

出國報告（出國類別：考察）

赴日本考察赤鮭及鮭魚人工繁殖技術

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所

姓名職稱：黃侑勛助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：106年5月28日至6月2日

報告日期：106年9月22日

摘要

本次出國計畫為派員至日本考察有關黃鰹鮪 (*Thunnus albacares*) 與黑鰹鮪 (*Thunnus orientalis*) 及赤鯮 (*Doederleinia berycoides*) 之人工繁養殖技術。出國期間係 106 年 5 月 28 日至 6 月 2 日止。本所東部中心知本種原庫於 2012 年開始投入黃鰹鮪陸上人工養殖技術之開發，至目前為止已可於陸上養殖設施成功飼育黃鰹鮪及長腰鰹種原，但種魚尚未成熟，人工繁殖技術仍有待完成。另本所東部中心於 2013 年開始投入赤鯮之人工繁養殖技術開發，至 2015 年底首度完成由野生種魚進行人工繁殖並成功取得授精卵，然孵化率與仔稚魚育成率偏低，相關繁養殖試驗仍需持續進行；日本近畿大學自 1970 年起投入黑鰹鮪的完全養殖，在 2002 年已成功發表黑鰹鮪完全養殖技術之建立；70 年代近畿大學首先投入以養成親魚為目的之鰹魚馴養試驗，後來再著手進行『近海漁業資源的家魚化系統開發有關的綜合研究』，將研究目標放在黑鰹的洄游路徑、族群移動、飼育條件、仔稚魚分佈、提高活存率、飼料營養與生理生態等相關研究，經過不斷研究與投入，於 2002 年以完成並發表黑鰹完全養殖技術。因此本次計畫前往近畿大學考察鰹類之繁養殖技術細節及交流雙方之研究成果，並至大阪海遊館觀摩深海魚介類之人工養殖技術。希望藉由學術研究交流，學習日方的繁養殖細節經驗，同時觀摩日方在深海魚介類的養殖技術，提供未來在深海經濟性魚種繁養殖技術改良及建立洄游性魚類人工繁養殖技術開發的參考。

摘要

目次

壹、計畫緣起.....	4
貳、目的.....	4
參、計畫期程.....	6
肆、執行過程.....	7
伍、心得及建議.....	12
陸、照片.....	13

壹、計畫緣起

鮪魚廣泛分布於全球海域，為非常重要的洄游性經濟食用魚種。目前各海域的鮪魚族群亦均被嚴密監控，而我國是世界主要捕撈鮪魚國家之一，為因應日趨嚴格的國際漁業管理，自我強化漁業管理是必然的措施，但要更進一步穩定野生鮪魚族群，並減少對野生鮪魚的捕撈需求，則需儘速建立陸上鮪魚種魚培育設施及鮪類完全養殖技術。有鑑於此，本所致力於臺灣沿近海重要洄游性經濟魚種之研究，並進行相關的基礎生物學研究及進行新養殖潛力物種之開發。

赤鯧(*Doederleinia berycoides*)、黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*) 及黑鮪 (*Thunnus orientalis*) 在日本和臺灣均屬於高經濟價值之魚種，有必要評估成為未來養植物種之可能性並進行繁養殖技術開發。爰此本次至近畿大學考察鮪類之繁養殖技術細節及交流研究成果，並至大阪海遊館觀摩深海魚介類之人工養殖技術。希望藉由學術研究交流，學習日方的繁養殖細節經驗，同時觀摩日方在深海魚介類的養殖技術，提供未來在深海經濟性魚種繁養殖技術改良及建立洄游性魚類人工繁養殖技術開發的參考。

貳、目的

黃鰭鮪具有成長快速、肉質佳、抗病力強及易馴化等養殖特性，不同大小的黃鰭鮪可以混養而無殘食現象，是發展為經濟養殖的良好魚種。本所在2004年就已完成黃鰭鮪的箱網養殖評估試驗，結果顯示，0.5-1公斤的黃鰭鮪幼魚，蓄養一年後，體重可達8-10公斤；養殖2年，則可成長至20公斤以上。人工養成的黃鰭鮪，魚體背部與腹肉不僅脂肪分佈均勻，而且含量均比野生魚提高5-10倍。肉質可與黑鮪魚相媲美，商品價值較野生黃鰭鮪大幅提昇。

赤鯧在臺灣俗稱紅喉、紅佳夢，主要分布於臺灣東北部、東部、西南部

沿海水深 200~400 m，屬於高經濟底棲性魚種。本所為達到有效管理及開發深海魚類資源之目的，於 2013 年開始展開赤鯮的族群動態調查計畫，2015 年進行繁養殖技術開發計畫，初步成果包括了解東部族群分佈、棲息水深、生殖期及年齡組成等基礎生物學資訊，2015 年研究團隊更成功進行親魚確保存活及海上人工授精試驗等兩項重大突破，但仔稚魚平均孵化率僅約 10-20 %。

國內消費市場針對高價深海魚類與鮪類之需求與日漸增，因此本次取得日本近畿大學水產研究所之許可，希望透過本次交流能學習日方對深海魚介類及鮪類在人工繁養殖方面的技術細節。本次取得日本近畿大學水產研究所同意前往考察日數為 2 日，希望藉由本次考察機會能與日方對鮪類繁養殖技術及深海魚介類養殖互相交流研究成果；之後再由近畿大學之學者建議前往海遊館觀摩深海魚介類之養殖技術與細節，藉此次赴日考察時機展示本所對臺灣沿近海鮪類人工養殖研究之初步成果，並期待能觀摩學習日本近畿大學對鮪類人工繁養殖研究逾 30 年的努力成果，用以改善並建立我方對深海魚類及大型洄游性魚類之人工繁養殖技術。

參、計畫期程

本計畫規劃期程為下：

日期	地點	行程
5 月 28 日 (日)	臺北-大阪	預定 14：35 抵達日本關西，下榻住宿飯店，整理考察拜會資料。
5 月 29 日 (一)	日本近畿大學水產 研究所	拜會鳥澤真介博士，討論日本對鮪類人工養殖及相往養殖之研究趨勢與應用現況，並洽談雙方未來合作研究相關事宜。
5 月 30 日 (二)	日本近畿大學水產 研究所	拜會小林靖尚博士，討論有關魚類生殖生理學及深海魚類如赤鮭及洄游性魚類如鮪類之人工繁養殖技術研究，並洽談未來合作研究相關事宜。
5 月 31 日 (三)	日本近畿大學水產 研究所	參觀日本近畿大學水產研究所養殖設施。
6 月 1 日(四)	日本大阪	與小林博士一同參觀訪問大阪海遊館，瞭解該水族館對於深海魚類與鮪類之人工繁養殖相關技術與經驗交流。
6 月 2 日(五)	大阪-臺北	整理考察訪談資料，16：10 班機返抵臺灣。

肆、執行過程

本次行程安排主要以參訪日本近畿大學水產研究所與海遊館等二機構為主要目的，希望藉由學術研究交流，學習日方的繁養殖細節經驗，觀摩日方對深海魚介類的養殖技術與我方不同之細節與經驗，提供未來在深海經濟性魚種繁養殖技術改良及建立洄游性魚類人工繁養殖技術開發的參考。

一、參訪近畿大學水產研究所

在本次考察計畫出發前，恰逢日本北海道大學水產科學研究院米山和良博士與長崎大學河邊玲教授來台進行學術交流；兩位日本學者對於大型洄游性魚類的洄游行為、族群移動、育成條件、稚魚分佈及生理生態等相關研究均有多年投入，近年來亦與本所東部中心江偉全副研究員合作進行臺灣東部海域正鰹以及鮪旗魚類的標識放流計畫，對於上述各種魚類在東部海域之族群分佈、棲息水深、繁殖期與年齡組成等基礎生物資訊已有初步收集，本次來台除了分享學術研究成果之外，亦希望與我方合作針對臺灣東部海域之紅魷鰵與鬼頭刀進行漁業資源與族群分佈調查。藉由本次來台交流之機會與二位學者分享本所對於黃鰭鮪陸上養殖技術之研究成果後，透過二位日本學者取得日本近畿大學水產研究所之許可，因此本次考察計畫得以順利成行。

在得到日本近畿大學水產研究所的參訪許可後，於 5/29、30 日前往奈良縣近畿大學農學部水產研究所進行考察與學術成果交流，5/29 日先與鳥澤真介博士會面，鳥澤真介博士近年主要從事鮪類行為及族群動態學之相關研究，此次拜會主要內容為聽取近畿大學對黃鰭鮪與黑鮪進行人工繁養殖技術簡報與近年來之研究成果；根據近畿大學水產研究所鳥澤博士的簡報，日方的黑鮪養殖研究開始於 1970 年，1970 年之前的鮪類飼育試驗，由於其採捕及運輸方法均未成熟，鮪類在馴養過程中產生大量死亡，最長存活紀錄僅 40 餘天，因此日本水產廳遠洋水產研究所委託東海及近畿大學，與位於靜岡、三重及長崎之 3 家試驗場，進行『鮪類養殖技術開發企業化試驗』，而遠洋水研所本身亦加入試驗研究陣容。試

驗分為二部分，首先是捕撈鮪類幼魚後運至試驗養殖場馴養，並飼育為具商品價值之成魚，此部分研究主要由三重、靜岡及鹿兒島試驗場負責，而近畿大學則以建立人工養殖技術以育成成熟種魚為目的，對鮪類幼魚進行馴養試驗，期望藉由人工養殖獲得具繁殖能力之種魚；第二部分是由捕獲的親魚在漁船上直接採卵進行人工受精，再將授精卵運至陸上進行孵化及仔稚魚飼育之相關試驗，此部分主要由東海、近畿大學及遠洋水研所負責進行。自 1980 年代起由遠洋、南西及水產廳水研所、近畿大學水研所及三重縣濱島水試場所組成的黑鮪研究團體，共同投入進行『近海漁業資源的家魚化系統開發有關的綜合研究』，研究目標為黑鮪的洄游路徑、族群移動、飼育條件、仔稚魚分佈、提高活存率、飼料營養與生理生態等基礎資訊，同時民間養殖場亦有針對黑鮪進行繁養殖試驗，但由於鮪類養殖過程死亡率高，因此民間自行投入之研究均未能長期持續。根據鳥澤博士表示，鮪類人工養殖過程中，與箱網等養殖設施摩擦造成的擦傷是養殖黑鮪最大的致死原因。由野外海域捕獲之黑鮪幼魚，運送至養殖場的過程，在研究計畫開始時只有 30% 的活存率，之後經不斷改善，據近畿大學串本養殖場的報告，目前已可達到 80% 以上之活存率；此部分數據與我方研究稍有不同，本所自 2012 年開始於東部海洋生物研究中心知本種原庫進行黃鰭鮪陸上人工養殖，目前有一座直徑 25m、水深 6m 與 2 座直徑 12m、水深 4m 之陸上養殖池，馴養試驗用之鮪類幼魚委託民間漁船於小琉球海域作業，釣獲當日即經由陸路運送至知本種原庫之陸上培育池馴養以進行試驗，試驗魚隻平均體長約 30-40cm、體重均在 1kg 以內，試驗開始時載運活存率偏低，與日方研究結果相同，大約只有 20-30% 之活存率，之後經不斷改善，目前由捕獲至放入馴養設施之活存率已可達 90-100%，與鳥澤博士討論後發現雙方活存率差異原因可能為我方載運之黃鰭鮪幼魚，與日方載運之黑鮪幼魚相較活動力較低，換言之安定性較高，若鮪類幼魚活動力越強，則越易與運送桶槽產生擦傷或直接撞擊頭部產生死亡，因此導致在運送過程中的活存率有些微差異；參考本次與日方交流之經驗，本所東部中心目前正著手進行較大體型鮪類幼魚之載運試驗，期望可結合雙方經驗，提高運送活存率並縮短種魚培

育期間。在人工飼育種魚的養殖技術部分，鳥澤博士表示目前近畿大學飼育黑鮪種魚有海上箱網與陸上人工設施兩部分，本次考察主要對陸上養殖設施進行技術與經驗交流；日方陸上養殖設施與本所東部中心陸上養殖設施規模相近，但差異為日方之陸上養殖設施為全室內，室內由空調設施控制恆溫，水溫則由維生系統控制水溫恆定，室內光照由電腦控制，維持低照度之恆定光源，如此可避免對鮪魚產生驚擾，提高其飼育活存率；本所東部中心培育鮪類種魚過程遭遇最大困難為夏季強降雨時，海水常混入泥沙粉塵，鮪魚為高耗氧性魚類，若鰓絲遭泥沙粉塵覆蓋則易產生缺氧、緊迫，進而產生爆衝撞擊死亡之情形，本次交流養殖經驗對我方實有獲益，未來將參照日方之鮪類種魚培育技術，持續改善本所東部中心之養殖設施包括維生設備等，期可提高種魚育成率並加速人工繁殖技術之建立

5/30 日再度前往近畿大學農學部水產研究所拜會小林靖尚博士，小林博士近年主要從事魚類生殖生理學之相關研究，本次拜會內容為聽取有關黑鮪繁殖技術與魚類生殖生理學相關之簡報。小林博士表示 2002 年 6 月，在和歌山縣串本町的近畿大學研究所大島實驗場，發現人工孵化養殖成熟的黑鮪種魚有交配及產卵之跡象，後採集到授精卵並於 7 月孵化，觀察仔稚魚型態確認為黑鮪，後續仍有發現持續產卵情形，因此確認黑鮪為多次產卵型之魚種。該年產卵種魚計有 1995 年人工孵化養殖成熟的 6 尾 7 歲的種魚及 1996 年孵化的 14 尾 6 歲的種魚共計 20 尾。養殖環境為直徑 30m、深 10m 的箱網。黑鮪性別無法由外觀辨別，因此種魚雌雄比例不明；種魚體重平均 90kg、體長平均 165cm。黑鮪在串本海域大約 5 歲開始成熟、產卵。2001 年雖然觀察到產卵前的預備動作，但並未成功產卵，2002 年因為春初水溫正常上昇，至 6 月中旬開始觀察到交配行為最後終於順利取得授精卵並成功孵化，確定完成黑鮪之完全養殖技術。自 2002 年至今，近畿大學水產研究所已逐步確立黑鮪魚人工繁殖技術，不只可在海上箱網採得授精卵，於陸上人工養殖設施中亦可發現種魚自然成熟交配並產卵，以往於自然海域中黑鮪種魚需 5 年始可成熟產卵，而在陸上人工設施中種魚僅需培育 3 年，體重在 30kg 左右即可成熟產卵；飼育過程除了環境條件需嚴密控制，以餌料來說，

平時飼育所用的餌料主要為鯖、日本魷，但需考慮營養均衡給餌，魷魚肝油富含維他命E，可促進種魚生殖腺成熟，所以在種魚培育的第三年大約2-4月時可餵食較多日本魷。以給餌時間來說，每日給餌2次。每週餵食6日，每次以飽食為標準。餌料挑選與餵食方式雖然看似簡單卻是近畿大學水產研究所累積32年所獲得之寶貴經驗。針對給餌部分，與日方分享本所東部中心就給餌部分曾進行鮪類養殖之替代性餌料開發研究，該研究認為以人工養殖之虱目魚作為取代秋刀魚混合魷魚解凍切片之餌料，考慮到冷凍秋刀魚及魷魚單價約為新臺幣40—80元/公斤，且供應量及單價隨季節產生波動，而人工養殖虱目魚單價則約為20元/公斤；以餌料成本、穩定供應及降低對海洋資源之需求三方面來說，可選擇虱目魚作為餌料。使用對環境相對友善之草食性養殖魚類—虱目魚作為替代性餌料，部分取代小型浮魚漁業之漁獲物，可降低對小型浮魚之需求，減少對海洋漁業生態之破壞；而使用人工養殖之虱目魚作為替代餌料是否會造成鮪類種原的性成熟遲緩或對其成長產生影響，未來將進行相關後續試驗。另外小林博士分享原田輝雄教授之研究指出，黃鰭鮪於1970年首次成功採卵並人工孵化，剛孵化全長約3mm的仔魚，第18天後成長至8.5mm，到48天後已長至全長98mm的稚魚。自然產卵觀察一直持續到82年即告一段落，後續則持續投入於黑鮪之繁養殖研究，考慮到我國東部及南部海域不易取得黑鮪幼魚，但有豐富的黃鰭鮪與長腰鮪之幼魚族群，小林博士建議我方應參考日方已建立之黑鮪繁養殖技術，應用於黃鰭鮪等鮪類之人工繁養殖技術開發，以因應日趨嚴格的國際漁業管理，進一步穩定野生鮪魚族群，並減少對野生鮪魚的捕撈需求。

二、參訪大阪海遊館

於1990年開館的海遊館，位於大阪海灣區天保山，總蓄水量達11,000噸，是世界最大規模的室內水族館之一，具有8個樓層、27個區域和16個展覽會場。館內的水槽配置也儘量忠實地再現實際的地理位置關係，樓層越高所展示的水生物越接近表水層，而低樓層則依序展示較深海域之魚貝介類。海遊館從隧道型水

槽魚類穿越道作為觀展起點，接著開始進入陽光普照的日本森林區，在重現的自然環境中詳細介紹以及生活在日本近海的各種海洋生物，如小爪水獺、紅點鮭魚以及澤蟹等。阿留申群島展示區域可觀察棲息於群島沿海自然岩石地區的哺乳類如海獺之生態。太平洋水槽為海遊館中心，水槽深度 9m、最大長度 4m，蓄水量達 5,400 噸，展示了鯨鯊、虎鯊、鬼蝠魞及蘇眉等大型魚類。最後日本海溝區以棲息於日本海溝水深 200-400m 處的世界最大型甘氏巨螯蟹為主，展示許多深海生物。本次參訪主要想參考日方對於深海魚介貝類之養殖細節，提供未來在深海經濟性魚種繁養殖技術改良。赤鮭在臺灣俗稱紅喉、紅佳夢，主要分布於臺灣東北部、東部、西南部沿海水深 200-400 m，屬於高經濟底棲性魚種。本所研究團隊 2015 年曾成功進行種魚確保存活及海上人工授精試驗等兩項重大突破，但可惜仔稚魚平均孵化率僅約 10-20 % 且後續開口餌料等相關研究成果尚待完成。本次參訪與館方工作人員交流深海魚類養殖技術，日方人員表示赤鮭對水質要求並不嚴苛，但深海魚類需要特別注意水溫及光線變化，光線的緊迫常造成緊迫而大量死亡。接著介紹其他冷水魚類飼養須注意的溫度控制及餌料供給，例如水溫需控制在攝氏 12-16 度，餌料應注意長鏈脂肪酸含量及新鮮度等相關細節；另外為取得存活率較高之種魚，日方建議我方可改變釣獲深度，目前台東近海捕撈赤鮭之作業海域多為水下 300-400m 處，水壓變化劇烈使得種魚存活不易，因此日方工作人員建議我方改變釣獲作業深度或作業區域，使得釣獲水深在 100-200m 處，如此應可使種魚存活率大幅提高，順利完成深海魚類赤鮭之人工繁養殖技術開發。

伍、心得及建議

黃鰭鮪、黑鮪與赤鮭在日本和臺灣都屬於高單價的重要魚種，日方投入研究多年除了達成人工繁殖技術開發與建立完全養殖技術的成就之外，各研究單位能攜手協力進行長期的調查研究完成資源評估工作，達成有效管理的永續發展目的，實為我們真正值得借鏡之處。本次行程共參訪近畿大學產研究所與大阪海遊館等單位，總結以下心得與建議供參：

1、鮪類養殖技術部分：幼魚運送需注意提高安定性或降低活力，以避免運送過程活存率降低；鮪類養殖過程需注意餌料供給及水質控制，並且應注意提供低照度光源以避免對鮪魚產生驚嚇。根據日方經驗，黑鮪養殖3年體重逾30kg即有機會達到性成熟體型，參考此模式未來養殖第3年之鮪類種原，可提供較多量之新鮮鮭魚或其他富含維他命E之新鮮餌料以促進種魚性腺發育及成熟。

2、深海魚類養殖技術部分：赤鮭須注重水溫、光線等環境因子調控，捕獲作業應注意水深以免水壓變化過於劇烈對種魚存活產生不利影響；後續種苗應注意開口餌料之供給，以利於繁養殖技術之建立。

3、跨單位技術合作：如日本水產廳遠洋水產研究所、東海大學及近畿大學等協力合作完成鮪類養殖技術開發，其合作模式值得我方借鏡，加強政府研究單位與學校甚至產業界合作交流之機制，避免研究資源重複配置之情形。

陸、 照片



圖一、近畿大學水產研究所與所轄各試驗場



圖二、日方簡報黑鮪生殖生理研究



圖三、筆者與小林教授合影



圖四、近畿大學養殖之黑鮪



圖五、近畿大學以海上箱網養殖黑鮪



圖六、近畿大學養殖之黃鰭鮪



圖七、近畿大學黑鮪海上箱網養殖設施



圖八、近畿大學水產研究所對深海魚類如赤鮭進行養殖試驗（照片由日方提供）



圖九、近畿大學水產對深海魚類之暫置設施



圖十、近大水研所對赤鮭進行量測收集基礎生理資料



圖十一、海遊館養殖並展示之深海物種一覽



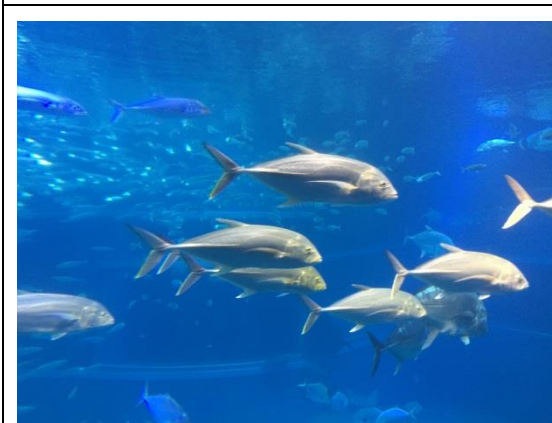
圖十二、海遊館深海物種展示區之一



圖十三、海遊館深海物種展示區之二



圖十四、海遊館展示之深海物種採集方式



圖十五、海遊館洄游性魚類展示區



圖十六、海遊館大洋性魚類翻車魚展示區