

熊井英水教授來台指導鮪魚繁養殖技術紀要

陳紫嫻、李彥宏、鄭金華

水產試驗所東港生技研究中心

訪問緣起與目的

目前多種鮪類資源量已下降，捕撈鮪類配額的限制日趨嚴格，而且油價成本高漲，加深我國鮪釣漁業經營的困境，故有必要開發鮪類繁養殖技術，以因應未來之需求。水產試驗所東港生技研究中心由於在附近海域可釣獲野生黃鰭鮪 (*Thunnus albacares*)，從2003年起開始進行黃鰭鮪繁養殖研究，目前已建立箱網及陸上飼育池養殖技術，同時亦興建配備有水處理循環設備之直徑18 m、水深6 m之種魚池以培育黃鰭鮪種魚。養成之種魚體型約50 kg，已達成熟繁殖階段，並於2012年6月5日起，連續在池中自然產卵，目前正積極進行孵化及育苗技術的開發。

國際間有關黃鰭鮪之繁養殖方面，由IATTC、日本、美國及巴拿馬政府所組成的人工繁殖研究團隊，已於1996年10月初成功的讓黃鰭鮪種魚自然產卵，但目前的瓶頸在魚苗培育階段，尤其是孵化後的10天是關鍵期。在太平洋黑鮪 (*Thunnus orientalis*) 的繁養殖方面，日本近畿大學水產研究所已能完全人工繁養殖黑鮪，且能少量商業化販售成魚。近畿大學由1970年開始，選定在串本町海岸進行黑鮪的養殖試驗，在1979年於直徑30 m、深7 m的圓型箱網中首次發現種魚

自然產卵；1994年，7齡的種魚大量產卵，成功育成1萬尾的黑鮪魚苗；1995年放流87尾標識的人工幼魚，2002年完成黑鮪人工完全養殖。

此次受邀來台訪問的熊井英水教授 (Dr. Kumai Hidemi) 是日本黑鮪魚研究團隊的創始者，歷任過近畿大學水產研究所所長及Global Center Of Excellence Program之主持人，在日本水產界享有崇高聲譽及地位，其所領導的Kinki University Global COE Program-International Education and Research Center for Aquaculture Science of Bluefin Tuna and Other Cultured Fish更是將日本黑鮪繁養殖技術產業化、國際化，以及培育專業人才之重要推手。本所藉由申請國科會邀請國際學者來台指導之經費補助，透過10月22-27日之邀訪行程進行「黑鮪魚之完全養殖及其展望」專題演講及現場指導，借重其成功的經驗及專業，提供鮪類研究最新資訊。

專題演講

一、演講內容

依據FAO 2005年統計，鮪屬共8種：大西洋黑鮪 *T. thynnus thynnus* (31,916 t, 1.4%)、太平洋黑鮪 *T. thynnus orientalis* (9,452 t,

0.4%)、南方黑鮪 *T. maccoyii* (15,460 t, 0.7%)、大目鮪 *T. obesus* (424,707 t, 18%)、黃鰭鮪 *T. albacares* (1,484,825 t, 63.1%)、長鰭鮪 *T. alalunga* (225,180 t, 9.6%)、小黃鰭鮪或長腰鮪 *T. tonggol* (161,209 t, 6.8%) 及黑鰭鮪 *T. atlanticus* (1,549 t, 0.1%)。其中太平洋黑鮪體型最大、味美和高市場價值，但因天然資源減少，獲國際高度注意。其種魚會洄游至日本與台灣附近海域產卵，可進行有效的栽培漁業工作。

日本養殖的黑鮪 90% 由野外海域捕獲，以 5 噸曳繩釣船，利用改良式釣餌（去除倒釣鉤）並改進活魚處理方式（釣獲後先直立吊蓄於 18 L 水桶中，待不強烈掙扎後再移至活魚艙中，可提高 80% 的活存率）。近畿大學水產研究所鮪魚之箱網養殖位於串本大島及奄美試驗場海域，分別有直徑 30 m、深 10 m 之馴餌箱網（蓄養每年 8、9 月釣獲 100–500 g 黑鮪幼魚，以沙丁魚、鯖魚等馴養至 12 月底，長至 1–3 kg 後移至養成箱網）以及養成箱網（HDPE 浮體式箱網及連結浮式箱網）。飼養黑鮪幼魚在 1 kg 內可用人工飼料餵養，但大魚養成以生餌為主（其中鯖魚類 52%、沙丁魚 3%、鱈魚類 34%、魷魚類 11%），種魚養殖時添加綜合維他命、磷脂質、三酸甘油脂等，產卵 1 個月前飼以高單價新鮮日本真魷來促進生殖腺之成熟及產卵。養殖黑鮪成長快，在大島養殖 3 年成長至 40 kg（冬季水溫 20°C 以下），在奄美養殖 3 年可達 90 kg 以上。

養殖之野外捕獲黑鮪約 3 年後可開始產卵（4 年魚），完全養殖之黑鮪產卵年齡為 5 年魚。水溫上升及日照延長能促進產卵生

殖，黑鮪產卵水溫為 25–28°C、日照 13.5 h。近畿大學養殖之種魚（1974 年出生之年齡群）於 1979 年 6 月第 1 次產卵，是世界上黑鮪首次自然產卵。黑鮪生殖有追尾行為，為多次產卵型，產卵期維持 2–3 個月。黑鮪受精卵為浮性卵、以網具撈取至孵育桶，在 24°C 約 32 h 孵化。孵化後第 2 天開始依口徑大小及消化道發育，以下述餌料序列投飼：第 2–20 天輪蟲、第 7–27 天豐年蝦幼蟲、第 13–30 天石鯛剛孵出幼苗、第 23–140 天馴餌用人工飼料和魷仔魚及沙丁仔魚。幼苗培育水溫範圍 20–28°C，孵化後第 3–4 天眼及消化道形成；第 15 天後，頭部眼大及形成扇狀尾鰭，具衝撞爆發力及殘食性，因此幼苗培育至體長 5–25 cm 時，應注意防止衝撞死亡。黑鮪幼苗培育至 30 天（5–7 cm）時，移出箱網馴餌及進行中間育成。在箱網中間育成 1 個月之活存和箱網形狀大小有關，自 1994 年由 6 m 方形、1995 及 1996 年 12 m 八角形至 1998 年直徑 30 m 圓形箱網之改進以避免衝撞死亡，活存率由 2.3%、16.4%、24.9% 提高至 55.7%。衝撞死亡常發生於夜間及薄暮時刻，其原因和黑鮪幼魚眼睛視網膜發育及群體聚游形成有關，因此魚苗培育時夜間點燈 5 lux 可明顯減少衝撞死亡。

日本近畿大學黑鮪研究之歷程至今已長達 42 年。由 1970 年開始進行黑鮪養殖研究；1974 年第 1 次成功養殖黑鮪成魚；1979 年世界首次養殖黑鮪自然產卵及進行仔稚魚培育；1982 年養殖黑鮪稚魚活存至 57 天、體長 98 mm；1994 年首次於箱網內成功養殖人工繁殖之稚魚至 246 天（1,872 尾、全長 42.8 cm、體重 1,327 g）；1995 年第 1 次培育出人

特別報導

工繁殖稚魚供箱網養殖用；2002年人工養殖黑鮪種魚（1995年生6尾及1996年生14尾）自然產卵並育成幼苗，成為世界鮪魚完全養殖成功首例；2004年完全養殖生產稚魚遠距活魚運輸；2007年黑尾完全養殖第二代生產並運輸幼魚至箱網養殖；2008—2012年量產不同子代完全養殖黑鮪幼魚（2002.6.23第一代、2007.6.28第二代、2010.5.22第三代）提供養殖，人工生產稚魚尾數由2005的411尾增加至2010年的57,507尾，未來希望日本養殖的黑鮪中至少有10%（估計約35萬尾）由人工繁養殖提供。人工繁養殖生產之黑鮪幼魚除可取代野生撈捕幼魚供箱網養殖用外，並可進行放流以增加資源，期盼放流魚來日回歸日本附近海域進行產卵洄游。人工養殖黑鮪在食品安全及風味皆優於野外撈捕黑鮪，具有魚體水銀含量低、脂肪含量高、新鮮度高等優點，近畿大學養殖生產的黑鮪在銷售時並提供安全養殖認證及產銷履歷。

二、演講提問

問：放養至箱網養殖的黑鮪魚苗約多大？

答：大約7cm。

問：黑鮪交配的模式為雌追雄或雄追雌？有無群體交配的行為？繁殖的操作上，同年齡群交配好或不同年齡群交配好？

答：黑鮪魚在交配時，會先有數尾雄魚追逐1尾雌魚，最後只剩下1尾雄魚與雌魚交配；目前無法確定何種交配模式為佳，但未來會利用分子生物的技术進行相關探討。

問：為何不同年齡群的產卵周期有變短的趨勢？從照片上看到用網子撈捕黑鮪，不會造成傷害嗎？

答：日本黑鮪第1次產卵位於九州，第2次位於本州，推測可能較高的水溫會使黑鮪的繁殖周期加速，但仍無法有確切的答案；撈捕黑鮪的網子是使用特殊的材料製成，因為這些黑鮪飼養久了，體表皮膚有某種程度的適應馴化，所以可用這些網子撈捕，但仍不能直接用手抓。

問：需用多大的池子建構黑鮪的親魚飼養池？

答：我們目前使用直徑30m、深10m的箱網進行黑鮪的種魚飼養。我聽說韓國使用的池子為60×30×7m。在飼養黑鮪時，要特別注意池水的交換要良好，保持池水的高溶氧，養殖密度不能太高（<7kg/m³）。此外，由於黑鮪的鰓部無法擺動，池水污濁則容易造成黑鮪窒息。

問：黑鮪魚苗飼養過程中有無折損率高的危險期？未來如能突破繁殖成功率的瓶頸，是否須採計畫性生產，避免造成市場價格崩盤。

答：除了衝撞期外，黑鮪魚苗的活存率沒有太大的改變，目前的活存率約0.07%，最好可達0.5%，在達7cm移至箱網後活存率可達20%；未來若能突破活存率的瓶頸，當然就必須採取計畫性的生產，目前的產量約在7—8噸左右。

問：在商業化經營的前提下，使用人工飼料餵食黑鮪，而飼養出的黑鮪魚肉風味是否能讓大眾接受，該如何去因應。

答：黑鮪營養需求的研究是非常重要的，但目前還不清楚。目前仍以餵食鯖魚為主，未來針對大眾口味進行飼養黑鮪魚肉風味的研究與改進是必然的課題。

問：黑鮪魚苗的衝撞期需要開燈，從何時開始？要開多久？

答：從魚苗移至箱網開始開燈，需維持約 1 個月的時間。

問：如果台灣也想發展黑鮪魚養殖，水試所與近畿大學可否有合作的機會以及引進黑鮪魚苗來養殖？

答：關於這個問題不是我一個人現在就可以決定的，我會將這個問題帶回去討論後再與郭所長聯繫。

問：使用低溫、潔淨及富營養鹽的海洋深層水孵育鮪魚卵是否有助於卵的孵化及仔魚器官發育率的提升？

答：鮪魚卵的孵化及仔魚的成長需適合的水溫。野外調查研究指出，25—28℃為鮪魚產卵場及仔魚孵化海域的水溫，故不建議嘗試在偏離適合水溫下培養受精卵及仔魚。

問：水槽周圍使用氣泡簾幕是否有助於防止鮪魚的衝撞死亡？

答：研究指出鮪魚的夜視能力較低，故可能在光線微弱的環境下，鮪魚可能無法查覺氣泡的存在。

問：完全養殖黑鮪魚種魚數量少是否有近親交配下的基因缺陷問題？如何評估放流基因合適性？

答：完全養殖鮪魚可能會有近親交配下的基因缺陷問題，目前以定期從野外族群引進新種魚以及增加種魚數量的方式解決。目前規劃定期分析野外族群與放流族群的基因判斷放流個體的合適性。

問：本所在餵食黃鰭鮪時，魚會因互相衝撞而死亡。黑鮪是否也有類似情形？

答：黑鮪只有因衝撞水槽而死亡，未發生餵食時，互相衝撞致死。餵食鮪魚時宜分散投餌。

問：黑鮪幼魚的餌料是下雜魚或人工餌料，另外除衝撞外是否有其他疾病造成死亡？

答：黑鮪幼魚 1 kg 以前使用人工飼料。病毒(虹彩病毒)可能造成大量死亡，但與比起其他魚種病害較少。

問：台灣的海洋環境是否適合鮪魚養殖？

答：日本黑鮪養殖於海岸的內灣，海水透明度高、淡水注入少、不易受颱風影響之環境。黑鮪的生長速率受海水溫度影響，台灣的 25—30℃ 的海水溫度應該適合鮪魚養殖。鮪魚養殖需潔淨的海水及箱網附近不能有大型河川以防止淡水注入。另濁水會增加衝撞事故的發生而增加死亡率。颱風可能會破壞養殖箱網，造成鮪魚逃逸或死亡。台灣的內陸海水養殖技術進步，在易受颱風影響又缺乏內灣的環境下，將鮪魚養殖於內陸設施養殖或許是解決上述問題的方法之一。

問：有關野生與人工繁殖的黑鮪魚之成長有無差別？

答：剛開始會有差別，但黑鮪養殖時間長，最後並無差異。

問：黑鮪養殖符合經濟效益嗎？如不符，貴校為何進行黑鮪完全養殖？

答：目前黑鮪人工養殖依天然環境及養殖戶飼養技術不同而有賺錢及賠錢的案例。本校黑鮪完全養殖有兩大目的：第一為全面提供日本國內每年 35 萬多尾的養殖稚魚，以資源保育的觀點減少或停止

特別報導

從野外捕撈稚魚。第二為解決基因多樣性問題後，野外放流黑鮪幼魚進行資源的復育。另目前本校已在美國商標登記近畿大學品牌的養殖水產品，提供產銷履歷認證，以推廣養殖黑鮪水產品。

問：國外已開始在日本試賣養殖黃鰭鮪水產品，目前在日本國內銷售情況如何？

答：黃鰭鮪為鮪類中資源量最多的一種，每公斤單價較低，目前成本應不符經濟效益。上述應該屬試賣性質，日本國內尚未普及。

檢討及建議

鮪魚之試驗研究及產業推廣需要長期的經費及人力投入。目前本所東港生技研究中心所養殖之黃鰭鮪已能自然產卵，幼苗培育工作正在加速進行中，利用海洋深層水培育

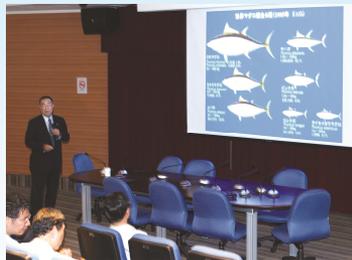
鮪魚也正積極規畫中。希望台灣產官學研各界能長期合作，投入鮪魚之試驗研究及人才培育及產業推廣等工作，並與國際鮪魚研究單位多交流，以早日達到鮪魚養殖生產及資源保育之目標。

台灣的箱網養殖條件雖不及日本（海灣多、水質潔淨、避風浪），但水溫較日本高、成長也較快，只要慎選箱網養殖海域（水質潔淨避濁水及淡水侵入、水深足夠進行箱網沉降避颱風風浪），加強箱網養殖網具結構及材質（防止變形磨擦魚體及附著生物阻礙水流）、魚苗中間育成及馴養、鮪魚飼料改進等相關課題之研發，則台灣箱網養殖黃鰭鮪的計畫性生產應該很快可達成。

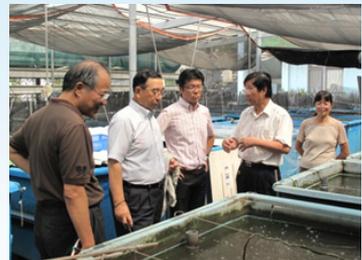
台灣之水產生物種類多，大部分魚蝦貝藻均可量產種苗並有產業生產應用，可逐步選擇重要經濟水產生物，進行選育及改良優良性狀，以增加產業之生產力及競爭力。



熊井英水教授在總所專題演講



熊井英水教授在沿海資源研究中心專題演講



參訪東港生技研究中心淡水長臂大蝦零換水養殖



參訪東港生技研究中心海葡萄之槽式養殖及淨化



參訪東部海洋生物研究中心之深層海水相關設備



參觀成功漁獲拍賣市場