

臺灣水產養殖因應氣候變遷之調適

邱俊豪、劉姵妏

水產試驗所東部漁業生物研究中心、淡水養殖研究中心

一、為減少氣候變遷致災之調適策略

現今溫室氣體 (greenhouse gases, GHG) 排放量正在大幅減少，全球年平均氣溫上升幅度將限制在 2°C 或以下，若持續大量排放溫室氣體，到本世紀末，全球年平均氣溫相對於工業化前可能會上升 5°C 或更多。目前研究多著重於氣溫，水溫資料尚闕如，為尋求能友善環境又能減少高溫迫害之方法，本研究將探討養殖池型式及氣水象相關性之數據蒐集，彙整後找出能減少漁民經營損失之策略。

虱目魚為臺灣重要的經濟性養殖魚種，其對環境與疾病抵抗力佳，惟對低溫抵抗力較弱，雖然近年全球均溫有上升的趨勢，但極端氣候造成的異常低溫仍會造成養殖虱目魚大量凍傷及凍斃。有文獻指出，在飼料中添加油脂可改善魚隻對低溫之抵抗力，因此我們試從飼料著手，於飼料中添加合適的油脂，試圖改變虱目魚的體組成，提高虱目魚體不飽和脂肪酸含量，進而增加其抗凍能力，降低因低溫緊迫造成的死亡，而魚油中因富含 n-3 系列的多元不飽和脂肪酸，例如 DHA 與 EPA，在低溫時可使細胞膜具一定的流動性以維持其功能；亞麻仁油除了富含 n-3 脂肪酸外，同時也是虱目魚的必需脂肪酸；卵磷脂則含有膽鹼，膽鹼在維持細胞膜構造與代謝具重要角色，亦有文獻指出卵磷脂可提高金頭鯛在急速降溫的活存率。

二、追蹤光照對水溫之影響、虱目魚飼料添加油脂增加對寒抵抗力

為探討光照度對養殖魚塭型式(建材或水體大小)造成水溫變化之關係，魚塭型式分別為 100 噸水泥池、100 噸地膜池及 200 噸地膜池；100 噸水泥池地上(平地以上)建築及 100 噸水泥池地下(平地以下)建築，將探測儀器分別放置於養殖魚塭水體

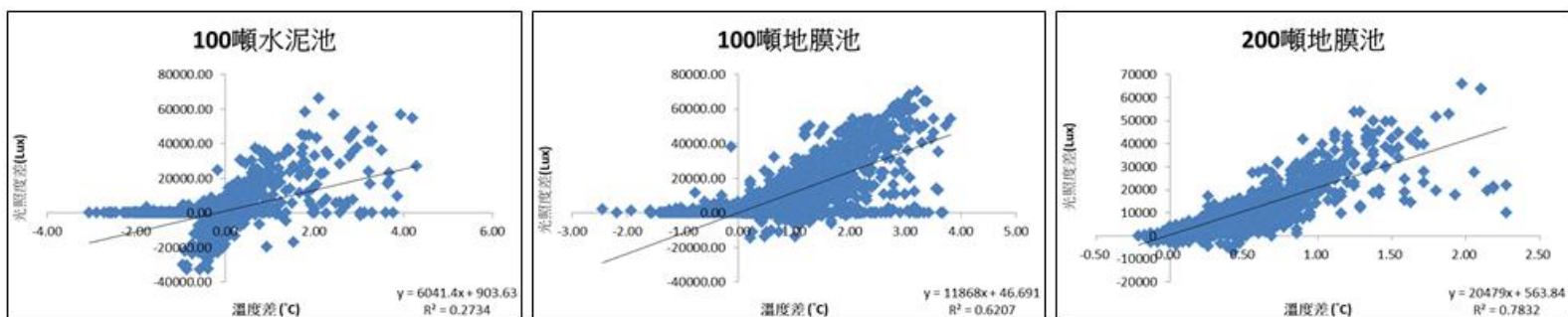
表層及底層(相距 1-1.2m)，依據兩探測儀器蒐集之光照度及水溫進行相減，以獲得目標數據。

試驗分為三組，對照組為投餵一般商用虱目魚飼料，兩組試驗組為投餵耐寒飼料，耐寒飼料分別添加魚油+亞麻仁油，以及魚油+亞麻仁油+卵磷脂，魚隻起始體重約 7g，以 20‰之半淡鹹水流水養殖，每日投餵虱目魚 3%體重之飼料，一共投餵 8 週，試圖增加魚體內的不飽和脂肪酸含量，並定期秤量紀錄魚體重，接著在實驗室內模擬低溫環境，進行降溫試驗前先將水溫調整至 20°C讓魚之適應 24 小時，再以冷水機每小時 1°C的速率降溫至 15°C，期間觀察虱目魚在低溫緊迫下的行為反應，探討虱目魚在食用耐寒飼料後對低溫的耐受能力。

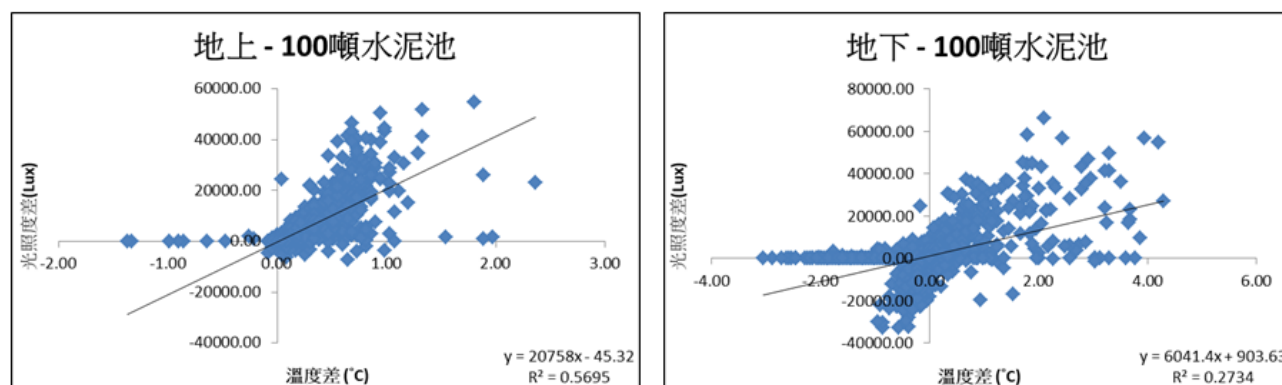
三、加劇水溫上升之因子-光照、飼料中添加油脂可延緩虱目魚進入冷昏迷

光照度與水溫關聯性於 100 噸水泥池、100 噸地膜池及 200 噸地膜池之結果呈現如圖一，同一魚塭下，表、底層之水溫分層與光照度有正相關，其相關係數(R^2)於地膜池中高於水泥池，水體越大其相關係數亦越大；光照度對地上魚塭之影響明顯高於地下魚塭(如圖二)。綜合以上蒐集之數據，若未來欲架設遮光設備，以調控光照度來降低魚塭目標水溫時，水體越大、地膜池及為地上建築時將更能精準控制，以圖一 200 噸地膜池為例，若想降低魚塭 1°C應降低大約 20000Lux 之光照度吸收。影響到光照度與水溫之相關性，認為與水體大小、建材及建材與周邊地質接觸面積有關，如本實驗觀察到的水泥材質因可吸收光熱能將與水體進行熱交換，地膜材質則可有效反射光熱能；地上建築減少了與周邊地質接觸面積，進而減少熱交換發生。因此，未來年均溫持續升溫下，建議不僅室外養殖魚塭，周圍環境應亦減少光熱源之吸收，將更能降低整體魚塭之水溫。

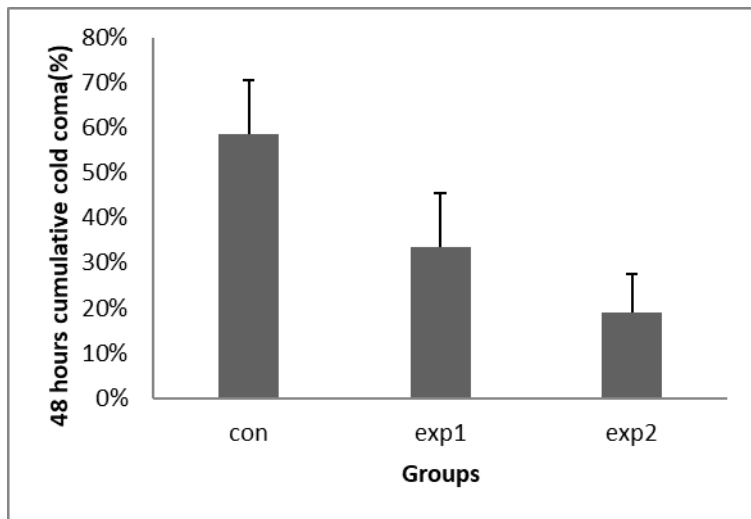
從目前試驗成果得知，兩組試驗組投餵 8 週後魚體內的 DHA 與 EPA 皆會比對照組來的高，在實驗室低溫模擬環境中，魚隻在 15°C 水溫下連續 24 小時，對照組累積冷昏迷百分比為 37.5%、魚油+亞麻仁油組 21%以及魚油+亞麻仁油+卵磷脂組 16.5%，根據文獻指出虱目魚的致死低溫為 15°C，在連續 48 小時下，各組開始出現零星死亡，對照組累積冷昏迷(含死亡)百分比 58.5%，魚油+亞麻仁油組 33.5%以及魚油+亞麻仁油+卵磷脂組 19%，由此可知，隨著暴露於低溫的時間越長，魚隻的冷昏迷與死亡率會增加，而在兩組耐寒飼料中又以魚油+亞麻仁油+卵磷脂組的耐寒效果較佳，根據數據顯示，耐寒飼料至少可減少 16.5%的虱目魚冷昏迷，因此在寒流前先行投餵耐寒飼料，再適時地進行灌注地下水或加熱設備以提高水溫，對於提高虱目魚的活存率有一定幫助。



圖一、光照度與溫度於魚塭型式與水體大小之關聯圖



圖二、光照度與溫度於地上與地下建築魚塭之關聯圖



圖三、於 15°C 下連續 48 小時之累計冷昏迷(含死亡)百分比



圖四、(右)對照組(中)魚油+亞麻仁油組(左)魚油+亞麻仁油+卵磷脂組於連續 15°C 下昏迷狀況