

導入智慧科技，引領農業轉型

智慧水產養殖 物聯網拚節能

王郁峻¹

林志遠¹



壹、前言

根據聯合國糧食及農業組織（FAO）2020世界漁業和水產養殖狀況（SOFIA）報告，隨著世界人口總數逼近80億大關，食物不足和營養不良人口總數也一直不斷增加。近10餘年來，全球海洋捕撈漁業的產量已呈現停滯，因此在漁產品的供應方面，水產養殖已在確保糧食安全中展現關鍵作用，其產量自1970年以來以每年7.5%的速度持續增長，預估到2030年，養殖魚蝦貝類總產量將增加至2.04億公噸，較2018年成長15%。

臺灣近年來人口結構趨向少子化與老齡化，然而傳統水產養殖產業仍需要大量勞動力。因此，如何在水產養殖需求趨勢下，提高我國水產養殖的質與量，同時解決勞動力不足之現況，已成為當前的重點課題。

| 註1：行政院農業委員會水產試驗所。

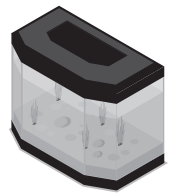
行政院農業委員會（簡稱農委會）自2015年起配合政府生產力4.0專案，開始規劃與推動智慧農業計畫，首納10項領航產業據以執行。其中，水產養殖領域自2017年起，由農委會水產試驗所（簡稱水試所）負責「智慧化養殖技術之研發」子項計畫的彙整、規劃與分工，在農委會「智慧生產」及「數位服務」策略下，運用IoT（物聯網）、AI（人工智慧）、BigData（巨量資料）等技術，至今（110）年為止已陸續研發近20項重要技術或平臺。而水試所除了以政府研究機構扮演領頭羊的角色之外，期間並聯合法人與學術單位，輔導多家養殖、農企業或相關資服業者實施各場域之智慧化解決方案，以及落地推廣擴散多項物聯網與智慧化技術，協助部分產業達成節能省工、降低成本及其他養殖風險等效益。

貳、水試所研發之智慧養殖相關技術

水試所自106年起迄今已陸續開發涵蓋以下範疇的多項智慧化養殖技術：

- 一、智農場域IoT解決方案：例如水產養殖設施感控聯網可視化管理系統、養殖感測聯網決策回授控制技術、水產養殖精準餵食系統、水中養殖生物體長AI辨識控制系統、海水觀賞魚繁殖行為影像辨識等。
- 二、省工輔助機具應用：例如水中影像辨識及活動力監測技術、水面

無人載具監測技術、
微型聲納探測技術、
海洋弧菌自動檢測系統裝置、具有物聯網整合之可攜式多光源水產病原菌檢測裝置等。



- 三、智慧生產延伸數位服務：例如智慧養殖模廠及各模組成本效益分析、大空間魚貝養殖空拍預警監控管理、災害應變專家服務等。
- 四、數位服務創新化：例如水產養殖專家系統資料庫、（箱網）養殖魚類攝食水面動態影像辨識技術、區塊鏈認證資訊採集及轉譯技術等。

上述之研發技術已取得2項專利及5項非專屬技術授權，以下針對已落地擴散至養殖業者的2項關鍵技術進行介紹。

一、養殖場域IoT省工機具研發技術 一：水中養殖生物AI計量辨識控制系統

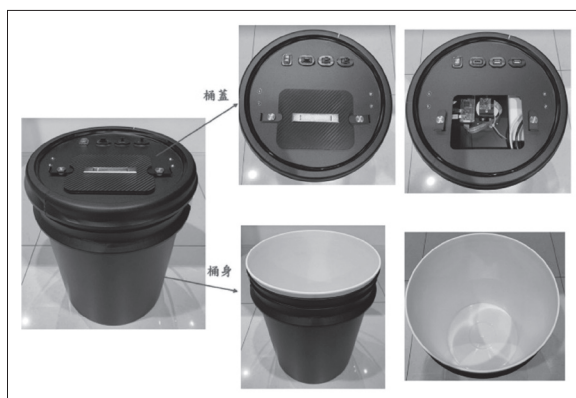
水產養殖顧名思義係養殖水族生物，但水族生物於水中游動迅速，且生性怕羞，再加上水色影響，以肉眼計算水族生物數量已有一定難度，更遑論要量測水族生物體長。如想精準計數，勢必得利用漁具捕撈後測量，但水族生物與漁具接觸並離水會產生緊迫等生理反應，輕者可能降低食慾影響成長，重者則會導致生物死亡。一般來說不會對水族生物進行非必要之干擾，但實務上仍有瞭解其成長狀況、庫存盤點、分級或

是數量計數的需求。水試所針對此一產業需求，開發了「水中養殖生物體長AI計量辨識控制系統」，運用水下攝影機搭配簡易空間機構設計，擷取水下魚體影像後，經複合式演算機制以及機械學習等運算處理後，取得魚體個體輪廓，並計算其輪廓面積與邊界，再配合預先存取的空間資訊，分析魚隻位置並推算出體長。

(一) 案例一：菖葳國際股份有限公司

菖葳公司為觀賞魚進出口貿易商。通常業者在接獲觀賞魚國際訂單後，必須仰賴人工挑選符合規格的魚隻與數量，再依據班機飛行時間，進行水質控管、氧氣充填與包裝等步驟。然因為觀賞魚品項繁多，單單規格與數量的確認就是一項勞心費力的工作。水試所針對此一勞力密集問題提出智農場域IoT解決方案，以「水中養殖生物體長AI計量辨識控制系統」為核心技術，開發一套可量測魚隻體長及具備計數功能之水族生物辨識計數系統，所測得之體長資訊與影像數位化後透過雲端進入資料庫，除可

作為分級依據外，同時可以詳細記錄出貨影像，系統之計數功能亦能精準確認數量，有效減少人工計數與簿記的時間。



水族生物辨識計數系統成品。
圖片提供：菖葳國際股份有限公司。

(二) 案例二：蝦覓世界有限公司

蝦覓世界為白蝦業者，主要將白蝦與虱目魚等魚類共生養殖以達成生態平衡，並根據池水顏色與水質監測，配合使用益生菌，營造最適合蝦子成長的環境，養殖過程不使用任何藥物，養殖池周邊也不噴灑除草劑，以避免農藥流入養殖池中，所養成的白蝦活力佳、健康良好，經檢驗證實無藥物反應，同時也通過了產銷履歷驗證。

生態平衡養殖方法雖為養殖管理提供了良好的解決方案，但在蝦苗放養階段卻面臨放養量無法精準估算的問題。傳統的魚蝦苗販售方式係由苗商以撈取魚蝦苗專用的水瓢為基準，以人工方式將固定瓢數魚蝦苗撈至水桶內，買方隨機抽取任一桶，以該桶魚蝦苗數量為基準，再將欲購買數量除以該桶魚蝦苗數量，來

決定魚蝦苗業者販售之桶數，此一傳統「打魚蝦」方式，實際上無法精準定量且誤差頗大，對於生態養殖來說會有單位面積放養量密度過高或不足等問題。水試所開發的蝦苗計數裝置，同樣以「水中養殖生物體長AI計量辨識控制系統」為核心技術，可快速有效分批計數蝦苗，提供科學化、智慧化的放養量依據，而正確的放養量有助於精準判斷飼料投餵量，從而降低水質惡化的風險以及避免飼料的浪費，可大幅降低生產成本，並有效提升飼料換肉率。

二、養殖場域IoT省工機具研發技術 二：多光源水產病原菌自動檢測裝置

水質管理為水產養殖的重要環節，為增殖水產生物達到養殖獲利的目標，必須維持適合其成長的環境條件，為了符合這項基本要求，水質監控是首要之務。水中物理與化學因子可透過感測器或是化學反應達到監測

目的，但生物因子如何快速且準確地檢測迄今仍是科學家努力的目標。我國地狹人稠，早期水產養殖業者為使單位養殖面積獲利最大化，多採高密度集約養殖模式，但伴隨而來的是水質不易穩定控制且較易受疾病感染，因此不當使用化學藥劑之問題時有所聞。水試所從2011年起，針對海洋弧菌、乳酸鏈球菌與愛德華氏菌等水產病原菌陸續研發相關檢測套組，該些檢測套組不僅使用方便，且短短1~2天內即可檢知水中特定病原菌數量。近期以試劑與目標病原菌反應後之變色特性，結合資通訊技術，成功開發自動檢測裝置，藉由精準判定變色反應關鍵點，回推病原菌濃度，進一步大幅縮短檢測時間，並透過物聯網功能傳輸檢測結果，提供即時監測與預警，以利業者採取大量換水降低病原菌濃度等必要的因應措施。

減少藥物使用與提前預警，大幅降低養殖風險為本裝置最實質的效益，目前已取得中華民國109年專利（名稱：具有物聯網整合之可攜式多光源水產病原菌檢測裝置）。



蝦苗數量計數系統（左）及所養殖的優質白蝦（右）。
圖片提供：蝦覓世界有限公司。



傳統的病原菌檢測套組需以目視方式進行觀測；多光源水產病原菌自動檢測裝置（右上）可自動進行檢測，4~9小時內即可精準定量病原菌濃度，並具提前預警功能。

圖片提供：峰漁股份有限公司。

案例：峰漁股份有限公司

峰漁公司為鱸魚養殖業者，以販售金目鱸及其加工品為主。近年來食品安全日益受到消費者關注，影響所及，從產地到餐桌的產銷履歷認證與可追溯性的生產方式也越來越受養殖業者重視。峰漁公司從2014年創立後，便秉持此一理念經營，為達到永續養殖的目標，已導入智慧水質監測設備，根據養殖水體含氧量、氧化還原電位、酸鹼度與導電度等物理化學指標，透過科學數據加強養殖管理。近年來技轉水試所「水產病原性乳酸鏈球菌檢測套組」、「水產病原性弧菌檢測套組」進行水中病原菌監測，當養殖水體病原菌濃度達警戒值時，提前以換水等措施降低病原菌濃度，以避免藥物的使用。但病原菌檢測套組仍需以目視方式進行觀測，以檢測試劑變

色時間來推估病原菌含量。水試所最新開發的「多光源水產病原菌自動檢測裝置」則無需透過人工觀測，可自動進行病原菌檢測，且在4~9小時內即可精準定量病原菌濃度，比一般傳統目視比色法需耗時約30小時快速很多。檢測結果可透過物聯網功能直接上傳至遠端伺服器，讓養殖業者在第一時間即能掌握與因應。另外，此一省工機具可在疫病爆發前20小時提前預警，業者可即時進行預防性水質管理，例如以大量換水等方式來降低病原菌濃度，進而阻止疫病爆發。

參、未來展望

水產養殖面對氣候變遷、從業人口老齡化、勞動力不足、食品安全、環境永續等議題，在智慧農業計畫的推動與物聯網等相關技術的應用導入後，已有初步的解決方案，並輔導水產養殖業者結合農委會相關計畫投入經費，針對水試所技術加值落地應用，績效良好。

隨著高速網路的建置、虛擬實境、人工智慧演算法等科技的進步，未來可應用於水產養殖的技術將持續發展，農委會也規劃進行智慧農業第2期計畫的推動（112~115年），期許未來水產養殖藉由智慧養殖技術，朝向自動化、智慧化及永續利用之方向邁進。