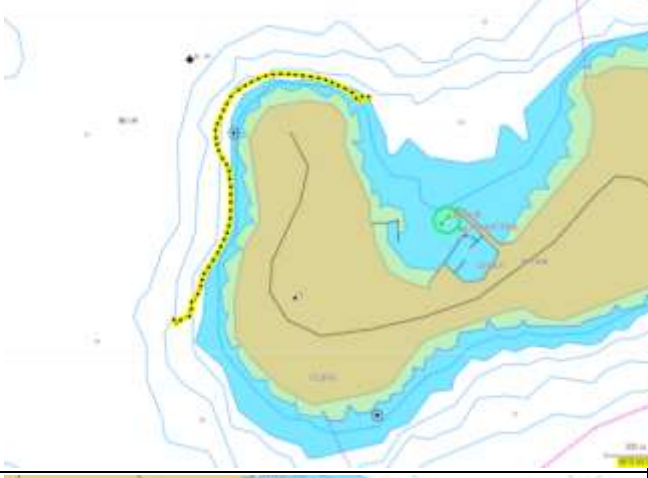
編號	日期	地點	GPS	長度 (km)	水下調查踪跡圖
01	2018/12/03	內垵 北-1	N23 35.573 E119 29.611	1.4	
02	2018/12/03	內垵 北-2	N23 35.276 E119 30.209	2.5	
03	2018/12/04	目斗 嶼	N23 47.095 E119 35.974	1.1	

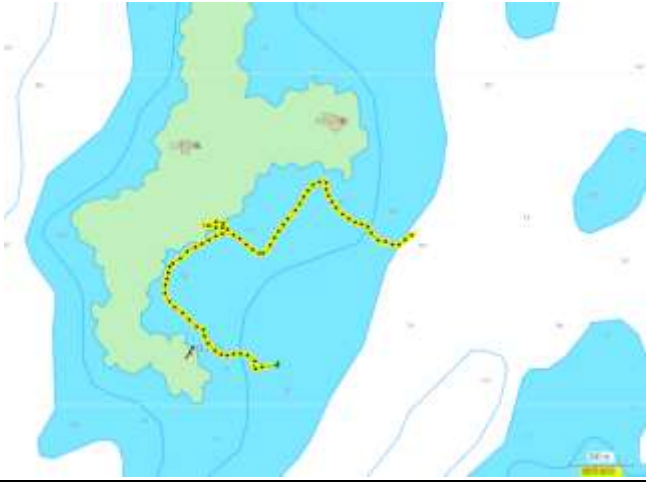
04	2018/12/19	大山	N23 31.579 E119 33.160	1.8	
05	2018/12/20	姑婆嶼西	N23 43.037 E119 33.172	1.5	
06	2018/12/21	虎井南碇堡往東	N23 29.118 E119 31.682	1.9	
07	2019/05/05	東嶼坪	N23 15.094 E119 31.359	1.3	

08	2019/05/05	西嶼 坪	N23 16.174 E119 30.115	1.5	
09	2019/05/31	桶盤 東	N23 30.885 E119 31.347	1.5	
10	2019/06/04	西吉 北	N23 15.349 E119 37.159	2.3	
11	2019/06/28	大池	N23 36.864 E119 30.172	1.8	

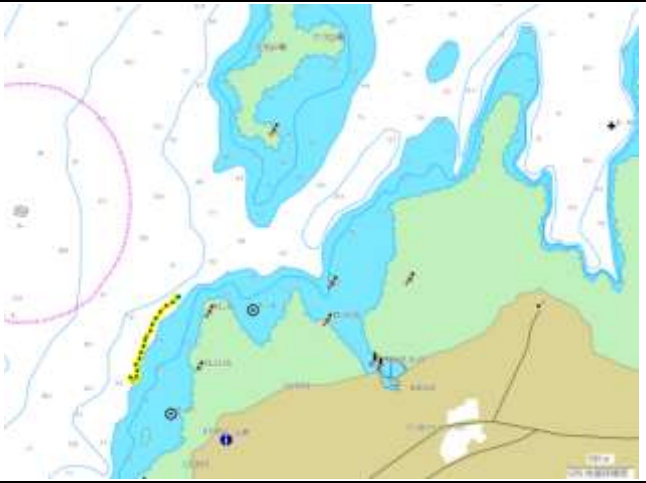
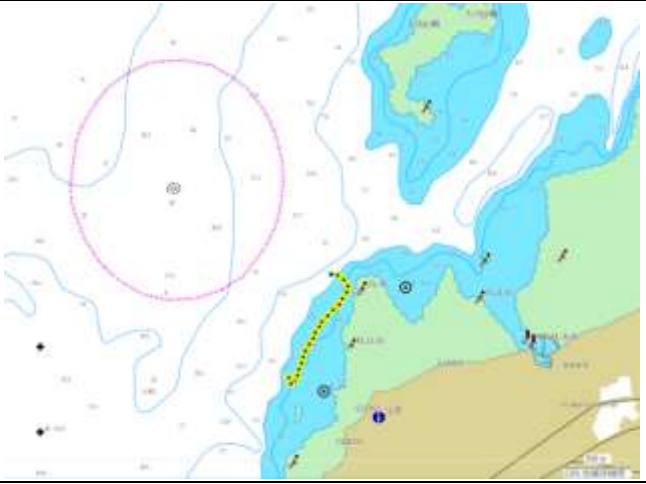
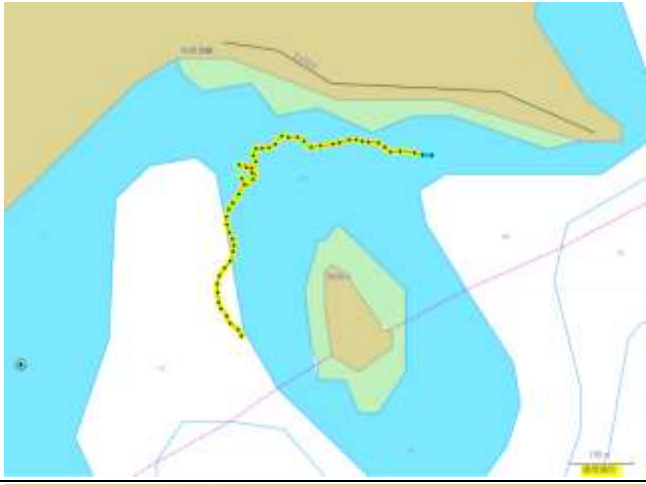
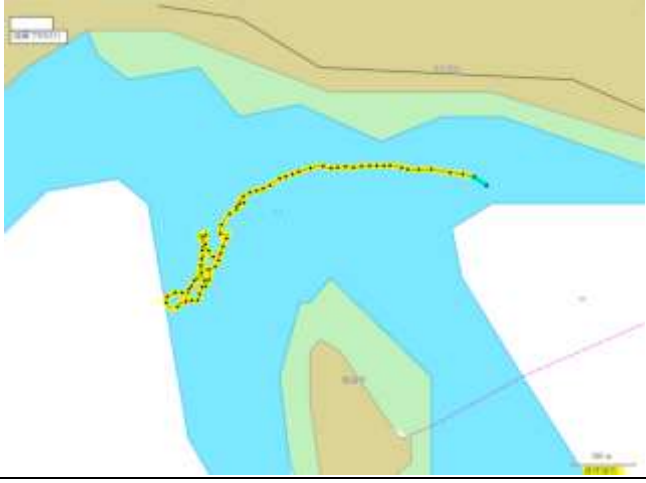
12	2019/07/15	烏坎	N23 31.835 E119 36.868	2.7	
13	2019/08/27	員貝 -1	N23 39.584 E119 37.701	2.1	
14	2019/08/27	員貝 -2	N23 39.584 E11937.701	2.4	
15	2019/08/29	東台 -1	N23 33.804 E119 30.216	1.2	

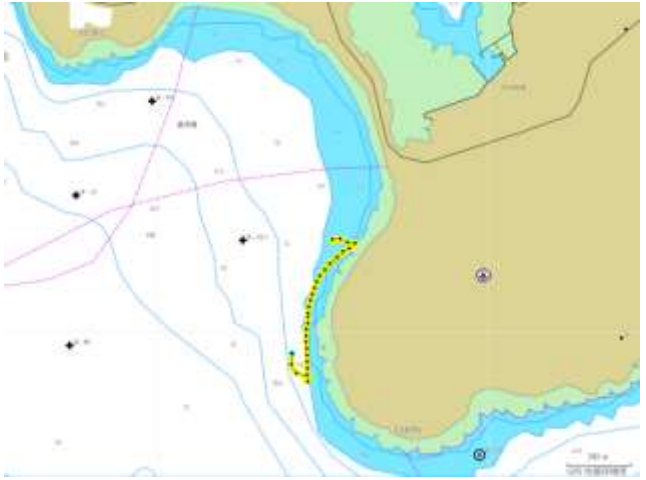
16	2019/08/29	東台 -2	N23 33.802 E119 30.224	1.4	
17	2019/08/30	員貝 -1	N23 40.413 E119 37.950	2.2	
18	2019/08/30	員貝 -2	N23 40.411 E119 37.949	2.5	
19	2019/09/02	鐵砧 -1	N23 42.631 E119 34.162	1.5	

20	2019/09/02	鐵砧 -2	N23 42.627 E119 34.152	1.3	
21	2019/09/03	虎井 西-1	N23 29.124 E119 30.416	1.4	
22	2019/09/03	虎井 西-2	N23 29.127 E119 30.415	1.4	
23	2019/09/06	竹灣 -1	N23 36.080 E119 31.664	1.5	

24	2019/09/06	竹灣 -2	N23 36.094 E119 31.675	1.4	
25	2019/09/06	金龍 頭	N23 33.647 E119 33.392	0.796	
26	2019/09/07	白土 地公 -1	N23 41.281 E119 33.753	1.9	
27	2019/09/07	白土 地公 -2	N23 41.691 E119 34.100	1.4	

28	2019/09/07	白土地公-3	N23 41.284 E119 33.756	2.1	
29	2019/09/07	白土地公-4	N23 41.713 E119 34.107	2.0	
30	2019/09/09	黑土地公-1	N23 41.785 E119 33.279	1.8	
31	2019/09/09	黑土地公-2	N23 41.782 E119 33.262	2.3	

32	2019/09/09	後寮 -1	N23 40.606 E119 33.089	0.977	
33	2019/09/09	後寮 -2	N23 40.606 E119 33.089	1.3	
34	2019/09/10	將軍 後	N23 21.800 E119 32.367	1.2	
35	2019/09/10	將軍 後	N23 21.792 E119 32.384	1.4	

36	2019/09/11	姑婆嶼南	N23 42.602 E119 33.086	1.2	
37	2019/09/11	姑婆嶼南	N23 42.596 E119 33.087	1.3	
38	2019/09/22	蒔里靶場	N23 30.667 E119 34.120	1.2	
39	2019/09/22	蒔里靶場	N23 30.620 E119 34.122	1.1	

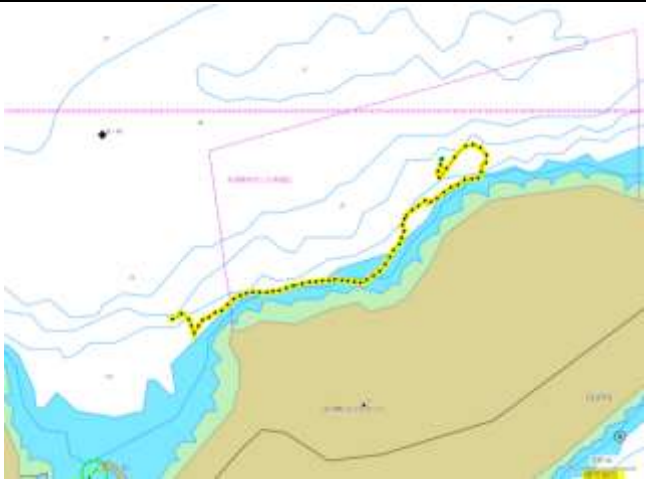
40	2019/10/22	虎井北	N23 29.813 E119 31.666	1.7	
41	2019/10/23	虎井北	N23 29.930 E119 32.433	1.2	
截至 20191023 總共調查航跡共計					64.3 公里

表 2 澎湖海域自然礁覆網清除查驗工作日期地點清除數量一覽表

編號	日期	查驗地點	深度 (m)	船舶名	清除覆網 (包)
107-01	107/09/19	外垵南	15	德洲 1 號	0.5
107-02	107/09/21	虎井西山	25	德洲 1 號	0.75
107-03	107/09/22	員貝東 吉貝東	13/10	發現者號	2
107-04	107/09/23	員貝東	13	發現者號	0.75
107-05	107/10/21	員貝西	20	發現者號	1
107-06	107/10/22	員貝東	15	發現者號	1
107-07	107/10/23	內垵外海	10/25	發現者號	2
107-08	107/10/24	鎖港南	15	發現者號	1
107-09	107/10/25	鎖港南	15	發現者號	1
107-10	107/10/26	內垵北	13	發現者號	1
107-11	107/11/04	菜園內海	12	德洲 1 號	2
107-12	107/11/05	五德北	15	德洲 1 號	1
107-13	107/11/06	五德北	15	德洲 1 號	1
107-14	107/11/07	前寮南	10	德洲 1 號	1
107-15	107/11/09	鐵線北	10	德洲 1 號	1
107-16	107/11/11	五德北	10	德洲 1 號	1
107-17	107/11/12	菜園南	10	德洲 1 號	1
107-18	107/11/14	前寮南	12	德洲 1 號	0.65
107-19	107/11/15	龍門香爐嶼南	18	發現者號	1
107-20	107/11/16	龍門南石	25	發現者號	1
107-21	107/11/25	紅羅北	23	發現者號	1
107-22	107/11/27	前寮南	12	德洲 1 號	0.75
107-23	107/11/28	五德東	5/6	德洲 1 號	1
107-24	107/11/29	菜園南	5/7	德洲 1 號	1
107-25	107/11/30	菜園南	6/8	德洲 1 號	1
107-26	107/12/01	龍門查某嶼	18/20	發現者號	0.4
107-27	107/12/02	山水東	16/20	發現者號	1
107-28	107/12/03	山水東	18/22	發現者號	0.5
107-29	107/12/04	山水東	20/24	發現者號	1
107-30	107/12/06	菜園南	6/7	德洲 1 號	1
107 年截至 12/06 清除覆網數量共計					30.3 包

108-01	108/06/26	員貝外海	12	德洲 1 號	0.75
108-02	108/06/27	員貝外海	15	德洲 1 號	1
108-03	108/06/28	錠鈎嶼北	23	德洲 1 號	0.75
108-04	108/06/29	青螺北	10	發現者號	0.75
108-05	108/06/30	鳥嶼南	20	發現者號	0.75
108-06	108/07/01	鳥嶼南	18	發現者號	1
108-07	108/07/09	鳥嶼南 紅羅北	20/10	發現者號	0.75
108-08	108/07/10	紅羅北	12	發現者號	0.75
108-09	108/07/11	青螺北	8	發現者號	0.75
108-10	108/07/12	青螺北	10	發現者號	1
108-11	108/07/13	雞善嶼西	20	發現者號	0.75
108-12	108/07/14	青螺北	10	發現者號	1
108-13	108/07/15	紅羅北	13	發現者號	1
108-14	108/07/16	紅羅北	11	發現者號	1
108-15	108/07/21	白坑北	10	發現者號	1
108-16	108/07/22	白坑北	8	發現者號	0.75
108-17	108/07/23	白坑北	10	發現者號	0.75
108-18	108/07/24	青螺北	10	發現者號	0.75
108-19	108/07/25	紅羅北	12	發現者號	0.75
108-20	108/07/26	紅羅北	9	發現者號	1
108-21	108/07/27	紅羅北	12	發現者號	1
108-22	108/07/28	紅羅北	11	發現者號	1
108-23	108/07/29	紅羅北	10	發現者號	1
108-24	108/07/30	錠鈎嶼西	15	發現者號	0.75
108-25	108/07/31	錠鈎嶼西	13	發現者號	1
108-26	108/08/01	鳥嶼南	10	發現者號	0.75
108-27	108/08/02	員貝東	15	發現者號	1
108-28	108/08/03	員貝東	13	發現者號	0.75
108-29	108/08/04	青螺北	8	發現者號	3
108-30	108/08/05	員貝東	20	發現者號	0.75
108-31	108/08/14	青螺內海	8	發現者號	0.75
108-32	108/08/15	員貝東	15	發現者號	1
108-33	108/08/16	員貝東	20	發現者號	1
108-34	108/08/17	屈爪海域	20	發現者號	1
108-35	108/08/18	員貝東	18	發現者號	0.75
108-36	108/08/19	鳥嶼澎澎灘	15	發現者號	1

108-37	108/08/20	姑婆嶼	28	發現者號	0
108-38	108/08/21	屈爪嶼西	20	發現者號	0.75
108-39	108/08/22	澎澎灘	18	發現者號 德洲 1 號	2
108-40	108/08/23	山水南	6	發現者號	1
108-41	108/08/28	龍門裡正角	22	德洲 1 號	0.75
108-42	108/08/29	龍門裡正角	15	德洲 1 號	0.75
108-43	108/08/30	龍門裡正角	12	德洲 1 號	0.75
108-44	108/08/31	山水東	23	發現者號	0.75
108-45	108/09/01	鳥嶼西	20	發現者號	1.5
108-46	108/09/02	員貝西	18	發現者號	1
108-47	108/09/03	員貝北	15	發現者號	3
108-48	108/09/04	員貝北	14	發現者號	0.75
108-49	108/09/05	赤崁東	13	發現者號	0.65
108-50	108/10/02	吉貝翁公石 內垵南	22/16	發現者號	1.25
108-51	108/10/03	小池角 內垵北	12/10	發現者號	1.75
108-52	108/10/04	小門南 內垵西	12/10	發現者號	1.5
108-53	108/10/05	大池西 內垵西	12/9	發現者號	1.5
108-54	108/10/06	橫礁東	11/10	發現者號	1.5
108-55	108/10/07	內垵西	11/11	發現者號	1.5
108-56	108/10/08	橫礁	10/10	發現者號	1.5
108-57	108/10/09	跨海大橋	10/10	發現者號	1.5
108-58	108/10/10	跨海大橋	10/10	發現者號	3
108 年截至 10/10 清除覆網數量共計					62.15 包
本計畫總計清除					92.45 包

註：於海上清除時初步判定之總包數為 73.9 包，攜回龍門漁港重新整理，由清除單位、本驗證單位及委託單位(澎湖縣政府)商討計數認定後，認定為 92.45 包。

表 3 清除覆網之網目大小以及罹網生物記錄

日期	地點	網目大小(cm)	附著生物種類
107/09/19	外垵南	17	粗糙蝕菱蟹、正直愛潔蟹
107/09/21	虎井西山	15	珊瑚、雜色龍蝦
107/09/22	員貝東 吉貝東	1、5	棘穗軟珊瑚、海菊蛤、企鵝鶯蛤
107/09/23	員貝東	5、10、15	珊瑚
107/10/22	員貝西	5、15	珊瑚
107/10/22	員貝東	5、15	珊瑚
107/10/23	內垵外海	5、10、15	無
107/10/24	鎖港南	10	無
107/10/25	鎖港南	10	無
107/10/26	內垵北	5	珊瑚
107/11/04	菜園內海	10	珊瑚、海菊蛤
107/11/05	五德北	蚵棚線、繩索	珊瑚、海菊蛤
107/11/06	五德北	蚵棚線、繩索	珊瑚、海菊蛤
107/11/07	前寮南	蚵棚線、繩索	珊瑚、海菊蛤
107/11/09	鐵線北	蚵棚線、繩索	珊瑚、海菊蛤
107/11/11	五德北	10	珊瑚、貝類
107/11/12	菜園南	6	珊瑚、貝類、螃蟹
107/11/14	前寮南	12、30	珊瑚、貝類、螃蟹
107/11/15	龍門香爐 嶼南	繩索、玻璃碎 網	龍蝦
107/11/16	龍門南石	14	珊瑚
107/11/25	紅羅北	8、16、18	珊瑚、貝類
107/11/27	前寮南	6、6.5	珊瑚、貝類
107/11/28	五德東	蚵棚線、繩索	珊瑚、貝類
107/11/29	菜園南	5、16	珊瑚、貝類
107/11/30	菜園南	11.5	珊瑚、貝類、螺類
107/12/01	龍門查某 嶼	8、10、16	無
107/12/02	山水東	14	無
107/12/03	山水東	30	無
107/12/04	山水東	15	海樹
107/12/06	菜園南	繩索	貝類
108/06/26	員貝外海	17	珊瑚
108/06/27	員貝外海	4、7、17	珊瑚

108/06/28	錠鈎嶼北	5	珊瑚
108/06/29	青螺北	11、16、尼龍索	珊瑚
108/06/30	烏嶼南	16、12（玻璃絲網）	珊瑚
108/07/01	烏嶼南	15	珊瑚
108/07/09	烏嶼南 紅羅北	5、10、15、尼龍索	珊瑚
108/07/10	紅羅北	8、尼龍索、27（玻璃絲網）	珊瑚、海菊蛤
108/07/11	青螺北	6、8、12、尼龍索	珊瑚
108/07/12	青螺北	8	無
108/07/13	雞善嶼西	11（玻璃絲網） 棉質纜索	無
108/07/14	青螺北	4、10、尼龍索	珊瑚、海葵
108/07/15	紅羅北	漁網太大，拖回碼頭，用起重機吊掛。	
108/07/16	紅羅北	3.5、6、12（玻璃絲網）、尼龍索	珊瑚
108/07/21	白坑北	7、蚵棚尼龍繩索	珊瑚
108/07/22	白坑北	6.5、8、塑膠管、蚵棚尼龍繩索	珊瑚*2
108/07/23	白坑北	15、尼龍索、門窗紗網	珊瑚*2
108/07/24	青螺北	17	珊瑚*3
108/07/25	紅羅北	14	珊瑚*3
108/07/26	紅羅北	1.5、尼龍索	珊瑚*13
108/07/27	紅羅北	1、8、尼龍索、綿質索	珊瑚*6
108/07/28	紅羅北	3.5、蚵棚尼龍索	珊瑚*4
108/07/29	紅羅北	6、9（玻璃絲網）	珊瑚（碎）、藻類
108/07/30	錠鈎嶼西	10、12、30（三層玻璃絲網）	海樹、珊瑚（碎）、蟹類*2（尖額蟳）、狗鯊*1

108/07/31	錠鈎嶼西	5、15	海樹、珊瑚(碎)、軟珊瑚
108/08/01	鳥嶼南	8、15、塑膠管	珊瑚(碎)、軟珊瑚
108/08/02	員貝東	5、14.5、4(玻璃絲網)、PVC 塑膠管(錢鰻管)	珊瑚(碎)
108/08/03	員貝東	1、16	珊瑚*3
108/08/04	青螺北	3.5、5	珊瑚*1
108/08/05	員貝東	4、4.5、6(玻璃絲網)	珊瑚(碎)
108/08/14	青螺內海	6	珊瑚*2
108/08/15	員貝東	4.5、7	珊瑚*3、藻類
108/08/16	員貝東	16、塑膠浮球 *1	珊瑚*4、碎珊瑚
108/08/17	屈爪海域	17	珊瑚*6
108/08/18	員貝東	5、7	珊瑚*3、藻類
108/08/19	鳥嶼澎澎灘	4.5、10	珊瑚*13
108/08/20	姑婆嶼	無	無
108/08/21	屈爪嶼西	16	珊瑚*3、藻類
108/08/22	澎澎灘	9	碎珊瑚、藻類
108/08/23	山水南	10、12	珊瑚、貝類
108/08/28	龍門裡正角	16、17、11(玻璃絲網)	珊瑚*7、貝類
108/08/29	龍門裡正角	16	珊瑚*11
108/08/30	龍門裡正角	12(玻璃絲網)、潛水氣管、電線	珊瑚*4、貝類
108/08/31	山水東	塑膠管(錢鰻管)、尼龍繩索	無
108/09/01	鳥嶼西	5、16	珊瑚*6
108/09/02	員貝西	17、尼龍繩索	無
108/09/03	員貝北	3、14、尼龍繩索	珊瑚*7、碎珊瑚
108/09/04	員貝北	10.5、尼龍繩索	珊瑚*17、碎珊瑚、海藻

108/09/05	赤崁東	3、毯子	碎珊瑚
108/10/02	吉貝翁公 石、內垵 南	4、尼龍繩索、 浮球、蟹籠	無
108/10/03	小池角 內垵北	尼龍繩索	無
108/10/04	小門南 內垵西	尼龍大繩索、 蟹籠、鐵圈、 鉛索	藻類
108/10/05	大池西 內垵西	尼龍大繩索、 鐵圈、船錨	無
108/10/06	橫礁東	6.5、11、3(尼 龍浮網)、尼龍 繩索、塑膠管 (錢鰻管)、蟹 籠	珊瑚*3
108/10/07	內垵西	浮球、尼龍大 繩索	藻類
108/10/08	橫礁	14、8(玻璃絲 網)、4(玻璃絲 網)、浮球、塑 膠籃	無
108/10/09	跨海大橋	3、7.5(玻璃絲 網)、綿製繩 索、蟹籠、塑 膠管(錢鰻管)	珊瑚*4、碎珊瑚
108/10/10	跨海大橋	綿製纜繩索、 潛水呼吸管、 塑膠水管、塑 膠籃	珊瑚*6

第二部分

潮間帶棲地劣化調查

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心
洗宜樂、鐘金水、楊子泰、謝恆毅

目 錄

摘要

一、前言	1
二、材料與方法	3
(一) 調查研究之潮間帶棲地環境	3
1. 二崁珊瑚礁復育區	3
2. 重光海草復育區	3
3. 白坑及金嶼	4
(二) 「二崁珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估	4
1. 珊瑚移植作業	4
2. 珊瑚移植後活存率變化	5
3. 珊瑚移植後覆蓋率變化	5
4. 珊瑚移植後魚類生物相與豐度調查	5
5. 劇烈氣候對珊瑚復育之影響	6
(三) 「重光海草復育區」海草移植及效益評估	6
1. 海草移植作業	6
2. 海草移植後覆蓋率變化	7
3. 海草移植後魚類生物相與豐度調查	7
(四) 「白坑」淺坪海域劣化棲地現況調查	7
1. 底質現況調查	8
2. 生物組成調查	8
(五) 「金嶼」淺坪海域劣化棲地現況初探	8
三、結果與討論	10
(一) 「二崁珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估	10
1. 劣化棲地基質移除方式比較	10
2. 珊瑚移植作業、數量與種類	12
3. 珊瑚移植效益評估	13
(1) 活存率	13
(2) 移植珊瑚的生長	14
(3) 珊瑚移植後魚類生物相與豐度調查	16
(4) 劇烈氣候對珊瑚復育之影響	17
4. 珊瑚環境教育	22
(二) 「重光海草復育區」海草移植及效益評估	24

1. 海草移植區現況.....	24
2. 海草移植.....	25
3. 海草移植後生長情形.....	26
4. 海草環境教育.....	27
(三)「白坑」淺坪海域劣化棲地現況初探.....	32
1. 地理位置與地貌特色.....	32
2. 棲地環境現況.....	32
(四)「金嶼」淺坪海域棲地現況初探.....	48
1. 測站 2.....	48
2. 測站 2.....	52
四、結論與建議.....	57
(一) 結論.....	57
(二) 建議.....	58
五、參考文獻.....	60
六、附錄.....	61
附件一『澎湖海洋生物棲地今昔與復育&海草移植活動』計劃書.....	61
附件二『為小小魚兒種一畝田-海草移植活動』計劃書.....	63

澎湖縣政府農漁局勞務委託
澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及潮間帶棲地劣化調查計畫

-潮間帶棲地劣化調查

期末報告

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

冼宜樂、鐘金水、楊子泰、謝恆毅

摘要

1. 「二坎珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估

在進行劣化棲地基質移除時，使用平台船載怪手於漲潮期間進行劣化基質進行移除，因無法掌握水下狀況，海底地形呈現高低起伏過大，且容易產生更大量的混濁海水隨潮水向外擴散，對周邊海域生態易造成衝擊。未來在進行挖除作業時，盡可能捨棄在漲潮期間作業，而應採用退潮期間作業，可降低海水濁度，且能清楚移除的範圍，以降低其對環境或產業的潛在性威脅。

使用「扦插法」進行珊瑚移植時，因脫落而造成「死亡」的比例低，顯示本法對珊瑚移植是有效率的，再加上作業相當輕便，廣大面積復育時相當適合使用；隨著移植珊瑚並逐漸形成礁體時，魚類的生物多樣性不僅隨之提高，且豐度也有增加的趨勢；而劇烈氣候對珊瑚淺坪復育初期有助於珊瑚族群的擴散。唯未來在進行珊瑚移植時，應選擇更加健康的珊瑚苗來栽種；在珊瑚移植復育並形成礁體時，多層次的立體空間和豐富的食物，可提供作為種苗放流之場域。

2. 「重光海草復育區」海草移植及效益評估

本計畫在今(2019)年於重光海域移植了 60m² 的海草，經栽種 6 個月後，所種植的海草不僅已著床，且有向外有擴散的現象，面積已達 83m²，平均覆蓋率已達 59.5%。從近數十年的觀察記錄，澎湖海草床已有明顯萎縮的現象，亟待復育。除應持續調查並在適當海域進行海草之復育，未來也應針對海草不友善的漁法如貝類的採扒也應有所限制或規範。而海草環境教育與移植活動也應持續辦理，使民眾與學童了解海草生態系對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，並帶領民眾與學生參與海草的移植活動，進而達到保育與復育海草之目的。

3. 「白坑」淺坪海域棲地現況調查

調查海域棲地環境現況相當穩定，除目前已堆積在高潮線上的砂矸子外，本淺坪海域並無充分的珊瑚碎屑來源，也沒有足夠的量可供堆積至海岸線上，且淺坪環境也有不僅有藻床外，在與青螺交接處的海域也有面積不小的海草床，可提供海洋生物幼生棲息並對誘集魚類具有一定的功效。反而是這些砂矸仔受外力的影響被推回淺坪海域的話，對淺坪海域環境具威脅性，故未來有關白坑村北海岸砂矸淤積移除的範圍除應排淺坪海域外，淤積在潮間帶的砂矸仔也應盡速規畫進行移除，將海沙保留在海岸線上，並減緩海岸線的高低差，當環境改善後，綠蠵龜也許還有機會重返產卵；而社區排水口非常突兀的出現在海岸線的沙灘上，也影響到海岸線的觀瞻，為有效改善村民排水口被淤積的問題，也展望未來本區觀光發展之潛力，建議應考慮將排水口位置進行變更；本區分布在海岸線的海草床具有一定規模，未來應持續投入能

量將本區的海草床進行更進一步的調查。

4. 「金嶼」淺坪海域棲地現況初探

本區漁業活動頻繁，主要以採集白棘三列海膽、銀塔鐘螺、珠螺等漁獲物為主。因地勢平坦區域的珊瑚且漁業活動頻繁，生長在地勢平坦容易被踩踏破碎，使本區的原有的潮池及海溝逐漸消失，而在高低起伏的礁體上則有生長較完好的珊瑚分布。因本區域目前僅完成 2 個測點的記錄，仍應持續針對本海域調查，方可掌握其現況。

澎湖縣政府農漁局勞務委託
澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及潮間帶棲地劣化調查計畫

-潮間帶棲地劣化調查

結案報告

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

沈宜樂、鐘金水、楊子泰、謝恆毅

一、前言

為改善並減緩澎湖內海潮間帶棲地劣化之趨勢，本所澎湖海洋生物研究中心近年特接受澎湖縣政府委託進行調查與研究，經連續 5（102 及 106 年）年之執行，其初步成果包括將堆積在二崁潮間帶的珊瑚碎屑移除以增加在退潮後海水庇護高度，對棲地環境的改善產生正面的效益，如在海草移植後，提供幼魚群躲棲的空間、食物供給…等，使棲地的功能性增加，因而吸引更多的底棲性魚類聚集，魚種的多樣性與豐度也隨之提高（102 年）；而珊瑚使用「扦插法」在移植 6 個月之後，成長迅速，覆蓋率從 0%增加至 24%，並隨著分枝芽點的增加其成長也以倍數增長，在移植 9 個月後增加至 40%，12 個月後更提昇至 55%，顯見本計畫對棲地劣化改善具有良好之成效（103 年）。2015 年針對二崁珊瑚復育區珊瑚苗的入添量平均為 10.5 ± 3.7 株/ m^2 ，「珊瑚移植區」平均也有 3.7 ± 1.8 株/ m^2 ，均以美麗軸孔珊瑚(*Acropora muricata*) 種類為主。但受「矜仔」填平或堆高之影響，致使棲地逐漸劣化，海水庇護高度不足，不利珊瑚苗發展成珊瑚淺坪。經採集這些珊瑚苗並以「扦插法」將珊瑚苗固定於「珊瑚移植區」後，活存率與成長速度均佳。隨著珊瑚覆蓋率的增加，也吸（誘）引 4 科 6 種 10 尾的魚類聚集，且都是以健康珊瑚指標性的魚類為主，顯示在二崁「珊瑚移植區」以「扦插法」將斷裂的珊瑚植株進行移植效益佳。同時也在試驗區進行諾亞碑碟貝 (*Tridacna noae*) 苗放流效益評估，在放流後經 119 日後活存率仍維持在 90%，平均殼長已長至 6.1 ± 0.86 cm，成長率達 45.2%。除此之外，也針對「重光海草復育區」進行海草的調查與復育，發現潮間帶海草床流失最大的因素為耙具的採貝作業，未來應訂定海草床作業規範，避免海草床的流失。同時也完成了 5 次海草的移植作業，移植密度為 100 植株/ m^2 ，共完成了 3,150 株植，面積達 $31.5 m^2$ （104 年）。經觀察 2014 年所移植的珊瑚植株其活存率仍維持在 90-100%，出現在移植珊瑚礁區內的魚種有隨著珊瑚植株的成長而增加的現象，所累積紀錄的魚種已有 23 科 48 種，顯示棲地環境的改善對魚類的入添具有正面的意義（105 年）。因 2016

年受颱風的衝擊造成所移植的珊瑚肢斷裂並散佈在周邊，這些斷掉的珊瑚肢並未死亡。經過 1 個冬天後，這些斷掉的珊瑚不僅彌補珊瑚移植株底部的空間、也持續生長，使斷掉的珊瑚肢互相膠合或盤根交錯，而形成更為穩固的珊瑚淺坪雛形，覆蓋率不減反增。二崁劣化棲地基質在移除改善後，珊瑚移植區內所累積的魚種 2017 年已有 23 科 49 種。長期觀察均有出現的魚種計有 11 科 13 種，其中又以玳瑁石斑魚及奧奈鑽嘴魚這 2 種豐度最高，也具有經濟價值，也常有漁民將釣竿揮向珊瑚移植區內進行垂釣，而發生踩踏珊瑚礁的情事（106 年）。

前期計畫推行之成效也受二崁當地居民之認同，並一再要求將試驗範圍擴大，甚至在今（107）年 5 月以「澎湖縣二崁海洋牧場發展協會」自籌款僱請平台船與怪手將「大滬」內的「矜仔地」移除近 3,000m³，底質也已呈現穩定狀態，目前亟待進行針對本區進行珊瑚移植規劃，使其能在最短時間發展成珊瑚淺坪。

為增加與維持澎湖內海生物多樣性，減緩或改善棲地劣化之趨勢，本計畫將針對「二崁珊瑚復育區」及「重光海草復育區」進行珊瑚及海草移植之規畫與執行，藉以增加提供海洋生物幼生躲棲的空間，進而提高澎湖內海漁業資源。同時也調查「白坑」及「金嶼」淺坪海域棲地現況，提供縣府潮間帶海域管理與施政之參考依據。

二、材料與方法

(一) 調查研究之潮間帶棲地環境描述

(1) 二崁珊瑚礁復育區

本研究係以澎湖內海的西嶼鄉二崁潮間帶海域的「大滬」之石滬範圍內進行棲地劣化改善與監測（圖 1）。

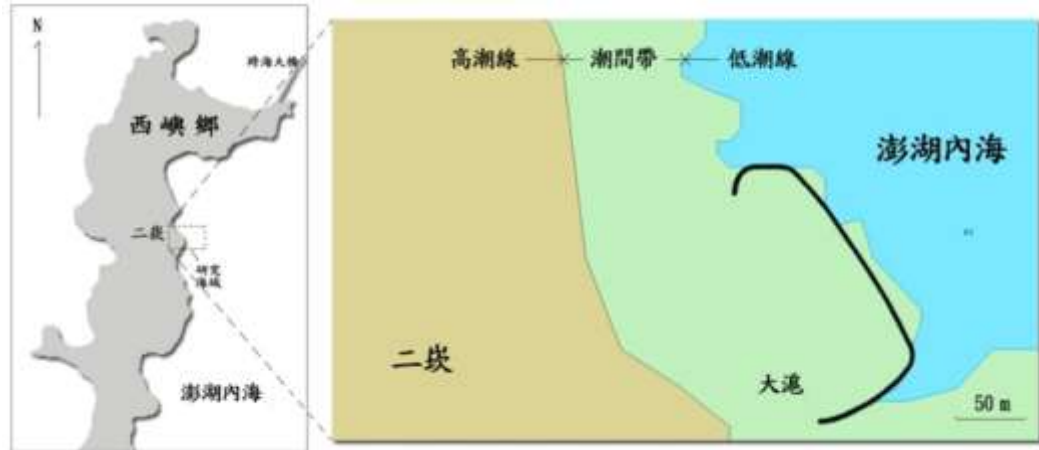


圖 1. 二崁珊瑚礁復育區地理位置圖

(2) 重光海草復育區

本區以沙質底為主，相當適合海草生長，從地圖的舊名指出本海域舊時稱為「草埕」就可見一般（圖 2；郭等，2002）。但隨著碼頭航道的疏濬、耙具採貝等因素之影響，使本區海草床也逐漸流失，亟待海草移植進行復育外，未來本區的漁業行為也應適度的規範。



圖 2. 重光海草復育區地理位置圖

(3)「白坑」及「金嶼」淺坪海域

本區擁有廣大潮間帶淺坪，近年受劇烈氣候環境變遷衝擊下，使生長在周邊的造礁珊瑚遭受到破壞、碎化及堆積之影響，使淺坪的立體空間消失，喪失原棲地環境之功能，亟待積極調查以了解相關海域現況（圖 3），並提出劣化棲地改善之建議。

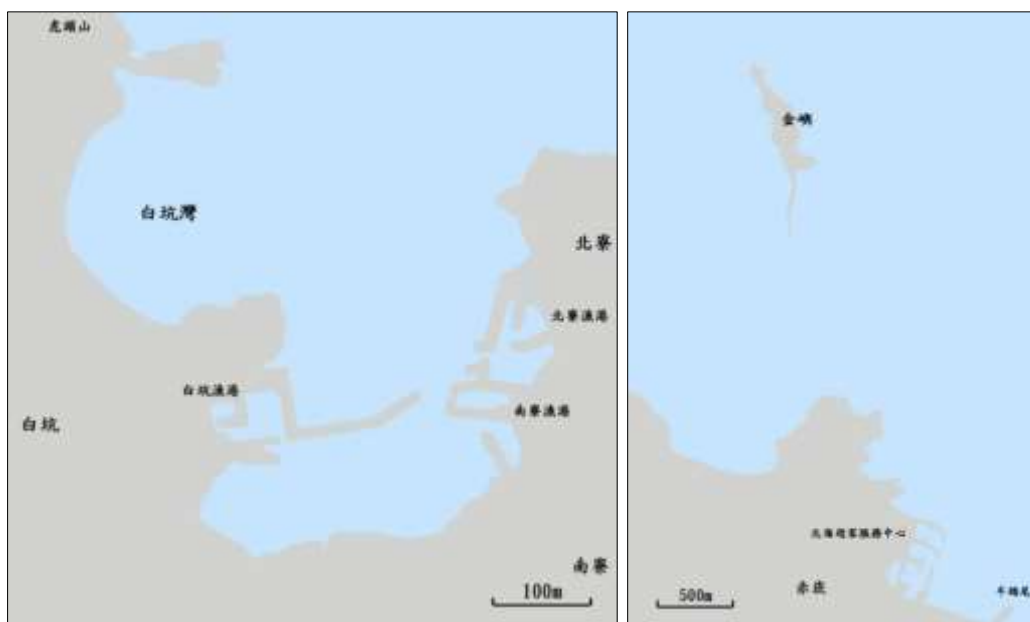


圖 3. 白坑灣（圖左）及金嶼（圖右）劣化棲地環境調查地理位置圖

(二)「二崁珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估

1. 珊瑚移植作業

(1) 珊瑚植株來源

所使用珊瑚植株係採集自「珊瑚復育區」內海域生長珊瑚的斷肢，所選用種類並不會刻意挑選，可讓所移植的珊瑚群聚具多樣性（圖 4）。



圖 4. 採集自珊瑚復育區內斷掉的珊瑚枝作為移植用。

(2) 珊瑚移植的「扦插法」於復育區內插入直徑 1.2cm、長度 45cm 的竹節鋼筋於底土中，僅露出約 10cm 供繫固珊瑚苗用，珊瑚植株的固定式使用塑膠束帶固定之（圖 5）。

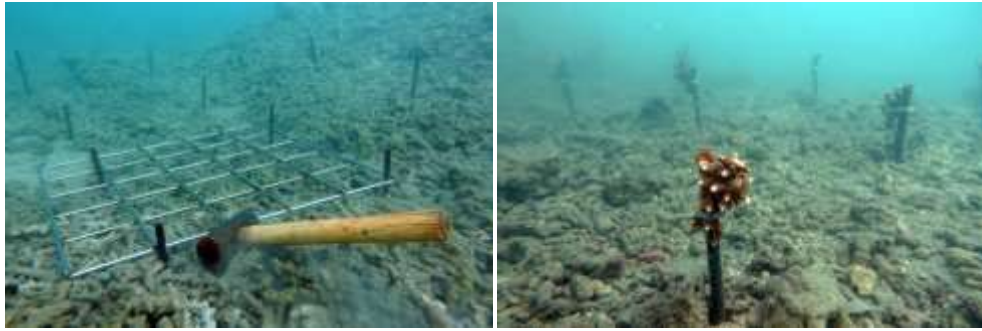


圖 5. 珊瑚移植作業：鋼筋植入作業（左圖）及珊瑚植株固定（右圖）

(3) 移植數量

本計畫預定移植 1,000 植株的珊瑚苗(面積約 112 m^2)，分成 40 小區，每一小區長及寬各 2m，面積為 4 m^2 ，共植 36 株珊瑚苗，以 6x6 方式排列，每植株之間的距離約為 0.4m，每一小區之間的距離為 2m（圖 6）。

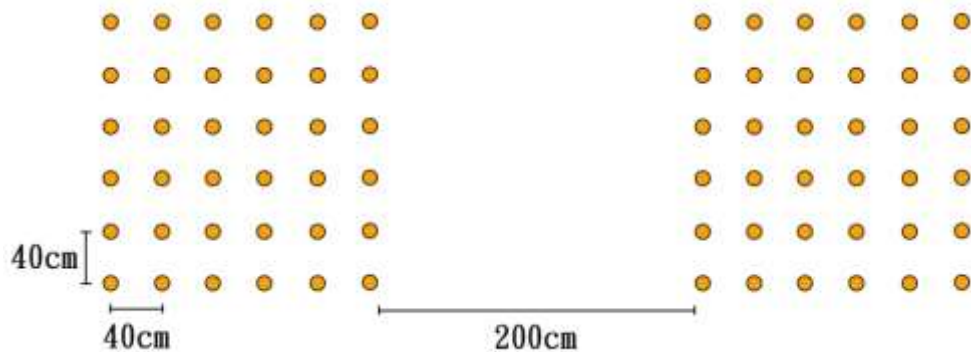


圖 6. 珊瑚移植配置圖(每 36 株為 1 小區，每 1 小區之間的距離為 200cm。)

(4) 調查頻度

珊瑚移植之效益評估調查頻度採每季調查，但考量入冬後的海象並不適合水下調查，故調查記錄的季節僅設定在春季至秋季，調查時間分別為 2018 年 10 月、2019 年的 4 月、7 月及 10 月。

2. 珊瑚移植後活存率變化

珊瑚移植後，設置 10 個固定測站，記錄移植珊瑚存活與死亡數量，其中死亡的植株與脫落之植株均列為「死亡珊瑚」。

3. 珊瑚移植後覆蓋率變化

珊瑚移植後，記錄所設置 10 個固定測站之每小區 36 株的珊瑚移植區範圍內拉 1 條對角穿側線，以每 25cm 為 1 觀測點，紀錄珊瑚覆蓋率季節性變化。

4. 珊瑚移植後魚類生物相與豐度調查

珊瑚覆蓋率紀錄時，一同記錄所棲息的魚種與豐度，供作珊瑚移植效益評估參考用。

5. 劇烈氣候對珊瑚復育之影響

持續觀察原以形成珊瑚群聚的珊瑚淺坪，在受颱風破壞之後，其活體珊瑚覆蓋率之消長和已斷裂的斷肢活珊瑚「膠結」的現象，藉以探討劇烈氣候對珊瑚群聚之影響。

(三)「重光海草復育區」海草移植及效益評估

1. 海草移植作業

(1)海草植株來源

所使用的海草植株係採集自大倉灣由本中心以人工移植所形成的海草床作為植株來源。主要的種類以單脈二藥草 (*Halodule uninervis*)，甘草 (*Nanozostera japonica*) 及卵葉鹽草 (*Halophila ovalis*) 為主 (圖 7、8、9)。



圖 7. 海草移植的種類-單脈二藥草。



圖 8. 海草移植主要的種類-甘草。



圖 9. 海草移植的種類-卵葉鹽草。

(2)海草移植方法與密度係使用「根狀莖法」，每根具有 3 植株以上海草的根狀莖（圖 10），移植密度為每 10cm^2 移植 1 根狀莖，全程預定完成移植面積 60m^2 ，即 6,000 株的根狀莖。

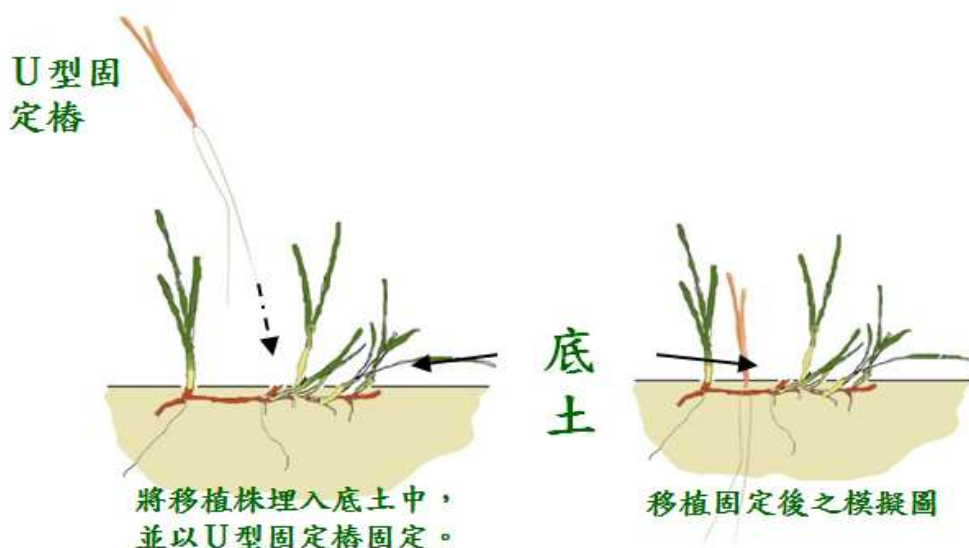


圖 10. 海草移植根狀莖法之模擬圖

2. 海草移植後覆蓋率變化

在海草移植後，使用 50m 穿側線紀錄所移植海草區域的覆蓋率，並探討季節性變化。

3. 海草移植後魚類生物相與豐度調查

在紀錄海草移植後的覆蓋率時，同時紀錄穿側線左右 5m 範圍內的魚類相與豐度。

(四)「白坑」淺坪海域棲地現況調查

在白坑與青螺之間向東北的海灣淺坪海域（圖 11）範圍內，分別在內側與外側海域設置內 1~內 3 及外 1~外 3，共設置 6 個測站，每 1 測站由西北方向東南方各拉一條 50m 測線，進行底質現況及生物組成調查。

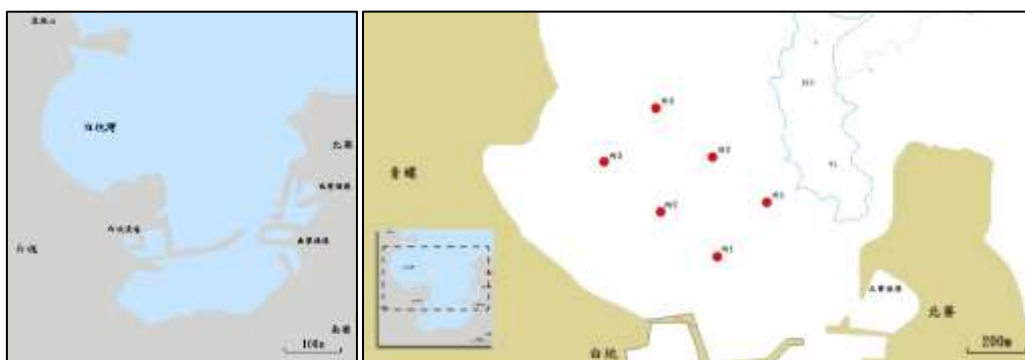


圖 11. 白坑淺坪海域棲地現況調查測站分布圖

1. 底質現況調查

在每一測站上拉 1 條 50m 測線進行底質現況調查，底質現況仿照國際珊瑚礁總體檢方式，在所布放的測線上，每 25cm 的間距設置 1 觀測點，全長共計有 200 個觀測點，記錄各種底質類型（包括死珊瑚、沙、海藻、礫石（或岩石）、岩盤及活珊瑚）出現頻度，作為估算各測站底質之組成（圖 12）。

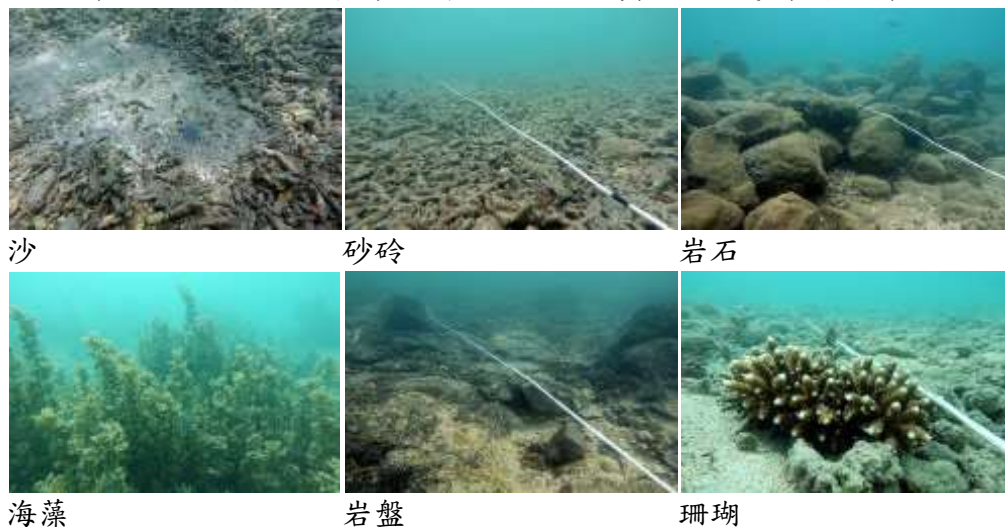


圖 12. 白坑灣淺坪海域底質主要組成基質

2. 生物組成調查

在所拉的 50m 測線上，紀錄左右 2 側各 5m 範圍內所出現的魚類與無脊椎動物生物相與豐度現況調查。本調查主要參考生物圖鑑書目包括澎湖的魚類（陳，2003）、澎湖的蟹類（冼及鄭，2005）、澎湖的寄居蟹（冼及鄭，2012）、台灣常見的棘皮動物（李及陳，1994）及台灣珊瑚圖鑑（戴及洪，2009）。

使用「穿側線法」於漲潮時以「水肺潛水」或退潮時以「徒步」方式進行調查，調查項目包括底質及生物組成，紀錄與分析 2 個海域淺坪環境現況。

（五）「金嶼」淺坪海域棲地現況初探

在金嶼周邊淺坪海域（圖 13，綠色範圍內為潮間帶淺坪。），範圍內共設置 42 個側點，每 1 測點拉一條 50m 東西橫向的測線，進行底質現況及生物組成調查。

底質現況調查與生物組成調查之方法與前面「白坑」淺坪海域棲地現況調查之方法相同。由於本海域較為遼闊且測點多達 42 個，需更多的時間與人力的投入才易將本海域進行通盤調查，故本計畫先行採用初探的方式，目前僅針對測站 2 及 5 進行調查供參考。

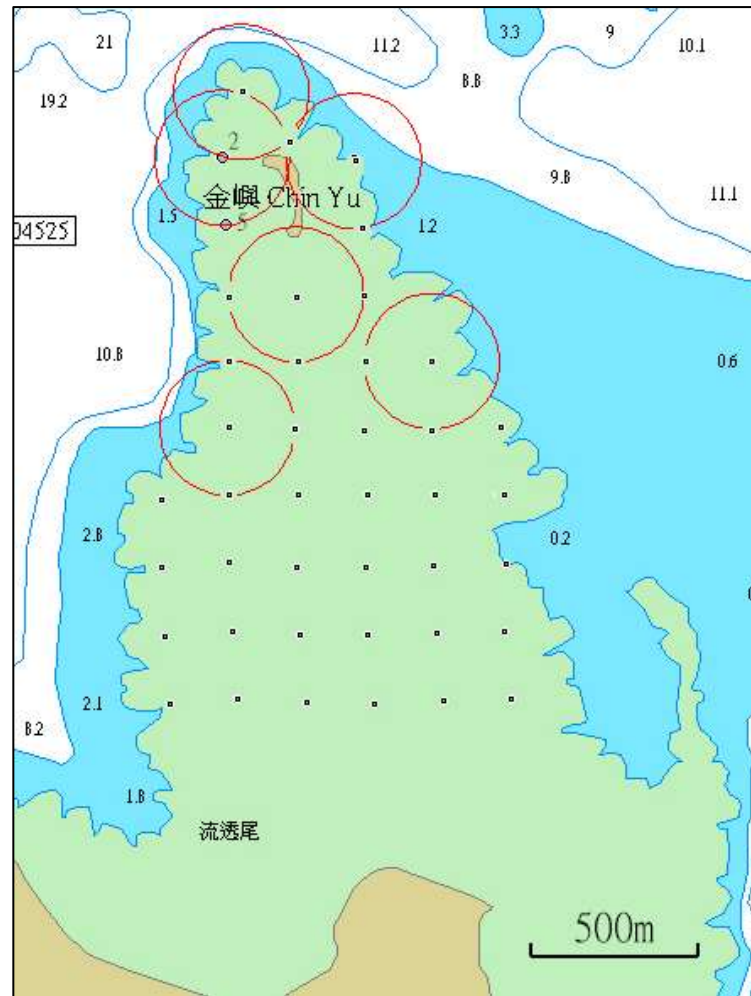


圖 13. 金嶼淺坪海域所設置的測點（本計畫僅針對測點 2 及 5 調查）

三、結果與討論

(一)「二崁珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估

1. 劣化棲地基質移除方式比較

2013 年本調查研究在研究範圍內，於 A 及 B 二區(圖 14；每區長 20m 寬 15m，面積各為 300 m²) 在大退潮期間租用怪手進行劣化基質(珊瑚碎屑)移除作業，此時期海水隱沒於這些劣化基質內，可明確將想要移除的範圍進行清除，混濁的汙水也侷限在新開挖的潮池內，故在移除劣化基質時，混濁的汙水並不會外溢至鄰近海域；海水高度隨著漲潮而逐漸淹沒所開挖的潮池，此時期尚未沉澱的懸浮泥質會緩緩外溢，並隨著漲潮的海水再開挖的潮池處南北飄移，但擴散範圍有限；退潮後，這些懸浮泥質再次隱沒於潮池周邊的砂礫地內，並隨著時間的增加，漲潮外溢出的懸浮泥質逐日遞減，約 2 天便恢復正常，其對環境或產業的潛在性威脅時間較短且影響較小(圖 15)。



圖 14. 二崁潮間帶棲地劣化改善與監測研究範圍位置圖。



圖 15. 退潮期間使用怪手進行劣化基質移除作業可降低對環境的衝擊。

2018 年 5 月「澎湖縣二崁海洋牧場發展協會」為擴大試驗範圍，向澎湖縣政府提出以自籌款僱請平台船與怪手，於漲潮期間將「大滬」內的劣化基質進行移除，長度約 150m、寬度約 20m、深度約 1m（圖 16；紅色虛線範圍及圖 14），移除的體積近 3,000m³。此法雖可以將作業時間拉長，但當怪手開始挖除時，海水瞬間變濁，使操作員並無法掌握水下狀況，以致有些區域重複挖掘，讓深度更深，有些區塊則未疏濬，讓海底地形呈現高低起伏狀；以此法進行的移除作業，容易產生更大量的混濁海水隨潮水向外擴散，在退潮期間，因懸浮泥質已外溢於開挖的潮池外，而使二崁碼頭及周邊海域均被混濁海水所盤踞，並持續了近半個月才逐漸澄清，其對環境與產業的風險延長（圖 17），尤其是箱網養殖，所幸移除作業期間仍以北風為主，使向外擴散的混濁水團多往南漂移，萬一風向轉為南風時，混濁水團則會向北流動，將會對鄰近箱網養殖造成威脅。



圖 16. 「澎湖縣二崁海洋牧場發展協會」自籌經費進行「大滬」劣化基質移除作業。



圖 17. 劣化基質移除經 1 個月後，懸浮水中的微粒雖已流失，但底質表層仍覆蓋大量的「塵泥」，潛水人員經過就便將這些「塵泥」揚起。

因此，未來在進行挖除作業時，盡可能捨棄在漲潮期間作業，而應採用退潮期間作業，可降低海水濁度，且能清楚移除的範圍(洗等，2013)，以降低其對環境或產業的潛在性威脅。

2. 珊瑚移植作業、數量與種類

計畫執行期間，從去(2018)年的 9-10 月及今(2019)年的 4、6 及 7 月間，珊瑚移植作業共進行了 7 次，每次共移植了 200 株，迄目前為止已完成 1,400 株的珊瑚苗種植，移植面積近 156m² (圖 18)，較原計畫所訂的 112 m² 多約 44 m²。所移植的種類以美麗軸孔珊瑚 *Acropora muricata* (圖 19) 為主，有部分比例混植桌型軸孔珊瑚 *A. hyacinthus* (圖 20) 及仙掌表孔珊瑚 *Montipora cactus* (圖 21)。目前仍以分布於二崁海域的珊瑚種類進行移植，未來將再評估是否移入其它適當的種類。

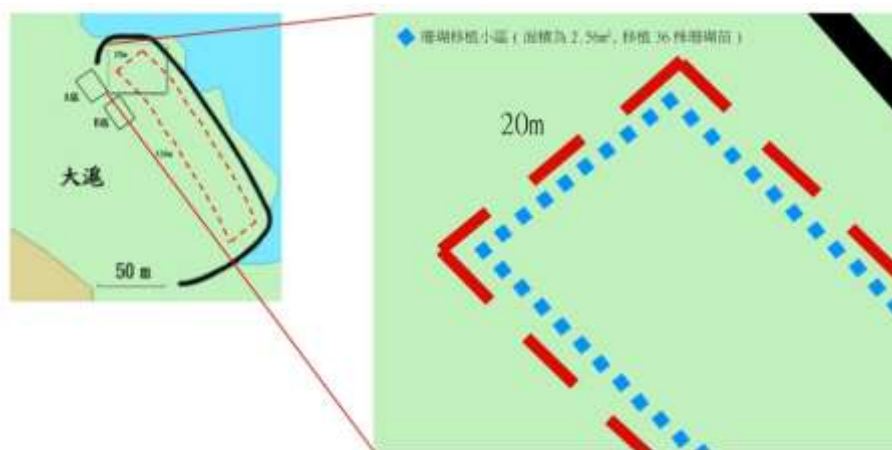


圖 18. 珊瑚移植範圍示意圖



圖 19. 本區所移植的珊瑚種類多以美麗軸孔珊瑚為主。



圖 20. 移植未滿 1 年的桌型軸孔珊瑚以初具桌狀形。



圖 21. 仙掌表孔珊瑚生長較緩慢，與右後方的美麗軸孔珊瑚相較，同樣移植了近 1 年，但 2 株珊瑚個體大小差異相當大。

3. 珊瑚移植效益評估

針對去（2018）年 9-10 月所移植的 22 小區之珊瑚苗，設置 10 個固定測站，分別在今（2019）年的 4 月 29 日及 6 月 14 日進行活存率及魚類生物相與豐度監測。其結果如下所述：

(1) 活存率

經 4 次的紀錄，在 2018 年 10 月第 1 次所記錄新移植的珊瑚苗活存率介於 94.4-100%，平均為 $98.6 \pm 2.0\%$ ，「死

亡的類型」以死亡占 80% 最高，脫落僅占 20%；2019 年 4 月間第 2 次所記錄的平均活存率僅微微下滑，降至 $98.3 \pm 1.9\%$ (圖 22)，「死亡的類型」增加了 1 株死亡的珊瑚苗，提高至 83.3%，脫落率降至 16.7%；第 3 及第 4 次所紀錄的活存率則均維持在 $98.3 \pm 1.9\%$ 。

觀察死亡的珊瑚苗均受厚厚的泥塵所覆蓋，但究竟是珊瑚苗因不健康死亡後才被泥塵所覆蓋或是因被泥塵覆蓋後才死亡，有待進一步釐清；另以「扦插法」移植珊瑚苗的技術成熟，因脫落被視為死亡植株的比例相對偏低。



圖 22. 以「扦插法」移植珊瑚苗活存率可大幅提高

(2) 移植珊瑚的生長

去 (2018) 年 9-10 所移植的 800 株珊瑚苗，珊瑚苗的平均長徑 $8.5 \pm 2.1\text{cm}$ ，平均短徑為 $5.8 \pm 1.3\text{cm}$ ；經移植近 6 個月後，於第 2 季平均長徑增加至 $11.7 \pm 3.4\text{cm}$ ，成長率達 37.6%、平均短徑增加至 $10.9 \pm 4.2\text{cm}$ ，成長率高達 87.9%；經移植 9 個月後，在第 3 季平均長徑增加至 $14.4 \pm 4.1\text{cm}$ ，成長率達 69.4%、平均短徑增加至 $14.5 \pm 7.3\text{cm}$ ，成長率高達 150.0%；經移植近 1 年後，所移植的珊瑚之平均長徑增加至 $16.6 \pm 5.9\text{cm}$ ，成長率達 95.3%、平均短徑增加至 $18.1 \pm 10.7\text{cm}$ ，成長率高達 212.1% (圖 23 及 24)。

從整體成長趨勢來看，珊瑚植株生長率長徑較短徑較為緩慢，推測長徑生長方向可能較易受海流之衝擊或生物擾動等外力之影而斷裂，促使珊瑚苗成長方向先從橫向來發展，此結果與冼等 2014 針對珊瑚苗之發育成長狀況相同。



圖 23. 去（2018）年 9-10 月間所移植的珊瑚苗（上圖）經 1 年之後
平均長度已達 16.6cm，平均寬度為 18.1cm（下圖）。

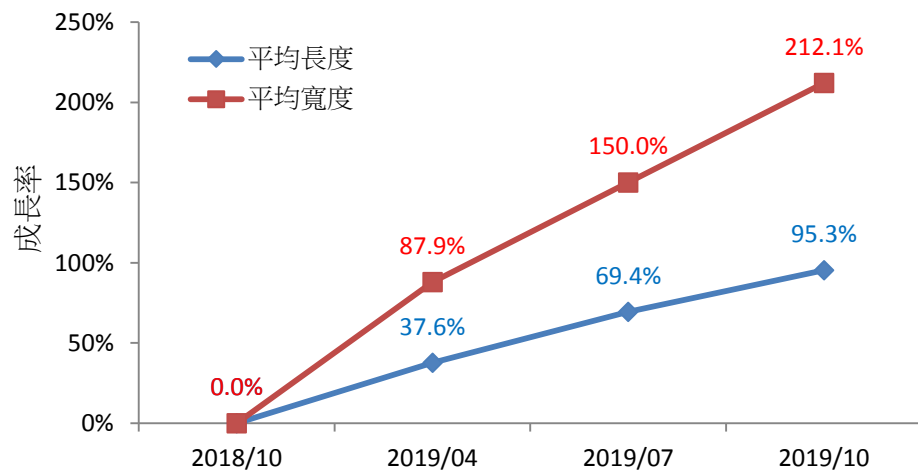


圖 24. 珊瑚苗移植後成長率變化

(3) 珊瑚移植後魚類生物相與豐度調查

在移植初期，去（2018）年 10 月在所設定的 10 個固定測站，記錄到的魚種僅 5 科 7 種 25 尾，以奧奈鑽嘴魚豐度計有 12 尾佔 48.0% 最高（表 1、圖 25）。

今（2019）年 4 月 29 日觀察 10 個測站共累積紀錄了 9 科 11 種 99 尾的魚類（表 1），豐度同樣以奧奈鑽嘴魚最高，計有 34 尾（34.3%），其次以霓虹雀鯛、星塘鱧為主，分別各為 18 尾（18.2%）和 13 尾（13.1%）。

今（2019）年 6 月 14 日觀察 10 個測站共累積紀錄了 11 科 14 種 570 尾魚類，豐度以臭都魚所占最多，高達 431 尾（75.6%），其次則以奧奈鑽嘴魚、洋鑽秋姑魚及青嘴龍占為主，分別各為 69 尾（12.1%）、15 尾（2.6%）及 14 尾（2.5%）（表 1、圖 26）。

表 1 珊瑚在移植後魚類生物相與豐度變化

中名	學名	2018 年		2019 年			
		10 月		4 月		6 月	
		尾	%	尾	%	尾	%
鮨科	Serranidae						
玳瑁石斑魚	<i>Epinephelus quoyanus</i>			3	3.0	1	0.2
天竺鯛科	Apogonidae						
巨齒天竺鯛	<i>Gheilodipterus quinquelineatus</i>					8	1.4
鑽嘴魚科	Gerreidae						
奧奈鑽嘴魚	<i>Gerres oyena</i>	12	48.0	34	34.3	69	12.1
笛鯛科	Lutjanidae						
黑星笛鯛	<i>Lutjanus russellii</i>					3	0.5
龍占科	Lethrinidae						
青嘴龍占	<i>Lethrinus nebulosus</i>	2	8.0	6	6.1	14	2.5
金線魚科	Nemipteridae						
三線眶棘鱸	<i>Scolopsis taenioptera</i>	1	4.0	1	1.0		
鬚鯛科	Mullidae						
洋鑽秋姑魚	<i>Upeneus tragula</i>	2	8.0	7	7.1	15	2.6
蝶魚科	Chaetodontidae						
耳帶蝴蝶魚	<i>Chaetodon auripes</i>					5	0.9
鞍斑蝴蝶魚	<i>Chaetodon ephippium</i>					1	0.2
雀鯛科	Pomacentridae						
六帶雀鯛	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>					1	0.2
霓虹雀鯛	<i>Pomacentrus coelestis</i>			18	18.2	5	0.9
隆頭魚科	Labridae						
邵氏寒鯛	<i>Choerodon schoenleini</i>			3	3.0	7	1.2
鰕虎魚科	Gobiidae						
白斑鈍鰕虎魚	<i>Amblygobius phalaena</i>	2	8.0	6	6.1	8	1.4
星塘鱧	<i>Asterropteryx semipunctatus</i>	4	16.0	13	13.1	2	0.4
飾銜鯊	<i>Istigobius ornatus</i>	2	8.0	6	6.1		
臭都魚科	Siganidae						
臭都魚	<i>Siganus fuscescens</i>					431	75.6
二齒鮃科	Diodontidae						
六斑刺河魨	<i>Diodon holocanthus</i>			2	2.0		
		5 科 7 種		9 科 11 種		11 科 14 種	
		25 尾		99 尾		570 尾	



圖 25. 珊瑚移植區內在初期底質多以泥沙為主，常見洋鑽秋姑魚翻動底泥覓食。



圖 26. 今(2019)年 6 月間在所移植的珊瑚區內出現大量的臭都魚。

(4) 劇烈氣候對珊瑚復育之影響

A. 珊瑚群聚變化

位於珊瑚移植場域的「B區」，移植的珊瑚苗經4年後，已由苗長成叢狀型，活存率也一直維持在 $95.0 \pm 5.0\%$ (2016, 洗等；圖27)；在2016年10月受強颱風「莫蘭蒂」衝擊，已成叢狀型的珊瑚枝斷裂，並散布於所移植珊瑚周邊，有助於珊瑚群聚的擴散 (圖28)；經7個月後，被衝擊斷裂的珊瑚重新又長出，也慢慢膠合，使移植珊瑚由「點」擴散成「面」，已具珊瑚淺坪雛形，並無從判斷原珊瑚植株 (圖29)。

從今(2019)年4月間再檢視本區受颱風衝擊後珊瑚生長之結果來看，珊瑚覆蓋率一直維持在100%，且在形成穩固礁體之後，其生長方向往上發展，使礁體更具立體性，並營造出更有利於海洋生物躲棲的環境(圖30、31)。顯示劇烈氣候對珊瑚淺坪復育初期有助於珊瑚族群的擴散。



圖 27. 移植 4 年後的珊瑚苗已長成叢狀，活存率在 95% (2016/6)。



圖 28. 珊瑚叢受颱風衝擊後，珊瑚斷肢散佈在所移植珊瑚的周邊 (2016/10)。



圖 29. 受颱風衝擊的珊瑚斷肢經 7 個月後已重新再長起來，同時也開始出現膠合的現象 (2017/4)。

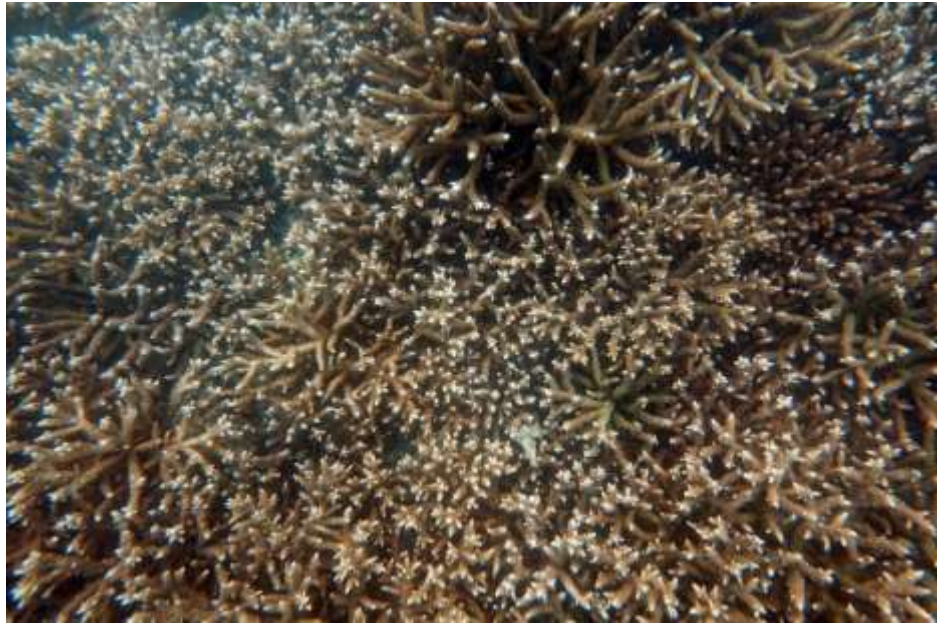


圖 30. 受颱風擾動後，移植的珊瑚苗由「點」擴植成「面」。(2019/4)



圖 31. 重新再長起來的珊瑚開始往上面方向生長，使礁體更具立體性 (2019/4)。

B. 珊瑚移植復育後魚類生物相年間變化

今 (2019) 年 6 月間觀察在 A 及 B 區所移植的珊瑚區內記錄的魚種計有 21 科 49 種，與前期所記錄的魚種增加了黑星笛鯛 (*Lutjanus russellii*)、三線眶棘鱸、紅紫鸚哥魚 (*Scarus rubroviolaceus*)、雷氏鼠銜魚及飾銜鯊等 5 種魚類，也使珊瑚復育區的魚種增加至 24 科 59 種 (表 2)。

表 2 劣化棲地改善期間（2013-2019 年）在珊瑚移植出現的魚種

中名	學名	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2109
鯧科	Muraenidae							
黑斑裸胸鯧	<i>Gymnothorax favagineus</i>				●	●	●	●
鰩魚科	Antennariidae							
條紋鰩魚	<i>Antennarius striatus</i>	●						●
馬鞭魚科	Fistulariidae							
棘馬鞭魚	<i>Fistularia commersonii</i>				●			●
鮠科	Scorpaenidae							
駝背石狗公	<i>Scorpaenopsis diabolis</i>			●	●	●	●	●
鱸科	Serranidae							
眼斑鱸	<i>Cephalopholis argus</i>						●	
鰲魚	<i>Cromileptes altivelis</i>	●	●	●	●	●	●	●
點帶石斑魚	<i>Epinephelus coioides</i>			●	●	●	●	●
馬拉巴石斑	<i>Epinephelus malabaricus</i>				●	●		●
藍點石斑	<i>Epinephelus coeruleopunctatus</i>				●	●		●
玳瑁石斑魚	<i>Epinephelus quoyanus</i>	●	●	●	●	●	●	●
天竺鯛科	Apogonidae							
杜氏天竺鯛	<i>Apogon doederleini</i>				●	●	●	●
巨齒天竺鯛	<i>Gheilodipterus quinquelineatus</i>				●	●		●
鑽嘴魚科	Gerreidae							
奧奈鑽嘴魚	<i>Gerres oyena</i>	●	●	●	●	●	●	●
笛鯛科	Lutjanidae							
火斑笛鯛	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	●			●	●	●	●
黑星笛鯛*	<i>Lutjanus russellii</i>							●
龍占科	Lethrinidae							
單斑龍占	<i>Lethrinus harak</i>	●	●	●	●	●	●	●
青嘴龍占	<i>Lethrinus nebulosus</i>	●	●	●	●	●	●	●
黃帶龍占	<i>Lethrinus omatus</i>				●			
長身龍占	<i>Lethrinus variegatus</i>			●	●	●	●	●
金線魚科	Nemipteridae							
黑帶赤尾冬	<i>Scolopsis monogramma</i>	●	●	●	●	●	●	●
三線眶棘鱸*	<i>Scolopsis taenioptera</i>							●
鬚鯛科	Mullidae							
短鬚海緋鯉	<i>Parupeneus ciliatus</i>			●	●	●	●	
洋鑽秋姑魚	<i>Upeneus tragula</i>	●	●	●	●	●	●	●
蝴蝶魚科	Chaetodontidae							
金色蝶魚	<i>Chaetodon auripes</i>						●	●
耳帶蝴蝶魚	<i>Chaetodon auripes</i>			●	●	●		●
鞍斑蝴蝶魚	<i>Chaetodon ephippium</i>			●	●	●	●	●
雲蝶魚	<i>Chaetodon kleinii</i>						●	
八帶蝶魚	<i>Chaetodon octofasciatus</i>		●	●	●	●	●	●
鏡斑蝶魚	<i>Chaetodon speculum</i>		●	●	●	●	●	●
蓋刺魚科	Pomacanthidae							
九線蓋刺魚	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>						●	●
雀鯛科	Pomacentridae							
孟加拉雀鯛	<i>Abudefduf bengalensis</i>	●	●		●	●	●	●
六帶雀鯛	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>						●	●
單斑刻齒雀鯛	<i>Chrysiptera unimaculata</i>				●			●
三斑圓雀鯛	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				●		●	●
寬紅雀鯛	<i>Pomacentrus coelestis</i>				●	●	●	●
隆頭魚科	Labridae							
邵氏寒鯛	<i>Choerodon schoenleini</i>		●	●	●	●	●	●
黑背儒艮鯛	<i>Halichoeres melanochir</i>			●	●	●	●	●
斷線鸚鯛	<i>Stethojulis interrupta</i>				●	●	●	●
虹紋鸚鯛	<i>Stethojulis strigiventer</i>				●			
鸚哥魚科	Scaridae							
纖鸚鯉	<i>Leptoscarus vaigensis</i>		●		●	●	●	●
藍點鸚哥魚	<i>Scarus ghobban</i>				●	●	●	●
紅紫鸚哥魚*	<i>Scarus rubroviolaceus</i>							●
鰺科	Blenniidae							
全黑烏鰺	<i>Atrosalarias holomelas</i>				●			
短頭跳岩鰺	<i>Petroscirtes breviceps</i>	●	●	●	●	●	●	●
條紋動齒鰺	<i>Salarias fasciatus</i>					●		

表 2 劣化棲地改善期間（2013-2019 年）在珊瑚移植出現的魚種（續）

中名	學名	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2109
鼠銜魚科	Callionymidae							
腹指鼠銜魚	<i>Dactylopus dactylopus</i>				●			●
雷氏鼠銜魚*								●
蝦虎魚科	Gobiidae							
普氏蝦虎魚	<i>Acentrogobius pflaumii</i>			●	●	●	●	●
白斑鈍蝦虎魚	<i>Amblygobius phalaena</i>	●	●	●	●	●	●	●
星塘鱧	<i>Asterropteryx semipunctatus</i>	●	●	●	●	●	●	●
肩斑深蝦虎魚	<i>Bathygobius cyclopterus</i>		●	●	●	●	●	●
康培氏蝦虎魚	<i>Istigobius campbelli</i>		●	●	●	●	●	●
飾銜鯊*	<i>Istigobius ornatus</i>							●
臭都魚科	Siganidae							
臭都魚	<i>Siganus fuscescens</i>	●	●	●	●	●	●	●
粗皮鯛科	Acanthuridae							
黃鰭刺尾鯛	<i>Acanthurus xanthopterus*</i>						●	
單棘魷科	Monacanthidae							
中國單棘魷	<i>Monacanthus chinensis</i>	●	●	●	●	●	●	●
曳絲單棘魷	<i>Stephanolepis cirrifer</i>				●	●		
四齒魷科	Tetraodontidae							
腹紋白點河魷	<i>Arothron hispidus</i>			●		●		
二齒魷科	Diodontidae							
六斑刺河魷	<i>Diodon holocanthus</i>	●	●	●	●	●	●	●
科種數合計		14 科 16 種	14 科 22 種	14 科 31 種	20 科 47 種	19 科 48 種	20 科 54 種	21 科 49 種

檢視表 2，經 7 年觀察珊瑚移植區均有出現的魚種計有 13 種，包括鰲魚、玳瑁石斑魚、奧奈鑽嘴魚、單斑龍占魚、青嘴龍占魚、黑帶赤尾冬、洋鑽秋姑魚、短頭跳岩鰨、白斑鈍蝦虎魚、星塘鱧、臭都魚、中國單棘魷及六斑刺河魷；在珊瑚移植 1 年之後，已稍具珊瑚淺坪之雛形，持續 6 年均有紀錄的魚種計有 5 種，包括八帶蝶魚、鏡斑蝶魚、邵氏寒鯛、肩斑深蝦虎魚及康培氏銜蝦虎魚。從珊瑚生長和群聚不同時期之變化所出現的魚種也具有差異性，如前期（珊瑚移植後的第 1 年）開始進行珊瑚移植時，所出現的魚種多以在珊瑚礁體邊緣具沙質地環境的魚種為主，如鑽嘴魚科、龍占科及鬚鯛科的種類為主；當珊瑚礁體稍具雛型（珊瑚移植後的第 2 年）時，便開始有珊瑚礁性的魚類如蝴蝶魚科和隆頭魚科的魚種出現其間；隨著時間的增長（珊瑚移植後的第 4 年起），新入添礁岩性的鯨科、天竺鯛科、雀鯛科及鸚哥魚科之魚種，而鮨科、蝴蝶魚科、隆頭魚科的種類則持續增加中；當珊瑚淺坪形成時（珊瑚移植後的第 6 年起），指標性的蓋刺魚科和粗皮鯛科之種類也出現其間（圖 32）。



圖 32. 在珊瑚淺坪形成時，指標性的魚種相繼出現(上圖九線蓋刺魚；下圖黃鰭刺尾鯛)。

4. 珊瑚環境教育-澎湖內海珊瑚淺坪棲地現況與復育

為使學童了解珊瑚生態系對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，特別辦理 1 場與珊瑚淺坪復育相關的環境教育。

珊瑚復育環境教育活動（詳見附件一）

活動日期與時間：2019 年 10 月 27 日（星期日）09：00~12：00

參與活動對象：風櫃國小師生計 20 人。

活動地點：行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心
青灣種原庫 1 樓會議室

活動內容：專題演講：澎湖內海珊瑚淺坪棲地現況與復育

活動剪影



由冼宜樂擔任講師，為風櫃國小師生演講「澎湖內海珊瑚淺坪棲地環境現況與復育」。

(二)「重光海草復育區」海草移植及效益評估

1. 海草移植區現況

本海域底質表層以粗砂為主，沙層下則含有大小不一珊瑚碎屑，並有許多無脊椎生物棲息其間，如棘皮動物飛白楓海星 (*Archaster typicus*；圖 28)，甲殼類遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*；)；二枚貝土嘴瓜殼菜蛤 (*Modiolus metcalfei*)、黃文蛤 (*Pitarina sulfureum*)、台灣歪簾蛤 (*Anomalocardia producta*)、岐紋簾蛤 (*Gafrarium divaricatum*)、厚殼縱簾蛤 (*Gafrarium tumidum*) 等 (圖 33、34)。



圖 33. 重光海草復育區海域的底質以顆粒較粗的砂為主，常見飛白楓海星棲息其間 (圖左)；重光海草復育區也是遠海梭子蟹幼苗重要的棲地 (圖右)。



圖 34. 重光海草復育區常見的經濟性貝類 (1、2 土嘴瓜殼菜蛤；3 黃文蛤；4 岐紋簾蛤-圖左、台灣歪簾蛤-圖右)

2. 海草移植

因 2015 年也在「重光海草復育區」辦理「為小小魚兒種一畝田-海草移植活動」(圖 35)，在海草種植後，隨即就被以耙具採貝的民眾(或漁民)作業而遭刮除，造成部分流失，使海草移植的效益有限(圖 36)。



圖 35. 2015 年於「重光海草保育區」所辦理的海草移植活動剪影。



圖 36. 2015 年所辦理的海草移植活動結束後，便有民眾(或漁民)使用耙具採貝，右圖拉線處即為種海草的區域。

為避免 2015 年海草種後就被耙除的窘境，本次刻意將 60m^2 的面積分成 2 區（分別為 A 區移植 27m^2 及 B 區移植 33m^2 ）進行種植（圖 37、38），分散被刮除的風險。本（2019）年度於 3 月間共進行了 4 次海草種植，分別種了 1,200 株（ 12m^2 ）、1,500 株（ 15m^2 ）、1,800 株（ 18m^2 ）及 1,500 株（ 15m^2 ），合計共種植了 6,000 株（ 60m^2 ）。



圖 37. 「重光海草復育區」海草移植位置



圖 38. 「重光海草復育區」海草移植作業。

3. 海草移植後生長情形

在海草種植後經 6 個月，檢視所種植的 2 區海草，所種植的海草不僅已著床，且有向外有擴散的現象，如 A 區所移植的面積為 27m^2 ，目前已擴散為南北向的長度為 5m、東西向長度為 7m，面積增加至 35m^2 ，海草面積增加了近 29.6%，海草覆蓋率平均維持在 56.3%（圖 39）；B 區所移植的面積為 33m^2 ，目前已擴散為南北向的

長度為 6m、東西向長度為 8m，面積增加至 48m²，海草面積增加了近 45.5%，海草覆蓋率平均維持在 62.7%（圖 40）。



圖 39. 「重光海草復育區」A 區海草種植經 6 個月後現況。



圖 40. 「重光海草復育區」B 區海草種植經 6 個月後現況。

4. 海草環境教育-「為小小魚兒種一畝田—海草移植活動」

為使民眾與學童了解海草生態系對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，特別辦理 2 場與海草相關的環境教育，並帶領民眾與學生參與海草的移植活動，進而達到保育與復育海草之目的。

海草環境教育第一場活動（詳見附件二）

活動日期與時間：2019 年 9 月 29 日（星期日）14：40~17：00

參與活動對象：風櫃國小師生計 29 人、嵵裡國小師生計 28 人及
嵵裡里辦公室、貴賓及工作人員等，合計 60 人。

活動地點：(1) 嵵裡里活動中心

(2) 嵵裡海草復育示範區（石滬北方沙泥質海域）

活動內容：(1) 專題演講：認識澎湖的海草與海草的復育

(2) 海草移植活動

活動剪影



農漁局陳局長開場致詞



嵵裡陳里長為活動致詞



水試所澎湖中心謝主任致詞



洗宜樂主講「認識澎湖的海草與海草的復育」



工作同仁協助發送海草植株給參與活動人員



海草移植前合影留念



海草移植剪影之一



海草移植剪影之二



海草移植活動剪影之三

海草環境教育第二場活動（詳見附件一）

活動日期與時間：2019 年 10 月 27 日（星期日）13：30~16：00

參與活動對象：風櫃國小師生計 20 人

活動地點：(1) 行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心青灣種原庫 1 樓會議室

(2) 青灣海草復育示範區

活動內容：(1) 專題演講：澎湖海草棲地現況與復育

(2) 海草移植活動

活動剪影



為響應澎湖縣政府「減塑政策」，中餐所提供便當改用環保餐具以減少使用一次性塑膠製品。



沈宜樂主講「澎湖海草棲地現況與復育」



葉校長親自帶領學生下海種海草



農漁局張技士也下海指導學生種海草



海草移植剪影之一



海草移植剪影之二



海草移植剪影之三



海草移植剪影之四



海草移植剪影之五



海草移植剪影之六



海草移植剪影之七



海草移植剪影之八

(三)「白坑」淺坪海域棲地現況初探

1. 地理位置與地貌特色

因白坑聚落東北面的海岸，平坦彎曲，內有深坑，昔日有「北灣坑」之稱（圖 41），故名。本海灣擁有美麗的珊瑚沙灘，並可見海灣對面的北寮奎壁山，以及雞善嶼和錠鉤嶼。



圖 41. 白坑淺坪海域空照圖（圖左）與衛星圖（圖右）。

2. 棲地環境現況

(1) 高潮線部分

本區的海岸線的組成多為砂矸和沙的混合基質，高潮線則以砂矸為主，低潮線則以海沙為主，因受海浪沖洗及太陽充分曝曬，使這裡的沙灘呈現出亮眼的白色（圖 42）。看起來了無生機的沙灘，仍潛藏著許多甲殼類生物在其中，如角眼沙蟹（*Ocypode ceratophthalmus*）、股窗蟹及寄居蟹等（圖 43、44），也有許多覓食鳥類的足跡；另外海濱植物也相當豐富，如馬鞍藤（*Ipomoea pes-caprae*）、厚葉牽牛（*Ipomoea imperati*）、蟛蜞菊（*Wedelia chinensis*）等（圖 45），這些植物均有定砂的作用。



圖 42. 本區海岸線組成多為砂矸和沙的混合基質。



圖 43.高潮線則以砂矽為主（圖左），低潮線則以海沙為主，也發現有寄居蟹的足跡（圖右）。



圖 44. 角眼沙蟹洞穴與足跡（左）、股窗蟹的擬糞（中）鳥類活動足跡（右）



圖 45. 馬鞍藤（左上）、厚葉牽牛（右上）及蟛蜞菊（下）。

在調查期間，訪問了白坑村村長，除談及本海域環境的過往與今昔外，也談及以前也有看見海龜上岸產卵的現象。但從目前這海灣現況來看，應該是不會有海龜上岸產卵的機會，主要原因是整個海灣沙灘環境主要雖然是由沙所構成，但在潮線稍高的區域，則被大量的砂矸仔所堆積，整個海岸線在沙與砂矸仔堆積的交接處(線)，產生相當高的落差，在 50-100cm 之間，這樣高低差的環境，勢必也一定會阻礙海龜上岸產卵的路徑(圖 46)。



圖 46. 白坑灣的高潮線上砂矸仔堆積的高度達 50-100cm 之間，使海龜無法上岸產卵(圖左)，從海堤往海邊的方向看去，僅能看見被堆高高的砂矸仔(圖右)。

(2) 淺坪(潮間帶)海域部分

A. 底質組成

所調查的 6 個測站海底地形平緩，無高低起伏之海溝分布，底質組成以死珊瑚的斷肢和沙為主，各佔 46.9% 及 30.4%(圖 47)，其次依序為礫石(11.5%)、海藻(6.0%)、岩盤(4.8%)及活珊瑚(0.4%)。

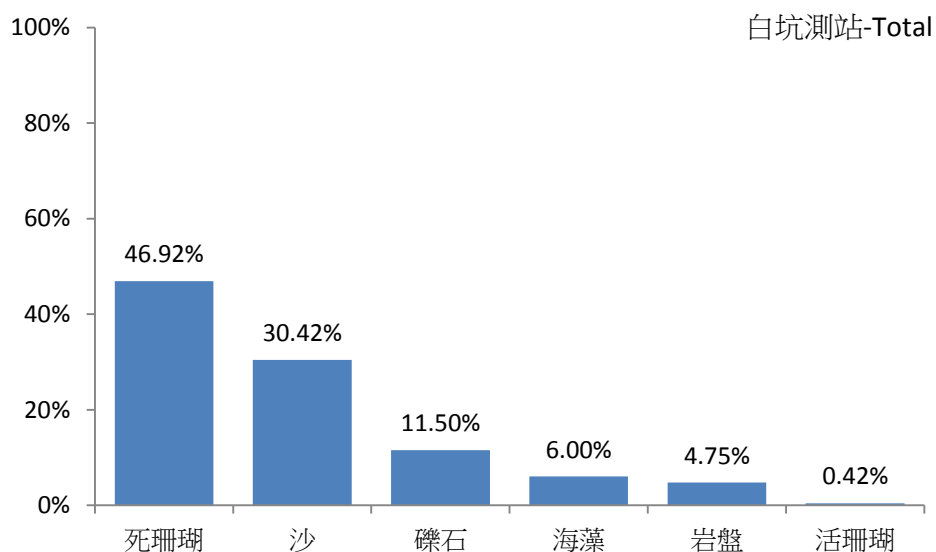


圖 47. 白坑淺坪海域底質平均組成

(A)白坑內側測站

內 1~3 等 3 個測站海底地形平緩，無高低起伏之海溝分布，底質組成以沙和死珊瑚的斷肢為主，各佔 29.5%及 29.2%（圖 48），其次依序為礫石（21.5%）、海藻（10.2%）、岩盤（9.5%）及活珊瑚（0.2%）。

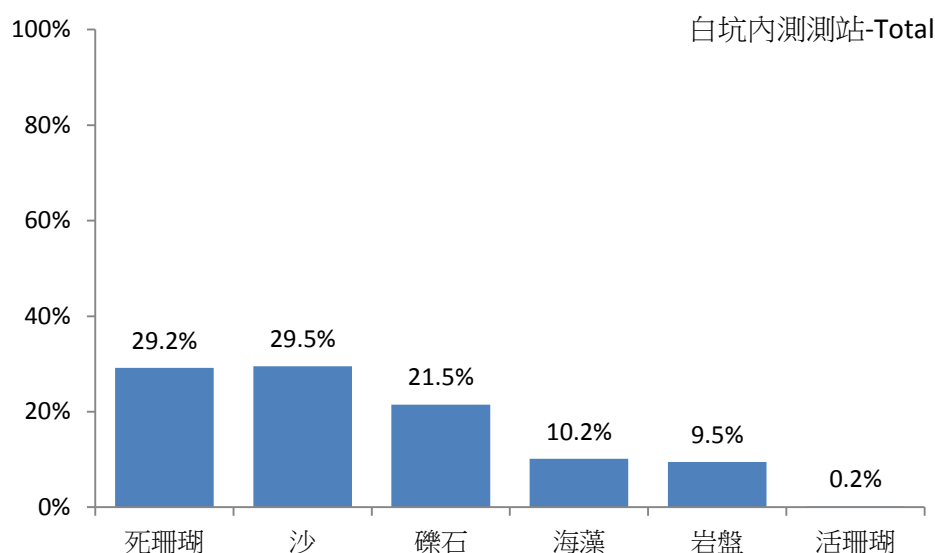


圖 48. 白坑淺坪海域內側測站底質平均組成

各測站底質之組成分別為：

內 1 測站 以礫石為主，佔 64.0%（圖 49、50），其次依序分別為岩盤（28.5%）及沙（7.5%）。

內 2 測站 以死珊瑚的斷肢為主，佔 44.5%（圖 49），其次依序分別為沙（33.5%）、海藻（21.5%、圖 51）及活珊瑚（0.5%）。

內 3 測站 以沙和死珊瑚的斷肢為主，各佔 47.5%及 43.0%（圖 49、52），其次依序分別為海藻（9.0%）及礫石（0.5%）。

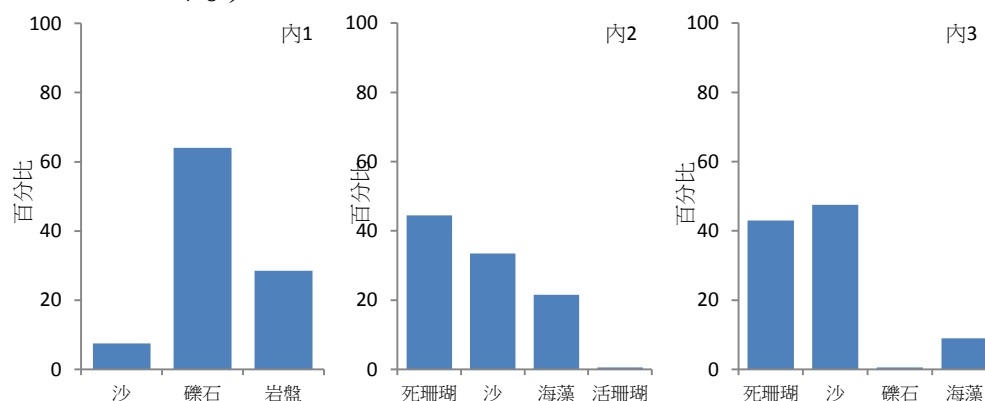


圖 49. 白坑淺坪內側各測站底質組成

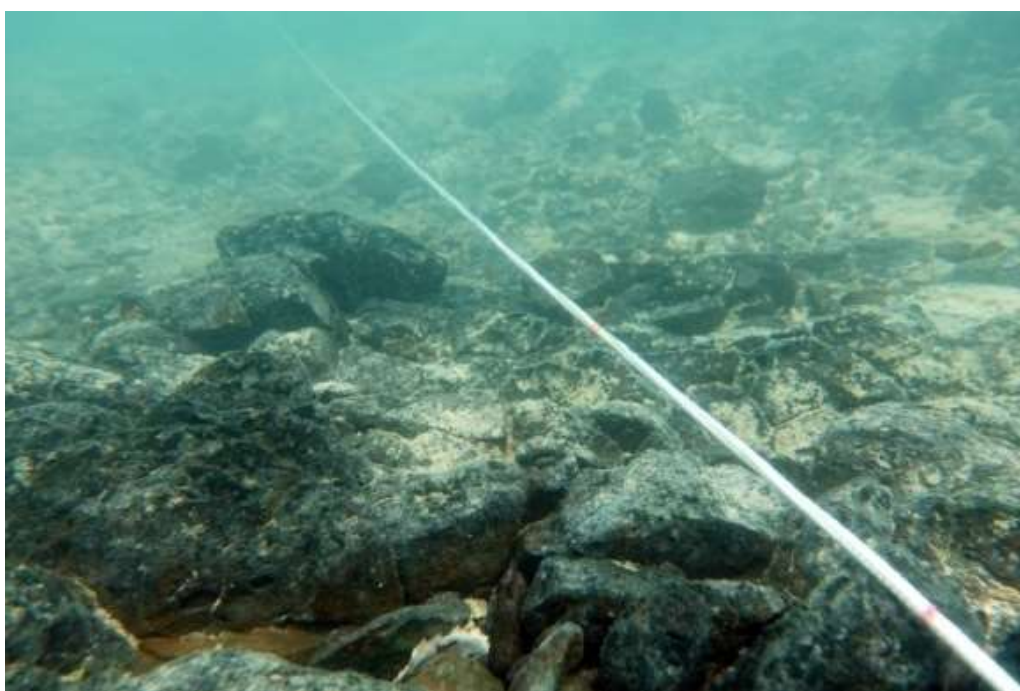
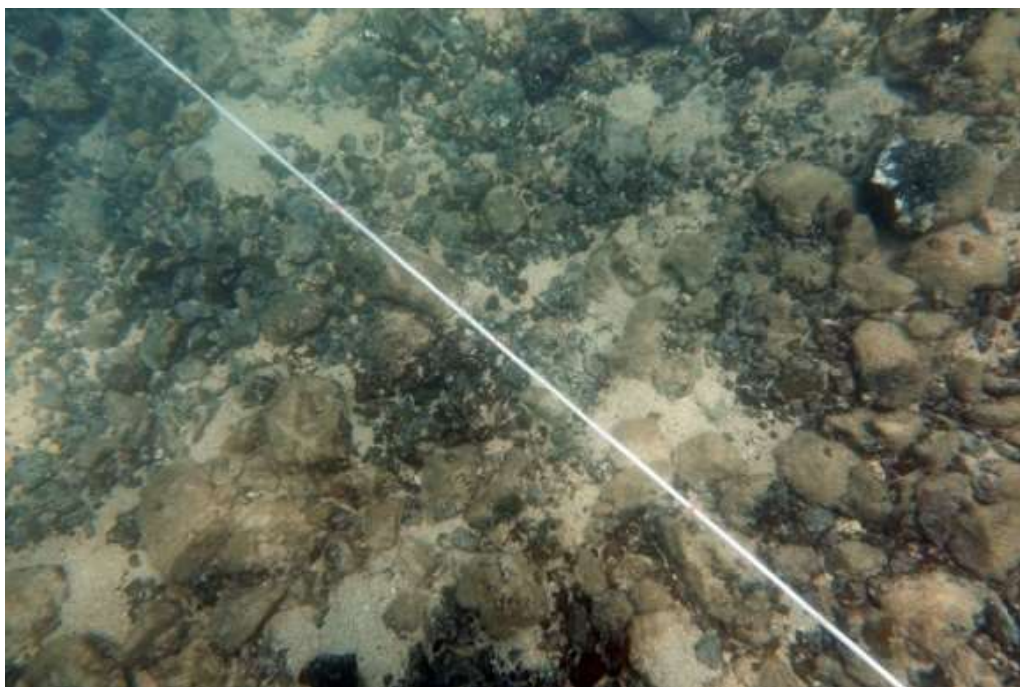


圖 50. 白坑淺坪內側內 1 的測站底質以礫石（圖上）及岩盤（圖下）為主



圖 51. 白坑淺坪內側內 2 的測站底質之藻林，以重緣葉馬尾藻 *Sargassum cristaefolium* 為主。

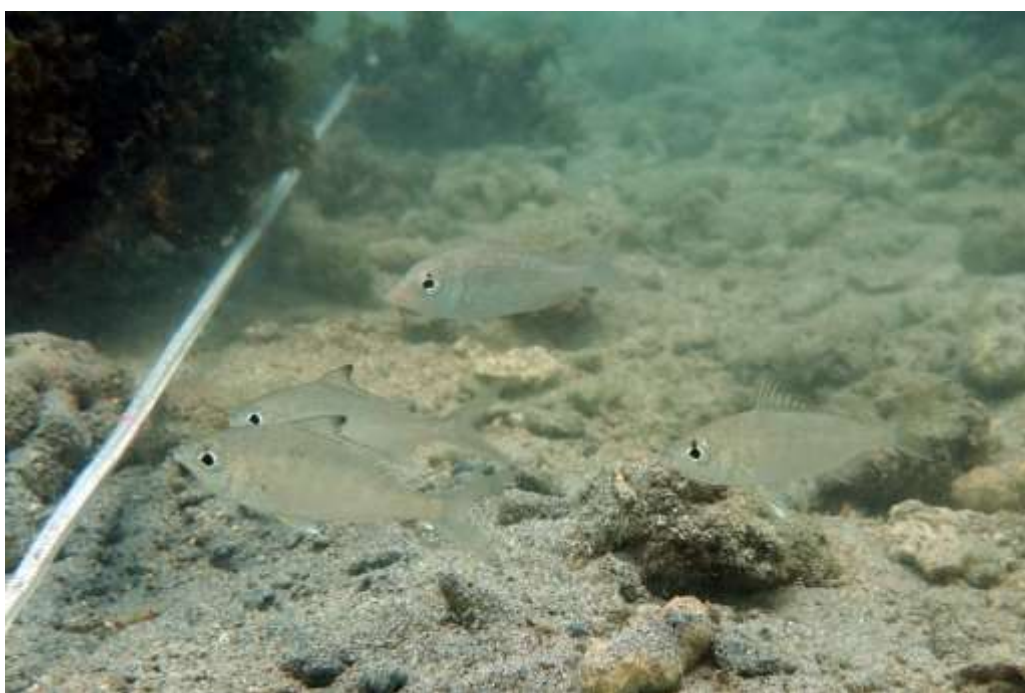


圖 52. 白坑淺坪內側內 3 的測站具沙質的底質與喜好沙質地的奧奈鑽嘴魚及青嘴龍占。

(B)白坑外側測站

外 1~ 3 等 3 個測站海底地形同樣平緩，也無高低起伏之海溝分布，底質組成以死珊瑚的斷肢為主，佔 64.7%（圖 53），其次依序為沙（31.3%）、海藻（1.8%）、岩石（1.5%）及活珊瑚（0.7%）。

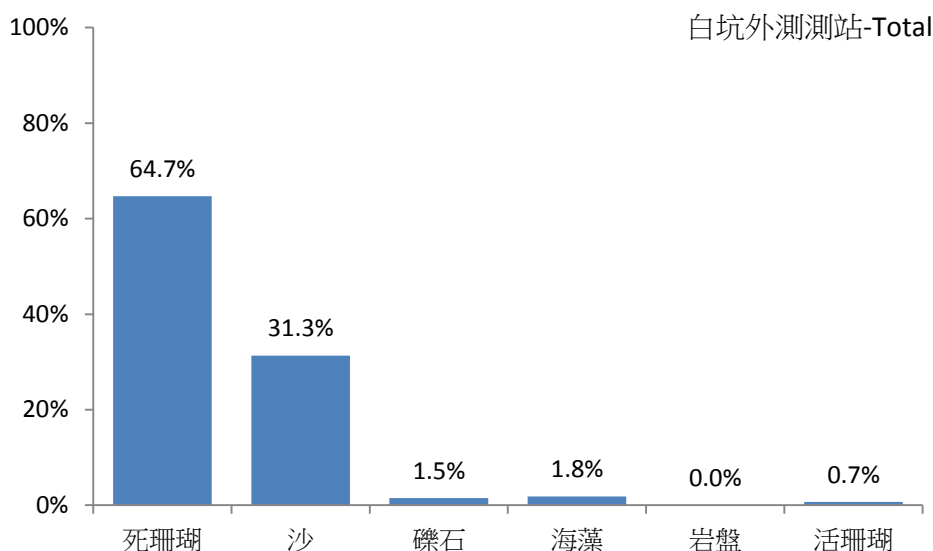


圖 53. 白坑淺坪海域外側測站底質平均組成

各測站底質之組成分別為：

外 1 測站 以死珊瑚及沙為主，各佔 48.5%及 45.0%（圖 54），其次依序分別為岩石（4.5%；圖 55）及活珊瑚（2.0%；圖 56）。

外 2 測站 以死珊瑚的斷肢和沙為主，各佔 50.5%及 44.0%（圖 54），海藻也佔有 5.5%（圖 57）。

外 3 測站 以死珊瑚的斷肢為主，佔 95.0%（圖 54、58），沙的部分也佔 5.0%。

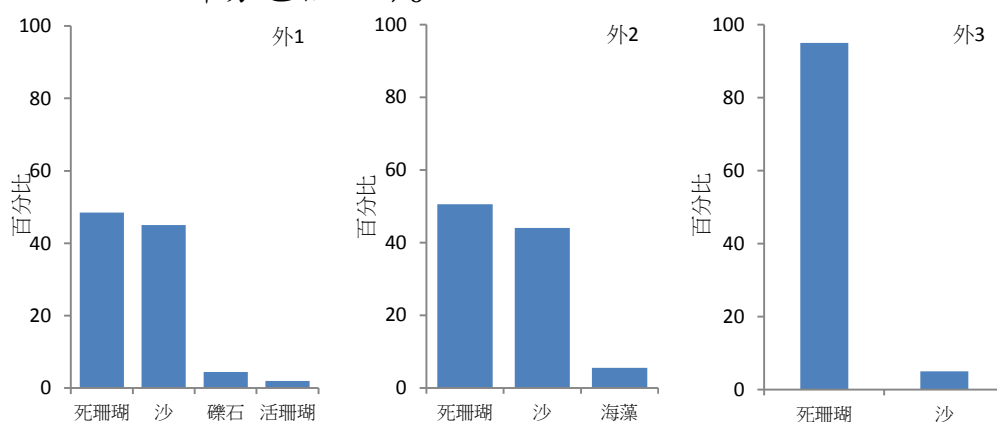


圖 54. 白坑淺坪內側各測站底質組成

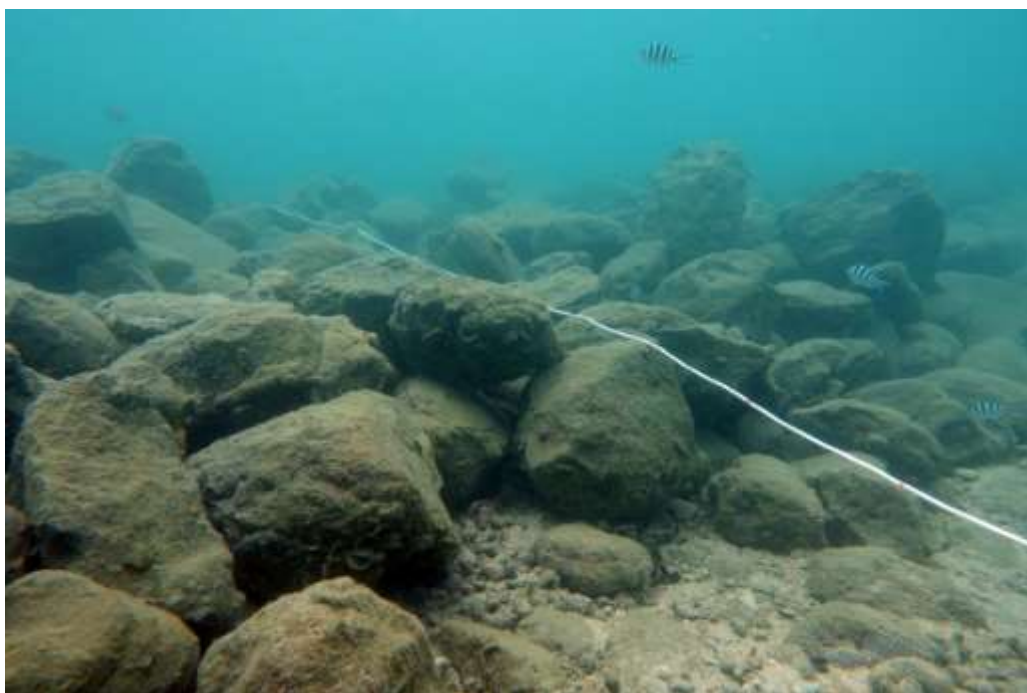


圖 55. 白坑淺坪外側-外 1 測站底質的岩石，主要是側線經過石滬所致。



圖 56. 白坑淺坪外側-外 1 測站海域稍深，有零星的珊瑚散布其間。



圖 57. 白坑淺坪外側外 2 測站的藻林（上圖），萊氏擬烏賊產卵其間（下圖）。



圖 58. 白坑淺坪外側外 3 測站底質表層以死珊瑚所占比例最高（圖左），但死珊瑚的厚度僅薄薄的一層，撥開後則以沙質為主（圖右）。

B. 魚類組成與豐度

所調查的 6 個測站共紀錄了 12 科 24 種 662 尾，以隆頭魚科 6 種最多，其次依序雀鯛科 4 種、鬚鯛科 3 種、笛鯛科及鸚哥魚科各 2 種，只有 1 種的則有 7 科（圖 59）。所記錄的 662 尾中，以龍占科的 308 尾豐度最高，其次分別依序為臭都魚科 137 尾、雀鯛科 78 尾、鸚哥魚科 43 尾、隆頭魚科 34 尾、鬚鯛科 30 尾、笛鯛科 14 尾、鑽嘴魚科 12 尾、鮨科及烏尾鮨科各 2 尾、金線魚科及蝴蝶魚科各 1 尾（圖 60）。

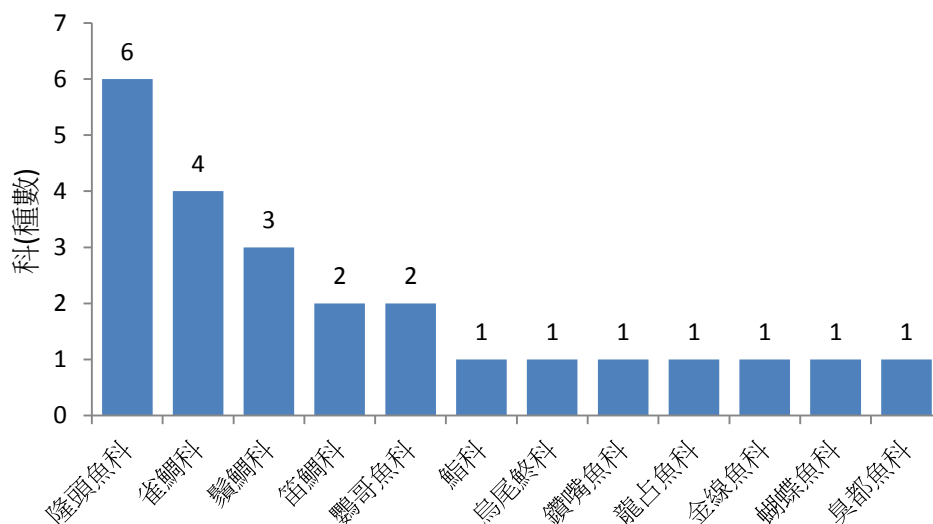


圖 59. 白坑淺坪海域魚類科種數組成

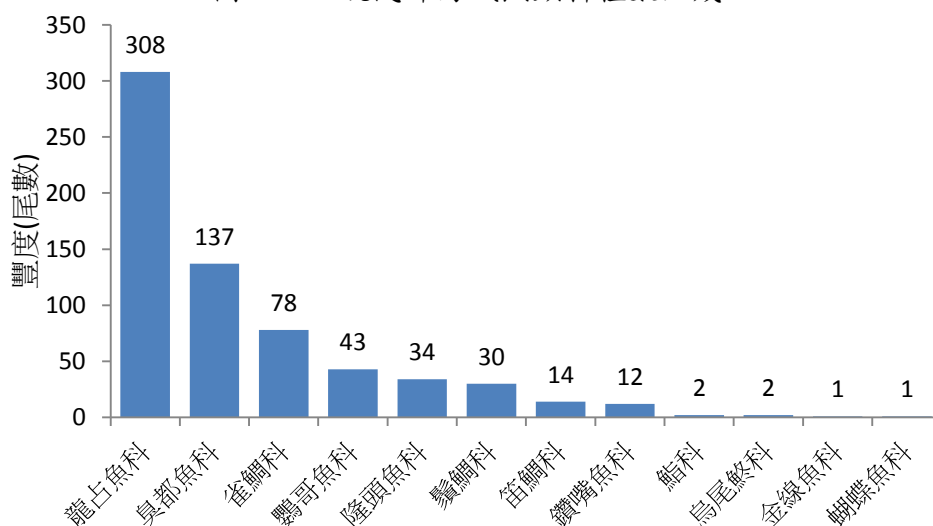


圖 60. 白坑淺坪海域各科魚類豐度尾數

各測站底質之組成分別為：

內 1 測站 本區底質以礫石和岩盤為主，退潮後完全暴露於空氣中，所調查的 6 個測站中，唯二未記錄到魚類（圖 61、67；表 3）。

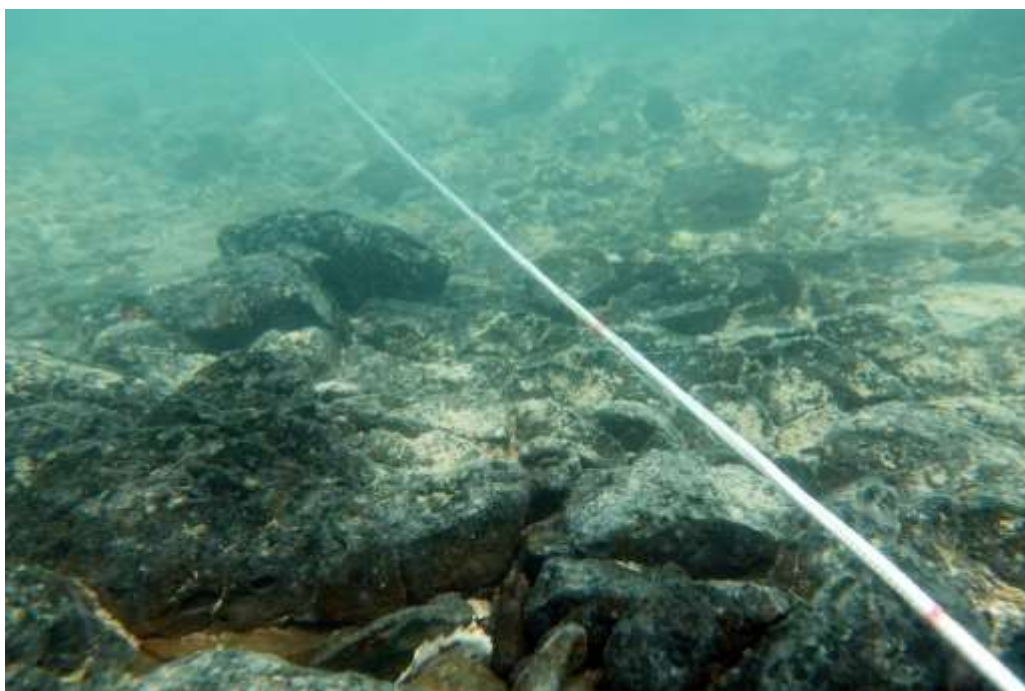


圖 61. 內 1 測站離岸最近，退潮全裸露於空氣中，加上底質單一，是白坑淺坪海域調查測站唯二未記錄到魚類的測站。

內 2 測站 本區底質由死珊瑚、沙、海藻及活珊瑚所組成，共記錄到 6 科 9 種 162 尾魚類。其中又以臭都魚 66 尾占最多，其次依序分別為青嘴龍占（63 尾）及短鬚海鯪（13 尾），其餘 6 種在 10 尾以下（圖 62、67；表 3）。



圖 62. 內 2 測站有較寬廣的馬尾藻林散布其間，也較容易發現有大量的魚群活動其間。

內 3 測站 本區底質以沙和死珊瑚的斷肢為主，和少部分的海藻及礫石所組成。共紀錄了 5 科 5 種 85 尾魚類。以青嘴龍占 47 尾最多，其次依序分別為藍點鸚哥魚（18 尾）及奧奈鑽嘴魚（12 尾），其餘 2 種在 10 尾以下（圖 63、67；表 3）。



圖 63. 內 3 測站同樣在馬尾藻林間有大量的魚群活動其間。

外 1 測站 本區底質以死珊瑚及沙為主，各佔 48.5%及 45.0%和部分的岩石（經過石滬）與活珊瑚。共紀錄了 11 科 19 種 165 尾魚類，為所調查的測站魚種數最高。其中又以六帶雀鯛 59 尾最多，其次依序分別為青嘴龍占（29 尾）、紅紫鸚哥魚（18 尾）、黃背五線雀鯛（14 尾）及臭都魚（12 尾），其餘 14 種在 10 尾以下（圖 64、67；表 3）。



圖 64. 位於石滬區外 1 測站的岩石區因有較多的立體空間，使本區的魚種數為 6 個調查測站最高。

外 2 測站 本區底質以死珊瑚及沙為主，和部分海藻。共紀錄了 6 科 9 種 250 尾魚類。因本區有範圍較廣的馬尾藻林，所記錄的魚類豐度為 6 個測站中最高。其中又以青嘴龍占 169 尾最多，其次依序分別為臭都魚（59 尾）及斷線鸚鯛（10 尾），其餘 6 種在 10 尾以下（圖 65、67；表 3）。



圖 65. 外 2 測站的馬尾藻林分布最廣，使本區的魚類豐度是為 6 個調查測站最高。

外 3 測站 本區底質單純，僅由死珊瑚和少部分的沙所組成。也是本海域唯二未記錄到魚類的測站（圖 66、67；表 3）。

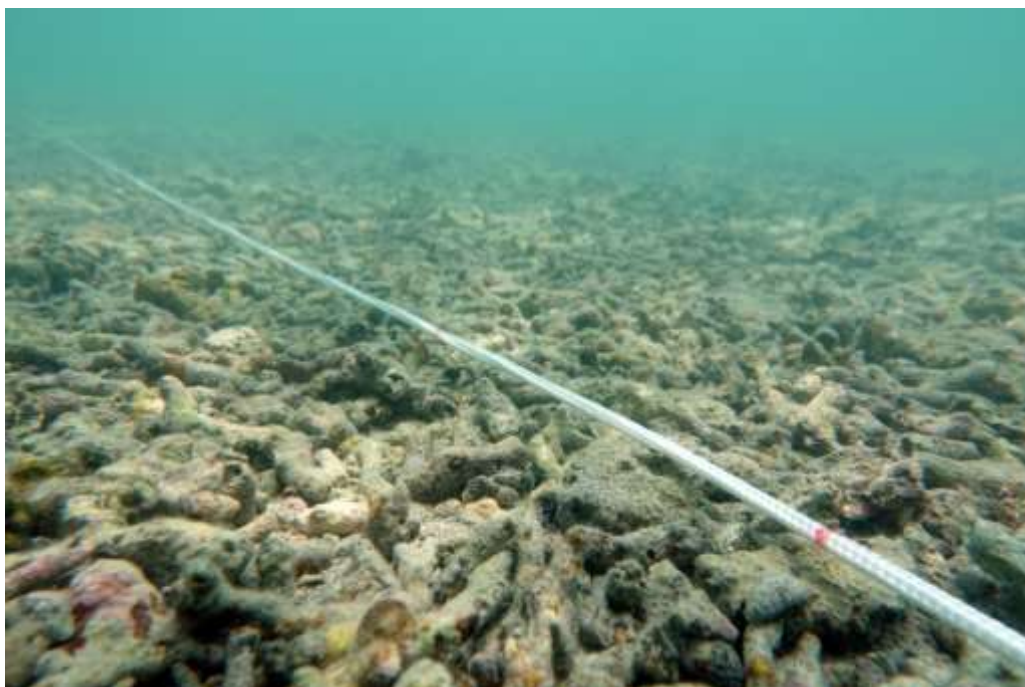


圖 66. 外 3 測站的基質單一化，由死珊瑚所組成，加上地勢平坦，也是白坑淺坪海域調查測站唯二未記錄到魚類的測站。

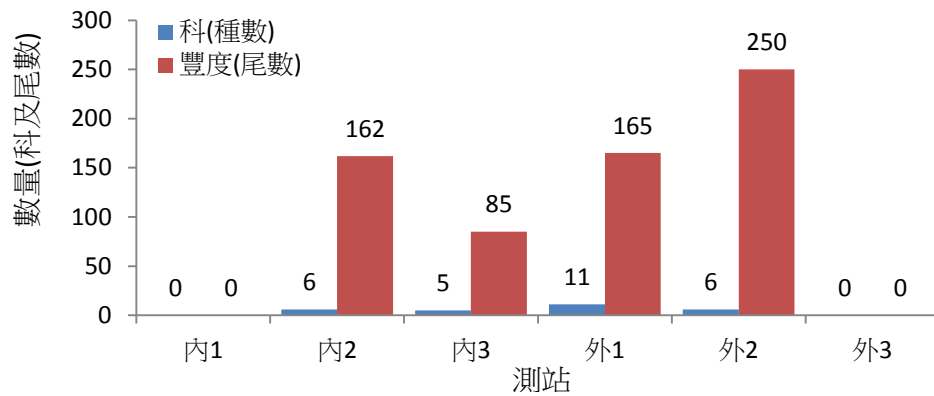


圖 67. 白坑淺坪海域各測站海域魚種豐度組成

表 3 白坑淺坪海域各測站魚種與豐度組成

科 種	學名	內 1	內 2	內 3	外 1	外 2	外 3
鮨科							
玳瑁石斑	<i>Epinephelus quoyanus</i>				2		
笛鯛科							
火斑笛鯛	<i>Lutjanus fulviflamma</i>		3		7	2	
縱帶笛鯛	<i>Lutjanus vitta</i>				2		
烏尾鮨科							
雙帶烏尾鮨	<i>Pterocaesio digramma</i>				2		
鑽嘴魚科							
奧奈鑽嘴魚	<i>Gerres oyena</i>			12			
龍占魚科							
青嘴龍占	<i>Lethrinus nebulosus</i>		63	47	29	169	
鬚鯛科							
短鬚海鯪	<i>Parupeneus ciliatus</i>		13	2			
印度海鯪	<i>Parupeneus indicus</i>		7		2	5	
洋鑽秋姑魚	<i>Upeneus tragula</i>					1	
金線魚科							
雙帶赤尾冬	<i>Scolopsis bilineata</i>				1		
蝴蝶魚科							
揚旛蝴蝶魚	<i>Chaetodon auriga</i>				1		
隆頭魚科							
月斑葉鯛	<i>Thalassoma lunare</i>				5		
邵氏寒鯛	<i>Choerodon schoenleinii</i>				1		
三斑海豬魚	<i>Halichoeres trimaculatus</i>				2		
清尾鸚鯛	<i>Hologymnosus doliatus</i>						2
虹紋紫胸魚	<i>Stethojulis strigiventer</i>		2				1
斷線鸚鯛	<i>Stethojulis terina</i>		4	6	1	10	
鸚哥魚科							
藍點鸚哥魚	<i>Scarus ghobban</i>		3	18	2	1	
紅紫鸚哥魚	<i>Scarus rubroviolaceus</i>		1		18		
雀鯛科							
孟加拉雀鯛	<i>Abudefduf bengalensis</i>				4		
六帶雀鯛	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>				59		
黃背五線雀鯛	<i>Abudefduf vaigiensis</i>				14		
高身雀鯛	<i>Stegastes apicalis</i>				1		
臭都魚科							
臭都魚	<i>Siganus fuscescens</i>		66		12	59	
Total		0	162	85	165	250	0

有關白坑海岸沙矜淤積的問題，根據 102 年 11 月 19 日由澎湖縣政府農漁局邀集湖西鄉公所及專家學者的「湖西鄉白坑村北海岸砂矜淤積現勘紀錄」及與湖西鄉公所聯繫，白坑村所提海岸線被砂矜堆積的主要問題在於砂矜淤積在高潮線上，而將白坑 1 號排水出水口堵塞（圖 68、69）。



圖 68. 由澎湖縣政府農漁局所提供的 102 年白坑砂矜淤積現勘紀錄（左）與白坑 1 號排水口位置圖（右）



圖 69. 排水口被砂矜淤積的現象（澎湖縣政府農漁局提供）

去（2018）年在 7 月 30 日進行本海岸線的調查，從白坑漁港北側及白坑灣北側所拍攝的海灣淺坪（圖 70、71），並未發現有大量的砂矜分布，再從白坑淺坪海域底質平均組成顯示（圖 47），雖然死珊瑚所占比例最高達 46.9%，但這些珊瑚碎屑的厚度僅為薄薄的一層，將之撥開後則以沙質為主（圖 58），顯示在這淺坪或周邊海域並無太多珊瑚碎屑的來源。另本海域的大型海藻主要以重緣葉馬尾藻為主，也常常形成大面積的藻床，且在有

海藻分布的內 2、內 3 及外 2 等 3 個測站，其魚種數與豐度之組成均比沒有海藻分布的測站要高（圖 67）。綜合上述結果，除目前已堆積在高潮線上的砂矸子外，本淺坪海域並無充分的珊瑚碎屑來源，也沒有足夠的量可供堆積至海岸線上，且淺坪環境不僅有藻床外，在與青螺交接處的海域也有面積不小的海草床，可提供海洋生物幼生棲息並對誘集魚類具有一定的功效。



圖 70. 從白坑漁港北側所拍攝的海灣淺坪



圖 71. 從白坑灣北側所拍攝的海灣淺坪

目前白坑淺坪海域棲地環境現況相當穩定，反而是這些砂矸仔受外力的影響被推回淺坪海域的話，對淺坪海域環境具威脅性，故未來有關白坑村北海岸砂矸淤積移除的範圍除應排除淺坪海域外，淤積在潮間帶的砂矸仔也應盡速規畫進行移除，將海沙保留在海岸線上，並減緩海岸線的高低差，當環境改善後，綠蠵龜也許還有機會重返產卵（與白坑村長訪談時，以前村民確實在本海灣有看見海龜上岸產卵。）。另社區排水口非常突兀的出現在海岸線的沙灘上，也影響到海岸線的觀瞻，為有效改善村民排水口被淤積的問題，也展望未來本區觀光發展之潛力，建議應考慮將排水口位置遷移至港區。

(四)「金嶼」淺坪海域棲地現況初探

1. 測站 2

(1) 底質現況

本測站底質組成以死珊瑚的斷肢為主，佔 77.5%，其次依序為活珊瑚（17.5%）、沙（3.5%）及藻類（1.5%）（圖 72、73）。

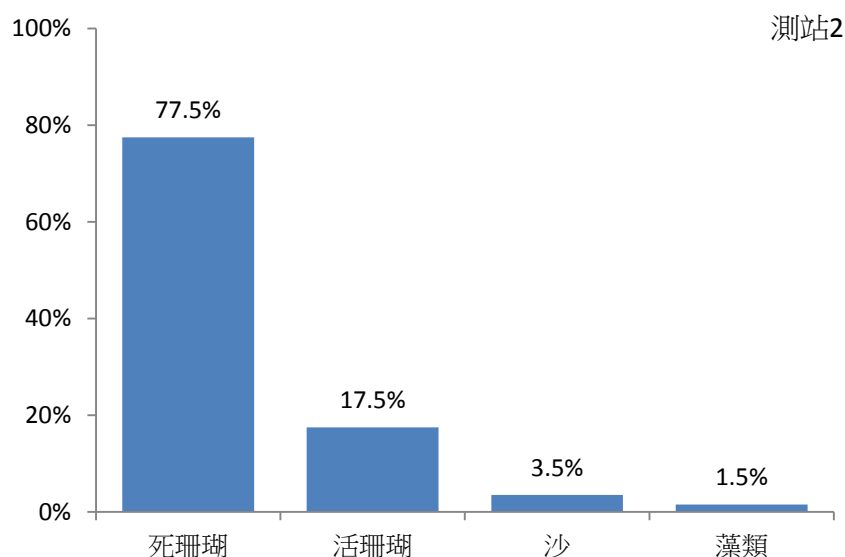


圖 72. 金嶼測站 2 底質組成



圖 73. 測站 2 的底質以珊瑚碎屑為主（圖左），活珊瑚多以軸孔珊瑚為主，也容易受外力的衝擊而被破壞（圖右）。

(2) 魚類組成與豐度

本測站測線共紀錄了 7 科 13 種 218 尾魚類，以雀鯛科和隆頭魚科各 4 種占最多，其餘 5 科各僅有 1 種（圖 74）。所記錄的 218 尾魚類中，以雀鯛科的 155 尾豐度最高，其次依序為銀漢魚科（51 尾）、隆頭魚科（6 尾）、天竺鯛科（2 尾），其餘 3 科各只有 1 尾（圖 75、76 及表 4），其中還包括九線蓋刺魚的幼魚也棲息其間（圖 77）。

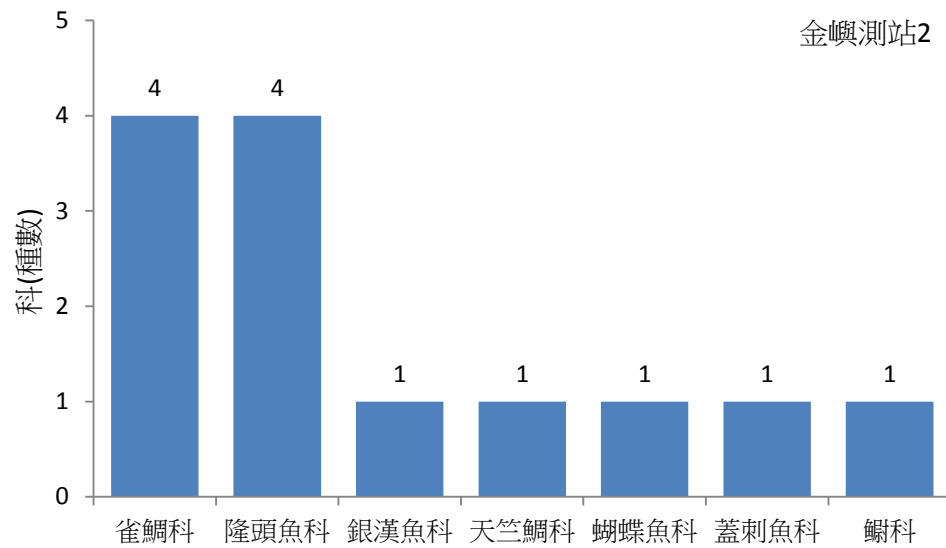


圖 74. 金嶼淺坪海域-測站 2 魚類科種數組成

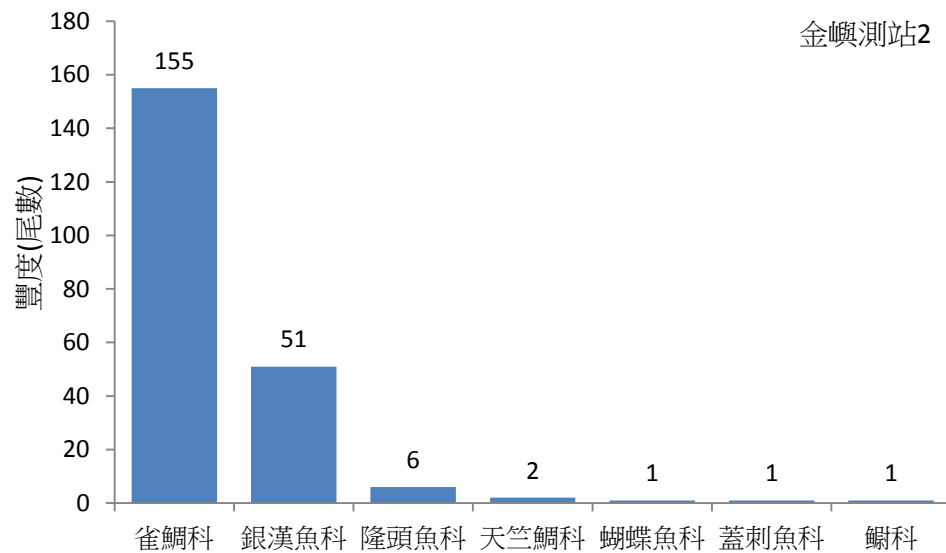


圖 75. 金嶼淺坪海域-測站 2 魚類科種豐度（尾數）

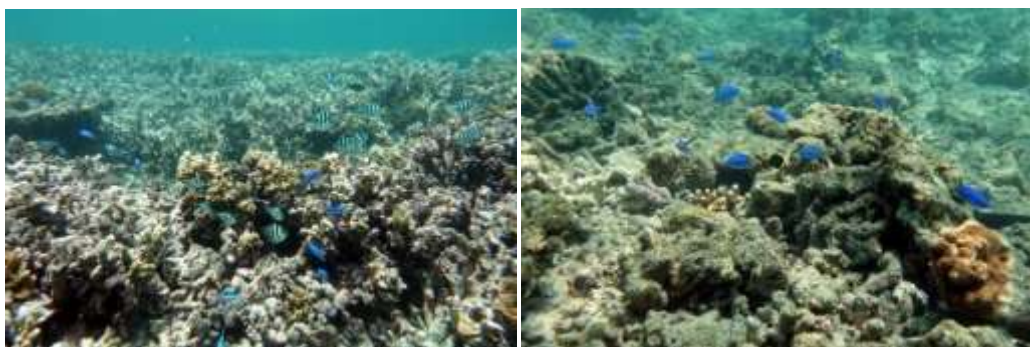


圖 76. 測站 2 魚類以雀鯛科的種類與豐度均為最高。



圖 77. 測站 2 在礁區的周邊活動的九線蓋刺魚幼魚。

(3)大型無脊椎動物組成與豐度

本測站測線共紀錄了棘皮動物 3 科 4 種 17 隻(顆)，以毒棘海膽科 2 種占最多，其餘 2 科各僅有 1 種。所記錄的 17 隻(顆)中，也以毒棘海膽科的 11 顆豐度最高，其次依序為海參科(4 隻)及冠海膽科(2 顆)；軟體動物的螺貝類共紀錄了 4 科 4 種 8 顆，包括蝾螺科、鐘螺科、旋螺科及鶯蛤科。所記錄的 8 顆中，也以鐘螺科 5 顆豐度最高，其餘各科僅有 1 顆(圖 78-81; 表 5)。



圖 78. 白棘三列海膽、銀塔鐘螺及蕩皮參一同出現在礁體上。



圖 79. 在測站 2 的斑磨海膽。



圖 80. 在測站 2 的環刺棘海膽。



圖 81. 測站 2 的大赤旋螺（圖左）及黑蝶珍珠蛤（圖右）。

2. 測站 5

(1)底質現況

本測站底質組成仍以死珊瑚的斷肢為主，佔 61.5%，其次依序為岩石（22.0%）、活珊瑚（10.0%）及沙（6.5%）。岩石的部分，主要是因為測現經過石滬所致（圖 82-84）。

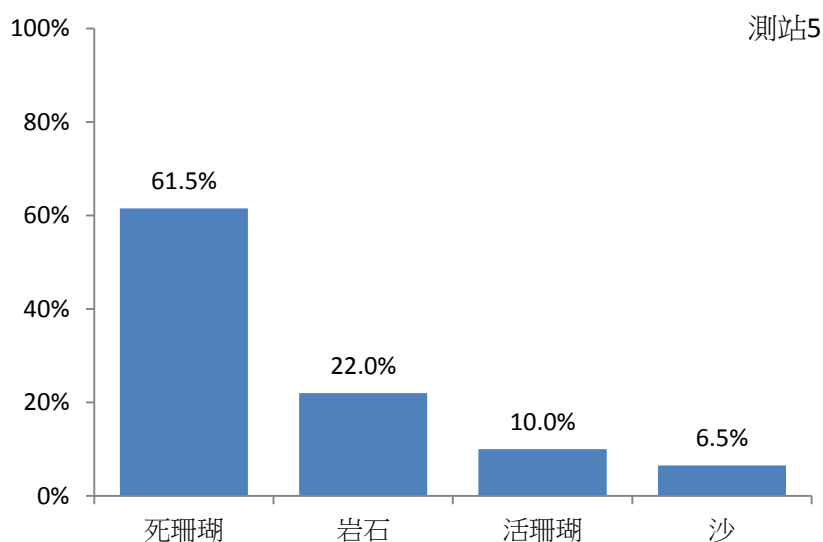


圖 82. 金嶼測站 5 底質組成



圖 83. 測站 5 底質以珊瑚碎屑為主（左圖）；岩石也是次要的組成，主要以損壞石滬的基座為主（右圖）。

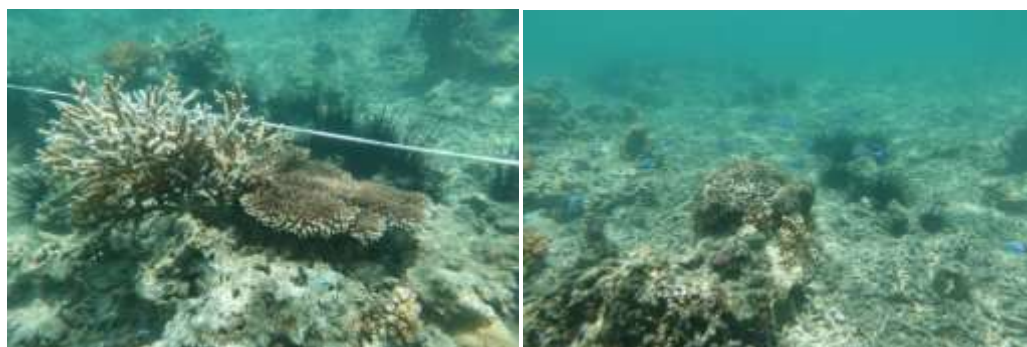


圖 84. 在調查海域內生長較完好的珊瑚多分布在高低起伏的礁體上（左圖），而頻繁的潮間帶淺坪採集作業也使本區的珊瑚容易被踩踏而破碎（右圖）。

(2) 魚類組成與豐度

本測站測線共紀錄了 5 科 7 種 455 尾魚類，以隆頭魚科 3 種占最多，其餘 4 科各僅有 1 種(圖 85)。所記錄的 455 尾魚類中，以臭都魚科的 350 尾豐度最高，其次依序為雀鯛科 (99 尾)、隆頭魚科 (3 尾)、鰺科 (2 尾) 及蝴蝶魚科 (1 尾) (圖 86、87 及表 4)。

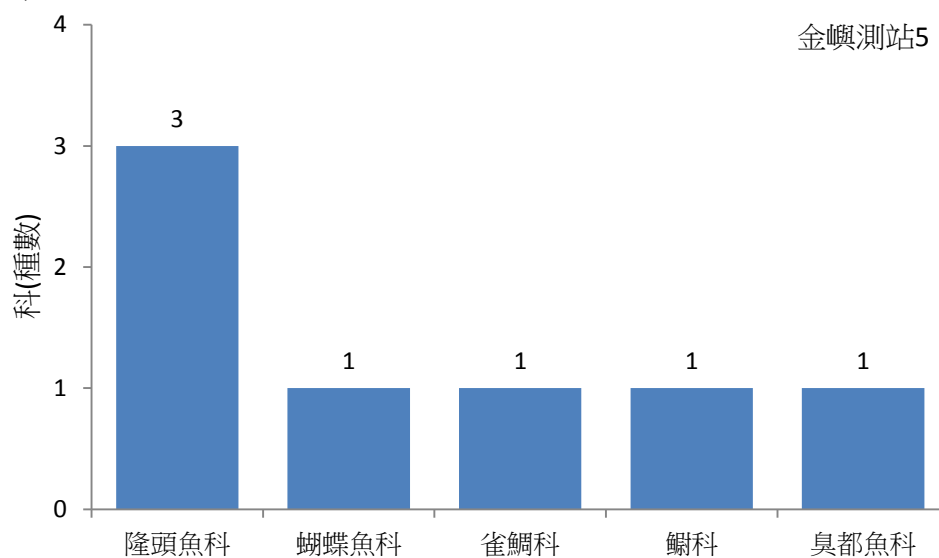


圖 85. 金嶼淺坪海域-測站 5 魚類科種數組成

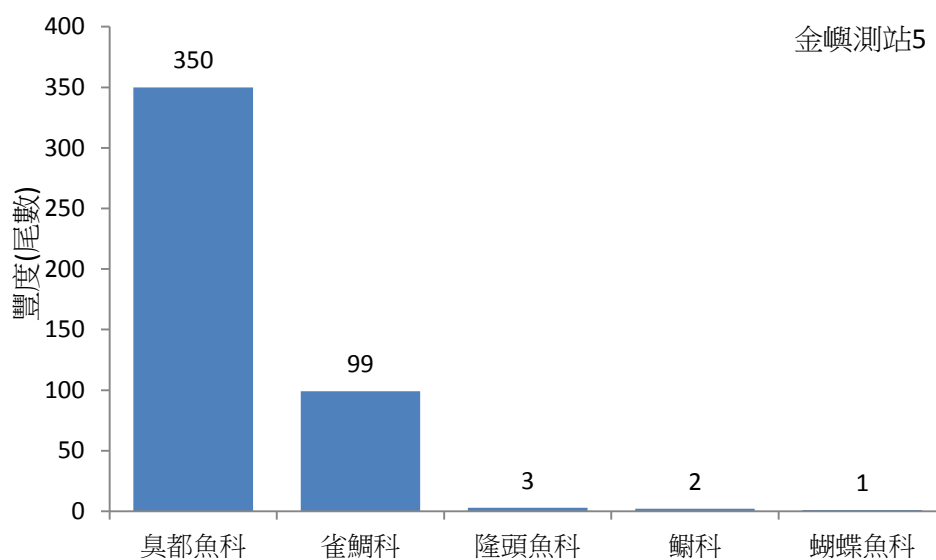


圖 86. 金嶼淺坪海域-測站 5 魚類科種豐度 (尾數)



圖 87. 測站 5 大量的臭都魚魚群

(3)大型無脊椎動物組成與豐度

本測站測線共紀錄了棘皮動物 3 科 4 種 447 隻(顆)，以毒冠海膽科 2 種占最多，其餘 2 科各僅有 1 種。所記錄的 447 隻(顆)中，以冠海膽科的 429 顆豐度最高，其次依序為海參科(13 隻)及毒棘海膽科(5 顆)；軟體動物的螺貝類僅紀錄了銀塔鐘螺 1 科 1 種 2 顆(表 5；圖 88、89)。



圖 88. 測站 5 的淺坪海域散布大量的刺冠海膽。



圖 89. 所調查的金嶼海域在馬糞海膽開放採集的季節聚集許多漁民捕撈（上圖），因高密度的採捕作業，使測站 5 所記錄（2019 年 7 月 13 日）的白棘三列海膽殼徑約在 4-5cm 左右的小海膽為主（下圖）。

表 4 金嶼淺坪海域各測站魚種與豐度組成

科 種	學名	測站 2	測站 5
銀漢魚科			
南洋銀漢魚	<i>Atherinomorus lacunosus</i>	51	
天竺鯛科		2	
天竺鯛屬			
蝴蝶魚科			
揚旂蝴蝶魚	<i>Chaetodon auriga</i>	1	
鏡斑蝶魚	<i>Chaetodon speculum</i>		1
蓋刺魚科			
九線蓋刺魚(幼)	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	1	
雀鯛科			
孟加拉雀鯛	<i>Abudefduf bengalensis</i>	3	
六帶雀鯛	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	30	
霓虹雀鯛	<i>Pomacentrus coelestis</i>	119	99
高身雀鯛	<i>Stegastes fasciolatus</i>	3	
隆頭魚科			
哈氏錦魚	<i>Halichoeres hartzfeldii</i>	1	
黑臂儒艮鯛	<i>Halichoeres melanochir</i>	2	
黑鰭半裸魚	<i>Hemigymnus melapterus</i>	2	
劣唇魚	<i>Labroides dimidiatus</i>	1	1
斷線鸚鯛	<i>Stethojulis terina</i>		1
月斑葉鯛	<i>Thalassoma lunare</i>		1
鰺科			
線紋無鬚鰺	<i>Ecsenius lineatus</i>	2	2
臭都魚科			
臭都魚	<i>Siganus fuscescens</i>		350
Total		218	455

表 5 金嶼淺坪海域各測站大型無脊椎動物與豐度組成

科 種	學名	測站 2	測站 5
冠海膽科			
環刺棘海膽	<i>Echinothrix calamaris</i>	2	2
刺冠海膽	<i>Diadema setosum</i>		427
毒棘海膽科			
白棘三列海膽	<i>Tripneustes gratilla</i>	10	5
斑簾海膽	<i>Pseudoboletia maculata</i>	1	
海參科			
蕩皮參	<i>Holothuria leucospilota</i>	4	13
蝾螺科			
高腰蝾螺	<i>Turbo stenogyrus</i>	1	
鐘螺科			
銀塔鐘螺	<i>Tectus pyramis</i>	5	2
旋螺科			
大赤旋螺	<i>Pleuroploca trapezium paeteli</i>	1	
鶯蛤科			
黑蝶真珠蛤	<i>Pinctada margaritifera</i>	1	
Total		25	449

四、結論與建議

(一) 結論

1. 「二坎珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估
 - (1)劣化棲地基質移除方式比較：以平台船載怪手於漲潮期間進行劣化基質進行移除，因無法掌握水下狀況，海底地形呈現高低起伏過大，且容易產生更大量的混濁海水隨潮水向外擴散，對周邊海域生態易造成衝擊。
 - (2)珊瑚移植效益評估：以「扦插法」進行珊瑚移植時，因脫落而造成「死亡」的比例低，顯示本法對珊瑚移植是有效率的，唯未來在進行珊瑚移植時，應選擇更加健康的珊瑚苗來栽種；珊瑚植株生長率長徑較短徑較為緩慢，推測長徑生長方向可能較易受海流之衝擊或生物擾動等外力之影而斷裂，促使珊瑚苗成長方向先從橫向來發展，此結果與洗等 2014 針對珊瑚苗之發育成長狀況相同；隨著移植珊瑚並逐漸形成礁體時，魚類的生物多樣性不僅隨之提高，且豐度也有增加的趨勢；而劇烈氣候對珊瑚淺坪復育初期有助於珊瑚族群的擴散。
2. 「重光海草復育區」海草移植及效益評估

本計畫在今(2019)年於本海域移植了 60m² 的海草，經栽種 6 個月後，所種植的海草不僅以著床，且有向外有擴散的現象，面積已達 83m²，平均覆蓋率已達 59.5%。
3. 「白坑」淺坪海域棲地現況調查

調查海域除目前已堆積在高潮線上的砂矸子外，本淺坪海域並無充分的珊瑚碎屑來源，也沒有足夠的量可供堆積至海岸線上，且淺坪環境也有不僅有藻床外，在與青螺交接處的海域也有面積不小的海草床，可提供海洋生物幼生棲息並對誘集魚類具有一定的功效。
4. 「金嶼」淺坪海域棲地現況初探

根據漁訪時許多當地民眾均指出，本區以前的海底地形具海溝及潮池，珊瑚礁林立，如今因「金嶼」淺坪海域為潮間帶淺坪採集密集的作業區，主要採集白棘三列海膽、銀塔鐘螺、珠螺等漁獲物為主。從本計畫的調查結果發現，本區地勢平坦區域的珊瑚因漁業活動頻繁，而容易被踩踏破碎，高低起伏的礁體上則有生長較完好的珊瑚分布。

(二) 建議

1. 「二坎珊瑚復育區」珊瑚淺坪復育珊瑚移植及效益評估

- (1)劣化棲地基質移除方式比較：未來在進行挖除作業時，盡可能捨棄在漲潮期間作業，而應採用退潮期間作業，可降低海水濁度，且能清楚移除的範圍，以降低其對環境或產業的潛在性威脅。
- (2)珊瑚移植效益評估：使用「扦插法」進行珊瑚移植作業相當輕便，廣大面積復育時相當適合使用；珊瑚移植時，應有適當的間距供珊瑚橫向生長，有助於珊瑚淺坪的形成；珊瑚移植復育並形成礁體時，多層次的立體空間和豐富的食物，可提供作為種苗放流之場域。

林委員澤民在期末審查時指出，未來澎湖觀光勢必朝海洋發展，二坎潮間帶珊瑚淺坪復育區，希能參照台東富山保護區規劃未來供遊客行走的生態觀光步道。蔡委員萬生也指出，菓葉(觀日樓)之潮間帶海域應適合執行淺坪珊瑚復育，未來可以規劃。

2. 「重光海草復育區」海草移植及效益評估

從近數十年的觀察記錄，澎湖海草床已有明顯萎縮的現象，亟待復育。除應持續調查並在適當海域進行海草之復育，未來也應針對海草不友善的漁法如貝類的採扒也應有所限制或規範，並加強宣導。而海草環境教育與移植活動也應持續辦理，使民眾與學童了解海草生態系對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，並帶領民眾與學生參與海草的移植活動，進而達到保育與復育海草之目的。

蔡委員萬生於期末審查時也指出，海草床之復育位置、維護相當重要，未來可朝「海中之青青草原」方向做努力。

3. 「白坑」淺坪海域棲地現況初探

目前白坑淺坪海域棲地環境現況相當穩定，反而是這些砂矸仔受外力的影響被推回淺坪海域的話，對淺坪海域環境具威脅性，故未來有關白坑村北海岸砂矸淤積移除的範圍除應排淺坪海域外，淤積在潮間帶的砂矸仔也應盡速規畫進行移除，將海沙保留在海岸線上，並減緩海岸線的高低差，當環境改善後，綠蠵龜也許還有機會重返產卵(與白坑村長訪談時，以前村民確實在本海灣有看見海龜上岸產卵。)。本區分布在海岸線的海草床具有一定規模，未來應持續投入能量將本區的海草床進

行更進一步的調查；而社區排水口非常突兀的出現在海岸線的沙灘上，也影響到海岸線的觀瞻，為有效改善村民排水口被淤積的問題，也展望未來本區觀光發展之潛力，建議應考慮將排水口位置進行變更。

4. 「金嶼」淺坪海域棲地現況調查

因本區域目前僅完成 2 個測點的記錄，尚不足以代表本海域之現況，未來應持續針對本海域調查，方可掌握其現況。

另洪委員國雄老師和蔡委員萬生在期末審查時均特別提出的「損蝦蛄破壞珊瑚淺坪」，以及本海域具經濟價值的物種包括章魚、石拒、海膽重要產區的跡象，未來應再調查評估及是否要劃設保護區等方向思考。

五、參考文獻

- 李坤瑄、陳章波（1994）臺灣常見的棘皮動物。國立海洋生物博物館籌備處，94頁。
- 冼宜樂、鄭明修（2005）澎湖的蟹類。行政院農業委員會水產試驗所，239頁。
- 冼宜樂、鄭明修（2012）澎湖的寄居蟹類。澎湖縣政府，101頁。
- 冼宜樂、鐘金水、林綉美、鄭靜怡、歐麗臻、林金榮（2013）二崁潮間帶棲地劣化改善與監測。澎湖縣政府農漁局委託計畫結案報告，50頁。
- 冼宜樂、鐘金水、林金榮（2014）澎湖內灣二崁潮間帶劣化棲地基質調查研究。水試專訊，48：8-12。
- 冼宜樂、鐘金水、林綉美、鄭靜怡、歐麗臻、林金榮（2014）西衛潮間帶棲地劣化改善與監測之研究。澎湖縣政府農漁局委託計畫結案報告，51頁。
- 冼宜樂、鐘金水、林綉美、黃文卿、鄭靜怡、歐麗臻、林金榮（2015）澎湖內海潮間帶棲地劣化改善與監測。澎湖縣政府農漁局委託計畫結案報告，66頁。
- 冼宜樂、鐘金水、林金榮（2016）二崁潮間帶珊瑚苗豐度調查與移植試驗。水試專訊，54：8-12。
- 冼宜樂、鐘金水、趙元寧、黃文卿、林綉美、鄭靜怡、歐麗臻、林金榮（2017）澎湖潮間帶棲地劣化改善與監測。澎湖縣政府農漁局委託計畫結案報告，57頁。
- 郭金龍、呂文雄、蔡丁進、張新芳、曾文明、謝宗達、陳萬允、王慧筠（2002）台灣地名辭書，卷六澎湖縣。國史館台灣文獻館，552頁。
- 陳春暉（2003）澎湖的魚類。行政院農業委員會水產試驗所，379頁。
- 戴昌鳳、洪聖雯（2009）台灣珊瑚圖鑑。貓頭鷹出版社。

附件一

『澎湖海洋生物棲地今昔與復育&海草移植活動』

計畫書

壹、實施計畫

一、計畫緣由：

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心（以下簡稱澎湖中心）近年來進行澎湖沿岸海域珊瑚、大型海藻及海草等海洋生物棲地相關的復育工作與研究，也累積相關的調查結果，並具有一定之成效。

為使上述生物棲地復育更加順利推動，除須尋覓適當海域廣植外，也須適時地進行教育推廣，鼓勵社區民眾或學校師生參與，讓復育工作能從社區做起並逐漸擴大。有鑑於此，本（2019）年度在澎湖縣政府農漁局的經費支持下，特別邀請風櫃國小師生參與本中心所辦理的講座與海草移植復育活動，使其了解「生物棲地」對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，進而達到保育與復育之目的。

二、計畫目標：

讓參與的師生藉由『澎湖海洋生物棲地今昔與復育』專題演講，包括「澎湖內海珊瑚淺坪棲地現況與復育」、「大型海藻的生態功能與藻床建置與應用」及「澎湖海草棲地現況與復育」等，並帶領師生體驗參與海草之移植，使其認識「生物棲地」及「及其對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性」，並藉以宣導生態保育觀念，提升社區生態保育意識。祈望透過活動的辦理，亦能將棲地保種之概念深植於年輕世代的腦海中，同時也可將保育觀念傳遞甚至影響給週遭朋友，進而達到資源保育之目地。

三、主辦單位：

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心
澎湖縣政府農漁局

四、合辦單位：

澎湖縣馬公市風櫃國民小學

五、活動日期：

2019 年 10 月 27 日（星期日）09：00-16：00

六、參與對象：

風櫃國小師生計 25 人。

七、活動內容：

澎湖海洋生物棲地今昔與復育&海草移植活動

活動日期：108 年 10 月 27 日 09：00-16：00

活動地點：行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心青灣種原庫一樓
會議室與青灣潮間帶

參與學員：風櫃國小師生

課程內容：

時間	課程內容	主講人	活動地點
09：00-10：30	澎湖內海珊瑚淺坪棲地現況與復育	冼宜樂	會議室
10：30-10：40	休息		
10：40-12：00	大型海藻的生態功能與海藻床建置與應用	冼宜樂	會議室
12：00-13：20	午餐&休息		
13：20-15：00	澎湖海草棲地現況與復育	冼宜樂	會議室
15：00-16：00	海草移植活動	冼宜樂	青灣潮間帶
16：00	活動結束		

八、活動經費：

經費來源	支出項目	數量	總價	用途說明
澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及潮間帶棲地劣化調查計畫	雜支	1 式	3,900 元	餐盒 80 元×30 人＝2,400 元 點心&飲料 50 元×30 人＝1,500 元
合 計			3,900 元	

附件二

『為小小魚兒種一畝田－海草移植活動』計畫書

貳、實施計畫

一、計畫緣由：

行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心（以下簡稱澎湖中心）近年來進行澎湖沿岸海域海草相關調查研究，包括澎湖海草種類鑑定與分布調查、海草床魚類群聚及海草移植之研究等。研究過程中也發現因人為因素或全球氣候變遷影響，導致可「供給海洋生物幼生的食物來源」或「提供躲棲空間」的海草床大量流失，進而衝擊到漁業資源之結構與降低海洋生物的多樣性。

為針對澎湖周邊海域已消失的海草床進行復育，澎湖中心自 2014 年便開始於澎湖內海的大倉灣海域進行海草復育試驗，並選定位於通梁海草床鄰近的沙質地海域進行海草移植復育，在所完成的 10 次海草移植作業，共移植了 5 萬株的海草植株，面積達 100 m²。歷經 4 年後，於 2018 年 5 月再次前往調查海草移植的海域，所移植復育的海草植株覆蓋面積已增加至 520m²，儼然已具海草床之型態。調查時也發現單脈二藥草和卵葉鹽草均有開花與結果的現象。我們也發現在移植的海草床上棲息了許多扁跳蝦、麥稈蟲、稚貝與稚螺等，同時也發現有大量的青嘴龍占、奧奈鑽嘴魚、臭都魚等幼魚棲息其間，海草生態系已儼然成形。

為使海草復育更加順利推動，除須尋覓適當海域廣植外，也須適時地進行教育推廣，鼓勵社區民眾或學校師生參與，讓海草復育能從社區做起而逐漸擴大。有鑑於此，本（2019）年度在澎湖縣政府農漁局的經費支持下，特選定嵵里社區的內灣海域進行海草移植復育工作外，並辦理生態教育宣導與海草移植活動，使其了解「海草生態系」對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性，進而達到保育與復育海草之目的。

二、計畫目標：

讓參與的師生藉由『認識澎湖的海草與海草的復育』專題演講及體驗參與海草之移植，使其認識「澎湖的海草」、「海草生態系」及「及其對海洋生物多樣性與漁業資源的重要性」，並藉以宣導生態保育觀念，提升社區生態保育意識。祈望透過活動的辦理，亦能

將棲地保種之概念深植於年輕世代的腦海中，同時也可將保育觀念傳遞甚至影響給週遭朋友，進而達到資源保育之目地。

三、主辦單位：

澎湖縣政府農漁局
行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

四、合辦單位：

嵵裡里辦公室
澎湖縣馬公市嵵裡國民小學
澎湖縣馬公市風櫃國民小學

五、活動日期：

2019 年 9 月 29 日（星期日）14：40~17：00

六、參與對象：

風櫃國小師生計 29 人、嵵裡國小師生計 28 人及嵵裡里辦公室、貴賓及工作人員等，合計約 60 人。

七、活動內容：

（一）專題演講：認識澎湖的海草與海草的復育

活動地點：嵵裡里活動中心

14：40-15：00 報到

15：00-15：05 農漁局陳晶卉局長致詞

15：06-15：10 行政院農業委員會水產試驗所

澎湖海洋生物研究中心謝恆毅主任致詞

15：11-16：00 專題演講（講師：冼宜樂）

16：01-16：05 澎湖縣賴峰偉縣長致詞

（二）海草移植活動

活動地點：嵵裡海草復育示範區（石滬北方沙泥質海域）

※ 9/26(星期四)確認嵵裡海草移植位置(15:01,潮高-117)

16：06-17：00 海草移植(17：28,潮高-115)

17：00 合影留念、歸賦

八、活動經費：

經費來源	支出項目	數量	總價	用途說明
澎湖海域礁區覆網調查暨覆網清除驗證及潮間帶棲地劣化調查計畫	物品	1 式	6000 元	活動紅布條、綿手套及活動所需材料 6000 元
	雜支	1 式	6300 元	1. 餐盒 80 元×60 人=4800 元 2. 保險費約 1500 元
合 計			12300 元	

九、人力需求與工作分配

(一) 行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

1. 利用海安試驗船與全體船員於 9 月 26 日或 9 月 27 日至大倉灣海草床協助採集海草與製作海草植株。
2. 9 月 26 日至海草移植場域現勘與活動位置確認。
3. 9 月 29 日海草移植活動由謝主任、冼宜樂及蔡忠和

(二) 澎湖縣政府農漁局

1. 商請農漁局派員協助海草移植當日活動導引、海草植株分發及會場布置等現場人力支援。
2. 嵵裡里活動中心場地租借與布置。