

回顧臭都魚、黃錫鯛、白魚、及烏魚的 卵發育過程以探討正蜥魚卵的發育情形

傅朝麟・李英周

國立台灣大學漁業科學研究所

摘 要

魚類卵細胞的發育乃一連續性的過程，但可依其不同的特徵將之分成數個時期。本篇報告回顧臭都魚(Rabbitfish, *Siganus canaliculatus*)、黃錫鯛(*Sparus sarba*)、白魚(Whitefish, *Caulolatilus princeps*)、及烏魚(Grey mullet, *Mugil cephalus*)四篇文獻中卵細胞發育的情形並比較之，目的在找出能適用於各種硬骨魚類卵細胞發育過程之分期方式。進而應用於正蜥魚(Lizardfish, *Saurida undosquamis*)的卵細胞發育研究，以作出針對正蜥魚卵發育時期的適當分期。結果如下：

(1)染色質核仁期(Chromatin nucleolus stage):細胞質呈強烈嗜鹼性，核質比大，核仁散布於細胞核中。(2)周邊核仁期(Perinucleolus stage):卵細胞仍呈嗜鹼性，核質比減小，核仁移向細胞核邊緣排列。(3)表層泡期(Cortical alveolus stage):細胞質呈弱嗜鹼性之淡藍色，且出現許多表層泡。(4)卵黃第一期(Primary yolk stage):細胞質開始有被染成紅色的卵黃球出現，且在數量及大小慢慢增加，並往核心方向移動。(5)卵黃第二期(Secondary yolk stage):細胞質中卵黃球的大小及數量明顯增加，細胞核周圍已被許多較小的卵黃球包圍。(6)卵黃第三期(Tertiary yolk stage):細胞質呈強嗜伊紅酸性，整個細胞質幾乎都被卵黃球佔滿。(7)卵核移動期(germinal vesicle migration stage):細胞核由中央位置向動物極方向移動，卵黃球間漸漸癒合成數塊卵黃塊。(8)排卵前期(Preovulation stage):細胞核消失，油滴聚集在細胞質周圍，整顆卵細胞呈半透明狀態，但因經多次脫水處理，已萎縮不呈圓形，同時卵細胞吸水脹大，準備排卵。

前 言

在作魚類生殖週期的研究時，對於魚類卵細胞成熟度的分期是一個很重要的關

鍵：魚類組織圖說(日比谷, 1982)將魚類卵細胞發育分為六期, 各期特徵分別是(1)周邊核仁期:核質比大, 核仁排列在細胞核內緣。(2)卵黃泡期:細胞質內出現囊泡狀的卵黃泡。(3)卵黃球前期:卵黃球開始在細胞質出現。(4)卵黃球後期:卵黃球數量增多, 佔據整個細胞。(5)卵核移動期:細胞核往動物極方向移動, 卵黃球互相融合成卵黃塊。(6)成熟期:細胞核消失, 整顆卵呈透明狀態。但是目前對於魚類卵細胞成熟度的分期方式並不統一, 所以本研究首先回顧四篇不同魚種卵細胞分期的報告, 並比較之, 目的在找出能適用於硬骨魚類卵細胞發育過程之分期方式與通則, 此分期通則將應用於正鰻魚卵的研究上。所回顧的四篇報告的對象魚種分別是臭都魚(Rabbitfish, *Siganus canaliculatus*)、黃錫鯛(*Sparus sarba*)、白魚(Whitefish, *Caulolatilus princeps*)、及烏魚(Grey mullet, *Mugil cephalus*) , 如表一。

臭都魚屬臭都魚科(Siganidae), 臭都魚屬(*Siganus*)。體背部為銀灰色, 往腹部漸為銀白色, 體側具許多小淡藍點, 腹部成為白點, 鰭條有毒腺, 雄魚較雌魚較早達到性成熟。其分布區域從印度到波里尼西亞, 和從日本的南部一直到澳洲的北部, 以及地中海西部都有分布。棲息於岩礁或珊瑚礁區, 屬底棲性魚類, 以藻類為食, 成熟後的雌魚較成熟後的雄魚大些, 有群聚性(Thresher, 1984)。臭都魚科的魚類其產卵盛期為春季及夏初(Lam, 1974 ; Johannes, 1978)。於晚間或凌晨的退潮時刻產卵, 產卵時會將原本群體打散成數個小群體或雌雄配對, 產出的卵呈圓形透明、具黏著性, 卵徑大小約 0.42-0.66mm, 並沉降於海底(Thresher, 1984), 但亦有報告指出臭都魚產出的卵可能為漂浮性(Hasse, et al., 1977)。魚卵孵化時間為 25-32 個小時, 孵化後的幼魚體長為 0.76-2.60mm, 並有卵黃囊, 卵黃囊中含有油滴。產卵後, 大部份的親魚就會死亡(Lam, 1974), 產卵方式屬於分批同步型(Monzurul, et al., 1998)。黃錫鯛屬鯛科(Sparidae), 鯛屬(*Sparus*), 俗稱枋頭, 魚體扁平呈橢圓形, 體表呈銀白色, 每鱗各具一褐色小點。分布區域由日本本州南部至韓國、南中國海, 本省則分布於北部及東北部, 黃錫鯛為溫帶或熱帶沿岸肉食性魚類, 有性轉變現象, 於六個月至一歲時, 即開始性轉變, 卵巢中卵的大小組成非同步型(asynchronous), 產卵方式為多次產卵型(陳, 1990)。白魚屬軟棘魚科(Malacanthidae)。分布區域從美國西部沿岸的溫哥華島一直到墨西哥的 Baja California(包括 California 灣), 全身白色, 底棲性, 生活在海深 10-150 公尺處。產卵季節從晚秋到早春(11 月到 3 月), 產卵方式為多次產卵型(Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994)。烏魚屬鰻科(Mugilidae), 鰻屬(*Mugil*) , 橄欖綠背部、白色腹部, 屬河口依賴型海洋魚類(estuarine-dependent marine fish)。成魚在外海產卵, 仔魚於河口成長(張, 1997)。烏魚卵巢內卵的大小組成方式為同步型, 在產卵期產卵一次(陳, 1990)。

而正鰻魚(*Saurida undosquamis*) , 屬狗母魚科(synodontidae), 蛇鰻屬(*Saurida*) ,

俗稱狗母魚。尾鰭上葉第一主鰭條有明顯之褐色間斑。台灣附近海域均有分布，台灣海峽南部則以 117°E-119°30'E 及 22°30'-23°N 的台灣淺灘海域分布較多(李, 1995)。狗母魚棲息於岩礁底層或珊瑚礁的沙泥底層，以腹鰭將身體支持起來，若獵物從旁游過，則迅速將獵物吞入，其頷牙向內倒鉤，舌頭表面也有倒刺，可防止被捕食對象的逃脫(Wilson, 1991)，且是同種殘食的肉食性魚類(張等, 1986)。體圓瘦長、口裂大，成熟的雌魚較成熟的雄魚來地大(Thresher, 1984)。Delsman(1938)認為狗母魚科的魚類乃於夜晚產卵，產出的卵集成索狀，並漂浮在水中。狗母魚科的魚類所排出的卵呈球型透明，並缺少油滴，只有少部份種類有些許油滴，直徑在 1.1-1.46mm 左右(Kuthalingham, 1959; Mito, 1966)。卵的孵化大概須 2-3 天，產出的幼魚漂浮於水中，直到體長約 30-35mm 才於夜晚沉降於海底棲息(Thresher, 1984)。

材料與方法

研究魚類卵細胞發育，大都須要利用精密、耗時的組織切片方法，唯各魚種間仍有些微差異，因此將各篇報告魚種的處理方法簡述如下，並列表如表二。

(1)臭都魚: 卵巢組織塊經 Bouin's solution 固定後，經由數次酒精脫水，石蠟浸潤、包埋後，切成 7 μm 之切片，經蘇木精-伊紅染色後封片觀察。(2)白魚: 卵巢組織塊浸於 10% 的福馬林液中固定，經由數次酒精脫水，石蠟浸潤、包埋後，切成 6-7 μm 之切片，經蘇木精-伊紅染色後封片觀察。(3)黃鰻: 卵巢組織塊經 Bouin's solution 固定 24-48 小時後，經由數次酒精脫水，石蠟浸潤、包埋後，切成 5-8 μm 之切片，經蘇木精-伊紅染色後封片觀察。(4)烏魚: 卵巢組織塊浸於 1% 福馬林及 0.6% NaCl 的混合液中固定，經由數次酒精脫水，石蠟浸潤、包埋後做成切片，經蘇木精-伊紅染色後封片觀察。(5)正蜥魚: 卵巢組織塊經 10% 福馬林液固定 24-48 小時後，經由數次酒精脫水，石蠟浸潤、包埋後，切成 7-10 μm 之切片，經蘇木精-伊紅染色後封片觀察。

結 果

臭都魚

臭都魚卵發育共分 8 期，分別是(1)染色質核仁期: 細胞質極少，但卻有大的細胞核；(2)周邊核仁期: 核仁分布在核膜的內緣。卵黃核(yolk nucleus)出現在細胞核附近；(3)油滴期: 油滴在細胞質出現，數量和體積快速增加，外觀呈囊泡狀；(4)卵黃第一期:

卵黃球首次出現在細胞質周圍，卵黃泡在卵細胞周圍，油滴圍在細胞核四周；(5)卵黃第二期：卵黃球在大小和數量快速增加，並佔據了大部份的細胞質。核仁隨機分布在核中；(6)卵黃第三期：整個卵細胞質充滿許多卵黃球。油滴隨機分布在卵細胞中。細胞核仍為圓形，並位於卵細胞中央；(7)卵核移動期：細胞核移向動物極。油滴先往細胞核的方向移動，然後互相融合形成較大的囊泡，再隨細胞核移向動物極；(8)成熟期：卵黃球融合形成一完整的物質，油滴聚集在細胞質四周，且卵細胞變成半透明狀態，卵黃膜隨著孔道(pore canals)的失去而呈被壓縮狀態，細胞核消失(表三)(Monzurul et al, 1998)。

黃錫鯛

黃錫鯛魚卵發育共分 7 期，分別是(1)染色質核仁期：細胞質及核仁呈強嗜鹼性之藍色，細胞核中有絲狀之染色絲及散布數個核仁；(2)周邊核仁期：細胞質仍為嗜鹼性之藍色，核仁此時排列於細胞核之外緣；(3)油滴期：細胞質呈弱嗜鹼性之淡藍色細胞質，內緣出現白色油滴，且細胞質出現許多表層泡；(4)卵黃球前期：細胞質外緣由於累積卵黃球，而呈弱嗜伊紅酸性，範圍由外向內擴展，但細胞質內緣仍呈弱鹼性之淡藍色；(5)卵黃球後期：細胞質除內緣有油滴分布大型卵黃球顆粒增多，漸充滿整個細胞質布及邊緣散布許多表層泡外，其餘部份皆被卵黃球佔滿；(6)卵核移動期：細胞核由中央位置向動物極方向移動，細胞質內之油滴和卵黃球間各自漸漸癒合，可明顯看出一個大油滴和數塊卵黃塊；(7)排卵前期：卵細胞急速吸水脹大，細胞更加水樣透明，但因經多次脫水處理，已萎縮不呈圓形，更加吸水後，脫離濾泡層而排卵(表三)(陳, 1990)。

白魚

白魚卵發育共分 7 期，分別是(1)卵原細胞：卵原細胞都位於基質(stroma)中，嗜鹼性；(2)卵黃生成前卵母細胞：細胞核有 4-8 個核仁；(3)初期卵黃生成卵母細胞：核仁排列在細胞核周圍，但有帶白色的細胞質區(卵黃泡會在此處生成)；(4)初始卵黃生成期：卵細胞的染色變淺，且有許多卵黃泡位於卵和細胞核周圍；(5)正式活躍卵黃生成期：卵黃球開始出現並往核心方向聚集。卵黃泡仍位於細胞核及細胞質周圍；(6)成熟卵母細胞：卵黃球充滿卵細胞，細胞核仍位於卵細胞中間；(7)水合卵母細胞：卵吸水變大，細胞核移向動物極(表三)(Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994)。

烏魚

烏魚卵發育則分為 6 期，分別是(1)染色質核仁期：核質比很大，細胞核內分布數個核仁；(2)周邊核仁期：核質比較前期變小，核仁移向細胞核周圍；(3)卵黃泡期：細胞核周圍開始出現囊泡狀的卵黃泡(yolk vesicle)，數量及大小逐漸增加，且逐漸往細胞質

周圍移動；(4)卵黃第一期：卵黃球開始出現在細胞質周圍；(5)卵黃第二期：卵黃球在數量及大小上快速增加，並逐漸往核心方向累積；(6)卵黃第三期：卵黃球充滿整個卵細胞，同時卵黃球與油滴各自聚合，細胞核呈不規則狀(表三)(Kuo, et al, 1973)。

經由上述四種魚類卵細胞分期方式，歸納魚類卵細胞發育分期特徵如下：(1)卵原細胞：只有前述白魚作者對此有所敘述，但也只有嗜鹼性此一特徵，因此本研究認為此分期方式較為粗糙；(2)染色質核仁期：由黃錫鯛、烏魚卵發育期中的染色質核仁期卵細胞可看出卵細胞呈強嗜鹼性，且有大的細胞核，細胞核內散布數個核仁；(3)周邊核仁期：由臭都魚、黃錫鯛、烏魚卵發育期的周邊核仁期卵細胞可看出核仁移向細胞核邊緣排列，且卵細胞呈強嗜鹼性；(4)卵黃泡期或油滴期：由此期臭都魚、黃錫鯛及烏魚的卵細胞可知卵細胞呈弱嗜鹼性，細胞質內可看到許多囊泡狀的卵黃泡或油滴；(5)卵黃第一期：卵細胞呈嗜酸性，細胞質內開始出現紅色的卵黃球；(6)卵黃第二期：卵細胞呈嗜酸性，細胞質內累積更多、更大的卵黃球，並佔據大部份的細胞質；(7)卵黃第三期：卵細胞呈嗜酸性，整個細胞質都充滿紅色的卵黃球，此時卵黃球的數量和大小皆達到最高，以上卵黃期卵細胞的特徵皆可在臭都魚、黃錫鯛及烏魚的卵黃期細胞見到；(8)卵核移動期：由臭都魚、黃錫鯛此期的卵細胞可看出細胞核開始向動物極方向移動，同時卵黃球也開始相互癒合成數塊卵黃塊；(9)成熟期或排卵前期：由臭都魚、黃錫鯛及白魚此期的特徵可看出細胞核消失，整顆卵細胞吸水脹大，並呈透明狀態，但此期卵細胞容易在脫水處理過程中變形。

經上述歸納出的通則，再針對正蜥魚卵巢的切片觀察，將正蜥魚卵細胞成熟過程分為 8 期，各分期特徵如下：(1)染色質核仁期(Chromatin nucleolus stage)：細胞質呈強烈嗜鹼性，核質比大，核仁散布於細胞核中；(2)周邊核仁期(Perinucleolus stage)：卵細胞仍呈嗜鹼性，核質比減小，核仁移向細胞核邊緣排列；(3)表層泡期(Cortical alveolus stage)：細胞質呈弱嗜鹼性之淡藍色，且出現許多表層泡；(4)卵黃第一期(Primary yolk stage)：細胞質開始有被染成紅色的卵黃球出現，且在數量及大小慢慢增加，並往核心方向移動；(5)卵黃第二期(Secondary yolk stage)：細胞質中卵黃球的大小及數量明顯增加，細胞核周圍已被許多較小的卵黃球包圍；(6)卵黃第三期(Tertiary yolk stage)：細胞質呈強嗜伊紅酸性，卵黃球的大小及數量達到最大，整個細胞質幾乎都被卵黃球佔滿；(7)卵核移動期(germinal vesicle migration stage)：細胞核由中央位置向動物極方向移動，卵黃球間漸漸癒合成數塊卵黃塊；(8)排卵前期(Preovulation stage)：細胞核消失，油滴聚集在細胞質周圍，整顆卵細胞呈半透明狀態，同時卵細胞吸水脹大，準備排卵 (Fig. 1a-h, 表三)。

討 論

本研究在正蜥魚卵細胞發育方面，未將卵原細胞期列入，乃因白魚作者在這方面所詮釋的特徵不夠詳盡，而其他作者也未將此期列入之故。

本研究以核仁是否排列在細胞核外緣，來判別是染色質核仁期或周邊核仁期。若核仁散布在細胞核內，則定義其為染色質核仁期，但若核仁排列在細胞核外緣，則定義其為周邊核仁期。

表層泡期的特徵和烏魚卵黃泡期的特徵相同，皆是細胞核周圍開始出現囊泡狀的卵黃泡，但因卵黃泡內的物質並非真正的卵黃質(Wallace and Selman, 1981)，故近年來卵黃泡期有被更名為表層泡期的說法，因此以此命名。

白魚成熟卵母細胞特徵為卵黃球充滿整個細胞，細胞核仍位於卵細胞中間(Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994)。此特徵在其它三篇報告被分在卵黃球後期或第三卵黃期，所以該篇報告對成熟卵細胞的定義在時間軸上可說較早。

本研究以 Bouin's 溶液固定的卵黃期卵細胞，在染色觀察時卵黃球由少變多的情形較不易觀察，但若用福馬林液固定的卵細胞，就能清楚看出卵黃第一、二、三期卵細胞在卵黃球大小及數量上的不同；卵黃球的堆積是由細胞質周圍向細胞核方向一直堆積過去，最後充滿整個細胞質。在製作切片的過程中，排卵前期的卵細胞容易因為脫水的關係而變形而不呈圓形狀。

Kuthalingham (1959) 和 Mito (1966)推論只有少部份種類之狗母魚卵含有油滴，但本研究之正蜥魚卵可發現囊泡狀的油滴。將正蜥魚卵各發育期確定後，便可決定各發育期的卵徑大小，如此一來便可進行孕卵數的推估及卵徑頻率分布的研究。此外，從成熟的正蜥魚卵巢切片可看到各個時期發育的卵細胞，因此本研究推論正蜥魚卵巢內魚卵大小組成為非同步型(Wallace and Selman, 1981)。

對於臭都魚產卵方式及魚卵性質方面在某些報告上有不一致的結果。Lam(1974)認為臭都魚卵巢內魚卵組成方式為同步型，但 Monzurui, et al.(1998)認為臭都魚卵巢組成方式為分批同步型，所以本研究以為未來應該由卵巢組織切片觀察是否出現各時期的卵細胞來決定到底屬於哪一型。又 Lam(1974) 及 Johannes(1978)認為臭都魚卵屬於沉性卵，但 Hasse, et al.(1977)卻指出此種臭都魚(*Siganus canaliculatus*)為浮性卵，它和大部份的臭都魚不同。

Elorduy-Garay and Ramirez-Luna(1994)認為白魚是多次產卵型(multiple spawner)，一般來說，多次產卵型的魚其卵巢內卵細胞大小頻率分布呈連續性，且有數個高峰出現，所以本研究推論白魚卵巢內部卵細胞組成型式應為非同步型(Wallace and Selman, 1981)。

參考文獻

- 張至維. (1997). 由耳石的微細構造探討淡水河口域烏魚稚魚的日齡及成長. 國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文. 84p.
- 李英周. (1995). 利用年齡-體長檢索反覆運算法估計台灣海峽南部產正蜆魚之年齡組成. 台灣水產學會刊. 22 (1) : 41-51.
- 陳永松. (1990). 黃錫鯛之生殖生理與雌二醇激素之變化. 國立台灣大學海洋研究所碩士論文. 66p.
- 張其永、楊甘霖. (1986). 閩南-台灣淺灘漁場狗母魚類食性的研究. 水產學報. 10 (2) : 213-222.
- 日比古 京. (1982). 魚類組織圖說. 株式會社 講談社. 152p.
- Deisman, H.C. (1938). Fish eggs and larvae from the Java Sea. 24. Myctophoidea. *Treubia* 16:415.
- Elorduy-Garay, J. F. and Ramirez-Luna, S. (1994). Gonadal development and spawning of female ocean whitefish, *Caulolatilus princeps* (Pisces: Branchiostegidae) in the Bay of La Paz. B.C.S., Mexico. *J. Fish Biol.* 44:553-566.
- Hasse, J.J., B.B. Madraisau, and J.P. McVey. (1977). Some aspects of the life history of *Siganus canaliculatus* (Park) (Pisces: Siganidae) in Palau. *Micronesica* 13(2):297-312.
- Johannes, R.E. (1978). Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env Biol. Fishes* 3:65-84.
- Johannes, R.E. (1981). *Words of the Lagoon*. Univ. Calif. Press, Los Angeles, Calif. 320p.
- Kuo, C.M., Nash, C.E. and Shehadeh Z.H. (1973). The grey mullet induced breeding and larval rearing. Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii. 104p.