



智慧農業 4.0  
擘畫未來藍圖

# 開啓漁業管理的智慧眼： 電子觀察員發展及未來趨勢

陳玟妤<sup>1</sup> 邱文毓<sup>2</sup> 傅家驥<sup>3</sup>

## 壹、前言

聯合國海洋法公約於 1994 年生

效，在第二節「公海生物資源的養護和管理」中即針對各國合作加以述明「各國應互相合作以養護和管理。凡

註 1：行政院農業委員會漁業署企劃組研發科。

註 2：行政院農業委員會漁業署企劃組企劃科。

註 3：財團法人中華民國對外漁業合作發展協會。

其國民開發相同生物資源，或在同一區域內開發不同生物資源的國家，應進行談判，以期採取養護有關生物資源的必要措施。為此目的，這些國家應在適當情形下進行合作，以設立分區域或區域漁業組織」。爾後尚未成立區域性漁業管理組織（RFMOs）的海域，紛紛由沿岸國及遠洋漁業國攜手合作共同召開會議討論。

目前三大洋區皆已成立 RFMOs 管理特定魚種，而我國因為國人勤勉不懈，作業區域遍及三大洋區，且對於沿岸國有不可忽視之貢獻，致我遠洋漁業在國際上成績顯著，有不可取代的地位及實力。因此在國際政治現實下，我國仍可以捕魚實體的名義，參與 RFMOs 享受權益分擔義務，共同促使漁業資源永續利用，保障我國漁民捕魚權益。

由於人口增長，陸域空間有限，致使海洋這塊人類眼中的內太空受到重視，海域爭奪、海權擴張無時無刻的在各地展開，也因為投入者增加，致我漁業資源管理問題增加許多政治考量而增加複雜度。然而，針對這種全球性漁業資源問題，非政府組織鮪魚論壇（NGO Tuna Forum）發起，由全球 118 個商業及非營利機構所組成之聯盟共同向印度洋鮪魚委員會（IOTC）、美洲熱帶鮪魚委員會（IATTC）、大西洋鮪類資源保育委員會（ICCAT）及中西太平洋漁業委員會（WCPFC）等 RFMOs 要求對

漁獲策略、人工集魚器（FADs）、混獲限制、漁獲監測及管制等項目採取嚴格規定行動，以解決漁業永續性議題。針對觀察員具體行動係透過駐船觀察員及電子監控，強化漁業之監測、管制與偵察（MCS），包含：

- 一、圍網漁船觀察員覆蓋率 100%。
- 二、延繩釣船觀察員覆蓋率至少 5%，倘確認違反規定者，5 年內應實施 100% 觀察員覆蓋率。
- 三、海上轉載實施 100% 觀察員覆蓋率，並全面收集所有必要數據，且及時發送給相關機構。

依據聯合國糧農組織（FAO）於 2018 年出版之 2016 年統計資料顯示，我國漁獲量為 75 萬多公噸（世界排名為 21），對於漁業永續議題為我國不可推卸之責任與義務。我國駐船觀察員人數有限，為利我國持續進行監測、管控及監督政策，以符合具有追溯性的漁獲生產之趨勢，在我國科技優勢下，藉由監控偵測、智能機器裝置（IR）、物聯網（IoT）、巨量資料（Big Data）分析等關鍵技術，透過機電工程技術跨域整合開發電子觀察員系統，以建構起智慧化漁業管理，並透過 Big Data 分析，追蹤魚貨物流向，以朝漁業智能化生產及科技管理之方向發展，強化我國漁業競爭能力。

## 貳、電子觀察員系統發展趨勢及未來規劃

### 一、RFMOs 之電子觀察員發展現況

電子觀察員系統最主要之功能分為 2 大面向，其一為「科學評估數據蒐集」——強化統計資料之準確性及有效瞭解漁船作業，另一方面為「強制遵從管理」——確保船舶遵守各海域（管理組織）所實施之規定，其主要具有提升資料品質、總體成本降低等優點，但仍有技術尚未穩定、維護及初期成本高及各漁船 / 漁業需求規格多樣等缺點待克服（表 1）。

電子觀察員系統發展目前最主要之討論在其目的及定位，即尚未釐清電子觀察員係為取代、補足或是補

充駐船觀察員涵蓋率，加上船員人權及隱私等問題尚未解決，然而不可諱言的是駐船觀察員蒐集之資料具備獨立和公正性，RFMOs 需仰賴駐船觀察員之資料，以校正船長填報之漁業統計資料。即便如此，RFMOs 仍將電子觀察員發展納入相關會議，包括 WCPFC、IOTC 及 ICCAT 均有相關討論（表 2）；迄今僅有 IOTC 及 ICCAT 等 2 個 RFMOs，針對圍網漁業有較明確之電子觀察員決議及標準。

### 二、各國電子觀察員試驗及安裝現況

太平洋部份，包含索羅門群島、新喀里多尼亞、斐濟、美國、日本帛琉、密克羅尼西亞、韓國及澳洲等國，自 2014 年起陸續針對延繩釣（LL）

表 1. 電子觀察員系統之優缺點

|    | 優點   | 缺點                                     |
|----|--|--|
| 系統 | 1. 增加作業相關資料量及資料品質<br>2. 部分資料的蒐集效率高<br>3. 補足人類觀察員的能力限制<br>4. 增加觀察員涵蓋率 | 1. 設備耐用性及技術成果尚未驗證<br>2. 各機型、各漁業等需求規格多樣 |
| 成本 | 1. 節省駐船觀察員薪資等成本<br>2. 節省資料蒐集及分析成本                                    | 1. 初期建置系統之成本較高<br>2. 維護系統成本 / 耗材       |
| 其他 |  | 船員隱私問題                                 |

表 2. RFMOs 對於電子觀察員相關決議及措施發展情況

| 組織名稱                   | 決議 / 措施 | 討論現況                                   | 未來目標                        |
|------------------------|---------|--|-----------------------------|
| WCPFC                  | 尚未      | 2014 年起設置工作小組，2018 年初步討論「區域性電子觀察員計畫」概念 | 討論區域性電子監控計畫（無明確時程）          |
| IOTC                   | 部分訂定    | 每年於 SC 討論，通過圍網自願性電子觀察員標準               | 發展各漁業別電子觀察員資料蒐集及回報標準（無明確時程） |
| ICCAT                  | 部分訂定    | 通過圍網自願性電子觀察員標準                         | 發展圍網及延繩釣使用電子觀察員的準則（無明確時程）   |
| SPRFMO                 | 尚未      | 於觀察員措施中提及電子觀察員應用                       | 未提及                         |
| IATTC<br>NPFC<br>CCSBT | 尚未      | 未提及                                    | 未提及                         |

漁船進行電子觀察員相關試驗；而印度洋及大西洋部分，包含塞席爾、模里西斯及迦納等國亦自 2016 年起針對圍網（PS）及 LL 漁船進行電子觀察員試驗（表 3），陸續亦有航次資料判讀報告，且多數以西班牙 Satlink 及 Marine Instrument（MI）等 2 家公司所開發之電子觀察員系統進行試驗。而這些試驗結果需等到漁船結束作業返港將硬碟資料取至岸上進行讀取，並經由人工判讀，實用性上面仍有許多限制。

### 三、智慧農業加速我國電子觀察員研究發展

為確實掌握我國遠洋漁船作業且追上電子觀察員發展之趨勢，避免日後受制於各國所訂之電子觀察員系統規範，我國在 2005 年即投入進行漁獲魚體生物資訊數位化採樣方法可行性

研究，透過數位影像技術進行資料蒐集，2011 年至 2012 年期間開始進行電子觀察員系統初步開發研究，評估遠洋漁船安裝電子觀察員之可行性，並以監視錄影系統與影像處理系統，配合漁船航程紀錄器（VDR）所記錄之航跡數據，整合成基本型電子觀察員，但囿於當時影像解析度、硬碟儲存容量限制、研究經費有限下未能擴大發展，直至最近人工智慧（AI）、影像分析及大數據分析技術逐漸成熟，皆為電子觀察員進一步發展之契機。

在 2015 年我國政府為迎頭趕上國際，推動工業 4.0 計畫，在行政院主導下由各部會擘劃推動我國生產力 4.0 計畫，農業因為基礎研究扎實，在行院農業委員會陳副主任委員駿季（時任農業試驗所所長）帶領下規劃推動智慧農業，並挑選 10 大領航產業，希望擔任起領頭羊角色，帶領農

業升級。漁業署盤點產業需求及科技研究能量後，其中一項重點工作即要超越國際電子觀察員的限制，目標以開發自動辨識魚種及體長系統軟硬體設備，將海上觀察資料即時傳送至岸上資料庫進行分析及檢核，減少人工判讀，並建立自動

表 3. 各國電子觀察員試驗情況

| 洋區    | 國家       | 試驗時間 / 對象              | 備註                    |
|-------|----------|------------------------|-----------------------|
| 太平洋   | 索羅門群島    | 2014 / LL <sup>1</sup> | Satlink / 2 艘（4 航次）   |
|       | 新喀里多尼亞   | 2015                   | Satlink / 1 艘         |
|       | 斐濟       | 2014、2015～2020 / LL    | Satlink / 5 艘         |
|       | 美國（夏威夷）  | 2017 / LL              | 16 艘（116 航次）          |
|       | 帛琉（日本）   | 2017、2018 / LL         | Satlink               |
|       | 密克羅尼西亞   | 冷凍 LL                  | Satlink / (2 航次)      |
|       | 韓國       | 2016、2017              |                       |
|       | 澳洲       | 2015～ / LL、流刺網         | MI-Archipelago / 76 艘 |
| IOTC  | 臺灣       | 2015 / LL              | MI / 4 艘（4 航次）        |
|       | 塞席爾      | 2016 / PS <sup>2</sup> | Satlink / 5 艘（42 航次）  |
| ICCAT | 模里西斯（豐群） | 2016～ / LL             | Satlink / 7 艘         |
|       | 迦納       | 2016 / PS              | Satlink / 11 艘（36 航次） |

註：1. 延繩釣漁船。

2. 圍網漁船。

可追溯性。

自 2017 年起配合行政院農業委員會智慧農業計畫，發展我國自主研發之電子觀察員，由國立臺灣大學郭彥甫副教授及國立成功大學陳永裕副教授團隊共同研發「具辨識功能之電子觀察員系統」，目標對象係提供給無法派駐觀察員之我國小型延繩釣漁船使用。該系統具備「自動化魚種辨識」、「魚體長量測」、「運作事件紀錄簿」、「陣列式影像儲存」及「漁獲定位資訊」等功能，可記錄漁獲魚種、長度、捕獲位置之經緯度、時間及漁船相關資料等，電子觀察員架構如圖 1，我國自主研發之電子觀察員已有 4 艘漁船配合實驗（表 4）。

其中，魚種辨識為我國電子觀察員系統獨步全球之一大特點，研究團隊利用深度學習中 4 種不同的卷積神經網路（Convolutional Neural Network），建立模型以自動辨識我國延繩釣漁業中常見的 8 種漁獲，分別為長鰆鮪、大目鮪、黃鰆鮪、南方黑鮪、黑皮旗魚、雨傘旗魚、劍旗魚與鬼頭刀，並利用駐船觀察員所拍攝之魚種照片訓練系統，魚種辨識之平均準確率可達 95.82%，辨識所花費之最短時間為 7.81 毫秒 / 張（表 5）；利用遮罩區域卷積神經網路（Mask R-CNN）偵測魚體（圖 2），達到 94.54% 魚體偵測率；並利用影像中色板計算影像比例尺，以魚吻和尾差之



圖 1. 電子觀察員系統架構。

間的距離及影像比例尺計算出魚體實際的長度，另校正後，在無色板魚體影像中達到魚體長測量誤差 4.63%。

## 參、結語

目前我國電子觀察員系統發展，透過產、官、學合作，務實開發及進

行實驗，分階段完成既定目標，讓漁業慢慢蓄積下一階段管理能量，未來倘能落實，則更能加深我國漁業對於國際之責任，且期望透過電子觀察員系統研發之具體行動，強化未來我國漁業之監測、管制與偵察（MCS）機制，提升國際形象，鞏固我國遠洋漁業之國際實力。

表 4. 我國電子觀察員系統試驗情況

|     |           | 試驗船 1                     | 試驗船 2                   | 試驗船 3                  | 試驗船 4                  |
|-----|-----------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 本資料 | 噸級數       | CT7<br>(500 噸以上未滿 1000 噸) | CT4<br>(50 噸以上未滿 100 噸) | CT3<br>(20 噸以上未滿 50 噸) | CT2<br>(10 噸以上未滿 20 噸) |
|     | 洋區        | 北太平洋                      | 太平洋                     | 太平洋                    | 臺灣經濟水域                 |
|     | 目標魚種      | 秋刀魚                       | 鮪、旗類                    | 鮪、旗類                   | 鮪、旗類                   |
|     | 電子觀察員     | 第一代                       | 第二代                     | 第二代                    | 第三代                    |
| 測時間 | 作業開始      | 2018/7/31                 | 2018/11/30              | 2019/4/26              | 2019/5/6               |
|     | 作業結束      | 2018/12/10                | 2019/4/3                | 尚未回收                   | 2019/7/1               |
|     | 駐船觀察員隨船天數 | 無                         | 125 天                   | 無                      | 無                      |
|     | EMS 觀測天數  | 132 天                     | 125 天                   | 尚未取得                   | 55 天                   |
|     | EMS 影像天數  | 29 天                      | 90 天                    | 尚未取得                   | 12 天                   |

資料來源：研究團隊提供。

表 5. 各模型架構之最高平均準確率與運算時間

| 模型   | 平均準確率 (%)                 | 標準差  | 運行速度 (ms) |
|------|---------------------------|------|-----------|
| 模型 1 | 94.68 ( $\lambda = 0.0$ ) | 0.23 | 11.84     |
| 模型 2 | 94.50 ( $\lambda = 0.4$ ) | 0.35 | 8.97      |
| 模型 3 | 95.82 ( $\lambda = 0.6$ ) | 0.27 | 10.97     |
| 模型 4 | 93.46 ( $\lambda = 0.8$ ) | 0.35 | 7.81      |

資料來源：研究團隊提供。

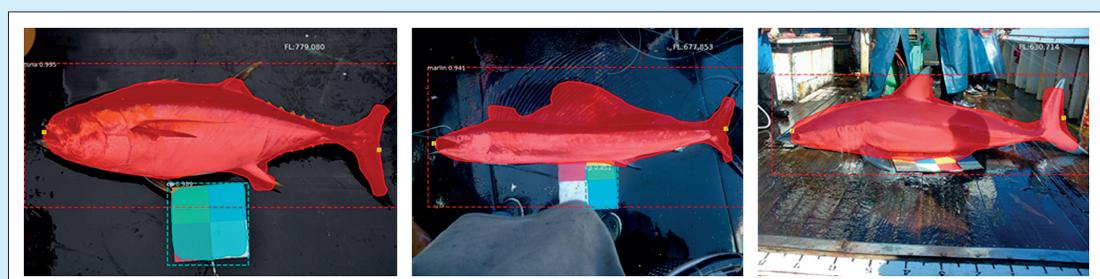


圖 2. 各類魚體偵測。