

種魚的成熟機制—天然成熟種魚和人工催熟種魚之間的差異

林天生 摘譯

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

一般魚類的成熟機制

作為養殖用魚類，其種苗的生產，首先需要優質，能產生可受精的配子（卵和精子）之成熟種魚，日本鰻也不能例外。因此，實務上瞭解魚類以什麼機制達到成熟，是種苗生產非常重要的關鍵。魚類的成熟通常是受到日照時間和水溫等環境變化的刺激，在腦下垂體產生、分泌促性腺激素（gonadotropin hormone, GTH）來控制。GTH 已知有濾泡刺激素（follicle stimulating hormone, FSH）和促黃體生成素（luteotropic hormone, LH）兩種，分別完成配子成長及成熟的重要任務。

促性腺激素不能單獨對配子直接產生作用，生殖腺會產生 3 種性類脂醇荷爾蒙（steroid hormone），包括雌性素（ 17β -estradiol, E2）、11-睪固酮（11-keto testosterone）、排卵素（ $17\alpha, 20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one, DHP）。雌性素與 11-睪固酮促進卵和精子的形成；排卵素則是誘導配子最後成熟的因子（圖 1）。因此調查這 5 種荷爾蒙的作用和動態，為正確掌握魚類成熟狀態不可或缺的工作。

在飼育環境下性腺停止發育和人工催熟的必要性

腦下垂體

促性腺激素(GTH)

- 濾泡刺激素(FSH)→主要是促進配子的成長
- 促黃體生成素(LH)→主要是誘導配子的成熟

生殖腺

性類脂醇荷爾蒙

- 雌性素(17β -estradiol, E2)→促進卵形成
- 11-睪固酮(11-keto testosterone)→促進精子形成
- 排卵素($17\alpha, 20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one, -3-DHP)→主要是誘導配子的成熟

圖 1 參與魚類配子形成的主要荷爾蒙及其作用

假如控制性腺成熟的重要荷爾蒙，在必要時能適量在身體內產生、分泌，即使在人工飼育環境下，魚類也能正常的成熟。但很多養殖魚種在飼育環境中無法正常成熟，即使經過飼養，成熟度仍停留在特定階段，即所謂「成熟停止」現象。在此情況下，或許可將對象魚種飼養於類似天然環境來促進成熟，解決在飼育環境出現的成熟停止現象。但是，飼育過程很容易對魚引起過度緊迫，只靠環境操作，想要穩定獲得能受精的卵和

知識樹窗

精子，目前仍相當困難。鰻魚的性腺停止發育時，雌雄的生殖腺發育都只達最初期的階段（圖 2、3），可說是很難進行種苗生產的魚種。另外，由於其產卵生態仍是謎，也無法嘗試利用環境操作來促進成熟。因此，為了鰻魚的種苗生產，需利用注射外因性荷爾蒙，以人工催熟方式促使其成熟。雌鰻是以促性腺激素，特別是含大量黃體生成素的鮭魚腦下垂體萃取液；雄鰻使用從人類胎盤萃取的促性腺激素（人類絨毛膜促性腺激素）來注射，已能促進成熟，並獲得能受精的配子。

人工催熟和天然成熟在生理學上的不同點

利用人工催熟來從事鰻魚的種苗生產，某些程度已能達成。但是由於卵質不穩定等因素，造成目前經常無法獲得優質的配子。調查鰻魚在人工催熟後的成熟過程，確認其有些表現和其他魚種不一樣，尤其是雌鰻。例如，在其他魚種，卵母細胞蓄積卵黃的期間（卵黃形成期），腦下垂體會分泌濾泡刺激激素，而卵巢有雌性素大量產生，但是在雌鰻，這些荷爾蒙分泌量變化非常少。

另一方面，黃體生成素一般在最終成熟期能大量檢出，排卵、產卵後迅速的減少。鰻魚進行人工催熟後，其黃體素會開始大幅增加且始終維持很高的量，即使排卵後也未減少，其他魚種則無此現象。另外，人工催熟後，雖可誘導卵的成長，但無法啟動誘導最後成熟、排卵時關鍵機制的排卵素分泌。因此，卵巢已充分發育的雌魚，會利用注射

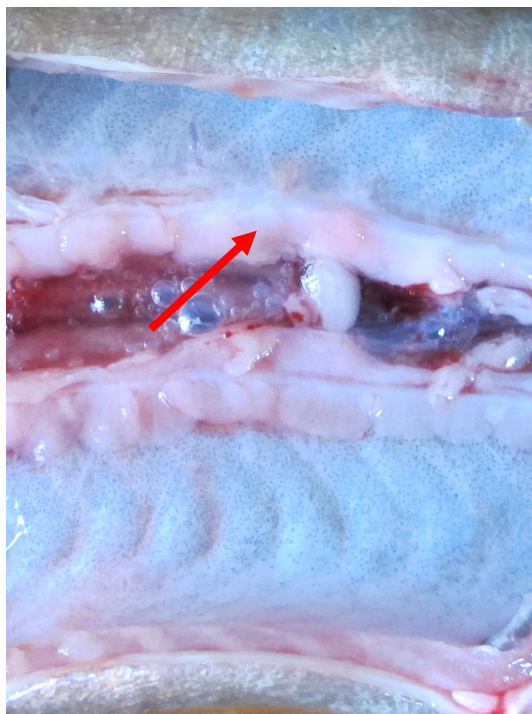


圖 2 鰻魚的性腺停止發育時，只達最初期階段的雄鰻精巢



圖 3 鰻魚的性腺停止發育時，只達最初期階段的雌鰻卵巢

外因性排卵素來採卵。這些在其他魚種未發生的生理狀態，是鰻魚特有的人工催熟的起因，以往由於沒有在自然界捕獲成熟的鰻魚，長年來無法瞭解其原因。

但是，依據 2008—2009 年，日本水產廳及水產綜合研中心所執行的鰻魚產卵生態調查，確立西馬里亞納海山南部海域為鰻魚產卵區，並捕獲生殖腺已充分發育的雌、雄鰻魚。初次能根據這些，進行人工催熟鰻魚與天然成熟鰻魚的成熟情形比較。天然成熟的鰻魚，全部是在月初的數日間被捕獲，雌鰻中有一尾腹內還殘留有過熟的卵。其他的個體存在所謂排卵後的濾胞構造，意味著已經產卵完畢，未捕獲正值產卵期間的個體。

根據這些，推測鰻魚應侷限於月初的數日間產卵。另外更有趣的是，檢查產卵後的卵巢，發現存在有很多成長中的卵母細胞，而行多次產卵的魚種也被認為有同樣的情形，鰻魚有可能在月初的時候完成多次產卵。事實上，在養殖研究所之人工操作下，已確認能由同一個體獲得多次採卵。

另外荷爾蒙分泌量的調查，已瞭解天然成熟和人工催熟鰻魚有很大的差異。人工達到成熟的鰻魚，幾乎沒有發現濾泡刺激素，而天然產卵的鰻魚則含量較高。這顯示可能已儲備朝下次產卵時必備的濾泡刺激素，也證明鰻魚是行「多次產卵」。另外人工催熟的鰻魚完全沒發現有誘導成熟的荷爾蒙(排卵素)，天然成熟的鰻魚則可被充分檢出。

對天然成熟的雄鰻也進行同樣的分析，但和人工催熟間並沒有特別的差異。從這些分析得知，利用人工催熟，誘導達成熟狀態和天然成熟者間有很大差異，特別是雌鰻，

這也是無法穩定獲得優質卵的重要原因之一。

人工催熟的未來

現在所應用的雌鰻人工催熟方法到底有什麼問題？有各種的可能性被考慮，例如香川浩彥 (2006) 指出，水溫和日照時間對魚類成熟過程中擔負很重要的任務，日本鰻在 15、20、25 及 30℃ 水溫中培育時，發現 15℃ 中只有少數受到誘發，而 30℃ 雖然無法誘導卵成熟，但經 20、25℃ 培育成熟的種鰻，移入 30℃ 水溫中蓄養時卻可誘導排卵。而作為成熟誘導的鮭魚腦下垂體應不是問題，因為鮭魚腦下垂體確實含有大量的促性腺激素，可生成促使卵最後成熟的促黃體生成素。由於該階段，鰻魚本身卻未分泌荷爾蒙，因而為了促進鰻魚卵的成長，採用原本用於促進他種魚卵成熟的荷爾蒙進行人工催熟。

因而目前正積極進行促使鰻魚自身大量合成濾泡刺激素和促黃體生成素方法的開發，期待不久之後即能建立用鰻魚自身合成荷爾蒙進行人工催熟的技術。另，根據鰻魚產卵生態調查，在何種環境能引起鰻魚成熟的資訊，也一點一點逐步確立。以這些資訊為基礎，不要依賴荷爾蒙，可在設定的飼育環境下，嘗試對鰻魚成熟進行一定程度的誘導。

本文摘譯自：

風藤行紀 (2010) 親魚の成熟メカニズムは?~天然成熟親魚と人為催熟親魚との違い~。養殖，47(12): 26-27。