

魚卵的祕密—魚卵的形狀及卵膜上的花紋

蔣依依、葉信明、吳龍靜 摘譯

水產試驗所沿海資源研究中心

魚卵的介紹

魚卵的形狀多數為圓形，僅有少部分種類的魚卵呈橢圓形（如鯷科 *Engraulidae*）或紡錘形（如鸚嘴魚科 *Scaridae*）。

魚卵的構造（圖 1）由外而內大致可分成：卵膜（egg membrane）、圍卵腔（perivitelline space）、卵黃囊（vitelline membrane）三個部分。卵膜為保護魚卵的構造，大部分魚卵的卵膜為光滑透明，有些種類的卵膜具有特殊構造，如羽根狀突起物、龜甲狀紋路及小棘等，可作為鑑種的指標之一。圍卵腔通常為雌魚排卵後，吸水膨脹所形成保護魚卵的構造。圍卵腔的大小也是種類鑑定的重要依據之一。卵黃囊為仔魚重要的營養來源，卵黃囊的龜裂與否也是鑑定魚種的重要特徵之一。

由於魚卵的形態及構造對於魚類的早期生活史有重要的影響，故以下探討卵膜花紋及橢圓形卵的形成原因。

有花紋的魚卵

魚卵表面通常呈光滑，但合齒魚科（狗母魚科）（*Synodontidae*）、鼠鱗科（*Callionymidae*）及瞻星魚科（*Uranoscopidae*）等底棲性魚類的魚卵表面布滿五角形或六角形的龜甲狀花紋（圖 2）或凸起物，且通常具花紋的魚卵內

部呈乳白色（圖 3）。這是魚類為提高下一代的生存率所演化出來的生存策略之一。

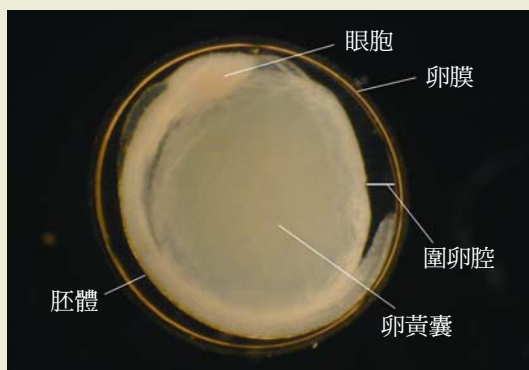


圖 1 魚卵的構造



圖 2 表面布滿龜甲狀的花紋的魚卵



圖 3 內部呈現乳白色

Robertson et al. (1981) 對這些卵膜上具花紋的魚卵進行實驗，並根據實驗結果提出下列三點的假設：

假設一、卵膜上的花紋具有調節魚卵上升速度的功能：底棲魚類通常在海底產卵，為使魚卵孵化時，上升至食物豐富的水表層。因此演化出卵膜上具花紋構造減緩魚卵上升的速度。但日本東京灣的鼠鱚科魚類可能產卵於水深 10 m 以淺，而產卵於這麼淺處的魚卵應該不需要調節上升的速度。Robertson 發現卵膜具花紋的魚卵卵徑與其在水中上升的速率成正比。瞻星魚科的卵徑為 1.5–1.9 mm，屬於中型魚卵。此大小使魚卵在排出後快速上升至水表層，因此此假設無法完全說明。

假設二、增加魚卵的強度，減少水流破壞魚卵的構造：合齒魚科、鼠鱚科及瞻星魚科魚卵皆屬於浮性卵。浮性卵通常隨波逐流，不需抵抗水流的設計。固著性的魚卵，因附著在岩石或是水草上，需抵抗強勁的水流，故反而需要加強魚卵強度的結構。此假設也無法完全說明

假設三、防止魚卵被捕食：腹部貼於海底或身體潛藏於沙泥地中的底棲性魚類的環境周遭有棲息多數食卵的小型魚如鰕虎魚科 (Gobiidae) 或雀鯛科 (Pomacentridae) 等。為了避免這些小型魚類大量捕食剛排出的魚卵而演化出花紋。卵膜具花紋的底棲性魚類產卵期間，棲息於同一海域的鰕虎魚科胃內僅出現光滑的魚卵，並未捕食具花紋的魚卵。另外，這些具花紋的魚卵在顏色上通常呈乳白色，可能看起來較光滑魚卵(透明)不可口。因此，平井 (2003) 推測假設三為卵膜

上花紋形成的最可能原因。

過去認為魚類的生殖策略主要採取以量取勝的方式，僅少數的魚卵能夠活存下來即為成功的生殖策略。但實際上，親代為了增加下一代的活存率，也在魚卵的品質上費了不少功夫。

橢圓形的魚卵

橢圓形的雞蛋是為了防止在斜坡中持續滾落所演化出來的形狀。漂浮在海水中的魚卵不須考慮滾落的危險，所以多數魚類的魚卵為正圓形。鯷科中資源量最多的日本鯷 (*Engraulis japonicus*) 所產下的魚卵呈橢圓形 (圖 4)。野外採集的魚卵標本中，經常發現日本鯷的魚卵數量顯著的比圓形魚卵為多，而目前尚無相關的研究去探討為何日本鯷產橢圓形卵。

為何日本鯷需要生出橢圓形的魚卵呢？是否生產過程中魚卵經過肛門的擠壓才變成橢圓形的卵？日本鯷卵巢內的卵細胞在成熟之前已呈橢圓形，且卵在卵巢中並非整齊排列而是任意排列的方式。橢圓形卵任意排列的孕卵方式所能容納的橢圓形卵數量會較圓形魚卵的數量少很多，因此，魚卵由圓形變成橢圓形應該具重要的意義。



圖 4 日本鯷魚卵的形態

將日本鯉的魚卵放在裝有海水的燒杯中可發現，魚卵在海水中以垂直方式漂浮，使仔稚魚較不容易捕食魚卵。比喻來說，吞食橢圓形的膠囊時，以水平方式吞食較垂直方式容易且不易噎到。因此，對水表層的魚類來說垂直漂浮的魚卵比圓形的魚卵較難捕食(圖5)。

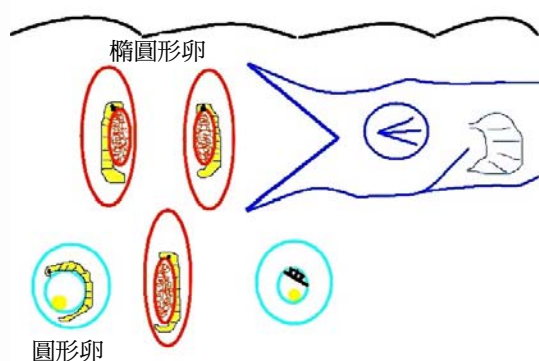


圖5 橢圓形卵在海水中漂浮的方式

另外魚卵的體積上，日本鯉魚卵的平均長軸為 1.4 mm，短軸為 0.6 mm，而總體積為 0.34 mm^3 。假如相同體積的圓形卵，直徑為 0.9 mm，故日本鯉魚卵比圓形卵長了 0.5 mm。雖然只差 0.5 mm，卻對日本鯉的活存率卻有重大的影響。

代田 (1970) 對魚類仔稚魚期可攝食餌料大小與口徑大小的相關性做過研究。假設仔稚魚口部的最大張開角度為 90° ，以各種魚類體長階段所能攝食的最大餌料大小分群。日本鯉的仔稚魚會捕食同類的魚卵，可了解日本鯉魚卵與仔魚捕食的關係。代田的研究發現，日本鯉的仔魚初生時的攝食口徑大小為 0.3 mm。當仔魚全長為 10 mm 時，

口徑為 1.3 mm。全長為 15 mm 時，口徑為 1.5 mm。全長為 20 mm 時，口徑為 1.8 mm。當海水中同時存在日本鯉魚卵(長軸為 1.4 mm)及同體積的圓形卵(直徑為 0.9 mm)時，體長達 10 mm 的日本鯉仔魚僅能捕食圓形卵而無法捕食橢圓形卵。體長需達 15 mm 以上才能夠捕食垂直於海水中的橢圓形卵。

日本鯉剛孵化的仔魚游泳能力較差，易被其他生物所捕食。故仔魚數量會隨時間急遽的減少。體長達 15 mm 以上的仔稚魚，因其魚鰭及氣囊均已成形而游泳能力增加，躲避捕食者的能力也增加，活存率也會提高。這階段的仔稚魚才有能力捕食日本鯉的魚卵，但仔稚魚數量較剛孵化時減少許多且已遠離原來的產卵海域。對魚卵的威脅性也降低，故可推測橢圓形魚卵是日本鯉的提高魚卵活存率的方式。

理論上，橢圓形卵較圓形卵能抵抗被捕食的可能性，但很難實驗證明且僅少數幾科魚類的魚卵呈橢圓形。假如橢圓形魚卵有這麼多優點，更多魚類的魚卵也應該會演化成橢圓形，但大部分魚類的卵還是維持圓形。其原因可能與產卵的數量有關，因橢圓形卵的孕卵數較圓形卵的孕卵數少很多，故多數的魚類選擇產卵數最多的圓形卵為它們的生殖策略。

目前我們所見的生物形態是經過長時間演化形成，因此橢圓形卵應該也是經過天擇才能活存到現在。日本鯉在魚類中佔優勢的數量可能與橢圓形卵有關。

註：

本文摘譯自：平井明夫 (2003) 魚の卵のはなし。成山堂書店，144-155。