



文蛤混養虱目魚之水質參數預警評估

張秉宏、黃柏元、鄭洵鴻、蘇瑋揚、吳侶賢、許晉榮

水產試驗所海水繁養殖研究中心

前言

文蛤具有潛入沙中的習性，潛沙深度為 3—20 cm，會利用進排水管濾食水中的有機懸浮物質。屬於廣鹽及廣溫性，其最適成長鹽度為 18—25 psu，可適應溫度為 3—39°C。當環境良好時，文蛤會潛進底泥，在環境惡劣時，會閉殼躲避不良環境。文蛤最適生長溫度為 25—32°C，低於 20°C 時生長緩慢，高溫時則易受高溫傷害。當溫度超過 41°C 時，文蛤將無法正常潛沙，而在 45°C 以上高溫環境下開始出現死亡現象 (李等, 2019)。

水產養殖環境中的水質因素，經常與養殖生物及水產品的品質有直接的關係 (Gopal et al., 2018)。當池塘溶氧低時，不利於文蛤的生長，水域處於低水溫高氣壓時，溶氧狀況最佳；氣溫低時溶氧高，隨著溫度之增高而溶解度降低，當氣壓低時溶氧亦隨之降低。此時，水質變化與水中酸鹼質變化有正相關；它與氧化還原電位數值的變化也非常緊密，可以反應出底土中有機物及硫化物的含量。然而，厭氧微生物的分解會產生還原物質及酸性物質，進而產生硫離子 (S^{2-}) 與亞鐵離子 (Fe^{2+}) 造成底土黑變，而使氧化還原電位值下降。當有機物減少時，氧化還原電位值會逐漸上升。藉由分析氨、亞硝酸、硫離子的濃度及有機物含量，可作為養殖池

底土有機物質污染的觀察指標 (Pearson and Stanley, 1979)。

在養殖戶的輔導過程中我們發現，當養殖戶水質數據異於正常值時，文蛤的生長情況就不理想，如果可以協助養殖戶建立養殖池水質參數的基準線，依據水質參數狀態，啟動水質管理反應機制，運用具體而簡單的養殖管理方式，可以提供養殖戶及養殖從業人員現場管理的具體建議與指引。

材料方法

一、計畫實施操作方法

本中心執行林務局國土生態保育綠色網路計畫項下環境友善水產養殖的教育訓練，在臺南市協助 2 戶養殖戶檢測水質，進行環境友善養殖輔導，透過臺南市七股區、安平區及雲林縣麥寮鄉舉辦的 3 場環境友善養殖教育訓練，講述養殖過程清池、整池及消毒的處理方法，不用農藥處理堤岸植物，減少藥物處理水產生物，不僅使養殖戶具有科學化的管理概念，而且也有利於養殖池周圍的環境友善。

二、環境友善水質參數採樣

2022 年 1—12 月間，文蛤混養虱目魚養殖場 2 場各 3 池，A 養殖戶平均每池約 2.5 公頃；B 養殖戶平均每池約 2.3 公頃。2 戶養

殖戶文蛤放養密度每公頃 50—60 萬粒，每池約放養 500 尾虱目魚。首先建構環境友善養殖之水質參數基準線，進行環境友善養殖輔導。操作的方法是水質數據蒐集，使用手持式水質監測儀測量，頻率是每 2 週或養殖戶有問題時，進行進水口及出水口水質的測量及分析，提供養殖戶作為調整水質的參考依據。輔導養殖戶減少使用藥物及加強環境友善管理的養殖方式，針對養殖池的溫度、溶氧 (DO)、酸鹼值 (pH) 及氧化還原電位 (ORP) 進行探討，將數據彙整、分析及判定，協助養殖戶建立水質參數基準線之預警策略。

結果

一、溫度的變化

根據臺南七股 2 戶養殖戶的水質數據，

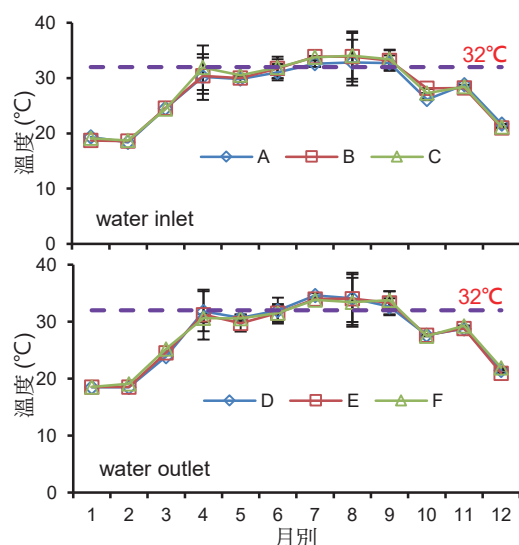


圖 1 A 養殖戶七股文蛤池的水中溫度監測比較
A：1 號池進水口；B：4 號池進水口；C：6 號池進水口；D：1 號池出水口；E：4 號池出水口；F：6 號池出水口

試驗期間測點溫度 18.35—38.17°C (圖 1、2)，實驗初期溫度變化小，進入 3 月後溫度開始升高，在氣候炎熱的南臺灣，高溫期在 7—9 月，溫度皆高於 30°C，其中以 8 月數值最高，分別為 A 處理組 37.81°C；B 處理組 38.17°C。檢測過程中若有平均溫度超過 32°C，則設置預警線，通知養殖戶要注意進排水及投餌。

二、溶氧的變化

試驗期間溶氧為 2.68—9.93 mg/L (圖 3、4)，以 A 養殖戶 4 月數值最低，最低為 2.68 mg/L。其中 B 養殖戶 10 月出水口的溶氧，各池間差異較大，主要原因為附近養殖戶多半在 9 月底至 10 月期間採收文蛤以供應中秋，周邊養殖戶排放池水，流經進水用溝渠所導致，檢測過程中若有平均溶氧低於 4.5 ppm，則設置為預警線，遂建議養殖戶暫停進水和停止投料，經處理後 11 月初數值已回歸正常值。

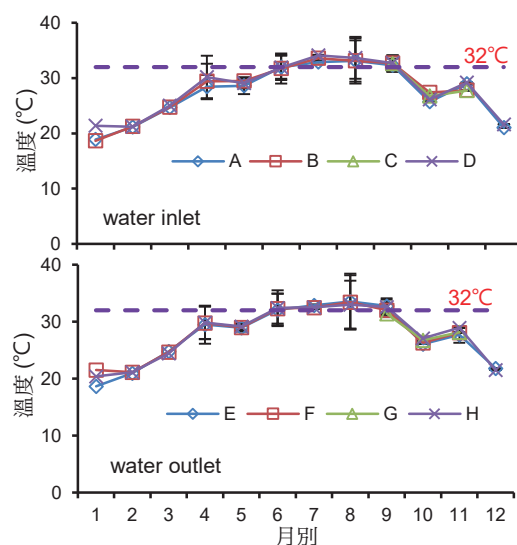


圖 2 B 養殖戶七股文蛤池的水中溫度監測比較
A：1 號池進水口；B：7 號池進水口；C：8 號池進水口；D：11 號池進水口；E：1 號池出水口；F：7 號池出水口；G：8 號池出水口；H：11 號池出水口

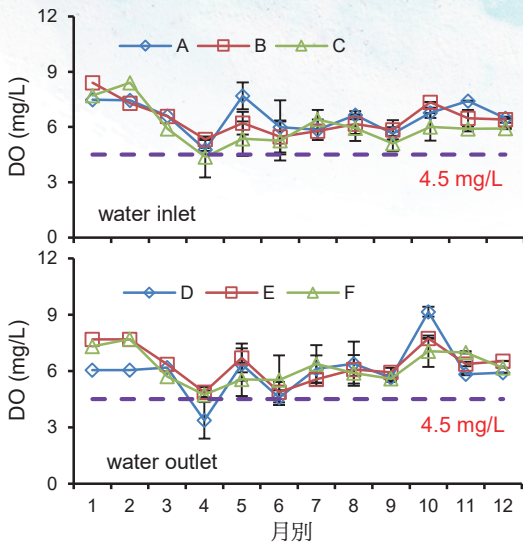


圖 3 A 養殖戶七股文蛤池的水中溶氧監測比較
A：1 號池進水口；B：4 號池進水口；C：6 號池進水口；D：1 號池出水口；E：4 號池出水口；F：6 號池出水口

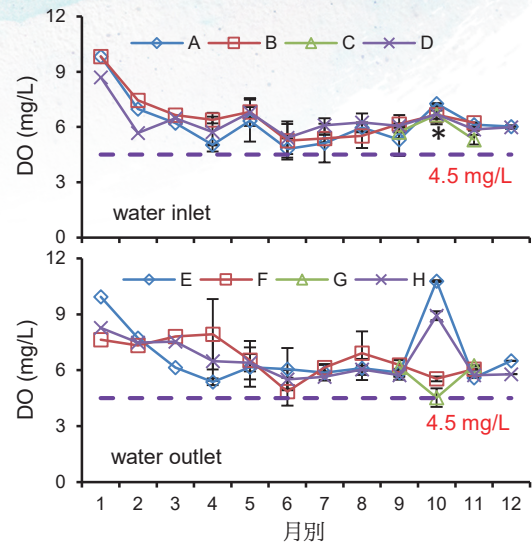


圖 4 B 養殖戶七股文蛤池的水中溶氧監測比較
A：1 號池進水口；B：7 號池進水口；C：8 號池進水口；D：11 號池進水口；E：1 號池出水口；F：7 號池出水口；G：8 號池出水口；H：11 號池出水口

三、酸鹼值的變化

一般養殖池水的酸鹼值需維持在 7.5—8.5 之間，當酸鹼值過低，間接反映可能有過度投餌、殘餌現象及池底老化的問題，若酸鹼值過高，則表示藻類濃度過高的情況。實驗過程酸鹼值月平均為 4.63—12.5 間 (圖 5、6)。一般正常條件時，進水口的平均酸鹼值高於出水口，在 2022 年 1—2 月間所測得的數值偏低，其中以 B 養殖戶 4.63 為最低。檢測過程中若有平均酸鹼值小於 7.5 時，則設置預警線，通知養殖戶要注意進排水及投餌狀況。

四、氧化還原電位的變化

氧化還原電位正常範圍應落在 50—350 mV。實驗期間氧化還原電位監測數值為 -129—421 mV 間，(圖 7、8)，其中以 B 養殖戶 10 月數值最低為 -129 mV。主要原因為酸鹼值若降低會影響溶氧及氧化還原電位，造

成進水源的水質異常，經施用光合菌、換水及停料調整後回歸正常值。當水中氧化還原電位低於 50 mV 時，可以當作預警線，請養殖戶要注意進排水及投餌。

討論

溫度高於 32°C 時，可以做為預警線，文蛤易受到熱傷害，調整投餌量進行精準投餌，嚴禁使用未發酵完全的餌料，避免於夏季高溫期追料，預防餌料變質及水質惡化。當池中溶氧耗盡，會產生許多厭氧反應，養殖戶可以配合其他水質參數值的高低，作為呈現厭氧反應狀況及底土有機質污染的指標來進行預警。

溶氧低於 4.5 ppm 時，可以做為預警線，文蛤在低溶氧會產生緊迫，可以適當增加流水及提高流速，可降低缺氧的風險，流水提

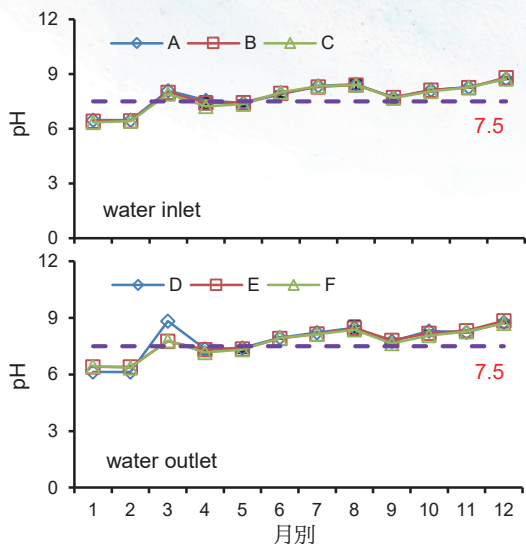


圖5 A養殖戶七股文蛤池的水中酸鹼值監測比較
A：1號池進水口；B：4號池進水口；C：6號池進水口；D：1號池出水口；E：4號池出水口；F：6號池出水口

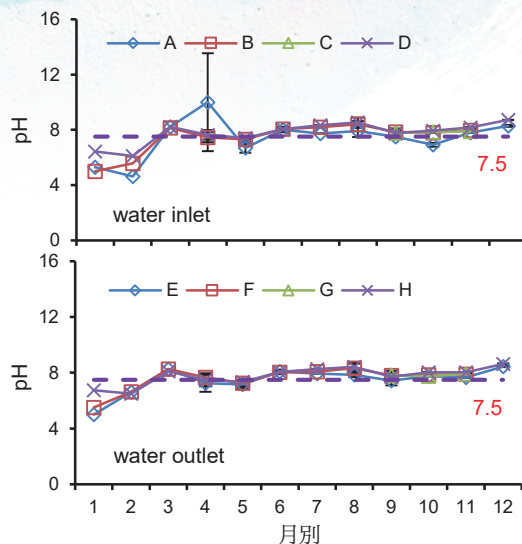


圖6 B養殖戶七股文蛤池的水中酸鹼值監測比較
A：1號池進水口；B：7號池進水口；C：8號池進水口；D：11號池進水口；E：1號池出水口；F：7號池出水口；G：8號池出水口；H：11號池出水口

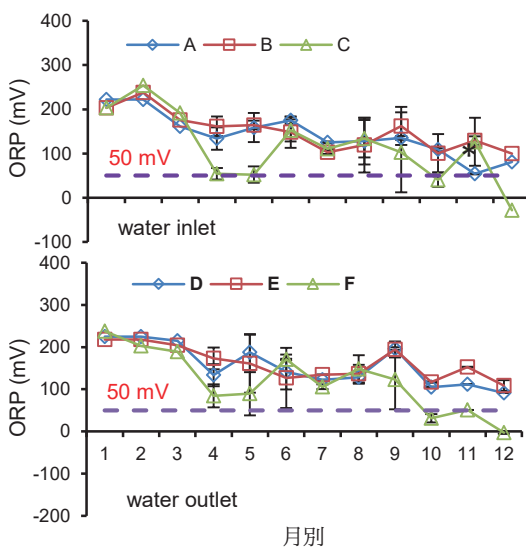


圖7 A養殖戶七股文蛤池的水中氧化還原電位監測比較
A：1號池進水口；B：4號池進水口；C：6號池進水口；D：1號池出水口；E：4號池出水口；F：6號池出水口

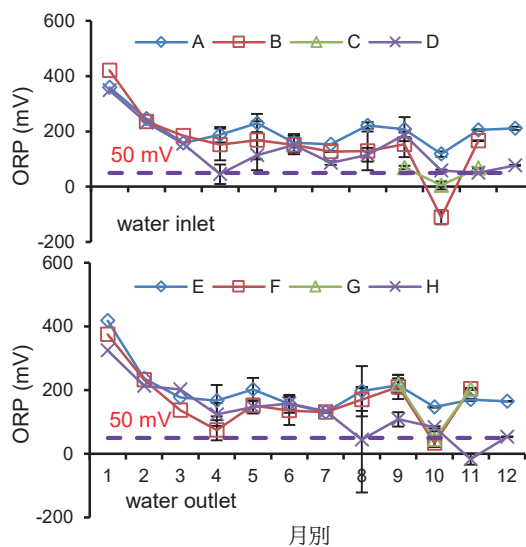


圖8 B養殖戶七股文蛤池的水中氧化還原電位監測比較
A：1號池進水口；B：7號池進水口；C：8號池進水口；D：11號池進水口；E：1號池出水口；F：7號池出水口；G：8號池出水口；H：11號池出水口

供微生物分解有機物所需的氧氣，使水中氨、二氧化碳等有害氣體逸出水面。若水中

溶氧量低，應避免過度投餌，減少有機物累積在池底，形成亞硝酸及硝酸鹽類。



當酸鹼值小於 7.5 時可以做為預警，臺南七股區的鹽度較高，文蛤若酸鹼值低，容易產生不適，若酸鹼值持續下降，則易產生硫化氫，對文蛤產生毒害。此時，可少量灑熟石灰及光合菌處理。藉由氧化硫化氫來降低底土的有毒物質。當酸鹼值過高，可利用換水等方式，降低水中藻類濃度，避免光合作用過於旺盛。

當水中氧化還原電位低於 50 mV 時，可以當作預警值。氧化還原電位越低時，底土有機污染物越多，為避免污染情形加劇，產生對文蛤生長不利的有毒物質，停止投料可避免底土污染情形加劇；而使用光合細菌，可提升水中氧化還原電位。氧化還原電位可以用來得知水中氧化還原的情形，並可以作為檢視硝化作用的一種方法 (Lee et al., 2000)。以下是氧化還原電位與養殖池水中亞硝酸、硝酸鹽及硫化物之關係 (圖 9)。可以供養殖戶參考。

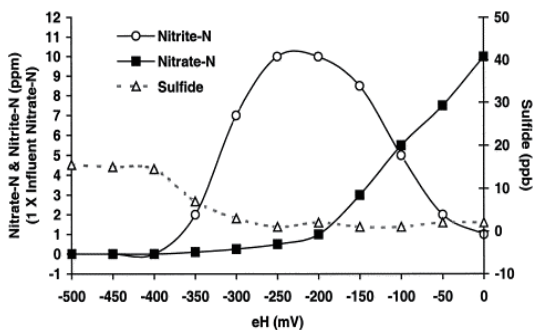


圖 9 氧化還原電位與養殖池水中亞硝酸、硝酸鹽及硫化物之關係圖 (摘自 Lee et al., 2000)

如何維持良好水質，降低水質數據異常，提供養殖戶具體建議：(1)確實做好放養前的整池準備工作，提升池底酸鹼值，來降低養殖風險。(2)不論是造藻及造菌均需要發酵完全，降低未發酵有機物污染的風險。(3)

建立養殖池水質基準線，維持良好水質條件，來降低養殖過程的風險。

例如：4 月溫度變化時易出現倒藻，要注意進排水及投餌，當溶氧及酸鹼值出現狀況時，尤其是初春後的第一次降雨，避免引入含有酸雨及有機污染物的外來水。8 月因為溫度變異大，可預先提供光合菌，穩定底質菌相。造藻及造菌務必要發酵完全，可避免殘餌及擬糞。若溶氧和酸鹼值在合理範圍，但氧化還原電位低於 50 mV 時禁止投料，建議白天高溫避免供餌，應於日落溫度稍降再引入餌料，可降低高溫造成的風險。10 月後水溫開始下降，池水的溶氧下降，若出現倒藻、酸鹼值低於 7.5 或氧化還原電位低於 50 mV 則停止供餌，可嘗試引入新水調節，待氧化還原電位及溶氧數值回復後，再恢復投餌。

結語

近年來，氣候變化異常加劇，各種養殖問題日益嚴重，養殖風險越來越高。儘管面臨重重挑戰，我們仍需致力於解決水產品養殖所面臨的各種問題。期盼能透過建立水質數據基準線，達到預警及拋磚引玉的功效，提供養殖業者及相關從業人員參考。

謝詞

本文感謝林務局國土生態保育綠色網路計畫經費支持水產養殖環境友善，特別感謝臺南七股區協助水產養殖環境友善計畫的養殖戶黃文欽及陳文平兩位養殖先進。