

從氣候變遷談水產養殖發展及淡水資源利用的策略

劉富光

水產試驗所

全球氣候變遷對水產養殖水資源利用之影響與衝擊，大致有：(1)氣候變遷使得氣候異常（暴風雨、大乾旱）的頻率與幅度加大，而導致淡水資源的不穩定。(2)溫度上升，使水的蒸發量提高，大幅減少河流、湖泊及水庫的水量，不但養殖用水源因之減少，也影響上述水域的漁業資源。(3)氣候暖化，使冰水溶化，致使海平面上升而淹沒沿岸養殖魚塢與淺海養殖場，同時，地下水鹽化與海水入侵，也會壓縮淡水資源。

除了規劃實施的純海水養殖、淺海養殖以及海上箱網養殖以節約淡水資源外（圖1），茲將其他因應氣候變遷水產養殖發展及淡水資源利用的策略概述如后。

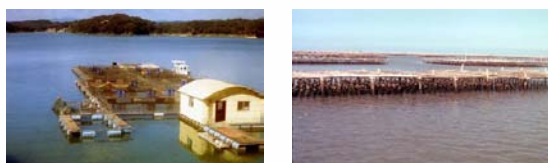


圖1 箱網養殖(左)與牡蠣淺海養殖(右)

發展生態養殖

因應環境的變遷，未來全球水產養殖將由現今的單一型朝向生態型發展，養殖的開發必需兼顧環境的平衡與和諧友善，主要的研發課題有：

一、開發濕地養殖

濕地是由水棲生物和濕性環境構成的特殊自然綜合體，它位於大氣圈、岩石圈及生物圈的交匯處，是各種能量和物質交換和作用的場所。它是地球上最重要的生存環境和生態系統，具有穩定環境、物種基因保護及資源利用的功能。

濕地作為一種獨特的生態系統，它是各種主要溫室氣體的來源與聚集場所（例： CH_4 、 N_2O 及 CO_2 ），在全球氣候變化中有著特殊的地位與作用；另一方面，全球氣候變化又有可能對濕地生態系統的面積、分布、結構及功能等造成巨大影響，並有可能引起溫室源匯的轉化，進而對氣候系統形成回饋（feedback）作用。

此外，人工濕地處理污水技術已經在全球廣泛應用，使得水可以再利用，同時還可以保護天然濕地，減少天然濕地水的損失。再者，將人工濕地作為水質淨化應用到池塘養殖，通過人工濕地高效的水質淨化作用，可維持養殖池塘良好的生態環境，因此該系統係一項可行的環境友好型生態養殖模式。

二、推廣農漁綜合、混合養殖或輪養模式

水產養殖往往造成養殖水體的富營養化

或優養化，對周邊水域環境與生態會產生相當的危害與衝擊。假使能推廣大型池埤以蓄水方式來養殖魚種，則對水資源的維護，具有下列作用：(1)可以貯存水量避免水資源流失；(2)非屬流水式養殖，且不常換水，可減少水資源的浪費；(3)利用富營養的養殖排放水來灌溉稻田或其他農園；(4)可淨化養殖排放水，又可節約農業灌溉用水。

這便是有效利用水資源的農漁綜合養殖模式（圖2）。



圖2 農漁綜合養殖

利用魚類的生態習性，不同的食性與生活水層，放養合理比例與密度的各魚種，使得養殖水體能夠維持最大的自然生產力，藉資降低人工飼料的投餵，且可發揮天然生態水域自淨能力，而保持優良水質。因此，混合養殖便成為達成此目標的不二法門。

老舊的養殖池，因殘餌及池魚排泄物的累積，造成底土的腐敗而使得池塭環境惡化，不利池魚成長。因此定期讓魚池休養或輪養，不但可維護池塘的環境，並可節約養殖用水。

三、鼓勵從事雜食性或草食性低營養層級魚蝦貝類養殖

雜食性魚類計有：吳郭魚、虱目魚、白蝦及海水蝦等；草食性魚類計有：貝類（牡蠣、文蛤、蜆等）及鯉科魚類。上述這些魚類可以直接攝取池中餌料生物，並充分利用天然生產力，且不需要高含量動物性蛋白

質，因此，可以節約魚粉與魚油的使用量，進而確保水質（圖3）。



圖3 文蛤養殖(左)與虱目魚養殖(右)

推廣節水養殖

養殖業者為維持水質乃大量抽取地下水，造成台灣西南沿海地區地層下陷而衍生海水入侵、妨害防洪安全及土地鹽化等戕害水土資源等不良後果，對整體社會經濟發展及環境生態之維護，構成負面之影響與衝擊。為有效降低淡水使用量，確保淡水漁業之持續發展，推廣節水養殖，如：淡水循環水養殖模式之建立與使用、零換水式養殖或池埤養殖等，實為當前刻不容緩的重要課題。

發展有機養殖

有機水產養殖是不使用任何化學合成物質，主要依靠系統中可再生資源的轉變、循環利用及嚴格的環境管理來維持養殖體系的生產力，既保護生態環境，又保證食品安全。有機養殖涵蓋的範圍主要有：(1)養殖活動不可以對環境產生負面的影響；(2)採用自然養殖方法，不用激素、抗生素或營養添加劑；(3)限制養殖密度，意即發展適度養殖；(4)盡可能採混養方式，以形成可持續性生產體系；(5)不得使用合成殺蟲劑、除草劑、生長素和色素；(6)養殖品種和飼料不涉及基因轉殖技術；(7)飼料和肥料必需來自已經認證的

有機產品；(8)減少或避免使用魚粉、魚油飼料；(9)不得使用無機肥；(10)不得過多或不恰當用水；(11)限制使用能源（如供氧設施）；(12)兼顧與生態環境的和諧與平衡，並加強養殖生態保育與資源的管理工作。

開發大型藻類與魚蝦貝整合養殖

海帶、紫菜、裙帶菜及麒麟菜等大型海藻，具有很高的初級生產力，在不到海洋 1% 的沿岸帶構成海洋總初級生產力的 10%。它可以優化海洋生態系統結構、參與海洋碳循環、延緩海域富營養化及控制赤潮。這些大型藻類，可提供各種海洋生物棲息場所，形成豐富生態系，其所發揮之海域生態功能包括有：減緩水流、形成多樣性的生物生存空間、富含天然餌料，可提高天然生產力，為魚、蝦、貝類的產卵及孵育場所。因此，大型藻類如與魚、蝦、貝類整合養殖則具有生態的互補性，它們可吸收養殖生物排放到水中之多餘營養鹽，將之轉化為藻類成長所需之營養源。另一方面，大型藻能夠吸收氮、磷等營養鹽，淨化水質，吸收固定 CO_2 ，進行光合作用產生水中 DO、調節水中 pH 值，進而達到環境的生物修復與生態調節功能。

發展設施（溫室）養殖

為了維持池魚在合適的水溫環境範圍，以利養殖魚類的正常生長，同時，也為了避免池水水溫受到天候的突變，忽冷或忽熱以及白天或夜晚所造成溫差的急驟變化，而影響池魚的成長甚或造成傷害與死亡，有需要

採用設施（溫室）的養殖方式，以因應環境天候的驟變（圖 4）。



圖 4 設施養殖

研發可永續利用的水產飼料

根據報導，由海洋捕撈約 2 kg 的下雜魚來製造飼料魚粉，僅僅可生產約 1 kg 的養殖魚，就全球水產生產的角度而言，這是一項能源生產的損失，長久以來，被環保及綠色組織所詬病。因此，以植物性原料來部份或完全代替魚粉或魚油的飼料研發，被認為是解決此問題的有效策略。

開發能適應極端氣候的養殖魚種

應開發可以抗逆境、能忍受較高、較低水溫或在異常天候環境下還能維持正常存活率與成長率的養殖魚種。尤有甚者，如能發展在極端氣候仍然能繁殖的魚種，則是面臨氣候變遷衝擊更直接的因應措施。

積極執行以藻類作為替代性生質能源原料的研究

世界各國都相繼投入「微藻生質燃油」的相關研究，一則可提升固碳效率，另則可增加生成藻體的附加價值。此外，大型海藻富含多醣及纖維素，極可能為第三代生質酒精原料，同時也有淨化海域環境的效果。