

邁向淨零排放： 藍碳科研補強農業永續

撰文 | 水產試驗所 許嘉閔、冼宜樂

前言

農業部水產試驗所（以下簡稱水試所）近年積極將研究重心延伸至藍碳科研領域，以海草復育為核心，全面連結氣候政策與漁業永續目標。面對全球氣候變遷，我國已將「自然碳匯」納入2050淨零排放十二項關鍵戰略之一。在眾多自然碳匯類型中，涵蓋海草床、紅樹林與鹽沼的「濱海藍碳」系統，因具備高單位面積碳儲存能力，逐漸受到政策與科研界重視。然而，從整體減碳結構與科學實證來看，濱海藍碳的角色並非達成淨零目標的主力，而是支撐國家淨零目標的「最後一哩路」。

政策定位： 藍碳為輔助抵銷而非減排主力

根據我國2023年溫室氣體總排放量統計，全年排放量為 278.63 百萬公噸（MtCO₂e），扣除森林、海洋及土壤等自然碳匯的 21.73 MtCO₂e 後，淨排放量仍達 256.90 MtCO₂e，顯示目

前自然碳匯僅能抵銷約8%的年度排放量。另依國家發展委員會推估，2050年淨零路徑仍須以能源轉型、產業減碳及效率提升為核心，以2005年基準年排放291.0 MtCO₂e 透過減排229.0 MtCO₂e，仍剩餘62 MtCO₂e 難以消除的碳排放，最後再由碳捕捉技術（CCUS）與自然碳匯共同抵銷剩餘排放。其中，自然碳匯預估包含森林碳匯22.5 MtCO₂e、海洋碳匯1.2 MtCO₂e 及土壤碳匯0.1 MtCO₂e，海洋碳匯僅約占自然碳匯總量5%。

此一比例揭示淨零排放的核心邏輯：必須先透過能源轉型、產業減碳與效率提升，大幅削減約9成排放來源，剩餘最難去除的部分，方能仰賴自然碳匯抵銷。因此，濱海藍碳科研的政策定位，在於強化碳匯品質與穩定性，並發揮多重生態效益，透過生態系保護、復育與永續管理，支撐最終的殘餘排放管理，而非作為主要自願減量手段。

海草床生態功能與退化壓力

海草床作為重要藍碳棲地，其保護與復育具有實質意義。海草不僅為魚類與底棲生物提供關鍵棲息環境，更具備長期碳封存功能。然而，全球海草床自1930年代以來持續退化，目前每年以1.5%的速度消失，迄今面積已縮減近30%；臺灣本島與澎湖地區亦流失約三分之一。

造成海草衰退的原因包括海岸工程開發、港灣疏浚、水質污染及氣候變遷，尤其在近岸水泥化與底質改變的情況下，海草附著與生長條件遭到破壞，自然恢復能力顯著下降。國內海草床因漁港設置、航道疏浚、海岸水泥化及不當漁法等因素持續萎縮，導致生態效能降低、生物多樣性下降，並間接影響近岸漁業資源量。在自然恢復力受阻的現況下，透過科學方法進行主動復育已勢在必行。

水試所海草復育技術體系建立

水試所為國內最早投入海草復育的單位，相關研究始於2014年，由澎湖漁業生物研究中心在澎湖通梁淺坪海域進行復育試驗，成功建立海草床復育技術。近年復育範圍已擴展至澎湖數處海域，並將復育區應用於蟹苗、螺類及魚苗放流，對增裕沿海漁業資源展現正面效益。

農業部水產試驗所近年來推動的藍碳科研，已逐步建立系統化復育技術。



水試所研究人員於試驗海域，以根狀莖法進行海草佈植工作。



澎湖通梁海草復育區之海草面積大幅擴大，繁茂的草床不僅能發揮長期碳封存功能，更形成健康的生態庇護所，實質吸引大量魚苗與底棲生物群聚。

首先，在種源管理方面，透過建置海草種原庫與人工培育機制，降低復育過程對天然棲地的干擾，並確保種源供應的穩定性與多樣性。其次，在作業技術上，研究人員除了親自下水進行科學佈植外，亦積極導入機械化移植設備以提升效率；同時研發海草種植後輔以網片保護之科學防護措施，有效阻隔大型草食性魚類啃食與底棲生物擾動，大幅提高植株存活率與擴展速度，並提供微型庇護空間，吸引仔稚魚群聚，穩定棲地生態。

此外，透過將漂流藻類轉化為有機藻肥之資源循環模式，不僅能有效改善水體環境，亦能促進海草生長與碳吸存能力。整體而言，當前技術發展已由單純擴大復育面積，轉向強化單位面積碳匯效能與生態穩定性。

廢棄鹽田： 可規模化的藍碳場域

臺灣自2002年起停止機械化曬鹽，相關鹽灘地成為閒置用地。以嘉義地區鹽業用地為例，部分區域過往因與重要野鳥棲地熱點重疊而排除光電開發，後續由社團法人高雄市野鳥學會認養並改善生態棲地。利用鹽業用地復育海草床，不僅能進行生態修復、增加碳匯功能，海草床豐富的生物資源亦可提供過境候鳥食物來源，對提高生物多樣性具正面效益。呼應「2050淨零轉型」政策，水試所自2025年起透過團隊合作，導入機械化移植設備以大幅提升移植效率並降低人力成本，嘗試將廢棄鹽田轉

變為藍碳生產基地，打造可擴展的自然碳匯結合藍碳治理，此模式同時兼顧生物多樣性維護、減災滯洪功能，提高臨海地區面對極端氣候的韌性系統。

跨域協力與社會參與

藍碳發展亦需跨部會協力與社會參與。透過與觀光、環境教育及地方創生結合，可提升社會對海洋保育與碳管理的認知，並創造多元價值。企業ESG機制的資金引導有助擴大復育規模與長期管理能力；地方社區的參與同樣關鍵，唯有建立在地共管與利益共享機制，方能確保碳匯資源的永續利用。

自然解方是達成淨零排放的重要路徑，其前提是保護、修復與妥善管理自然生態系，使其發揮應有的生態功能與碳吸存潛力。藍碳的價值在於提供具科學基礎且相對穩定的碳吸存機制，而非取代減排本身。在淨零轉型的長期進程中，藍碳是一項需要扎實科研與實務累積的基礎工程。



水試所於廢棄鹽田導入機械化設備與建構規模化藍碳基地，透過自動化機具提升佈植效率，並活化閒置空間，實質吸引過境候鳥棲息，兼顧碳匯功能與生物多樣性。



水試所倡議成立「海草復育聯盟」，展現跨部會與學研單位之結盟成果，為可規模化的濱海藍碳治理奠定跨域協力基礎。

水試所未來展望與結論

綜合而言，邁向淨零排放的關鍵，仍在於能源系統的去碳化與產業結構轉型，自然碳匯則扮演補足殘餘排放的重要角色。未來政策應在尊重科學上限與生態承載的前提下，持續精進復育技術、強化監測能力，並審慎評估新興技術的可行性與風險。

未來水試所團隊也將以此為標的，持續與企業及社區合作，基於自然解方推動以下具體工作：

一、棲地修復與改善

藉由劣化棲地環境改善，增加海草可生長之面積，並對已退化或劣化的海草床施以精密修復。

二、種原庫建置

完善海草復育種原庫，作為提供海草復育之穩定供苗供應場域。

三、漁業資源增裕

結合自然回復資源（如短脊槍蝦）或透過放流種苗，落實海草床漁業資源之增裕。

隨著海草床的保護與修復規模逐漸擴增，並透過上述模式合理利用海草床，方能實質達到碳吸存之目標。唯有在國家9成減排具體落實的前提下，藍碳所代表的自然碳匯方能穩健補齊最後一哩路，而水試所正以扎實的科學研究與實地行動，為我國農業永續與淨零轉型的最後拼圖持續奠定堅實基石。🌱