

推動漁電共生科技 實現綠電家園

陳韋辰¹

廖慕涵¹

葉信利²



一、前言

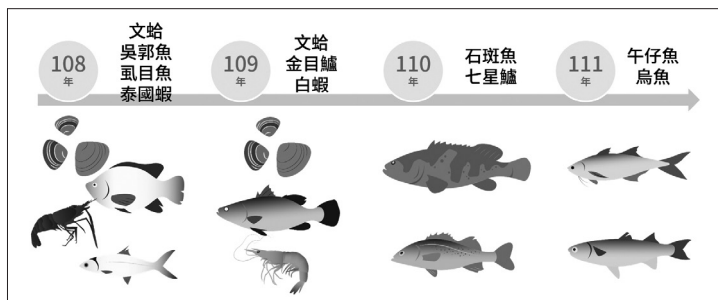
現今綠能發展已為全球趨勢，配合政府打造6大核心戰略產業之「綠電及再生能源產業」，達成產業升級轉型與非核家園之目標，行政院農業委員會（簡稱農委會）相關部門思考如何將綠能技術應用於農業生產上，尋求配套並加以試驗為重要策略。由於臺灣土地資源有限，推動太陽能能源政策時，可能會影響到農、漁業用

地的原始利用、永續發展，進而影響農業生產與生態環境。農業綠能發展以「農業為本，綠能增值」為主軸，在不影響農漁民權益、農漁業發展及生態環境前提下，優先推動「畜電共生」，再逐步發展「漁電共生」。

114年國家太陽光電總目標為20百萬瓩裝置容量，包含屋頂型6百萬瓩與地面型14百萬瓩，其中漁電共生設定目標為4百萬瓩，使「漁電共生」成為農業綠能的重點發展項目。

註1：台灣農業科技資源運籌管理學會。

註2：行政院農業委員會水產試驗所海水繁養殖研究中心。



1
—
2



1. 國內10大養殖物種評估試驗期程規劃。
2. 漁電共生試驗育成基地位置與場域規劃。

圖片提供：水試所。

因此，農委會水產試驗所（簡稱水試所）整合大專院校與研究機構的量能，在「綠能養殖新產業模式之開發應用與推廣」計畫下，執行10大養殖物種（生產面積約為2.6萬公頃，占全國總生產面積的88%以上）之漁電共生養殖評估試驗；分別以「建立實體立柱式光電設施試驗場域」、「模擬浮動式光電設施試驗場域」2項太陽能設施水產養殖共構技術，開發整合型室內外綠能設施水產養殖技術、新養殖模式套組研發，並且進行大面積魚塭太陽能設施的架設評估。

計畫同時規劃設立「漁電共生試驗育成基地」，配合行政院漁電共構政策，推動產業設置實體設施，以期帶動光電廠商與養殖業者二者共同投入漁電共享、共構之新產業中。本文將以國際趨勢與目前研發進展作一介

紹，可作為後續決策機關與研究人員推動之參考基礎。

二、「漁電共生」國際發展趨勢與概況

綜觀國際目前對於漁電共生使用概況，主要以「立柱式」及「浮動式」光電2種養殖設施為主；立柱式設施是將光電板以地面立樁結構支撐，距離魚塭水面保留3.0公尺以上作業空間（考量機具整池作業），其支撐結構通常設置於土堤上或魚塭中央，一旦設立光電設施，移除不易為其缺點；「浮動式」則是將光電板以浮臺結構支撐，貼近於魚塭水面，其浮臺結構利用錨定系統固定於魚塭水面上，此種方式光電設施移除容易、快速。此2種綠能光電養殖模組，包括中國、菲律賓、日本等皆有設置與

使用之情形，但真正結合水產養殖者實屬少數，惟中國有部分經營實例。針對這2種模組案例，茲說明如下：

（一）立柱式光電養殖設施

中國通威新能源集團發表漁光一體的「通威365養殖模式」可參考。「3」代表3種魚類合理搭配混養；「6」代表其6大關鍵技術；「5」則代表養殖綜合經濟效益能提高50%以上。根據地域特性、養殖習慣、推薦養殖的優良品種，來規劃各種魚的放養時間、順序、規格、尾數密度等。得以掌控養殖期間各類魚的收成時間、規格和比例等。此類模組在收成與清池的作業配套方案上，需設置底排污系統，將魚體排泄物、殘餌移出水體，進入固液分離池做循環二次利用，固體沉積物至曬糞池晾曬用作有機肥料。

（二）浮動式光電養殖設施

此類模組以中國為例，目前其確立淡水魚塢以4大家魚為主，其他還有黃鰱魚、大閘蟹、澳洲小龍蝦等品種。並且以內銷有需求、外銷有市場

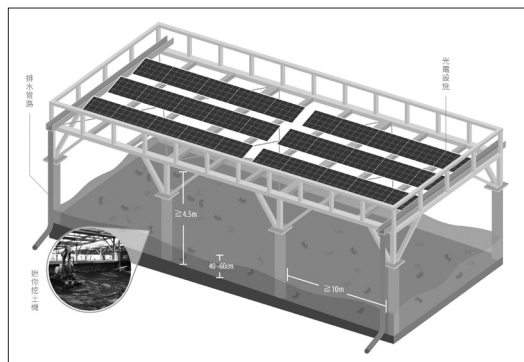
的原則，作為該模組魚種主要篩選的依據。除了中國外，國外浮動式光電設施大多設立於蓄水池、水庫及私人用地，結合水產養殖之案例甚少，目前此類模組在國際上尚欠缺參考資料。

目前光電設施對環境、鄰近環境生態之影響，因該議題複雜且成本高，國際上甚少對此議題進行討論，參考數據及研究有限；在光電設施滲出物質及與水產品污染風險的評估上，除鄰近日本認為對水質應無危害，甚至可以防止水分散失的結論，也因與臺灣養殖環境不同無法相提並論，因此尚有許多需要進一步探討的空間。

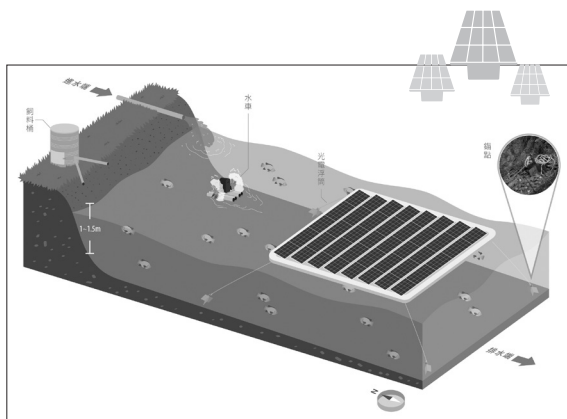
三、綠能養殖產業潛在技術需求

由於綠能養殖在國際上尚未普遍，業者對於實際於臺灣環境設立，仍有多項潛在需求與疑問。以下分別以技術面、環境面和制度面來探討：

（一）技術面：以立柱式光電設施為例，目前對於設施場域位置與



水試所「研究型立柱式光電養殖設施」示意圖。



水試所「研究型浮動式光電養殖設施」示意圖。

設計規劃上無明確準則，針對各地區魚塭皆須進行個別設計（包括進排水道、車輛運輸車道等）；在遮蔽處及下風處水質易有風險地帶，需加強監測與管控；光電設施也需考量地質環境、設計不同強度結構，並且其太陽能板能承受之風力亦需做考量，包括受損後的應變措施一併納入；所選取的魚塭規格設計，亦需考量未來生態功能的評估與研究。

（二）環境面：對於水產物種的影響，養殖業者也擔心光電設施的設計與位置，會影響養殖管理與收成作業上問題；而新增設施所造成的外來生物如絲藻、貽貝等附著物增生，也會導致養殖操作與收益受影響；此外，漁民對於立柱式設計下的曬池與替代方案存有疑慮。

（三）制度面：以目前智慧系統設備的整合導入，初期需投入大量資金，也使得漁民接受度不高，需依賴政府補助方有意願配合；配電盤及相關智慧設備昂貴，漁民難以負擔或承租，皆須降低漁民初期投入成本；監測設備上，也仍缺乏穩定性與維修便利性。

綜觀以上相關技術導入，開發商、地主與養殖戶為相互共存之模式，目前養殖從業人員人力結構老

化，養殖模式不易改變，實應建立完善合作制度，如透過股東制度，建立合理利益分配模式，並由光電系統商聘請專業養殖顧問，輔導養殖戶解決技術問題。此外，對光電設施與維護鄰近生態影響之評估也不容忽視，光電設施長期設置後，是否具有有害物質釋出的風險，及對水產品污染問題，也應針對水質與水產品檢驗的增加項目，立法規範其標準。

四、漁電共生評估試驗成果進展

漁電共生評估試驗以光電設施遮蔽率40%、維持70%以上的產能為執行前提，展開為期4年之階段性養殖試驗：包括首期針對文蛤、吳郭魚、虱目魚以及泰國蝦進行試驗；第2階段則針對文蛤、金目鱸、白蝦進行試驗；未來則規劃石斑魚、七星鱸、午仔魚、烏魚等魚種試驗，分階段執行，探討漁電共構雙贏之養殖模式及產業應用推廣可能性，並藉以釐清光電設施可能對於養殖生物所造成之立即性危害或潛在負面影響。

目前從試驗數據中，觀察到立柱型太陽光電設施具穩定水溫效果，5～9月養殖期間慣行無遮蔽組的平均水溫31.9℃，光電設施組平均水溫28.8℃，在夏季高水溫期能降低水溫3℃左右。顯示架設立柱型太陽光電設施，有助於降低極限水溫發生的機率，紓緩夏季高溫造成的熱緊迫。



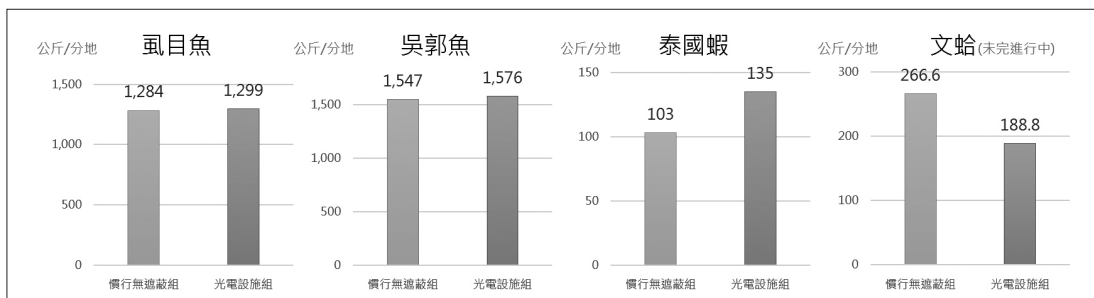
光電設施需考量文蛤收穫機作業的回旋空間。
圖片提供：水試所。

同時，光電設施具阻攔雨水與排水裝置，因此在雨季易發生短時間強降雨時期，在海水養殖上相較於光電設施組，慣行無遮蔽組的鹽度會急遽下降，易對養殖生物（魚、貝、蝦）造成緊迫，會使其虛弱而影響成長。此外，光電設施下的收成與清池等作業，雖與傳統養殖的方式都是相似的，但需留意結構設計上要考量留存機械作業的空間。

養殖效益部分，太陽光電設施對養殖水產生物的成長影響，從光電設施所提供的適度遮蔽，是可讓水產生物有較穩定的成長環境。已在水試所與業界執行之試驗結果顯示，虱目魚收成量上，無遮蔽組為1,284公

斤/分地，遮蔽設施組為1,299公斤/分地；吳郭魚收成量上，無遮蔽組為1,547公斤/分地，遮蔽設施組為1,576公斤/分地；泰國蝦收成量上，無遮蔽組為103公斤/分地，遮蔽設施組為135公斤/分地。另遮蔽會影響微藻產生量之文蛤養殖試驗，無遮蔽組的文蛤為266.6公斤/分地，遮蔽設施組為188.8公斤/分地（約為無遮蔽組之70.8%）。109年已進行6個月試驗，目前估算無遮蔽組的文蛤為686.4公斤/分地，遮蔽設施組為566.8公斤/分地（約為無遮蔽組之82.6%），因還未達上市規格，試驗持續進行中；雖亦顯示無遮蔽設施下文蛤的產量稍優於遮蔽組，但遮蔽組都符合法規規範之70%產量要求，也代表光電設施應用在水產養殖具可行性。

評估試驗過程中，亦期望研發出符合水質、食品安全之附著生物防治技術；依照不同養殖模式，調整浮動式設施設計及組裝模式；而智慧系統設備亦已配合智能化設計，加入警示系統。計畫本著「以農為本、綠電加值」的精神，欲帶動國內水產養殖漁



漁電共生試驗的品項與產量。
圖片提供：水試所。



貽貝附著於光電設施的支柱。
圖片提供：水試所。

業升級；未來更期盼能推動「漁電共生模組」得以整廠輸出到東南亞，以促進養殖漁業發展，並且解決相關地區能源問題。

五、未來展望

在綠能養殖新產業模式之開發應用與推廣上，規劃3階段：第1階段以探討光電設施對養殖與生態影響為重點；第2階段為建立最適養殖模組、創造養殖新管理模式；第3階段則為推動區域性發展，落實綠色能源產業生態系。

由於漁電共生的議題，臺灣走在全球的腳步前端，因此在執行試驗初期，難免遇到執行困難；不論是來自於土地的取得、漁民的疑慮、魚種的選擇、太陽能板的污染等，其涉及土地、產業與環境議題，皆需要多方協調、溝通與尋求共識，以朝綠電家園共同邁進。透過長期計畫研究，逐步累積「漁電共生」場域的數據資料，包括如光照、地質環境、水質條件、

生態環境等，能有更明確的標準以利產業之推展。

再者，未來會持續建立「漁電共生」下，各地區適合之養殖水產物種清單，在現有魚塭條件下，能夠透過「場域重新規劃設計」，以及新增必要的設施項目，來達到符合漁電共生營運的要求；計畫需進一步記錄、試驗，來瞭解並釐清光電設施本身及設置後的變化（如附著生物）對水產養殖所造成影響程度；相對的，亦需建立漁電共生場所所需之管理機制（或軟體平臺），有利後續營運後業者所需提供之佐證資料項目；最後將建立綠能養殖基地後續擴充策略，如場域的擴展或開放對象的調整；同時間可藉由智慧設備的導入，改善養殖場域條件，作為推動漁電共生之誘因。如此一來，臺灣必能發揮熱帶農業漁電共生研究優勢，融合國內產業推動經驗，將技術整合行銷至熱帶國際市場。



養殖漁業結合太陽光電，共創六好。