

綠島中層人工浮魚礁 瑪娃颱風災後復建

楊清閔、翁進興 / 水產試驗所沿近海漁業生物研究中心

■ 前言

東部海域是我國傳統大洋洄游性魚類的主要漁場，人工浮魚礁具有良好聚魚功能，可發揮較佳的漁業經濟效果。臺東縣政府與水產試驗所於 2004 年間至綠島周邊海域投設 3 組人工浮魚礁後，經由綠島漁民實際作業認證，投放後提昇漁獲作業效率，且具縮短航程降低油料成本，省去搜尋魚群與作業工時的效能，鄰近漁場與釣獲作業的方式，可提高魚隻鮮度與魚價的功能性存在。若能積極地推動人工浮魚礁的合理利用，則可增加漁民收益並促進沿近海漁業的永續發展。

吳與翁 (2006) 及翁與吳 (2007) 對臺灣東部綠島海域人工浮魚礁的調查，漁獲組成之主要漁獲為黃鰭魷 (71%)、正鰹 (6%)、鬼頭刀 (11%)，佔總漁獲量 88%。延繩釣漁獲黃鰭魷以 15 — 40 kg、70 — 100 cm 的中、大型魚為主，曳繩釣以 40 cm 小型魚為主。浮魚礁區有 2 — 5 kg 的大目魷幼魚聚集。當時 (20 年前) 每船平均漁獲收益可達 150 萬元以上，遠高於未設置中層人工浮魚礁前的漁獲收益。當時作業漁船包含綠島區漁會、富岡及新港區漁會所屬，總計約 60 艘漁船，每年黃鰭魷漁獲量超過 450 噸。當地的漁民曾提及：「目前沿近海資源那麼差，茫茫大海不知去那裡抓魚，尤其高油價時代，出海一天花費數千元油錢，還不一定可抓到魚，真不知如何過活，現在不用擔心抓不到魚，

因為水產試驗所為他們建了好幾處聚寶盆」，用來形容中層人工浮魚礁如同海洋的聚寶盆。

■ 中層人工浮魚礁瑪娃颱風災後復建 經緯

綠島海域的漁民以經營延繩釣、曳繩釣、一支釣及鰹竿釣等釣具漁業為主，需上述 2 組人工浮魚礁進行聚魚，維護綠島漁業環境及漁業的穩定生產。但所設置的人工浮魚礁已經過 20 年之久，經當地漁會強力反映漁民的作業日趨困難，並委託本所進行中層人工浮魚礁的探勘後，確認中層人工浮魚礁已不在該位置，可能是颱風造成浮魚礁的損壞與流失。在當地漁會、臺東縣政府、漁業署、水試所等人員進行多次的連繫探查並溝通，由漁會提報因瑪娃颱風造成綠島 2 組浮魚礁斷裂流失，由縣府自籌經費進行災害復建工作，並由本所維持試驗研究方式，進行浮魚礁的修復工作。

預估修復中層人工浮魚礁後，將可吸引黃鰭魷、鰹類、鬼頭刀、旗魚、竹節鰭、皮刀魚等魚類洄游於浮體四周海域。在浮魚礁未流失前情形，依翁與吳 (2007) 指出，綠島海域的 3 組中層人工浮魚礁漁獲效果，每年捕獲量達 600 公噸左右，主要聚集黃鰭魷、鬼頭刀、旗魚與正鰹等洄游性魚類為主。尚有竹節鰭、雙帶鰻、圓花鰹等高級食用魚類的聚集，漁民反映黃鰭魷的體型變大且作業漁期延長 (2004，



翁)。由於浮魚礁本身對魚類的棲息地並沒有任何的破壞，因此，對於生態環境而言，應無任何有害之影響。此外，中層人工浮魚礁的浮體為浮球所構成（圖 1），繫留系統分別採用防蝕合成纖維索，並以水泥塊作為錨錠，因此，本案投設人工浮魚礁並不會釋放出污染物質，應無污染之虞。在影響船舶航行安全方面，中層人工浮魚礁的浮體深度預計均大於 30 m，對於水面航行船舶應無安全顧慮。

■ 中層人工浮魚礁瑪娃颱風災後復建過程

在中層人工浮魚礁構造承襲原先設計，重點是由大型浮體具浮鬚繩、繫纜繩索及錨錠物（圖 2）等 3 大項的人工構造物所組成。大型浮體採用網片及耐壓浮球組合而成，浮體上方結附浮鬚繩，可增加聚魚效果，浮體下方結附尾絲帶，作為輔助礁體的穩定，並結附於繫纜繩索。繫纜繩索（圖 3）採用延伸率較小的特多龍材質，並準確控制長度，使浮體能位於理想深度且不影響航行與減低強風大浪的影響。錨錠物採用鋼鐵箱、鋼筋與水泥複合構物，尺寸為 1.7 m 立方體，重量約達 17 t，一面具 1 個中央主眼環為粗 65 mm 之圓鐵，4 個副眼環，粗 36 mm 貫穿至底部，另有一面焊有輔助眼環粗 50 mm 之圓鐵，以方便吊掛。利用魚類有聚集洄游於人工構造物附近水域的習性，誘集魚群而形成新的漁場，中層浮魚礁的浮體是漂浮於水深 30 — 60 m，優點是製作成本較低，並且浮體遠離水面，不會被航行船隻碰撞而損毀。人工浮魚礁的使用壽命在國外也被高度關注，在波浪、天氣損壞、故意破壞等，經常導致人

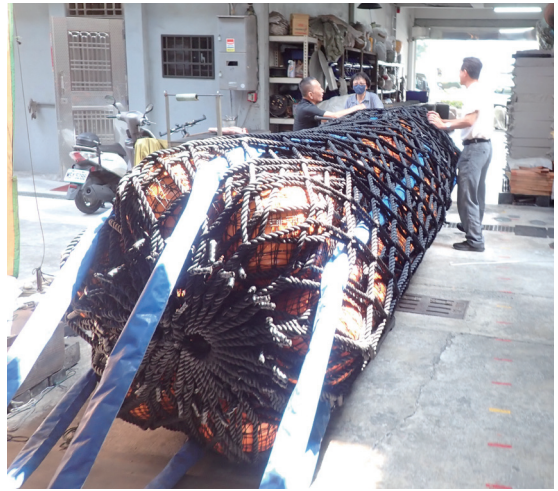


圖 1 中層人工浮魚礁的大型浮體製作現場



圖 2 錨錠用的鋼鐵箱水泥塊，尺寸約 1.7 m



圖 3 繫纜繩索的長度測定

工浮魚礁在不到兩年的時間內丟失 (Tilley et al., 2019; Chapman et al., 2005)。而本所製作的大型深水式的人工浮魚礁，耐久性應可達 10 年以上。

本次災害復建「綠島二號」及「綠島一號」中層人工浮魚礁，分別於 2024 年 7 月 18 日及 8 月 22 日進行修復，採用農業部水產試驗所水試二號試驗船。先將錨碇用水泥塊安裝於水試二號後甲板之斜坡上，斜坡放置方式非直立式（圖 4），而是以主眼環連結船上脫勾器最短距離為主，吊掛完成後副眼環上加上輔助鋼纜及鬆緊器。再將繫留用的繩纜索與錨碇水泥塊及浮礁體連結後盤整於後甲板上備用，中層人工浮魚礁在水試二號試驗船上的配置方式如圖 5 所示。投放時的 4 個流程如圖 6，水試二號以吊車先將浮鬚繩吊放水面後，再將大型浮體吊放水面，放出繫纜繩索後，解開所有輔助鋼纜，至預定點經駕駛台確認水深，由駕駛台下令放開脫勾器後，完成定點修復工作。「綠島二號」礁體設計漂浮於水面下約 70 (± 15) m 深，修復於 22° 39.226' N；121° 26.075' E 位置處，於 8 月中旬，作業船隻回報已有漁獲記錄，已

發揮聚魚效果。而「綠島一號」礁體設計漂浮於水面下約 50 (± 15) m 深，修復於 22° 36.517' N；121° 27.636' E 處。於 8 月底時由當地作業漁船回報，此區域的漁獲效果極佳。

■ 中層人工浮魚礁復建後的 SWOT 分析與未來努力方向

由表 1 的 SWOT 分析來看，歸納 2 項未來可努力的方向，針對漁民的需求，中層人工浮魚礁的修復，不僅漁業生產穩定且安全，還可以結合生態旅遊和海洋教育，創造更多的經濟價值。當地的漁民是人工浮魚礁的直接受益者，其參與管理和支持棲地保育至關重要，其人工浮魚礁管理委員會的發揮作用，讓漁民參與管理並共享成果，可提高漁民的收入，還能增強對海洋保護的責任感和參與感，如下說明：

表 1 中層人工浮魚礁復建後的 SWOT 分析

Strengths (優勢)	Weaknesses (劣勢)
<ol style="list-style-type: none">生態效益：利用中層人工浮魚礁積極採用合理的管理，幫助恢復海洋生態系統，提供與保護本地魚類和洄游性魚類的棲息地，促進生物多樣性。技術成熟：水產試驗所在中層人工浮魚礁的設計與佈放技術，具成熟且精準的經驗，可提供技術支持。當地漁民支持：當地漁民對海洋保護和生態恢復的重視，積極管理，可能獲得政策和資金支持。	<ol style="list-style-type: none">成本頗高：設計、製作和維護成本高，對資金和技術要求較高，含海上修復 1 座的作業，約 250 萬元。環境影響：如果捕抓或管理不當，可能對當地海洋環境造成負面影響，只聚魚但未讓資源增加，恐遭到輿論攻擊。效益測量困難：短期內很難評估其生態和經濟效益，需長期觀察，並與漁民配合。
Opportunities (機會)	Threats (威脅)
<ol style="list-style-type: none">國際合作：水產試驗所已具多年經驗，可與國際合作，提高管理及研究的經驗。經濟效益：提高魚價及漁獲新鮮度，減少航程油料經費，促進當地漁業經濟發展，並可發展成為生態旅遊景點。市場需求：對永續漁業和生態旅遊的需求增加，為人工浮魚礁之管理及生態旅遊的協力合作，增加使用者的市場需求。	<ol style="list-style-type: none">自然災害：如颱風與黑潮的流速，天候的自然災害可能對中層人工浮魚礁造成破壞。環境變化：氣候變遷和海洋廢棄物的增加，可能影響人工浮魚礁的功能和效果。經驗傳承不易：現階段政府採行較保守的做法，人工浮魚礁現有經驗者的人數已愈來愈少。



圖 4 錨鉋用的鋼鐵箱水泥塊的吊掛作業，需符合船後坡道作業安全的方向



圖 5 中層人工浮魚礁在水試二號試驗船上的配置方式



流程 1 吊掛浮繫繩入海



流程 2 吊掛大型浮體入海



流程 3 繫纜繩索隨船速入海



流程 4 指示鬆開脫勾器

圖 6 中層人工浮魚礁修復作業的流程

一、結合生態效益和市場需求，開發人工浮魚礁生態旅遊項目

人工浮魚礁除了能提供海洋生物與當地洄游性魚類棲息地，也具備極高的休閒釣魚與觀光價值。通過開發生態旅遊項目，讓遊客親身體驗海洋生態，從而提升保護意識，同時創造經濟收益。例如：設計專門的人工浮魚礁休閒釣魚與觀光路線，遊客可在離碼頭較近的距離出海並嘗試休閒釣魚的樂趣。漁會也可開設生態教育講座，讓來訪的遊客認識人工浮魚礁的生態功能和現況管理，加強保育的工作。漁民釣獲活魚及活餌，可提供養殖業、觀光業、水族業所需，也具有當地現撈海鮮，也可將新鮮的漁獲加工出售，增加其附加價值。再利用社交媒體、旅遊網站、宣傳手冊等多種渠道，推廣人工浮魚礁生態旅遊及休閒釣魚為當地的特色項目。

二、針對人工浮魚礁的效益測量困難，可制定長期觀察和評估計畫

為有效評估人工浮魚礁的生態、經濟效益及管理效果，必須制定科學的長期觀察和評估計畫，持續監測各項指標，確保人工浮魚礁發揮永續漁業的作用。例如：安裝水下攝影機和感應器監測人工浮魚礁周邊的漁業資源和種類，定期採集周邊漁市場數據。定期檢測人工浮魚礁周邊水質基礎資料，可做為模擬真實海洋環境，進行魚種的人工復育使用。此外，可進行經濟效益的監測，收集和分析人工浮魚礁對當地漁業和休閒釣魚、觀光業的經濟影響，如漁獲量、休閒釣魚的收入等數據。並建立資源共享平台，讓政府、學者與研究單位、漁民、觀光業者，和其他利益相關者都能使用資訊，

訪問和使用數據，確保其生態和經濟效益的最大化。

■ 結語

在全球環境變遷與生態保護意識逐漸增強的背景下，國際認定人工浮魚礁屬於高效率的集魚器，而在海洋資源復育的功能上則引發很多質疑，相同地在國內也有許多的正反方的論述，依吳等 (2005)「人工浮魚礁現況及展望座談會紀要」文中，漁業署代表指出，人工浮魚礁的聚魚效果很好，但是後續管理工作如果沒有做好，可能對洄游魚類的資源有所影響，因此其採行較為保守的做法。檢索該署以清除人工魚礁覆網為優先工作，近十幾年已無編列新人工浮魚礁相關評估與製作費用。而本所已掌握中層人工浮魚礁的設計、製作與布放技術，並具有成熟且精準的經驗，但在 2004 — 2005 年因試驗目的於臺灣東部投設人工浮魚礁後，階段性任務已完成，十幾年來亦無相關研究計畫之規劃與需要。而執行人工浮魚礁的任務與實驗，極度需要累積經驗，但實際上，參與其中且現職並具豐富經驗的研究人員僅剩 1 人，其為知識傳承和技術培訓的核心人物。經驗傳承雖不易，仍需儘速進行新世代的傳承。此外，水試二號試驗船也是第一次參與相關任務，有經驗船員僅 2 位，透過此次的中層人工浮魚礁瑪娃颱風災害復建，也累積船員們下次修復人工浮魚礁的經驗。總之，期望本次中層人工浮魚礁修復後，能夠適宜地管理中層人工浮魚礁海域漁業資源的合理利用，結合漁民需求和國際趨勢，實現漁業資源永續和經濟效益的雙重目標。