

從管理與經濟觀點看海洋環境 監測的重要性

陳均龍、陳郁凱、吳繼倫

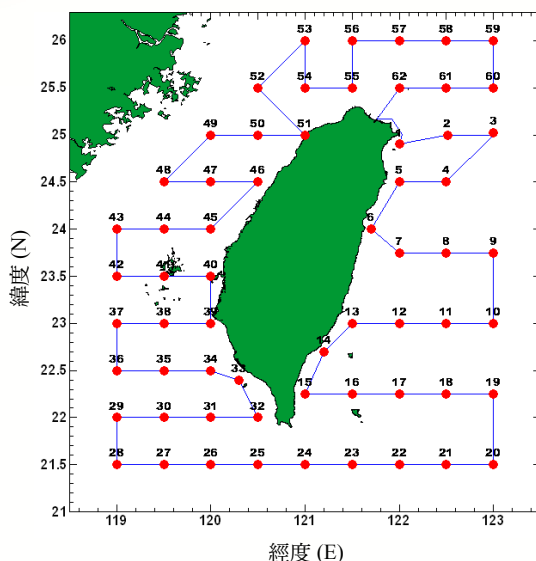
水產試驗所海洋漁業組

前言

受到全球氣候變遷、海洋環境惡化及水產資源銳減等多重影響，我國海洋漁業經營環境愈顯嚴峻，水產試驗所乃致力於海洋生態及水產資源相關研究，期能達到漁業資源永續利用的目標，以減少漁業生產的不確定性與產業經營風險。緣此，本所自 2003 年開始執行「台灣周邊海域漁場環境監測」(Taiwan Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, TaiCOFI) 計畫，設置 62 個測站(如圖)，按季蒐集水溫、鹽度、營養鹽、葉綠素、浮游動物等漁場環境資訊，嘗試透過此全面性的調查來瞭解周邊海域長期水文、海況及漁業生物時空分布資訊。調查成果除了應用在海洋生態、漁場動態、漁海況調查等試驗研究上，本文將探討其在漁業生產管理、經營風險規避、漁場經濟價值推估等經濟與管理層面上的潛在應用價值與可能的發展方向。

國外經驗—CalCOFI 計畫

基於海洋漁業所面臨的種種問題與挑



台灣周邊海域漁場環境監測測站位置

戰，許多國家已致力於海洋環境與生物資源之基礎探測及資料庫建置，最著名的即是 1949 年展開的 CalCOFI (The California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations) 計畫，調查內容包括了大量的海洋物理、海洋化學分析，生物方面則從浮游植物、浮游動物、魚卵及仔稚魚都有詳盡的調查，按季調查迄今 64 年未曾間斷。CalCOFI 是由美國國家海洋漁業局 (National Marine Fisheries

Service) 之西南漁業科學中心 (Southwest Fisheries Science Center) 與加州大學聖地牙哥分校 (University of California, San Diego) 之 Scripps 海洋研究所 (Scripps Institute of Oceanography) 以及加州漁獵局 (Department of Fish and Wildlife) 共同執行。CalCOFI 最初是為因應 1947 年沙丁魚危機而生的，希望透過海洋觀測來找出影響沙丁魚資源變動的原因。相較於其他海洋觀測計畫，CalCOFI 相當特別的地方在於同時具有純學術性與產業目的，網羅了海洋學家、漁業科學家、漁業管理者及產業界共同參與。歷經 60 餘年的累積，CalCOFI 的資料除了用來管理其生物資源外，在近期越來越常被用來探討 ENSO、PDO 等長期氣候現象對加州洋流區生態系統的影響，提供氣候變遷相關研究所需的長期資料序列。

嘗試以任何單一年或有限的數年間的資料來推估生態系的動態很可能會產生謬誤，管理決策與措施會因為未考量生態系內在的長期變異性而失敗。Hsieh 等人於 2006 年發表在「Nature」期刊的突破性研究，便是利用這個獨特的仔稚魚資料序列來證明漁撈行為會提高系群豐度的變異性，此假說在過去雖已被提出，但因欠缺長期觀測資料而無法證實，這也映證了 CalCOFI 長期累積資料的重要性。

海洋環境監測在管理與經濟上的意義

海洋環境監測除了在水產資源與海洋生態研究上扮演關鍵性角色外，從管理與經濟

角度加以探討，其重要性主要包括了海洋漁業生產的風險評估與風險管理、生態系服務功能價值評估的實證研究，以及發生海洋污染、工業開發時造成損害所衍生的補償參考等，以下分別詳述之。

一、漁業生產風險管理

漁業為高度依賴環境資源的產業，因此環境變動所產生的資源量變化，對於海洋捕撈業而言，可視為生產行為的環境風險因子，因此環境風險的變動將造成漁業生產的未知性 (unknown) 與不確定性 (uncertainty)，進而影響漁業產量 (漁獲量) 及產值 (漁獲品質與價值)。就理論而言，風險的意義是危害發生的機率乘上危害發生的影響程度，也就是統計學中的期望值 (expected value) 概念，因此以管理手段來降低風險基本上可透過兩個途徑進行，其一是降低風險發生的機率，另一方面則是降低風險發生的危害程度。此外，根據風險管理理論，在實施各種風險管理措施之前，須先進行風險辨識 (risk identification) 及風險評估 (risk assessment) 等工作，因此海洋環境監測可作為良好的風險辨識與評估之工具，藉由海洋環境變動的觀察以瞭解漁業長期生產風險對於產值及產量的關聯性與實際情形，實為風險辨識的途徑；經由環境監測所獲得資料進行環境變動的未來預測與變動分析，則可視為風險評估的良好工具。因此透過海洋環境監測及其分析結果，將有助於經營者進行風險管理並即時做出生產行為調適，使得氣候及環境改變對漁業生產的影響程度得以降低。

二、生態經濟價值推估

生態系服務價值評估的研究為近十年國

際間重視的研究議題，過去發展出包括市場價值評估法、替代市場價值評估法、效益轉移法等研究方法進行經濟價值評估（陳等，2003；鄭，2009）。一般來說，所評估的自然資源財貨或生態服務如果屬於市場財，可以採取市場價值評估法，經由市場直接消費行為來計算自然資源的經濟價值；倘若所評估對象屬於非市場財貨，則須以替代市場價值評估法或假設市場價值評估法進行經濟價值的評估，此外如果受限於人力、物力與預算等，則可選用效益轉移法等方式進行評估（陳等，2003）。然近年來生態服務的評估由於聯合國相關計畫（例如 Millennium Ecosystem Assessment, MEA 或 The Economy of Ecosystem and Biodiversity, TEEB）的支持與推動下，各種生態系服務的定義及分類更為明確以利相關研究發展，因此評估方式與技術亦不斷地改良精進，除了前述各種市場價值評估、假設市場評估等方法，亦有研究採用環境資料加以換算其市場價值，來做為生態系服務價值評估的方法。舉例來說，海洋生態系服務當中的調節服務，已有研究採用海中葉綠素的濃度作為固碳量的評估指標，經由公式換算推估後，可由葉綠素濃度得知單位面積海域中的固碳量，再經由國際碳交易價格作為生態系服務單位面積固碳量的價格，進而推估得出特定海域中生態系服務中調節服務的潛在固碳價值。

三、環境受損補償之參考

海域污染或者海岸開發等行為對於海洋環境有極大的影響，首要衝擊就是漁業生產、漁民收益及權益關係人（stakeholders）的利益。國內海岸工業開發或者海域污染發

生時，係依行政院農業委員會頒訂的「漁業權補償基準」進行補償金額的計算，在專用漁業權補償金額依該基準主要從以下幾個面向去綜合評估，包括了處分海域的漁業經營管理損失、入漁權人往返漁場作業增加之經營成本、漁獲淨收益之損失、漁業資源及生態復育所需經費、處分海域投資成本、處分海域投資效益損失及入漁費收入損失、平均淨收益，以及該海域之生產力豐度比值等指標。由上述評估指標可以得知，長期的漁業資料蒐集與建立有助於真實的反應出漁業活動情形，結合周邊水域生產力與生態資料可作為補償金額計算的重要數據來源。除此之外，國際商船擱淺或污染事件發生時，倘若進行國際訴訟與補償談判，權益受損者（如漁民、漁業權人）必須自行舉證損害事實，所以需要有完整且具有公信力的佐證資料，才能真實的反應出應受到的補償金額多寡，因此海洋環境監測工作對於補償資料蒐集與金額估算具有相當的參考價值。

結語

掌握海洋環境動態是水產資源研究的基礎，對於漁業經營管理、生態經濟研究與環境受損補償上也具有相當的重要性，因此海洋環境監測需長期有規劃地繼續推動。目前 CalCOFI 的年度經費約 3 百萬美元，TaiCOFI 計畫的人力與經費規模雖難以望其項背，但所獲得的環境數據除繼續應用在水產資源研究外，未來期許能提供跨領域研究者應用在多元面向之研究，促使海洋環境監測工作的重要性更加彰顯，成果能更趨完善。