

海洋公民科學發展及其在漁業之應用

廖君珮、徐岡、陳均龍

水產試驗所海洋漁業組

「公民科學」(citizen science) 一詞在 2014 年被牛津英語詞典正式收錄，其定義為：「通常由民眾與專業人士合作，或在其指導下進行的科學工作」。事實上，公民科學這個專有名詞的出現可追溯至 1989 年麻省理工《科技創業》中一篇關於美國環保組織奧杜邦學會 (National Audubon Society) 為了提高大眾對酸雨的重視，組織 225 名志工收集雨水樣品的文章中。追本溯源而論，公民科學專業化之前，或是說這個專有名詞還未出世之前，甚至可以追溯至班傑明·富蘭克林 (Benjamin Franklin)、查爾斯·達爾文 (Charles Darwin) 等著名的博物學家，都

以業餘愛好者的角色，以不同的科學方法蒐集相關資料，為往後的科學發展奠定重要基礎。

公民科學這門學科在過去幾十年蓬勃發展，從深海到銀河都有人投入鑽研。在海洋公民科學中，常見的有海洋物種分布調查、外來種入侵足跡與危害紀錄、海洋垃圾、海洋保護區 (marine protected area, MPA) 及重要經濟性魚種或是敏感生物保育等相關議題應用，而實施的方式則包含標定、測量、採樣、分析、標識及復育等 (圖 1)。

放眼全球，海洋公民科學於美國、英國等地區有較多的國家級計畫。當中大部分的



圖 1 公民科學施作方式有許多，除了一般目擊記錄外，還包含測量、採樣、分析、標識及復育

項目關注在沿岸地區敏感的生態棲地，如珊瑚礁、海草床、海藻林、濕地、紅樹林等；深海則僅有少部分的案例。在以生物為主體的公民科學計畫中，潮間帶生態相、外來種及浮游生物的調查因為實施起來相對容易，並具有寓教於樂的效果而廣受歡迎。在物種的族群調查中，除了重要的漁業資源外（圖2），其他如海洋哺乳動物、海鳥、鯊魚、海龜等的蹤跡回報較廣為人知且受到關注。



圖 2 於華盛頓州水域釣魚時，一般民眾除須遵守漁獲體長規範，亦鼓勵將相關資料上傳州漁獵局資料庫

在公民科學家參與漁業經濟物種調查的案例中，南加州龍蝦公民科學計畫是一個頗為成功的例證，它達成了包含科學研究、教育、提升公眾意識以及驗證 MPA 成效等多目標。

1999 年，加州立法通過《海洋生物保護法》(The Marine Life Protection Act, MLPA)，希望透過科學管理落實：(1)維持海洋生態系統的多樣性；(2)保護海洋生物種群；(3)促進大眾對人與海洋互動的認知；(4)保護棲地以及(5)執行有效的 MPA 管理等政策目的。為檢討既有的 MPA 成效以及究明其對漁業資源種群之影響，南加州龍蝦研究

小組 (Southern California Lobster Research Group, SCLRG) 於 2011 年開始實施加州刺龍蝦 (California spiny lobster, *Panulirus interruptus*) 公民科學家計畫 (Freiwald et al., 2018)。在為期 3 年的期程中，由小組成員以及公民科學家組成團隊，分別在春季和夏季執行研究。實施方法包含以捕撈標識評估南加州海岸 MPA 及其周邊海域加州刺龍蝦的系群狀態 (涵蓋豐度、大小、分布、生長、溢出和死亡率等各項資訊)；將龍蝦豐度與底棲生物的棲息地組成和分布在空間尺度上聯繫起來，繪製底棲生物地圖，並驗證 MPA 是否會導致龍蝦漁業 CPUE 的短期變化。

該研究計畫起初於網路上號召民眾參與，經過篩選、培訓與測試後成為該計畫的海洋公民科學家。培訓內容包含如何正確的測量與記錄龍蝦生物參數以及標識。在為期 3 年的計畫過程中，標識約 19,000 隻龍蝦個體，期間都是由當地的龍蝦商業捕撈船漁民提供船隻出海進行調查。

研究結果顯示，在南加州沿岸的 5 個樣區中 (圖 3)，南部樣區 (聖地牙哥) 的龍蝦資源量雖然多於北部樣區，但平均體型較小 (圖 4)。拉古納海灘 (Laguna Beach) 的龍蝦體型最大，同時成長率也遠高其他 4 個樣區，每年平均增加 3.22 mm。在拉古納海灘和斯瓦米海灘 (Swami Beach)，雄性的生長速度均略快於雌性。另，除了拉古納海灘外，其他 4 個 MPA 的刺龍蝦體型幾乎都未達法定可捕標準。

研究也發現，很少有龍蝦跨過保護區邊界。在捕獲帶標識的龍蝦中，只有不到 5% 的個體溢出保護區外或是從外部進入保護區

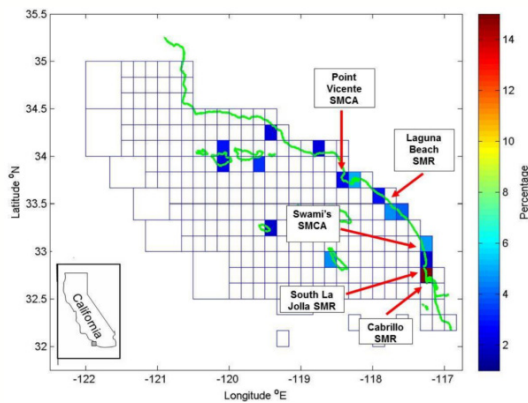


圖 3 SCLRG 公民科學小組計畫，5 個 MPA 研究區域。在 10 × 10 英里的區塊中呈現全州刺龍蝦漁獲量百分比 (Hovel et al., 2015)

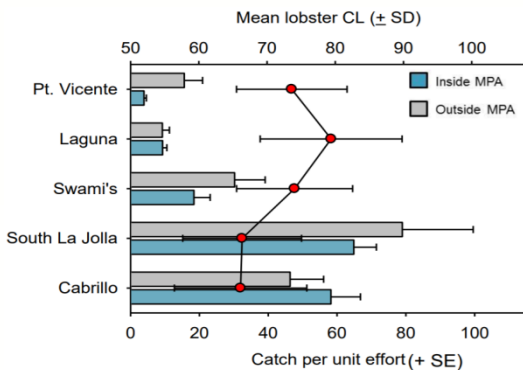


圖 4 南加州海岸 5 個 MPA 區域內和外的龍蝦 CPUE 及其平均體長。MPA 從南 (底部) 到北 (頂部) 排序。Cabrillo 和 South La Jolla 的龍蝦 CPUE 顯著高於其他 3 個地點，但 5 個 MPA 內、外的龍蝦數量均無顯著差異 (Hovel et al., 2015)

中，即使是面積最小的 Cabrillo 州立海洋保護區也是如此。

底棲生物相與龍蝦棲息間的關聯性研究發現，沒有一個變量或變量組合能夠準確的預測在整個研究區域內發現龍蝦的機率。部分地區可在珊瑚礁為主的棲地發現較多刺龍蝦，然而在其他地區龍蝦出現率則與大型海藻呈正相關。在棲息深度上，龍蝦密度的最佳預測指標介於 10–50 m，淺水區的龍蝦密

度最大，而儘管有充足的岩石棲息地，在 12–18 m 的龍蝦豐度卻急劇下降。推測人類利用可能是成年刺龍蝦死亡的最大主因，但龍蝦密度在相對較淺的水域仍然偏高，表示相對於底部結構 (岩石相與深度)，可能有其他因素對龍蝦更為重要。

該研究認為龍蝦的總捕獲量和 CPUE 在保護區成立前後並無顯著變化，反而是漁民適應了 MPA 的存在，將原本的 CPUE 轉移到相鄰漁場。2010 年該地區年努力量為 939,485 個蝦籠，漁獲量 450,549 尾。2011 年 MPA 成立，2012 年使用的蝦籠為 1,131,700 個，漁獲量 565,118 尾 (CPUE 略微增加了 0.50)。

研究小組認為南加州龍蝦公民科學家計畫做出的科學貢獻超出預期，計畫小組結合了擁有不同專業知識的人才，貢獻不同但互補的訊息，同時增進彼等對漁業管理策略的認同與落實。該研究未來將與科技進一步結合，包含測繪棲地地形與記錄更多環境因子，導入聲波追蹤技術等，進一步評估刺龍蝦的棲息範圍與移動行為。

綜上可知，公民科學是由專業人員與受過科學訓練的一般民眾共同建構的一門學科，但所謂的公民科學家還是需要經過一定程度的培訓。相關研究顯示，完善的海洋公民科學計畫所蒐集的資料確實能為海洋政策、科學研究、提升民眾意識，強化環境管理等面向做出貢獻。然而過程中，對於所取得的資料必須謹慎把關與查證，以確保數據的品質與正確性。同時，亦應思考如何建立與公民科學家的相互回饋機制，以製造誘因使公民科學研究能長期、穩定且有質量的進行。