

因應氣候變遷之 水產養殖調適策略

撰文 | 水產試驗所 黃淑敏



氣候變遷與全球水產養殖之挑戰

聯合國糧農組織（FAO）2024年報告指出，2022年全球水產養殖產量達1.309億公噸，產值達3,130億美元，產量首次超越捕撈漁業，占全球水產品總產量的51%，成為支撐全球蛋白質需求的核心力量。然而，這項支撐全球糧食安全的支柱，正因為高度依賴自然水體與環境穩定，面臨氣候變遷帶來的系統性威脅。

這種威脅首先體現在生物生理的極限挑戰。全球氣溫預計在本世紀末上升1.5至2°C，對魚類與甲殼類等變溫動物之代謝、生理及免疫系統造成顯著壓力。當環境變動超越生物的耐受閾值，將引發一系列連鎖反應：水溫升高直接導致冷水性魚類死亡率增加；大氣二氧化碳濃度上升引發海洋酸化，干擾貝類鈣化作用（研究指出大西洋蠔幼苗在酸化環境下存活率可能下降50%）。此外，極端降雨及颱風頻發，不僅損毀基礎設施，亦誘發弧菌（*Vibrio spp.*）滋生，若養殖者因此增加投藥，將加劇微生物藥物抗藥性（Antimicrobial Resistance,

聯合國糧農組織（FAO）提出「藍色轉型」（Blue Transformation, 2022-2031）路徑圖，強調透過政策倡議、科學研究與能力建構，促進水產養殖在降低環境足跡的同時達成永續成長。

AMR）之風險。面對高度不確定的環境波動，全球水產養殖業必須透過結構性的調適框架，重構產業韌性。

現今全球調適方針： 從反應式救助邁向主動式治理

目前國際間已將氣候調適納入國家級發展計畫，並由災後補救轉向主動治理。聯合國糧農組織（FAO）提出「藍色轉型」（Blue Transformation, 2022-2031）路徑圖，強調透過政策倡議、科學研究與能力建構，促進水產養殖在降低環境足跡的同時達成永續成長。為提供實務操作工具，FAO進一步發展「水產養殖氣候調適框架工具」（Aqua-Adapt），引導各國建立涵蓋目標族群界定、氣候預測、風險評估、調適規劃、措施落實及持續監測回饋等六大步驟之動態管理流程。

美國國家海洋暨大氣管理局（NOAA）推動「漁業氣候科學戰略」（NCSS），設定7項優先目標，包括將氣候量化資料納入漁業管理指標、預測生態系變遷趨勢，以及建立早期預警系統，以維護其龐大海洋經濟體系。歐盟則於2021-2030年水產養殖策略中，結合「歐洲綠色政綱」（European Green Deal）與「從農場到餐桌」（Farm to Fork）戰略，致力於降低抗生素使用並提升有機養殖比例，以兼顧環境永續與食品安全。

領先國家案例分析： 技術創新與政策改革

挪威

以環境表現為核心的配額制度

挪威於2025年白皮書《水產養殖的未來》中提出重大政策轉向，由傳統產量管制改為以「環境績效」為核心。例如導入「海蝨配額交易制度」，將環境成本內部化；業者若透過封閉式循環系統或智慧監測有效控制海蝨感染率，即可獲得擴產誘因。此外，挪威設定5%死亡率門檻，對超標部分課徵費用，以促使業者強化動物福利與疾病管理能力。

韓國
日本**智慧化與設施型養殖發展**

南韓推動「智慧養殖聚落」(Smart Aquaculture Clusters)，如釜山示範區導入陸基循環水系統(RAS)，水資源回收率達99%，有效降低氣候風險。同時，政府建置大數據平臺，運用人工智慧進行疫病預警。日本則自2023年推動陸基養殖通報制度，截至2025年申報案件已達740件，顯示產業正加速向高可控性之設施型養殖發展。

中國

綠色轉型與碳匯導向發展

中國於「十四五」漁業發展規劃中，設定2025年養殖產量達6,900萬噸，並著重於既有養殖區之標準化升級。其策略包括發展深遠海養殖平臺以分散沿岸風險、推動長江十年禁漁以恢復生態系統，並積極發展貝藻類碳匯機制，結合碳交易制度促進綠色生產。

越南

主動調適與生態共生模式

越南於2021-2030國家發展計畫中明確納入氣候調適目標。在湄公河三角洲地區，推廣「紅樹林-蝦」共生系統，利用紅樹林作為天然屏障以因應海平面上升，並搭配耐鹽性物種混養，降低對外部飼料之依賴，提升系統韌性。

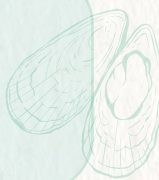
**構築臺灣水產韌性：
從「災後救助」轉型為「風險管理」**

臺灣周邊海域表溫自1980年代以來已上升逾0.7°C，升溫速率達全球平均兩倍。面對日益嚴峻之環境變遷，我國水產政策亟需由傳統補償導向，轉型為系統化之風險管理。近年國內調適策略主要聚焦於四大面向：

1

在物種策略方面

推動戰略性物種選育，強化耐高溫及抗環境緊迫品系之開發，並落實「適地適養」原則，兼顧經濟可行性與環境適宜性。



2 推廣可利用天然生產力之養殖模式

以降低對進口魚粉與魚油之依賴，進而緩解飼料成本上升所帶來之經營風險。

3 在智慧化管理方面

持續推動「智慧漁業計畫」，透過物聯網（IoT）感測器即時監測pH值、溶氧及氨氮等關鍵水質參數，並結合人工智慧（AI）與大數據分析，建立即時生產預警機制。當系統偵測到水溫異常或藻華發生徵兆時，可即時通知養殖戶，或自動啟動增氧設備、調整投餌等應變措施，將氣候風險轉化為可管理之生產參數。



運用微氣候監控系統蒐集場域參數，輔助養殖戶掌握微氣候變化並精準調整管理策略。



智慧化餵飼管理系統介面。透過自動化記錄投料數據與遠端監控功能，養殖戶可精準掌握殘餌狀況並即時調整給飼策略，有效降低飼料成本並維護水質穩定。

4 在疾病防治方面

因應氣候暖化導致病原擴散風險上升，應推廣益生菌（probiotics）應用，以優化水體及養殖生物腸道微生態，逐步取代傳統投藥模式，以降低抗藥性風險。同時強化場域生物安全管理，導入PCR分子診斷技術進行快速篩檢，以精準阻斷極端氣候條件下之病原傳播途徑。



水試所研發之益生菌飼料包覆技術。經實證投餵牛仔魚，能顯著增強魚體抗病力並提升育成率，達成省工、環保及食安之三贏目標。

結語

氣候調適是一場漫長的馬拉松。國際經驗顯示，未來的產業競爭力不在於盲目的產量擴張，而在於如何以最低的環境代價產出高品質蛋白質。臺灣具備厚實的水產科技基礎，未來應持續整合數位科技、金融工具（如氣候參數保險）與生態管理技術，強化產業韌性，確保水產品穩定供應，以維護國民營養與糧食安全。