



回顧台灣的鰻魚放流



劉富光

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

前言

鰻魚（日本鰻 *Anguilla japonica*）是台灣非常重要的淡水養殖魚類，養殖盛期年產值曾達 5 億 6 仟萬美元，佔當時日本市場一半以上的供應量，因而贏得「養鰻王國」之美譽。天然鰻苗主要分布在台灣、中國、日本及韓國等，早期年捕獲量約 110 噸。自 1980 年起，歐洲鰻與日本鰻資源有遞減趨勢，且產量豐歉不一。台灣每年養殖需 15—50 噸鰻苗，但天然捕獲供應量僅 5—25 噸，嚴重匱乏，致使苗價高漲，2010 年每尾高達 100 元台幣以上，間接提高養殖成本，產量因之銳減，年產值僅約 62 億台幣左右，影響產業的發展甚鉅。由於每年冬季漁民在沿岸及河口區域捕撈鰻線（鰻苗），為部分漁民的主要經濟來源，因此鰻線素有「水中黃金」之稱。

這幾年因海洋環境變遷、沿岸水域受到污染以及人為因素如：河川棲息地的破壞或濫捕等，導致鰻線資源量的不穩定，加之近年來的全球氣候變遷，使得天然鰻苗捕獲量更大量銳減，遠遠不敷養殖所需。為保障鰻魚產業的永續經營，如何增加鰻線資源實為當前首要解決的課題。鰻魚人工繁殖雖然在日本有初步成功的報導，但技術尚未完全確立，其幼魚培育期相當長，且活存率極低，仍未達商業量產階段。本所有鑑於此，乃考量鰻魚降海產卵之特性，自 1976 年起至 2010

年已陸續執行了 45 次的鰻魚放流（計約 3.8 萬公斤，10 萬尾）。此長期的放流工作對資源培育已普獲台、日養鰻業界之重視與肯定，實有助於台灣養鰻事業的穩定發展。本文乃針對過去本所放流鰻魚的方式、放流水域地點之選擇、放流數量、放流的過程與演變以及追蹤評估之檢討等作一簡要介紹，以供業界參考。

鰻苗減產之可能因素

1984 年在中國江蘇省東台市每天約可撈捕 100 多萬尾鰻苗，但至 1997 年，每天僅撈捕到 1 萬多尾。而在日本，目前的捕獲量約為 50 年前的 1/20。再看台灣，自 2005 年迄 2008 年鰻苗量逐年減少，分別捕獲 25、10、9 及 7 公噸鰻苗。由此可見，近年來天然鰻苗銳減的現象極為明顯，究其原因大致可以歸納如下：

一、天然因素

(一)聖嬰現象造成水溫異常，導致全球氣候或海洋環境變遷，使灣流偏北，致歐洲鰻苗漂移時間變長；(二)聖嬰現象改變鹽度鋒面的緯度，而影響日本鰻的產卵地點與鰻苗漂移的路徑；(三)海洋基礎生產力改變，影響鰻苗攝餌及活存率；(四)鹽度改變使北赤道洋流向南延伸，日本鰻產卵場因之偏南，造成日本沿岸鰻苗減少。

二、過漁因素

由於在海岸大量捕撈鰻線以及在河川上、中、下游捕撈 150 g 以上之鰻魚，使得洄游至海洋生殖之成鰻數量大為減少。

三、物理因素

(一)河道障礙，阻隔鰻魚降海產卵路徑；(二)水庫因洩洪前後，水面積不一，使鰻魚身陷凹坑乾枯而死。

四、化學因素

(一)人為環境污染，尤以旱季最為顯著；(二)高水溫或低氣壓時，污染物易釋出而導致水質惡化，不適鰻魚生存。

五、生物因素

(一)鰻魚如嚴重感染寄生蟲，會對洄游產卵種鰻造成威脅；(二)天然餌料減少，影響鰻魚成長。

六、棲地破壞

(一)人類經濟活動如：水庫、灌溉、開墾及山林開發等改變溪流水量，鰻魚之淺水區棲地因而減少。(二)在旱季，有些河川水量大減且會中斷而破壞棲地。

鰻魚資源復育的可行方案

一、漁法、漁獲量與漁期的設限

加速制定野生鰻線與銀鰻的捕捉量及捕捉期間，同時推動民間自主性漁獲管理組織，強化資源保育觀念並徹底執行合理設限規定。

二、產卵洄游路徑之改善

洄游路徑障礙物之清理、魚道合理之設立及污染物之防控。

三、棲地保護

加強河川整治，除污染防治外，防洪也應考量，並利用生態工法整理河川，以保護本土水生物之生存環境。

四、人工放流鰻魚－境外移植

人工放流種苗是補充資源最直接的方式，舉例而言，在歐洲自 1990 年以來每年都在內陸淡水湖泊放流數百萬幼鰻 (elvers)；在中國，近年來每年均在江河放流成鰻；在日本各地方縣市也多有放流活動。

台灣的鰻魚放流

有鑑於鰻魚放流對鰻苗天然資源的培育，具有其正面效益，本所乃自 1976 年起開始執行鰻魚的人工放流計畫：

一、第一階段 (1976—1997 年)

早期，據日本學者松井魁研究指出，日本鰻產卵場在北緯 20°至 28°以南，西側為沖繩列島；東側在小笠原群島，東經 145°附近周圍海域，顯示有日本地方性的產卵群族。每年早春至夏中約 5 個月為產卵期，可能在水深 400—500 m、水溫 16—17°C、鹽度 35‰ 之海域產卵。浮性受精卵約 10 天孵化，有晝夜垂直 (30 m 左右) 涵游習性。約 1 年左右變態為鰻線，隨海流漂游至沿岸河口而溯河成長。

但當時國內的學者、專家有鑑於在屏東高屏溪河口可以捕獲大量鰻苗，因此認為台灣西南海域在琉球一帶也應有台灣地方性的產卵族群，乃決定在該海域實施種鰻放流。據此，本所乃於 1976—1997 年間，先後於上述海域 (22°N、120°E) 進行人工放流 (表 1)。放流的鰻魚大都屬種鰻 (約 1—2 尾/kg)，

且經過激素催熟處理。放流鰻魚以剪尾鰭或微磁鐵金屬號碼標籤作標誌（圖1A、B）。

表1 1976-1997年台灣種鰻放流情形

放流次別	放流年月	放流數量		放流地點
		公斤	尾數	
1	1976.10	300	675	東經 120°24'
2	1976.11	1,208	2,718	北緯 22°36'
3	1978.10	1,548	3,484	東經 120°28' 北緯 22°15'
4	1979.12	500	1,125	同上
5	1981.02	2,000	4,500	同上
6	1982.01	300	675	同上
7	1983.11	1,000	2,290	同上
8	1986.12	1,000	2,250	同上
9	1987.12	1,200	1,440	同上
10	1988.12	1,200	2,505	同上
11	1989.12	1,200	1,474	同上
12	1990.12	2,700	1,800	東經 120°20' 北緯 22°24'
13	1991.12	1,748	2,905	同上
14	1993.03	2,250	5,800	同上
15	1994.01	1,531	1,426	同上
16	1995.02	900	1,189	同上
17	1996.01	1,028	2,505	同上
18	1997.01	1,500	4,052	同上
19	1997.12	1,508	3,237	同上

二、第二階段（1999—2003年）

1992年，日本專家 Tsukamoto 推測產卵海域在北太平洋西側「馬里亞納群島」西方之「北赤道洋流」水域，亦即接近「西馬里亞納海嶺」周圍之「海山」（14—16°N, 134—143°E）。孵化後的初期鰻苗稱為柳葉鰻（Leptocephalus）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。

據此，本所乃於1999—2002年另在前述

海域執行鰻魚放流作業（表2）。惟公海放流需耗費大量人力、物力，2003年改在高屏溪及河口沿岸海域放流。此階段放流的鰻魚體型及標識方式與第一階段大致相同。

表2 1999-2003年台灣種鰻放流情形(接續表1)

放流次別	放流年月	放流數量		放流地點
		公斤	尾數	
20	1999.01	2,000	1,700	東經 120°20' 北緯 22°24'
21	1999.05	500	475	東經 141° 北緯 14°
22	2000.01	1,500	1,732	東經 120°20' 北緯 22°24'
23	2000.06	500	920	東經 141° 北緯 14°
24	2000.12	1,500	2,340	東經 120°20' 北緯 22°24'
25	2001.06	500	866	東經 141° 北緯 14°
26	2001.12	500	720	東經 120°20' 北緯 22°24'
27	2003.09	396	663	大鵬灣北岸
28	2003.09	192	480	高屏溪上下游
29	2003.10	152	127	大鵬灣南岸

三、第三階段（2005年迄今）

日本鰻被認為是屬於降海產卵（Catadromy），1999年kawakami等認為產卵期在6—12月，秋季為高峰。Tanaka等認為鰻苗變態為鰻線約需280—310天。但2001年Tsukamoto與Arai的研究發現，在61尾採樣檢體中，日本鰻的產卵族群，可分為三個類型：（一）河水型鰻（river eel）：長期在淡水成長者（佔23%）。（二）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%）。（三）海水型鰻（sea eel）：在海水域完成整個生活史者（佔20%）。

有鑑於鰻魚產業界認為放流對鰻苗資源培育有正面意義，本所乃於2005年3月起，

多次召開鰻魚放流會議，根據上述研究發現河水及河口型鰻約佔八成以上以之論點以及與會學者、專家之意見，乃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。

由於自 2005–2010 年間，改在內陸河川放流（表 3）。因此，必需在放流前進行各河川上、中、下游水域環境與棲地生態調查，以選擇適當的放流地點。同時，為了考量幼鰻適應環境能力較成鰻強，且在適應環境後，可以在河域生長成黃鰻（Yellow eel），本階段放流鰻魚體型因之分為成鰻（1–3 尾/kg）以及幼鰻（50–80 尾/kg）二種。此外，除上述二個標識方法外，為提升追蹤評估放流效果，另增加了動物晶片及耳石螢光等二項較新的標識技術（圖 1C、D），並請台灣大學漁科所協助評估放流效益。總計自 1976 迄 2010 年，本所共執行鰻魚放流計畫 45 次，放流鰻魚總計約 3.8 萬公斤、10 萬尾。

表 3 2005-2010 年台灣鰻魚放流情形(接續表 2)

放流 次別	放 流 年 月	放流數量		放 流 地 點
		公 斤	尾 數	
30	2005.10	300	600	苗栗縣後龍溪
31	2005.10	300	600	宜蘭縣宜蘭溪
32	2005.10	435	870	屏東縣高屏溪
33	2006.07	492	987	同上
34	2006.10	300 50	600 3000*	新竹縣鳳山溪
35	2006.10	50	3000*	苗栗縣後龍溪
36	2007.08	500	1010	屏東縣高屏溪
37	2007.11	300 50	600 3000*	新竹縣頭前溪
38	2008.11	150 25	330 2000*	新竹縣鳳山溪
39	2008.11	150 25	330 2000*	苗栗縣後龍溪
40	2008.11	210 25	500 2000*	屏東縣高屏溪
41	2008.11	100 13	240 1000*	屏東縣東港溪
42	2009.11	229 677	600 4059	新竹縣鳳山溪
43	2010.12	253 85	759 6800*	新竹縣鳳山溪
44	2010.12	500 53	1500 4200*	屏東縣高屏溪
45	2010.12	749 14	2247 1096*	宜蘭縣蘭陽溪

*表示幼鰻

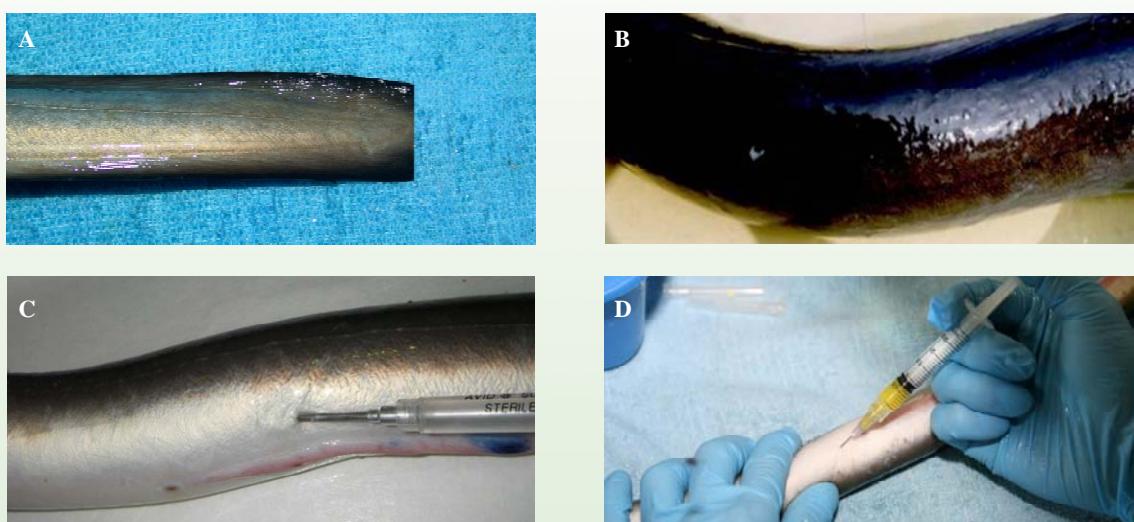


圖 1 A：剪尾鰻標識、B：微磁鐵金屬號碼標籤、C：植入動物晶片標識、D：耳石螢光標識-胸腔注射氯四環黴素

放流鰻回收情形

自2005年以來在內陸河川（主要係高屏溪、後龍溪、鳳山溪及宜蘭河）放流，由於缺少有經驗專業撈捕人員，加之，簡易的籠具常遭破壞或被偷漁獲之情事，使回收鰻魚數量偏少，嚴重影響放流效益之評估與追蹤。經探討後初步認為放流鰻回收困難之原因有：(1)放流前的運搬、標誌、測定等處理產生緊迫，故放流後易造成傷害甚至死亡；(2)剛放流時，部分鰻魚體質較弱、游動力不足致浮沉之際易被漁民、釣客捕撈煮食；(3)放流後鰻魚對新的水域環境較不適應，甚或因索餌困難而致死；(4)放流鰻魚通常會掘土鑽入或深藏於石縫中，故不易捕撈；(5)鰻魚展現高度的游動特性，大大降低捕獲率；(6)在寬廣的河域，鰻魚行動更加靈活，捕撈作業無法有效施展；(7)鰻魚屬夜行性魚類，白天潛藏不易捕撈；(8)放流數量偏低，使得回收數量更為有限；(9)回收捕撈的漁法與漁具，效益不彰，且漁具常遭破壞、失竊或漁獲被偷；(10)專業捕撈人員少且經驗與技術不足，致影響回收數量。針對上述困難的原因，宜速謀對策，以便增加回收放流鰻量，進而評估追蹤放流效益。

影響放流計畫執行成功可能因素

鰻魚人工放流計畫執行成功與否，可能與下列因素息息相關：(1)內陸河川、河口的整治與污染防治；(2)天然棲地的調查與保護；(3)漁具、漁法、漁期、漁區的規範與限制；(4)天然資源的調查與保育；(5)鰻魚生態

與成熟生理的研究；(6)洄游路徑之探究；(7)標誌技術之改進；(8)放流地點之查勘與選擇；(9)放流鰻的大小與數量；(10)放流效益之評估與追蹤。上述這些影響因素亟待研究解決，以便提升鰻魚放流效益，有效落實放流效果。

結語

根據2011年日本專家Tsukamoto等人最新的研究發現，日本鰻的產卵場推測在菲律賓東南方，西馬里亞納海嶺（West Mariana ridge）之駿河海山（Suruga seamount）之西側，約北緯14°、東經142°之海域。每年的夏季，當新月（New moon）之夜，種鰻會在水深約150—200 m處產卵，孵出的柳葉鰻幼苗首先會隨著西向的北赤道洋流，飄移至菲律賓東方海面，再伴隨向北的鄂克曼海流（Ekman transport）及中國沿岸流與黑潮洋流漂流至台灣、日本的海岸，前後約需180天。相信這項研究成果，對鰻魚人工繁殖或放流工作而言，都極具參考價值。

鰻魚人工放流計畫涉及專業技能與行政管理等層面，因此，靠水產試驗所左支右绌的技術人力單方面投入，實難以盡其功。如能結合原住民委員會、漁業署等行政機構以強化漁業管理工作，加上學校或學術單位協助放流效益之追蹤與評估，最後結合民間護漁組織的參與，以及全民對資源培育的共識，才能群策群力、相輔相成，達到資源永續的最終目標。