

劍尖槍烏賊的胚胎發育及其幼體觀察

吳全橙^{1*}・曾福生²

¹行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

²行政院農業委員會水產試驗所水產養殖組

摘 要

本研究旨在探討劍尖槍烏賊 (*Uroteuthis (Photololigo) edulis*) 的胚胎發育與幼體行為。以台灣北部海域產劍尖槍烏賊產出的二批卵鞘，進行重複性胚胎發育觀察。卵粒發育觀察於產出後 50 mins 開始進行，將其中的一束卵鞘依固定時間移至培養皿中，在解剖顯微鏡下觀察標記卵粒的發育，照相並量測胚體的變化。劍尖槍烏賊的卵鞘為柔軟、乳白色、指狀的膠質體，各卵鞘基底相連於附著物上，每一卵鞘包有 33 ~ 285 粒卵；卵粒呈分離狀，螺旋排列；卵粒為端黃卵，呈橢圓形或梨形。在水溫 25.1 ~ 26.4°C、鹽度 32.5 psu 的條件下，產卵至孵化所需時間需 218 ~ 242 hrs。剛孵化的幼體卵黃囊已吸收完畢，外套膜長 3.00 ~ 3.45 mm，喜陰暗處，具趨光性及噴墨等避敵的行為。綜合上述結果顯示，劍尖槍烏賊的繁殖能力是相當進步且有效率的，此點可作為資源管理的參考。本文同時敘述劍尖槍烏賊幼體的形態特徵。

關鍵詞：胚胎發育、幼體行為、透抽、劍尖槍烏賊

前 言

台灣地區產的鎖管科有紀錄者計 13 種 (Sasaki, 1929; Ho, 1959; Tung, 1977, 1978; Li, 1983; Wu *et al.*, 1989)，其中有多種同種異名者，經實際鑑定後，有效學名共計 7 種，包括火槍烏賊 (*Loliolus (Nipponololigo) beka*)、尤氏槍烏賊 (*L. (N.) uyii*)、中國槍烏賊 (*U. (Photololigo) chinensis*)、杜氏槍烏賊 (*U. (P.) duvaceii*)、劍尖槍烏賊 (*Uroteuthis (P.) edulis*)、詩博加槍烏賊 (*Doryteuthis sibogae*) 和萊氏擬烏賊 (*Sepioteuthis lessoniana*) (Lu, 1998)。

由於鎖管為屬於沿近海種，許多種類都具有地域性。其中劍尖槍烏賊屬於較大型的槍烏賊類，主要分布於太平洋西部海域，包括澳洲北部、菲律賓群島、南中國海北部至日本中部，係台灣東

北部及澎湖海域燈火漁業的主要標的種類，年產量約 5,400 ~ 10,000 mt 之間。

有關劍尖槍烏賊之分類、分布及漁業活動，國內外已有多篇報告，例如 Sasaki (1929) 敘述本種外部形質、齒舌排列及軟甲形態，曾捕獲之最大標本外套膜長達 40 cm，主要分布於日本九州以南的海域；Suzuki and Kuwahara (1981) 根據外部形質、成熟度及口球上顎板形態，判定日本京都沿岸產的劍尖槍烏賊有長型 (*Loligo edulis edulis*) 及短型 (*L. edulis budo*) 兩種；Ogawa and Yamada (1983) 探討其在日本海西南陸棚水域的分布；Lu and Phillips (1985) 記錄本種分布於西澳北部至 Carpentaria 灣；Voss and Williamson (1971) 發表香港產劍尖槍烏賊主要產於水深 30 ~ 170 m 海域，7 ~ 9 月為漁獲盛期；廖等 (2001) 認為鎖管漁業活動之時空推移與黑潮混合水之推移與分布有密切的關係。至於在胚胎發育與幼體等早期生活史的研究則尚付闕如。本報告係探討劍尖槍烏賊之胚胎發育與幼體行為的觀察，將有利於探討此物種初期的生活史及幼體判定。

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-2101 ext. 2416; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: ccwu@mail.tfrin.gov.tw

材料與方法

一、種魚來源

1996年9月6日於彭佳嶼西南西海域 (St. 12, 25° 33.23' N, 121° 50.72' E) (Fig. 1) 釣獲 14 尾劍尖槍烏賊成體 (雌:雄=2:1), 釣獲水深 133 m, 表水溫 28.1 °C, 返航後置於 1.5 ton FRP 水槽, 以流水方式蓄養, 30 hrs 後, 其中一尾雌體 (外套膜長 (ML) 為 273.3 mm, 體重 (BW) 為 383 g) 於池底打氣管上產下 4 束卵鞘, 產卵不久後死亡; 同年 10 月 30 日於棉花嶼西北西海域 (St. 10, 25° 30.09' N, 121° 57.88' E), 水深 34 ~ 40 m 水層釣獲 6 尾成體 (雌:雄=1:1), 其中一尾雌體 (237.6 mm ML, 277.6 g BW) 產下 2 束卵鞘。

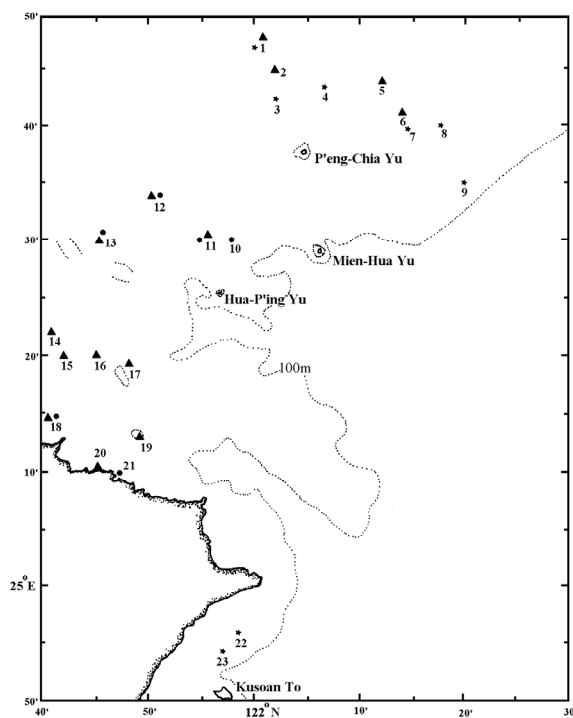


Fig. 1 The 23 sampling stations. Matured *Uroteuthis (Photololigo) edulis* were collected from stations 10 and 12. ▲ lure-hooks, ● light fishing, ★ trawler.

二、卵鞘培育

將卵鞘移至 2000 ml 的三角玻璃瓶, 注入經濾紙過濾處理的天然海水, 以流水打氣培養 (Fig. 2), 海水鹽度 32.5 psu, 每日換水 1 ~ 2 次。

第一次觀察自 9 月 9 日至 9 月 18 日計 10 天,

平均水溫 26.4 °C (26.0 ~ 26.9 °C); 第二次觀察自 11 月 1 日至 11 月 11 日計 11 日, 平均水溫 25.1 °C (24.9 ~ 25.8 °C)。

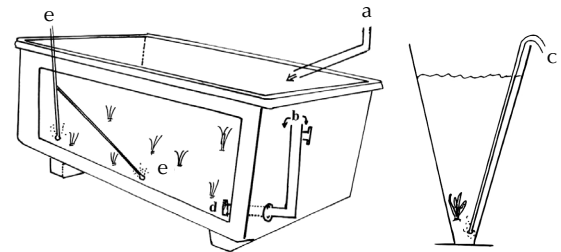


Fig. 2 Spawning tank and hatching flask. a: water supply; b: draining pipe; c: aeration; d: strainer; e: artificial seaweed.

三、胚胎發育的觀察

胚胎發育觀察於產卵後 50 mins 進行, 白晝每隔 2 hrs, 夜間 4 hrs 固定間隔紀錄胚胎發育, 因各卵鞘發育不同, 故抽樣取 1 束置於培養皿中以光學顯微鏡 (Nikon HFX-II) 觀察紀錄卵粒的發育、照像, 並測定胚體的大小變化。

結果

一、卵鞘與卵粒

劍尖槍烏賊產出的卵鞘為乳白色、柔軟、指狀的膠質體, 卵鞘長 60 ~ 130 mm, 各卵鞘基底相連於附著物上, 卵鞘內包有 30 ~ 285 個卵粒, 各卵粒分離呈螺旋狀排列附著於卵鞘膜上。

卵鞘內的卵粒為中型的端黃卵, 略呈卵圓形 (長徑 2.0 ~ 2.3 mm, 短徑 1.6 ~ 1.8 mm), 少部分卵粒呈梨形 (長徑 2.5 ~ 3.0 mm, 上寬 1.5 ~ 1.7 mm, 下寬 0.8 ~ 1.2 mm)。卵粒數 (y) 與卵鞘長度 (x) 呈正相關, 其關係式為 $y = 2.8752x - 99.666$, $r^2 = 0.8421$ (Fig. 3)。

二、早期的胚胎發育

卵鞘內的卵具有卵殼 (chorion), 卵殼與卵黃 (yolk) 之間有卵周隙 (perivitelline space), 卵黃外有一層薄薄的細胞膜包圍, 此層細胞膜在卵之上端且較厚稱為胚盤 (blastodisc)。受精卵於產出後 6

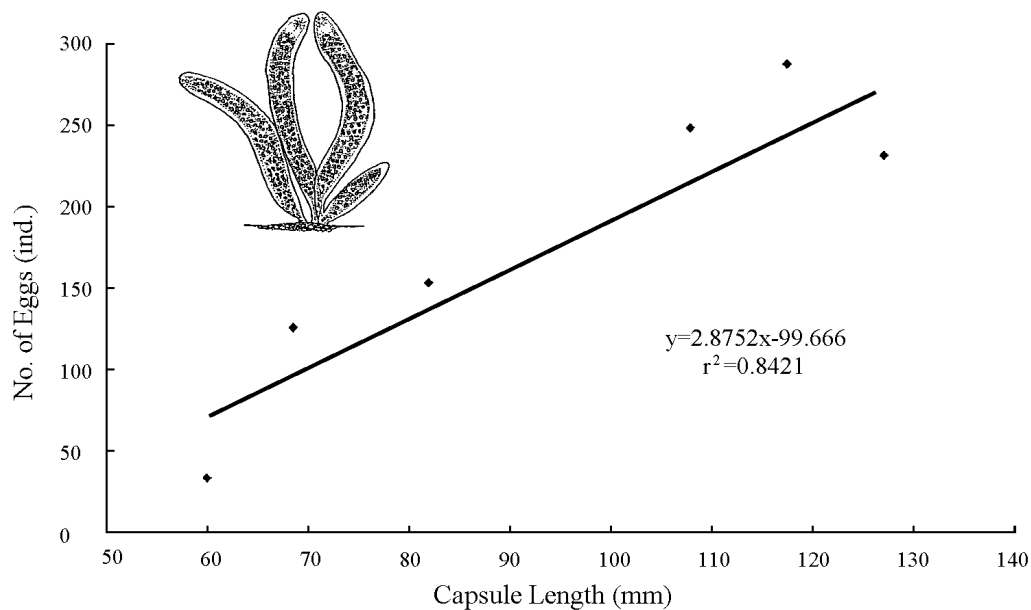


Fig. 3 Relationship between capsule length and number of eggs.

hrs 開始分割，原生質集中於動物極，屬於卵偏裂 (meroblastic)，分割的方式具規律性，在水溫 26.7 °C 條件下，由 2 分割、4 分割至分割完成須 10 hrs 以上 (Fig. 4-1~4-6)。

經分割期後，小分割球在動物極的胚盤形成一層胚膜，胚錐 (blastcone) 與分離球 (blastomeres) 清楚可見 (Fig. 4-7)，此即囊胚期 (blastula)，隨後胚膜邊緣內卷增厚，逐漸形成原腸胚 (gastrula)，卵黃膜下包至整個卵的 3/4 時，出現神經軸 (neural reel)，且出現兩凹陷，一為視泡原基 (primordium of optic vesicle)，另一為外套膜原基 (primordium of mantle) (Fig. 4-8)。

梨形卵為不正常的卵粒，在部分卵鞘中可發現。卵割也在動物極進行，初期的分割過程與正常卵相似，但 4 分裂後，胚體的發育顯著減緩，6 日的胚體出現神經軸，且有二凹陷，為視泡原基及外套膜原基，但 8.5 日的胚體呈混濁，停止發育而死亡 (Fig. 5)。

三、外部形態之發育

4 日後的受精卵，胚體由卵黃囊向外突出，體部出現。各細胞也相繼形態化，因器官的形成，使胚體能在卵中旋轉移動。各外部器官的發育過程如下：

(一) 眼

85 hrs 的胚體頭部兩側突起似眼柄，其前端凹陷成雛形眼 (Fig. 4-10)；96 hrs 眼泡開口關閉，眼水晶體原基 (primordium of lens) 出現 (Fig. 4-11)；100 hrs，眼柄向外突出，眼寬較外套膜寬 (Fig. 4-12)；108 hrs，水晶體 (lens) 出現，眼出現紅色的虹彩，眼柄突出，胚體呈十字形 (Fig. 4-13)；120 hrs，視神經節 (optic ganglion) 出現 (Fig. 4-14)；130 hrs，眼柄開始縮短，眼球下位 (Fig. 4-15)；140 hrs，眼膜蓋住眼泡的 1/3 (Fig. 4-16)；175 hrs，初期眼膜完全蓋住眼泡，且部份形成角膜，眼柄縮短，眼球位置與大小逐漸與成體相似，眼除紅色彩虹外，也出現較濃的黑色素層 (pigment melanin) (Fig. 4-17)；200 hrs，在冷光照射下，眼出現淺藍色的彩虹 (Fig. 4-20)。

(二) 外套膜

4 日的胚體，外套膜略微突起，外套褶逐漸增長形成外套膜 (mantle)；100 hrs 的胚體，外套膜很小，且蓋住鰓芽 (gill) 的一半，部分的鰓芽露出於外套膜；108 hrs，出現鰓芽及鰓心 (brachial heart)，外套膜逐漸增長；120 hrs，外套膜包住整個鰓；130 hrs，外套膜完全蓋住漏斗後緣；175

hrs, 胚體外套膜與頭部同寬; 190 hrs 以後的胚體, 外套膜與成體相似, 外套膜背部中央形成透明的角質內殼 (gladius, gls) (Fig. 4-11~4-18)。

(三) 腕及觸腕

4 日的胚體, 腕基 (primordium of arm) 出現; 100 hrs, 觸腕 (tentacle) 形成, 但未見吸盤, 且長度超過其他腕; 108 hrs, 第 I~IV 腕 (arm) 出現, 其後各腕繼續加長; 120 hrs, 各腕長出吸盤; 130 hrs, 第 IV 腕基部增長; 140 hrs, 第 IV 腕基

部延長, 蓋住眼泡的 1/3; 175 hrs, 觸腕長出 4 列吸盤; 190 hrs, 第 I~IV 腕及觸腕呈現, 可自由伸縮、移動 (Fig. 4-11~4-18)。

(四) 漏斗

100 hrs 的胚體, 左右漏斗褶 (funnel folds) 於前端接合 (Fig. 4-12); 108 hrs 漏斗褶接合形成管狀; 120 hrs, 漏斗管封閉形成漏斗雛形, 漏斗伸縮肌出現 (Fig. 4-14); 130 hrs 的胚體, 漏斗形態與成體相似 (Fig. 4-15)。

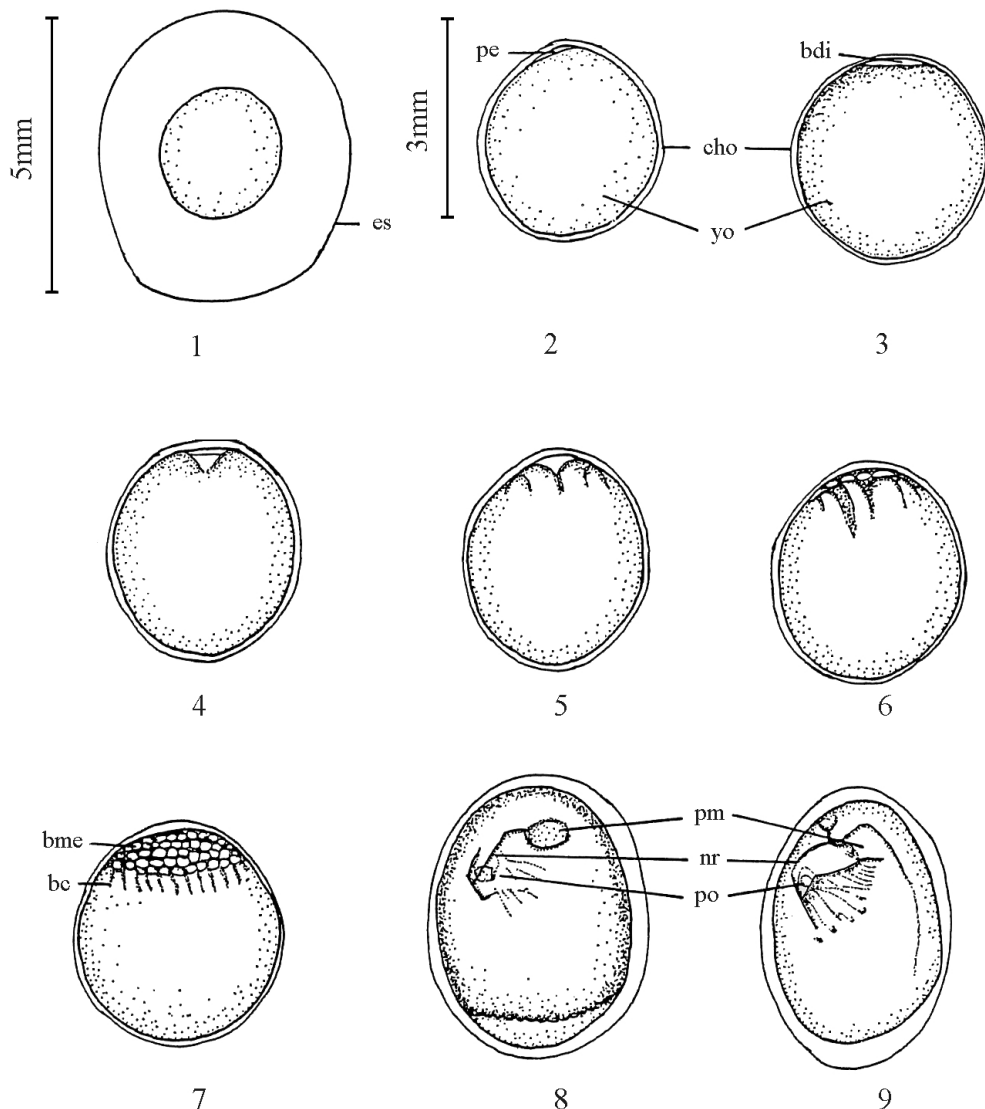


Fig. 4 Egg development and hatched larva. 1. A view of squid egg, the outer shell and yolk in center; 2. Yolk in development, 50 mins. after fertilization. (The outer shells are not shown in 2-19 and 21); 3. Blastodisc stage, 90 mins.; 4. 2-cells stage, 6 hrs.; 5. 4-cells stage, 10 hrs.; 6. Early morula, 8-16 cells stage; 7. Germ layer formation, gastrula-like, 26 hrs.; 8. Germ layers proliferation-1 (GLP 1), 60 hrs.; 9. GLP2, 65 hrs.

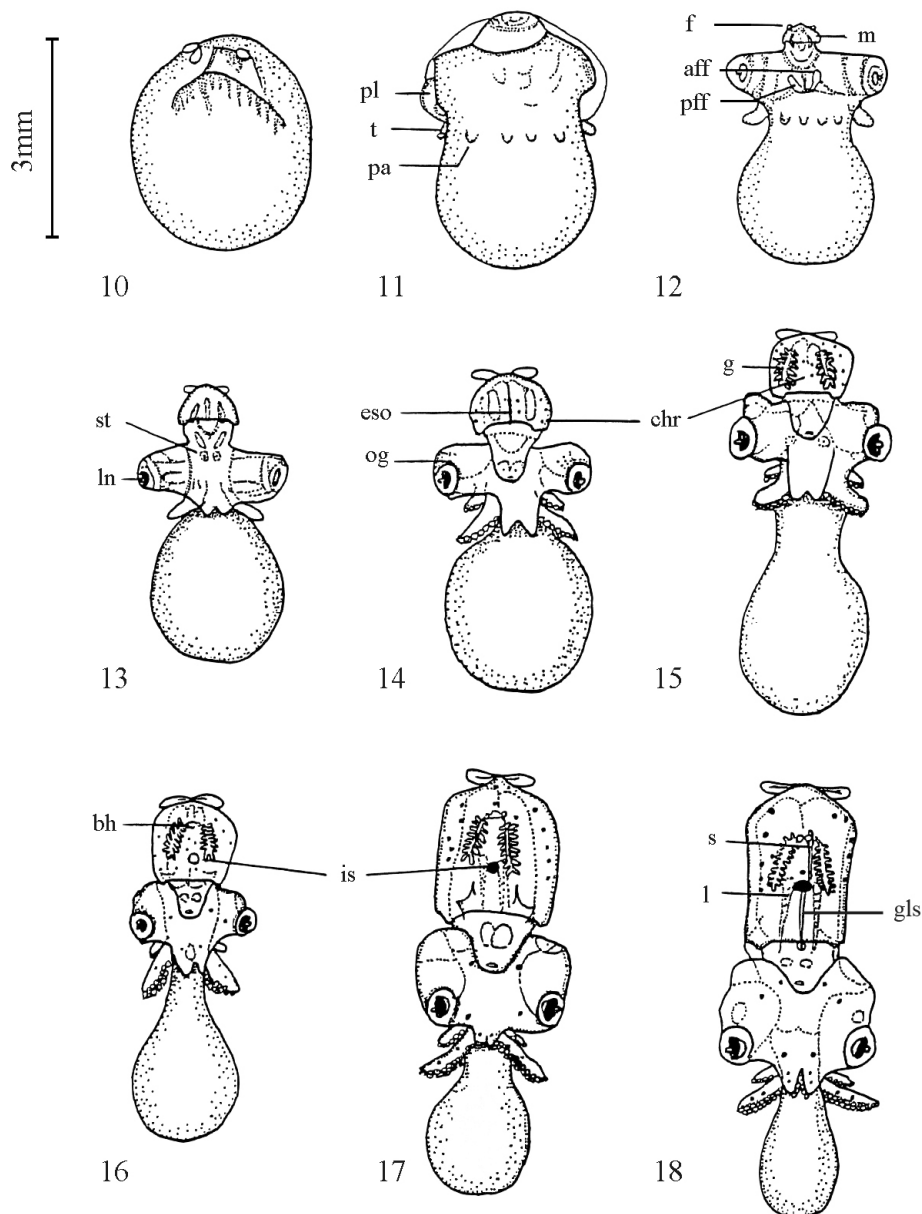


Fig. 4 (continued) 10. GLP3, 85 hrs.; 11. Organogenesis-1 (ORG1), 96 hrs.; 12. ORG2, 100 hrs.; 13. ORG3, 108 hrs.; 14. ORG4, 120 hrs.; 15. ORG5, 130 hrs.; 16. ORG6, 140 hrs.; 17. ORG7, 175 hrs.; 18. ORG8, 190 hrs.

(五) 側鰭

100 hrs 的胚體，由外套膜後端皮膚伸長形成兩小芽狀的鰭 (fin) (Fig. 4-12)，爾後此兩小鰭逐漸向兩側延伸；孵化幼體的小鰭呈槳狀，位於外套膜背部後側 (Fig. 4-21)。

(六) 卵黃囊

120 hrs 的胚體，卵黃囊頸部可分辨，隨胚體

的成長，整個卵黃囊變得更細長，卵黃囊約 2 秒收縮 1 次，於孵化前期卵黃囊顯著減小 (Fig. 4-14~4-18)；幼體孵化時，大部分的卵黃囊幾乎被吸收，才破卵膜而出 (Fig. 4-20)，部分的幼體孵化時，卵黃囊也有未被完全吸收。

(七) 色素細胞

120 hrs 的胚體，外套膜出現黃紅色的色素細胞；140 hrs 的胚體，除外套膜外，頭、腕及觸腕

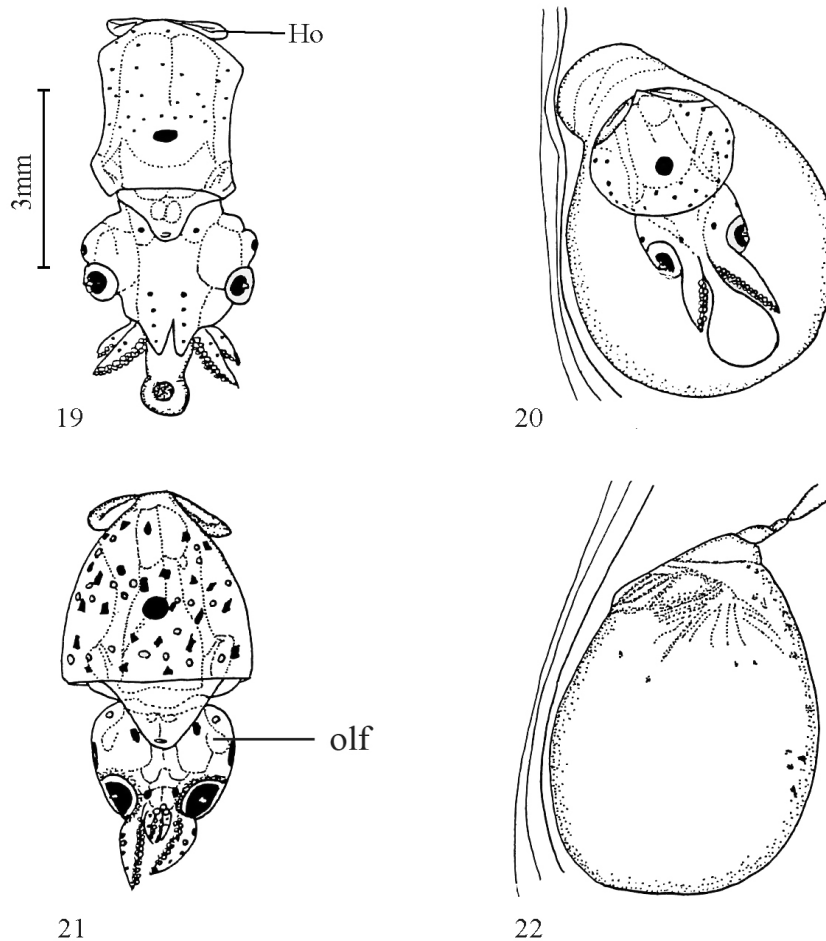


Fig. 4 (continued) 19. ORG9, 212 hrs.; 20. Pre-hatching stage, 200 hrs.; 21. Hatchling, 217 hrs.; 22. Castoff chorion, 217 hrs and 10 mins. aff, anterior funnel fold; bc, blastocone; bdi, blastodisc; bh, brachial heart; bme, blastomeres; cho, chorion; chrs, chromatophore; es, egg shell; eso, esophagus; f, fin; g, gill; gls, gladius; Ho, Hoyle's organ; is, inc sac; l, liver; ln, lens; m, mantle; nr, neural reel; og, optic ganglion; olf, olfactory organ; pa, primordium of arm; pe, perivitelline space; pff, posterior funnel fold; pl, primordium of lens; pm, primordium of mantle; po, primordium of optic vesicle; s, stomach; st, statocyst; t, tentacle; yo, yolk.

也出現黃紅色的色素細胞 (Fig. 4-16)；170 hrs 的胚體除黃、紅色素細胞外，也出現虹彩細胞，隨肌肉的收縮與擴張，體表出現淡紅、橙黃、黃、紅黃及褐色的斑點 (Fig. 4-17)。

四、內部器官的發育

60 hrs 的胚體，外胚葉形成神經軸，並出現兩下陷的小溝，一為視泡原基，另一為外套膜原基 (Fig. 4-8)；85 hrs 的胚體，頭部兩側面分化成眼泡 (optic vesicle)；100 hrs 以後的胚體，內部器官發育相當快；108 hrs 出現平衡囊 (statocyst) 及心臟系統 (systemic heart)；120 hrs，食道 (esophagus) 出

現；175 hrs，攝食系統發育完成，卵黃囊每隔 2 秒收縮 1 次，且將部份的卵黃送入口球中。130 hrs 的胚體，鰓分節，約有 6 對鰓葉；140 hrs 的胚體，墨囊 (ink sac, is) 出現，但無墨汁；175 hrs 墨囊內充滿墨汁；190 hrs，軟甲、肝臟及胃出現；212 hrs，嗅覺器官 (olfactory organ, olf) 出現 (Fig. 4-12~4-21)。

五、孵化

受精卵隨發育，胚體不斷的增大，96 hrs 後的胚體，可在卵膜內自由運動 (Fig. 4-11)，平常背部向上，且靜止不動；140 hrs 的胚體具趨光性，以

Table 1 Times for embryonic development of swordtip squid eggs in room temperature

Experiment	Date	No. of capsules	Water temperature (°C)	Salinity (‰)	Embryonic development duration (hr)
1	Sept. 9~ 18, 1996	4	26.4(26.0~26.9)	32.5	217~220
2	Nov. 01~11, 1996	2	25.1(24.9~25.8)	32.5	224~239

外套膜面向光源，且藉著外套膜的收縮拖曳卵黃囊轉動；孵化前，胚體的旋轉活動加速，且以外套膜前端的 Hoyle 器 (Hoyle's organ) 頂觸卵膜，卵膜分離破裂後 (Fig. 4-20)，再使卵鞘破裂，由頭足部從卵膜產出，孵化後的卵殼於 30 mins 後收縮 (Fig. 4-22)。

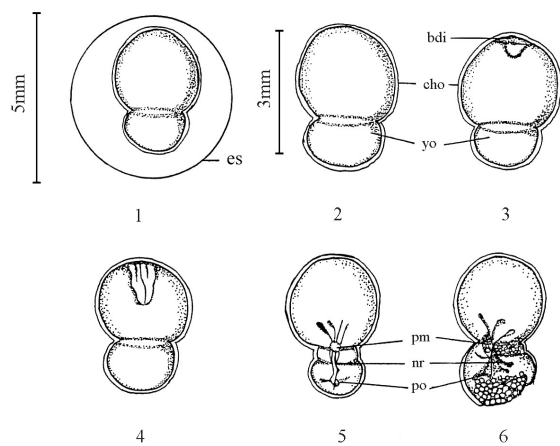


Fig. 5 Abnormal egg development. 1. A view of abnormal egg, the outer shell and yolk in center; 2. Yolk in development, 52 mins after fertilization; 3. 2-cells stage, 6 hrs.; 4. 4-cells stage, 1 day; 5. Blastoderm covers about 50% of lower egg, the development in progressing; 6. The development stop and embryo died, 8.5 days.

六、剛孵化的幼體

在室溫下，受精卵由發育至幼體需 217 ~ 239 hrs (Table 1)。剛孵出的幼體，外套膜長約 3.00 ~ 3.45 mm，外形與成體相似。腕及觸腕即能捕捉食物；眼位於頭部前端；鰓呈槳狀，位於外套膜背面後端，外套膜透明無色，表皮下有色素細胞及虹彩細胞，隨細胞的收縮或擴張，體表出現橙黃

及紅色斑點。活體色素胞的分布如 Fig. 6，外套膜背面具稀疏的紅黃斑，頭部的紅色斑呈五角型分布，外套膜腹面有 6 條橫列紅色色素細胞，頭部斑點呈六角型排列。

孵化後 1 日的劍尖槍烏賊幼體 (Fig. 7)，口球上下喙發達，齒舌、內臟器官、墨囊清楚可見，消化器官及呼吸系統也發育完成。消化器官包括胃、腸、肝、肛門、唾液腺，呼吸系統有鰓心、鰓葉等器官。幼體能在水中自由活動，白晝較平靜，喜陰暗處，夜間相當活躍，側鰭雖小，也具平衡作用，以外套膜收縮及漏斗噴水活動，當靜止時，頭部朝下，外套膜斜向上，呈倒吊狀；若受刺激，墨囊能噴出墨汁禦敵。

討 論

劍尖槍烏賊屬於軟體動物門、頭足綱、二鰓亞綱、管魷目，槍烏賊科的物種，其卵鞘為指狀成束附著於海底，卵圓形的卵粒呈螺旋狀的包埋於卵鞘中。本報告所獲的卵鞘長為 60 ~ 130 mm 間，卵粒數與卵鞘長呈線性正相關，此與日本西海區產之本種卵鞘長度有二種形式，分別為 100 ~ 200 mm 及 200 ~ 400 mm，每束卵鞘包卵 200 ~ 400 粒 (董, 1988) 略有出入，是否因地域性或季節性的差異，亦或其他因素的影響，有待進一步的探討。

本研究劍尖槍烏賊的受精卵為具有較多卵黃質的端黃卵，卵粒發育經囊胚期、原腸期、器官發育至孵化，此與一般頭足類相同 (Arnold, 1965)，但與軟體動物門其他綱種類在早期胚胎發育上則有差異。其早期的發過程和魚類早期的胚胎發育 (從卵裂開始至囊胚期) 極為相似，如粉紅海葵魚 (*Amphiprion perideraion*) (Ho et al., 2006)，從卵裂到囊胚期，在 27 °C 水溫下，約需 23 hrs，劍尖槍烏賊在 24.9 ~ 26.9 °C 水溫下，則

須時 60 hrs，其受精卵卵裂的間隔較長，這可能和卵粒的大小有關。

劍尖槍烏賊對於同屬的頭足類而言，胚胎發育是較為快速的種類，在水溫 24.9 ~ 26.9 °C 條件下，孵化期僅需 9 ~ 10 日，與中國槍烏賊在水溫

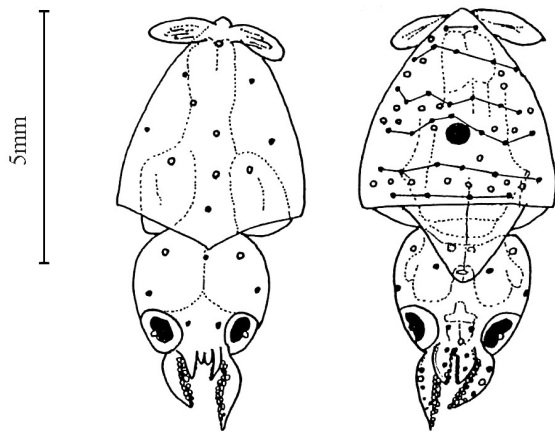


Fig. 6 Chromatophore pattern of *Uroteuthis* (*P.*) *edulis*, the dorsal (left) and the ventral (right) views of living hatchling (closed circles red chromatophores, open circles yellow chromatophores).

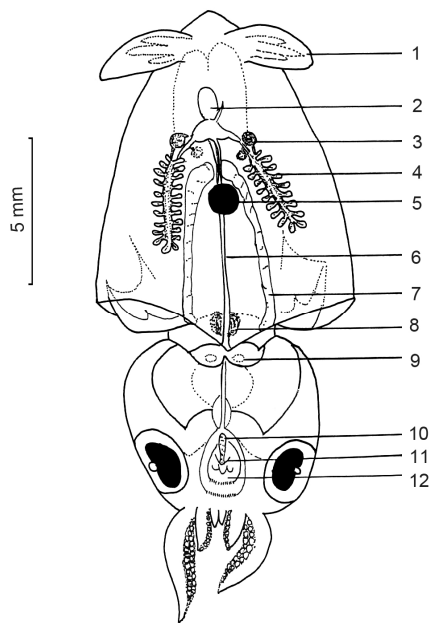


Fig. 7 Morphological features of young squid 1 day after hatching. 1. fin; 2. stomach; 3. brachial heart; 4. gill; 5. ink sac; 6. esophagus; 7. liver; 8. salivary gland; 9. statocyst; 10. radula; 11. beak; 12. mouth.

23.4 ~ 28.6 °C 之孵化期需 8 ~ 9 日 (歐, 1981) 相似，遠較於長槍烏賊 (*Loligo bleekeri*) 在水溫 13 ~ 16 °C 須 36 日 (Hamaba, 1960) 及萊氏擬烏賊在水溫 20 ~ 30 °C 須 23 ~ 26 日 (Segawa, 1987) 孵化期為短，此對於資源的培育條件相當有利。

大多數淺海性的頭足類，其剛孵出的幼體形態與親體極相似，如中國槍烏賊 (歐, 1981)、侏儒烏賊 (Natsukari, 1970)，發育已相當的成熟，卵黃囊幾乎吸收完畢，即可自行避敵或攝食，此與同屬於軟體動物的貝類孵化後須經過擔輪幼蟲期、面盤幼蟲期的變態過程才能達到稚貝不同 (Reverberi, 1971)，即使是脊椎動物的魚類，在孵化後都還有卵黃囊，也須要歷經數次的變態過程，方可達到稚魚的階段，從族群繁衍的觀點，劍尖槍烏賊的繁殖能力是相當進步且有效率的。

在形態鑑定方面，須達稚魚或稚貝階段其形態方可作為鑑種的依據，因為此時個體各部位組織器官及外部形態均已具備。在頭足類幼體種類判定方面，色素細胞的分布及形態也是一重要的鑑定指標，如槍烏賊幼體種類的鑑定中，身體的色素細胞分布可以作為鑑定的依據 (Boletzky, 1998)，剛孵出的劍尖槍烏賊，除漏斗外，全身皆有紅黃色素細胞分布，外套膜腹面有較密的紅色色素細胞，呈六條橫列分布，頭部以近似六角形排列，而外套膜背面色素細胞較稀疏，頭部以五角形排列，此特徵與中國槍烏賊 (李與陳, 1983)、乳光槍烏賊 (*L. opalescens*) (Sweeney *et al.*, 1992)、皮氏槍烏賊 (*L. pealei*) (McConathy *et al.*, 1980) 幼體外套膜色素細胞的排列有別，未來應可作為劍尖槍烏賊幼體的鑑定依據。

本文是首次對劍尖槍烏賊的受精卵及胚胎的發育進行觀察紀錄，該物種的受精卵聚集呈螺旋狀排列成串形成卵鞘，為乳白色、柔軟、指狀的膠質體，長 60 ~ 130 mm，各卵鞘基底相連於附著，卵鞘內包有 30 ~ 285 個卵粒，卵粒呈卵圓形 (長徑 2.0 ~ 2.3 mm, 短徑 1.6 ~ 1.8 mm) 的端黃卵，卵粒數 (y) 與卵鞘長度 (x) 呈正相關，其關係式為 $y = 2.8752x - 99.666$, $r^2 = 0.8421$ 。該卵早期的發育類似魚類，但後期的發育則有明顯的差別，劍尖槍烏賊在孵化後卵黃囊吸收完畢，即可自行避敵或攝食，因此對於該物種的維護，若能進行產卵棲地的保育和親魚族群的保護即可達成資源管理的目標。

謝 辭

本研究承蒙水產試驗所前所長廖一久博士之支持，國立高雄海洋科技大學陳校長哲聰的鼓勵與指導，盧重成教授之提供相關資料、本所水產養殖組周賢鏘及簡煌彬等同仁之協助養殖池管理，使報告得以順利完成，謹此一併致謝。

參考文獻

- 歐瑞木 (1981) 中國槍烏賊胚胎發育和稚仔的初步觀察. 海洋湖沼通報, 3: 51-59.
- 李復雪, 陳清潮 (1983) 南海中部頭足類幼體的研究. 南海海洋生物研究論文集 (一), 海洋出版社, 64-81.
- 董正之 (1988) 中國動物志—軟體動物門頭足綱. 科學出版社, 中國, 201 pp.
- 廖正信, 李國添, 李明安 (2001) 氣候變異對台灣東北部海域鎖管漁海況影響之研究. 海洋資源與環境國際研討會, 台灣海洋大學漁業科學系, 19-36.
- Arnold, J. M. (1965) Normal embryonic stages of the squid, *Loligo pealii* (Lesueur). Biol. Bull., 128: 24-32.
- Boletzky, S. V. (1998) Cephalopod eggs and egg masses. In Oceanography and Marine Biology: An Annual Review (A. D. Ansell, R. N. Gibson and M. Barnes eds.), UCL press, France, 36: 341-371.
- Hamabe, M. (1960) Observation of early development of a squid, *Loligo bleekeri* Keferstein. Ann. Rep. Jpn. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 6: 149-155.
- Ho, T. Y. (1959) A list of edible mollusks of Taiwan. Rept. Ins. Fish. Biol., N.T.U., 1(3): 42-47. pls. 1-8.
- Ho, Y. S., C. M. Chen, S. C. Shih and W. Y. Chen (2006) Spawning behavior and larval rearing of the pink clownfish (*Amphipron perideraion*). J. Taiwan Fish. Res., 14(2): 57-67.
- Li, F. H. (1983) Studies on the cephalopod fauna of the Taiwan Strait. Taiwan Strait, 2(1): 103-109.
- Lu, C. C. (1998) Diversity of cephalopoda from the waters around Taiwan. Phuket Mar. Biol. Cent. Spec. Publ., 18(2): 331-340.
- Lu, C. C. and J. U. Phillips (1985) An annotated checklist of the cephalopoda from Australian waters. Occ. Pap. Mus. Vict., 2: 21-36.
- McConathy, D. A., R. T. Hanlon, and R. F. Hixon (1980) Chromatophore arrangements of hatchling loliginid squid (cephalopoda, myopsida). Malacologia, 19(2): 279-288.
- Natsukari, Y. (1970) Egg-laying behavior, embryonic development and hatched larva of the pygmy cuttlefish, *Idiosepius pygmaeus paradoxus* Ortmann. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ., 15-29.
- Ogawa, Y. and H. Yamada (1983) Distributions of *Loligo edulis* in a shelf region of the southwestern Japan Sea. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., 44:1-8.
- Reverberi, G. (1971) Experimental embryology of marine and fresh-water invertebrate. North-Holland Publ. Co., Amsterdam London, 311 pp.
- Sasaki, M. (1929) A monograph of the dibranchiate cephalopods of the Japanese and adjacent waters. J. Coll. Agric. Hokkaido Imp. Univ., 20: 1-357.
- Segawa, S. (1987) Life history of the oval squid, *Sepioteuthis lessoniana* in Kominato and adjacent waters central Honshu, Japan. J. Tokyo Univ. Fish., 74(2): 67-105.
- Suzuki, S. and A. Kuwahara (1981) Some morphological aspects of squid *Loligo edulis* budo in the sea off Kyoto Prefecture. Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr., 39: 1-6.
- Sweeney, M. J., C. F. E. Roper, K. M. Mangold, M. R. Clark, and S. v. Boletzky (1992) "Larval" and juvenile Cephalopods: A manual for their identification. Smithsonian. Contrib. Zool., 513: 37-53.
- Tung, I. H. (1977) An artificial key to the squid (Cephalopoda: Teuthidea) of Pescadores Island. Bull. Chin. Malacol. Soc., 4: 5-11.
- Tung, I. H. (1978) A list of decapodous cephalopods in Taiwan. Rept. Ins. Fish. Biol., N.T.U., 3(3):65-67.
- Voss, G. L. and G. R. Williamson (1971) Cephalopods of Hong Kong. Hong Kong Govern. Press, 138 pp.
- Wu, C. C., C. T. Jean and C. L. Kuo (1989) Study on Cephalopoda and Crustacea in the northern waters of Taiwan. Bull. Taiwan Fish. Res. Ins., 46:35-51.

Observation on the Embryonic and Larval Development of the Swordtip Squid, *Uroteuthis (Photololigo) edulis*

Chuan-Chen Wu^{1*} and Fu-Shen Tseng²

¹Marine Fishery Division, Fisheries Research Institute

²Aquaculture Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Swordtip squid, *Uroteuthis (Photololigo) edulis* was caught from waters off the northern coast of Taiwan. Spontaneous spawning occurred in the tank. The egg capsules were collected and transferred to laboratory and were incubated in a flask with aeration. About 50 minutes after egg laid embryonic development was started and recorded at regular intervals. One capsule was removed from the cluster and maintained in a Petri dish. The capsule is soft, milky color and cylinder in shape. Eggs are one by one in line arranged spirally clock-wise from base to distal, and each capsule usually contains 33 to 285 eggs. The number of eggs increased with the size of capsule. The egg is normally ovoid, but abnormal ones are in pear shape. Duration of hatching ranged from 218 to 242 hours at the water temperature between 25.1 and 26.4 °C and in salinity 32.5 psu. The size of the hatchlings were 3.00 to 3.45 mm in mantle length. Absorption of the external yolk sac was finished just after hatching. Hatchlings were aggregating on the surface with positive phototaxis. They swam agilely with capability of inking. Based on the observation, reproduction of the swordtip squid has evolved more advance and effectively. This feature can be applied to squid resource preservation.

Key words: embryonic development, juvenile behavior, swordtip squid, *Uroteuthis (Photololigo) edulis*

*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101 ext. 2416; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: ccwu@mail.tfrin.gov.tw