

海草修復應用於低利用度漁港之活化 —以虎井防坡堤兼碼頭為例

冼宜樂、陳俊廷、楊子泰、許思婕、鐘冠翔、謝恆毅

澎湖漁業生物研究中心

前言

國內現有 219 個漁港，包含 9 處由中央主管機關管轄的一類漁港，以及 210 個由地方政府管轄的二類漁港。漁港隨著漁業人口衰退及漁港淤積嚴重面臨低度使用的窘境。漁業署統計自 1995 年起至 2023 年，國內已廢止 21 處漁港，漁業署於 2019 年起迄今盤點出低度使用的漁港計有 73 處，終止補助經費修繕這些漁港設施，並持續與地方政府及當地漁民溝通是否廢止所列低度使用的漁港，朝向減少設施不足的漁港、增加民眾親

海空間與生態復育的目標前進。全國各縣市所列不予補助的港口又以澎湖縣 35 個最高，佔約 48%。未來面臨低利用度漁港轉型或活化（如藉由棲地修復增加漁業資源）將扮演示範的角色。

本中心於 2022 年執行澎湖縣政府農漁局所委託「澎湖縣沿近海潮間帶（潮下帶）劣化棲地之復育調查及試驗」之計畫時，針對屬於低利用度漁港的虎井西側的「防坡堤兼碼頭」之泊地（圖 1），進行棲地現況調查與海草修復評估可行性，將可供作活化低利用度漁港案例參考之用。



圖 1 虎井防波堤兼碼頭位置圖

材料與方法

一、虎井「防坡堤兼碼頭」泊地現況

1994 年由當時的臺灣省政府的經費補助下興建防波堤兼碼頭 148 m 及一處曳船道，方便漁船修整和油漆，但陸上缺乏漁港相關設施，多數的漁船整補需至馬公處理。

二、棲地現況調查與海草床修復選址

透過漁業訪談與文獻搜尋了解過往棲地環境類型，並以水肺潛水調查底質現況，再以 GARMIN 便攜式無線魚探進行等深線調查 (圖 2)，作為修復海草床選址參考依據。



圖 2 GARMIN 便攜式無線魚探

三、虎井海草床修復

海草床修復係採根狀莖移植法 (圖 3)，所移植海草來源為本中心於 2014 年於澎湖內海通梁海草復育區所種植覆蓋率在 50% 以上的海草床，海草種類計有 3 種，分別為單脈二藥草 (*Halodule uninervis*)、卵葉鹽草 (*Halophila ovalis*) 及甘草 (*Zostera japonica*) 進行混植，其混植比例分別為 60%、30% 及 10%，移植密度為 100 株/m²。



圖 3 海草床修復移植

結果與討論

一、虎井「防坡堤兼碼頭」泊地現況

虎井社區受訪民眾指出，目前虎井「防坡堤兼碼頭」之泊地海域，偶爾會有漁船會在曳船道上，進行船底附著物簡單的清除作業外，碼頭平常幾乎沒有漁船停泊。同時也指出本海域過往也是海草生長的區域，但於 1988 年興建漁港時，受泊區開挖導致海草床萎縮甚至消逝。另調查結果也顯示，在臺灣僅在東沙環礁有出現的鋸齒葉水絲草 (*Cymodocea serrulata*) 的植株出現本海域海水表層，顯示本海域在夏季會受西南氣流與南海表層流的影響，將鄰近國家海域的海草匯集於此 (洗等，2014)。

二、棲地現況調查與海草床修復選址

(一) 棲地現況調查

2022 年 5 月以水肺潛水進行現況調查，本海域底質以沙泥質為主，並有稀疏的卵葉鹽草分布其間 (圖 4)，同時也在調查海域發現疑似臺灣新紀錄種的海草—小喜鹽草 (*Halophila minor*)，有機會為臺灣海草種類累積至 13 種 (圖 5)，也是本種海草在地理分布

的最北限。在調查的棲地基質上，發現有許多棲息沙底的半索動物門的玉鈎蟲的排遺(圖 6)，底質表面僅偶見鰕虎魚。



圖 4 調查海域現僅有稀疏卵葉鹽草分布



圖 5 疑似小喜鹽草的生態照(上)及標本照(下)



圖 6 棲息在沙質底的玉鈎蟲類如沙丘狀之排遺

(二) 調查海域水深調查

調查海域範圍面積近 4,900 m² (圖 7)，使用便攜式無線魚探儀掃描調查海域 (圖 8)，調查結果如圖 9 所示，深度介於 0.6—4.3 m 之間，等深線坡度呈東西走向，最深水域位於碼頭中間，向西為潮間帶，水深變化大，等深線密；向東為碼頭，水深變化小。



圖 7 虎井「防坡堤兼碼頭」泊地調查範圍



圖 8 以繩索固定無線魚探儀掃描調查海域

(三) 修復海草床選址

依上述訪談與文獻資料顯示，本區原為海草生長區，因港區的建設與疏濬，致使海草流失，雖仍有稀疏海草分布，卻無法形成海草床。本計畫於「防坡堤兼碼頭」的範圍內，劃設 10 × 10 m 的區塊作為「海草棲地修復」選址之處 (圖 9)。並以人工進行海草

移植修復海草床，提高海草多樣性與增加海草密度，加上現有「防坡堤兼碼頭」的保護，海流平緩外與避免東北季風與波浪的衝擊，有助於海草發展。

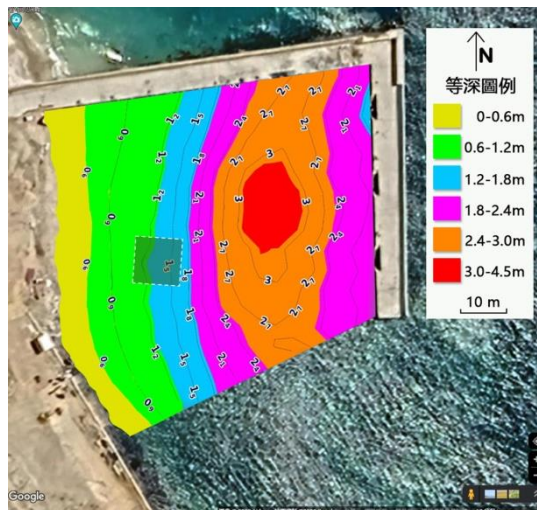


圖 9 虎井防坡堤兼碼頭等深線分布圖 (位於 1-1.8 m 的虛線方框為海草修復區)

三、虎井海草床修復

本計畫自 2022 年 5 月下旬至 7 月中旬期間，於虎井的「海草棲地修復」選址之海域，水深 1.5—2.5 m 的沙質地，分別進行 6 次海草移植，共完成了 102 m² (圖 10 及表 1)。



圖 10 海草移植情形

表 1 虎井海草修復區海草移植一覽表

日期	海草移植數量 (株)	海草移植面積 (m ²)
2022/05/24	1,800	18
2022/05/30	700	7
2022/06/10	2,200	22
2022/06/21	2,400	24
2022/07/12	1,500	15
2022/07/13	1,600	16
合計	10,200	102

海草移植後，影響脫落的現象，以褐臭都魚 (*Siganus fuscescens*) 啃食的生物性擾動影響最劇 (圖 11)，脫落率平均為 13%。此現象可於海草移植後，使用剪刀將地上部葉片剪除，降低被生物擾動的頻率。10 月間觀察移植海草地上部，褐臭都魚啃食現象仍在，使地上部的葉片覆蓋度偏低，僅約 5—10%，這是海草初移植最常見的現象。此現象將有利海草地下莖向外擴散發展，讓移植的海草更加穩固於海床上，並持續維持至隔年春季，在水溫提升後，海草新生葉片將會從所蟄伏的地下莖迅速成長，海草面積瞬間擴增，並具海草床雛形。



圖 11 褐臭都魚啃食初移植的海草

所移植的 3 種海草，移植後其發展各有差異，移植初期，發展最快的是卵葉鹽草，可在最短的時間內快速擴展 (圖 12)，其對海床的穩定助益相當高，有利於其他海草擴生；而單脈二藥草及甘草的發展雖較卵葉鹽草緩慢，但在卵葉鹽草漫開之後，對其它海草提供更適當發展的環境。

海草移植經 1 年 (2023 年 9 月) 後，所移植 102 m² 的海草已擴展近 900 m²，初具海草床雛型 (圖 13、14 及 15)。為保護與強化虎井已復育海草床效能，於今 (112) 年 11 月 3 日辦理 1 場「虎井海草復育教育推廣活動」，參與人數計 61 名，彰顯政府對海草復育重視，並藉由與社區民眾面對面的說明海草床生態系與漁業資源的重要性，以達到海草復育與資源增裕之教育推廣目的。



圖 12 卵葉鹽草為海草床形成的先驅物種



圖 14 移植海草已擴展出所設置的線框外

結語

從結果顯示，以「根狀莖法」進行海草復育的技術已相當成熟，可應用於國內海草床修復，惟修復前的調查與選址相當重要，以確保海草修復不致徒勞無功。為轉型或活化低利用度漁港，本中心以改善棲地環境為主軸，恢復自然海岸為目標，有效的提高棲地多樣性，增加海洋生物的食物來源與棲息空間，進而轉型為放流種苗中間育成場，或依海岸管理法劃設為二級保護區，達到低利用度漁港活化與漁業資源增裕並改善海洋資源的枯竭情況。而本研究以虎井低利用度漁港範圍內進行海草復育及前期在澎湖烏坎南側廢止泊區進行人工藻場建置 (洗等，2020)，將可供作活化低利用度漁港案例參考之用。

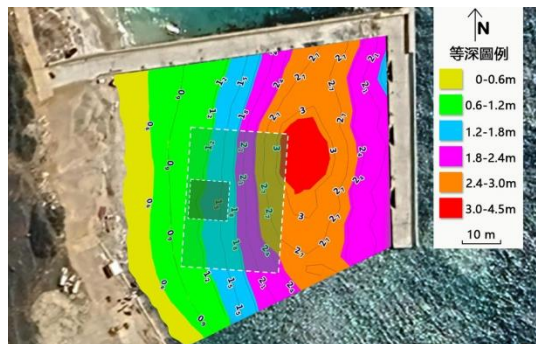


圖 13 移植 102 m² 的海草經 1 年後已擴展至近 900 m² (長方形虛線框)



圖 15 移植海草擴展至鄰近礁岩沙地