



## 臺灣的鰻魚放流

楊順德<sup>1\*</sup>、黃瀛生<sup>1</sup>、李彥宏<sup>2</sup>、陳紫嫻<sup>2</sup>、劉富光<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心

<sup>2</sup> 行政院農業委員會水產試驗所東港生技研究中心

<sup>3</sup> 行政院農業委員會水產試驗所

### 摘要

日本鰻是包括臺灣在內的東亞地區重要經濟養殖魚種，由於尚未建立量產化人工繁殖技術，養殖所需之鰻苗概取自於野生苗，近年來捕獲的日本鰻鰻苗資源日趨減少，資源維護的議題也就日顯重要。鰻魚是兩側洄游的魚類，鰻苗溯河而棲息於淡水域或河口域，待生殖期成熟而降海產卵，因而放流鰻魚於天然水域被認為是增補鰻苗資源的合宜方法。水產試驗所自 1976 年起至 2017 年已陸續執行了 66 次的鰻魚放流，共計約 4.6 萬公斤、12 萬餘尾，本文介紹此長期放流工作的歷程演變、放流策略與流程、鰻魚放流的問題點、風險和效益，以及全球主要國家地區對鰻魚放流的研究現況與評估觀點，以做為日後持續放流鰻魚之省思與參考。

關鍵詞：日本鰻、放流計畫、鰻線增補

### 前言

日本鰻 (*Anguilla japonica*) 以往是臺灣養殖漁業產值最高的魚種，養殖盛期在 1990 年代，年產值曾達 5.6 億美元，佔當時日本市場一半以上的供應量；之後在 2011 年以前的養殖面積還有約 1,000–2,400 公頃，產量約 1–2 萬公噸，產值 2–3 億美元。因為鰻魚為迄今少數尚未達到量產繁殖的魚種，養殖所需鰻苗全賴天然捕獲，但近年來全球鰻苗的捕獲量遽減，資源量甚至有趨

於枯竭的現象 (Dekker et al., 2003; Tsukamoto et al., 2009)。臺灣也不例外，歷年的鰻苗捕獲量呈明顯下降，經常不足以供應養殖所需的量 (圖 1)，以最近的捕撈期為例，在 2017 年底至 2018 年初禁漁期止的捕撈量只有 1.1 公噸，而全東亞地區的日本鰻鰻線總量也僅有 20.3 公噸 (資料來源：鰻魚發展基金會)。鰻線資源量的不足以致每尾單價在 100 元以上，有時超過 200 元大關，養殖成本大幅增加，影響養殖戶放苗意願，甚至無苗可放，在 2017 年的放養面積已萎縮至 409 公頃 (漁業署，2018)，導致漁民和相關產業的收益大幅減少，嚴重影響鰻魚產業的發展。

\* 通訊作者/50562 彰化縣鹿港鎮海埔里 106 號;  
TEL: (04)7772175; FAX: (04)7775424;  
E-mail: sdyang@mail.tfrin.gov.tw



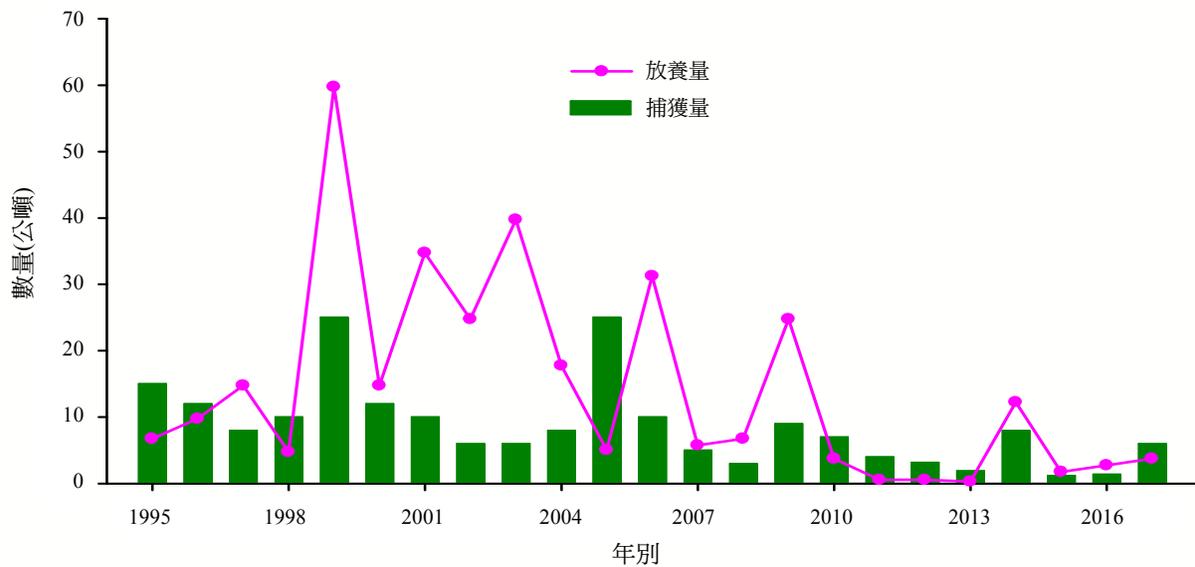


圖 1 臺灣 20 年來日本鰻鰻苗捕獲量與放養量(資料來源：鰻魚發展基金會)

日本鰻棲息於河川、河口域或沿海，其中河水型鰻與河口型鰻共約佔 80% (Tsukamoto and Arai, 2001)，鰻魚歷經數年的成長，一旦成熟在秋天到早冬時節，洄游到西馬亞納南部的海山附近產卵，孵化後的仔魚隨北赤道洋流和黑潮的推送，進入臺灣、中國、日本和韓國等地的河口域 (塚本, 2012a)，漁民便在河口或沿岸捕捉俗稱鰻線或玻璃鰻的魚苗做為養殖之用。近年來鰻魚資源補充量的急驟減少，綜合學者專家的推測，這與鰻魚洄游的每個過程和環節都有相關，包括：(1)人為過度捕撈，東亞地區因興盛的鰻魚養殖而過度捕撈鰻線，據估計約有 44–75% 的鰻苗做為養殖之用 (曾等, 2012)，使得洄游至海洋生殖之成鰻數量大為減少；(2)棲地遭到破壞，例如人工建設河堰、攔沙壩和水庫等造成鰻魚棲地的減少；(3)水域化學污染影響鰻魚的健康、代謝、成長、生殖和繁殖，導致野生鰻魚族

群量的減少或導致生殖族群品質不良；(4)氣候變遷和海洋大氣變化造成產卵場地的環境變動，這種海洋環境異動影響鰻魚的產卵洄游行為，並導致鰻魚幼生的餌料短缺 (井田, 2007; MacGregor et al., 2013)。

各國關於鰻魚資源減少所提出的主要復育對策大致包括資源現況調查、採取資源管理措施、鰻線捕捉的管理、鰻線流通量的透明化以及河川環境的改善等，例如在漁法、漁獲量與漁期的設限方面，制定野生鰻線與銀鰻的捕捉量及捕捉期間；另推動民間組織自主性強化資源保育觀念並徹底執行合理設限規定。在河川、河岸及沿岸棲地作連貫性的環境改善，以保護種鰻得以生息，增加降海洄游的數量，另外在水庫和堤堰設置魚道讓鰻線可向上洄游、種鰻降海洄游 (MacGregor et al., 2013; 高知県, 2014)，換言之，對於鰻魚生活史的每個階段都儘可能全面保護。





此外，為使鰻魚資源能永續利用，增殖放流是各國長久以來的重要做法。早期在天然水域放流鰻線或稚鰻，是以增加天然資源的漁獲為目的，例如日本、加拿大以及芬蘭等幾個歐洲國家 (Welcomme et al., 1983; 廣瀨, 2001; MacGregor et al., 2013)。而近幾十年來的重點則是以增加種鰻數量為目的，潛在的好處是補充因各種原因死亡而減少的野生鰻數量，改善飽和棲地和低密度棲地的鰻魚雌雄比例，以期增加合適降海洄游種鰻數量 (Defra, 2010a)。在歐、美、日、加等國也都有放流鰻魚的活動和研究探討 (Pursiainen and Toivonen, 1982; 廣瀨, 2001; Defra 2010b; MacGregor et al., 2013)。

在臺灣，水產試驗所自 1976 年起至 2017 年已陸續執行了 66 次的鰻魚放流，共計約 4.6 萬公斤、12 萬餘尾 (圖 2)。此長期的放流工作，受到鰻魚發展基金會、鰻蝦生

產合作社聯合社及新竹縣生態休閒發展協會等民間團體的支持，也多次與地方政府協調，策劃放流宣導活動，透過地方人士參與，不僅容易吸引媒體關注，亦可宣示天然資源保育的重要性 (圖 3)；最近幾年，漁政單位也提供學術界研究資源，使其協助放流鰻魚的後續效益評估。這些做法對鰻魚資源保育已普獲臺、日養鰻業界之重視與肯定。



圖 3 種鰻放流宣導活動

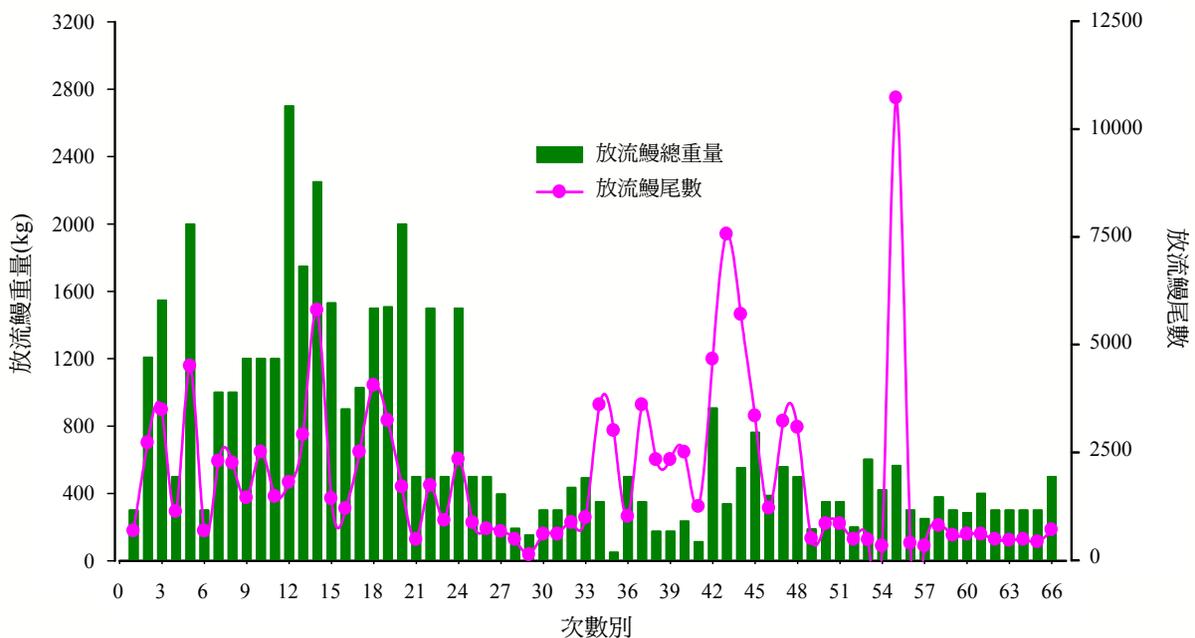


圖 2 水產試驗所歷年來放流鰻魚的次數與數量(統計至 2017 年)





## 臺灣鰻魚放流的階段性演變

臺灣的鰻魚放流工作迄今已執行 40 餘年，根據不同的條件考量和目的，劉 (2011) 大致將臺灣的鰻魚人工放流計畫分為三個階段，各階段的放流情形如表 1 所示，分別說明如下：

### 一、第 I 階段 (1976–2001 年)

日本的鰻魚研究專家松井魁由十幾年所採集到的柳葉型 (leptocephalus) 鰻魚幼生的地點，在 1968 年推測日本鰻的產卵場位於琉球列嶼的沖繩本島和宮古島東南東方的琉球海溝 (井田，2007)。而當時國內專家認為如果上述假說成立，那麼出現在臺灣西部河口域的鰻苗，可能來自於臺灣西南部琉球海溝附近的另一個產卵場 (曾等，2012)，本所據此自 1976–2001 年間，先後於上述小琉球海域 (東經 120°、北緯 22°) 以人工方式放流重約 1–2 尾/kg 的大體型鰻魚，且都經過激素催熟處理。此階段放流的鰻魚蓋以體外數字標記、剪尾鰭或微磁鐵金屬號碼標籤作標誌，共計放流 24 次、30,121 kg、約 52,542 尾。

### 二、第 II 階段 (1999–2003 年)

日本的鰻魚研究學者塚本教授在 1992 年的報告中指出，日本鰻的產卵場在北太平洋西側馬里亞納群島西方的北赤道洋流海域，亦即接近西馬里亞納海嶺周圍之海山 (14–16°N, 134–143°E) (Tsukamoto, 1992)，孵化後的柳葉型鰻苗會被動朝西漂游並經由北赤道洋流與黑潮洋流，分布至東亞之沿岸淡水河口。本所因而於 1999–2003 年另在前述海域執行鰻魚放流作業。此階段放流的鰻魚體型及標識方式與第 I 階段大致相同，共計放流 3 次、1,500 kg、約 2,261 尾種鰻；惟公海放流需耗費大量人力、物力且不易評估成效，因此，曾於 2003 年試著在大鵬灣放流 2 次，計 548 kg、790 尾的種鰻。

### 三、第 III 階段 (2005 年迄今)

如前節所述，日本鰻的產卵族群，可分為三個類型：(1)河水型鰻 (river eel)：長期在淡水成長者佔 23%；(2)河口型鰻 (estuarine eel)：主要棲息在河口或來往淡水與海水之間佔 57%；(3)海水型鰻 (sea eel)：在海水域完成整個生活史者佔 20% (Tsukamoto and Arai, 2001)。基於產業界對

表 1 歷年臺灣種鰻放流情形

階段	起迄年代	次數	放流數量		放流地點
			總重量(kg)	尾數	
I	1976-2001	24	30,121	52,542	小琉球海域
II	1999-2003	3	1,500	2,261	西馬里亞納海域
	2003	2	548	790	大鵬灣
III	2005 迄今	37	13,961	71,904	宜蘭河、頭前溪、鳳山溪、後龍溪、高屏溪等
合計		66	46,130	127,497	





於放流鰻魚多持正面的看法，本所自 2005 年 3 月起，多次召開鰻魚放流會議，根據上述研究的結果，即河水型及河口型鰻約佔 8 成以上之論點及與會學者專家之意見，而決定在鰻苗捕獲較多的河川如宜蘭縣宜蘭河、屏東縣高屏溪或有自主性護漁之河川，如苗栗縣後龍溪、新竹鳳山溪等處放流。

自 2005 年起均在河川放流，同時也考量幼鰻適應環境能力較成鰻強，且在適應環境後可在河域生長成黃鰻 (yellow eel)，故本階段放流鰻魚體型分為成鰻 (1–3 尾/kg) 和幼鰻 (50–80 尾/kg) 二種。除使用傳統標識方法外，為提升追蹤評估放流效果，另增加動物晶片及耳石螢光染色等二項較新的標識方式，並由臺灣大學漁科所協助評估放流效益。此階段迄今已放流鰻魚計 37 次、13,961 kg、約 71,904 尾的成鰻和幼鰻。

## 鰻魚放流策略與流程

放流策略與流程關係放流的成功與否，包括放流鰻的體型與健康程度、放流地點與時間、標識方法與流程及蓄養與運輸等，以確保魚隻在被放流後的活存，並預期提高鰻魚成熟後可降海洄游加入生殖群的數量。

### 一、放流體型與健康程度

放流鰻魚在全球各主要鰻魚生產國 (包括野外採捕者) 都在持續進行，放流體型由小到大都有，視放流目的而定；一般以幼鰻 (50 g 以下) 或大型種鰻 (500 g 以上) 為多，何者較為妥適則各有優缺點。放流幼鰻會比放流鰻線的折損率來得低，且被人類

圈養的時間不長，較成鰻更易適應野外環境 (塚本，2012b)；但幼鰻勢必溯河，上游是否有通暢的河道應列為第一考量，另若放流在人工湖或水庫也需考慮鰻魚成熟後的降海路徑是否受阻；而且加入生殖群的時間拉長，非短時間內能展現放流的成果 (張和陳，2004)。放流大體型成鰻雖較不易被天敵獵食，但延長養殖時間，不僅增加養殖風險，更會提高放流成本。另外亦可採行在不同地點放流不同體型鰻魚的方式，即放流幼鰻則以體型每尾在 20–50 g 較為妥適，並且對於成鰻放流同時也採取同樣的積極作為 (高知崇，2014)；本所近十年來約放流 11 公噸的鰻魚，其中幼鰻約有 1 公噸、3 萬 7 千餘尾，餘為使用 2–3 年以上鰻魚，體重為 500 g 以上的成鰻計 10 公噸、5 萬 7 千餘尾。

放流的鰻魚必須維持良好的健康狀態，包括外觀形態、生理健康程度，甚至從血液生化學的觀點來檢測 (廣瀨，2001)。本所放流鰻魚來源係由自行養殖培育或是透過行政程序標購，依據政府『水產動物增殖放流限制及應遵行事項』之相關規定辦理。主要原則為：(1)活鰻外觀體色鮮明、健康、無病變、游泳力強；(2)不得摻有美洲鰻 (*Anguilla rostrata*) 或歐洲鰻 (*A. anguilla*) 等其它鰻種；(3)須檢測合格沒有非法使用的水產用藥如硝基呋喃類、孔雀綠及氯黴素等藥物殘留；(4)標識放流前先蓄養於水池中以為適應，並便於觀察魚隻健康程度，以免放流鰻帶有病原，反而影響野生族群。





## 二、放流地點與時間

放流地點的選擇攸關到放流成效，在餌料豐富、掠食天敵少、水質條件穩定、人為障礙物少以及在低風險的環境放流，可提高放流鰻的活存、發育和降海。因此，必需在放流前進行各河川水域環境與棲地生態調查，以選擇海拔不超過 500 m 的適當放流地點，通常會以緩流、深瀨、深潭、濱溪植物相豐富和水量充裕的區域為優先考量，並考量經政府公告禁捕及有河川巡守隊巡護之處所為佳 (圖 4)；水質條件建議 pH 為 5–8、溶氧量大於 2 ppm、氨濃度小於 0.2 ppm (Taylor, 2011)。此外，河川流域的污染情形會影響鰻魚的成長和生殖，國外研究顯示，有的河段區域污染超過水質基準，即使其他河段流域符合標準，仍有可能影響日後受精卵的胚胎發育 (ICES, 2016)。



圖 4 放流點察勘評估(鳳山溪關西渡船頭河段)  
(黃家富攝)

本所放流鰻魚的季節多為秋、冬季，主要是考量避開颱風季大量降水的沖刷，且放流成鰻能經過半年以上的環境適應後，在隔年或往後幾年得以成熟降海繁殖，而在日本的放流鰻魚時機點主要也是選在秋天，比較不會影響鰻魚的棲息生長 (廣瀨，2001)。

## 三、標識方法與流程

有關放流鰻魚的標識方法在本刊已另有專章介紹，本所目前大量鰻魚放流常用的標識法有剪尾鰭、植晶片和經四環素 (oxytetracycline, OTC) 標識。至於標識流程則以多年累積經驗的標準作業方式為準則 (圖 5)，每一步驟由專人負責操作，務求在最短時間內標識完畢 (圖 6)，以運用最適的操作過程來降低預期存在的風險，如操作死亡或因外表皮膚受損導致二次感染等問題。



圖 5 標識作業流程



圖 6 分工合作在最短時間內完成標識作業

## 四、蓄養與運輸

經標識後的鰻魚先置於蓄養池集中蓄養，若未經蓄養或時間太短，鰻隻容易死亡且不耐搬運。蓄養時，藉由不斷的流水沖激排除分泌過多的黏液和雜質，剛抽取的地下水經充分曝氣，或是直接取用水質較穩定的池水。蓄養時程比照一般收穫成鰻的蓄養方





式約 1–3 天，如有必要可延至 1 星期。放流當日清晨將鰻魚裝入活魚運輸袋中，每袋裝鰻 10–15 kg，以最少的水加入適量碎冰，使水溫維持在 15°C 左右以降溫保定，灌滿氧氣加以密封，但溫度亦不宜過低，以免溫差過大易使魚體虛弱，甚或體表黏液受損、表皮凍傷。

## 鰻魚放流問題點、風險和效益

鰻魚放流的歷史早在一、二百年前即有紀錄，歐洲在 19 世紀中葉或更早，而日本則始於明治時代，均在開放的水域放流鰻魚，其目的不外是供作食用或養魚嗜好，直到近幾十年來才有以資源增殖為前提的鰻魚放流活動 (Dekker and Beaulaton, 2016; 廣瀨, 2001)，而臺灣於 1976 年開始實施以資源復育為目的的種鰻放流，較之其他國家並不算晚。關於鰻魚增殖放流成效的相關議題，學界看法頗有分歧 (塚本, 2012b)，茲引用 Dekker and Beaulaton (2016) 以法文為論文的抬頭標題：*Faire mieux que la nature?* (做得比自然好?)，其立論並未著眼於放流歐洲鰻的效益，亦非生物過程 (biological processes) 和經濟考量 (成長、活存、競爭及成本效益)，而是由歷史軌跡和有限的數據加以論證，其推論述及，容或鰻魚放流尚有許多待改善之處，但在歐洲某些地區當視為具有一定成效。

### 一、鰻魚放流的問題點

放流鰻魚是以增加來年的資源量為目標，所以主要的問題點在於這些放流鰻會否

以及如何影響資源量？對回復天然資源的效果有多大？這些問題同樣在其它放流魚種也受到質疑。另外，於河川放流鰻魚是否會影響野生族群，或是合理的放流數量為何，在未調查清楚該水域現存的資源量前，此問題也不易得到答案；更遑論探討有多少放流鰻在成熟後有多少機會能降海產卵，其中有的或許逸散到調查區域以外，或是被自然淘汰都有可能。在鰻魚放流相關研究較先進的歐洲，國際海洋探測委員會 (International Council for the Exploration of the Sea, ICES) 於 2016 的報告中指出，由於缺乏對照和模擬的工具，鰻線放流對區域性鰻魚資源可能有正面的效果，於大區域性的淨效益則不易求得；然而，ICES 也認為鰻魚放流是鰻魚資源管理計畫中所必要進行的科學活動。

即便鰻魚放流的經濟效益與其他魚類增殖放流一樣不易評估，但在這十餘年來全球天然鰻苗資源補充量不足之時，各主要產區國家仍持續加強放流工作，例如在日本多為民間漁協和各級政府合作執行，如於 2011 年執行「鰻供給安定化事業」計畫放流稚鰻，花費經費 600 萬日圓 (海部, 2013)，估計在 2011–2013 年間日本每年均放流 10 餘噸成鰻 (海部, 2018)。在臺灣，本所近年來每年均編列約百萬元預算執行鰻魚放流計畫，但受到鰻線價格的影響，可投放的數量和地點因而受限。另外，政府基於資源維護及國內產業發展考量，自 2007 年起管制鰻線、鰻苗及幼鰻在每年自 11 月至翌年 3 月不得出口，期間偶有緝獲走私鰻線，經培育後亦多已做為放流之用。





## 二、鰻魚放流的風險

鰻魚放流和其它魚類種苗放流一樣存在著一些可能的風險，主要包括：

### (一) 可能降低遺傳多樣性

族群基因窄化是水產種苗放流常被質疑的問題，但依近年的研究顯示，日本鰻可被視為單一、逢機交配族群 (Han et al., 2010; 張等, 2012)，而歐洲鰻和美洲鰻也有類似的發現，雖然這種說法經常受到挑戰，但基因分析顯示日本鰻、歐洲鰻和美洲鰻均分屬於各單一物種，甚至是各自唯一且相同的族群 (Deckker, 2016; MacGregor et al., 2013)。換言之，放流鰻魚應不致有影響遺傳多樣性的疑慮。

### (二) 鰻魚異地放流可能干擾洄游行為

即便是均質種群 (homogenous population)，因為無法確認被放流鰻魚是否仍保有洄游印記 (migration imprinting)，若否，則可能影響放流效益。不過，Westerberg et al. (2014) 的研究發現天然生長的成鰻和人工放流者，在行為上並無差異，因此不認為需要後續的移動路線印記才能定向產卵洄游。而在 2006 年一項歐洲鰻的標識放流研究發現，無論標識鰻或野生鰻，都在同年的秋天洄游到波羅的海出口 (Sjöberg et al., 2008)，這暗示著放流的歐洲鰻仍會穿越波羅的海游向馬尾藻海 (Sargasso sea) 的產卵場。最近，臺灣學者在日本鰻、鱸鰻、太平洋雙色鰻的放流研究也發現，放流鰻與野生鰻隨著黑潮游動的行為相同，因此對鰻魚放流持正面看法 (Chen et al., 2018)。

### (三) 病原體和外來種的擴散

鰻魚特有的疾病和寄生蟲可能因異地放流而散播，或是影響到其他野生魚類發生疫病，如三代蟲等；另外，隨著鰻魚放流也有可能不慎引進非當地的外來種生物，以致衝擊原有的生態系。這些在歐洲和日本都曾有的案例 (ICES, 2016; 海部, 2013)，而臺灣尚無類此情形的研究報告。

### (四) 放流區域鰻魚族群的性比受影響

鰻魚的性比與環境有關，通常在人工養殖環境下，成長較快的鰻隻其雄性比例極高 (Yoshikawa, 2013; Tzeng et al., 2002)，故放流人工養成鰻魚可能會影響族群的性比；然而，若非使用當年養成的鰻魚來放流，那麼在池超過 3 年的鰻魚其雌性比例就超過 5 成 (服部, 2018)，而本所無論是以自行培育或標購的放流鰻，其雌雄比約為 6 : 4。再者，現今有關鰻魚的性別決定及產卵族群生物量的最適性比尚未釐清，不過至少放流鰻魚可以人為篩選方式調控性比，其優點或許高過風險 (ICES, 2016)。

### (五) 放流成長較差的個體

放流鰻魚有時取自私人養殖場，鰻魚養殖經常要篩選分池，成長較快的魚隻被當作食用，未達上市體型者繼續予以蓄養。因此，放流的鰻魚可能混摻到成長較差的個體，是否會影響到將來的生殖群則未可知；但這些鰻隻約有五成是所謂大器晚成型的雌鰻 (服部, 2018)，說不定有助於增加產卵洄游的孕卵雌鰻數量。

### (六) 放流後鰻魚的適應和活存

放流後鰻魚之體重會有持續下降的現象，推測養殖的日本鰻在放流後可能是因為





仍在適應期階段，而不會進食或適逢低水溫期攝食量較少所致（張等，2007）；在歐洲鰻也有類似的情形，Pedersen (2000) 指出野生鰻的活存率至少為 55%，而放流鰻則有 42%，且野生鰻體重為 363 g 而養殖的放流鰻較小為 285 g。爾後對於鰻魚標識後到放流前的保定研究，以及放流後的行為觀察，實有必要做較深入的記錄與探討。

### 三、放流效益

鰻魚增殖放流的重大爭議在於放流回收率偏低，以及放流數量跟天然資源增補量的變動相比顯得微不足道，而難以證明其成效（Tzeng, 2016），並且在大部分國家算是成功的案例不多。因此，有學者建議應謹慎評估放流的必要性，但以國外鰻魚放流的經驗，至少放流並無特別的負面效應，因此亦有學者主張放流活動應該持續（Pursiainen and Toivonen, 1982）。

以歐陸為例，Tesch (2003) 認為在歐陸水域放流鰻魚對維繫減少中的天然資源有其必要性；而在丹麥、德國、瑞典、北愛爾蘭和愛沙尼亞等地湖泊，以及丹麥的淡水流域和沿海區域，放流鰻魚可增加黃鰻和銀鰻的數量（ICES, 2016）。此外，Knights (2005) 探討在泰晤士河及其支流水域放流鰻魚的後續成效，發現整個水域都有放流鰻的逸散和族群量的增加，因此推測鰻魚放流有助於增加從泰晤士河流域游出的成鰻。在美洲鰻方面，美東地區黃鰻的豐度可能已減少到歷史低點，由於是單一逢機交配族群，某些特定區域的天然資源增補量未必然和該地成熟鰻魚的數量有關，但區域內如能供應相當

比例的種鰻，使之逸游到馬尾藻海的產卵場，會有助於鰻苗資源的增補（MacGregor et al., 2013）。再者，歐盟理事會法規要求需有 35% 被捕獲的鰻線再放流到歐洲各水域，以回復歐洲鰻的天然資源量。在一項探討以放流為資源保育方式的研究中發現，在暖水域放流鰻魚可在三年後產生銀鰻，是潛在有效的資源管理工具（Jellyman and Arai, 2016）。

經濟效益是人們對於水產動物增殖放流所關注的焦點，通常是根據野外調查結果求得放流魚的成長率、回收率、死亡率和單位產量之產值，按不同種類的放流量和投入的放流金額估算出產值及其收益，但鰻魚為大洋性生殖洄游的動物，其經濟效益不易由局部的調查結果來推算。Knights (2005) 曾試著估算放流歐洲鰻的經濟效益，以每年每平方公尺放流 1 尾鰻線，可增加泰晤士河流域 60% 的種鰻，這些可能大多為孕卵的雌鰻，每尾可生產超過 100 萬顆的卵，其價值每年預估超過 30 萬英鎊。在日本鰻方面，劉 (2014) 以 2013 年放流的成鰻 2160 尾，粗估有 5–7 成以上於放流後被捕抓或是自然死亡，估計剩下 3–5 成之鰻魚可順利降海洄游，再由前一年日本養殖新聞與中國鰻訊的資料顯示，亞洲的捕抓到鰻線總量約是 20 公噸（約 1 億尾鰻線），估計臺灣放流鰻對鰻苗之潛在貢獻度為 0.3–0.5%，以該次放流估算，約可增加 30–50 萬尾鰻線的天然資源，以平均每尾百元計算，可創造潛在產值達 3 千萬元以上。

增殖放流所產生的社會教育等邊際效





益往往被忽略，水產試驗所舉辦之鰻魚放流活動透過新聞發布（圖 7），可以引起全社會關注鰻魚產業、重視漁業資源和珍惜得之不易的優質水產食用資材，而且透過大力宣傳政府為發展漁業資源永續利用而進行的放流活動，亦可提高漁民對有限漁業資源的保護意識，減緩濫捕和過漁。

報紙名稱	
聯合報	
刊登日期	
103年6月7日	
版次	第 B2 版

**復育鰻魚 250公斤放流鳳山溪**

【記者蔡昕穎／新埔報導】鰻魚價格年年攀漲，野生鰻苗被抓光，農委會水產試驗所欲保障鰻魚產業永續經營，昨天在新竹縣鳳山溪野放「種鰻」，盼復育生態，豐富河川資源。

新竹縣長邱鏡淳（上圖左二，蔡昕穎攝）表示，鳳山溪屬於中央管理河川，流域內汙染少，縣府支持，從96年開始，就成為放流母鰻的固定場所，放流的250公斤鰻魚，身上都植入晶片，並以螢光色標示處理，方便追蹤。鰻魚是台灣重要出口魚產，去年一年賺進200億外匯，但台灣目前還未能以人工繁殖鰻苗。水產試驗所副所長劉富光說，鰻苗最近幾年受到環境汙染、人為濫捕、氣候改變、棲地破壞等因素，世界各地的鰻苗急遽減少，因此選在高屏溪、宜蘭河和鳳山溪等三地點復育自然鰻魚。水試所昨和新竹縣長邱鏡淳野放，共放養重量700公克至1.2公斤的「種鰻」，希望回歸自然環境產下鰻苗，也豐富河川資源。水產所表示，民眾如捕撈到標識的放流鰻魚，請與水試所聯絡，會以合理的價格收購，希望大家一起參與資源保育工作。

圖 7 鰻魚放流相關新聞報導

## 結論與展望

鰻魚資源的復育是否能夠成功，和河川的整治、棲地保護、污染源的控制及減低漁獲強度有密切的關聯，但不可否認的，鰻魚放流始終是資源復育的重要一環。因為在天

然水域放流（圖 8、9）被認為是有助於回復鰻魚資源的有效方式，水產試驗所在臺灣水域放流鰻魚已近半個世紀，儘管目前由天然鰻線的增補量似乎無法直接反映出人工放流鰻魚的效果，但由於日本鰻和其他重要的鰻鱧科魚種一樣為逢機交配族群，故唯有透過分布區域的國家，如臺灣、日本、中國和韓國等通力合作，才能有效提昇和推展鰻魚放流的實質效益。在放流效益評估方面，目前相關知識基礎的積累相當不足，例如鰻線增補量、天然死亡率及放流對增加降海產卵銀鰻數量的探討等，都有待進一步的研究。再者，鰻魚標識放流前後的生理學和行為學研究等方面，也需要有更深入的觀察和分析，才能對鰻魚放流做更科學化的效益評估。



圖 8 2012 年於宜蘭縣宜蘭河進行鰻魚放流



圖 9 2016 年於新竹縣鳳山溪下游進行鰻魚放流





## 參考文獻

- 井田徹治 (2007) 産卵場所の謎を追うウナギ地球環境を語る魚。岩波書店, 44-68。
- 海部健三 (2013) ウナギ放流が抱える課題—資源回復目的とした再出発が必要。養殖ビジネス, 629: 38-40。
- 海部健三 (2018) 2018 年漁期シラスウナギ採捕量の減少について その5 より効果的な放流とは。 (<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/blog/kaifu/2018/02/26/2018年漁期-シラスウナギ採捕量の減少について>)
- 漁業署 (2018) 中華民國 106 年台閩地區漁業統計年報。行政院農業委員會漁業署 (<https://www.fagov.tw/cht/PublicationsFishYear/index.aspx>)
- 高知県内水面漁場管理委員会 (2014) ニホンウナギの資源管理について。30 pp。
- 曾萬年、韓玉山、塚本勝巳、黒木真理 (2012) 尋找鰻魚的故鄉。鰻魚傳奇, 蘭陽博物館, 28-46。
- 張格銓、黃瀛生、張湧泉、劉富光 (2012) 台灣地區日本鰻鰻線之年內族群遺傳結構。水産研究, 20(1): 51-59。
- 張賜玲、陳紫嫻 (2004) 鰻魚資源復育人工放流鰻魚之省思。水試專訊, 8: 7-12。
- 張賜玲、林世寰、謝介士、鄭新鴻、劉富光、陳紫嫻、蘇茂森、曾萬年、蘇偉成 (2007) 養殖日本鰻野放後之適應行為探討。水産研究, 15(2): 33-42。
- 塚本勝巳 (2012a) ウナギ資源保線全のために何をすべきか? 世界で一番詳しいウナギの話, 飛鳥新宿社, 244-279。
- 塚本勝巳 (2012b) 資源と保全。ウナギ大回遊の謎, PHP 研究所, 213-232。
- 服部克也 (2018) 養殖ウナギの雌から見たウナギの姿—一定比率の雌を含む放流魚養成するには? アクアット, 239: 38-42。
- 劉富光 (2006) 台灣鰻魚養殖的過去、現況與展望。鰻魚養殖之健康管理, 水産試験所特刊第 8 號, 7-12。
- 劉富光 (2011) 回顧臺灣的鰻魚放流。水試專訊, 36: 21-25。
- 劉富光 (2014) 台灣放流鰻對鰻苗潛在貢獻度為 0.5%。環境資訊中心網頁資料 (<https://e-info.org.tw/node/99559>)
- 廣瀬慶二 (2001) うなぎを増やす。成山堂書店, 144 pp。
- Chen, S. C., C. R. Chang and Y. S. Han (2018) Seaward migration routes of indigenous eels, *Anguilla japonica*, *A. marmorata*, and *A. bicolor pacifica*, via satellite tags. Zoological Studies, 57: 21 doi:10.6620/ZS.2018.57-21.
- Defra (2010a) Eel management plans for the United Kingdom-Scotland River Basin District. (<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130403021521/http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/fisheries/documents/fisheries/emp/scotland.pdf>)
- Defra (2010b) Eel management plans for the United Kingdom-Thames River Basin District. (<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130403021227/http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/fisheries/documents/fisheries/emp/thames.pdf>)
- Dekker W. and L. Beaulaton (2016) Faire mieux que la nature—the history of eel restocking in Europe. Environment and History, 22: 255-300.
- Dekker, W., J. M. Casselman, D. K. Cairns, K. Tsukamoto and D. Jellyman (2003) Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action: Quebec declaration of concern. Fisheries, 28: 28-30.
- Han, Y. S., C. L. Hung, Y. F. Liao and W. N. Tzeng (2010) Population genetic structure of the Japanese eel *Anguilla japonica*: panmixia at spatial and temporal scales. Mar. Ecol. Prog. Ser., 401: 221-232.
- Haxton (2013) Recovery strategy for the American eel (*Anguilla rostrata*) in Ontario. Ontario Recovery Strategy Series. Prepared for Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario, 119 pp.
- ICES (2018) Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL), 3-10 October 2017, Kavala, Greece. ICES CM 2017/ACOM: 15. 99 pp.
- ICES (International Council for the Exploration of the Sea) (2016) Report of the Workshop on Eel Stocking





- (WKSTOCKEEL), 20-24 June 2016, Toomebridge, Northern Ireland, UK. ICES CM 2016/SSGEPD: 21.
- Jellyman, D. J. and T. Arai (2016) Juvenile eels: upstream migration and habitat use. *In* Biology and Ecology of Anguillid Eels, T. Arai (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, 143-170.
- Knights, B. (2005) A review of the status of eel populations in the River Thames and its tributaries. Report to Environment Agency Thames Region Fisheries, Hatfield, Herts, England.
- MacGregor, R., J. Casselman, L. Greig, J. Dettmers, W. A. Allen, L. McDermott and T. Haxton (2013) Recovery strategy for the American eel (*Anguilla rostrata*) in Ontario. Ontario Recovery Strategy Series. Prepared for Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario, 119 pp.
- Pedersen, M. I. (2000) Long-term survival and growth of stocked eels *Anguilla anguilla* (L.) in a small eutrophic Lake. DANA: a journal of fisheries and marine research, 12: 71-76.
- Pursiainen, M. and J. Toivonen (1982) The enhancement of eel stocks in Finland; a review of introduction and stockings. *In* The symposium on stock enhancement in the management of freshwater fish, Budapest, 31 May-2 June 1982, EIFAC-FAO.1, 68-77.
- Rindom, S., J. Tomkiewicz, P. Munk, K. Aarestrup, T. Damm Als, M. I. Pedersen and C. Graver (2014) Eels in culture, fisheries and science in Denmark. *In* K. Tsukamoto and M. Kuroki (eds.), Eels and Humans, Springer Japan, 41-60.
- Sjöberg, N. B., H. Wickström and E. Petersson (2008) Bidrar den omflyttade ålen till lekbeståndet i Sargassohavet? Blankålsmärkning kan ge svaret. Slutrapport från pilotprojekt till Fonden för fiskets utveckling, Dnr: 231-0721-05, 43 (in Swedish).
- Taylor, A. A. (2011) Stocking European eels (*Anguilla anguilla*). Environmental Agency, eel manual GEHO0211BTMX-E-E, Bristol, UK., 31 pp.
- Tsukamoto, K. (1992) Discovery of the spawning area for the Japanese eel. Marine Ecology Progress Series, 220: 265-276.
- Tsukamoto, K. and T. Arai (2001) Facultative catadromy of the eel *Anguilla japonica* between freshwater and seawater habitats. Nature, 356: 789-791.
- Tsukamoto, K., J. Aoyama and M. J. Miller (2009) Present status of the Japanese eel: resources and recent research. *In* Eels at the edge (Casselman J and Cairns D, eds.). American Fisheries Society Symposium, 58: 21-35.
- Tsukamoto, K., S. Chow, T. Otake, H. Kurogi, N. Mochioka, M. J. Miller, J. Aoyama, S. Kimura, S. Watanabe, T. Yoshinaga, A. Shinoda, M. Kuroki, M. Oya1, T. Watanabe, K. Hata, S. Ijiri, Y. Kazeto, K. Nomura and H. Tanaka (2011) Oceanic spawning ecology of freshwater eels in the western North Pacific. Nature Communications, DOI: 10.1038/ncomms1174.
- Tzeng, W. N. (2016) Fisheries, stocks decline and conservation of Anguillid eel. *In* Biology and Ecology of Anguillid Eels, T. Arai (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, 291-324.
- Tzeng, W. N., Y. S. Han and J. T. He (2002) Sex ratio and growth strategy of wild and captive Japanese eels. *In* Developments in understanding fish growth (B. Small and D. MacKinlay, eds.), Symp. Proc. Int. Congr. Biol. Fish., Vancouver, Canada, 25-42.
- van den Thillart, G. E. E. J. M. (2014) European eels: Dutch fisheries, culture and eel migration. *In* K. Tsukamoto and M. Kuroki (eds.), Eels and Humans, Springer Japan, 61-74.
- Welcomme, R. L., C. C. Kohler and W. R. Courtenay Jr (1983) Stock enhancement in the management of freshwater fisheries: a European perspective. Nor. Am. J. Fish. Manage., 3: 265-275.
- Westerberg, H., N. Sjöberg, I. Lagenfelt, K. Aarestrup and D. Righton (2014) Behaviour of stocked and naturally recruited European eels during migration. Mar. Ecol. Prog. Ser., 496: 145-157.
- Yoshikawa, M. (2013) Sex differences in growth rates of early life stage Japanese eels *Anguilla japonica* under experimental conditions. J. Fish Biol., 83: 588-597.

