



鰻魚資源復育—人工放流鰻魚之省思



張賜玲、陳紫娛

水產試驗所生物技術組

鰻線又稱為「軟黃金」，為部分沿海居民的重要收入之一，許多家庭單靠 2—3 個月的鰻線捕撈季節，即能維持一年的生計。鰻線接近河口、岸邊之季節，漁民冒著刺骨寒風、挑燈夜戰，雖未如中國長江口千船競發、百筏爭流的境界，亦可謂盛況空前。入夜後，河口區燈火點點，海岸邊常傳來「轟隆、轟隆」之馬達聲，聲聲夾雜著漁民的希望，如今因鰻線資源逐年銳減或產量豐歉不一，而造成家庭生計的困難，進而影響漁村的經濟活動。是故，更加突顯鰻魚資源復育之重要性。

鰻魚的一生

鰻魚具有神秘的生活史，迄目前為止，人類尚未能完全明瞭。一般對鰻魚的認知為鰻線接近河口後，溯河、棲息在淡水域覓食、成長，達一定的年齡及

體型後，即下河進行降海產卵洄游、至海中生殖，繁衍下一代後，旋即死亡。但最新的研究顯示，當鰻線接近沿岸海域後，一部分溯河、棲息在淡水域，一部分則留在河口區、內灣或沿岸海域覓食、成長。因此日本學者認為對鰻苗資源量的貢獻，在高緯度地區，海棲族群比陸水棲族群重要 (Tsukamoto et al., 1998)，但較低緯度的台灣地區，海棲族群的比例較低 (Tzeng et al., 2002; Shiao et al., 2003)。

鰻魚在秋冬季節降海後，旋即消失蹤影，鮮少被捕獲，更未曾有人捕獲過生殖腺發育良好的完全成熟種鰻。雖然鰻魚進入海中、洄游至其產卵場的路線仍未明瞭，但經由發現其浮游期仔鰻之蹤跡及大小，間接推測鰻魚於夏季期間，在馬里亞納群島以西的海域產卵後，其仔魚約經半年的浮游期，在海中攝食、成長，發育至鰻線的階段，在成



長的過程，隨北赤道洋流及強勁的黑潮漂送至岸邊，再接近河口水域，溯河或在河口地區棲息、覓食、成長，如此生生不息。

鰻線減產的可能原因

自 1980 年代起，歐洲鰻之資源量即明顯的降低，日本鰻線資源量亦有遞減的趨勢，產量極不穩定，台灣每年約需 50 公噸的鰻苗，但產量僅約 10—30 噸，不足的部分必須仰賴進口。造成鰻線減產的原因，可歸因於天然或人為的因素 (Feunteun, 2000; Sugimoto et al., 2001)。

一、天然因素

聖嬰現象，水溫異常，導致全球氣候或海洋環境變遷，造成灣流 (Gulf stream currents) 偏北，導致歐洲鰻仔魚的漂送的時間增長或根本無法達到岸邊。海洋的基礎生產力改變，亦可能會影響仔鰻的覓食及活存率。海洋鹽度改變，高鹽度的北赤道洋流向南延伸，導致日本鰻產卵場偏南，而使能抵達日本沿岸的鰻線減少。因鰻魚在海洋產卵，仔鰻期生活於海洋中，故鰻苗之捕獲量會周期性的受自然氣候變化的影響。

二、人為因素

(一) 過漁現象

鰻線接近岸邊時，捕鰻線的漁民已布下天羅地網，捕抓作為養殖之用。在天然環境下成長至 150 g 以上的野生鰻魚價格即相當昂貴，體型愈大，價格愈

高，昔日溪流鰻魚數量較多時，在河川的上、中、下游，均有專業或業餘的捕鰻人員，賴捕鰻為生，尤其在河口地區，滿布的陷阱網，能逃出人類捕抓命運而到達海洋生殖的鰻魚，實已不多 (圖 1)。



圖 1 設於大鵬灣內側潮溝口的陷阱網

(二) 物理因子

河道障礙阻礙鰻魚溯河生長及降海產卵的行為。水庫中所設立的發電設施之排水道經過渦輪，亦可能會造成下河鰻魚之死亡。水庫排水時，使溪水的覆蓋面積突然增大，但停止洩洪時，覆蓋面積突然減少，使部分鰻魚，因棲息在溪流的凹坑中，在短時間內因溪水乾枯而死亡。

(三) 化學因子

鰻魚的生命周期長，脂肪含量高及棲息在水域底層的特性，較易受污染物的影響，人造污染物質之排放可能影響鰻魚的生長、生殖或生存。大鵬灣及高屏溪下游河口區的水域，在雨季期間淡水補充量大時，污染物質被沖入大海，水質狀況較為良好，旱季時，污染的狀



況即較為嚴重，在水溫及鹽度變化大或低氣壓的期間，底部的污物容易釋出至水層中，會導致短期性的水質惡化，據漁民表示，此種現象亦曾導致魚、蝦及螃蟹的死亡，而鰻魚對污染的忍受度較強，雖然污染物不至於造成鰻魚立即性的死亡，但鰻魚仍會受此污染物之影響，自隱藏處游出，因而容易被漁民捕獲，亦為鰻魚資源培育的一大問題。

(四) 生物因子

歐洲研究人員懷疑在 1983 年進口亞洲鰻魚，引進外來種的鰻魚鰓寄生蟲 (*Anguillicola crassus*)，約不到 10 年，此寄生蟲已普遍在歐洲的水域被發現，此種吸體液為食的寄生蟲，亦可能對需要進行長途洄游產卵的鰻魚造成威脅。此外，河川因污染，導致溪中鰻魚的天然餌料減少，亦會影響鰻魚的成長。

(五) 棲地破壞

水庫、灌溉、飲用水及山林開發等人类的經濟活動，均可能使溪流的水量改變，導致旱季期間，河川水量減少、枯竭或濕地面積減少，而濕地的淺水域，為最適合鰻魚居住的場所。林邊溪中、上游在旱季時水量明顯減少，部分河段水流會因乾枯而中斷 (圖 2)。在旱季期間，高屏溪雖尚不至於因溪水乾枯導致斷流，但溪水亦明顯的減少 (圖 3)。



圖 2 林邊溪上游乾涸的河床



圖 3 高屏溪中游地區在旱季水量明顯減少



自然氣候的變遷影響資源周期性變動，導致產量的不穩定。過去人類經濟活動尚未發達，在農業社會時期，鰻魚資源量從未記載有明顯減少之現象，因此，對於復育鰻魚資源之策略，僅能從改善人為所造成的干擾或破壞因子方面著手。

鰻魚資源復育的可能方法

一、漁法、漁獲量或漁期的設限

加速制定野生鰻線與銀鰻的捕抓量或捕抓期間等相關規定，以容許較多的野生鰻逃過人為的捕抓，使加入生殖群的種鰻不至於過度減少。目前礙於國人強悍的民風及保育觀念的淡薄，立法雖然容易，但執法上困難度高，此實為不容忽視的問題。建議除立法的急迫性外，漁會亦應輔導各地區捕鰻線的漁民在漁會轄下成立次級團體的『鰻線資源利用與保育協會』，協助推動鰻魚資源利用與保育的問題，如此由下而上自發性的民意或意向，方能使保育的工作產生事半功倍之效。目前民間已在實施，由地區性的廟宇所主導，在特定的水域或河口以繳費及抽籤的方式，決定鰻線的捕抓權，往後如果能再限定設置捕鰻線網具的寬度，不能超過河口的一半，容許部分鰻線逃逸，將更符合保育的觀念。

二、鰻魚洄游路線障礙物之改善

洄游路線障礙物包括物理及化學等因子，例如鰻魚溯河或降海過程中，河

道障礙物的改善、魚道的設立及流入河川的污染源之控制等。

三、棲地的保護

整治河川所費不貲，但因環保的需求，亦陸續有河川整治成功的例子，如宜蘭的冬山河。未來河川整治除防洪的目的外，亦應顧慮到本土生物賴以生存的棲地，故應以生態工法整治河川，以利本土水生生物的生存。

四、人工放流養殖鰻或野生鰻之異地移植

當資源量減少時，最直接的人為方式，就是引進種苗或魚苗，以補充資源量之不足。本所自 1976 年起至 2001 年止，在台灣的西南及東南海域，總共已實施 26 次日本鰻魚之放流，放流數量總計 54,000 尾、約 31 公噸。但因種鰻放流在外海，無法有效掌握放流鰻的行蹤，不易評估放流後的效果。2003 年改變放流的方式，在內陸水域放流未經注射激素的養殖鰻魚。在大鵬灣放流的鰻魚，絕大部分均迅速地往具有淡水源的潮溝遷移，顯示放流的養殖鰻魚無法立即適應高鹽度的海水環境，尚必須在較淡的水域覓食、成長，經銀化的生理變化後方可能加入生殖群，尤其在洄游至海洋前，尚必須能逃過漁民所設下的層層陷阱，方可能產生放流的效果。1987 年起，歐洲國家亦進行野生歐洲幼鰻的異地移植計畫，在 1990 年代每年均放流數百萬尾的幼鰻 (Eivers)，主要放流在內陸淡水湖泊。在台灣地區之溪流中下游、溪流上游的山地保護區、湖泊或水



庫及大鵬灣鹹水灣域進行鰻魚放流的可能優缺點，綜述如表 1。

鰻魚放流效果的疑問

由於人類仍未充分瞭解鰻魚生殖生理與環境的關係，放流效果確實不彰。在歐洲方面，近數十年來，雖然以異地移植的方法，放流相當多數量的野生幼鰻，但鰻線的資源量亦持續逐年遞減，故復育的方法及效果，亦常遭受質疑。質疑的重點，主要在於放流鰻對生殖群貢獻的疑問。在白令海地區 (Baltic)，

放流鰻較不易找到通往大洋的出海口 (Westin, 1990)。鰻魚的顎部如同其他洄游性魚類有磁性的細胞 (Magnetic cells)，故推測下海產卵洄游必須依賴早期溯河的記憶，如果在幼鰻的溯河階段，將之捕抓、放流至上游水域或改變至不同水系的河流或湖泊，可能導致記憶中斷，擾亂其洄游路徑，不利於將來的降海洄游 (Feunteun, 2002)。在台灣方面，溫馴的養殖鰻野放後，亦有適應自然環境之挑戰及將來能有多少比例的放流鰻能通過層層關卡而活存下來、加入生殖群的疑問。

表 1 在不同水域進行鰻魚人工放流的優缺點及可能改進的措施

放流水域類型	典型的代表地點	優點	缺點	可能改進的措施
溪流中下游	台灣三大水系，如高屏溪旗山段至河口區	1. 水域較寬，水流平緩 2. 水溫較高，適合鰻魚成長的季節較長	1. 捕鰻活動較為活躍 2. 污染物可能較多	1. 河川整治 2. 防止污染源的流入 3. 限制漁業的活動
溪流上游的山地保護區	高屏溪上游支流荖濃溪-桃園鄉等	1. 捕鰻活動較容易限制 2. 較無污染物	1. 水域較窄，水流較急 2. 水溫低，適合日本鰻成長的季節短，但較適合鱸鰻的棲息	如果鱸鰻能被解除保育動物之列，可配合原住民委員會同時推動鱸鰻及日本鰻資源的利用與保育工作。
湖泊或水庫	日月潭及曾文水庫等	1. 水域寬廣 2. 較無污染 3. 捕鰻活動較容易限制	1. 鰻魚如何通過發電設施、降海洄游的疑慮 2. 鰻魚鑽入土中的習性，可能對水庫岸邊堤岸造成影響	鰻魚在水庫中被捕抓後，再移入河川中下游或河口區
鹹水潟湖	大鵬灣	1. 昔日即有鰻魚棲息在灣域內側或附近的半鹹水及淡水域 2. 捕鰻活動較容易限制	1. 灣內廣大的鹹水域不適合鰻魚棲息 2. 淡水源入口之潮溝上游之淡水域面積不大	建議大鵬灣國家風景區管理處在第一潮溝口附近規劃適合鰻魚棲息的溼地，設立鰻魚保育專區，並可在風景區內設立鰻魚文教館，達到寓教於樂、資源保育的目標



結論與建議

鱘魚資源的復育是否能夠成功，和河川的整治、棲地保護、污染源的控制及漁獲強度有密切的關連。故鱘魚資源復育的最佳方法為整治河川、棲地保護，以及漁法、漁獲量或漁期的設限，唯上述之方法限於經費及民風，不易即時推動，實施鱘魚人工放流實為不得已的權宜措施，故在未瞭解放流鱘魚在河川的適應能力前，實不宜進行大規模的放流。

鱘魚資源的復育並非急就章的工作，宜從長計議，放流體型較大的養殖鱘魚，野放後可能較不易適應天然的環境，且所需經費較高，放流能標識的最小體型鱘魚，雖然適應天然的環境之時間可能較短，經費成本低，但加入生殖群的時間必定較長，非短時間內能展現放流的成果。歐洲國家進行歐洲鱘幼鱘放流，亦需要 10 年左右的時間才能展現放流成果，地處亞熱帶的台灣，水溫較高，鱘魚達成熟年齡，至少亦需要 5 年的時間。

考慮溪流在旱季水量可能減少或枯竭的因素，在水庫中放流幼鱘，亦可作為一新的嘗試，雨季、水庫洩洪排水時，一部分的鱘魚可能被排至下游水域。

某些山地原住民的鄉鎮，有河川守護的組織，如果當地溪流環境適合，亦可作為鱘魚放流的另類思考地點，並可結合原住民委員會的經費及原住民的人

力，協助鱘魚放流及管理，控管捕抓的體型，達到鱘魚資源利用及培育的目標，有限度的捕抓利用，亦可活絡山地部落的經濟。但低水溫期較長的山區水域，主要為鱘魚的棲息地，目前鱘魚為保育魚種，必須先經解除保育魚種之列後，方能進行較積極的保育工作。

鱘魚資源復育-人工放流鱘魚計畫的推動，有必要先調查台灣現有河川中鱘魚的資源量。此外，進行放流後繁重的評估工作，非人力已捉襟見肘的水產試驗所可獨力執行，故必須結合學校單位、原住民委員會以及民間的力量，以群體計畫、分工合作的方式來執行。

參考文獻

1. Feunteun, E. (2002) Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): an impossible bargain. Ecol. Enginn., 18: 575-591.
2. Shiao, J. C., Y. Iizuka, C. W. Chang and W. N. Tzeng (2003) Disparities in habitat use and migratory behavior between tropical eel *Anguilla marmorata* and temperate eel *A. japonica* in four Taiwanese rivers. Mar. Ecol. Prog. Ser., 261: 233-242.
3. Sugimoto, T., S. Kimura, K. Tadokoro (2001) Impact of El Nino events and climate regime shift on living resources in the western North Pacific. Prog. Oceanogr., 49: 113-127.
4. Tsukamoto, K., I. Nakai and W. V. Tesch (1998) Do all freshwater eels migrate? Nature, 396: 635-636.
5. Tzeng, W. N., J. C. Shiao and Y. Iizuka (2002) Use of otolith Sr : Ca ratios to study the riverine migratory behaviors of Japanese eel *Anguilla japonica*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 245: 213-221.
6. Westin, L. (1990) Orientation and mechanisms in migrating European silver eel (*Anguilla anguilla*): temperature and olfaction. Mar. Biol., 106: 175-179.