



# 氣候變遷對水產養殖 與水生動物疾病 之衝擊與因應策略

黃淑敏<sup>1</sup>

## 一、前言

臺灣地理位置處於熱帶至亞熱帶之間，以及歐亞大陸棚區與太平洋交界區，具有得天獨厚之養殖優越條件，使臺灣一直以來擁有養殖物種多樣性之發展利基。自1970年以來，全球水產養殖業年平均增長近10%，2013年達到6,600萬噸，其中亞洲占全球水產養殖產量的大部分(90%)。到2030年，魚類和其他水產品的養殖產量將需要翻倍才能滿足不斷增長的需求(世界銀行，2014年)。依據「臺灣氣候變遷科學報告2017」發現臺灣現在相較於過去的氣候狀態已有明顯的變化，其中包括氣溫變化和降

雨改變趨勢(一)氣溫變化：全年平均氣溫升高、夏天極端高溫頻率增加、強度增強；(二)降雨改變：乾濕季節差異性越趨明顯、夏、秋季降雨及極端強降雨與少雨之極端趨勢增加、颱風發生強度與降雨量之增加等改變事實，在在考驗國內重要養殖物種之生理抵抗力、養殖設施與管理措施之即時應變或減災能力。此外，高水溫能增快養殖物種之生理代謝和能量需求，也促進病原菌之複製能力促使疾病進展更快，加劇致病性病原菌之傳播能力，導致大規模疫病的爆發，無形間增高養殖業的生產損失風險。面對氣候變化之事實，與時俱進擬定具體預防、減災與對應策略，協助產業

| 註1：行政院農業委員會水產試驗所。

在生產上調適因應，刻不容緩。

## 二、臺灣氣候變遷之事實對水產養殖之衝擊與可能之因應對策

水產養殖發展的當前趨勢是發展集約化養殖系統，以確保經濟上可持續的生產力。然而，集約化高密度物種之養殖條件需求較一般生態養殖更為嚴苛與限制，尤其水生動物對於外界環境變化之敏感性與依存性更勝於圈養之陸生動物。因此，需要更嚴格的管理與環境之維持與監測才能確保穩定生產。

面對氣候變化的挑戰，養殖產業直接面臨之衝擊，包含氣候驟變時養殖環境之緩衝與應變能力、養殖設施之防災能力、養殖物種對應環境緊迫壓力時之調適能力（生長評估、對疾病抵抗能力、對繁殖周期和繁殖行為等），將以直接或間接方式影響養殖生物之存活率、健康程度與上市品質等。對於國內水產品之供應與產業永續經營將增加漁產供應不確定性之風險，針對國內養殖生產調適可進行之短期調適措施與長期之因應改進策略如下（表1）：

（一）耐逆境抗病物種之選育技術的開發：選育適合本地養殖優勢物種，以擴展或超出物種之合適養殖地理範圍來評估合適性；物種可能承受的季節性溫度或鹽度變化，在極端條件

下是否會影響其正常繁殖或生產周期。

- （二）生產方式的調適：針對已有明確氣候變化事實導致生產量減少時，其因應之減災作法可藉由分段式養殖方式讓水生動物遠離不利的養殖環境，以提高存活率並創造分段收成之獲利時機。
- （三）維持養殖物種之遺傳多樣性：透過增加物種之遺傳多樣性，可以降低宿主對機會性或主要病原體之感染機會並增強抵抗力。培植養殖物種之多元性可應對市場上突然性之變動，讓產業有更好的應對能力。
- （四）養殖設施的精進與改良：養殖設施之設置需考量防疫與防災之設計，以減少季節性強降雨後造成養殖池與水質環境變化之影響，依養殖物種之設施需求，例如溢流管與抽水馬達、中央排污管、增氧機之設置與造流；由於水溫之上升增加疾病爆發之風險，因此，防疫型之硬體養殖設施之建置、養殖用水之預先處理與儲存、人員與養殖動物進出之生物安全管控與檢疫設施之設置也需在養殖設施建置時納入規劃考量。
- （五）應用智能監控管理系統與符合生物安全之養殖管理生產技術：藉由系統化養殖設施的建

置、水質的即時監控與管理、優良水體環境之營造、生物安全養殖管理操作與疾病即時檢測與處置減災等策略合併應用，強健水產產業的生產力，奠定穩定生產基礎。

- (六) 改善取水/排水系統公共建設基礎設施：臺灣長久以來養殖用水之供排水路設計規劃不夠完善，進排水並未妥善分離，一旦有疫病發生，極易造成區域內疾病快速傳染與擴散，或因公共設施防洪應災應變能力不足，而造成大區域之災損，相關因應積極作法為收集因氣候環境驟變導致災損之大數據資料，並考量地方區域之天然地形環境之抗災能力差異，提高公共基礎設施之防災應變能力。
- (七) 建立養殖區域即時生產預警系統：養殖業者對於水資源之依

存性極高，養殖用水供應與使用限制之衝擊直接考驗養殖經營者之應變能力並攸關產量穩定。建立即時生產預警機制，例如：氣候條件、來源水質條件、養殖物種產量消長、市場供需等之生產訊息，供養殖戶即時查閱以調整生產因應。

- (八) 規劃合理水產養殖的保險制度：以補救因氣候現象而損失的漁獲，厚植養殖業者面對極端氣候事件之應變能力。
- (九) 發展與優化節水養殖方法：鼓勵養殖戶發展節水特性或友善環境之生態化養殖模式，利用自然生態循環穩定水質，降低水產養殖用水量或養殖用水重新活化再利用以減少對環境的衝擊，達到減少養殖用藥、生產安全的綠色水產品，以達成環境與產業永續經營之雙贏目標。

表1. 氣候變化造成養殖漁業直接影響與衝擊，建議可為之適應措施和長期因應對策

氣候變化性	直接影響	衝擊	調適措施	因應對策
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 溫度</li> <li>• 降雨</li> <li>• 極端事件</li> <li>• 洪水和乾旱</li> <li>• 海平面上升</li> <li>• 鹽度、鹽分</li> <li>• 外來物種入侵</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生理功能：代謝率、能量需求、成長速度、繁殖周期和繁殖行為</li> <li>• 緊迫反應能力</li> <li>• 疾病免疫能力</li> <li>• 水質環境緩衝能力：溶氧、濁度、鹽度</li> <li>• 養殖設施防災能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 產量減少</li> <li>• 物種改變</li> <li>• 疾病增加</li> <li>• 養殖環境之改變與劣化</li> <li>• 生產成本增加</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 養殖設施精進與改善</li> <li>• 耐逆境抗病物種之選育技術的開發</li> <li>• 維持養殖物種遺傳多樣性</li> <li>• 生產方式的調適</li> <li>• 應用智能監控管理系統與精準化養殖生產技術</li> <li>• 發展與優化節水養殖方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 規劃合理水產養殖的保險機制</li> <li>• 政府鼓勵養殖設施改善與精進策略</li> <li>• 建立即時養殖區域生產預警系統</li> <li>• 改善取水/排水系統公共建設基礎設施</li> </ul>

### 三、氣候變遷對水生動物疾病發生趨勢與可能之因應對策

隨著全球化和活體水生動物及其產品之國際貿易量的增加，為水生動物病原體的跨界傳播開闢了新的途徑。集約化之養殖操作為水生病原體提供了理想複製傳播平臺。水生動物之健康受到許多環境變化參數的影響，例如水體溫度、pH值和鹽度以及極端天氣颱風和強降雨等事件。氣候變遷可能會改變病原體（細菌、病毒、真菌和寄生蟲）的地理分布，致病率和致病力以及養殖物種的易感性變化，進而增加新興疾病之出現頻率和傳播的風險。高水溫下，養殖物種因應環境緊迫之壓力增加，促使環境伺機菌之致病風險提高。上述問題皆顯示氣候變化將在現在與未來加劇影響水生動物疾病發生之頻度與傳播之速度與廣度。

面對預期的氣候變化和新興疾病之危害，水生動物的健康安全風險評估，必須有新的因應對策，包含建立有關水生動物健康資訊公開平臺與國際貿易夥伴的疾病狀態之預警即時宣告系統、制定良好的生物安全管制計畫，並以國家糧食安全之戰略重要性來擬訂不同層面之水生動物疾病調適策略，包含：預防策略（降低風險發生的可能性）；減災策略（減少風險事件帶來的影響）；應對策略（降低已發生的風險事件的影響）。

參考聯合國糧食及農業組織（FAO）2018年探討氣候變遷對於漁業與水產養殖業之衝擊文章，提列出攸關水產養殖生物安全相關管控措施並將其對應分屬為預防、減災和應對策略之建議（表2），用以維護水生動物健康和生物安全之國家重要經濟糧食戰略的一部分，許多國家或地區的努力建置之發展方向，重點應放在預警、負責任與有效性水產養殖生物安全和衛生管理方法，並維持健康的生產模式和減少疾病爆發之風險，這些管控措施將需要相關的養殖業者積極參與和政府長期承諾才能達成。從長遠來看，強化水生動物生物安全性之管控，將有益於改善人類健康、促進農業發展、提升食品安全、維持生物多樣性，達到環境保護、增加貿易與強化市場性。

### 四、結論

氣候變化在全球3個不同氣候區域（熱帶、亞熱帶和溫帶地區）與不同緯度上對水產養殖所造成之影響程度不同，其引發之衝擊可能是正面的機會，也可能是負面的損失。FAO 2018年建議，面對氣候環境改變之挑戰，養殖業者與政府各部門應及早評估與建置採取預防和應對氣候變化影響所需之適應性戰略，建構符合生物安全養殖管理之生產技術與水生動物疾病風險管理之實施應用，對於防

止未來區域內水產養殖相關的疾病損失至關重要，透過業界與政府間跨機關之合作，在不同層面上以預防、減災與應對等處置程序來因應氣候變化帶來之產業衝擊。為實現水產養殖產業的永續經營，應用智能養殖環境監控管理系統建立長期監控資訊與即時

之預警管理操作，並藉由養殖設施之精進與生產周期之調適因應、耐逆境抗病物種之選育技術等多方策略因應，以減少我國糧食養殖生產供應鏈之衝擊，並生產符合國際市場需求之水產品，進而達到國內水產養殖業永續經營之目標。

表2. 管理水生動物疾病風險之管控措施與適應之策略

一般性水產養殖生物安全措施	預防	減災	對應
• 風險來源分析。	✓		
• 良好的飼養管理（健康的種苗、適當的飼養密度、水質維持、營養等）。	✓	✓	✓
• 良好的生物安全措施（生物安全生產計畫：物種生產特性瞭解、病原體系統消毒設施、衛生設施如腳/車輛消毒、洗手站、設施生物安全維護如關鍵控制點、健康監控和測試等）。	✓	✓	✓
• 商品追蹤（種苗來源、產品流向、養殖用水和廢水、運輸動物車輛、防疫資材）。	✓	✓	✓
• 記錄保存（生產、水質、飼料、餵養、健康和氣候監測記錄）。	✓	✓	✓
• 謹慎和負責任地使用獸藥或環境消毒劑（正確的診斷、合法使用藥品）。	✓	✓	
• 加強生物安全作法/技術/系統（例如：使用特定的無病原體種群、混養、綠水技術、生物絮凝劑、再循環系統）。	✓	✓	
• 風險溝通。	✓	✓	✓
邊境管控	預防	減災	應對
• 病原體風險分析。	✓		
• 健康證明。	✓		
• 檢疫。	✓		
• 監測和分區管控。	✓	✓	✓
• 風險溝通。	✓	✓	✓
應急準備和應急計畫之擬訂	預防	減災	應對
• 預警：對高危險疾病的瞭解；瞭解貿易夥伴的當前疾病狀況，以及全球範圍內的新興疾病；良好的溝通聯繫並建立國內外疾病數據庫。	✓	✓	
• 早期發現：迅速鑑別可疑或新興疾病狀況或釐清疾病死亡率發生在水產養殖設施中或野生種群之水生動物；將事件迅速傳達給主管當局；快速啟動疾病調查和疾病報告以減少延遲。	✓	✓	
• 早期反應：迅速有效地遏制緊急情況疾病爆發，以防止其傳播和變成流行。早期反應的3種結果是：清除疾病（最高水準的控制）；控制在指定區域內，並在感染區域周圍設置控件防止進一步擴散；以及緩解或減少病原菌繼續傳播或降低對產業的影響。	✓	✓	
• 特定疾病策略手冊：應急計畫的一部分，包含停養、緊急收穫、銷毀等措施並適當處置受感染的動物，進行傳播媒介之控制，例如：防止鳥類或其他野生動植物傳播。	✓	✓	
• 風險溝通。			✓

資料來源：FAO (2018)。