

赴美國夏威夷大學執行農業菁英計畫留學分享

張景淳 / 水產試驗所東部漁業生物研究中心

前緣

筆者在水產試驗所進行翻車鯪科魚種相關計畫時發現魚市場的翻車鯪數量與季節性變化很明顯，而且透過長時間的觀察亦發現，翻車鯪的食性似乎不像一般傳統認為的只有以水母為食，因此有了想繼續探討翻車鯪洄游與食性的念頭，並決定出國進修，在通過農業部於 2020 年農業菁英培訓計畫後申請美國地區的大學。筆者指導教授 Dr. Brian Popp 的實驗室以胺基酸複合物同位素分析技術聞名，該實驗室使用該技術來探討海洋生態系的問題，例如魚類的移動與攝食、海洋營養來源等。在與 Dr. Brian Popp 進行多次的討論未來研究計畫後，於同年的 8 月進入美國夏威夷大學馬諾亞分校 (University of Hawai'i at Mānoa) 就讀海洋學系博士學位課程，並進入 Dr. Brian Popp 的實驗室學習相關技術與分析方法，在 2022 年 3 月通過博士資格考，並於 2024 年 8 月完成論文撰寫與審查，取得博士學位後返回臺灣（圖 1）。

研究生活

美國的博士班研究生制度通常為 6 年，其中包括修課與研究。通常前 2 – 3 年以修課為主，並在課餘時間進行實驗研究，在修習



圖 1 筆者與指導教授 Dr. Brian Popp 合影

所有的必修課程後，會進行博士資格考，資格考委員會由 5 人組成，包括海洋生物、化學、物理等領域的專家對學生進行口試，通過後成為博士候選人。成為博士候選人後，大部分時間都專注在博士論文的研究中，以完成論文撰寫、公開演講與口試後取得博士學位。筆者在博班期間共修習 12 門課程、完成海上實習、參加 2 次國際研討會的口頭發表、3 次學生研討會的口頭發表與 1 次穩定同位素應用



工作坊。其中在 2023 年第 73 屆鮪類研討會發表的「Ontogenetic and Seasonal Shifts in Diets of Sharptail Sunfish (*Masturus lanceolatus*) in Waters off Taiwan」獲得 American Fishermen's Research Foundation 贊助的肯定。此外，筆者亦在穩定同位素應用工作坊獲得美國 National Science Foundation 贊助的肯定。

筆者的研究主要目標為瞭解翻車鯪科魚種的移動、棲地利用與攝食生態，並將該結果發表於國際學術期刊共 3 篇。本研究第一章節主要利用電子標識記錄器探討翻車鯪科魚種的移動行為，數據顯示翻車鯪科魚種在西太平洋有南—北向遷移行為，包括從臺灣向日本的北向遷徙與從臺灣向南半球的南向遷徙。這些南北向的遷徙顯示出不同的棲息地利用模式；翻車鯪科魚種的北向移動行為與海洋渦旋有關；南向移動行為與海洋洋流和水層結構相關。第二章節利用穩定同位素分析解析翻車鯪科魚種移動行為與棲地利用情形。結果顯示有些在日本和臺灣發現的大型翻車鯪科魚種可能來自赤道海域，而在新喀里多尼亞海域捕獲的翻車鯪科魚種可能來自臺灣，這些結果與衛星標記數據一致。結合這些大型遷徙個體的捕獲時間及翻車鯪科魚種在臺灣和日本的繁殖期，推測從赤道海域遷徙至西北太平洋海域的翻車鯪科魚種可能與繁殖行為有關。第三章節為利用文獻回顧、穩定同位素分析和胃內容物分析對翻車鯪科魚種的攝食行為研究。文獻回顧顯示翻車鯪科魚種主要攝食凝膠狀浮游生物，但其攝食食物種比過去研究描述的更為多樣。翻車鯪 (*Mola mola*)、花紋翻車鯪 (*Mola*

alexandrine) 與假面翻車鯪 (*Mola tecta*) 主要攝食海洋中表層環境的獵物，而矛尾翻車鯪 (*Masturus lanceolatus*) 和長翻車鯪 (*Ranzania laevis*) 則攝食海水中表層與及底棲環境的獵物。最後章節則探討臺灣海域常見的翻車鯪科魚種—矛尾翻車鯪之攝食行為，結果發現矛尾翻車鯪主要攝食被囊類動物，且攝食種類會隨著其體型和季節而有不同。本研究為翻車鯪科魚種在西太平洋長距離遷徙過程中的營養動態與棲息地利用提供重要見解。

心得與建議

感謝農業部及水產試驗所提供的本次進修的機會，筆者深感榮幸能有機會赴美國學習，並期望可將所學知識貢獻於社會與漁業領域中。在美期間發現許多研究計畫與其他領域進行跨領域合作，例如在海洋生物學門，進行研究時多與海洋物理、地質與化學專家合作研究。跨領域研究能夠將不同領域的專業知識整合在一起，提出新的視角和解決方案。例如，將生物數據與海洋物理結合，可了解海洋環境與海洋生物之關係，更進一步探討氣候變遷對於海洋生物的影響。跨領域合作亦可激發創意，例如胺基酸複合物同位素分析同時，結合海洋生物與地球科學，可將該技術應用至生態學研究，如食物網動態、營養鹽來源、物種遷移等相關研究。

本計畫主要參與的實驗室為穩定同位素生物地球化學實驗室。該實驗室的訓練體系完整，涵蓋從樣本的前期製備、儀器操作、數據收集，到資料判讀與分析的全過程，培



養學生獨立研究的能力。筆者在該實驗室中，不僅能學習如何獨立操作各種儀器設備，還能掌握樣本處理的具體步驟，以及後續數據的解讀方法。在研究過程中遇到問題時，實驗室的老師與技術員會提供積極的協助和進行深入討論，幫助學生解決實際操作中的困難，並加深對實驗原理的理解。這樣的學習環境，更能全盤掌握對整個實驗的流程，而不僅僅是接觸數據處理部分。這種訓練方式對筆者而言非常寶貴，不僅提升技術操作能力，也培養了獨立思考和解決問題的能力。通過這樣的訓練，可以將穩定同位素技術帶回臺灣，並應用到本地的研究中，為相關領域的發展作出貢獻。

夏威夷大學海洋學系在海洋監測和研究方面具備豐富的資源和經驗，特別是通過試驗船對夏威夷周邊海域進行的長期監測。自1988年以來，該系每年都有出海進行詳細的海洋環境調查，其中以 Station ALOHA 為主要測站。這一測站是長期海洋觀測的核心，為了解海洋生態系統的變化提供重要的數據支持。除了現場調查之外，夏威夷大學還設立 Hawaii Ocean Time-Series (HOT) 網站，將所有的監測數據公開上傳，這些數據包括鹽度、溫度、營養鹽濃度和氧氣濃度等海洋參數。該網站定期更新和維護，確保數據的準確性和可用性，為全球的海洋研究者提供寶貴的資料資源。在學生培訓方面，夏威夷大學海洋學系非常重視學生對 HOT 資料的分析能力，並且積極鼓勵學生參加出海航次，親身參與海洋監測活動。這不僅有助於學生的實際操作經驗，還能將這些監測數據融入學生的研究中，培養學生科研能力和實踐經

驗。此外，該系還與其他設有測站的國際大學和研究機構保持著密切的合作。例如，夏威夷大學與加利福尼亞大學聖塔芭芭拉分校的 Station 51 有多方面的合作，並共同發表一些研究成果。這些國際合作有助於擴展研究視野，並提高對全球海洋變化的理解。本所也擁有多艘試驗研究船，對臺灣周邊海域進行廣泛監測，並積累豐富的資料。因此，筆者認為，夏威夷大學在監測資料管理與應用方面的經驗和做法，可以成為臺灣相關機構在推進海洋監測工作的寶貴參考。

夏威夷大學海洋學系在科學傳播方面的努力不僅限於高等教育機構，還延伸至當地的小學、國中、高中及社區。透過一系列的科學傳播活動，該校積極將科學知識帶入校園和社區，確保不同年齡層的學生和公眾都能夠接觸到最新的科學發現和環境保護觀念。科學傳播的重要性在近年來越來越受重視，原因在於能縮短科學研究與社會應用間的距離。因此，將這些知識以通俗易懂的方式傳達給公眾，不僅可提高公眾對科學的理解，還能促進科學成果的應用，並引導社會做出更科學和負責任的決策。具體來說，夏威夷大學的科學傳播活動，包括開放實驗室參觀、科學講座，並與學校合作舉辦科學週及參與社區活動等。這些活動不僅激發年輕一代對科學的興趣，也讓社區居民更了解當地環境的變化與保護的重要性。例如，通過解釋氣候變遷對夏威夷群島生態系統的影響，科學家們能夠向公眾傳達環境保育的緊迫性，並鼓勵大家採取行動。因此筆者認為，在推動環境保育和科學教育的同時，也可以引入科學傳播的思維模式和運作方式。