



第四節

虱目魚

張秉宏、王騰巍、陳哲俊、葉信利

壹、養殖場域規劃原則與注意事項

一、太陽光電結合養殖之養殖場域選擇與規劃

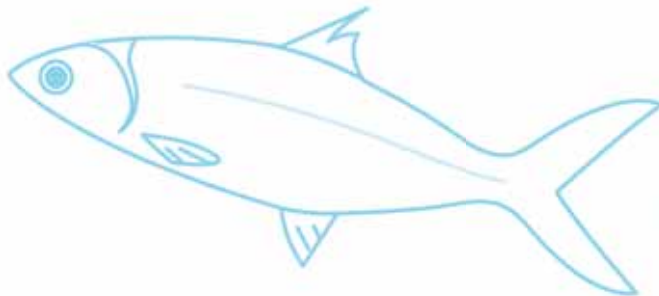
臺灣因天然能源匱乏，能源供給多仰賴外部進口，在全球能源價格波動強烈、環保意識增加，國內需求能源增加，再生能源成為未來發展的趨勢。綠色能源近年蓬勃發展，太陽光電逐漸受到重視。將水產養殖產業轉型為漁電共構，既可生產糧食，同時亦可提供能源。

太陽光電結合虱目魚養殖場域宜選擇以黏質土壤為佳，容易修築堤防防漏，且保水性和保肥性佳，利於微藻生長，有助於形成穩定水色，促進虱目魚的安定性與成長。養殖池以 0.5 ～ 0.6 公頃為最佳，水深 1 ～ 1.5 公尺，池底可以向排水端緩慢傾斜，以利進水及排水。

虱目魚結合光電養殖較適用於堤岸型的光電設施，同時須注意有利於曬池及整池的池塘設計在光電養殖更是重要。這不僅是方便養殖捕獲操作的高低差池面的設計，更是光電結合養殖不可忽略的設計導向。

越冬溝迎風面搭蓋防風牆，並保持水溫在 15°C 以上，棚蓋方向採座北朝南，應涵蓋整個越冬溝，與水面角度須小於 30 度，以減少冷雨水落入越冬溝。養殖場域若空間許可，可規劃魚苗、小魚及大魚池，面積由小至大，進排水系統獨立，可避免不同池水交互污染，提高抗病力及增加活存率。

虱目魚屬熱帶性魚種，最適水溫為 25°C，低於 14°C 則行動遲緩，養殖場域應選氣候溫暖穩定，且水源充足、進排水順暢的區域。根據 109 年、面積達 9,551 公頃、養殖產量 5.27 萬公噸，產值約 35.5 億元。因此，新型態的虱目魚養殖產業，適合開發為兼營綠電之漁電共生型的新產業模式。



二、浮筏型太陽光電設施架設

浮筏型太陽光電設置於養殖池上方，既不占用土地、移動迅速。將養殖池上方裝設太陽能設施，不需要開發其他的土地，可降低環境的破壞。養殖池於光電設施架設前至少應進水 50 公分以上，方便浮筏移動與安裝，架設位置建議靠近排水端，水車架設在光電浮筏前，水流方向由進水端打向排水端，確保水流可以充分流經光電浮筏，避免區域性的缺氧。

（一）浮筏型光電安全注意事項

浮筏型光電設施的走道設計，需要考量養殖人員進出操作的安全性，方便養殖投餌與設施基本維修與保養，以防止操作過程的職業災害發生，並且降低事故的發生。

（二）金屬物質注意事項

若設置於鹽分地帶，使用的設施宜使用抗鹽份能力較強的金屬，最好使用船舶等級金屬，以防止金屬的鹽害風化，降低浮筏型光電設施的使用風險，提高金屬使用的壽命。

（三）使用錨定系統注意事項

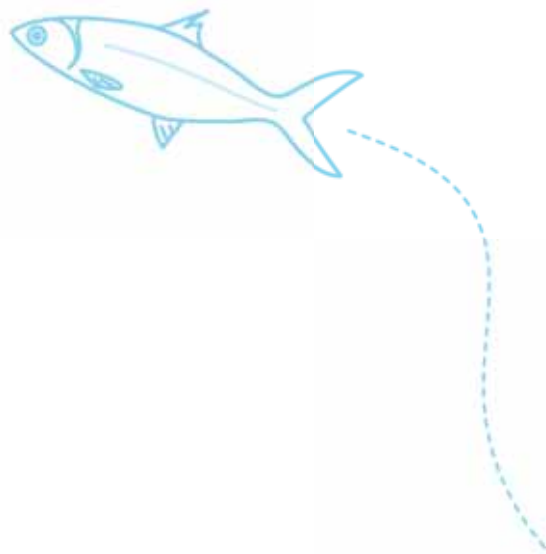
設施需要評估力學原理及設備的耐用程度與抗風能力，光電浮筏四角拉鋼纜以鋼錨固定於堤岸，光電浮筏固定務必牢固，可視當地風速與光電設施大小，於浮筏間隙加強固定，避免強風晃動造成光電板損毀。為達到最大光接受量，太陽能板應面對正南邊，並依地區緯度設置傾斜角度。

貳、整池與放苗管理

一、光電結合養殖之整池操作

光電結合養殖的整池方向重點，在於需要堅持每年的整池與曬池及消毒，才能維持養殖池生產力與保池光電結合養殖池的地利與抗病力。整池整體流程可以分為：1. 排水 - 抽乾或排乾池水；2. 清底 - 清除汙泥及其他物質；3. 曬池；4. 翻土 - 耕耘機、堆土機、挖土機...等；5. 消毒 - 漂白水 (氯錠)、二氧化氯、石灰及茶柏 (除魚造藻)...等 (圖 3-4-1)。養殖收成後，底土含有大量有機物，氧化還原電位低，應進行妥善清池，日曬至龜裂之後每分地施灑石灰 20 ～ 40 公斤，確保底土中的有機物充分氧化分解，依據底土之酸鹼值調整到 pH 7 以上。

虱目魚放苗前可注入新水約 50 公分，進水管可以套於 80 目網防止雜魚蝦進入，添加 10 ppm 有效氯的二氧化氯或是漂白水消毒 3 ～ 5 天，約 7 天後水色轉為淡綠色即可放入魚苗，底質貧瘠不易做水色的區域，可利用魚粉、黃豆粉和米糠等，再搭配益生菌製作發酵液培養水色做水。



經由整池的施用及時機圖，我們可以概略清楚知道漁電共生的整池流程。



圖 3-4-1 整池的流程圖

漂白水、石灰及茶粕的使用，漂白水可以殺菌及除去病毒，尤其是禽鳥糞便較多時需要處理。石灰是當底質的土壤，pH 低於 7 時，可以在養殖池底土、或浮筏型上方的孔洞進行施用。茶粕則可以清除魚類及造藻。利用整池使用時機圖，可以方便我們判斷養殖池的整流程及順序。

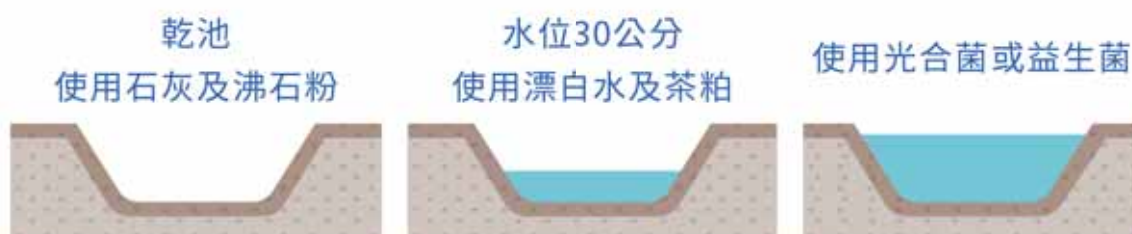


圖 3-4-2 整池的用量及使用時機

二、放苗

魚苗放養密度 10,000 ~ 20,000 尾 / 公頃，體型約 15 ~ 20 尾合計 1 公斤，放養季節集中於 4 月至 5 月之間，由於虱目魚是在海水環境繁殖，隨變態發育再逐漸淡化，魚苗包裝運輸時可能會添加少量鹽度，放苗時建議妥善對水 30 分鐘，待魚苗適應池水的環境後再放入養殖池。另外，為確保魚苗高活存率，可於放苗前幾天先跟魚苗業者索取少量魚苗試養，觀察魚苗入池狀況是否正常。初放苗兩週內的風險較高，魚苗於早上及下午會進行索餌，因此需要加強巡池，防止夜鷺及白鷺在這兩個時段對魚苗的攻擊，可提高幼魚活存率。

參、管理與收穫方式

本試驗於水試所海水繁養殖研究中心虱目魚養殖場進行虱目魚試驗，遮蔽組架設 40% 的浮筏型太陽光電設施，傳統養殖組無架設任何遮蔽物（圖 3-4-3）。



圖 3-4-3 水試所海水中心浮筏型太陽光電設施現場拍攝圖。

虱目魚模擬光電設施試驗，約 2,409 m²/池(左)

虱目魚實體光電設施試驗，約 600 m²/池(右)

一、投餵

光電結合養殖與傳統養殖投餵方式相同，池塘剛開始放養時，由於底藻剛開始繁生，為避免短時間被虱目魚幼魚吃光，應先行投放補充飼料，每天或隔天早上投放 1 次，可以每天投放米糠約 30 ～ 50 公斤 / 公頃，進行補充飼料，不僅可供幼魚食用，若有殘餌亦可當做底藻肥料。另外，池水鹽度過高或虱目魚食慾不振時，均無須投餵補充食物。捕魚過後幾天內及風浪太大時也可以停止投料。

二、光電結合養殖水質管理

光電結合養殖之水質需要注意遮陰的效果，池水的溫度會降低，太陽陰影的傾斜角度隨著季節的改變需要注意，這會影響池中藻類的光合作用與溫度變化。尤其是浮筏型太陽光電設施具有穩定水溫的效果，尤其在夏季高水溫期間能藉由遮陰效果達到降溫效果，養殖期間海水中心虱目魚無遮蔽組的最高水溫為 34.6℃，遮蔽組最高水溫 33.7℃，約降低水溫 1℃。以 7 月至 9 月中旬的高溫期來看，雖水溫未超過 40℃，但無遮蔽組的水溫變化較大，且高溫時無遮蔽組水溫亦高，顯示養殖池架設浮筏型太陽光電設施，有助降低夏季高溫造成的熱緊迫。



光電結合養殖的池子之藻類的光合作用，會消耗二氧化碳產生氧氣，進而提高池水的溶氧與 pH，浮筏型太陽光電設施會降低養殖池光照量，在養殖初期遮蔽處理的藻濃度較低，光合作用弱造成較低的溶氧（圖 3-4-4、圖 3-4-5）與 pH（圖 3-4-6、圖 3-4-7），但以虱目魚可耐溶氧量 1.4 ppm 以上、最適 pH 7.5 ~ 9.5 的要求來看，仍在合理的安全範圍內，且隨養殖進入中後期，藻濃度提升，溶氧與 pH 差異會逐漸縮小。水質管理上要注意殘餌，防止水質惡化。

養殖池中水質 ORP 的變化上也可以看出遮蔽組較為穩定，且水體的呈現氧化的環境，對於污染的耐受性較高（圖 3-4-8、圖 3-4-9）。在養殖期間均在安全範圍內，且除了遮蔽組的硝酸鹽在養殖中後期略高於無遮蔽組外，其餘項目差異不明顯。硝酸濃度較高的原因是自高溫期開始。

浮筏型太陽光電設施提供的遮蔽降溫，池魚的攝食量較佳，較高的飼料投餵量產生的含氮廢物，經微生物轉換為硝酸累積所致。因此在水質管理操作上與傳統養殖方式的差異不大，光電結合養殖需要注意絲藻及附著生物所造成的影響，若遇到在長期的下雨及暴雨更需要注意水質的變化。



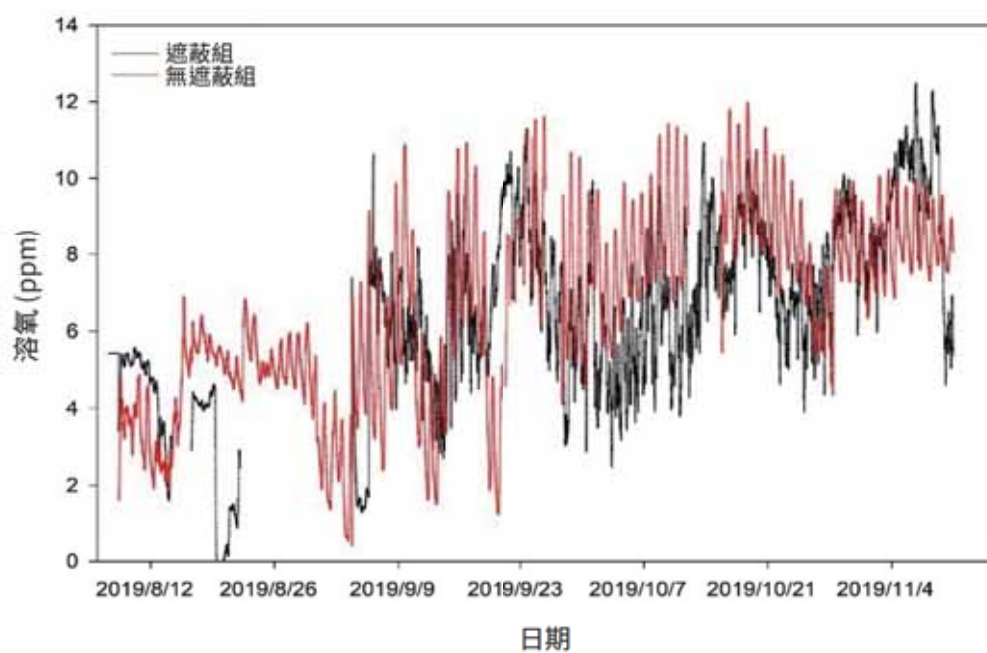


圖 3-4-4 水試所海水中心虱目魚試驗溶氧 (DO) 長期監測變化

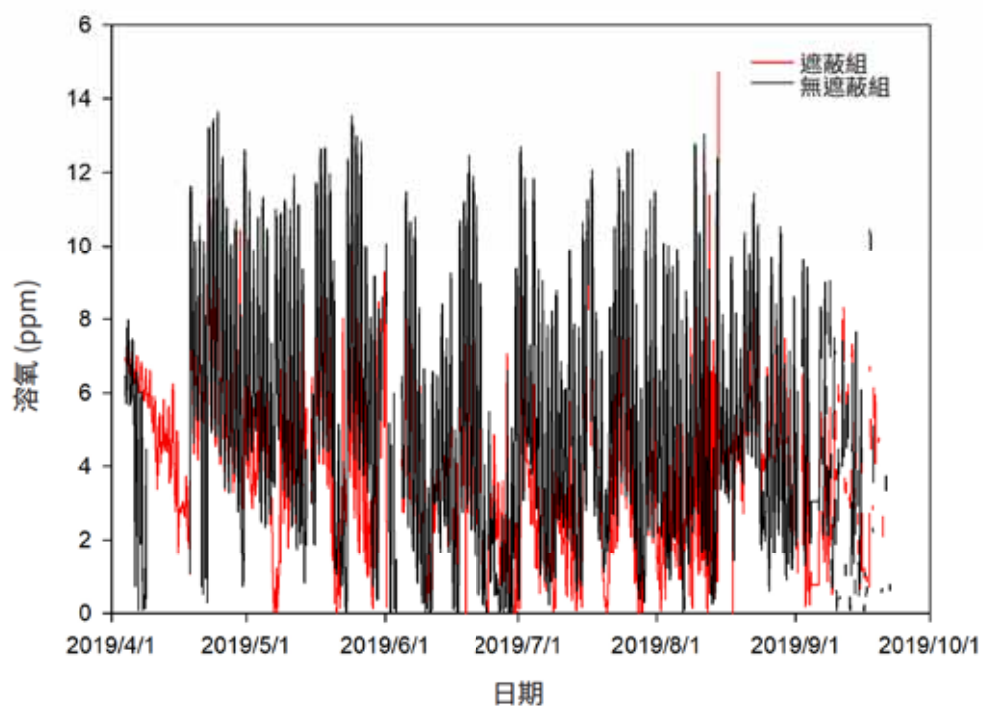


圖 3-4-5 臺南市學甲區業者虱目魚試驗溶氧 (DO) 長期監測變化

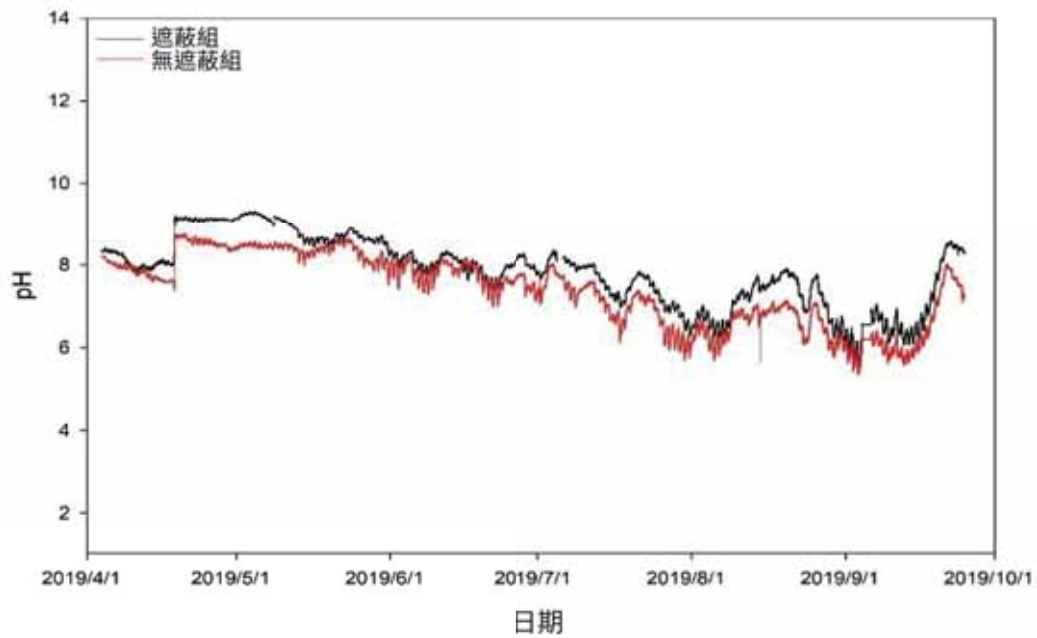


圖 3-4-6 水試所海水中心虱目魚試驗pH長期監測變化

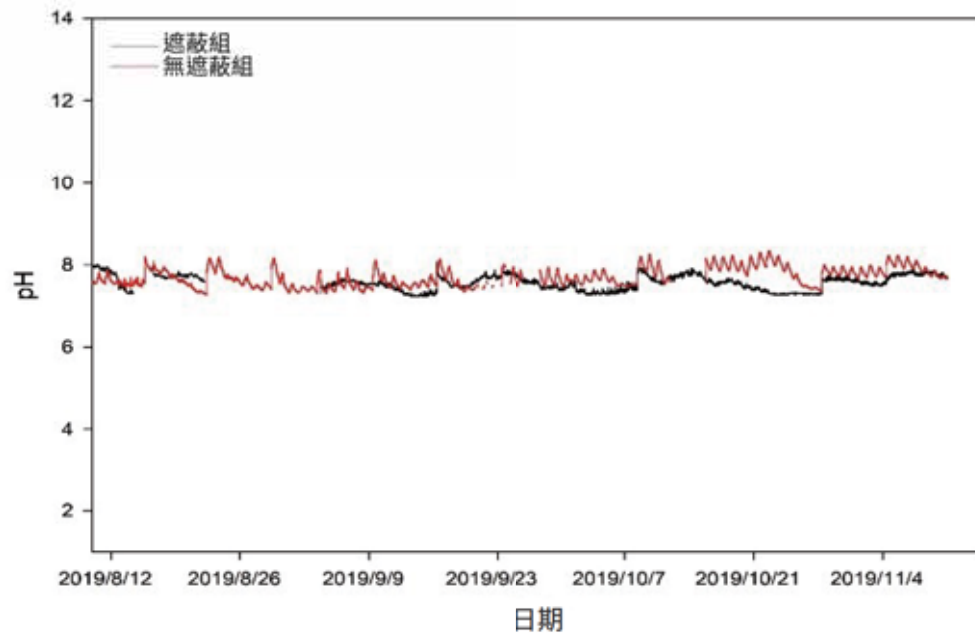


圖 3-4-7 臺南市學甲區業者虱目魚試驗pH長期監測變化

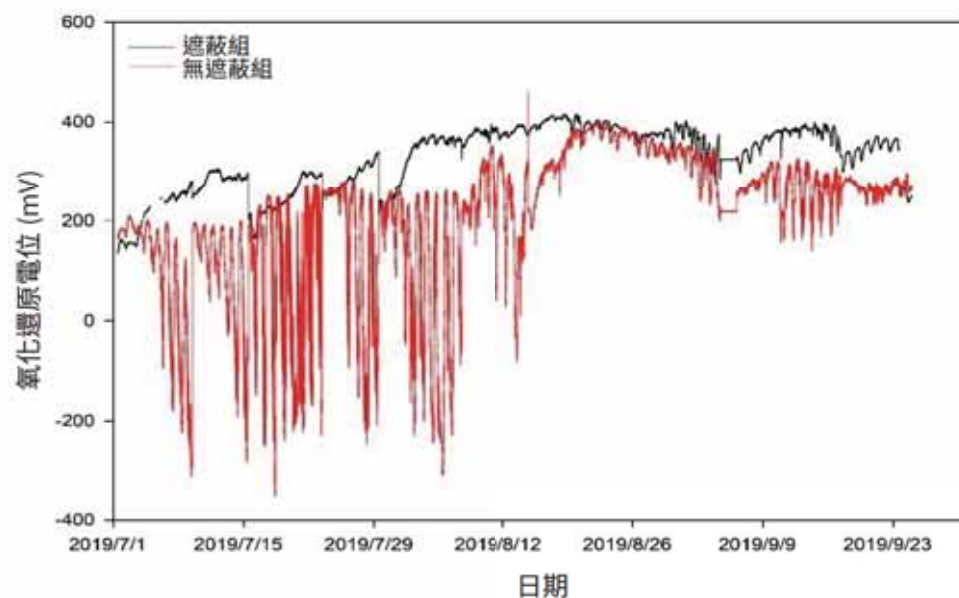


圖 3-4-8 水試所海水中心虱目魚試驗水質氧化還原電位 (ORP) 長期監測變化

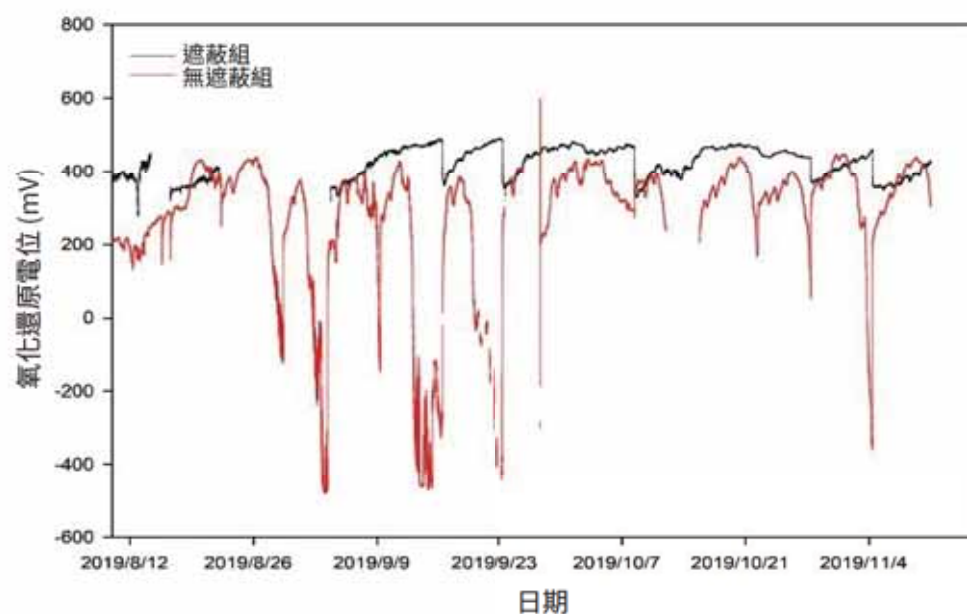


圖 3-4-9 臺南市學甲區業者虱目魚試驗水質氧化還原電位 (ORP) 長期監測變化

三、太陽光電板的沖洗

養殖過程中禁止使用化學性藥劑清洗面板，光電板平時不需特別保養，但空氣中之落塵或禽鳥糞便覆蓋太陽光電板會降低發電效率，故應定期清洗確保發電效率，光電板使用潔淨清水利用高壓沖水機及軟毛長柄刷清洗，但沖洗水壓不可過大，同時避免硬物摩擦或撞擊造成光電板裂損，清洗之用水可另做回收處理。

四、收穫

捕撈流程為捕撈前將固定浮筏型太陽光電設施的鋼纜與鋼錨分開，即可以移動浮筏，以繩索稍加固定於不影響捕撈作業的堤岸處，不須拆解浮筏與太陽能板（圖 3-4-10）。進行捕撈作業時，漁網可從浮筏下通過，朝無浮筏之堤岸進行捕魚，未達規格的小魚從網目鑽出繼續飼養，達規格則以活魚運輸車或打冰裝箱配送至市場或加工廠。虱目魚成長達 1.5 斤 / 尾至上市體型，即可進行捕售。



圖 3-4-10 浮筏型太陽光電結合養殖之捕魚架網收穫

肆、漁電共生的水產養殖效益

浮筏型太陽能光電設施對於養殖環境來說，整體水質環境較為穩定，無需改變傳統養殖之管理方式，且對於養殖生產量並不會有影響，而從產量來推算養殖魚類的活存率，虱目魚從放苗開始養殖後，無遮蔽組體型較大（圖 3-4-11）。

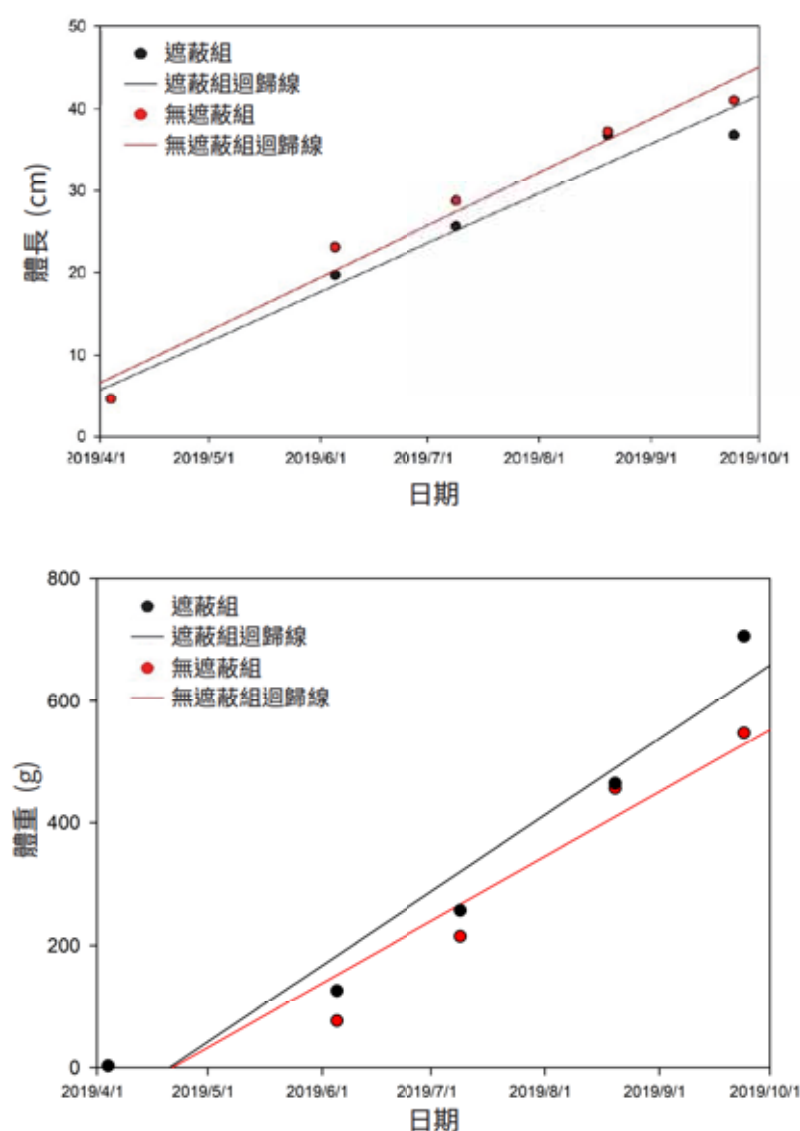


圖 3-4-11 虱目魚試驗成長表現(上圖體長;下圖體重)

兩組試驗最終產量差異不大，無遮蔽組 3,187 公斤，遮蔽組為 3,224 公斤，遮蔽組的活存率較高。浮筏型光電設施結合養殖系統，可以適時地提供遮蔽，減少環境的緊迫，同時穩定水質的各項參數，尤其是溫度的日變化較小，降低水中有害生物的繁殖。

活存率的增加對於養殖業者來說，可以直接減低魚苗的損耗量並減少購入之成本，綜合以上可以得知，於浮筏型光電設施下養殖並不會對於養殖魚類的成長造成影響，同時產量方面亦有更好的表現，並且提高養殖種類的育成率。

浮筏型太陽光電設施提供的遮蔽降溫，池魚的攝食量較佳，較高的飼料投餵量產生的含氮廢物，經微生物轉換為硝酸累積所致。因此在水質管理操作上與傳統養殖方式的差異不大，光電結合養殖需要注意絲藻及附著生物所造成的影響，若遇到在長期的下雨及暴雨更需要注意水質的變化。另外，光電結合養殖的虱目魚體色較白，活存率較高，但是飼料轉換率會稍差。

