

海洋藍碳 × 自然解方 × 企業 ESG 學術論壇活動紀實

楊一男、何源興

水產試驗所東部漁業生物研究中心

在全球碳有價化的時代，人類對海洋的碳封存能力寄予厚望。作為地球最大的自然碳庫，海洋藍碳生態系統能夠吸存大量的二氧化碳，有助緩解全球氣候變遷，維持生態多樣性，例如濱海的海草床、紅樹林和鹽沼等，不僅創造多樣性豐富的生物基因庫，甚至是許多珍稀瀕危的海洋生物的棲息地，同時減緩海岸被波浪侵蝕，為沿海社區人民提供防護。此外，海洋藍碳還提供了生態系服務 (ecosystem services)，如淨化水質、維持漁業資源和調節地區性微氣候等，再來是創造就業機會，為沿海社區的居民創造新形態的就業機會，包括生態旅遊導覽、永續漁業生產和長期生態監測等，有助於推動沿海地區的經濟和社會發展。鑒此種種，本所特別

與國立臺東大學合作，於 2024 年 5 月 24 日在臺東大學知本校區舉辦「海洋藍碳 × 自然解方 × 企業 ESG 學術論壇」(圖 1)，邀集國內各大海洋生態與碳化學領域知名學者、熟稔碳交易與碳定價制度的法律學者，以及國內企業公司，共逾 130 位嘉賓與會，展開精彩的學術交流和跨領域對話。

本論壇由國立中山大學海洋科學院洪慶章特聘教授揭開序幕 (圖 2)，洪老師提及海洋碳吸收與碳封存能力更勝陸域的綠碳，除了陸緣區域的海草與紅樹林以外，若納入臺灣周圍海域的碳儲存量則未來具有極大發展潛力，例如美國科學家 Di Jin (2020) 估算全球深海藍碳 (biological carbon pump) 的經濟價值可達約 2,000–7,000 億美元，英國科學



圖 1 國內海洋生態與海洋碳化學領域重量級學者齊聚一堂

家 Manuel Barange (2017) 研究表明，北大西洋深海藍碳因暖全球化現象，導致深海蘊藏藍碳價值減損可達數百億美元。洪老師進一步指出，依據中山大學「碳索實驗室」完成的海藻碳捕捉研究，假若以臺灣可利用海域為 1 萬平方公里進行估算，每年約可捕捉 2,700 萬噸的二氧化碳，是值得開發的藍碳經濟。研究結果證實海木耳、菊花心種龍鬚菜 (*Gracilaria tenuistipitata*)、傘房龍鬚菜 (*G. coquronopifolia*) 等臺灣本土大型藻皆具有良好碳吸收潛力，因此未來將更積極建立臺灣海藻的碳匯係數，以及碳匯方法學，並將海藻栽植規模擴大到千噸級。

國立政治大學法學院許耀明教授講授「氣候變遷法治與碳交易：國際、歐盟與臺灣觀點」(圖 3)，主題涵蓋國際氣候變遷法制、碳盤查制度、碳交易制度及簡單提及歐盟 CBAM 與 WTO 制度，拋磚引玉提出全球暖化與氣候變遷之國際承擔義務、臺灣的法制之改革、相關氣候法規遵循與自願遵循的差異、市場機制或政府介入管制的異同，最後提出一個大哉問：碳定價是新的負擔或新的契機？有待科學家、法政學者與企業等不同利害關係人跨領域的對話與共同努力。

緊接是海藻藍碳組，由本所葉信明副所長提出「臺灣離岸人工藻床研究現況及碳匯潛力」，葉副所長解析臺灣西部海域的漁業特徵，並且分享本所於臺灣周邊沿海正在進行的離岸風機大型藻類養殖成果，未來也將強化建立不同海洋生態系統的空間異質性的基線資料 (baseline)，持續測量不同時間尺度 (潮汐、季節和年度) 和空間的碳通量，以及建立標準的海藻生態系統量測方法學和科學

性的量測、報告與驗證機制 (measurement, reporting, verification, MRV)，最後是研發近海人工藻場建置技術 (Offshore artificial seaweed bed)，期盼讓「綠能」、「漁業」、「碳匯」相輔相成，創造屬於臺灣特色的藍碳經濟。

無獨有偶，海洋委員會國家海洋研究院周立進助理研究員提出講題「開發陸域水槽養殖新興海藻量化技術」，研究成果包含：陸域水槽培育藻類技術、養殖新興海藻技術、海藻量化技術，以及海洋教育推廣。目前本所與國海院合作進行的陸域和海域海藻藍碳科學研發，已獲得重大進展與突破。

下午場則由海草與紅樹林瀕海藍碳組重磅登場，首先由國立中興大學林蔚任博士講解「建立藍碳自願減量方法」(圖 4)，目前環境部公告兩件與海洋藍碳相關的溫室氣體自願減量專案草案，皆出自林幸助老師實驗室 (相關量測方法學與制度規範，可於環境部官方網站下載詳閱)。緊接著由國立臺東大學生命科學系呂佩倫老師講授「臺灣海草碳匯與復育」，呂老師深入淺出介紹墾丁、澎湖、東沙等重要海草棲地發展現況，以及國內相關研究較少的海草分類學與分子親緣關係；同時與本所澎湖漁業生物研究中心冼宜樂先生的主題「澎湖海草床復育與 ESG 專案」相互呼應 (圖 5)，澎湖中心率先全臺灣已與上市金融公司達成 ESG 專案，並證實海草生態系除了藍碳經濟以外，同時具有增加沿海生物多樣性與增加漁業資源的多項利基。濱海的藍碳生態系統如鹽澤、紅樹林以及海草床，也是農業部未來發展的重大目標之一。

論壇尾聲，由國立中山大學海洋科學院

劉莉蓮副院長（圖 6）與國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所周文臣特聘教授（圖 7），分別帶來與養殖漁業息息相關的「異常干擾對魚塭養殖碳排之影響初探」，以及從海洋角度剖析「隱形藍碳：溶解態無機碳和溶解態有機碳」。劉老師演講主軸緊扣碳中和目標下，臺灣水產養殖漁業現況，並以虱目魚和文蛤池碳通量定量結果提出未來改善養殖技術的建議。周老師作為壓軸學者，為現場嘉賓帶來顛覆性思考的觀點，傳統上定義沿岸藍碳的（有形藍碳）包含特種濱海植物（紅樹林、鹽沼、海草床），主要是透過光合作用所吸收碳，並儲存於地上、下部植物體、地上部碎屑和沉積物中的有機質中的顆粒性有機碳（POC），但是海洋中潛藏更龐大的確被忽視的「隱形藍碳」，以離子狀態存

在於海水中的溶解態無機碳 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} （鹼度）之生物代謝活動所生產溶解態有機碳（DOC）與惰性溶解態有機碳（Recalcitrant Dissolved Organic Carbon, RDOC）。因此，如果只側重 POC 的量測，而忽略 DIC 和 DOC 對海洋藍碳的貢獻，可能會嚴重低估海洋藍碳的碳匯潛能。

本次論壇不僅讓學者暢所欲言，並保留充分綜合討論時間，讓現場嘉賓能與學者實質交換意見。本所推行藍碳經濟時，除了追求維持生物多樣性、導入公正轉型、達成環境永續發展等面向外，同時兼顧產業發展與沿海漁村的地方創生。希冀未來與國內外產官學研各單位有更多的合作空間，攜手從社會面、經濟面、科技面多管齊下，奔向 2050 淨零排放！



圖 2 洪慶章特聘教授主講「臺灣藍碳碳匯現況與未來藍碳開發方向」



圖 3 許耀明教授主講「氣候變遷法制與碳交易：國際、歐盟與臺灣觀點」



圖 4 林蔚任博士主講「藍碳自願減量方法學」



圖 5 呂佩倫副教授主講「臺灣海草碳匯與復育」與洗宜樂技工的「澎湖海草床復育與 ESG 專案」相互呼應



圖 6 劉莉蓮副院長主講「異常干擾對魚塭養殖碳排之影響初探」



圖 7 周文臣特聘教授主講「隱形藍碳：溶解態無機碳和溶解態有機」