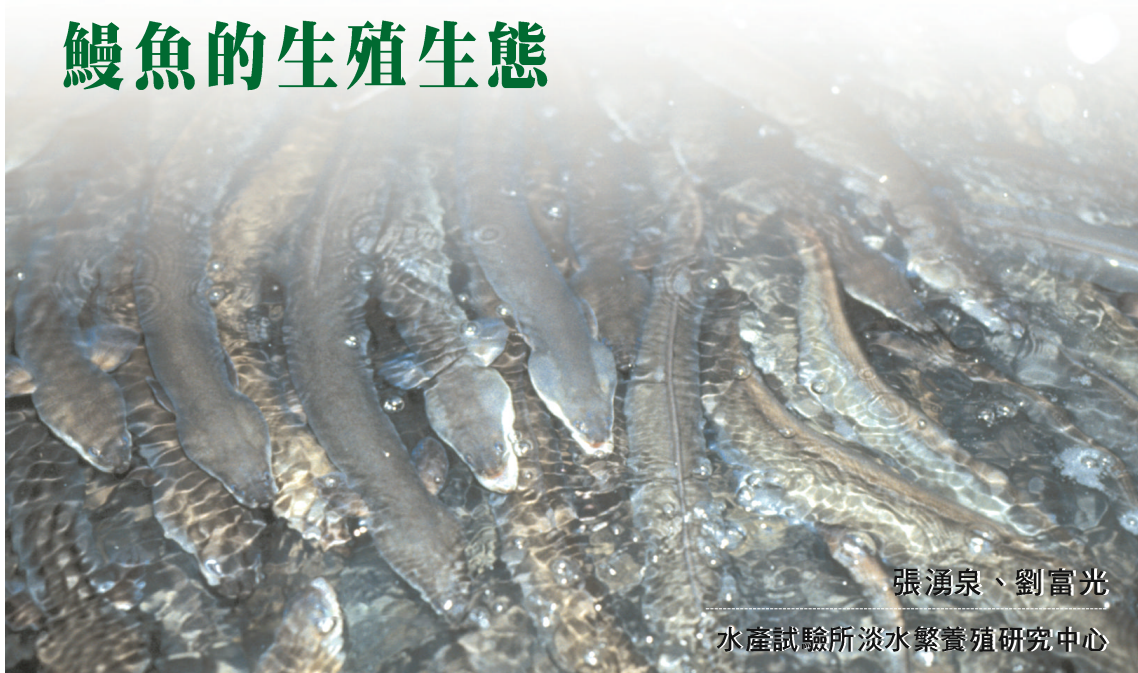




鰻魚的生殖生態



張湧泉、劉富光

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

產卵洄游習性

日本鰻 (*Anguilla japonica*) 降海進行產卵之洄游路徑尚未明瞭，但由撈獲之仔魚體型，推測其產卵海域位於北太平洋西側「馬里亞納群島」西方之「北赤道洋流」水域，亦即接近於「西馬里亞納海嶺」周圍之「海山」。柳葉鰻 (*Leptocephalus*) 被動地朝西漂游並經由「北赤道洋流」與「黑潮洋流」分布至東亞之淡水棲息處所；不過在所推測之產卵地點附近，尚未採集或觀察到接近成熟之成鰻或卵粒，而且所採集到之柳葉鰻數量有限 (Ishikawa et al., 2001)。

1995年，本所水試一號試驗船於前述產卵海域附近採集到3尾柳葉鰻，推

測其日齡分別為46、50及51天，依此推算日本鰻係在夏季產卵 (Liao, et al., 1996)，Kawakami et al. (1999) 推測日本鰻之產卵期為6—12月，秋季是產卵高峰。而由人工催熟試驗的結果，顯示雌鰻卵巢之成熟度是以冬季為最佳。

Cheng and Tzeng (1996) 採集在台灣、中國大陸、日本與韓國等6處河口棲息之240尾日本鰻鰻線 (Elver)，分析其耳石之日周輪 (Daily growth increment) 後，推測仔鰻從柳葉鰻變態成玻璃鰻 (Glass eel) 之日齡約為孵化後第158天，抵達河口時之日齡，約為孵化後第191天，Otake et al. (1994) 推測日本鰻仔鰻從柳葉鰻變態成玻璃鰻時之日齡約為孵化後第80—110天。另外，曾



(2002) 分析剛抵達河口之美洲鰻 (*Anguilla rostrata*) 與歐洲鰻 (*Anguilla anguilla*) 鰻線，推測其從柳葉鰻變態成玻璃鰻之日齡，分別約為200天與350天。

日本鰻及歐洲鰻一向被認為是屬於降海產卵 (Catadromy) 之淡水魚類，即：種鰻在深海產卵，孵出仔鰻隨著洋流漂游至河口，漂游期間先成長為柳葉鰻，然後依序成長、變態為玻璃鰻及鰻線，接著溯河，陸續成長為黃鰻 (Yellow eel) 及銀鰻 (Silver eel) 後，再降海洄游至深海產卵。不過，Tsukamoto and Izumi (1998) 分析採自海洋之49尾日本鰻與歐洲鰻耳石之鋇/鈣比值 (Sr/Ca)，判定其中30尾鰻魚不曾生活在淡水中，此點顯示降海產卵洄游習性並非專一性 (Obligate)，而是選擇性 (Facultative)，而且30尾中有19尾是正在成熟之銀鰻，似乎顯示從淡水棲息地洄游至海洋與產卵場之鰻魚補充量 (Recruitment) 相當少，另外，11尾黃鰻均是完全在海洋生活且採樣自北海之鰻魚80%以上是黃鰻，此點顯示補充量主要是以海洋為生活史之鰻魚。

Tzeng et al. (2000) 分析瑞典波羅的海沿岸歐洲鰻 (18尾黃鰻、10尾銀鰻) 耳石之鋇/鈣比值，指出也許有些歐洲鰻是在海水及半淡鹹水間完成整個生活史，成長期並不需要洄游至淡水域，其稱之為半降海產卵 (Semi-catadromous) 洄游。Tsukamoto and Takaomi (2001) 指出

自日本河川、河口、港口、沿岸及外海等所採集到且可判定的61尾日本鰻之黃鰻及銀鰻中，只有14尾 (23%) 是曾經長期在淡水成長之「河川鰻」，其他則主要是棲息於河口或來往於淡水與海水間之「河口鰻」(35尾；57%) 及在海水完成整個生活史之「海水鰻」(12尾；20%)。其中「河口鰻」又可以粗略地分成：(1)先洄游至淡水後，又回到海水之次級洄游者 (Secondary migrants)；(2)來回於淡水、河口及海水間之短期逗留者 (Transients)；(3)於河口棲息之河口棲息者 (Estuarine residents)。

族群遺傳

Sang et al. (1994) 將31尾採樣自台灣、日本與中國大陸之日本鰻鰻線進行粒線體DNA分析，結果認為其可能源自單一族群。Tseng et al. (2001) 以微衛星DNA分析68尾採集自淡水、枋寮、中國大陸汕頭及鴨綠江河口之日本鰻鰻線，發現鴨綠江河口與枋寮之鰻線遺傳距離最大，而淡水與枋寮之鰻線則最小，顯示不同地理族群間有輕微之遺傳差異性 (Genetic differentiation) 存在，似乎導因於非隨機交配。

Wirth and Bernatchez (2001) 以微衛星DNA分析611尾分布於歐洲與非洲沿岸河川之歐洲鰻 (玻璃鰻或成鰻)，發現棲息地距離越大則遺傳差異性就越高，從而推測不同地區之歐洲鰻，並不進行族



群間之隨機交配 (Panmixia)，而是洄游自同一地區之族群才會彼此交配、繁殖，原因可能是各族群抵達產卵場之時間不一樣。另一方面，Wirth and Bernatchez (2003) 以微衛星DNA分析402尾分布於美國8條不同河川，涵蓋3000 km距離之美洲鰻 (黃鰻或玻璃鰻)，結果卻顯示美洲鰻是隨機交配之物種，惟並未推論原因。

由上述研究報告可知，淡水鰻之族群遺傳機制，目前尚未定論。

人工繁殖

日本鰻之種苗生產研究源自於1960年代，1973年日本北海道大學以人工授精方式孵出仔鰻後，各研究機構一直無法育成柳葉鰻，遑論變態為鰻線。

Tanaka et al. (2001) 之報告顯示，孵化後第7天全長6.9 mm之仔鰻，體高開

始逐漸地增加，往柳葉鰻體型之方向成長，孵化後第100天全長已達23.7 mm；於1999年，部份仔鰻之日齡超過250天，全長可達30 mm左右，不過尚未變態成鰻線 (<http://www.nria.affrc.go.jp>)；將飼育方法與飼料改良後，於2002年發現從孵化後第230－260天起，全長達50－60 mm之柳葉鰻隨時會開始進行變態，約20天內成為鰻線後，經過30天左右恢復攝餌行為，目前，有些稚鰻之全長已超過30 cm (<http://www.nria.affrc.go.jp>) & 田中(2003))。

日本鰻在台灣是重要之經濟性養殖魚類，多年來也有本所、學術研究單位及民間繁殖業者等嘗試人工繁殖，如今有些人已能誘導種鰻自行產卵，孵出數以萬計之魚苗 (日本方面係採用人工授精，孵化之魚苗數量少)，不過魚苗至今尚未能突破柳葉鰻階段，亟待加強其營養需求之研究。