



赴聖露西亞辦理魚菜共生訓練班紀實

李曜辰、黃德威、楊順德

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

前言

魚菜共生為複合式的農業生產模式，藉由結合水產養殖的循環水系統及農業的水耕模式，達到資源循環利用之目的；魚菜共生自 1980 年代起蓬勃發展，隨著氣候變遷議題及永續農業逐漸被重視，魚菜共生亦成為熱門話題。

魚菜共生依據不同的植栽床形式，可分為介質式栽培 (media bed culture)、薄膜式栽培 (nutrient film technique culture, NFT) 及深水式栽培 (deep water culture, DWC) 等三類 (圖 1)，這三種系統皆有各自的優缺點，一般使用者會根據需求選擇合適的系統。



圖 1 三種不同形式的魚菜共生系統

A：介質式栽培；B：薄膜式栽培；C：深水式栽培

聖露西亞為我邦交國，位於加勒比海向風群島，國土面積為 616 km²，產業以觀光旅遊業為主，工業並不發達，各類資源皆仰賴進口，農產品價格、電價及水費皆為較高水平，因應價格高昂的問題，聖露西亞政府近年推廣國內自行生產農產品以減少對進口農產品的依賴，因此開發適合當地的農業生產模式為該國的重要發展方向。

本所受財團法人國際合作發展基金會邀請，於 2023 年 2 月 27 日至 3 月 16 日派遣專家赴聖露西亞協助辦理魚菜共生訓練班，訓練班內容包含辦理三場魚菜共生工作坊及參訪聖露西亞現有的魚菜共生系統，訓練班目的包含：(1)利用工作坊傳授魚菜共生基礎概念及分享臺灣經驗，提高當地技術人員、相關業者及一般民眾對魚菜共生技術之相關知識。(2)藉由實地參訪了解目前聖露西亞魚菜共生發展現況及瓶頸。(3)根據參訪結果及經驗，針對聖露西亞的魚菜共生現況及未來發展提供相關建議，協助該技術能在聖露西亞持續發展。

辦理魚菜共生工作坊

本次訓練班辦理三場魚菜共生工作坊，第一場次的工作坊針對聖露西亞農業部所屬三個參與魚菜共生建置相關業務的單位進行訓練，學員為農業部之漁業、農業及工程技

術人員，由於未來將由這些技術人員擔任種子人員，教導一般民眾如何進行魚菜共生，因此課程內容以魚菜共生系統操作原理為主，並在最後一堂課設計問答環節，請當地技術人員提供對魚菜共生技術的疑問及過去輔導業者時曾被詢問過的問題，並邀請學員嘗試回答上述問題，以確保學員在課程結束後皆具備回答魚菜共生基礎問題的能力。

第二、三場次之工作坊分別針對聖露西亞南部及北部的業者及有意參與民眾進行授課，授課內容以系統實際操作上可能遭遇之問題及實際應用相關知識為主，例如教導學員們操作水質試劑，課程中也安排業者分享自己的案場，除了讓尚未建立案場的學員能習得當地可行的魚菜共生形式，也藉此了解魚菜共生在當地發展遭遇的問題。

魚菜共生案場之參訪

本次訓練班共計參訪兩個實際運作、兩個暫時停止運作及兩個尚在建置的案場，共計六個案場：兩個正在運行的魚菜共生案場分別為北部地區 Felix Jaria 博士的案場及南部地區 Keifer Vitalis 先生位於 Banse 的案場，兩個暫時停止運作的案場分別為漁業司位於 Castries 及 Gros Islet 之試驗系統，兩個尚在建置的案場則分別為 Miranda George-Arthur 女士位於 Laborie 的案場和 National Council of Persons with Disabilities (NCPD) 位於 Vieux Fort 的案場（圖 2）。

Felix Jaria 博士的案場為 NFT 式魚菜共生系統，建設目的以試驗及示範用途為主，該系統以吳郭魚養殖池水供給整個系統的養



圖 2 魚菜共生案場

A：Felix Jaria 博士的案場；B：漁業司位於 Gros Islet 之試驗系統圖；C：Keifer Vitalis 先生的案場第一溫室及 D：第二溫室內部構造；E：Arthur 女士的案場；F：NCPD 案場

分，植栽則以小型植物為主，例如萵苣、草莓、蔥及香草等，因案場建置性質，本系統生產的農產品並未進行販售。整個系統的水源為雨水供應，電力源自太陽能發電系統，發電量為 1 kW，可供給整個案場使用，Jaria 博士預計利用案場操作經驗編製魚菜共生相關課程教材，以作為職業訓練教學使用。

Keifer Vitalis 先生的案場有兩座溫室，皆飼養吳郭魚，第一座溫室是介質式魚菜共生系統，主要種植黃瓜，第二座溫室則是三種魚菜共生系統並行，並種植多種作物，包含萵苣、香草、番茄、草莓、花卉及瓜類作物等，兩座溫室生產的養殖水產品及蔬菜皆經由當地商店販售。該案場水源為雨水，電力源自太陽能板，總發電量達 7 kW，可供兩座溫室及業者住家使用，由於蔬菜比例偏高，Vitalis 先生會使用自製有機肥補充植物



營養，其肥料原料為農業及漁業副產物，Vitalis 先生在參訪時表示，預計將擴增案場規模，建設第三座魚菜共生溫室，並將本次受訓所學內容運用在系統建置上。

漁業司位於首都 Castries 漁業司辦公室旁的魚菜共生系統為小型 DWC 示範系統，當初由臺灣協助建置，目前因部分配件損壞暫時停止運作，預計於訓練班結束前修復；另一座位於聖露西亞北部 Gros Islet 之試驗系統同樣為小型 DWC 式魚菜共生系統，主結構以水泥製成，過去養殖物種為吳郭魚，水源為附近河流，電力由電力公司提供，然而該系統因 2022 年洪水破壞，目前並未使用，預計重新取得種魚後才會恢復運作。

Arthur 女士的案場尚未建置完成，該案場位於聖露西亞南部近郊區域，預計在自家住宅旁建設一套 NFT 的魚菜共生系統，主要養殖物種為吳郭魚並種植小型葉菜類植物，預計該系統生產的魚隻會販售給當地餐廳，生產的蔬菜供自用及販售，水源皆來自河水，電力擬由太陽能發電系統提供。

NCPD 的案場目前已完成網室建置及相關材料之購置，該案場位於聖露西亞南部，受 Global Environment Facility (GEF) 及其他私人企業補助，預計利用 NFT 及 DWC 並行的形式種植作物，為了方便身障者使用，本套系統將使用粒子式過濾作為物理性及生物性過濾，以免除濾材清理程序，本系統的水源為雨水，電力來源為電力公司，系統內水產養殖及水耕系統可獨立運作，如有需要可將兩套系統斷開使用，除該套系統外，NCPD 也預計建置自己的植物育苗床，以減少植苗時因環境差異過大造成適應不良。

問題分析

本次訓練班辦理過程，根據學員互動及實際參訪案場，發現魚菜共生技術在聖露西亞發展目前遭遇的問題如下：(1)飼料成本高：聖露西亞原有的水產養殖飼料皆由美國進口，管道單一且價格昂貴，價格約為臺灣飼料 2—3 倍。(2)養殖物種受限：聖露西亞現有的淡水養殖物種僅有吳郭魚及淡水長臂大蝦，未有其他養殖物種，魚菜共生系統中，主要養殖物種一般建議以魚類為主，因此聖露西亞僅有吳郭魚可以使用。(3)種苗缺乏：聖露西亞民間並無自行繁殖魚苗，吳郭魚種苗仰賴漁業司提供，然而受 2022 年洪水影響，漁業司的養殖池受到洪水衝擊，導致養殖池內原有的種魚折損，無法正常生產魚苗供給業者，顯示單一管道出問題時，業者將陷入無魚可養的窘境。(4)相關知識缺乏：學員反應案場植物遭遇未知原因凋萎，或是不知道魚類每日需要多少飼料、多少魚可以提供多少蔬菜生長等，因為不具備相關知識導致無法處理系統發生的問題。

心得與建議

聖露西亞養殖漁業仍處於粗放式養殖階段，該國淡水養殖物種目前僅有吳郭魚及淡水長臂大蝦，也許是因為養殖產業並不興盛，當地沒有水產養殖相關產業，例如飼料製造及水產加工等，水產養殖用飼料僅能從國外進口，或以禽畜飼料作為替代；然而魚菜共生的營養循環仰賴於穩定的營養投入，在沒有穩定的水產飼料情況下，操作者將難

以評估系統投入的營養。另該國淡水養殖物種過於單一，不像臺灣有多樣化的物種可以選擇，對於聖露西亞的魚菜共生系統是否可以僅依靠吳郭魚養殖部分回收成本仍需再作探討。

雖然仍有許多待解決問題，但於參訪過程也發現到聖露西亞的魚菜共生產業有其發展機會。在臺灣由於菜價低廉，單純水產養殖或單純農業經營的收益皆高於魚菜共生模式，且魚菜共生仰賴技術支援，對於一般農漁民而言門檻較高，加上臺灣資源相對充足（水資源、電力、飼料及種苗來源等），因此業者一般選擇進行純水產養殖或純水耕蔬菜生產農產品，魚菜共生養殖模式之優勢較不明顯；但聖露西亞農產品售價相對較高，且大多仰賴進口，當地民眾亦認為應增加當地自產農產品的比例，因此利用魚菜共生系統生產當地農產品，在市場上應具有其競爭性。聖露西亞電力仰賴火力發電，但民間已開始發展太陽能，由於該國為熱帶國家，終年日照充足，具有發展太陽能結合魚菜共生養殖模式之潛力；經詢問當地建置 1 kW 之太陽能發電設施需約新臺幣 10 萬元，考量當地電價高昂，計算回本時間發現有其效益。該國淡水資源短缺，一般使用河水及雨水，然而乾季時政府禁止人民將水用在農業上，當地居民已有收集雨水利用之習慣，而以雨水做為水源也被聯合國糧食及農業組織認為是讓魚菜共生達到永續農業的重要途徑之一。綜合評估後，開發資源循環利用的農業生產模式可以幫助缺乏資源的聖露西亞發展農漁業。

考量上述條件，魚菜共生養殖模式於聖

露西亞具有發展之潛力，但需解決種苗及飼料問題，種苗問題應設法讓民間業者參與種苗繁殖，以分散風險，另外開發新興水產養殖物種也可以提供魚菜共生更多的選擇。飼料部分除了應增加購買管道外，可以考慮引入飼料替代相關技術，利用農漁業之副產物（水解蛋白）或其他替代蛋白源（浮萍、昆蟲蛋白）取代飼料或飼料原料使用；同時由於聖露西亞目前水產養殖產業規模較小，也可以考慮發展家庭式的飼料生產模式，輔導民間利用小規模的飼料製造設備自製飼料降低投餵成本。若能克服上述問題，考量當地雨水及太陽能利用的可行性，加上農產品大多仰賴進口導致價格高昂，魚菜共生技術在聖露西亞有很大的發展潛力。

近年臺灣的魚菜共生產業發展趨向遲緩，相較於聖露西亞，臺灣的電價、水費及菜價皆於較低水平，同時水產養殖及農耕技術也較為成熟，這導致魚菜共生的優勢相對於慣行農業生產模式較不明顯。然而因應氣候變遷之影響，資源循環利用的生產模式將是未來全球的發展重點之一，複合式農業生產模式包含魚菜共生技術都是值得發展的方向。他山之石，可以攻錯，藉由他國經驗我們應思考現行的生產模式是否有其他的改善方向，以因應未來資源短缺之困境。

謝辭

本次訓練班辦理期間承蒙駐聖露西亞技術團詹維欣計畫經理、李宜龍團長、技術團陳品宇技師及前家畜衛生試驗所涂堅組長協助，使課程順利進行，在此謹致謝意。