

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研習)

赴美研習

「旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構
解析技術」

服務機關： 行政院農業委員會水產試驗所東部海洋
生物研究中心

職 稱： 聘用副研究員

姓 名： 江偉全

出國地區： 美國

出國期間： 99年8月26日至9月2日

報告日期： 99年12月2日

摘 要

本研習計畫—赴美東南漁業科學中心研習旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構解析技術，以瞭解最新標識放流研究發展現況及汲取標識放流相關經驗，提升未來國際合作型標識放流計畫執行與整合成效。此計畫係由行政院農業委員會 99 年派員出國計畫—進修、研究、實習計畫經費補助，於 99 年 8 月 26 至 9 月 2 日總計 8 日赴美研習。

至美國東南漁業科學中心研習旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構解析技術，瞭解最新的標識放流資料庫建立技術，包括整合性衛星資料分析技術，不同洋區針對同一魚種的比較分析項目，探討不同洋區之魚種特性。未來針對日益增加的標識放流資訊回收，綜合性之探討將是提供族群動態解析及資源管理之重要科學依據。前往邁阿密大學研習如何針對不同漁業進行漁獲資料收集模式，並將該資料進行解析以探究旗魚漁獲分佈與環境資料特徵，及進行族群結構解析。根據族群結構解析模式進一步可利用不同洋區的生物參數作為換算依據，將是族群動態解析可採用的重要步驟。

國際間對於旗魚類的相關研究及漁業管理組織建立以大西洋岸佛羅里達邁阿密最具盛名，尤其東南漁業科學中心是旗魚科學家的重鎮，邁阿密大學是培育漁業科學家的搖籃。此次能前往邁阿密研習，對於該地區蓬勃的文化和獨特的海洋研究地理位置，漁業科學教育與研究主題，皆是難得的研習機會。

關鍵詞：東南漁業科學中心 (Southeast Fisheries Science Center)；旗魚類 (billfish)；標識放流資料庫 (tagging database)；族群結構解析技術 (stock structure analysis)

目 次

摘要-----	I
目次-----	II
一、 目的-----	1
二、 行程表-----	2
三、 研習過程與心得-----	3
四、 心得與建議-----	8
附圖-----	10

赴美研習「旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構解析技術」

一、目的

旗魚類為高度洄游性魚種，棲息海域與洄游路徑經常跨越各沿海國家經濟海域，依聯合國海洋法公約規定，就高度洄游性魚種資源之養護，相關沿海國家與漁撈國應直接或透過適當之國際組織履行其合作義務。台灣地處西北太平洋，旗魚類更是台灣東部沿近海高經濟價值之重要漁獲對象。對於旗魚類之族群特徵與資源評估已積極進行研究，但就族群結構與生態習性之探討，則是目前台灣漁業科學研究面臨的挑戰。

本所自 2006 年起積極針對台灣東南海域鮪旗魚類進行標識放流試驗研究，沿近海資源研究中心採用加拿大 Vemco 公司所生產之超音波發報器，針對中層人工浮魚礁區黃鰭鮪進行追蹤；東部海洋生物研究中心與台大海洋研究所及夏威夷大學自 2007 年起進行標識放流雙邊國際合作型計畫—表層洄游性魚種研究計畫，共同執行台灣東部兩傘旗魚標識放流研究計畫，採用上脫式衛星標識器 (Pop-up satellite archival tag, PSAT) 配置於魚體，皆已獲得成效，並持續累積黃鰭鮪與兩傘旗魚族群移動特徵訊息。

台灣東部海域受到黑潮主流通過的影響，表層洄游性魚種資源量豐富，且為重要之經濟性漁獲魚種，探討台灣東部重要經濟性魚種族群移動與生態習性特徵為刻不容緩之工作，尤其針對東部海域（西北太平洋）旗魚類族群特徵研究，更是引起北太平洋漁業管理組織之注目，跨國性標識放流計畫已是潮流趨勢，本所也正積極進行國際合作型標識放流計畫。本研習計畫，赴美國東南漁業科學中心及邁阿密大學研習旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構解析技術，以瞭解最新標識放流資料庫建立技術及標識放流研究結果運用於族群結構分析，將提供未來漁業資源解析及漁業管理策略擬定之重要科學依據。

二、行程表

研習日期及時間	研習地點	擬研習機構及訪談對象	研習目的及討論主題
8/26(星期四)	台東→台北→桃園→美國舊金山	去程	
8/27(星期五)	邁阿密	東南漁業科學研究中心(Dr. Craig Brown)及邁阿密大學(Professor David Die)	研習課程：旗魚類生物學研究與族群結構解析技術
8/28(星期六)~ 8/29(星期日)	邁阿密	東南漁業科學研究中心(Dr. Eric Prince 及 Dr. John Hoolihan)	研習課程：旗魚類標識放流技術及相關文獻探討
8/30(星期一)	邁阿密	東南漁業科學研究中心(Dr. Eric Prince 及 Dr. John Hoolihan)	研習課程：旗魚類標識放流資料庫建立技術。
8/31(星期二)	邁阿密	東南漁業科學研究中心(Dr. John Hoolihan)	研習課程：旗魚類族群結構解析技術。
9/1(星期三)	邁阿密	邁阿密大學(Professor Nelson Erdhart)及東南漁業科學研究中心(Dr. Clay Porch 及 Dr. Craig Brown)	研習課程：1.旗魚類資源評估。2.旗魚類族群結構解析。
9/2(星期四)	邁阿密(東南漁業科學研究中心)→舊金山→台北→桃園→台東	返程	

三、研習過程及心得

2010/8/26

由研究中心出發，搭乘國內航線班機由台東至松山再搭客運至桃園國際機場，晚間搭乘長榮班機至美國舊金山，轉搭美國國內航班。此次赴美研習行程分為二個研習場所，包括東南漁業科學中心（Southeast Fisheries Science Center, SEFSC）及邁阿密大學（University of Miami），依照不同的課程與指導專家的安排，分別至不同的研習場所。

東南漁業科學中心隸屬於美國國家海洋與大氣管理局（NOAA）國家海洋漁業局（NMFS）的六大漁業研究中心之一，該中心執行多項漁業領域的研究計畫以提供 NMFS 擬定國家及區域性漁業管理策略之重要依據，更可直接協助區域性漁業管理組織、漁業委員會、漁業發展基金會及政府與民間組織。該漁業科學中心亦提供大型海洋生態系中漁業科學研究、統計資料收集與分析及主要資料管理系統建立之監測技術與行政支援。這些皆是漁業資源保育、漁業發展與利用、棲地保護、海洋哺乳類及瀕危物種保護等管理政策擬定之重要科學依據。

東南漁業科學中心在美國東南地區設有 Miami、Panama、Beaufort、Pascagoula 及 Galveston 等 5 個研究站，行政中心在邁阿密（Miami Center），行政中心亦包含兩大部門：漁業永續利用（Sustainable Fisheries Division）及資源保護及生物多樣性（Protected Resources and Biodiversity）。漁業永續利用研究部共計有六大研究項目，包含漁業資源評估、洄游性魚類漁業生物學研究、漁業統計分析、漁業資料監測、大洋性海洋觀察員及延繩釣魚獲資料解析等。

洄游性魚類研究特別針對大西洋旗魚，以降低資源評估過程中之未確定性，並漁業管理之生物基礎特性，進而強化與重建大西洋旗魚資源現況，更為大西洋鮪類管理委員會（International Commission for

the Conservation of Atlantic Tunas, ICCAT) 進行各項大西洋旗魚資源評估。此外，研究中心研究人員與 ICCAT 合作共同執行西大西洋旗魚研究計畫及標識放流計畫，亦特別監視旗魚拖釣競賽之漁獲量與努力量、評估移動行為、洄游及生殖型態與棲地特徵、旗魚生活史之各項研究。漁業科學家們已將標識放流研究結合了整個大西洋的合作型標識放流中心 (Cooperative Tagging Center)，並採用上脫型衛星標識器 (pop-up satellite archival tag, PSAT) 技術。合作型標識放流中心與旗魚基金會 (Billfish Foundation) 建立合作備忘錄，加強大西洋旗魚標識放流研究，近年研究人員將研究計畫延伸至降低遠洋鮪及劍旗魚延繩釣獲旗魚之混獲率。

邁阿密大學 (University of Miami) 海洋與環境科學院 (羅塞斯蒂海洋和大氣科學學校 (Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science, RSMAS) 與東南漁業科學中心僅一路相隔，因此長久以來有著特殊的建教合作關係。RSMAS 總共有六個研究所，包括應用海洋物理 (Applied Marine Physics, AMP) 研究所、海洋與大氣化學 (Marine & Atmospheric Chemistry, MAC) 研究所、海洋事務與政策 (Marine Affairs and Policy, MAF) 研究所、海洋生物與漁業 (Marine Biology & Fisheries, MBF) 研究所、海洋地質與地球物理研究所 (Marine Geology and Geophysics, MGG) 研究所及氣象與物理海洋 (Meteorology and Physical Oceanography, MPO) 研究所。

2010/8/27

清晨 5:30 抵達邁阿密，開始在美國之研習行程。此次研習行程安排主要由東南漁業科學研究中心洄游性魚類漁業生物學研究組主任 Dr. Craig Brown (圖一) 協助安排在東南漁業科學研究中心的研習課程 (圖二)，及邁阿密大學 (圖三) 海洋生物與漁業 (MBF) 研究所 Professor David Die (圖四) 安排在邁阿密大學的研習及研究室安排。在 Dr. Craig Brown 的安排下，入住離邁阿密大學不遠的旅館，

旋即搭市區巴士前往邁阿密大學面見 Professor David Die，Professor David Die 安排 Cooperative Institute for Marine & Atmospheric Studies (CIMAS) 的「Visit Scientist office」(圖五)，提供研習期間的討論研究空間。

研究室安排之後，Dr. Craig Brown 由東南漁業科學研究中心前來引領筆者前往該中心拜會漁業科學家。由於美國政府規定，非本國人士，欲前往該國所屬研究機構者須於訪問一個月前提出申請，筆者此次前往東南漁業科學研究中心研習在 Dr. Craig Brown 的事前規劃下，順利進入該中心。在 Dr. Craig Brown 引領下拜會洄游性魚類漁業生物學研究團隊著名旗魚漁業生物學家 Dr. Eric Prince (圖六)，Dr. Eric Prince 致力於旗魚科學研究已有數十年的歷史，Dr. Eric Prince 是漁業科學家也是休閒漁業中著名的漁夫，執著的科學精神更是後學的楷模！Dr. Eric Prince 提供其研究室做為筆者未來幾天研讀旗魚標識放流研究成果的寶庫。隨後筆者在 Professor David Die 的邀請之下，返回邁阿密大學海洋與環境科學院參加 2010 年度新進學生的歡迎會，六個研究所總計 200 多名來自世界各國的留學生歡欣參與盛會，筆者雖是以研究學人的身分參加迎新聚會，也感受漁業科學研究趨勢的重要性已不在是先進國家的專有。筆者也巧遇來自台灣及海峽對岸的研究生，他鄉遇故知，共同勉勵在漁業科學研究未來的發展前景。

2010/8/28-29

由 Dr. Eric Prince 提供歷年所有關於旗魚類標識放流的著作，提筆者一一精讀(圖七)，其中 Dr. Eric Prince 2006 年發表在 FISHERIES OCEANOGRAPHY 之報告「Hypoxia-based habitat compression of tropical pelagic fishes」，指出大範圍的『cold hypoxic』水層在東太平洋 (eastern tropical Pacific, ETP) 及大西洋清楚可見，主要由於湧升流造成的高生產海域，研究報告認為這個水層的深度對於熱帶大洋性旗魚類 (marlin)、雨傘旗魚 (sailfish) 及鮪類是生理上的棲息範圍，

這個水層延伸的深度依溫躍層而改變，通常是在 25 公尺水深，形成棲息深度阻隔。藉由鮪旗魚類標識放流的結果及溶氧（dissolved oxygen, DO）與水溫的縱剖面資料顯示，在東太平洋是個微小的棲息障礙但在北大西洋則未有此種現象。由於多數的大洋性魚種經常都喜好棲息於表層水域，也容易被漁獲，在大西洋有許多熱帶大洋性魚類已瀕臨完全過度漁獲（fully exploited）及過漁（overfished）現象，未來對於漁獲壓力的敏感性與其棲息生態特徵息息相關。

筆者也藉假日期間走訪東南漁業科學研究中心附近幾個景點及附屬研究船停泊碼頭，對於臨海灣的科學研究中心及研究所的據點獨特性，留有特殊的記錄及未來學習的對象。

2010/8/30

由東南漁業科學研究中心 Dr. John Hoolihan 與筆者針對兩傘旗魚的標識放流經驗及技術進行探討，Dr. John Hoolihan 傳授有關兩傘旗魚標頭魚叉的特殊設計及插入深度與角度（圖八），獨到的標識放流技術有別於一般的旗魚種類，對筆者深具教育啟發與學術性。Dr. John Hoolihan 並以其目前投稿的報告，教導筆者該如何針對研究目的及資料庫整合與分析技術，進行整併與分析。Dr. John Hoolihan 針對不同海域兩傘旗魚及衛星標識器的記錄特殊性已彙整兩篇報告，投稿國際學術期刊，引起熱烈回應，並也提供初稿給筆者研讀。

Dr. John Hoolihan 更不時為筆者解釋旗魚標識放流面臨的問題及資料庫建立的急迫性，尤其 Dr. John Hoolihan 博士論文研究期間以印度洋兩傘旗魚為研究主題，針對與筆者相同的研究魚種，格外有著親切的情感。並針對已刊出的兩篇兩傘旗魚標識放流報告：Horizontal and vertical movements of sailfish (*Istiophorus platypterus*) in the Arabian Gulf, determined by ultrasonic and pop-up satellite tagging 及 Determining summer residence status and vertical habitat use of sailfish (*Istiophorus platypterus*) in the Arabian Gulf，詳盡與筆者討論 Dr. John

Hoolihan 當時在印度洋的研究背景、研究流程與目的，並針對雨傘旗魚的特殊表層棲息特性提供筆者未來發表報告時所應探討的議題。

Dr. John Hoolihan 針對於 2009 年發表「Vertical movement rate estimates for Atlantic istiophorid billfishes derived from high resolution pop-up satellite archival data」針對大西洋旗魚類標識放流研究回收之上脫型衛星標識器，其中高解析度的資料涵蓋每 30 秒一筆的溫度、深度及光照度資料，詳盡探討黑皮旗魚 (*Makaira nigricans*)、白旗魚 (*Tetrapturus albidus*) 及雨傘旗魚 (*Istiophorus platypterus*) 族群特徵與生態習性，將是目前本所執行旗魚類標識放流計畫未來的趨勢藍圖。

2010/8/31

由東南漁業科學研究中心 Dr. John Hoolihan 持續與筆者針對旗魚類標識放流結果對族群結構解析的應用進行講授，標識放流研究結果充分提供族群結構分析重要的基礎訊息與科學證據，目前分子生物技術雖已應用於族群結構解析，但對於季節性及年齡別及地域性的族群結構仍待標識放流研究結果提供具體性的科學佐證。

在 Dr. John Hoolihan 的引薦下，拜會該中心漁業科學家 Eric S. Orbesen，Orbesen 並展示該中心最近使用的 Microwave Telemetry 製造的 X-tag PSAT 及其標頭配置 (圖九)，目前該 X-tag 使用於劍旗魚的標識放流研究。

Dr. John Hoolihan 更利用研習課餘，引領筆者至國際賽魚協會 (International Game Fish Associate, IGFA) 與附屬博物館參訪，並查詢歷年賽魚協會關於旗魚類 (白皮旗魚、黑皮旗魚、紅肉旗魚及雨傘旗魚) 漁獲記錄及漁獲地點，對於該協會的用心及對旗魚類資源永續利用之用心，令人佩服。

2010/9/1

由邁阿密大學海洋生物與漁業 (MBF) 研究所 Professor Nelson

M. Ehrhardt 與筆者針對旗魚類資源評估與族群結構解析進行討論，Professor Ehrhardt 並以「Review of the results of socio-economic study of the billfish fisheries in Guatemala」為題（圖十），說明如何協助 Guatemala 旗魚漁業建立電子報表模式，將該資料進行解析以探究旗魚漁獲分佈與環境資料特徵，並進行族群結構解析。

Professor Ehrhardt 並請其博士生 Mark Fitchett 講述目前其博士論文主題研究現況，Mark 以「Use of historical trophy sizes and length frequency data to estimate for sailfish in the eastern Pacific」詳盡說明擬利用漁獲體長資料進行東太平洋雨傘旗魚進行資源評估（圖十一），由於東太平洋沒有關於雨傘旗魚的年齡成長資料，Mark 準備利用筆者於 2004 年所發表的年齡與成長報告中之 Age-length key 做為換算依據，未來更將與本所及台灣大學就雨傘旗魚資源評估進行國際合作計畫。Mark 亦利用中午時間帶領筆者認識 Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science 校區，也讓筆者感受知名漁業科學研究學校的研究環境與設備，確實不虛此行更令人嚮往。

午後筆者前往東南漁業科學研究中心向 Dr. John Hoolihan 及 Dr. Craig Brown 道謝這趟研習期間的安排及照料。並在 Dr. Craig Brown 的引領之下分別拜會該研究中心所長（Director）Dr. Bonnie Ponwith 及漁業資源永續利用部門（Sustainable Fisheries）主任 Dr. Clay Porch，對於台灣漁業科學家的前往研習該中心表達歡迎之意，並期待未來能與本所建立合作關係，共同致力於大洋性魚種漁業資源養護與管理，以達漁業資源永續利用目標。

2010/9/2

轉眼 8 天研習行程進入尾聲，整裝行李，由邁阿密國際機場飛往舊金山，經待機與轉機，再由舊金山飛返台灣，2010/9/4 返抵桃園機場，2010/9/5 返回東部海洋生物研究中心。

四、心得與建議

國際間對於旗魚類的相關研究及漁業管理組織建立以大西洋岸佛羅里達邁阿密最具盛名，尤其東南漁業科學中心（SEFSC）是旗魚科學家的重鎮，邁阿密大學（University of Miami）Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science 是培育漁業科學家的搖籃。此次赴美研習與東南漁業科學中心及邁阿密大學旗魚漁業科學家學習旗魚類標識放流資料庫建立與族群結構解析技術，從標識放流資料庫建立到運用於族群結構解析，在多位國際著名漁業科學家們的細心指導之下受益良多，對於目前甫進行之旗魚類標識放流國際計畫執行增添前瞻性與知識背景。

Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science, University of Miami 位居於 Miami 市區往 Key Biscayne 的海岸線中，沿途風景優美的椰子林，有學校專屬的研究碼頭供研究船停靠（圖十二），對於以漁業科學研究為主的學校擁有絕佳的研究環境，Miami Sea Aquarium 比鄰校園，深具海洋教育功能，邁阿密蓬勃的文化、佛羅里達的生活環境和全面的生活相信對於在該校知訪問學人及攻讀學位的留學生，將是永恆的回憶。

最後，關於本次研習行程要感謝本所所長蘇偉成博士的勉勵，筆者才有此機會在本年度（99）農委會派員出國計畫—進修、研究、實習項目下，赴美進行此次研習。台灣大學海洋研究所孫志陸教授聯繫前往東南漁業科學中心研習行程，讓筆者得以順利學習各項課程；Dr. Craig Brown 鼎力安排前往邁阿密之行程與解決住宿交通問題，並協助東南漁業科學中心研習許可申請及課程安排，讓筆者得以依序順利研習，也一併在此致最衷心的感謝之意。



圖一、筆者與SEFSC Dr. Craig Brown。



圖二、東南漁業科學研究中心（SEFSC）。



圖三、邁阿密大學（University of Miami）海洋與環境科學院（羅塞斯蒂海洋和大氣科學學校（Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Science, RSMAS））。



圖四、筆者與邁阿密大學Professor David Die。



圖五、筆者在邁阿密大學訪問科學家研究室。



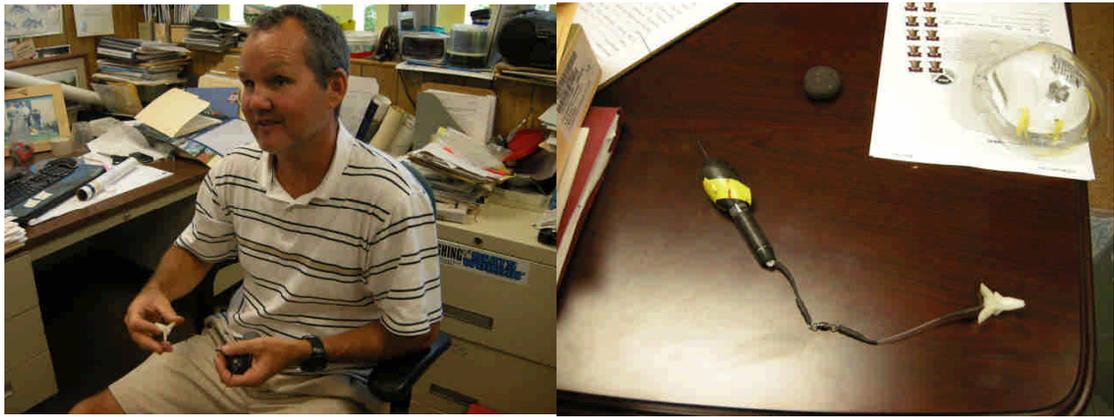
圖六、筆者與Dr. Eric Prince互贈標識放流紀念T-shirt。



圖七、筆者在Dr. Eric Prince研究室研讀標識放流文獻。



圖八、Dr. John Hoolihan示範雨傘旗魚標識放流標頭插入深度。



圖九、Eric Obesen展示X-tag及鏢頭配置。



圖十、筆者與邁阿密大學Professor Nelson Ehrhart。



圖十一、Mark Fitchett解說研究主題與內容。



圖十二、邁阿密大學專屬研究碼頭及研究船。