

第六節

烏魚



王騰巍、陳哲俊

國立嘉義大學水生生物科學系

李曜辰、楊順德

農業部水產試驗所 淡水養殖研究中心

壹、養殖場域規劃原則與注意事項

烏魚 (*Mugil cephalus*) 廣泛分布於全球溫熱帶海域的沿岸。其為廣鹽性魚類，喜棲息於出海口半淡鹹水域，亦可於淡水中生存，分布水深從 0 ～ 120 公尺。烏魚自古以來即為重要的漁業經濟物種，早期以野生漁撈為主要產量來源，但近來因漁業資源逐漸耗竭，故產業類型從漁撈開始轉變為養殖為主。烏魚養殖歷史很早之前就有所紀錄，我國於民國 66 年時完成完全養殖，在繁養殖技術穩定之後，於 70 年代烏魚養殖逐漸盛行，目前雲林、嘉義、臺南及高雄為主要產地，其他地區則僅有少量養殖。

一、場域選擇

烏魚屬溫熱帶淺海中上層魚類，秋冬季水溫下降時大多遷移至較深海處越冬，對於溫度適應力強，生存之水溫範圍為 3 ~ 35℃，最適合生長之水溫則為 20 ~ 28℃。目前烏魚以專養為主，部分業者會混養蝦類，雖然烏魚對於水溫及鹽度有較高的耐受性，但養殖地點最好仍選擇淡水、海水充足、注排水方便及不受污染之場地。

二、養殖場規劃

烏魚養殖魚塭以砂泥質為佳，以適合烏魚喜食有機底泥之特性，養成池之魚塭大小以 0.3 ~ 1.0 公頃為佳，烏魚 1 齡可使用 0.3 ~ 0.5 公頃之養殖池；烏魚 2 齡以上則可用 0.4 公頃以上之養殖池。水深宜在 1.5 ~ 2 公尺，以維持水質，注排水系統最好有所區分呈對角設計，或設置中央排水口排出有機污物，每分地至少配置 1 臺水車，如臺南學甲的模擬浮筏型光電設施養殖試驗池。

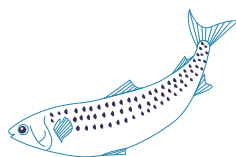
光電浮筏架設前，養殖池可進水 1 公尺深左右，以利光電浮筏移動與安裝，整體浮筏配置位置建議靠近排水端並遠離養殖操作管理區，如臺南學甲烏魚 1 齡與烏魚 2 齡遮蔽組（圖 3-6-1）都是遠離餵食區，水車得以設置在光電浮筏前，且水流方向可依池水循環進行調整。

浮筏型光電整體結構強度需根據當地風力進行設計，浮筏可設計利用鋼纜固定於堤岸上的錨點，避免強風造成設施損毀，同時為達到最大光接受量，太陽能板應面對正南方，但實際需依地區緯度、地形及地貌來設置傾斜角度。



圖 3-6-1 111 年浮動型光電對養殖魚類影響評估試驗，臺南學甲烏魚試驗場位置圖
(左圖為烏魚 2 齡，右圖為烏魚 1 齡，⊗ 為水車位置)

貳、整池與放苗管理



一、整池

烏魚在收成後，養殖池應隨即進行清底工作，常見的方法包括整坪、除去底部污泥、曬坪、撒布石灰消毒等，根據現場實際需求，亦可調整相關方法，一般清池作業通常會先排乾池水利用陽光充分曬乾底土，使其土壤充分氧化，或利用翻土機、挖土機翻耕或移除底土。曝曬底土後以每分地 30 ～ 50 公斤的石灰撒布，引入水源 30 ～ 50 公分深，使石灰產生反應，之後

再引入水源至養殖水深並加入次氯酸鈉至 10 ppm 消毒 3 ~ 5 天，再以每分地 40 ~ 60 公斤的茶粕徹底殺除雜魚，同時培養藻類，約 7 天後水色開始轉為淡綠色即可放苗。若遇水色不易培養時，可利用魚粉、黃豆粉和米糠添加營養，或是搭配益生菌及補充藻水來培養水色，再行放養。

二、放苗

目前烏魚養殖型態主要分為兩類，一為養殖約 1 年的烏魚 1 齡，烏魚 1 齡主要是供食用或提供後續抱卵烏魚（取烏魚子）養殖用，另一為抱卵烏魚的養殖（養殖 2 年以上）。烏魚 1 齡養殖放養密度每公頃約可在 1 ~ 2 萬尾，烏魚 2 齡以上建議每公頃以 5,000 ~ 6,000 尾為原則，但實際放養密度仍須依現地狀況為準。

野外烏魚苗（圖 3-6-2）主要捕撈自出海口附近，每年 11 月至隔年 1 月間捕獲的魚苗一般作為抱卵烏魚養殖，其餘時間捕獲的烏魚苗供作食用烏魚（菜烏）飼養，出海口環境鹽度約為千分之 20，部分魚苗商會在蓄養魚苗的過程中調整鹽度，因此於購買前應先確認魚苗蓄養環境的鹽度，將養殖池鹽度調整成相近值，以免鹽度落差過大造成魚苗死亡。放苗時，先將未開封的魚苗袋放進養殖池中，等袋內水溫與養殖池水溫相近後再打開魚苗袋，持續注水至魚苗袋中，直到魚苗適應環境後再將其倒入養殖池中，以防止魚苗因環境驟變造成折損。



圖 3-6-2 水試所淡水中心竹北試驗場的試驗放養之烏魚苗

參、管理與收穫方式

本試驗於 111 年分別在水產試驗所淡水養殖研究中心竹北試驗場（以下稱水試所淡水中心竹北試驗場）及臺南學甲烏魚養殖場進行，遮蔽組架設遮蔽率 40% 的浮筏型光電設施，無遮蔽組為一般傳統養殖池。水試所淡水中心竹北試驗場試驗兩池的面積皆為 0.08 公頃，烏魚 1 齡放養密度約為 20,000 尾 / 公頃。臺南學甲試驗分烏魚 1 齡及烏魚 2 齡養殖試驗，烏魚 1 齡遮蔽組及無遮蔽組面積皆為 0.3 公頃，放養密度為 10,000 尾 / 公頃；烏魚 2 齡遮蔽組及無遮蔽組面積皆為 0.45 公頃，放養密度為 16,000 尾 / 公頃。試驗期間每日記錄水溫，並定期進行水質分析。

一、投餵

烏魚 1 齡在放魚苗前可以先培養底藻為天然餌料，直至魚苗長至 5、6 吋以後改投人工粒狀飼料馴餌，剛開始馴餌之時，大多以人工手拋投餵以觀察烏魚 1 齡的攝餌狀況，待馴餌成功後再輔以自動投餌機進行投餵；而烏魚 2 齡方面建議飼料投餵按照「四定」的原則進行，即在每日固定時間、固定地點投予穩定品質且定量適量之飼料，不僅可以提高飼料效率，促進魚體成長進而確保養殖品質。光電浮筏下養殖，目前並無發現有較不易馴餌的情形發生。夏天高溫時期，烏魚攝食狀況會降低，故需留意投餵時間以及投餵量，以免殘餌汙染水質誘發疾病的發生。

二、疾病預防

目前烏魚養殖常見之疾病，主要有腸炎、寄生蟲、鏈球菌症及奴卡氏菌症等，這些疾病大多好發於春季和夏季高溫期，因此若發病時，可能會有大幅感染的情況出現，早期發現時，可依據獸醫師處方箋指示進行治療。但是目前藥物治療仍有其限制，若平時維持良好的水質，提供適當水源進行換水，將會對於疾病之預防有很大的助益。

三、水溫

浮筏型太陽光電設施具有穩定水溫的效果，在水試所淡水中心竹北試驗場的試驗最大溫差可達近 3°C (圖 3-6-3)，在臺南學甲烏魚 1 齡 (圖 3-6-4) 和烏魚 2 齡 (圖 3-6-5) 的水溫監測中，皆顯示遮蔽組水溫常低於無遮蔽組，此外，無遮蔽組溫度變化較大，遮蔽組的變化則較為緩和，同時，夏季高溫時兩組間的溫差可達 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 之間，對烏魚來說在夏季水溫過高時，其攝食會降低，同時容易爆發鏈球菌感染，高溫亦會導致烏魚因緊迫而免疫力下降，這也顯示養殖池架設浮筏型太陽光電設施，有助於舒緩夏季高溫對烏魚造成的熱緊迫，且可能降低發病的機率，在水試所淡水中心竹北試驗場的試驗顯示，10 月之後遮蔽組水溫高於無遮蔽組，這可能是因浮筏減少水表面直接接觸冷空氣達到保溫的效果。

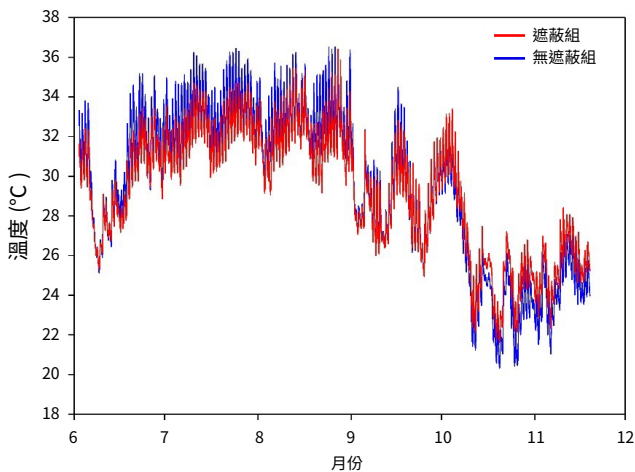


圖 3-6-3 水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡試驗的水溫變化

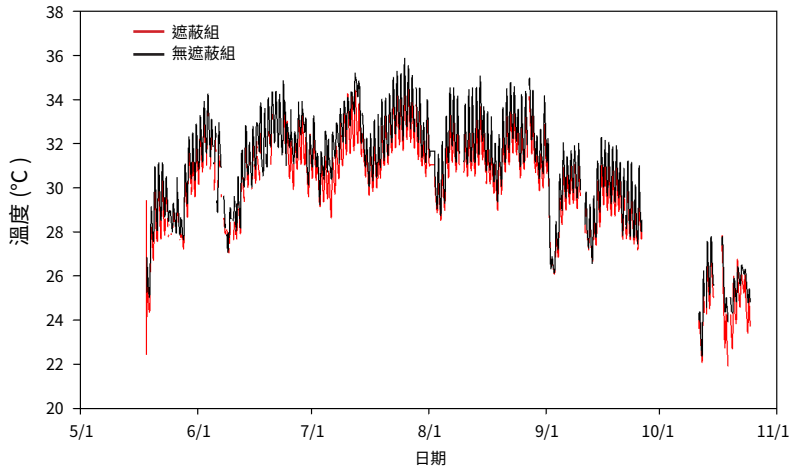


圖 3-6-4 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的水溫變化

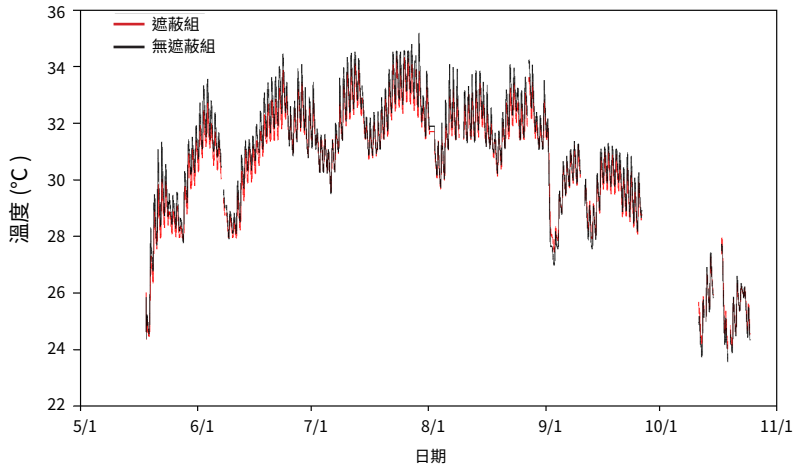


圖 3-6-5 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的水溫變化

四、水色

浮筏型太陽光電設施因直接遮蔽水體降低水中浮游植物的光合作用，從水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡的透明度及葉綠素 a(圖 3-6-6)、臺南學甲烏魚 1 齡的葉綠素 a、b、總胡蘿蔔素和總色素量(圖 3-6-7)，以及臺南學甲烏魚 2 齡的葉綠素 a、b、總胡蘿蔔素和總色素量(圖 3-6-8)來看，上述因子大多隨著養殖作業的進行持續變化，一般無遮蔽組顯著高於遮蔽組。

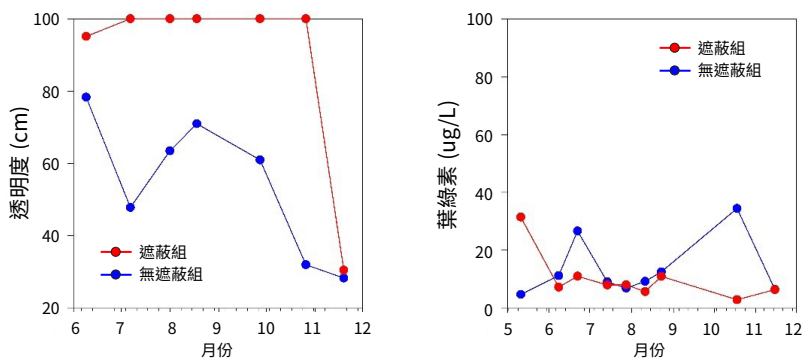


圖 3-6-6 水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡試驗的透明度及葉綠素 a 變化

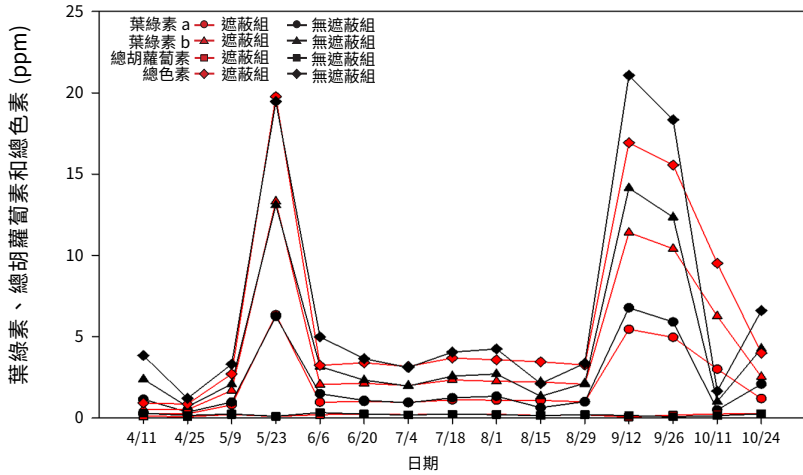


圖 3-6-7 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的葉綠素、總胡蘿蔔素和總色素變化

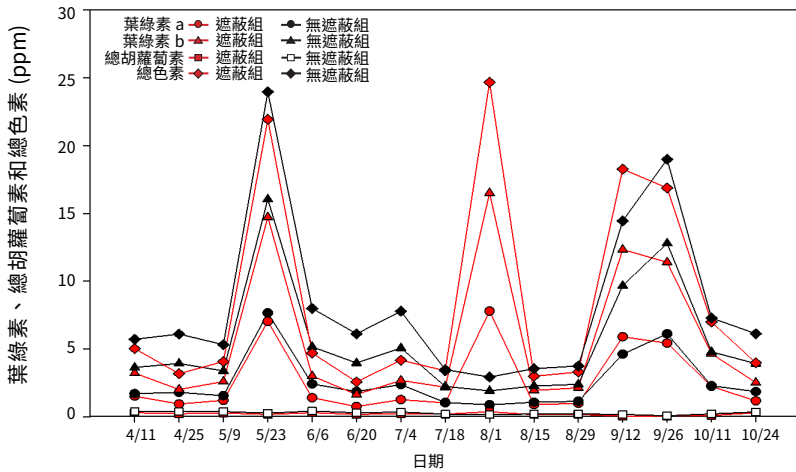


圖 3-6-8 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的葉綠素、總胡蘿蔔素和總色素變化

五、水質管理

在養殖期間，臺南學甲烏魚 1 齡和烏魚 2 齡的遮蔽組藻類濃度受浮筏遮蔽效應影響，光合作用較弱藻類成長較為緩和，這也使得水中溶氧受到影響，無遮蔽組的溶氧變化常大於遮蔽組（圖 3-6-9、圖 3-6-10）。從 pH 也可以發現遮蔽組的變化較為穩定（圖 3-6-11、圖 3-6-12）。

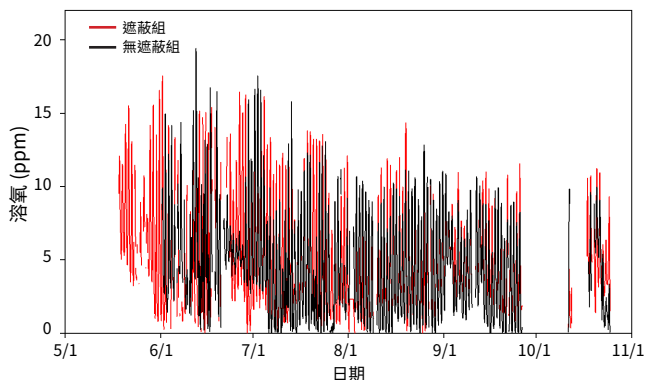


圖 3-6-9 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的溶氧 (DO) 變化

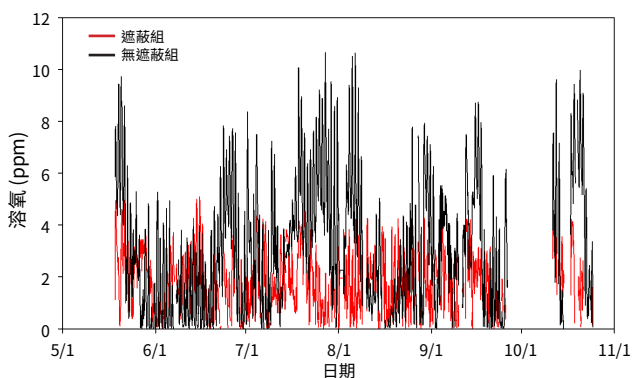


圖 3-6-10 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的溶氧 (DO) 變化

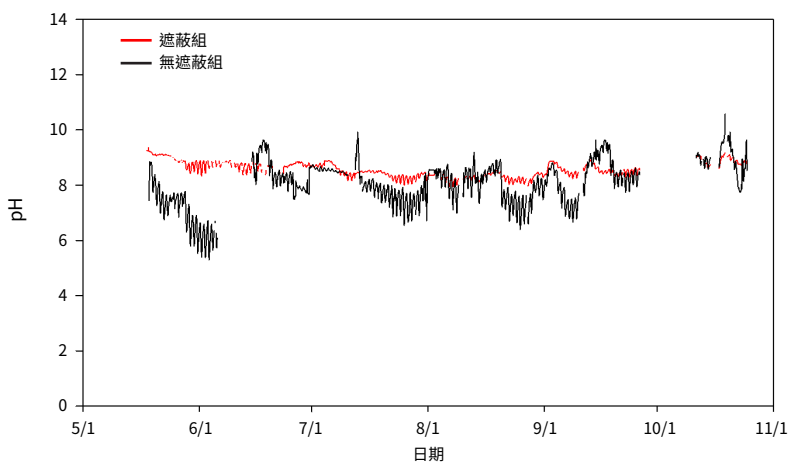


圖 3-6-11 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的 pH 變化

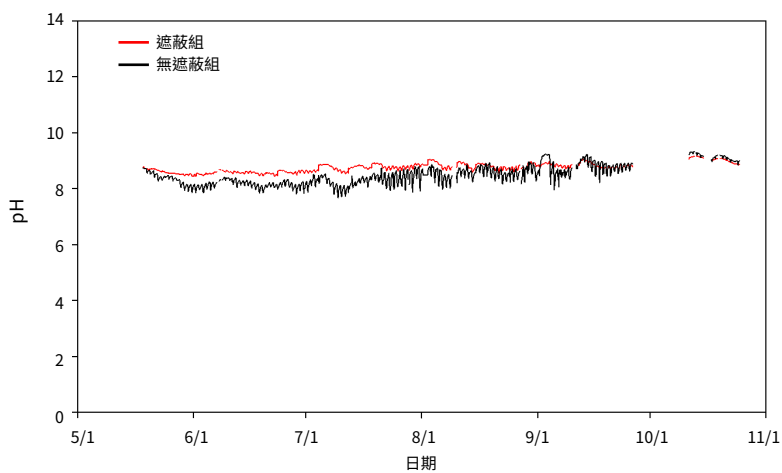


圖 3-6-12 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的 pH 變化

氧化還原電位 (ORP) 常用以作為水質及底質是否呈現良好氧化狀態的指標，水中 ORP 以保持其為「正值」為良好水質，臺南學甲烏魚 1 齡和烏魚 2 齡遮蔽組的 ORP 在養殖期間多為正電位，而無遮蔽組則是經常性的維持在較低的電位或是有負電位出現（圖 3-6-13、圖 3-6-14），顯示出無遮蔽組水體常處於一個較不穩定的環境，在底質 ORP 部分，水試所淡水中心竹北試驗場的試驗結果顯示，遮蔽組的 ORP 一般維持在較高的趨勢（圖 3-6-15），這個趨勢與其他淡水魚類漁電共生試驗結果相似，可能與養殖週期遮蔽組水中微細藻濃度較低，導致藻類消長後沉積在池底的量減少有關。

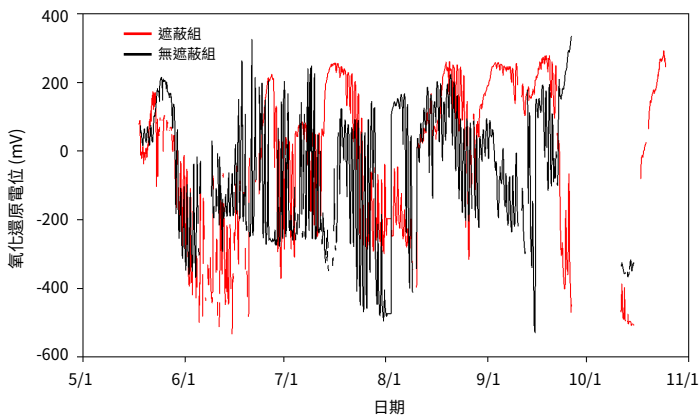


圖 3-6-13 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的水中氧化還原電位 (ORP) 變化

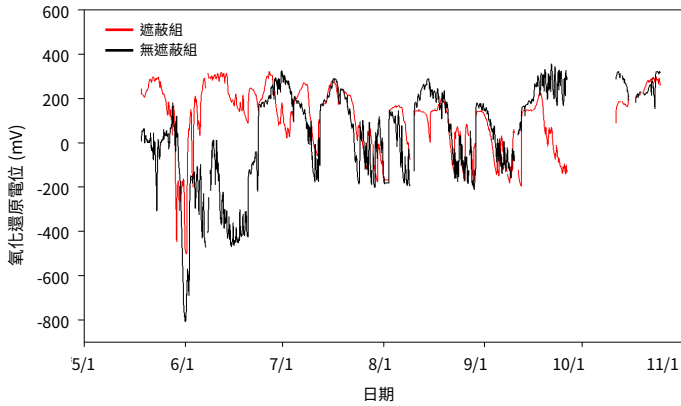


圖 3-6-14 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的水中氧化還原電位 (ORP) 變化

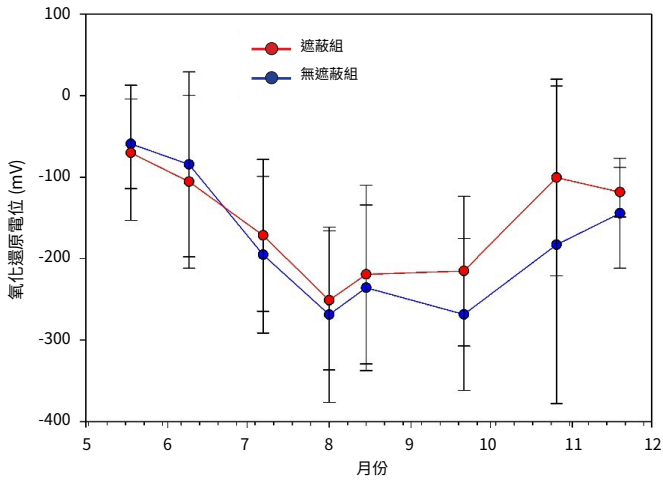
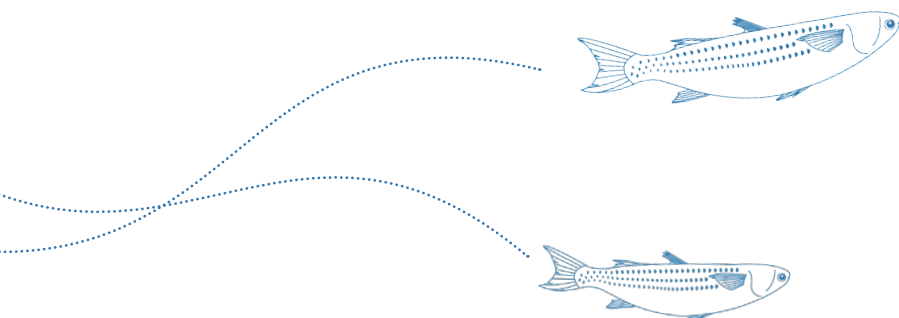


圖 3-6-15 水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡試驗的底質氧化還原電位 (ORP) 變化

臺南學甲烏魚 1 齡在養殖過程中，遮蔽組與無遮蔽組的氨態氮多維持在 2 ppm 上下 (圖 3-6-16)，兩組之間除了偶有較高的數值出現外並無顯著差異。遮蔽組與無遮蔽組在硝酸鹽氮與亞硝酸鹽氮 (圖 3-6-17) 的變化趨勢相近且互有高低，雖然遮蔽組的平均濃度略高於無遮蔽組，但是兩組之間亦無顯著差異。臺南學甲烏魚 2 齡試驗顯示，無遮蔽組氨態氮濃度常較遮蔽組高 (圖 3-6-18)，但是其平均濃度顯示兩組之間並無顯著差異，在硝酸鹽氮和亞硝酸鹽氮 (圖 3-6-19) 的變化方面，無遮蔽組的濃度亦常較遮蔽組高，且其變化的情形也頗為相似，不過兩組之間並無顯著差異，水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡的結果則顯示在氨態氮、硝酸鹽氮與亞硝酸鹽氮上兩組間皆無顯著差異 (圖 3-6-20)。



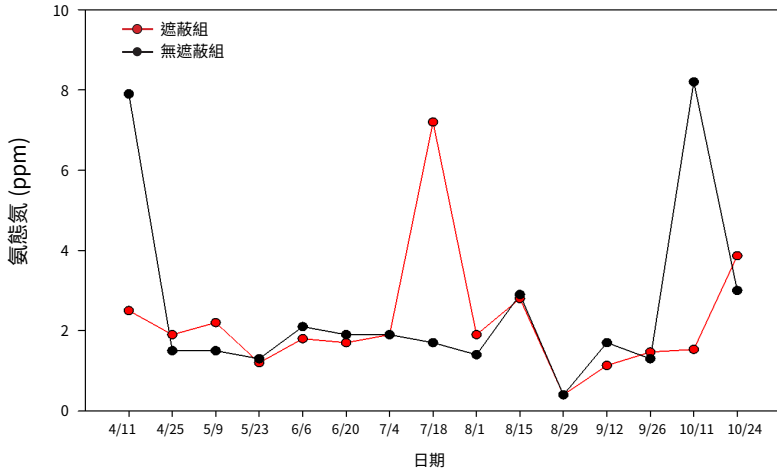


圖 3-6-16 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的氨態氮變化

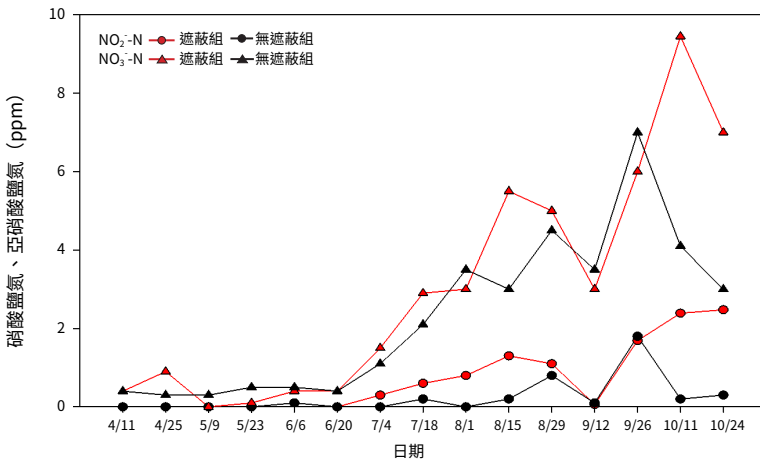


圖 3-6-17 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的硝酸鹽氮和亞硝酸鹽氮變化

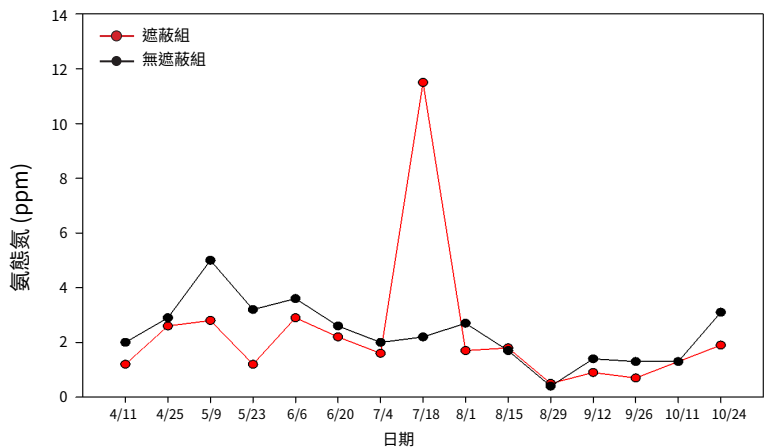


圖 3-6-18 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的氨態氮變化

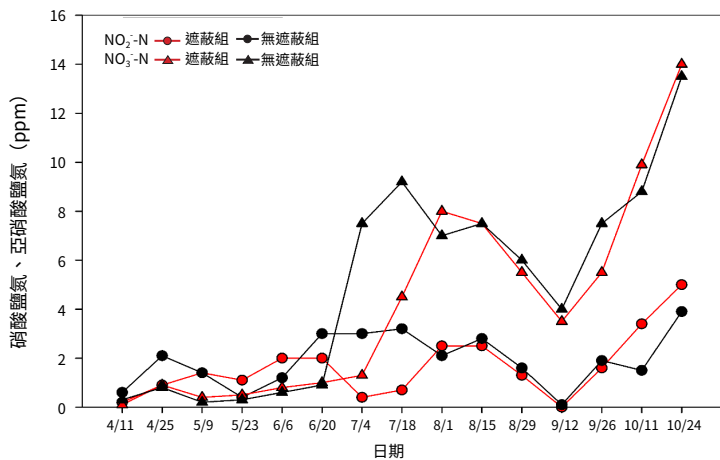


圖 3-6-19 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的硝酸鹽氮和亞硝酸鹽氮變化

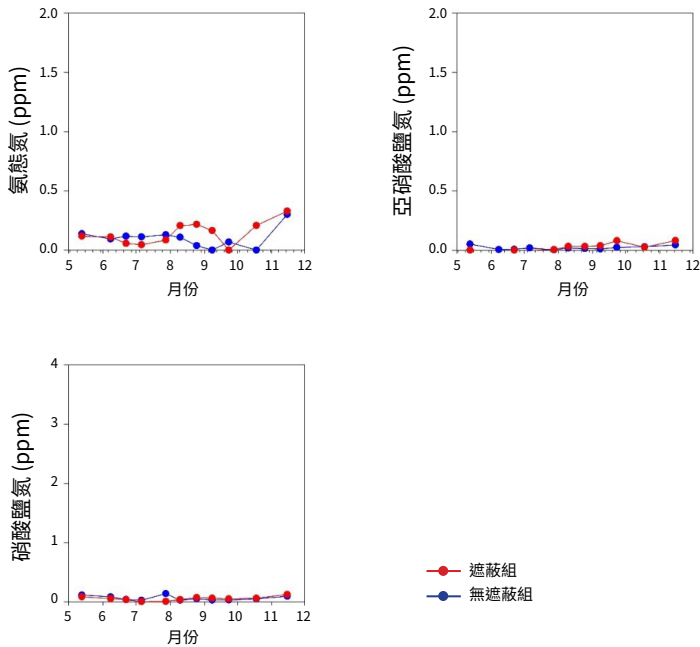


圖 3-6-20 水試所淡水中心竹北試驗場烏魚 1 齡試驗的氨態氮、硝酸鹽氮和亞硝酸鹽氮變化

六、光電板清洗

空氣中之落塵或鳥糞覆蓋會降低發電效率，應定期清洗以確保發電效率，光電板使用潔淨清水，禁止使用化學洗劑，亦避免直接抽取養殖池水沖洗，因養殖池水中的微藻會在水份蒸發後沾附於光電板表面影響發電效率，利用高壓沖水機及軟毛長柄刷清洗，沖洗的水壓不可過大，並避免硬物摩擦或撞擊造成光電板裂損。

七、收穫

烏魚主要的價值在於其生殖腺，雌烏魚的卵巢可加工成烏魚子販售，取完卵巢的雌魚魚身則作為烏魚殼，通常以較低的價格販賣，因此烏魚的收穫時間主要仰賴其生殖腺的成熟狀況，受品系及養殖環境之影響，臺灣南北兩地的養成時間有所不同，北部的烏魚一般需飼養 3 年方可收成，南部的烏魚一般 2 ～ 3 年即可收成。

因烏魚養成時間較長，養殖戶一般有多個養殖池飼養不同年齡的烏魚，當烏魚 3 齡收成之後，會將烏魚 1 齡及烏魚 2 齡搬池同時分性別，除了挑出公魚做為菜烏販售外，也調整放養密度以利後續養殖，空的池子整池、曬池後再放新苗；養殖戶會在烏魚 1 齡及烏魚 2 齡的養殖池混養白蝦，除了可以清除池中的殘餌外也可以增加收益。

烏魚收穫期間主要在每年 11 ～ 12 月，以各養殖場的烏魚卵巢成熟度為主，當卵巢成熟度達到上市標準後收穫。烏魚因跳躍力強，收穫時間一般選在清晨烏魚活動力較差時，同時收成前會放低池水避免圍網時烏魚跳出。在有浮筏覆蓋的養殖池操作時，須注意魚隻受到驚嚇可能會跳上浮筏，雖然實驗過程同樣也觀察到浮筏阻礙烏魚跳出水面，在浮筏式漁電共生的養殖池中捕撈操作應注意如何降低烏魚驚嚇跳躍的行為。

烏魚 1 齡：

烏魚 1 齡養成的主要目的是為了供應隔年度的烏魚 2 齡養成，臺南學甲烏魚 1 齡的試驗結果顯示，遮蔽組平均體長多較無遮蔽組大 (圖 3-6-21)，計算總產量顯示遮蔽組總共有 2,907 尾，無遮蔽組則為 2,023 尾，根據放養量每池 3,000 尾計算，遮蔽組的活存率約為 96.9%，而無遮蔽組為 67.4%，水試所淡水中心竹北試驗場的烏魚 1 齡試驗結果顯示遮蔽組的活存率為 72%，而無遮蔽組為 78%，皆符合規範維持七成產量。

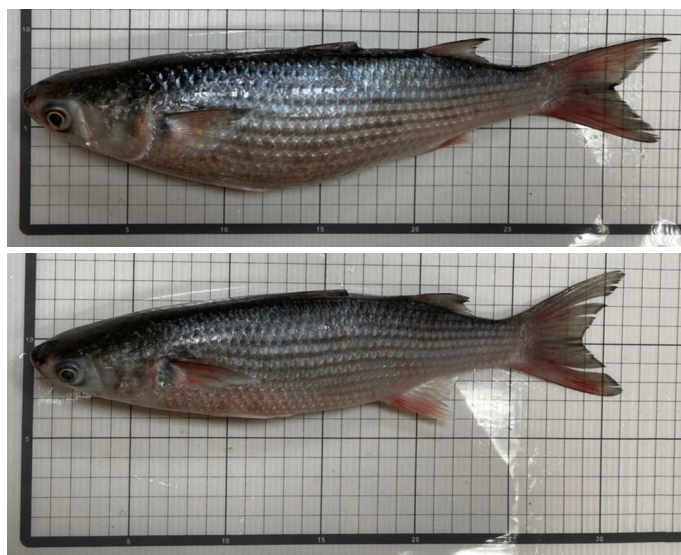


圖 3-6-21 10 月 24 日臺南學甲烏魚 1 齡體型大小比較，顯示遮蔽組 (上) 的體型略大於無遮蔽組 (下)

烏魚 2 齡：

臺南學甲烏魚 2 齡的試驗結果顯示，遮蔽組與無遮蔽組在養殖期間兩組的體型在養殖期間互有大小，開始追蹤卵巢的發育情形時，遮蔽組烏魚的生殖腺指數 (gonadosomatic index, GSI) 較高，但密集追蹤卵巢發育狀態到 11 月 20 日採樣時，無遮蔽組的 GSI 已達 13.3%，較早達可以剖子之規格 (圖 3-6-22)，最終經業者統計的結果顯示，遮蔽組於 111 年共剖子有 2,100 尾，而無遮蔽組為 3,800 尾，無遮蔽組產量較遮蔽組高，且未進行剖子的魚遮蔽組為 1,500 尾，無遮蔽組 1,800 尾，無遮蔽組的活存率亦較高。

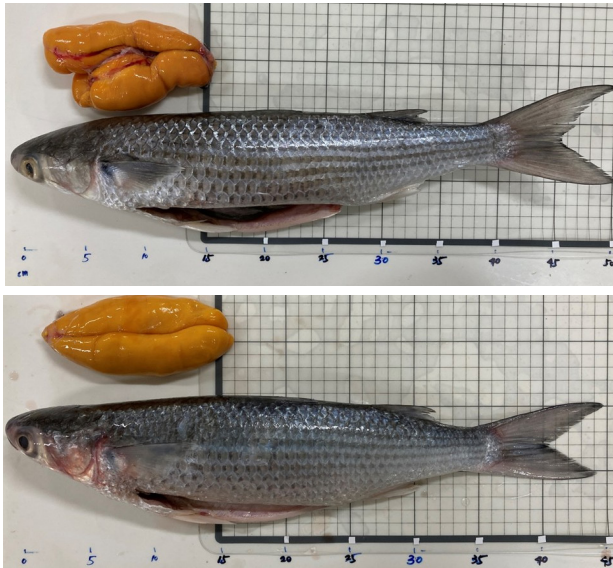


圖 3-6-22 臺南學甲 11 月 20 日剖子前最後量測的結果顯示，無遮蔽組 (下) 烏魚 2 齡的卵巢發育較佳，已達可剖子規格，遮蔽組 (上) 則尚未達到可剖子之規格

影響烏魚結子率的因子很多，包括溫度、光週期變化等，綜觀 111 年烏魚剖子情形，業者反應在卵巢開始發育初期氣溫較低，但之後氣溫又回升至持續高溫 30°C 以上，才是造成卵巢發育不佳的主因，同時，業者亦有表示全養殖場烏魚剖子率差異不大，養殖場各池剖子率皆互有高低。

肆、漁電共生的水產養殖效益

浮筏型太陽光電設施對於烏魚的成長並無顯著影響，臺南學甲的試驗結果顯示烏魚 1 齡遮蔽組的體型及活存率皆高於無遮蔽組 (圖 3-6-23)；而烏魚 2 齡方面，就數據看起來 (圖 3-6-24)，雖然遮蔽組剖子率並不如無遮蔽組，但業者反應在夏季時遮蔽組因水溫較低，攝食情況較佳且弧菌感染的發生率較低。業界對於烏魚 2 齡及烏魚 3 齡盡量不做額外操作避免影響烏魚生殖腺發育。本研究探討浮動型太陽光電設施對烏魚養殖之影響，結果顯示遮蔽率不影響烏魚活存率及生長，然而由於烏魚結子的影響因素眾多，未來仍需持續進行相關研究，才能夠有效釐清浮筏型太陽光電對烏魚結子之影響。



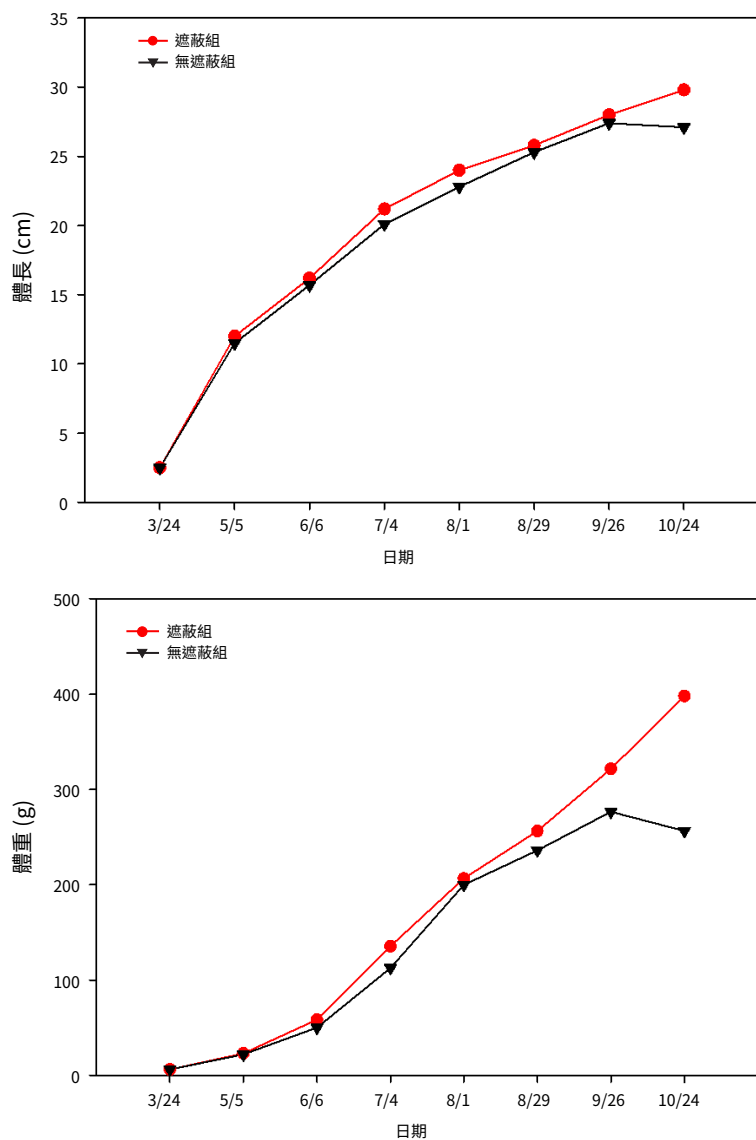


圖 3-6-23 臺南學甲烏魚 1 齡試驗的體長與體重成長曲線

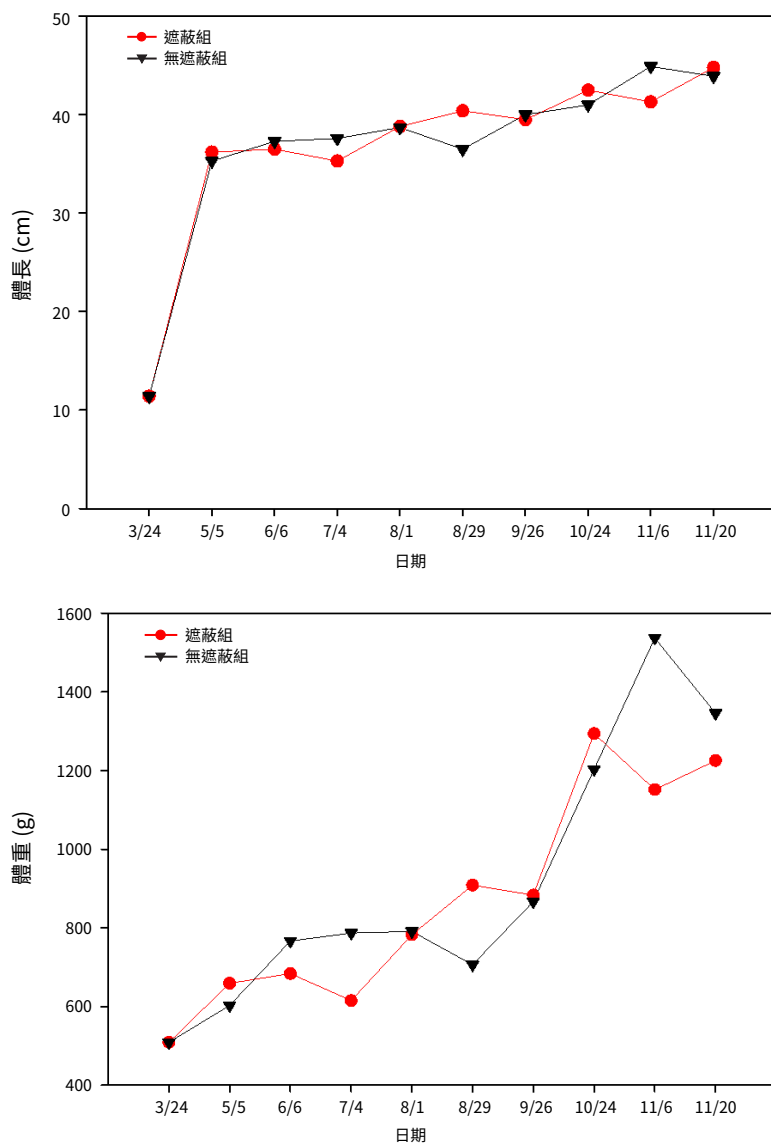


圖 3-6-24 臺南學甲烏魚 2 齡試驗的體長與體重成長曲線