

水產試驗所日本鰻人工繁殖現況與遭遇問題

陳冠如¹、蕭玉晨¹、葉怡均¹、楊順德¹、劉富光²

¹水產試驗所淡水繁養殖研究中心、²水產試驗所

前言

鰻魚為重要經濟養殖魚種，在業界與政府的共同努力下，曾經創造年產值百億元之佳績。養殖所需鰻苗多賴天然捕獲，然由於鰻苗資源的缺乏，影響鰻魚產業的發展。若能建立鰻魚人工繁殖技術，穩定供應鰻苗，將有助於維持相關產業的永續發展。鰻魚人工繁殖的重要研究歷程摘要敘述如表所示，最早可溯自 1936 年的法國學者 Boucher 對歐洲鰻的催熟研究。時至今日，養殖鰻魚仍需藉由多次外源性激素注射才能促其性腺發育成熟；而近年來日本方面雖已能成功育成鰻苗，並完成日本鰻的完全養殖，但目前仍無法達到商業性之生產。

本所淡水繁養殖研究中心（以下簡稱本中心）人工催熟日本鰻，雄鰻可成熟產精，雌鰻則陸續發育至可誘導產卵階段，經注射 17 α , 20 β -Dihydroxy-4-pregnen-3-one (DHP)，可誘導成熟雌鰻在產卵水槽中自然產卵孵化出鰻苗，但鰻苗僅能短暫活存。在此天然種苗資源日漸匱乏之際，產業界更深切的冀望鰻魚人工繁殖能早日成功，以紓解種苗來源不足之問題，進而復育日本鰻的天然資源。本文彙整目前本中心鰻魚人工繁殖研究現況及待突破之瓶頸，希望能提供予有志於從事鰻魚人工繁殖研究者參考。

鰻魚人工繁殖之歷程

年代	研究者	主 要 內 容
1936	Boucher	歐洲鰻催熟研究
1960	Hibiya	日本鰻催熟研究
1964	Fontaine	歐洲鰻催熟，順利產卵
1968	郭河	日本鰻催熟研究
1974	Yamamoto	日本鰻受精卵
1976	Yamamoto	日本鰻 14 天前期柳葉鰻(preleptocephalus)
1979	郭河	日本鰻受精卵孵化
1993	余廷基	日本鰻 25 天前期柳葉鰻
1993	陳惠彬	日本鰻 22 天前期柳葉鰻
2001	Tanaka	日本鰻 250 天柳葉鰻(leptocephalus)
2003	Tanaka	育成日本鰻鰻苗
2010	Masuda	日本鰻完全養殖

人工繁殖

一、種鰻培育與催熟環境

(一) 種鰻性別判斷

有關鰻魚的性別，目前無法準確由外觀判別，但是仍可以依據以下幾點來做大概的分辨：(1)胸鰭的形狀：較圓短者為雌鰻（圖 1 上），尖長者則以雄鰻（圖 1 下）的可能性較高；(2)由肥滿程度判別：越肥短者，雌魚

的可能性越高；細長者則雄魚的比例較大；
(3)體型大小：體重超過 600 g 以上者，雌魚的可能性較高（雄魚體重鮮少大於 600 g）。解剖後可以目測觀察，雌鰻卵巢為連續的褶狀（圖 2）；雄鰻精巢為小葉狀（圖 3）。



圖 1 鰻魚胸鰭外觀



圖 2 卵巢為褶狀



圖 3 精巢為小葉狀

(二) 種鰻培育環境

在淡水或海水的環境皆可進行種鰻的培育，但在不同鹽度水體中進行種鰻的培育試驗結果，似以有鹽度水體中培育的種鰻生殖腺發育較佳；另外經整年度的採樣調查，發現在低水溫時期，種鰻生殖腺之發育較佳。

二、種鰻的催熟

硬骨魚類的生殖內分泌調控與一般脊椎動物相似，主要是由下視丘-腦下垂體-生殖腺所組成的神經內分泌軸線所控制，下視丘分泌促性腺激素釋放素 (GnRH) 影響腦下垂體促性腺激素 (GtH) 的分泌，性腺激素則影響生殖腺包括性類固醇激素的分泌、生殖腺的發育及配子生成。一般硬骨魚類在其繁殖季節，生殖腺可以自然發育成熟，但鰻魚在人工養殖情況下，其促性腺激素的合成及釋放皆不足以讓生殖腺發育成熟，必須經過長期給予外源性促性腺激素，才可誘導雌、雄種鰻的生殖腺發育成熟。

(一) 目前本中心採用的方式

1. 埋植、包埋

將促性腺激素等製成錠粒或管劑，注射或包埋於背部肌肉或腹腔。

2. 注射

使用魚類（鮭魚、鯉魚、塘虱魚）腦下垂體、促性腺激素等單獨或混合調製成注射劑，採背部肌肉或腹腔注射（圖 4）。目前發現以促性腺激素混合鮭魚腦下垂體研磨液對促進種鰻性腺發育的效果較好。

(二) 種鰻催熟環境

種鰻可在淡水或海水環境培育，但種鰻的人工催熟，涉及到後來種鰻生殖腺的發育，特別是在雌鰻卵發育成熟的最後過程必



圖 4 激素腹腔注射

須經過卵粒吸水 (hydration) 以產生浮性卵，所以催熟過程，養殖池水鹽度需維持在 32–35 psu；另外催熟注射過程水溫過高 (25°C 以上) 常會引發注射部位發炎、紅腫、潰爛，所以人工繁殖操作時，水溫維持在 22°C 較為適合；另外人工催熟環境光照度維持在低照度或長暗，亦有助於鰻魚的催熟效果。

(三) 催熟期程

目前鰻魚必須經過長期注射外源性促性腺激素，才可誘導生殖腺發育成熟。一般雄鰻約經 4–8 針次，雌鰻約經 10–20 針次催熟後陸續發育成熟，且以低水溫期 (12–4 月) 所需之催熟期程較短。

(四) 催熟流程

鰻魚人工催熟流程大致參酌 Ohta (1996) 之方式 (圖 5)，為因應試驗的需要而做部分微調。

三、鰻魚生殖腺發育程度判定

目前以鰻魚外觀體色 (圖 6) 及體重變化 (圖 7) 作為生殖腺發育程度的判斷。

四、成熟種鰻誘導產卵

(一) 誘導產卵時機判定

為避免抽卵傷害雌鰻，目前仍以鰻魚體增重 (BWI) 為主要判別 (圖 8) 方式再佐以抽卵 (圖 9) 及卵粒染色 (圖 10)，另外觀察生殖孔的擴張程度 (圖 11) 作為最後成熟時機的判定。

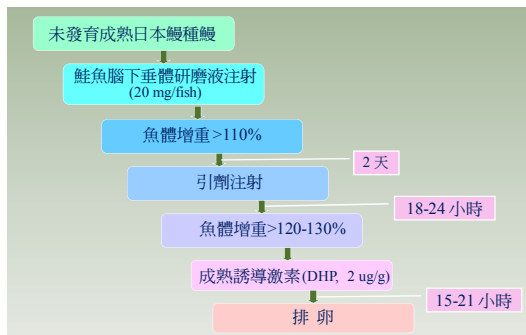


圖 5 Ohta (1996) 等對日本鰻人工繁殖的催熟流程

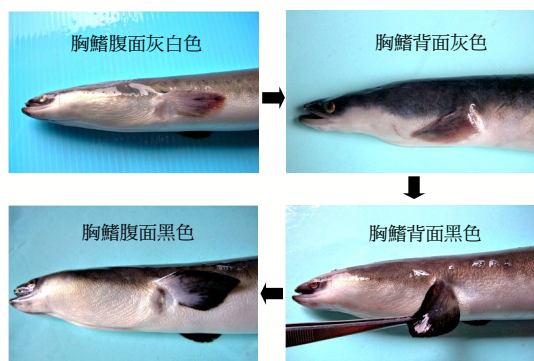


圖 6 雌雄種鰻在注射 2 針次後，胸鰭顏色變為黑色 (80% 以上)

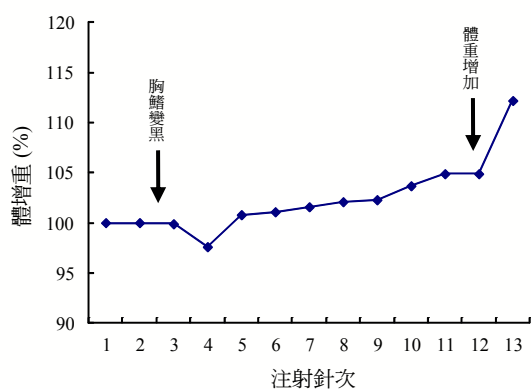


圖 7 雌鰻人工催熟過程體重變化

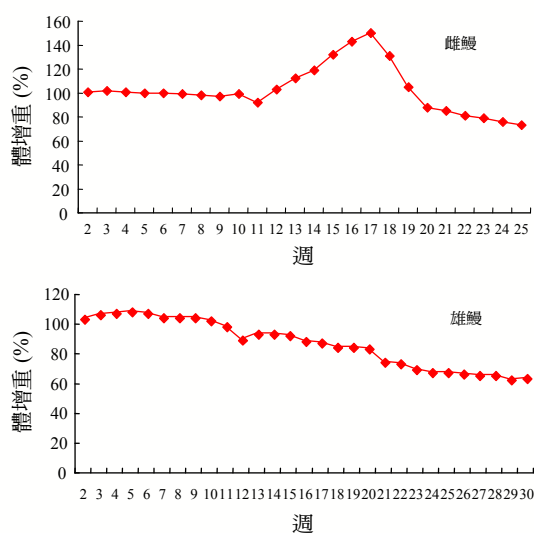


圖 8 催熟時種鰻體重的變化

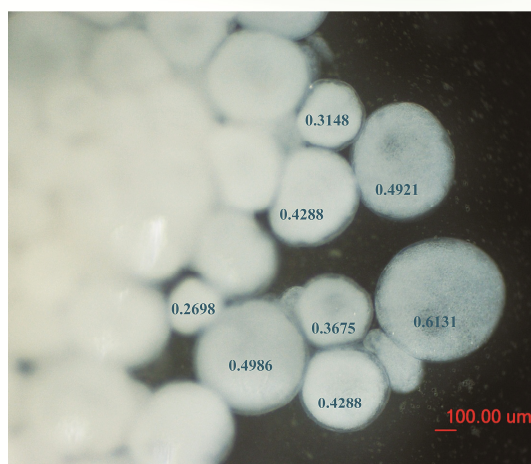


圖 9 抽卵量測卵徑

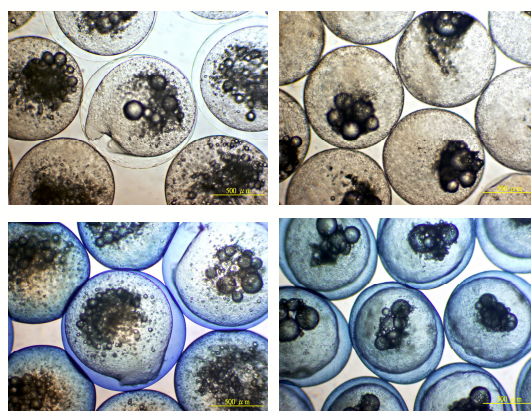


圖 10 卵粒染色

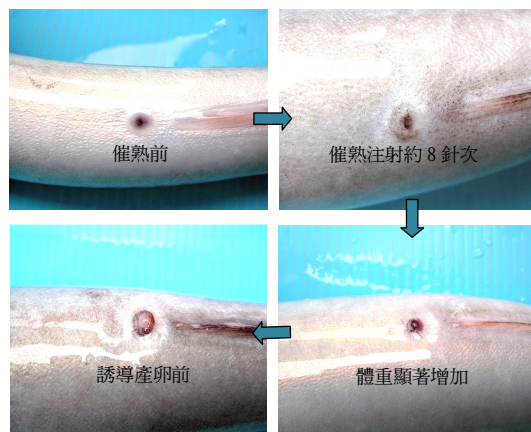


圖 11 生殖孔的擴張

(二) 誘導產卵

成熟雌鰻以 DHP (2–4 mg/kg) 注射誘導產卵；成熟雄鰻同樣注射 DHP，但劑量減半。注射後將雌雄種鰻放置於產卵槽中，約經 16–18 小時後，若為自然產卵則撈取受精卵置於孵化槽中，若未能自行產卵，則以人工採卵、授精 (圖 12)。



圖 12 種鰻人工採卵、授精

(三) 卵質的判定

以卵透明度 (透明者佳，圖 13)、卵徑大小 (1.1 mm 以上佳)、油球分布情況及比重 (在全海水上浮者佳，圖 14) 為判斷依據。

(四) 鰻苗培育

孵化之鰻苗 (圖 15) 以液狀餌料及微粒與泥狀飼料嘗試餵食，目前最長活存 25 天。

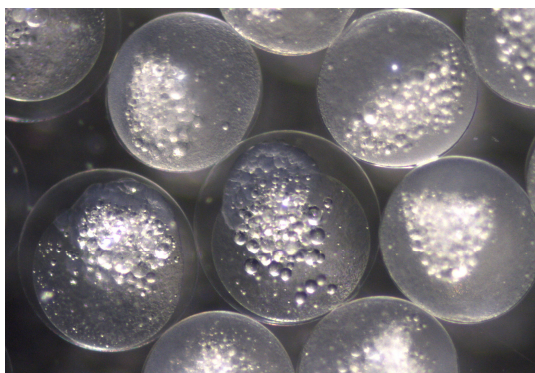


圖 13 卵透明者佳



圖 14 量測卵的比重



圖 15 剛孵化之鰻苗

待突破之瓶頸

種鰻經過長期多次的激素注射，生殖腺發育成熟後，誘導產卵時機的判斷主要依據體增重及抽卵檢查，但在種魚體增重明顯到真正卵發育成熟，可能因生理狀況及環境等因素，不同種魚間則有很大的差異，在卵未成熟 (immature) 或過熟 (overripe) 施用 DHP，皆可能影響誘導產卵效果。另外催熟後，雌鰻卵粒發育常不同步，卵徑大小不均，也可能影響整個生殖內分泌系統的調控，導致誘導產卵失敗。至於鰻苗飼養的環境與餌料，則是在可以計畫性生產鰻魚受精卵後的重要課題。