

2016日本智慧漁業觀摩參訪 (上)

林志遠¹、邱文毓²、葉信明³、湯惟真⁴、陳君如⁵

¹ 水產試驗所企劃資訊組、²行政院農業委員會漁業署、³水產試驗所海洋漁業組
⁴行政院農業委員會科技處、⁵水產試驗所

目的

全球糧食需求面臨極大的壓力，加以全球氣候變遷、極端氣候變化與人為環境污染等因素，更增加全球農業經營的風險性及糧食生產的不穩定性。縱然近年臺灣農業產值上升，但糧食自給率低約 32%，同時臺灣逐漸邁向高齡社會，更面臨重大生產力危機，必須從生產技術及制度結構上加以改變與提昇。另近年來由於天災、污染、土地及水資源有限、藥物殘留影響水產品食安問題，加上中國及東南亞的市場低價競爭、養殖成本的提高、海洋捕撈資源量降低以及產銷失調等因素，導致臺灣漁業整體產值發展相對停滯。因此，為提升產業生產力與國際競爭力，除加強外銷貿易能力外，如何提升生產技術、降低成本與建構安全食物供應鏈為當務之急。

近年來，全球開始邁向第四次工業革命（工業 4.0），帶動各國生產製造朝向物聯化、數位化、精準化、可大數據化、可預測化、可調適化、可人機協同化發展，世界各國無一不積極推動建構之智能化製造、生產、運銷系統，以快速反應或預測市場需求；而產業鏈垂直與水平整合之物聯化、智慧化、數位化，亦為全球產業競爭之關鍵。而世界主

要先進國家為提升農漁業生產力與競爭力，亦開始導入 4.0 元素，逐步運用資訊創新科技，將物聯網、雲端技術、大數據等智慧科技投入設施農漁業領域。

政府自 2014 年起開始推動生產力 4.0 專案計畫，開始執行包含農業 4.0 之各項先期計畫，至 2016 年配合行政院「五加二創新產業旗艦計畫」及數位經濟發展，農委會也持續延伸執行智慧農業 4.0 的政策額度研究計畫，期能轉型及厚植國內農漁產業之國際競爭力。臺灣海洋及氣候環境相近於日本，且日本已在農漁業的產銷數位化、生產機械自動化及物聯智慧化的推動上已有多年經驗及成果。因此，本次由行政院農業委員會（簡稱農委會）科技處、漁業署及水產試驗所（簡稱水試所）成員共組日本智慧漁業觀摩參訪團赴日本九州進行考察（圖 1），以了解漁業智慧化系統之關鍵技術，作為我國政府單位推動次世代智慧漁業技術及協助國內養殖產業轉型的借鏡與重要參考。

觀摩研習內容

一、長崎大學及水產學部

長崎大學的基本理念為整合其在熱帶及傳染性疾病、放射學及海洋環境生物資源等



圖 1 2016 日本智慧漁業觀摩參訪行程圖

領域之專長，並與食品資源和環境等領域結合，成為國際知名的教育和研究單位，以進一步推動個別化和國際化之教育和研究，其中長崎大學水產學部及漁業學院更作為日本西部漁業和海洋科學的教育和研究中心。水產學部現今研究方向除了維持水產資源生產外，同時更朝向保護海洋環境，不僅將海洋生物資源作為食物資源更運用其他有效資源管理之整合性科學，更為保護海洋中有價值的基因資源及更運用其成為水產科學的關鍵研究項目。

2012年6月水試所與長崎大學間在臺灣首次簽署雙方間之學術交流協議後，雙方的學術訪問和資訊交流甚為活躍，不僅在研究上有良好成果，在文化上也擴大了交流。因此，藉本次智慧漁業參訪行程之便，陳所長君如代表水試所與長崎大學在日方處簽訂延續5年之協議（圖2），期望未來雙方有更多研究合作。

本日利用有限時間，快速走訪水產學部各研究室，包括環境荷爾蒙研究、藻類研究及河豚毒研究等之研究設施與方法，例如：(1)益生菌與藻種培育智慧環控溫室：以溫



圖 2 水試所與長崎大學簽署學術交流協議(延續)

溼、照度與恆溫可控制溫室，進行多項益生菌與藻種之培育與環境差異比較分析並保種。全球餌料用藻類約50種及浮游動物約130種。(2)潮間帶彈塗魚棲所3D建模分析：利用棲地隧道灌膠方式，進行同尺寸之3D空間模型重建與生態行為特性分析。(3)全日本河豚毒檢驗中心。

二、長崎大學環東中國海環境資源研究中心

長崎大學環東中國海環境資源研究中心於2005年4月在漁業學院海洋資源教育與研究中心重組後成立。該研究中心主要從生物生態、生理、海洋和環境科學的跨學科領域的方式，積極全面性調查海洋生物學及海洋環境，並探討陸地和大氣對海洋環境的影響。負責進行附近水域（如東海，有明海和大村灣等）之生物學、生態系統及環境之研究，透過與國內外各研究機構之合作，進行安全和生產性利用海洋生物資源的基本性及應用性研究，來「確保21世紀持續性糧食資源之可用性」，解決海洋生物資源的安全及生產利用的問題，對海洋環境進行保護和恢復。該中心位於長崎國際漁業區，該區另有西海區水產研究所及長崎縣總合水產試驗

場，3個機構之間具有密切的研究合作關係。

本次參訪該中心許多研究，例如：(1) 海洋鮪旗魚空間資訊分析系統：利用衛星通訊微型電子標識儀與資料自動接收系統判讀魚類資源空間與時間之生態習性。(2) 衛星遙測漁場：利用衛星遙測水溫、海高、風場、鹽度、海洋葉綠素分布等資訊，結合對象魚種，進行東海及沿近海域之漁場結構分析與智慧判讀。(3) 海洋健診新觀念(圖3)－結合生態系安定檢查(生物組成、棲息場、生息環境)及物質循環檢查(基礎生產力、海水交換、底質堆積分解、底棲生物)，進行海洋的一次性健康診斷。(4) 藻場建置復育自動監測系統：於藻場復育區設置感應器量測光照、溶氧及葉綠素濃度，以瞭解環境因子與藻場關係。當藻類多時，海流流速強反而會造成藻場中營養鹽缺少，反之流速慢之營養鹽較不缺。



圖3 一次性海洋健診檢查項目

此外，由河邊玲教授簡報介紹該中心2017年起將另新主導因應日本311大地震後之能源政策調整，與其他科研機構工學及水產跨領域合作進行一項結合大型漂浮式離岸

風機場域之漁業栽培增殖計畫(圖4)。目前電力公司在長崎五島列島地區外海水深達100 m處已架設數具漂浮式(水深因素難以架設固定式)風力發電機組，因面臨當地漁民反對，因此政府行政機關擬委託長崎大學結合工學及水產領域成立創新未來機構，項下由海洋能源利用研究部門、海洋能源開發研究部門及該中心所共同組成，並與其他產官學進行合作。本項研究利用工學結附機構、人工藻場造成、魚苗放流培育、環境水質自動監測、魚類標識水下追蹤定位、風機電力水下照明補充光照等結合自動化系統與觀測機制，以提高漁業生產力及產值，並降低漁民之反對聲音。

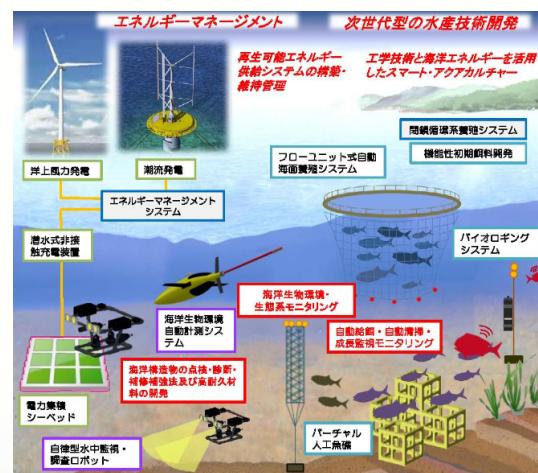


圖4 大型漂浮式離岸風機場域之漁業栽培增殖計畫(圖片來源：<http://www.nagasaki-u.ac.jp/>)

在之後討論時間中，我參訪團表示近年我國為達到未來2025年非核家園目標，除大力發展陸上屋頂型、地面型太陽光電之外，亦規劃臺灣海峽離岸風機以增加綠能發電量，目前並已建置2處示範區共4組風機機組，但遭遇與日方相同之漁民反對聲浪問題，希望透過近年水試所一項旗艦計畫研究

以科學化數據呈現風機場域與藻場復育及貝類養殖共存之漁場增殖助益。雙方對於各項觀測技術及生物生態漁場等各方面議題均廣泛交換意見，例如該中心所提透過產卵研究及其他漁場改造吸引魚群，或許為我國可學習之方式。最後雙方並同意就本項議題，未來可經由雙方簽署之學術合作協議管道，進一步進行相互參訪、資料交流與學術探討。

三、國立研究開發法人水產研究教育機構－西海區水產研究所

2016 年日本水產總合研究中心與水產大學合併為國立研究開發法人－水產研究教育機構 (簡稱水研機構；FRA)，除原水產總合研究中心研究開發業務及水產大學人才育成業務仍將維持外，更期待發揮相輔相成之效果。隸屬於國立研究開發法人－水產研究教育機構之西海區水產研究所，目前致力於海洋珊瑚礁資源開發評估、亞熱帶水域的海洋漁業及養殖業發展等相關研究，主要分為幾個研究範疇，包括：(1)東海、九州沿岸、日本海西部海域等之重要經濟物種之種群評估、資源量及漁場研究；(2)赤潮監測技術：海藻類品質評估與鑑定、溶氧濃度預測；(3)發展黑鮪穩定取卵技術：種魚人工飼料研發、計畫性產卵、人工調控環境 (水溫、光照) 種魚蓄養環境；(4)黃海、東海及日本海岸的巨型水母之跨國聯合監測。

渡部俊廣所長首先表示希望透過臺日之間科學諮商會議，未來能更緊密進行交流與合作，之後由岡雅一博士進行黑鮪繁養殖研究介紹 (本技術係屬機密，全程無法攝錄影)。西海區水產研究所於 2014 年首次完成於人工調控環境 (水溫、光照) 下約 30 尾的

3 歲太平洋黑鮪室內水槽產卵試驗 (取自奄美大島野外箱網完全養殖之 2 歲種苗)，可成功計畫性誘引黑鮪產卵並取得受精卵，並於 2016 年成功重覆 3 歲魚產卵試驗，突破日本週邊海域海水溫度不利黑鮪的產卵環境限制，成功建立黑鮪計畫性採卵模式。

日本太平洋黑鮪完全養殖試驗是由近畿大學於 2012 年首先以海面箱網養殖方式完成，並已系統化提供種苗受精卵，但箱網養殖會受到諸多環境影響導致受精卵數量不穩定，另外產卵期過長亦受颱風影響。因此，2014 年起該中心改以全室內設施系統及具水中多角度 CCD 影像記錄回播系統之資料影像控制中心進行黑鮪養殖可避免受颱風影響、可控制環境因子以調節生殖期程，並可方便蒐集受精卵。本行實際觀摩其黑鮪種魚繁養殖具 水溫、水質、光照等自動環境監測之水槽與魚卵自動收集設施 (圖 5)、維生循環過濾系統等。該 20 m 直徑、6 m 深、容積 1,880 m³ 水槽之海水是取自於 800 m 外之海灣，採封閉循環方式進行養殖，以便進行水溫控制，冬天因海水溫度較低為 13.5–17.5 °C，水槽需加熱使水溫保持在 23–25 °C，夏天則因海水溫高，需降溫至 26 °C 以下；水槽內海水全天候進行循環過濾 (每天 12 次)，每天海水替換率約 5–10%，並以水溫及光照控制產卵時間。

開放參觀之水槽共有 28 尾種魚 (另一未開放參觀水槽有 32 尾種魚)，每尾重量約 30 kg、1.2 m 長，本池重複採卵試驗經蓄養之 3 歲魚，於 2016 年 5–8 月成功產卵，確立以水溫及光照因子可控制黑鮪產卵時間之方法。目前黑鮪受精卵孵化率 90% 以上，有 1

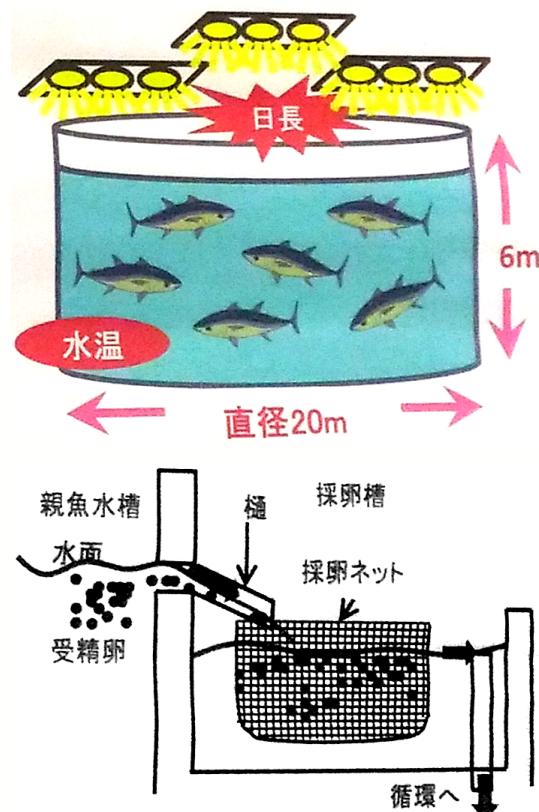


圖 5 黑鮪繁殖種魚池結構及受精卵自動收集機制示意圖

—3% 可活存至 2 mm，後續的育成率約 40—60%，而種魚年損耗率約 40% (主要為撞壁而死亡)，此外每尾黑鮪注射電子標籤並剪鰭進行受精卵親源鑑定分析 (DNA)，以確定產卵種魚個體。使用本封閉系統與開放式相比可節省 5 倍以上之能源消耗，且目前以鯡魚、鯖魚多配方飼料及餵食量控制以進行養殖，避免餵單一物種導致營養不良，岡雅一博士並建議臺灣進行黃鰭鮪養殖應先就控制環境著手。

陪同前往之長崎大學學者亦提供以下意見：(1)研究顯示黑鮪養殖須重視蛋白質攝取，但黑鮪對於固態飼料接受度低，日本飼

料公司日清公司已開發相關黑鮪飼料，而目前以 50 kg 規格之魚體較具經濟效益；(2)以往黑鮪仔稚魚在水槽內死亡率達 90% 以上主要原因為夜間仔稚魚降低活動力而沉降至池底，因池底殘餌導致溶氧不足而死亡，目前近畿大學利用流動式水槽將活存率提升至 10—20%，而本研究所則是利用 24 小時不間斷光照提升活動力方式，使活存率提高至 40—60%。

四、長崎縣總合水產試驗場

長崎縣水產試驗場 1997 年於長崎漁港關平區海岸設立一新的漁業實驗站 Gakari，目前該場包括主大樓水產品加工發展指導中心、水產養殖技術發展指導中心、大規模育苗生產技術開發中心、入水量之機具，以及食品建築物等設施。另有兩艘研究船 99 噸的「鶴丸」和 19 噸的「Yumetobi」，以及一艘進行飼養管理的工作船 4.6 噸的「Asazuru II」。日本水產研究事務有其分工方式，在中央單位 (如各海區水產研究所) 主要進行基礎研究，地方性水產試驗場則依據中央制定之政策進行技術開發，或者將中央單位之研究成果延伸至民間產業界運用，例如黑鮪種魚繁殖由中央單位進行，魚苗中間育成由地方執行。

該場因轄區經常性河川富營養鹽物質進入河口域致海水優養化為赤潮毒藻爆發，對於青甘鯛箱網養殖之影響相當大，因此在近岸赤潮預報方面著力極深，目前多以業者主動協助採樣方式，送至該場鑑定藻種與分析其光合作用活性，並進行赤潮爆發之預測預警程序。

此行另至該場養殖區參觀各項室內設

施，養殖區部份除一般室內設施化及自動監測化之養殖系統外，特別介紹池底影像循跡之省工清污機器人（圖 6），該自走性機器人是在魚池放水清池時，利用池底事先圖形式繪製好的軌跡，經機內影像辨識系統偵測及控制移動，以達到清污之目的。

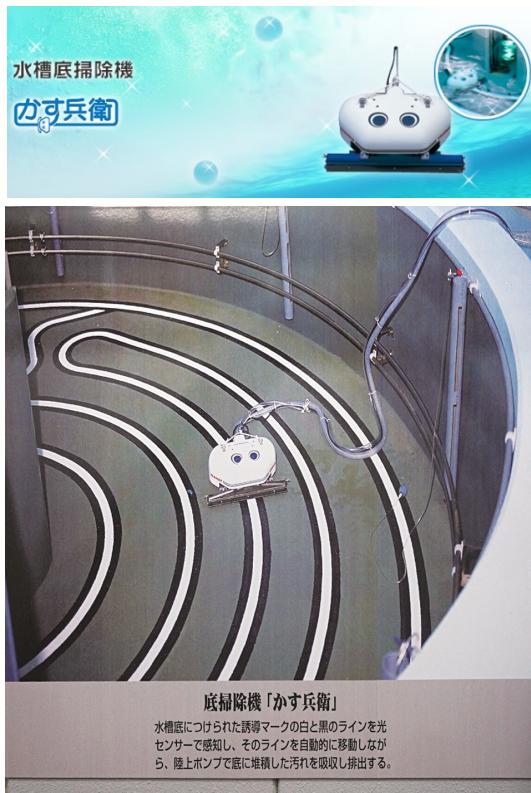


圖 6 池底省工清污機器人

緊接著至加工廠區參觀多項全自動或半自動加工設備，包括去皮及魚肉採取機、絞肉機、真空冷卻機、冷熏機、煙熏機、冷風乾燥機等，其中較特殊者為去皮及魚肉採取機（圖 7）、液態酒精介質凍結機（圖 8），前者從魚肉中間剔除魚骨部分，魚皮也可整片分離，擷取魚肉部分；後者可將水產品包裝後放入液態酒精介質中，約 3–4 小時可完全

凍結至零下 30°C，機器造價約 300 萬日元。最後全體至場外漁港內參觀該場特許設置之青甘鯡、油斑之箱網養殖設施（圖 9）及自動投餌與監測裝置（圖 10）。



圖 7 加工設備-去皮及魚肉採取機

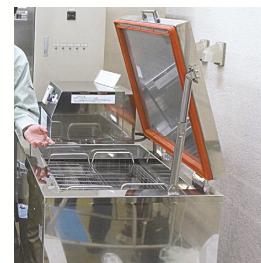


圖 8 加工設備-液態酒精介質凍結機



圖 9 青甘鯡、油斑之箱網養殖設施

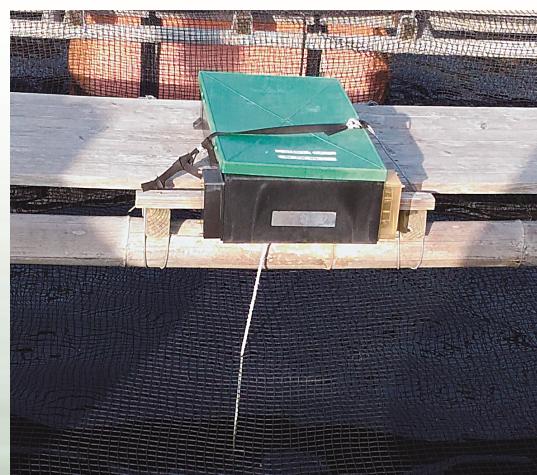


圖 10 自動投餌與監測裝置