



# 放流鰻魚標識方法與進展

黃瀛生<sup>1</sup>、楊順德<sup>1</sup>、韓玉山<sup>2</sup>、劉富光<sup>3</sup>

<sup>1</sup>水產試驗所淡水繁養殖研究中心、<sup>2</sup>國立臺灣大學、<sup>3</sup>水產試驗所

## 前言

淡水產鰻魚 (genus *Anguilla*) 現生物種含亞種共有 19 種，分布在熱帶地區至溫帶地區，除南北美洲太平洋沿岸、南大西洋南美洲及非洲沿岸以外，東太平洋、大洋洲、印度洋、地中海、北歐及波羅的海等均有其生存的蹤跡 (Ege, 1939; Watanabe, 2003; Watanabe et al., 2009)。

鰻魚屬降海洄游型 (catadromous) 魚類，成熟的種鰻游到海洋中繁殖產卵後，其幼生經由洋流推送至沿岸、河口、河流及湖泊內生長 (Tesch, 1977, 2003)。Schmidt 在 1920 年代發現歐洲鰻 (*Anguilla anguilla*) 的天然繁殖場是位於加勒比海的馬尾藻海 (Sargasso Sea)，並且經由墨西哥灣暖流 (Gulf stream) 及北大西洋洋流 (North Atlantic Current) 將幼生推送至數千公里外的歐洲。Tsukamoto (1992) 則發現日本鰻 (*A. japonica*) 的產卵場在北太平洋馬里亞納群島附近之駿河海山，其幼生經由北赤道洋流朝西漂游，再由鄂克曼海流及黑潮往北推送至東亞各國沿岸。鰻魚幼生從出生地漂流到成長棲地的距離遙遠而耗費時日，且為適應洋流推送而演化出透明扁平形狀的柳葉期幼生 (leptocephalus) (Smith, 1989; Pfeiler, 1999; Miller and Tsukamoto, 2004)。柳葉期幼

生在接近河口時，變態為玻璃鰻 (glass eel)，然後經由淡水的吸引，往河川上溯，在河川中成長，直到成熟後再降海產卵而結束一生。

自 1980 年來，因全球氣候及海洋環境變遷，如太陽黑子活動 (Han et al., 2009)、海溫升高 (Bonhommeau et al., 2008)、聖嬰現象 (Kimura et al., 1994; Zenimoto et al., 2009)、人為因素如棲息地破壞、生存水域受污染或濫捕等諸多因素，導致鰻魚資源不斷減少，國際自然保護聯盟瀕危物種紅皮書 (IUCN Red List) 已經將歐洲鰻、美洲鰻 (*A. rostrata*) 及日本鰻列為瀕危物種 (endangered)，且將其他 12 種可作為替代食用物種的鰻魚列入近危物種 (near threatened)，如果鰻魚產出國無法提供有效管理鰻魚資源的方法及證據，將會被華盛頓公約 (CITES) 列入禁止貿易物種，對年產值約 70 億新臺幣的臺灣鰻魚產業將造成巨大影響。

鰻魚養殖需依賴天然捕獲鰻苗，目前雖可以人工繁殖鰻苗，但仍無法突破量產瓶頸，因此資源復育與維護相形重要，尤其是鰻魚人工放流在歐美國家行之有年，而放流效益評估則有賴於鰻魚標識。

## 標識鰻魚的方法

標識鰻魚可用於研究其族群動態、洄游

路徑、資源評估等，為了研究鰻魚特殊的生活史，科學家用很多方法來標識鰻魚。例如在個別魚體表或體內以標籤或晶片來加以區分、用浸泡方式在身體或耳石染色、在體表刺青染色或是剪鰭等。以下介紹各種主要的標識方式及其優缺點 (如下表)。

### 一、人工標籤

在魚體表或體內打上人造物，如塑膠標籤、鐵環、晶片等物品，作為個體辨識之用。主要應用於黃鰻 (yellow eel) 或是銀鰻 (silver eel) 等大型個體，幼生或幼鰻因體型小，無法置入人工標籤。

### 二、體表破壞

在魚體表上刺青，剪除一部分的尾鰭或胸鰭，或是利用硝酸銀溶液、液態氮在皮膚上標識，主要用在幼鰻以上個體，玻璃鰻太小而無法應用。

### 三、浸泡藥劑

將魚體浸泡於可染色的藥劑中，例如俾

斯麥棕 (bismarck brown) 或羥四環素 (oxytetracycline)，依照藥性不同，可將藥劑染於體表、肌肉或是骨骼上來作為與野生鰻的區別，但無法詳細區分至個體，此方法所有時期的鰻魚均可應用。

Fries (1965) 用 9 種不同染劑將玻璃鰻染色，並認為俾斯麥棕可以用來研究玻璃鰻的近岸洄游路線，這種染料可以讓玻璃鰻染色 6 天以上，並藉由捕撈回收來研究玻璃鰻洄游路徑。Dekker (1986) 利用羥四環素標識研究評估荷蘭多個地區的鰻線採捕量差異，發現標識 1 週後，可於耳石上留下清楚標記，並且認為此標識法可應用於大鰻身上。曾 (1984) 利用螢光染料研究新北市雙溪玻璃鰻上溯洄游動態，總重複捕獲率約為 47%，且標記並沒有造成魚體損傷。韓 (2013) 則利用無線電發報器研究宜蘭河放流鰻魚的河川洄游動態，放流後初次偵測率約為 43%，3 個月後約為 17%。鰻魚標識放流，

各種標識方法

標識類別	標識法	適用位置	適用體型	優點	缺點
人工標籤	塑膠標籤	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記、分辨個體	易脫落
人工標籤	鐵環	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記、分辨個體	易脫落
人工標籤	微電子晶片	腹腔、皮下	黃鰻、銀鰻	分辨個體、不易脫落	價格稍貴、侵入性
人工標籤	無線電發報器	腹腔	黃鰻、銀鰻	不需重複捕捉	時效短、價格貴、需開刀
人工標籤	GPS 發報器	體表	銀鰻	不需重複捕捉	時效短、價格貴、易脫落
體表破壞	剪鰭	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記	受傷感染
體表破壞	硝酸銀	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記、分辨個體	時效短、易脫落
體表破壞	刺青	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記、分辨個體	時效短、易脫落
體表破壞	液態氮	體表	黃鰻、銀鰻	外觀標記、分辨個體	時效短、易模糊
浸泡藥劑	色素染劑	體表、肌肉	各種體型	外觀標記	時效短、會褪色
浸泡藥劑	羥四環素	耳石	各種體型	大量標記	確定標記需犧牲魚隻
浸泡藥劑	茜素	耳石	各種體型	大量標記	確定標記需犧牲魚隻

需按照不同目的與體型，採用合適的標識方式，浸泡藥劑法可標識大量鰻魚，但無法分辨個體差異，而人工標籤法則需較多的人力且無法標識幼體。

## 臺灣放流鰻魚的標識方法和成效

水產試驗所基於鰻魚放流對鰻苗天然資源的培育具有正面效益，自 1976 年開始執行鰻魚的人工放流計畫，迄今已將近 40 年，此期間總共放流 12 萬餘尾，合計 4 萬 3 千多公斤的鰻魚。早期是將種鰻先催熟後直接海

放，自 2005 年起考量鰻魚習性與經費規模而改為河川放流。

在計畫執行的過程，標識方式也因放流地點及魚隻體型而有不同。早期利用塑膠標籤直接施打於背部肌肉（圖 1），也曾利用液態氮在體表做記號，目前則使用微電子晶片（圖 2、3）及脛四環素（圖 4）標識放流鰻魚，並且與臺灣大學及臺灣海洋大學合作，標識無線電發報器追蹤河川中放流鰻魚的動態，未來也預計將 GPS 發報器應用於鰻魚洄游產卵的研究。

本所在 2013 年總共放流成鰻 2,160 尾，



圖 1 塑膠標籤植入鰻魚背部肌肉



圖 2 微電子晶片外觀



圖 3 皮下植入微電子晶片後的魚體表外觀

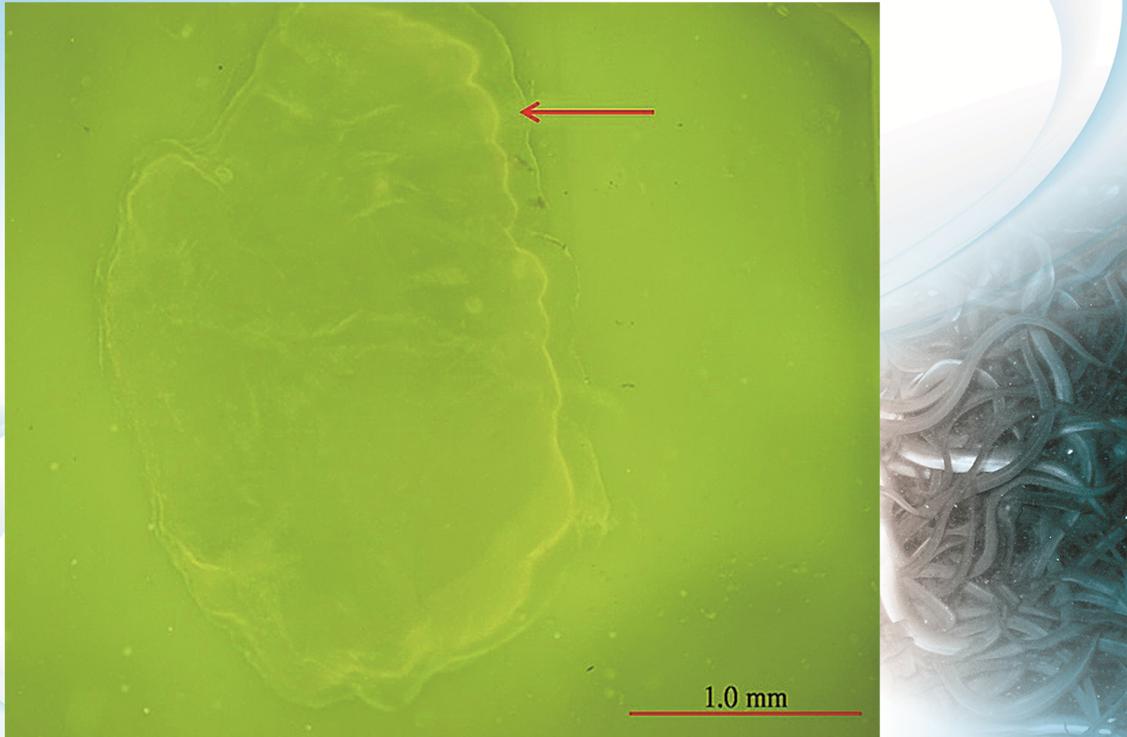


圖 4 放流於 2011 年鳳山溪的幼鰻，於 2013 年捕獲，確認耳石上有羥四環素標識 (箭頭處)

之後在放流的河川中採樣，在採集到的 339 尾鰻魚中，有 36 尾放流鰻 (雌鰻 23 尾、雄鰻 13 尾)。在宜蘭河回收到成鰻 24 尾，其中 9 尾嵌有晶片，回收率為 2.8%；頭前溪及鳳山溪回收 3 尾鰻魚，回收率為 0.36%；高屏溪回收鰻魚 9 尾，其回收率為 1.9%。臺大也在該年度放流 30 尾無線電標識種鰻，共偵測到其中的 15 尾，以 GPS 定位後描繪其路徑，顯示出其整體路徑往下游移動，與野生銀鰻陸續降海產卵之習性相符。根據韓 (2013) 的估算，鰻魚在放流後被捕抓或是自然死亡約佔 5—7 成，最後順利降海洄游可能佔 3—5 成。以一對鰻魚平均可產 100 萬顆卵，假設孵化與活存率為 0.1%，則本次放流預估可

增加 30—50 萬尾鰻苗的天然資源。

## 結語

鰻魚的生理構造與生態習性不同於其他魚類，標識鰻魚難免會有標籤遺失、魚體染病的風險、影響正常生長甚至導致死亡。事實上，標識鰻魚是個試誤實驗 (trial and error)，早期不盡理想的標識方法，已因資訊與科技的進步而有所改進。為解開鰻魚生態之謎及資源保育的目的，放流及標識是必須且應持續的手段，而標識方法的研究及改進，則有助於掌握鰻魚的生態習性及更精確的放流效益評估。