

## 條石鯛胚胎發育與育苗研究

江玉瑛·吳雅琪·何源興\*·鄭明忠·陳文義

行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

### 摘 要

本研究旨在探討條石鯛 (*Oplegnathus fasciatus*) 之繁殖技術開發。利用深層海水調控水溫，順利誘發條石鯛種魚自然產卵。受精卵為分離、球形之浮性透明卵，平均卵徑為  $0.86 \pm 0.05$  mm；平均油球徑為  $0.12 \pm 0.01$  mm，受精卵在水溫  $24 \pm 1$  °C 下，約 25 h 孵化，剛孵化之魚苗平均全長為  $2.93 \pm 0.02$  mm。第 3 日齡仔魚平均全長為  $3.16 \pm 0.12$  mm，開始投餵小型輪蟲，並添加微藻來穩定水質及滋養輪蟲。第 7 日齡平均全長為  $3.94 \pm 0.14$  mm，此時仔魚攝食能力增強，可混投橈足類，同時餌料生物之提供應該注意各種餌料必須重疊使用。第 23 日齡仔魚平均全長為  $7.64 \pm 1.33$  mm，此時已可以接受人工飼料。第 40 日齡幼魚平均全長為  $33.58 \pm 6.28$  mm，此時之體色及斑紋已與成魚一致。

關鍵詞：條石鯛、深層海水、初期發育、育苗

### 前 言

條石鯛 (Rock porgy, *Oplegnathus fasciatus*) 分類屬石鯛科 (Oplegnathidae)、石鯛屬 (*Oplegnathus*) 之魚種，全世界計 1 屬 7 種 (Nelson, 2006)，臺灣海域有本種及斑石鯛 (*O. punctatus*) 二種，主要分布於日本至夏威夷海域，包括臺灣南部、北部及東北部海域 (臺灣魚類資料庫, 2013)。喜棲息於熱帶、亞熱帶珊瑚礁、沿岸礁岩、海底洞穴及潮池等水深 1 ~ 10 m 海域 (Mundy, 2005)。條石鯛體側扁，體高，眼小；吻長吻端尖；口裂小而開於吻端，呈水平位；兩頷癒合成鸚鵡狀而無齒；體被微小櫛鱗；體背側黃褐色；體側具 7 條黑色寬橫帶，胸、腹鰭均黑色；其餘各鰭均具黑緣等特徵 (沈與吳, 2011)。

在臺灣海域條石鯛雖有分布但野外捕獲量非常稀少，主要漁法為底拖網、延繩釣及手釣等，無明顯盛漁期 (臺灣魚類資料庫, 2013)。本種油脂

豐美、肉質細緻，深受消費者的喜愛，因此有「夢幻之魚」的稱號 (吳與賴, 2006)，市場上常有供不應求的情形，售價超過 1,000 元/臺斤，屬高經濟價值魚種 (黃, 2011)。成魚除了可供食用之外，在幼魚期體色金黃配合黑色橫紋，全身散發強烈對比色彩，群游時更顯洵瀾，尤其牠具有溫馴、容易飼養與飼主互動性高之特性，被認為是魚類中智力相當高的魚種 (常等, 2005)，在海水觀賞魚市場中也深受玩家喜愛，故相當具有開發潛力。臺灣地處亞熱帶，夏季水溫較高不利於條石鯛之繁養殖，因此本研究利用深層海水調控種魚養殖水溫，以達條石鯛種魚自然產卵之目的，並觀察條石鯛之生殖行為、胚胎發育及仔稚魚培育等，以期建立條石鯛之繁殖技術。

### 材料與方法

#### 一、種魚培育與產卵

本研究所用條石鯛種魚係於 2012 年 12 月自國立臺灣海洋大學水產養殖系及坊間養殖場引進，種魚年齡為 2 ~ 3 齡，總計 31 尾，經 OTC

\*通訊作者 / 臺東縣成功鎮五權路 22 號; TEL: (089) 850-090 轉 401; FAX: (089) 850-092; E-mail: yshu@mail.tfrin.gov.tw

殺菌及三氯仿驅蟲防疫後，移至本所東部海洋生物研究中心水產生物種原庫，飼育於 12 ton 圓型 FRP 培育槽；每日以南極蝦 (*Euphausia superba*)、正鱈 (*Katsuwonus pelamis*)、南魷 (*Sthenoteuthis oualaniensis*) 及生鮮牡蠣等混合投餵 1 ~ 2 次；飼育海水為混合 637 m 回溫之深層海水及 57 m 之表層海水，水溫維持在 23 ~ 25 °C，鹽度範圍在 33 ~ 35 psu；養殖水槽上面之屋頂部設有玻璃採光罩，平日以蘭花網遮蓋池面約 70% 面積。

種魚因不適而死亡者立即進行解剖及鏡檢，以了解種魚致死原因，並記錄種魚性別、生殖腺發育情形及測量體重、全長等資料。魚體重與全長之關係，套用指數關係 (power relationship) 並以 Excel 統計軟體估算乘冪迴歸關係式，以了解條石鯛雌雄魚全長與體重之關係。

## 二、受精卵與胚胎發育

以電子式溫度記錄器記錄種魚培育槽之水溫變化，並於繁殖季節觀察種魚產卵時間、週期及產卵行為。條石鯛產卵期間每日下午於培育槽溢水口架設 80 目之手抄網收集受精卵，利用表層海水進行洗卵作業，經 32 目之手抄網除去雜質後以水瓢帶動水流產生漩渦，靜置 15 分鐘讓死卵沈於底部，受精卵會浮於中、上水層，以底部開關排出死卵，將受精與未受精卵分別收集稱重，以了解種魚之產卵量及受精率。接著取出約 500 粒受精卵置入 3 L 燒杯中，利用電子式加溫器溫控於  $24 \pm 1$  °C 及  $28 \pm 1$  °C 下，以塑膠吸管吸取受精卵至凹槽玻片上，使用 20 倍解剖顯微鏡 (OLYMPUS SZX-10)，測量 30 粒受精卵之卵徑及油球徑，定時採集受精卵在光學顯微鏡 (OLYMPUS BX-41) 下拍攝受精卵胚胎發育之過程，並記錄時間、水溫與胚胎發育之關係，直至受精卵完全孵化。

## 三、仔魚形態變化與形質測量

將約 50,000 粒受精卵置入 1.8 ton 方型之 FRP 培育槽 (內徑為 2 m × 1.2 m × 0.8 m)，以電子式加溫器溫控於  $28 \pm 1$  °C，鹽度保持在  $33 \pm 1$  psu 待受精卵孵化。仔魚孵化後 65 h 內開始投餵

輪蟲 (*Brachionus plicatilis*) 作為魚苗開口餌料生物，輪蟲投餵期間 (孵化後第 3 ~ 15 天) 之仔魚培育採止水式，以滴流方式添加周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) 穩定水質，水中透明度維持在 50 ~ 60 cm；第 7 日齡以後開始兼投橈足類 (copepod) 並與輪蟲一起投放，每日更換海水 200 ~ 250 L；第 23 日齡後給予微粒沉性飼料馴餌，每日下午抽底一次。試驗期間每日採樣 6 尾仔魚以立體顯微鏡拍攝仔稚魚之鰭部、體態與體色等成長過程之外形變化，並利用生物解剖顯微鏡搭配數位影像測量分析軟體 (NIS-Elements D 2.30, Nikon)，進行全長 (total length, TL)、標準體長 (standard length, SL)、頭長 (head length, HL)、吻長 (snout length, SnL)、眼徑 (eye diameter, ED)、口徑 (mouth gape, MG)、肛門前長 (preanal length, PAL)、體高 (body depth at pectoral-fin base, BDP) 等各部位形質測量，測量結束後將標本固定於 75% 酒精中，以利後續研究進行。

## 結 果

### 一、種魚培育與產卵

未成熟之條石鯛，無法經由外觀或斑紋辨別雌雄，惟在繁殖季節時，可以發現成熟的雄魚由吻端延伸至胸鰭後緣，會有明顯的黑色斑紋分佈 (Fig. 1)，且吻部顏色變深黑色，可作為辨別性別之依據。黃昏時，雄魚會不時追逐其中一尾腹部稍膨脹且無體色變化之雌魚，若水面開始出現泡沫時，就表示已有產卵跡象。

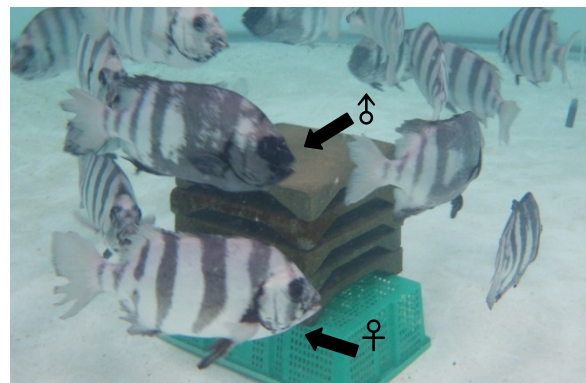
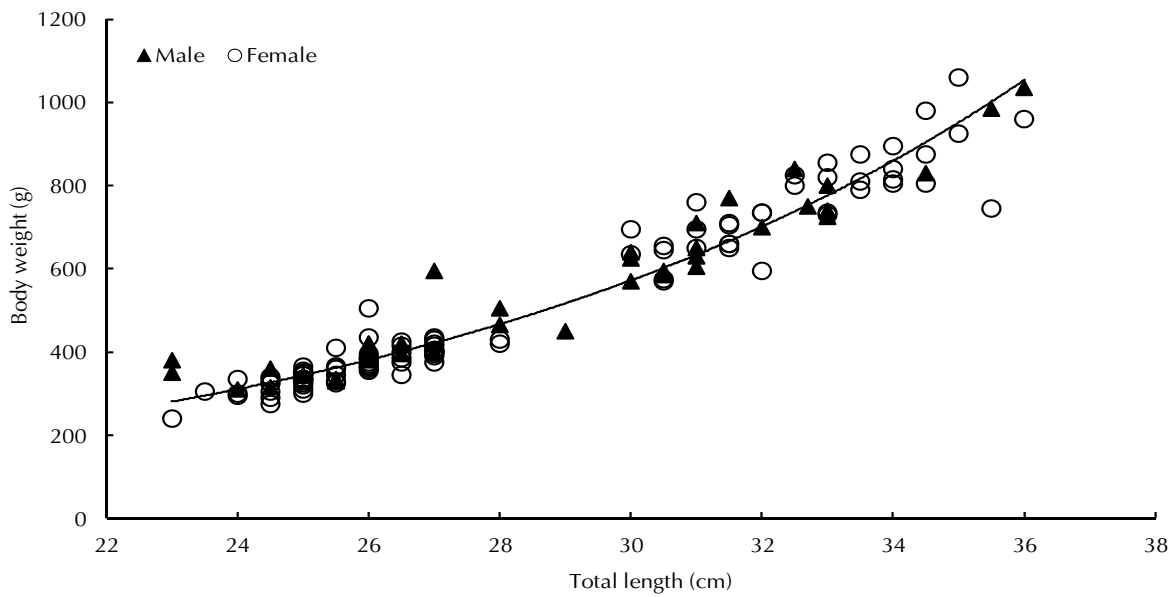


Fig. 1 Boodstock of *Oplegnathus fasciatus*.



**Fig. 2** The relationship between total length (cm) and body weight (g) values of male and female of *Oplegnathus fasciatus*. L = total length, W = body weight, sample size n = 146.

**Table 1** The body weight and total length values of *Oplegnathus fasciatus*

Sexuality	Male	Female
Number	39	107
Weight (g)		
Mean	556.28 ± 195.96 <sup>a</sup>	501.96 ± 206.42 <sup>a</sup>
Maximum	1035	1046
Minimum	310	240
Length (mm)		
Mean	28.85 ± 3.56 <sup>a</sup>	28.07 ± 3.56 <sup>a</sup>
Maximum	36	36
Minimum	23	23

Data (mean ± S.E.) with different letters represent significant differences among treatments at the same time ( $p < 0.05$ )

試驗期間取得樣本 146 尾，經過解剖觀察生殖腺以判斷性別，結果樣本中，雄魚有 39 尾，雌魚有 107 尾。雄、雌魚之平均全長分別為  $28.85 \pm 3.56$  cm (範圍 23 ~ 36 cm) 及  $28.07 \pm 3.56$  cm (23 ~ 36 cm)，平均體重分別為  $556.28 \pm 195.96$  g (310 ~ 1035 g) 及  $501.96 \pm 206.42$  g (240 ~ 1046 g)。經統計分析得知雌雄之體重、體長並無顯著差異，雄魚平均體重略大於雌魚，如 Table 1 所示。

Figure 2 所示為條石鯛雄魚及雌魚之全長 (L) 與體重 (W) 關係，其關係式如下：

$$W = 2.59^{-2} L^{2.9475}, R^2 = 0.9436, \text{取樣數 } n = 146.$$

## 二、受精卵與胚胎發育

Figure 3 與 Fig. 4 為條石鯛產卵次數、產卵量與水溫之關係。在 4 月水溫為  $24.75 \pm 0.75$  °C 時種魚開始產卵，合計產卵天數為 26 天，收集受精卵約 4,770 g 及未受精卵 1,520 g，平均受精率為 75.83%；5 月水溫為  $23.48 \pm 1.12$  °C，每日皆有產卵 (31 天)，收集受精卵 7,065 g 及未受精卵 1,695 g，平均受精率為 80.65%；6 月水溫為  $23 \pm 1.16$  °C，產卵天數為 27 天，收集受精卵 2,530 g 及未受精卵 755 g，平均受精率為 77.02%；7 月水溫為  $23.18 \pm 1.61$  °C，產卵天數為 22 天，收集受精卵 3,005 g 及未受精卵 1,025 g，平均受精率為 78.36%；8 月水溫為  $24.18 \pm 1.08$  °C，產卵天數為 5 天，收集受精卵 350 g 及未受精卵 55 g，平均受精率為 86.42%。以上之產卵記錄顯示，在產卵季節 4 ~ 8 月，5 月份產卵天數最多為 31 天，每天皆可撈獲受精卵，其次是 4 及 6 月份的 26 及 27 天；總產卵量以 5 月份之 8,760 g 最多，其次是 4 月份的 6,290 g；受精率以 8 月份之 86.42% 最高，其次是 5 月份的 80.65%。

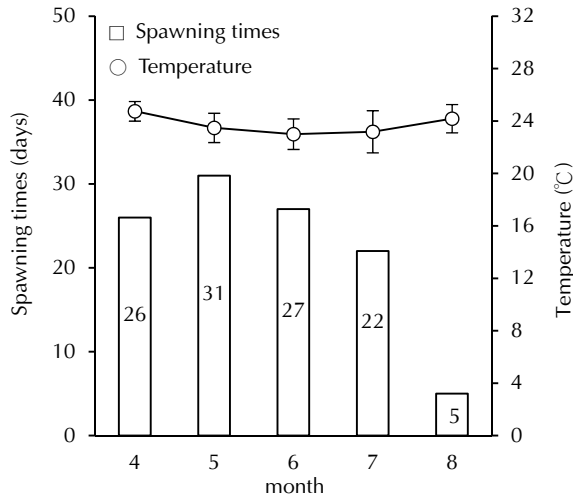


Fig. 3 The monthly variation of water temperature and days of spawning of *Oplegnathus fasciatus*.

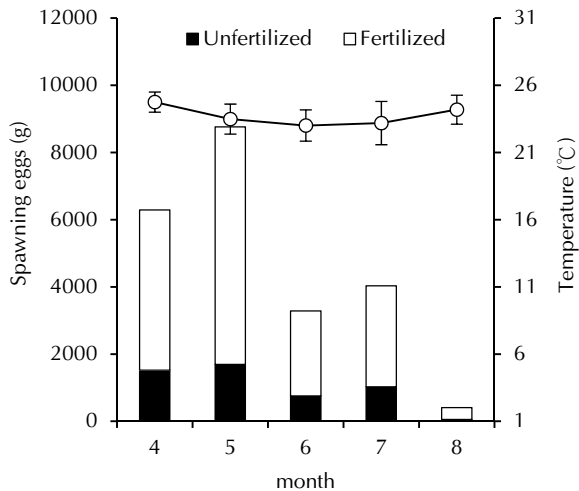


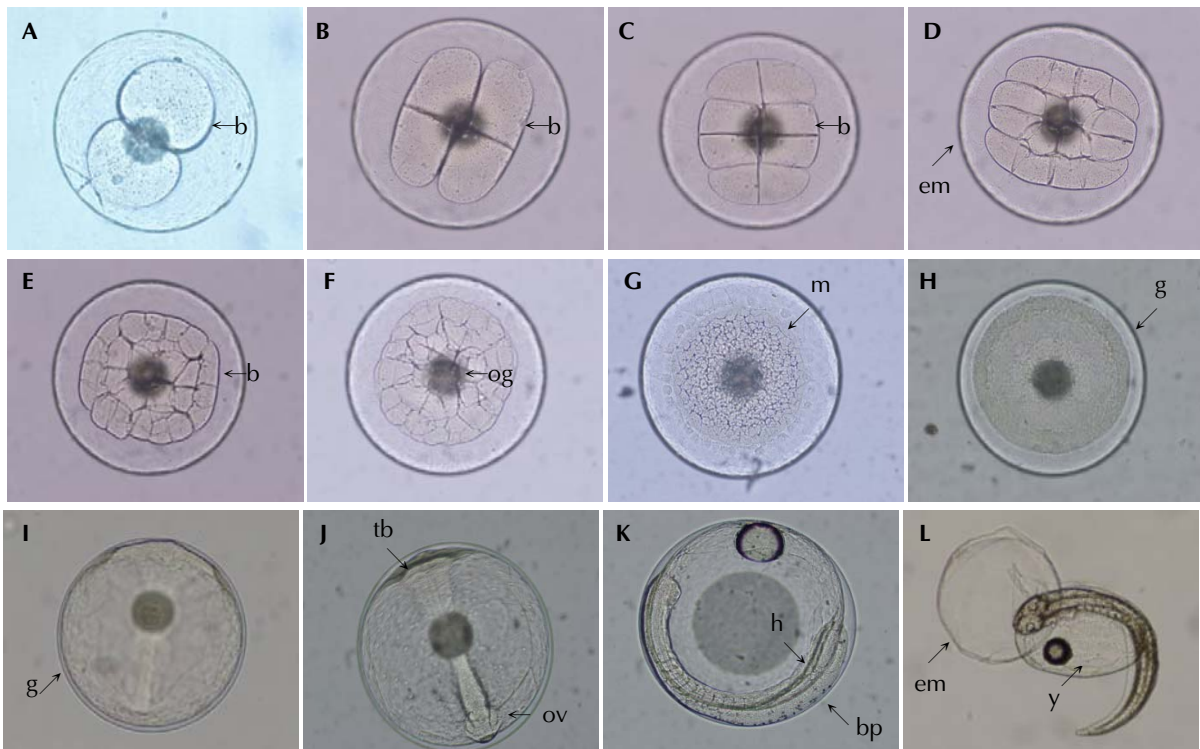
Fig. 4 The monthly variation of water temperature and egg production of *Oplegnathus fasciatus*.

條石鯛受精卵為分離、球形及浮性之透明卵，多量受精卵聚集時，顏色顯示為淡黃色，受精卵平均卵徑為  $0.86 \pm 0.05$  mm，具單一油球，油球平均直徑為  $0.12 \pm 0.01$  mm。受精卵之胚胎發育過程如 Table 2 及 Fig. 5 所示，在水溫  $24 \pm 1$  °C，鹽度 33 psu 下，受精後 20 min 為 2 細胞期 (Fig. 5A)；40 min 為 4 細胞期 (Fig. 5B)；1 h 10 min 為 8 細胞期 (Fig. 5C)；1 h 45 min 為 16 細胞期 (Fig. 5D)；2 h 25 min 為 32 細胞期 (Fig. 5E)；3 h 15 min 為 64 細胞期 (Fig. 5F)；6 h 50 min 為桑實期 (Morula stage; Fig. 5G)；10 h 15 min 為囊胚期 (Blastula stage; Fig. 5H)；12 h 30 min 胚體形成 (Fig. 5I)；15 h 20 min 可發現眼胞內晶體

形成並可發現尾芽形成 (Fig. 5J)；18 h 30 min 胚體上已出現色素胞 (Fig. 5K)；22 h 30 min 可見心臟搏動；25 h 仔魚突破卵膜 (Fig. 5L) 順利孵化，剛孵化之仔魚平均全長為  $2.85 \pm 0.10$  mm，仔魚體呈透明狀，軀幹部有黑色素分佈，此時仔魚具卵黃囊懸浮性於中上水層。若將水溫控制在  $28 \pm 1$  °C 鹽度 33 psu 下時，仔魚孵化時間為 19 h，較水溫在  $24 \pm 1$  °C 時仔魚可提前 6 h 孵化。

### 三、仔魚形態變化與形質測量

條石鯛仔稚魚形態變化及餌料投餵程序過程如 Fig. 6 及 Fig. 7 所示，孵化之仔魚 (Fig. 6A) 平均全長為  $2.93 \pm 0.10$  mm，仔魚體呈透明狀，軀幹部有黑色素分佈，測量腹部卵黃長徑為 1.43 mm，油球徑為 0.12 mm，此時仔魚具卵黃囊並懸浮於中上水層；第 2 日齡之仔魚 (Fig. 6B) 平均全長為  $3.14 \pm 0.10$  mm，鰭部呈現透明，眼部色素尚未形成，卵黃囊已吸收測量腹部卵黃長徑為 0.45 mm，油球徑為 0.10 mm；第 3 日齡之仔魚平均全長為  $3.16 \pm 0.12$  mm，此時卵黃囊已消失殆盡，可明顯發現開口及腸道已暢通、眼部及軀幹處黑色素開始擴散，測量開口口徑為 239  $\mu$ m，以 200 目的浮游生物網，篩選出大小為 90 ~ 120  $\mu$ m 之輪蟲，作為仔魚之初期餌料生物，輪蟲投餵密度為 5 ~ 10 隻/ml；第 4 日齡仔魚 (Fig. 6C) 平均全長為  $3.23 \pm 0.13$  mm，順利過料的仔魚發現胃內已有輪蟲殘片；第 7 日齡之仔魚 (Fig. 6D) 平均全長為  $3.94 \pm 0.14$  mm 此時仔魚活動力強，對外物接近反應靈敏且會在培育槽角落群聚，測量其口徑約為 334  $\mu$ m，可混投 150 目浮游生物網篩選大型輪蟲及橈足類幼生供攝食；第 10 日齡 (Fig. 6E) 平均全長為  $4.17 \pm 0.16$  mm，可發現黃色色素擴散於頭及腹部外側，尾部鰭膜進入內縮前期；第 15 日齡 (Fig. 6F) 平均全長為  $4.97 \pm 0.38$  mm，口徑大幅增加為 436  $\mu$ m，牙基形成仔魚攝食能力增強，可混投大型橈足類，部份仔魚尾部下尾骨已準備發育出鰭條，仔魚游泳能力增強，有明顯弓尾攝食動作，鰭條發育可提高游泳及捕食效率；第 20 日齡 (Fig. 6G) 平均全長為  $7.00 \pm 0.93$  mm，此時已進入尾骨上彎期，背、臀鰭鰭條出現；第 23 日齡 (Fig. 6H) 平均全長為  $7.64 \pm 1.33$  mm，頭、腹部黑色素細胞擴散，各鰭部獨立



**Fig. 5** Embryonic development of *Oplegnathus fasciatus* at  $24 \pm 1$  °C. A, 2-cell stage; B, 4-cell stage; C, 8-cell stage; D, 16-cell stage; E, 32-cell stage; F, 64-cell stage; G, Morula stage (m); H, Gastrula stage (g); I, Blastopore shut, and embryo formed; J, Optic vesicles appeared (ov); K, Chromatophore was visible on embryo; L, Hatching. b, blastomeres; bp, body pigment; em, egg membrane; h, heart; og, oil globule; tb, tail-bud; y, yolk.

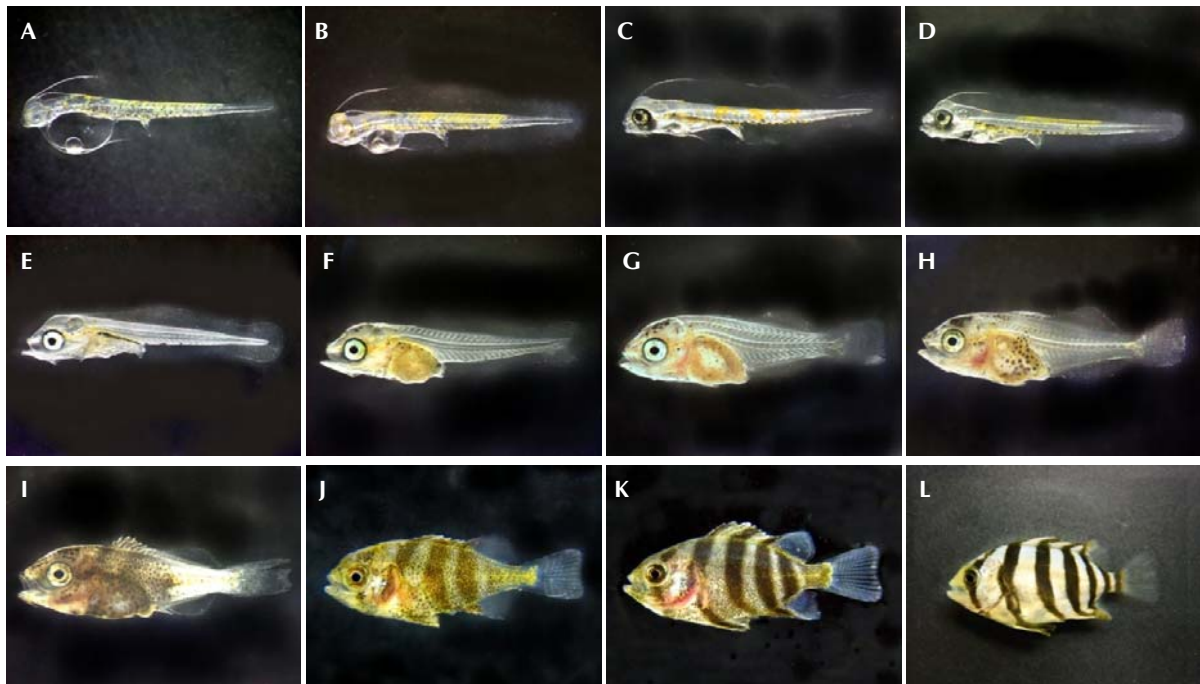
分化，且此時口徑為  $717 \mu\text{m}$ ，已可開始進行人工配合飼料馴餌，觀察發現下尾骨骨板溶合尾部鰭條更發育完整，奇鰭分離為獨立鰭部以提高更高效率的捕食；第 25 日齡 (Fig. 6I) 平均全長為  $8.52 \pm 1.55 \text{ mm}$ ，黃色色素細胞大面積擴散，且轉變為金黃色澤覆蓋全身，並隱約可見 3 條黑色橫帶分布於頭部及軀體；第 27 日齡 (Fig. 6J) 平均全長為  $10.21 \pm 1.96 \text{ mm}$ ，體側黑色橫帶增加為 4 條；第 30 日齡 (Fig. 6K) 平均全長為  $13.70 \pm 3.12 \text{ mm}$ ，體側第 5 條橫帶出現；第 40 日齡 (Fig. 6L) 平均全長為  $33.58 \pm 6.28 \text{ mm}$ ，體側黑色橫帶增加為 7 條，此時仔魚體型及體表之斑紋色澤已與成魚一致。

條石鯛仔魚日齡與各部位測量形質之變化如 Fig. 8 所示，第 1 日齡仔魚平均全長為  $2.93 \pm 0.10 \text{ mm}$ ；平均標準體長  $2.82 \pm 0.09 \text{ mm}$ ；平均頭長  $0.49 \pm 0.02 \text{ mm}$ ；平均眼徑  $0.24 \pm 0.01 \text{ mm}$ ；平均吻長  $0.06 \pm 0.01 \text{ mm}$ ；平均肛門前長  $1.47 \pm 0.02 \text{ mm}$  及平均體高為  $0.39 \pm 0.02 \text{ mm}$ ；第 15 日齡時口徑增加，牙基形成仔魚攝食能力增強，且

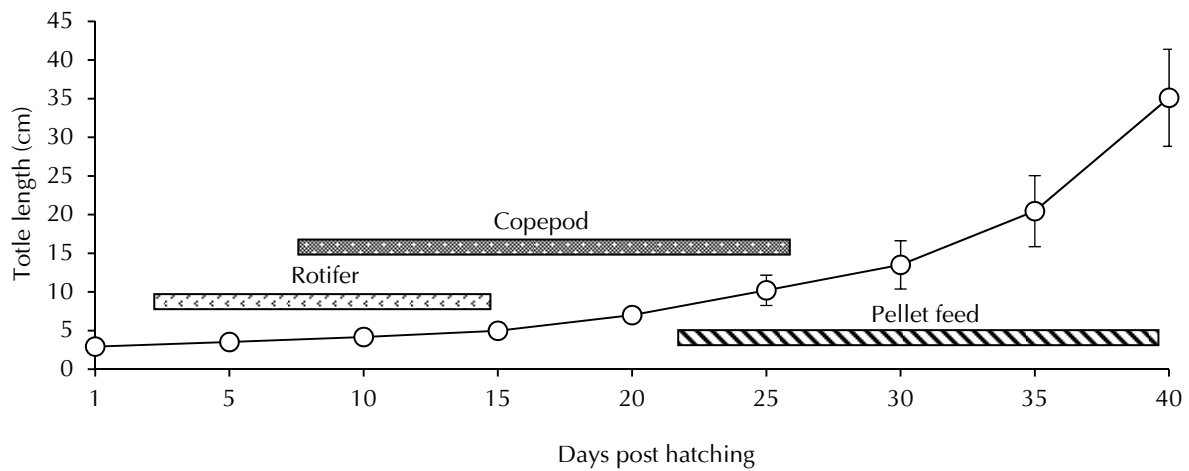
仔魚下尾骨發育出鰭條，代表仔魚游泳能力增強捕食效率也提升，量測其形質平均全長為  $4.97 \pm 0.38 \text{ mm}$ 、平均體長為  $4.66 \pm 0.39 \text{ mm}$ 、平均眼徑及平均體高分別為  $2.47 \pm 0.09 \text{ mm}$  及  $1.00 \pm 0.12 \text{ mm}$ ，第 20 日下尾骨鰭條已開始分化，平均全長為  $7.00 \pm 0.93 \text{ mm}$ ，而平均體長為  $6.28 \pm 0.62 \text{ mm}$ ；第 30 日後平均全長為  $13.70 \pm 3.12 \text{ mm}$ ；第 40 日後進入稚魚期，平均全長為  $33.58 \pm 6.28 \text{ mm}$ ，是第 1 日齡全長之 11.46 倍，此時其體色及斑紋已與成魚一致。

## 討 論

條石鯛屬亞熱帶肉食性物種，在亞洲地區是屬高經濟價值之魚種。本研究利用生鮮餌料多樣性之投餵，在控溫深層海水環境下可讓其自然產卵，不需腦下垂體及純化的激素刺激，達到人工繁殖之目的，建立海水魚繁殖新模式可作為產業量產海水魚類種苗之參考。



**Fig. 6** The morphological changes of the *Oplegnathus fasciatus* at the larval and fry stage. A, Newly-hatched larva,  $2.93 \pm 0.10$  mm in TL (total length) and  $1.43 \pm 0.15$  mm for yolk length,  $0.19 \pm 0.05$  mm for oil globule; B, 2 DPH,  $3.14 \pm 0.10$  mm in total length and  $0.70$  mm for yolk length,  $0.12$  mm for oil globule; C, 4 DPH,  $3.23 \pm 0.13$  mm in total length; D, 7 DPH,  $3.94 \pm 0.14$  mm in total length; E, 10 DPH,  $4.17 \pm 0.16$  mm in total length; F, 15 DPH,  $4.97 \pm 0.38$  mm in total length; G, 20 DPH,  $7.00 \pm 0.93$  mm in total length; H, 23 DPH,  $7.64 \pm 1.33$  mm in total length; I, 25 DPH,  $8.52 \pm 1.55$  mm in total length; J, 27 DPH,  $10.21 \pm 1.96$  mm in total length; K, 30 DPH,  $13.70 \pm 3.12$  mm; L, 40 DPH,  $33.58 \pm 6.28$  mm in total length.

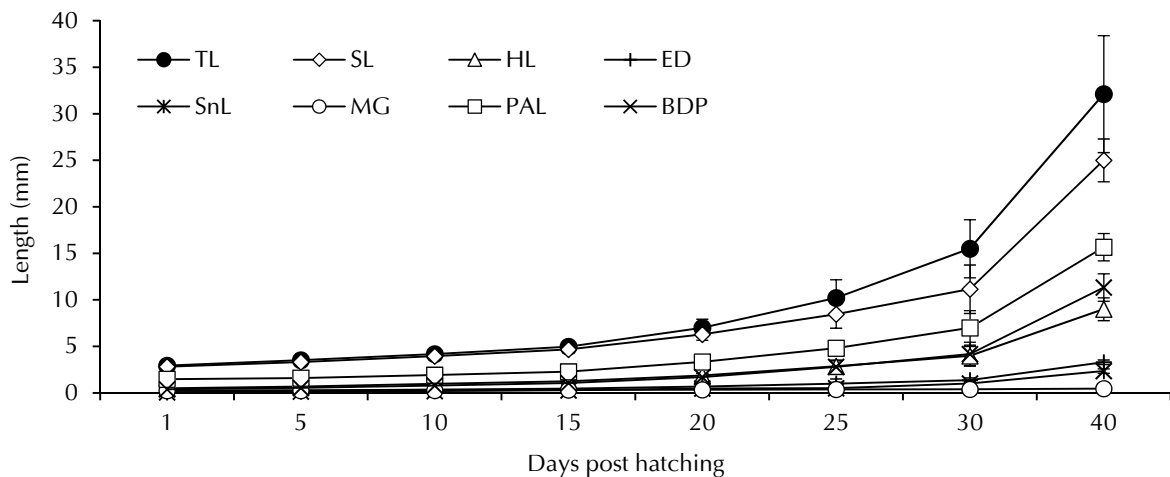


**Fig. 7** Feed supply scheme in larval rearing of *Oplegnathus fasciatus*.

朱 (2013) 觀察條石鯛在自然環境下，喜歡棲息在水溫較低的中高緯度，懼怕高溫。在本研究之養殖過程中發現，即便使用尚未回溫的深層海水 ( $9 \sim 12^\circ\text{C}$ ) 採流水式養殖，亦可攝食及成長，若在夏天水溫超過  $28^\circ\text{C}$  環境下，則體色變黑、懶散、食慾不振，甚至死亡。本研究亦發現緩慢

調控水溫使其逐漸適應夏季水溫，則可將耐熱溫度提高到約  $30^\circ\text{C}$  左右。

朱 (2001) 指出，雖有許多例外，大部份溫帶性魚類的產卵期在春、夏之間，而寒帶性魚類則在晚秋、冬之間，至於熱帶性魚類則在夏季產卵者為多。飼育魚可藉水溫及光線照射時間的調節



**Fig. 8** Morphometric of *Oplegnathus fasciatus* larvae. BDP: body depth at pectoral-fin base; ED: eye diameter; HL: head length; SL: standard length; PAL: predorsal length; SnL: snout length; MG: mouth gape; TL: total length.

改變產卵期；本研究觀察發現溫帶性魚類之條石鯛種魚在春、夏之間的 4 ~ 8 月份產卵，整個 5 月份每天皆出現產卵行為，8 月下旬雖然水溫調控於最適產卵之 23 ~ 25 °C，鹽度 33 ~ 35 psu，但產卵期並未發現有延長之現象。何等 (2013) 將擬刺尾鯛 (*Paracanthurus hepatus*) 種魚飼育於室內 FRP 水槽內，在自然採光且不控制水溫下，於 5 ~ 10 月產卵，觀察發現當水槽水溫高於 25 °C 以上時，產卵行為隨即展開，並持續至秋末，當水溫下降至 25 °C 以下時隨即終止產卵，但發現在初春時利用加溫設施將水溫提高至 25 °C 以上時，種魚會在 2 星期內出現產卵行為。故擬以人為方式調控條石鯛產卵，除了進行水溫及光週期控制外，是否還需配合其他管理上之調控，則有待進一步研究。

本研究 2013 年 4 ~ 8 月，條石鯛產卵期間平均受精率為  $79.66 \pm 4.18\%$ ，比較同為自然產卵之無齒鰻平均受精率為  $92.2 \pm 5.8\%$  (何等, 2011) 來的低，但卻比利用純化激素催熟之短鰭黃鰻鰻平均受精率介於 55 ~ 75% (何等, 2005) 及紅甘鰻 (*Seriola dumerili*) 上浮卵比率 50.25% (林等, 1997) 來的好，可見自然產卵較人工催熟產卵之受精率為佳，同時也證明人工催熟之卵質較不如自然產卵之卵質。

條石鯛受精卵為分離、球形及浮性之透明卵，受精卵平均卵徑為  $0.86 \pm 0.05$  mm，具單一油球，油球平均直徑為  $0.12 \pm 0.01$  mm，與常等 (2005) 利用人工催熟條石鯛，在產卵水溫 23 ~ 24 °C 下，

測得卵徑為 0.90 ~ 0.95 mm，及珊瑚礁魚類如藍帶荷包魚 (*Chaetodontoplus sepevtrionalis*) (0.80 ~ 0.88 mm) (Leu *et al.* 2013) 平均卵徑相近，但與洄游性鰻科魚類，如短鰭黃鰻鰻 (卵徑為 1.00 ~ 1.05 mm) (何等, 2005)、無齒鰻 ( $0.91 \pm 0.06$  mm) (何等, 2011) 及紅甘鰻 (1.033 ~ 1.146 mm) (林等, 1997) 等來得小；另，比珊瑚礁魚類如石鱸科 (Haemulidae) 之花尾胡椒鯛 (*Plectorhinchus cinctus*) (卵徑 0.78 ~ 0.82 mm) (Chang, 1997)、條斑胡椒鯛 (*P. vittatus*) (0.76 ~ 0.83 mm) (Leu *et al.*, 2012)；笛鯛科 (Lutjanidae) 之銀紋笛鯛 (*Lutjanus argentimaculatus*) (0.74 ~ 0.81 mm) (Leu *et al.*, 2003)、海雞母笛鯛 (*L. rivulatus*) (0.72 ~ 0.74 mm) (Senoo *et al.*, 2002)、巴西笛鯛 (*L. cyanopterus*) (0.75 ~ 0.78 mm) (Heyman *et al.*, 2005)、黑星笛鯛 (*L. russellii*) (0.71 ~ 0.84 mm) (Leu and Liou, 2013) 以及蓋刺魚科 (Pomacanthidae) 之疊波蓋刺魚 (*Pomacanthus semicircularis*) ( $0.61 \pm 0.03$  mm) (Leu *et al.*, 2009)、模里西斯刺尻魚 (*Centropyge debelius*) (0.71 mm) (Baensch and Tamaru, 2009) 等魚類之平均卵徑還大 10% 左右。

條石鯛受精卵在水溫  $24 \pm 1$  °C 下，經 25 h 孵化，而在水溫  $28 \pm 1$  °C 下僅需 19 h 孵化。何等 (2013) 發現在擬刺尾鯛亦有相同之情形，在夏季水溫  $31 \pm 1$  °C 下，受精卵孵化所需時間為 16 h 20 min，而在春秋兩季水溫  $25 \pm 1$  °C 下，受精卵孵化所需時間為 25 h。故若將條石鯛提高孵化水溫之方式，似乎可以將仔魚孵化時間提前，且不

影響仔魚孵化率。劉等 (2010) 研究指出, 條石鯛受精卵在 22.2 ~ 28.0 °C 孵化率最高, 但在 26.3 ~ 28.0 °C 下, 卵黃期仔魚畸形率及死亡率也較高, 所以 22.2 ~ 24.1 °C 是條石鯛的最佳孵化溫度。葉等 (1998) 指出, 溫度影響胚胎酵素之活性, 過高或過低之溫度會抑制和降低酵素活性, 適溫範圍內在酵素作用下受精卵才得孵化, 並直接影響孵化時間的長短。呂 (1992) 研究發現, 紅甘鯨在水溫 23.1 ~ 23.7 °C 時, 受精卵經 35 h 15 min 孵化, 但在水溫 20.6 ~ 22.2 °C 時則孵化時間延長至 43 ~ 52 h; 黃等 (1986) 在鮭形石斑也有類似的觀察, 在水溫 22.2 ~ 25.6 °C 時, 經 27 h 10 min 孵化, 但水溫在 30 °C 時, 則僅需 19 h 30 min 即可孵化, 可見水溫高低與孵化時間呈負相關。

條石鯛仔魚孵化後具有較大的卵黃囊與油球, 因為剛孵化的仔魚吻部、眼睛及攝食骨骼皆尚未發育完成, 不具有攝食能力, 而卵黃囊與油球為其內因性營養的來源, 隨著攝食及消化器官的發育, 卵黃囊與油球消耗殆盡時, 仔魚開始有攝食行為, 轉由外因性攝食以提供仔魚所需能量 (Williams *et al.*, 2004; Olivotto, 2005)。條石鯛攝食及避敵的能力增加可增強對環境之適應及增加自己活存的機會, 同時魚苗剛開口時提供近似本身卵黃囊營養份組成的餌料生物, 有利於仔魚的吸收, 將可提高魚苗活存率 (Tocher and Sargent, 1984; Heming and Buddington, 1988), 因此, 考慮餌料對仔魚適口性及營養性, 在初期餌料的選擇是相當重要的因素。張與謝 (1997) 表示適合作為海水魚仔魚的餌料粒徑大小, 最好為其最大張口寬度的三分之一至一半左右為佳。何等 (2011) 針對洄游性之無齒鯨研究上發現幼魚會在短時間內改變自己的頭部型態以提供更有效率的張口捕食機會, 幼魚的開口口徑會在孵化第 10 日齡後增大至 4 倍。相較條石鯛幼魚第 10 日齡口徑僅增大至 1.54 倍, 仔魚成長型態並無明顯因攝食而快速發育攝食骨骼, 推測生活於礁岩區之條石鯛幼魚, 緩流之沿岸地形、內灣及礁岩, 提供了豐富的餌料生物及多樣性種類, 增加了捕食機會。

浮性卵通常有卵徑較小、卵量較多及孵化時間較短等特性 (朱, 2001), 像條石鯛這種大量生殖模式使下一代有更好的隨機生存機會, 這種特別的生殖型態有學者稱之為散播式生殖 (broadcast

spawning) (Franz and Pierpaolo, 2004), 散播模式可以讓自己的後代得以傳播更廣、更遠以減少競爭, 但相對的, 仔魚開口時間也延長許多。條石鯛仔魚在水溫 28 °C 孵化約 65 h 後開口攝食, 70 h 後可見胃內容物有輪蟲殘片; 裂唇魚 (*Labroides dimidiatus*) 仔魚於水溫 27.3 ± 0.3 °C 孵化, 開口攝食時間約為 72 h (許, 2012); 銀鱗鯧 (*Monodactylus argenteus*) 仔魚於水溫 25.8 ± 0.3 °C 孵化, 開口攝食時間為 48 h (李, 2011)。

至於黏性卵則具卵徑較大、卵量較少及孵化時間較長等特性, 例如珊瑚礁雀鯛科魚類之棘頰海葵魚 (江等, 2012), 受精卵孵化所需時間約 6 ~ 8 天, 剛孵化之仔魚的口器、消化道完整, 卵黃囊已消失殆盡, 因此可以很快攝食餌料生物, 仔魚孵化後 8 h 可發現胃內有輪蟲存在, 而藍刻齒雀鯛在孵化後 12 h 胃內發現纖毛蟲 (鄭等, 2008)。以上比較可見雀鯛科魚類與條石鯛仔魚初次攝食時間相差 60 h 左右, 因此投餵時機掌握與否可能是造成育苗成敗之重要關鍵。

## 參考文獻

- 朱祥海 (2001) 發生和變態. 魚類學, 222-249.
- 朱嘉安 (2013) 海洋深層水繁殖冷水性條石鯛之成果分享. 臺肥季刊, 54(2): 9-12.
- 江玉瑛、鄭明忠、何源興、陳文義 (2012) 棘頰海葵魚之生殖行為及初期發育. 水產研究, 20 (1): 35-49.
- 呂明毅 (1992) 紅甘鯨的種苗生產基礎研究-卵發育與仔稚魚的形態變化. 養魚世界月刊, 5: 85-90.
- 李驊穎 (2011) 銀鱗鯧的胚胎、仔稚魚發育及對氨氮急毒性耐受性之研究. 國立東華海洋生物多樣性及演化研究所碩士論文, 75 pp.
- 沈世傑, 吳高逸 (2011) 臺灣魚類圖鑑. 國立海洋生物博物館, 525 pp.
- 何源興, 陳哲明, 陳文義 (2005) 短鰭黃臘鯨的人工誘導產卵及其初期發育. 水產研究, 13(2): 25-32.
- 何源興, 鄭明忠, 陳文義, 張文炳 (2011) 無齒鯨的初期發育及育苗研究. 水產研究, 19(2): 45-54.
- 何源興, 李沛珊, 鄭明忠, 江玉瑛, 陳文義 (2013) 擬刺尾鯛之人工繁殖. 水產研究, 21(2): 83-95.
- 林金榮, 涂嘉猷, 陳春暉 (1997) 紅甘鯨種魚的池中馴育及誘導產卵試驗. 水產研究, 5(1): 71-79.
- 吳佳瑞, 賴春福 (2006) 菜市場魚圖鑑. 天下遠見出版股份有限公司, 158-159.
- 許筱青 (2011) 裂唇魚 (*Labroides dimidiatus*) 的自然



- 產卵和初期生活史之研究. 國立東華海洋生物多樣性及演化研究所碩士論文, 88 pp.
- 黃熙弼 (2011) 飼料中不同蛋白質與油脂含量對條石鯛幼魚成長及體組成之影響. 國立臺灣海洋大學水產養殖系碩士論文, 84 pp.
- 常抗美, 毛建平, 吳劍峰, 張科杰 (2005) 條石鯛胚胎及仔稚魚的發育. 上海水產大學學報, 14 (4): 401-405.
- 黃丁士, 林金榮, 顏枝麟, 劉繼源, 陳其林 (1986) 鮭形石斑魚之人工繁殖-種魚催熟、採卵及胚胎發育. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 40: 241-258.
- 張賜玲, 謝介士 (1997) 金錢魚 *Scatophagus argus* 的初期發育及育苗研究. 水產研究, 5(1): 41-49.
- 葉星, 潘德博, 許淑英 (1998) 水溫和鹽度對廣東魴胚胎發育的影響. 水產學報, 22 (4): 322-327.
- 臺灣魚類資料庫(2013) <http://fishdb.sinica.edu.tw>
- 鄭明忠, 何源興, 江玉瑛, 施勝中, 陳文義, 張文炳 (2008) 藍刻齒雀鯛之人工繁殖. 水產研究, 16(2): 67-79.
- 劉偉成, 冀德偉, 單樂州, 陳少波, 謝起浪, 周志明, 閔茂倉 (2010) 溫度和鹽度對條石鯛胚胎發育的影響. 水生生態學雜誌, 3(6): 101-104.
- Baensch, F. and C. S. Tamaru (2009) Spawning and development of larvae and juveniles of the rare blue Mauritius angelfish, *Centropyge debelius* (1988), in the hatchery. J. World Aquacul. Soc., 40: 425-439.
- Chang, S. L. (1997) Studies on the early development and larval rearing of three-banded sweetlips *Plectorhynchus cinctus*. J. Taiwan Fish. Res., 5:157-165.
- Franz, L. and P. Pierpaolo (2004) Biochemical egg quality determination in the gilthead seabream, *Sparus aurata*: reproducibility of the method and its application for sharp snout seabream, *Puntazzo puntazzo*. Aquaculture, 237: 433-442.
- Heming, T. A. and R. K. Buddington (1988) Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In Fish Physiology (S. Hoar and D. J. Randall eds), Vol. XIA, 407-446.
- Heyman, W. D., B. K. Jerfve, R. T. Graham, K. L. Rhodes and L. Garbutt (2005) Spawning aggregations of *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier) on the Belize Barrier Reef over a 6 year period. J. Fish Biol., 67: 83-101.
- Leu, M. Y. and C. H. Liou (2013) The larval development of the Russell's snapper, *Lutjanus russellii* (Teleostei: Lutjanidae) reared under laboratory conditions. J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 93: 1695-1701.
- Leu, M. Y., I. H. Chen and L. S. Fang (2003) Natural spawning and rearing of mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*, larvae in captivity. Israeli J. Aquacul. Bamidgeh, 55: 22-30.
- Leu, M. Y., Y. H. Sune and P. J. Meng (2013) First results of larval rearing and development of the bluestriped angelfish *Chaetodontoplus septentrionalis* (Temminck & Schlegel) from hatching through juvenile stage with notes on its potential for aquaculture. Aquacul. Res., 1-14.
- Leu, M. Y., C. H. Liou, W. H. Wang, S. D. Yang and P. J. Meng (2009) Natural spawning, early development, and first feeding of the semicircle angelfish [*Pomacanthus semicirculatus* (Cuvier, 1831)] in captivity. Aquacul. Res., 40: 1019-1030.
- Leu, M. Y., P. J. Meng, K. S. Tew, J. Kuo and C. C. Hung (2012) Spawning and development of larvae and juveniles of the Indian Ocean oriental sweetlips, *Plectorhynchus vittatus* (Linnaeus, 1758), in the Aquarium. J. World Aquacul. Soc., 43: 595-606.
- Mundy, B. C. (2005) Checklist of the fishes of the Hawaiian Archipelago. Bishop Mus. Bull. Zool., (6):1-704.
- Nelson, J. S. (2006) Fishes of the World (4th ed.), John Wiley and Sons, Inc., New Jersey, 601 pp.
- Olivotto, I., A. Zenobi, A. Rollo, B. Migliarini, M. Avella and O. Carnevali (2005) Breeding, rearing and feeding studies in the cleaner goby *Gobiosoma evelynae*. Aquaculture, 250:175-182.
- Senoo, S., A. P. Baidya, R. Shapawi and R. A. Rahman (2002) Egg development of namifuedai, *Lutjanus rivulatus* under rearing conditions. Susanzoshoku, 50: 435-436.
- Tocher, D. R. and J. R. Sargent (1984) Analyses of lipids and fatty acids in ripe roe of some northwest European marine fish. Lipids, 19: 492-499.
- Williams, K., N. Papanikos, R. P. Phelps and J. D. Shardo (2004) Development, growth, and yolk utilization of hatchery reared red snapper *Lutjanus campechanus* larvae. Mar. Ecol. Progressive Ser., 275: 231-239.

## Embryonic Development and Larval Rearing of Rock Porgy, *Oplegnathus fasciatus*

Yu-Ying Jiang, Ya-Chi Wu, Yuan-Shing Ho<sup>\*</sup>, Ming-Jong Cheng and Wen-Yie Chen  
Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

### ABSTRACT

This study was aimed at establishing the artificial propagation techniques of Rock porgy (*Oplegnathus fasciatus*) in Taiwan. Broodstock are induced to spawn with temperature-regulated deep sea water that pumped from a depth of 637 m. The fertilized eggs of the fish are buoyant and semi-transparent, with an average diameter of  $0.86 \pm 0.05$  mm (Mean  $\pm$  SD), and contained a single oil globule which was  $0.12 \pm 0.01$  mm in diameter. These eggs hatched at 25 h after fertilization (Temp. =  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ; sal. = 32 ~ 33 psu). The newly hatched larvae were about  $2.93 \pm 0.02$  mm in total length. The larvae ( $3.61 \pm 0.12$  mm) were fed with rotifers (*Brachionus plicatilis*) from the 3rd day post hatching (DPH). Adding microalgae (*Tetraselmis chui*) can stabilize water quality and nourish rotifers. The 7 DPH fry were about  $3.94 \pm 0.14$  mm in total length, and copepods were used as feeds instead. Two different sizes of live feeds should be applied during the transitional period. The 23 DPH fry were about  $7.64 \pm 1.33$  mm in total length and could be fed pellet diet. The band and color patterns of the 40 DPH juveniles ( $33.58 \pm 6.28$  mm) were similar to those of the adult fish.

**Key words:** *Oplegnathus fasciatus*, deep sea water, embryonic development, larval rearing

---

\*Correspondence: 22 Wu-Chuan Rd., Chengkung, Taitung 961, Taiwan. TEL: (089) 850-090 ext. 401; FAX: (089) 850-092; E-mail: yshu@mail.tfrin.gov.tw