

灰刻齒雀鯛之人工繁殖研究

蔡惠萍^{1*} · 鄭明忠² · 何源興² · 江玉瑛² · 冉繁華³ · 歐慶賢⁴ · 林金榮¹

¹ 行政院農業委員會水產試驗所水產養殖組

² 行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

³ 國立臺灣海洋大學水產養殖學系

⁴ 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘 要

本文主要研究灰刻齒雀鯛 (*Chrysiptera glauca*) 在人工環境下之生殖行為、育苗及其他相關問題，以期建立灰刻齒雀鯛種苗之人工繁殖技術，以因應觀賞魚產業之需求，並減少對天然海域資源的依賴。

研究發現，灰刻齒雀鯛受精卵顏色呈現淡白色至淡黃色之間，為橢圓形、分離之沉性黏著卵，受精卵之平均長徑為 1.18 ± 0.05 mm ($n=30$)；平均短徑為 0.53 ± 0.02 mm；卵黃長徑為 0.68 ± 0.03 mm，內有許多油球，最大油球徑 0.20 ± 0.01 mm。剛孵化之仔魚平均全長為 2.64 ± 0.22 mm ($n=10$)。產卵結束後由雄魚擔任護卵行為。水溫 27.9 ± 0.4 °C 時約 78 h 後開始孵化，所提供之初期餌料生物系列為纖毛蟲 (*Tetrahymena* spp.)、輪蟲 (*Brachionus plicatilis*) 及橈足類 (*Copepodid* spp.)，並添加微藻藉以穩定水質及滋養輪蟲。

受精卵在不同鹽度下之孵化率有顯著差異 ($p \leq 0.05$)，以鹽度 25 psu 之孵化率達 $80.0 \pm 2.58\%$ 為最高，而 0 psu 組則無受精卵孵化。胚胎孵化後之畸形率與鹽度成負相關變化，鹽度在 5 psu 畸形率為 $12.5 \pm 0.75\%$ ，20 ~ 35 psu 則未發現有畸形之仔魚。

關鍵詞：灰刻齒雀鯛、生殖行為、初期發育、育苗

前 言

全球水族資料庫 (Global Marine Aquarium Database, GMAD) 自 2000 年起由聯合國環境計畫署世界保育監測中心 (United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, WCMC) 及美國水族協會 (Marine Aquarium Council, MAC) 等組織收集水族業者貿易資料 (Wabnitz *et al.*, 2003)，顯示海水觀賞魚主要貿易的種類，交易數量前 10 名，除俗稱黃三角倒吊的黃高鰭刺尾鯛 (*Zebrasoma flavescens*) 外，其餘皆為雀鯛科 (Pomacentridae) 小型魚類，且此前十名的

魚種約佔總交易量的 35% 以上。比對其交易量最大的前十名，在世界海水觀賞魚交易的種類方面，無論是進口商或者是出口商，其中雀鯛科魚種幾乎佔了五成以上 (何與林, 2009)。

雀鯛科魚類廣泛分佈於全世界熱帶暖水域中，是珊瑚礁中數量最龐大的魚類，全世界共計 4 亞科 28 屬 348 種 (Allen, 1991; Kuo and Shao, 1991; 沈, 1993; 邵與陳, 2004)。目前臺灣記錄到有 4 亞科 18 屬 102 種，為台灣礁區岸邊常見的珊瑚礁魚類。

多數色彩鮮艷之雀鯛科魚種為熱帶水族箱魚類的寵兒，在台灣近幾年針對雀鯛科海水觀賞魚方面已確立台灣產鞍斑海葵魚 (*Amphiprion polymnus*)、眼斑海葵魚 (*A. ocellaris*)、白條海葵魚 (*A. frenatus*)、克氏海葵魚 (*A. clarkii*) 及粉紅海葵魚 (*A. perideraion*) 等五種海葵魚 (何等, 2007)

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號; TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2462-8138; E-mail: hptsai@mail.tfrin.gov.tw

及藍刻齒雀鯛 (*Chrysiptera cyanea*) (鄭等, 2008) 的繁養殖技術。

灰刻齒雀鯛又稱青金翅雀鯛 (Gray demoiselle, *C. glauca*, Cuvier, 1830), 俗名灰雀, 屬雀鯛科、刻齒雀鯛屬 (*Chrysiptera*) (臺灣魚類資料庫, 2008), 為台灣南部珊瑚礁潮間帶優勢魚種, 但在北部較少見到 (溫, 2002)。本種體色呈淡藍色或亮灰色, 幼魚期有藍條紋在頭部, 此時在水族市場上有藍眼雀鯛的稱號, 之後隨著成長, 體色變成暗藍灰色。灰刻齒雀鯛為中小型的熱帶珊瑚礁觀賞魚類, 具有雜食、活潑、強壯及小型水槽飼育容易等優點, 是深具市場潛力之海水觀賞魚品種。

有鑑於雀鯛科魚類種苗大量生產相關資料與技術有待建立, 因此本研究之目的為建立灰刻齒雀鯛人工繁養殖技術, 包括親魚培育、配對、產卵、產卵護卵行為、受精卵胚胎發育及仔稚魚形態變化觀察、餌料生物運用及種苗培育等技術, 減少對天然海域資源的依賴, 並提供相關技術給產業界, 俾利發展觀賞魚繁養殖相關事業, 增加其產品多樣性的選擇及提昇產值的機會。

材料與方法

一、種魚培育

灰刻齒雀鯛種魚利用手抄網及釣具採集自台灣台東縣三仙台附近之珊瑚礁海域, 種魚數量為 150 尾。

試驗魚放入 FRP 桶後進行消毒檢疫工作, 適應鹽度後, 部份蓄養於室外 360 tons 水泥池中, 並與藍刻齒雀鯛及摩鹿加雀鯛 (*Pomacentrus moluccensis*) 等魚混養, 平日交替以自製軟性飼料及市售粒狀飼料餵食。養殖用水採流水式處理, 每天記錄水溫資料。培育池內放置 26 只具隱避性直徑 10.18 cm PVC 短管, 藉以引誘種魚至此產卵及方便進行採卵作業。

部份種魚飼育於 400 L 壓克力水族箱, 其中置入 4~5 個直徑 5.08 cm 的 PVC 短管, 以提供隱密的棲息所及產卵床, 並於水槽中加設控溫設備, 並使用鹵素燈具照明, 以自動定時器控制每日光照 10 h, 水面照度介於 4,500 ~ 6,000 Lux 間, 水溫維持在 27 ± 1.5 °C, 鹽度為 32 ~ 33 psu, 養殖用水採循環過濾方式處理, 每日餵食二次,

交替新鮮蝦肉、魚肉及乾性粒狀配合飼料餵飼。

種魚培育中若發現有死亡情形, 即測量體長及體重, 並進行解剖及鏡檢, 記錄種魚性別、生殖腺發育情形及體重、全長等資料。雄魚、雌魚及未成熟魚體重與全長之關係, 套用指數關係 (power relationship) 並以 Excel 統計軟體估算指數迴歸關係式, 進而了解灰刻齒雀鯛雌雄全長與體重之關係。

二、親魚產卵及護卵

親魚於水族箱中產卵後, 記錄並觀察親魚產卵之行為模式, 包括雌雄魚清理產卵床、產卵、排精行為及護卵方式等, 並以數位相照像器材拍攝記錄。另逢機選其中 3 次產卵, 以此 3 次之產卵數及卵粒分佈面積, 估算每次之產卵數。

三、受精卵與胚胎發育

取出產於 PVC 管上之受精卵, 利用軟性塑膠吸管切斷動物極之附著絲, 並吸取卵粒至凹槽玻片上, 汲水並蓋過受精卵, 使用 20 倍投影顯微鏡, 測量並記錄 30 粒受精卵之長短徑及卵黃徑。將有受精卵之 PVC 管移出產卵池, 添加甲基藍 0.5 ppm 預防受精卵遭受黴菌感染, 同時每日採集受精卵數粒, 在光學顯微鏡下拍攝胚胎發育之過程, 並同時記錄時間、水溫與胚胎發育之關係, 直至受精卵孵化。

四、投餵不同餌料生物對剛孵化之仔魚存活率之影響

分別投餵微藻、纖毛蟲及輪蟲飼養剛孵化之灰刻齒雀鯛仔魚 3 天後計算存活率, 共計三組三重複。試驗之纖毛蟲及輪蟲密度為 10,000 rotifer/L, 每天上午抽樣 1 ml 水, 計數纖毛蟲及輪蟲之密度, 並按試驗密度補加所需的輪蟲, 纖毛蟲及輪蟲密度每日保持固定密度。試驗仔魚飼養於 45 cm x 40 cm x 25 cm 之水族箱中進行養殖, 使用天然海水, 經過紫外線殺菌燈處理, 水溫設定為 27 ± 1 °C, 鹽度維持在 33 ~ 34 psu, 試驗期間各組皆添加微藻, 讓透明度保持在 20 ~ 30 cm, 每缸魚苗數為 50 尾, 為期 3 天, 最後透過計算存活率, 確認最合適投餵灰刻齒雀鯛的初期餌料生物。

五、仔魚形態變化及育苗

利用仔魚具趨光之習性收集仔魚進行培育，育苗水溫控溫於 25 ~ 28 °C，鹽度為 32 ~ 33 psu，培育槽為 2 tons 之圓型 FRP 桶。仔魚餌料系列為纖毛蟲 (*Tetrahymena* sp.)、輪蟲 (*Brachionus plicatilis*)、橈足類 (*Copepodid* sp.) 及人工配合飼料等。此外，孵化仔魚之育苗池中添加微藻，主要以周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*) 為主，藉以穩定水質，並作為纖毛蟲、輪蟲之餌料及安定仔魚之用，每日視水色濃度適量添加微藻讓透明度保持在 30 ~ 50 cm。定期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。

選擇一批健康孵化之魚苗 200 尾，以 300 ml 之圓形 FRP 桶進行養殖，投餵之餌料生物視魚體大小變化，每 10 天隨機採樣 10 尾魚苗，連續採樣至 120 天，測量其體長，以了解灰刻齒雀鯛成長過程全長之變化情形。

六、鹽度對胚胎期胚胎發育之影響

受精後 4 h 之受精卵胚胎，以解剖刀具小心切斷位於動物極之附著絲，剔除死卵、破損卵及其他雜物後，以塑膠吸管吸取 30 粒健康受精卵分別置入鹽度為 0、5、10、15、20、25、30 及 35 psu 之 0.5 L 燒杯中，每一處理組四重複，水溫為 27 ± 1 °C，光照週期為 11 h L / 13 h D，各處理組皆不予以打氣，並記錄各組孵化率及畸形率，仔魚畸形率的判定則是以肉眼可辨別之畸形為主。

七、統計分析

本實驗數據處理皆於計算其平均數與平均之標準機差 (Standard Error of Mean, SEM)，以 Statistical Analysis System (SAS) 軟體進行單向變方分析法 (one-way ANOVA)，再以 Duncan's New-multiple Range Test 比較處理組組間差異之顯著性，顯著水準設定為 $p \leq 0.05$ 。

結 果

一、種魚培育

灰刻齒雀鯛未達性成熟體型時無法依其體色及外型特徵分辨雌雄，在產卵期間亦不易分辨 (Fig. 1)。試驗期間獲得的樣本數為 60 尾，依照體色及外型特徵，無法辨識性別，只有解剖觀察生殖腺以判斷性別。



Fig. 1 Broodstock of *Chrysiptera glauca*, for male (upper) and female (lower).

測量數據得知雌魚全長變域為 55.87 ~ 96.31 mm ($n = 17$)，平均 (\pm 標準偏差) 為 81.06 ± 10.81 mm ($n = 17$)；體重變域為 3.37 ~ 22.25，平均 (\pm 標準偏差) 為 12.60 ± 5.61 g。雄魚全長變域為 80.99 ~ 107.01 mm ($n = 19$)，平均 (\pm 標準偏差) 為 93.49 ± 8.00 mm ($n = 19$)；體重變域為 9.44 ~ 28.2 g，平均 (\pm 標準偏差) 為 18.44 ± 5.74 g。未成熟魚之全長變域為 27.96 ~ 72.62 mm ($n = 24$)，平均 (\pm 標準偏差) 為 37.77 ± 9.81 mm ($n = 24$)；而體重變域為 0.37 ~ 6.9 g，平均 (\pm 標準偏差) 為 1.17 ± 1.30 g。經統計分析樣本得知雌雄之體重、全長具有顯著差異，雄魚體型大於雌魚，雌魚大於未成熟魚 ($p \leq 0.05$)，如 Table 1 所示。Figs. 2~4 為統計灰刻齒雀鯛雌魚、雄魚、未成熟魚及採樣魚全體之體長與體重關係，其關係式分別如下：

Table 1 Body weight and body length for *Chrysiptera glauca* sample

Items \ Sexuality	Female	Male	Immature
Number	17	19	24
Weight (g)			
Mean	12.60 ± 5.61 ^b	18.44 ± 5.74 ^a	1.17 ± 1.30 ^c
Max	22.25	28.2	6.90
Min	3.37	9.44	0.37
Length (mm)			
Mean	81.06 ± 10.81 ^b	93.49 ± 8.00 ^a	37.77 ± 9.81 ^c
Max	96.31	107.01	72.62
Min	55.87	80.99	27.96

*Means ± SD within a row not sharing the same superscript are significantly different ($p \leq 0.05$).

灰刻齒雀鯛雌魚其全長與體重之關係式為：

$$W = (3.51 \times 10^{-6}) L^{3.4149}, R^2 = 0.837, n = 17,$$

L = 全長 (mm), W = 體重 (g)。

灰刻齒雀鯛雄魚其全長與體重之關係式為：

$$W = (5.90 \times 10^{-6}) L^{3.7943}, R^2 = 0.912, n = 19。$$

灰刻齒雀鯛未成熟魚其全長與體重之關係式為：

$$W = (1.98 \times 10^{-5}) L^{2.9697}, R^2 = 0.972, n = 24。$$

二、親魚產卵及護卵

本實驗之灰刻齒雀鯛飼養於室內水族箱，水溫維持在 27 ± 1.5 °C，鹽度為 32~33 psu，終年可採集到受精卵，而室外池之種魚自 2008 年 3 月中旬開始產卵後至 10 月中旬即未發現產卵現象。依據試驗期間 2008 年 3 月至 2009 年 3 月間室外種魚池平均水溫變化如 Fig. 5 分析，當平均水溫低於 23 °C 下，親魚即不再產卵。另外，在室內水族箱中觀察發現，產卵時間大多在有照明時段產卵，喜好產卵於 PVC 管內壁。受精卵移出產卵間隔會縮短，同時曾發現受精卵尚未孵化，雄魚即又邀雌魚在同一卵床附近再次產卵，所以可發現在同一個 PVC 管中有不同孵化階段的受精卵。仔魚孵化時間皆在太陽下山後光線漸弱的情況下，受精卵孵化天數為 3~4 天左右。

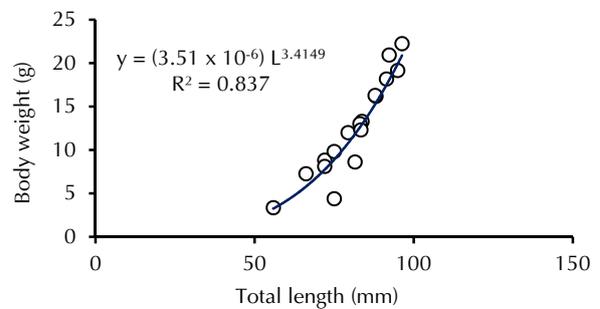


Fig. 2 Relationship between total length and body weight of female *Chrysiptera glauca*. $n = 17$.

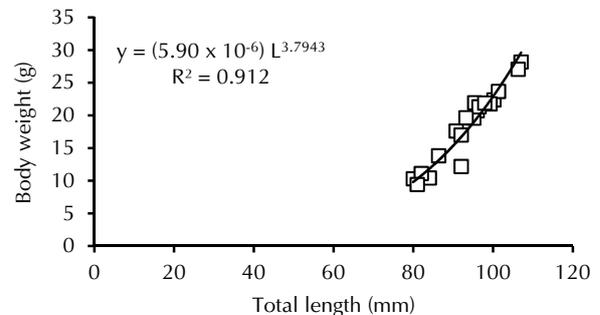


Fig. 3 Relationship between total length and body weight of male *Chrysiptera glauca*. $n = 19$.

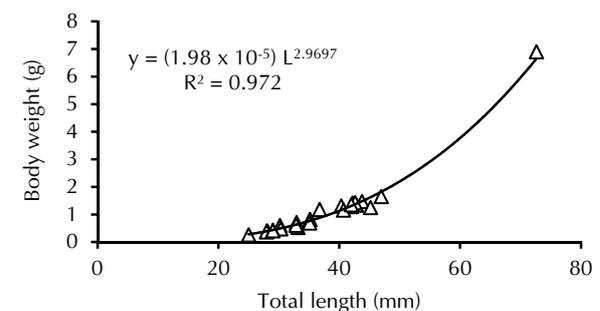


Fig. 4 Relationship between total length and body weight of immature *Chrysiptera glauca*. $n = 24$.

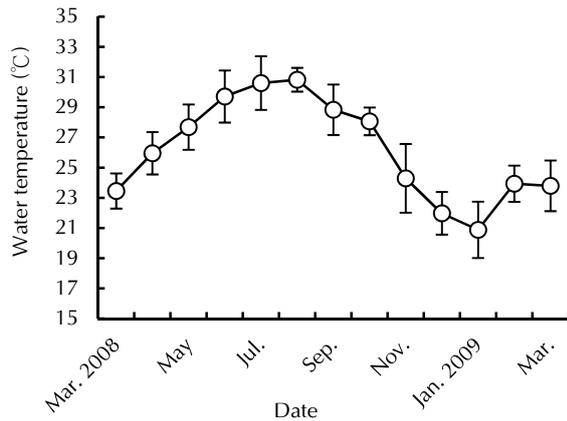


Fig. 5 The variation of water temperature during the culture period in outdoor broodstock pond from March 2008 to March 2009.

繁殖期間灰刻齒雀鯛具有很強的領域行為，性成熟的雄魚覓得隱避的卵床後，在產卵行為前約1週時，即開始積極的以口啄除產卵床之上之藻類及沉積物，同時也會叨除在產卵床下之小石頭，此清床行為僅由雄魚擔任，整個清理行為可維持1到數日不等。求偶當日可觀察到雄魚生殖突起明顯，雌魚明顯發現腹部突出，其生殖突起較雄魚明顯凸出，則可判定種魚即將產卵。完成清理卵床的雄魚會以展鰭炫耀及抖動身體方式吸引雌魚注意，這種行為從產卵前幾天就會出現，越接近產卵就越頻繁，受吸引的雌魚會跟隨雄魚至產卵床處進行產卵，親魚於卵床表面產下約3,000~8,000顆淡白色到淡黃色的黏著性卵粒。產卵行為開始前，雌魚的產卵管會明顯突出；雄魚的排精管亦會突出。產卵過程中雌魚的產卵管會貼附於卵床上並產出淡白色到淡黃色的卵粒，數秒後雌魚中斷產卵，雄魚接著將生殖突起貼近卵粒，排精於剛產出的卵粒上，有時雌雄會同時排精及產卵，雄魚於排精空檔會不斷驅離靠近產卵床的其他生物，開始進行護卵工作。

灰刻齒雀鯛親魚產卵結束後會在卵床上進行護卵，護卵行為由雄魚擔任，雄魚會以口啄除受精不完全或未受精的死卵，以免死卵發霉並感染其他健康的受精卵，另外也以胸、尾鰭擾動水流方式護卵，目的是提供受精卵水流幫助氧氣的交換；同時也會清理卵床上受精卵及附近之雜物，護卵期間雄魚警戒心相當強，會主動攻擊靠近卵床的其他生物，在夜間依然持續進行直到仔魚孵化為止。

三、受精卵與胚胎發育

灰刻齒雀鯛受精卵之平均長徑為 1.18 ± 0.05 mm ($n = 30$)；平均短徑為 0.53 ± 0.02 mm ($n = 30$)；平均卵黃徑為 0.68 ± 0.03 mm ($n = 30$)，內有大小不一之油球數個，最大油球徑為 0.20 ± 0.01 mm ($n = 30$)，偏動物極之頂端具有棉絮狀之附著絲，其功用在使用卵粒黏附於卵床上，受精卵大部份呈現橢圓型或梨型二種。

受精卵之胚胎發育過程如 Table 2 及 Fig. 6 所示，在水溫 27.9 ± 0.3 °C 及鹽度介於 32 ~ 33 psu 下，受精卵之外觀如 Fig. 6A 所示，受精 32 min 後胚胎發育為 2 細胞期 (Fig. 6B)；1 h 8 min 後為 4 細胞期 (Fig. 6C)；1 h 55 min 後為 8 細胞期 (Fig. 6D)；2 h 20 min 後為 16 細胞期 (Fig. 6E)；3 h 30 min 後為 32 細胞期 (Fig. 6F)；4 h 25 min 後為 64 細胞期 (Fig. 6G)；5 h 30 min 後為桑實期 (Morula stage) (Fig. 6H)；10 h 21 min 後為原腸胚期 (Gastrula stage) (Fig. 6I)；12 h 33 min 後囊胚覆蓋卵黃二分之一 (Fig. 6J)；15 h 42 min 後囊胚覆蓋全卵黃且胚體出現 (Fig. 6K)；20 h 30 min 後出現 14 體節 (Fig. 6L)；20 h 36 min 後眼胞內晶體形成、尾部形成並與卵黃分離 (Fig. 6M)；29 h 15 min 後心臟開始搏動每分鐘搏動次數約 109 ~ 111 次/min (Fig. 6N)，胚體頭部移至卵的前端；35 h 54 min 後卵黃及胚體上已出現色素胞，體液循環清晰可見 (Fig. 6O)；48 h 50 min 後胚體眼上已見色素沈澱 (Fig. 6P)；63 h 24 min 後胚體眼上已積聚烏糞素 (Fig. 6Q)；78 h 20 min 後突破卵膜之仔魚 (Fig. 6R)。

四、投餵不同餌料生物對剛孵化之仔魚存活率之影響

Figure 7 為灰刻齒雀鯛剛孵化之仔魚在分別投餵微藻、微藻加纖毛蟲及微藻加輪蟲下 3 天後之平均存活率。各組試驗開始仔魚數為 50 尾，投餵 3 天後以投餵微藻加纖毛蟲組之平均存活率 20.7% 最高，其次為投餵微藻加輪蟲組之平均存活率 6.0% 次之，單純以微藻作為餌料生物平均存活率僅 1.3% 最差，經統計分析結果投餵微藻、微藻加纖毛蟲及微藻加輪蟲三組間對剛孵化之仔魚存活率均具顯著差異 ($p \leq 0.05$)。

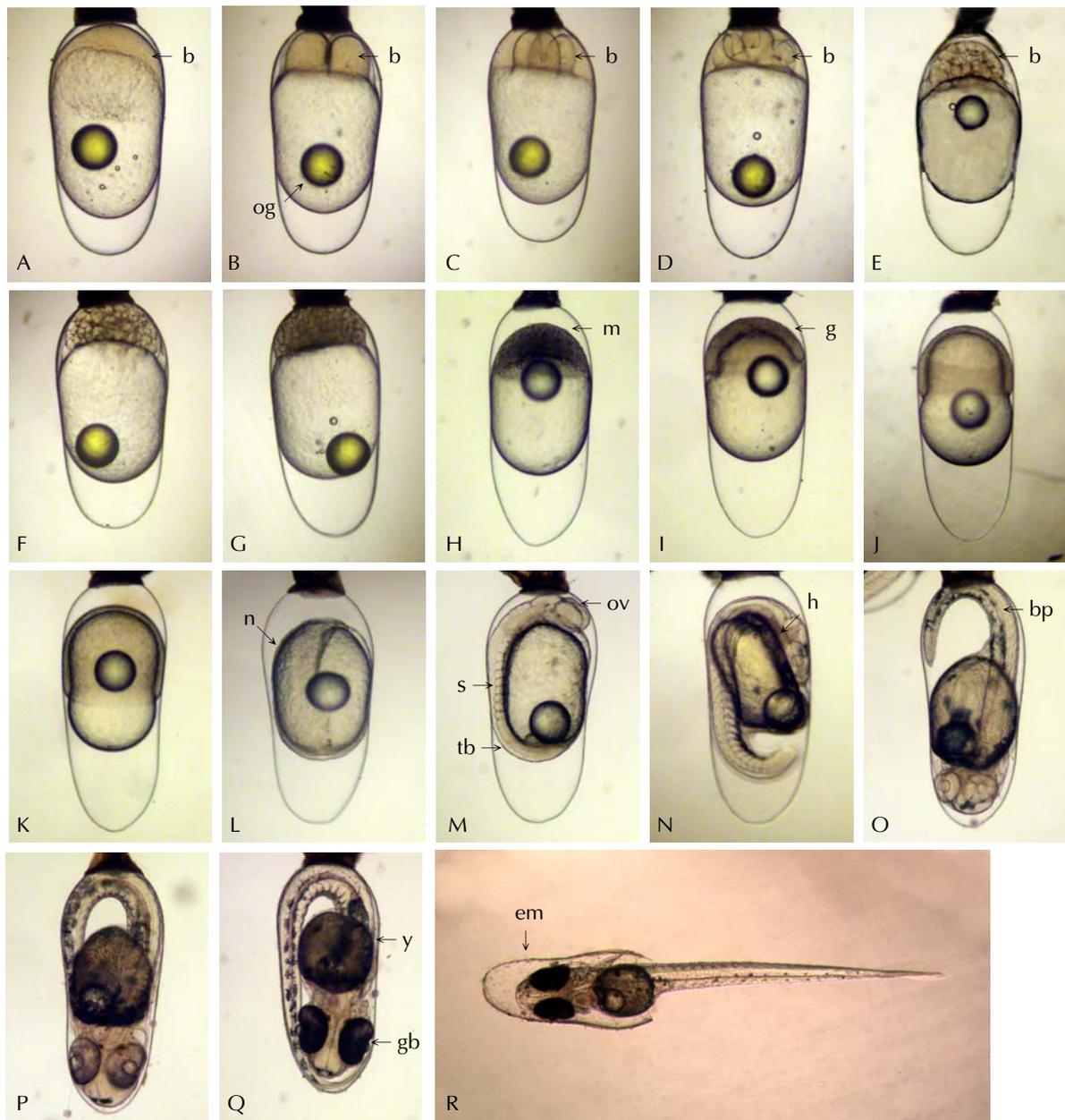


Fig. 6 Embryonic development of *Chrysiptera glauca*. A: Fertilized eggs; B: 2-cell stage; C: 4-cell stage; D: 8-cell stage; E: 16-cell stage; F: 32-cell stage; G: 64-cell stage; H: Morula stage; I: Gastrula stage; J: 1/2 of yolk was covered with blastodisc; K: 2/3 of yolk was covered with blastodisc; L: All of yolk was covered with blastodisc and embryo appeared; M: Optic vesicles appeared, 14 somites and tail formed, tail freed from yolk sac; N: Heart-beat began and heart rate: 118 ~ 124 time/min; O: The head of embryo turned to the top of egg; P: Chromatoplasm precipitated on eyes; Q: Guanine began on eyes, and achieved the degree of coursation; R: Breakthrough egg membrane of larval fish. b: blastomeres; og: oil globule; m: morula; g: gastrula; n: notochord formation; s: somite; tb: tail-bud; ov: optic vesicle; h: heart; bp: body pigment; y: yolk; gb: guanine; em: egg membrane.

五、仔魚形態變化及育苗

剛孵化之仔魚平均全長為 2.64 ± 0.22 mm ($n = 10$), 依據觀察發現仔魚具有驅光性, 可利用此特性使用聚光燈收集仔魚, 隨著仔魚成長驅光性

變弱。

灰刻齒雀鯛仔稚魚形態變化過程如 Fig. 8 所示, 剛孵化之仔魚因尚具卵黃囊, 約在 12 h 後開始進食; 孵化後第 1 天 (Fig. 8A) 全長已達 2.67 mm, 此時卵黃囊已消失殆盡, 仔魚已開始進食,

Table 2 Embryonic development of *Chrysiptera glauca*

Duration (h:min)	Water temperature (°C)	Features
00:00	28.2	Fertilized eggs; Long: 1.18 ± 0.05 mm; Diameter: 0.53 ± 0.02 mm; Egg yolk long: 0.68 ± 0.03
00:32	28.0	2-cell stage
01:08	28.0	4-cell stage
01:55	28.0	8-cell stage
02:20	27.8	16-cell stage
03:30	27.5	32-cell stage
04:25	27.7	64-cell stage
05:30	27.5	Morula stage
10:21	27.8	Gastrula stage
12:33	28.1	1/2 of yolk was covered with blastodisc
15:42	28.0	All of yolk was covered with blastodisc
20:30	28.0	Optic vesicles appeared, 5 somites
29:15	28.2	Heart-beat began and heart rate : 109 ~111 time/min
35:54	27.5	The head of embryo turned to the top of egg, chromatophore was visible on embryo and yolk, and the circulatory system of body fluid could be observed
48:50	27.2	Chromatoplasm precipitated on eyes
63:24	28.8	Guanine began to accumulate on eyes
78:20	27.9	Hatching, 2.64 ± 0.22 mm in total length

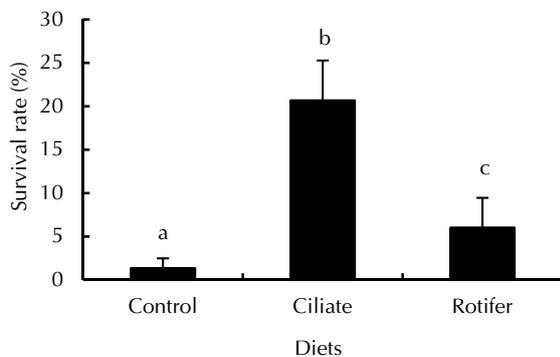


Fig. 7 Survival rate of larvae of *Chrysiptera glauca* fed with different diets. In each trial with different letter symbols denote treatment mean are significantly different ($p \leq 0.05$).

此時所提供之餌料生物為纖毛蟲，假如未順利過料，仔魚則會在 48 h 內陸續死亡。

孵化後第 3 天 (Fig. 8B) 已順利過料的仔魚全長已達 2.94 mm；第 6 天 (Fig. 8C) 全長已至 3.94 mm，此時餌料生物為輪蟲；第 11 天 (Fig. 8D) 全長為 6.39 mm，頭部及體肌節處可明顯發現色素沈澱，此時可投餵以 150 網目浮游生物網篩選

出大小為 162 ~ 239 μm 的大型輪蟲。

到第 13 天，頭部色素細胞開始擴散並延伸至鰓蓋處，體肌節色素細胞開始大面積擴散 (Fig. 8E) 全長為 7.06 mm；孵化後第 18 天，仔魚 (Fig. 8F) 全長 8.51 mm，各鰭式分化明顯，鰭條均成原鰭狀，此時可開始投餵小型橈足類。成長到 28 天後，可補充經滋養過的豐年蝦或改投餵粉狀及微粒飼料開始馴餌，並依口徑大小更換不同粒徑之配合飼料。

到 30 天 (Fig. 8G) 全長 13.50 mm，黑色素開始轉變為藍灰色素點，背鰭軟條基底之黑色素明顯。仔魚至 40 天 (Fig. 8H) 全長 18.10 mm，此時全身已出現灰色金屬色澤，並有銀藍色之細點分佈於背部及頭部，眼眶四周有銀藍色條紋；至 60 天 (Fig. 8I) 全長 26.50 mm，灰色色澤明顯加深，頭部仍綴有銀藍色細線，之後隨著成長銀藍色漸漸變成暗藍灰色且較不明顯。

本實驗的魚苗成長至 20.00 mm 左右即利用 300 L FRP 桶採流水方式進行蓄養，並配合自動投餌機減少人力並增加管理方便性；至 120 天 (Fig.

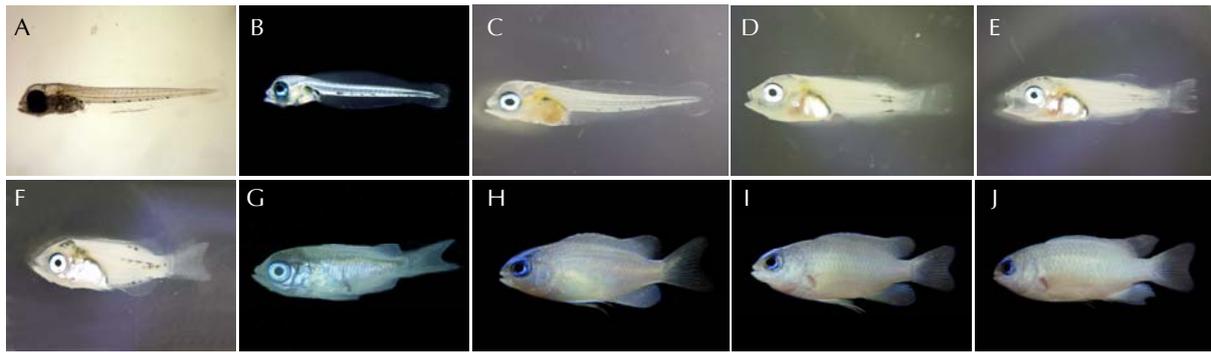


Fig. 8 Morphological changes of the *Chrysiptera glauca* from larva to fry stages. A: 1-day old larva, 2.67 mm in total length; B: 3-day old larva, 2.94 mm in total length; C: 6-day old larva, 3.94 mm in total length; D: 11-day old larva, 6.39 mm in total length; E: 13-day old larva, 7.06 mm in total length; F: 18-day old larva, 8.51 mm in total length; G: 30-day old larva, 13.50 mm in total length; H: 40-day old larva, 18.1 mm in total length; I: 60-day old larva, 26.5 mm in total length; J: 120-day old larva, 40.00 mm in total length.

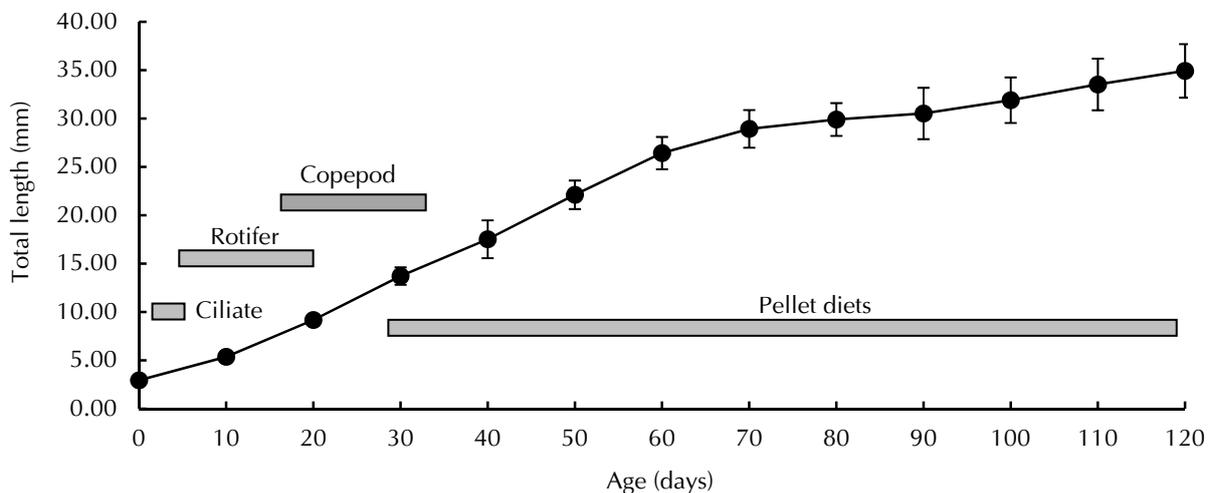


Fig. 9 Growth performance of *Chrysiptera glauca* fed with different diets.

8J) 全長 40.00 mm 其眼距大小及體表之斑紋色澤，即與成魚一致。

Figure 9 為仔魚成長過程全長之變化與餌料種類，試驗中發現灰刻齒雀鯛育苗時投餌時機必須注意，在水溫 25~28 °C 下，仔魚在夜間孵化，隔天上午前必須投餵初期餌料，如果此階段沒有足量、營養的食物來源，死亡率將會明顯的上升。初期餌料為纖毛蟲，從第 1~5 天左右進行投餵，第 4 天可以混投小輪蟲，第 15 天開始兼投小型之橈足類，第 22 天可以完全投餵橈足類，10 天採樣結果全長為 5.37 ± 0.41 mm ($n = 10$)，20 天採樣結果全長為 9.18 ± 0.36 mm ($n = 10$)，28 天開始兼投人工飼料，35 天以後魚苗可以完全接受人工飼料。40 天測量全長為 17.53 ± 1.96 mm ($n =$

10)；60 天測量全長為 26.44 ± 1.67 mm ($n = 10$)；120 天試驗結束測量全長為 34.94 ± 2.77 mm ($n = 10$)。

六、鹽度對胚胎期胚胎發育之影響

取受精 4 h 後之受精卵胚胎直接移入不同鹽度海水中，結果其孵化率如 Fig. 10 所示，各不同鹽度對胚胎孵化率有顯著差異 ($p \leq 0.05$)。在鹽度 25 psu 時孵化率 80.00% 為最佳，其次為 20、15、30 及 35 psu 分別為 78.33、75.83、75.00 及 70.00%。在 10 及 5 psu 之低鹽度下，孵化率僅分別為 64.17 及 40.00%，在 0 psu 下受精卵則全數變白死亡。胚胎在不同鹽度中之活存率如 Fig. 11

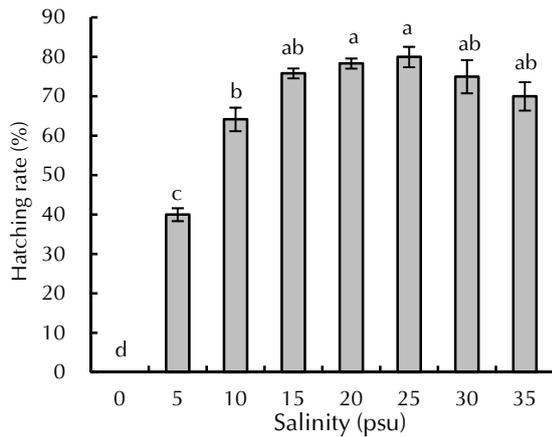


Fig. 10 Hatching rate of *Chrysiptera glauca* of 4hrs-old embryos from 32 psu into different salinities. In each trial with different letter symbols denote treatment mean are significantly different ($p \leq 0.05$).

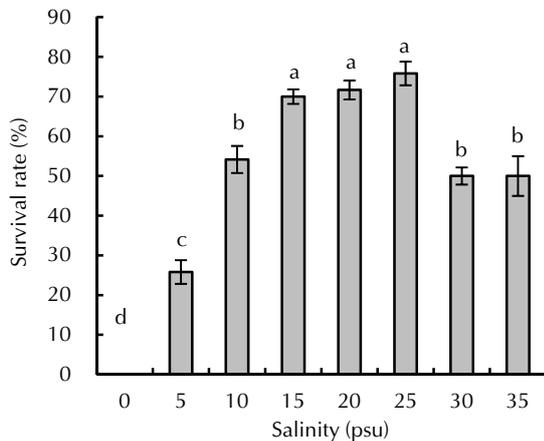


Fig. 11 *Chrysiptera glauca* survival rate of different salinity of embryos from 32 psu into different salinities. In each trial with different letter symbols denote treatment mean are significantly different ($p \leq 0.05$).

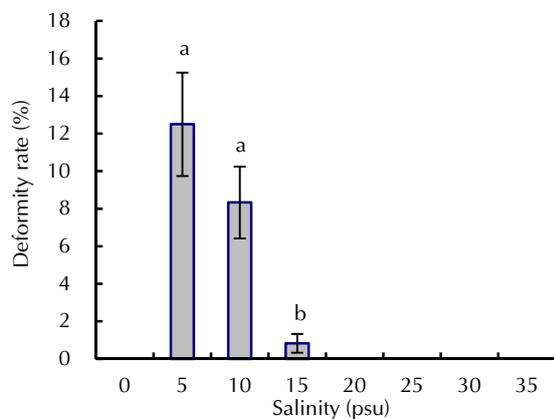


Fig. 12 *Chrysiptera glauca* deformity rate of different salinity of embryos from 32 psu into different salinities. In each trial with different letter symbols denote treatment mean are significantly different ($p \leq 0.05$).

所示，亦有顯著差異。在鹽度 25 psu 時活存率最佳為 75.83%，其次為 20、15 及 10 psu 分別為 71.67、70.00、54.17，在 30 及 35 psu 下均為 50%，低鹽度下 5 psu 活存率則僅為 25.83%。鹽度對畸形率之影響如 Fig. 12 所示，其中以鹽度為 5 psu 之畸形率最高為 12.50%，其次為 10 psu 的 8.33% 及 15 psu 的 0.83%，而鹽度 ≥ 20 psu 處理組則無發現畸形魚苗。

討 論

一、種魚培育

觀察灰刻齒雀鯛雄魚，在生殖季節時也具有大多數真雀鯛屬魚類極具領域性之特性（何，2002），在水族箱種魚培育過程中發現，雄魚會主動攻擊或驅離靠近的其他生物，領域性相當強烈，建議在種魚培育過程應給予適當的活動空間，並提供礁石或造景供其他生物躲藏。

研究指出，雀鯛具有性轉變現象，一般海葵魚屬是雄性先熟的性別分化表現（Hattori, 1991; 2001），其他屬則是先雌後雄（邵與陳，2004），由此推定灰刻齒雀鯛為先雌後雄之魚類。在本實驗中，灰刻齒雀鯛種魚之雌魚平均全長及體重分別為 81.06 ± 10.81 mm ($n = 17$) 及 12.60 ± 5.61 g ($n = 17$)；雄魚平均全長及體重為 93.49 ± 8.00 mm ($n = 19$) 及 18.44 ± 5.74 g ($n = 19$)；顯示雄魚成熟體型較雌魚為大，且具顯著差異。但同屬刻齒雀鯛屬之藍刻齒雀鯛雌、雄魚之體長、體重則無顯著差異（鄭等，2008）。海葵魚種魚亦具雌雄體型之差異，卻是雌魚體長體重大於雄魚（錢，2006；何等，2007）。根據觀察發現，灰刻齒雀鯛為一夫多妻制，所有生殖行為模式皆為雄性所主導，與同屬之藍刻齒雀鯛（鄭等，2008）相同，但與同為雀鯛科之海葵魚一夫一妻制（Allen, 1972）則不相同。

本實驗灰刻齒雀鯛親魚採用手抄網及釣具採自台東三仙台海域蓄養後活存率90%，與藍刻齒雀鯛、眼斑及粉紅海葵魚購自坊間水族館，活存率分別為 30、14.8 及 37.5%（何等，2006，2007；鄭等，2008）差異頗大，可能與坊間水族館出售之海水觀賞魚多來自東南亞地區，捕獲方式主要是以氰化物迷昏後取得，因此死亡率非常高，飼養之親魚來源及捕獲方式對其繁殖殖成功率有顯著的影響。

二、親魚產卵及護卵

本實驗觀察灰刻齒雀鯛的產卵行為與鄭等 (2008) 觀察的藍刻齒雀鯛相似。不論是產卵前清卵床的行為，選擇卵床的位置，產卵時雌雄魚之間的互動，及產卵、護卵時的攻擊行為均極為相似。但與同為雀鯛科之鞍斑海葵魚 (陳等, 2003)、克氏海葵魚 (蔡, 2005)、白條海葵魚 (錢, 2006)、粉紅海葵魚 (何等, 2006) 及眼斑海葵魚 (何等, 2007)，在產卵與護卵行為上則有些差異存在。海葵魚屬魚類於產卵前之清理卵床行為及產卵後之護卵行為為雌雄種魚共同進行，但灰刻齒雀鯛之清床及護卵僅由雄魚獨立完成，此與藍刻齒雀鯛 (鄭等, 2008) 及本省北部太平洋真雀鯛 (*Stegastes fasciolatus*) (邱, 1986) 相同。

灰刻齒雀鯛雄魚覓得產卵床後，在整個生殖季節中會在相同的地方產卵，此與田名瀨 (1989) 在日本白濱水族館觀察藍刻齒雀鯛的產卵行為相似，如將固定的產卵床移除或移位，則下次的產卵行為也會出現在鄰近區域。本實驗亦觀察到受精卵的移出會增加產卵間隔，故如將孵出之受精卵移出，應可使產卵間隔更加密集。

田名瀨 (1989) 表示在自然光源下藍刻齒雀鯛大多是在早上進行產卵，此與本實驗觀察的產卵時機相同，亦與台灣產五種海葵魚中之克氏海葵魚 (蔡, 2005)、白條海葵魚 (錢, 2006)、粉紅海葵魚 (何等, 2006) 及眼斑海葵魚 (何, 2007) 等之產卵時間相似，但與鞍斑海葵魚 (陳等, 2003) 之產卵時間有所差異。

根據相關研究發現，祖一 (1989) 在白條海葵魚之繁殖研究中指出：白條海葵魚受精卵正在孵化當中開燈的話，孵化就會中斷，必須至次日日照消失後才重新孵化。何等 (2007) 也指出光照度對台灣產五種海葵魚受精卵之孵化有絕對的影響，在有微光之非零照度環境下，受精卵是無法於預計孵化日之晚間順利破殼孵化，甚至在走道上的逃生避難燈，亦會影響孵化，所以在預計孵化日之太陽下山後，應避免有任何的光線，並給予受精卵零照度之環境，以免影響胚胎孵化 (何等, 2007)。觀察灰刻齒雀鯛在水族箱中受精卵的發育無論白天，還是晚上都會連續進行，但孵化則需要在黑暗中進行，受精卵的孵化是在日落後開

始，即使受到微弱光線孵化便會停止。此與台灣產五種海葵魚及藍刻齒雀鯛 (鄭等, 2008) 相似，並與 Olivotto *et al.* (2003) 觀察黃尾藍雀鯛 (*C. parasema*) 於孵化前 1 ~ 2 h 須將其卵置於黑暗中有相同的反應。

灰刻齒雀鯛護卵方式與藍刻齒雀鯛相似，但與海葵魚不同，護卵初期雄魚並不常以胸鰭煽動水流，對受精卵進行煽動增氧，而主要以清理死卵及驅離靠近的魚類為主。後期才較常出現以胸鰭或尾鰭煽動水流方式護卵，而在海葵魚上的護卵行為上則是偏重於對受精卵的煽動水流 (陳等, 2003; 蔡, 2005; 錢, 2006; 何等, 2006, 2007)，推測海葵魚護卵工作是雌雄同時擔任，雄魚進行護卵，雌魚以警戒為主，而灰刻齒雀鯛只有雄魚護卵，雄魚必須同時面對護卵及警戒，讓雄魚疲於奔命，所以初期雄魚才會以驅離行為為主，而胚胎發育至後期需氧量增加，雄魚則會花較多時間來煽動水流以增加溶氧及加速胚體代謝產物之擴散。

三、受精卵與胚胎發育

灰刻齒雀鯛剛產出之受精卵產卵數介於 3,000 ~ 8,000 粒之間，與其同屬之藍刻齒雀鯛產卵數為 1,200 ~ 4,000 粒 (鄭等, 2008)，同為雀鯛科鞍斑海葵魚產卵數 1,400 ~ 2,000 粒 (陳等, 2003)、粉紅海葵魚 300 ~ 700 粒 (何等, 2006)、白條海葵魚 800 ~ 2,500 粒 (何等, 2009) 及眼斑海葵魚 300 ~ 1,000 粒 (何等, 2007) 之產卵量多。其原因除了種間的差異外，以同種魚之間體型大者，獲得較多營養的種魚及相對成熟的個體而言產卵量多是可預期的 (Frank, 1998)，其次可能之原因是海葵魚受精卵卵徑較灰刻齒雀鯛大一倍左右，使得灰刻齒雀鯛孕卵數明顯較海葵魚多。

灰刻齒雀鯛剛產出受精卵之顏色為淡白色到淡黃色之間，偏動物極具有附著絲得固著於卵床上，形狀多呈卵圓形但有極少部份呈梨形狀，觀察中發現梨形狀受精卵並不會影響仔魚之孵化。此與藍刻齒雀鯛相似 (鄭等, 2008)，但與台灣產的五種海葵魚之長橢圓狀的卵形 (陳等, 2003; 蔡, 2005; 錢, 2006; 何等, 2006, 2007) 差異甚大。朱 (1997) 表示，有些魚類雖屬同一種，但因產卵期或產卵場環境之異，卵徑也會發生差異。

Olivotto *et al.* (2003) 已知一般雀鯛科魚類的孵化時間大約在 2~7 天。根據本實驗結果發現，灰刻齒雀鯛的孵化時間為 3~4 天，即在此範圍之內。其產卵最適水溫在 23 °C 以上，和一般典型暖水性海水魚，如灰身石斑 (*Epinephelus tukula*) 27~30 °C (葉, 2003)、點帶石斑 (*E. coioides*) 22.1~31 °C (Kawahara *et al.*, 1997) 及短鰭黃臘鯊 (*Trachinotus ovatus*) 24~25.5 °C (何等, 2005) 等類似。

根據 Falk-Petersen (2005) 指出，囊胚的發育形成與種間或養殖水溫有關，較高的水溫有加速胚胎發育。本實驗灰刻齒雀鯛在孵化水溫 27.9 ± 0.4 °C 時約 78 h 後孵化，同屬之藍刻齒雀鯛在水溫 24.2~26.2 °C 時則須 102 h 才孵化。田名瀨 (1989) 在日本白濱水族館中針對藍刻齒雀鯛胚胎發育過程中發現，水溫在 30 °C 孵化時間需 3 d，在 24 °C 孵化時間則需 4 d 才得以孵化，可見仔魚孵化所需時間與水溫呈負相關 (張, 2003; Falk-Petersen, 2005; 何等, 2007)，故可考慮提高孵化水溫以縮短胚胎孵化時間，如此可以減少人力及其他成本之支出，且不影響仔魚孵化率 (何等, 2006)。但仍須要特別注意如果受精卵在過於高溫的孵化環境，雖然有較高的孵化率以及較快的孵化時間，但是也同樣會造成品質較劣的仔魚 (Frank, 1998)。

四、初期餌料生物的選擇與投餵

新魚種養殖技術開發時，餌料生物的餵食是一項非常重要的課題，尤其是海水觀賞魚的人工繁殖技術非常困難，主要在於熱帶魚孵化後的幼魚口徑小，適合的生物餌料無法持續供應，人工適口飼料尚未開發完成，使得海水觀賞魚的人工繁殖技術較難以突破。

本實驗觀察灰刻齒雀鯛魚苗孵出後，由於卵黃囊幾乎消耗殆盡，此時如果沒有立即投餵適當餌料，極易造成魚苗高死亡率。曾有學者指出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，可利於仔魚的吸收，將可提高魚苗存活率 (Tocher and Sargent, 1984; Heming and Buddington, 1988)。因此，考慮餌料對仔魚適口性及營養性，初期餌料的選擇是相當重要的因素，

張等 (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，比較眼斑海葵魚仔魚口徑及口幅分別為 450~750 μm 及 450~500 μm (何等, 2007)；鞍斑海葵魚口徑及口幅為 459.6~777.8 μm 與 450~500 μm 的仔魚 (陳等, 2003)；粉紅海葵魚口徑及口幅為 466~594 μm 與 375~500 μm 的仔魚，皆以提供殼長為 120~150 μm 的海水輪蟲作為初期餌料，而灰刻齒雀鯛仔魚張口寬度為 190~226 μm 之間與藍刻齒雀鯛口徑 200~230 μm (鄭等, 2008) 相近，所以必需提供更小餌料來作為過料用餌料為佳，如纖毛蟲或小型輪蟲等。

實驗結果亦發現參照陳等 (2003) 在鞍斑海葵魚與何等 (2006) 在粉紅海葵魚之生殖行為及育苗研究中，投餵初生魚苗所使用之輪蟲密度為 7~13 rotifer/ml，以微藻滋養的輪蟲投餵剛孵化的灰刻齒雀鯛仔魚，其仔魚孵化後 3 天的存活率明顯低於投餵相同密度以微藻滋養的纖毛蟲組。但其存活率不甚理想，或許纖毛蟲體型較小，若要提高存活率其投餵密度有再探討之必要。

灰刻齒雀鯛育苗過程中發現，仔魚成長至第 4 天後可投放輪蟲，而纖毛蟲、游仆蟲或小型輪蟲亦必需重疊投放，如此可提高仔魚的育成率。在海水笛鯛、海鱸及石斑魚皆證實餌料交替重疊對育苗有正面的效果 (Toledo *et al.*, 1999; Su *et al.*, 2001)。

五、仔魚形態變化

一般族群生態學上的生殖策略 (reproductive strategies) 分為以量取勝 (r-selection) 與以質取勝 (k-selection) 兩個主要的趨勢 (Pianka, 1970)。大多數具浮性卵的海水魚，主要採取 r-selection 的繁殖機制，所以受精卵孵化時間大多較短。雀鯛科魚類則是以 k-selection 的典型代表 (李, 2006)，牠們的產卵量較少，且屬附著性卵，有利於親魚看護，因此以長時間進行護卵的生殖模式來孕育下一代，如海葵魚、藍刻齒雀鯛及灰刻齒雀鯛等，種魚在護卵上不遺餘力的照顧受精卵直到孵化。

一般較大的受精卵具有更多的能量以維持較長時間的胚胎發育；受精卵孵化天數愈長，仔魚

體內器官及消化道發育愈完整，孵化後仔魚可以很快攝食餌料，如此可以增加仔魚活存的機會。比較灰刻齒雀鯛與台灣產五種海葵魚的卵徑較小，其孵化時間亦較短，孵化後第1天卵黃囊即已消失殆盡，此時仔魚已開始進食。研究發現灰刻齒雀鯛仔魚孵化 12 h 後鏡檢胃內容物，即可發現纖毛蟲等餌料生物；在眼斑海葵魚仔魚孵化 8 h 後也發現胃內有輪蟲存在 (何等, 2007)；鞍斑海葵魚在孵化 14 h 後開始投餵輪蟲，並在 4 h 後發現胃內也有輪蟲存在 (陳等, 2003)。

六、鹽度對胚體期胚胎發育之影響

台灣地區雨量充足尤其是春夏季的梅雨季與颱風季，因此當每年4~10月灰刻齒雀鯛的繁殖季節中常有大量的降雨使海水鹽度有所變化，適當的鹽度範圍對於海水魚繁養殖而言，可說是相當重要的環境因子之一。

一般鹽度過高或低的養殖環境都會造成魚隻滲透壓失調，產生緊迫 (錢, 2006)。灰刻齒雀鯛為沿岸性的珊瑚礁魚類，其胚胎對鹽度變化之耐受性應屬廣鹽性 (euryhaline)，在 5 psu 下，其孵化率仍有40%，相較於同屬的藍刻齒雀鯛在鹽度 5 psu 下受精卵即無法孵化 (鄭等, 2008)，差異頗大。同時比較點帶石斑之囊胚期胚胎在水溫 26 °C，5 psu 的鹽度下仍有 23.5% 的孵化率 (葉, 1995)；黑鯛囊胚中期 (middle gastrula) 及胚體形成期胚胎 (embryo-formed stage) 於 5 psu 下，孵化率尚有 1.9 及 11.6% (丁等, 1995) 則較相似。在低鹽環境下孵化所需時間亦較長，如嘉鱚魚在水溫 21 °C、鹽度 30 psu 比在 21 °C、35 psu 時孵化時間延長了 65 min (林, 1989)，本實驗亦發現相同情形，灰刻齒雀鯛胚胎置於 20 psu 與 35 psu 時孵化時間相差一天。

本實驗發現灰刻齒雀鯛畸形率有隨鹽度降底而增加之趨勢，在鹽度 10 psu 下，畸形率為 12.50% 最高，其次在 15 psu 及 20 psu 下，分別為 6.25 及 3.75%，畸形部位多出現在脊椎處。一般海水魚在低鹽度的環境下孵化容易造成畸形，原因可能是因為胚體在低鹽度的環境下無法吸收足夠的水中礦物質 (鈣、鐵、鎂等) 而導致脊柱無法正常發育，過低的鹽度也可能使分泌軟化卵膜

的酵素無法充分活化、胚體長時間處於低鹽下使離子調節失常，造成所孵化之魚苗發育不全 (葉等, 1995)。Balinsky (1981) 指出，若生物器官尚未發育完成前改變環境，使其生長在不適之環境中，則仔魚易產生畸形。同樣情況也發生在馬拉巴石斑，受精卵在鹽度低於 15 psu 下孵化，其畸形率高達 100% (蘇等, 1995)；黑鯛之受精卵在鹽度 ≤ 15 psu 下，會造成仔魚較高的畸形率 (丁等, 1995)；大西洋比目魚之受精卵在鹽度 ≤ 15 psu 下，仔魚顎部之畸形率會隨鹽度降低而升高 (Lein *et al.*, 1997)；在海鱸胚胎發育研究中發現，海鱸胚體期胚胎在鹽度 ≤ 20 psu 有較高之畸形率 (張, 2007)。

綜合本實驗之結果，在 32 psu 的產卵鹽度下，最適合灰刻齒雀鯛受精卵之孵化及仔魚活存鹽度為 10~25 psu，太低之鹽度可能導致分泌軟化卵膜的酵素無法充份活化，加上胚體期受精卵滲透壓調節能力不足，長時間處於低鹽度或高鹽度之環境下易造成高死亡率及畸形率。

參考文獻

- 丁雲源, 葉信利, 朱永桐 (1995) 鹽度對黑鯛魚卵發育及孵化之影響. 台灣省水產試驗所試驗研究工作報告 (八十四年度), 385-389.
- 田名瀨英明 (1989) ルリスズメダイ *Chrysiptera cyanea*. 海水魚の繁殖 (鈴木克美・高松史朗編). 綠書坊, 東京, 72-75.
- 朱祥海 (1997) 發生和變態. 魚類學, 水產出版社, 173-186.
- 台灣魚類資料庫網路電子版 version 2005/5 <http://fishdb.sinica.edu.tw> (2008/6/6).
- 沈世傑 (1993) 台灣魚類誌. 國立台灣大學動物學系, 423 pp.
- 李承錄 (2006) 有趣的珊瑚礁魚類繁衍行為. 自然保育季刊, 55: 47-53.
- 何政擇 (2002) 台灣南部海域領域性黑真雀鯛 (*Stegastes nigricans*) 種內攻擊之研究. 國立台灣大學海洋研究所 碩士論文, 68 pp.
- 何源興 (2007) 眼斑海葵魚之人工繁殖與育苗. 國立台灣大學生命科學研究所 碩士論文, 86 pp.
- 何源興, 林金榮 (2009) 台灣養殖漁業明日之星—海水觀賞魚產業之現況與展望. 台灣水產, 656: 28-38.
- 何源興, 施勝中, 陳文義 (2007) 漫談台灣產的五種海葵魚之繁養殖. 水試專訊, 17: 26-30.

- 何源興, 陳哲明, 陳文義 (2005) 短鰭黃臘鰩的人工誘導產卵及其初期發育. 水產研究, 13(2): 25-32.
- 何源興, 陳哲明, 施勝中, 陳文義 (2006) 粉紅海葵魚之生殖行為及育苗研究. 水產研究, 14(2): 57-67.
- 何源興, 陳文義, 施勝中, 彭仁君, 張文炳 (2007) 眼斑海葵魚之生殖行為及育苗研究. 水產研究, 15(2): 43-58.
- 何源興, 施勝中, 鄭明忠, 江玉瑛, 董家宏, 李任棋, 陳文義, 張文炳 (2009) 白條海葵魚之生殖行為及育苗研究. 水產研究, 17(1): 39-51.
- 林金榮, 張仁謀, 涂嘉猷, 劉繼源 (1989) 嘉鱔魚繁殖試驗-種魚培育人為環境中自然產的與卵之孵化試驗. 台灣省水產試驗所試驗報告, 47: 1-20.
- 邱建勇 (1984) 台灣北部龜吼地區太平洋真雀鯛的日行性活動及領域性之研究. 國立台灣大學海洋研究所碩士論文, 138 pp.
- 邵廣昭, 陳麗淑 (2004) 魚類入門. 遠流出版事業股份有限公司, 196-199.
- 祖一誠 (1989) *Amphiprion frenatus*. 海水魚之繁殖 (鈴木克美、高松史朗編). 綠書坊, 東京, 49-51.
- 陳哲明, 何源興, 陳文義 (2003) 鞍斑海葵魚之生殖行為及育苗研究. 水產研究, 11(1 & 2): 29-38.
- 張文清 (2007) 不同環境因子及餌料對海鱸仔魚初期發育之影響. 國立屏東科技大學水產養殖研究所 碩士論文, 60 pp.
- 張賜玲 (2003) 日本鰻人工繁殖相關基礎面的研究. 國立台灣大學動物學研究所博士論文, 187 pp.
- 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.
- 溫國彰 (2002) 台灣南北部潮池魚類類聚同功群與食性成長變化之研究. 國立台灣海洋大學海洋生物所碩士論文, 115 pp.
- 葉信利 (2003) 誘導石斑魚性轉變之研究. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所 博士論文, 194 pp.
- 葉信利, 朱永桐, 許晉榮, 丁雲源 (1995) 鹽度對點帶石斑器官形成前後胚體發育之影響. 水產研究, 3(2): 133-142.
- 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.
- 蔡宇鴻 (2005) 飼料中添加類固醇激素對克氏海葵魚性轉變之影響及生殖研究. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所 碩士論文, 96 pp.
- 錢昇威 (2006) 白條海葵魚胚胎與仔魚之發育及餵食不同微藻滋養之輪蟲對魚苗成長及活存研究. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所 碩士論文, 69 pp.
- 蘇惠美, 蕭新泉, 王叔欣, 蘇茂森 (1995) 溫度與鹽度對瑪拉巴石斑卵孵化及不給餌仔魚殘存之影響. 台灣省水產試驗所試驗研究工作報告(八十四年度), 404-410.
- Allen, G. R. (1972) The Anemonefishes. TFH Publications, Inc. Surray England, 288.
- Allen, G. R. (1991) Damsel-fishes of the world. Natural History and Pet Books, Germany, 271 pp.
- Balinsky, B. L. (1981) An introduction to embryology. Saunders College Publishing, Tokyo, 105 pp.
- Falk-Petersen, I. B. (2005) Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. Fish Shellfish Immun., 19: 397-412.
- Frank, H. H. (1998) Conditioning, spawning and rearing of fish with emphasis on marine clownfish. Aquarium Sci. Conserv., 2(1): 43-44.
- Hattori, A. (1991) Socially controlled growth and size dependent sex change in the anemonefish *Amphiprion frenatus* in Okinawa. Jap. J. Ichthyol., 38: 165-177.
- Hattori, A. (2001) Social and mating systems of the protandrous anemonefish *Amphiprion perideraion* under the influence of a larger congener. Aust. Ecol., 25: 187-192.
- 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.
- Kawahara, S., A. J. Shams, A. A. Al-Bosta, M. H. Mansor and A. A. Al-Baqqal (1997) Effects of incubation and spawning water temperature, and salinity on egg development of the orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*, Serranidae. Asian Fish. Sci., 9: 239-250.
- Kuo, S. R. and K. T. Shao (1991) Feeding Habits of Damsel-fishes (Pomacentridae) from the Southern Part of Taiwan. J. Fish Soc. Taiwan, 18(3): 165-176.
- Olivotto, I., M. Cardinali, L. Barbaresi, F. Maradonna, and O. Carnevali (2003) Coral reef fish breeding: the secrets of each species. Aquaculture, 224: 69-78.
- Pianka, E. R. (1970). On r and K selection. Amer. Naturalist, 104 (940): 592-597.
- Su, H. M., M. S. Su and I. C. Liao (2001) The Culture and use of microalgae for larval rearing in Taiwan. Aquacul. Fish. Resources Manage., 157-162.
- Tocher, D. R. and J. R. Sargent (1984) Analyses of lipids and fatty acids in ripe rose of some northwest European marine fish. Lipids, 19: 492-499.
- Toledo, J. D., M. Golez, M. Doi and A. Ohno (1999) Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinephelus colonies*. Fish. Sci., 65: 390-397.
- Wabnitz, C., M. Taylor, E. Green and T. Razak (2003) From ocean to aquarium: The global trade in marine ornamental species. UNEP-WCMC, Cambridge, 1-64.

Studies on the Artificial Propagation of the Gray Demoiselle (*Chrysiptera glauca*)

Hui-Ping Tsai^{1*}, Ming-Jong Cheng², Yuan-Shing Ho², Yu-Ying Jiang², Fan-Hua Nan³,
Ching-Hsiewn Ou⁴ and King-Jung Lin¹

¹Aquaculture Division, Fisheries Research Institute

²Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

³Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University

⁴Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

This study aimed to conduct experiments on reproductive behavior and larval culture of gray demoiselle (*Chrysiptera glauca*) to establish aquaculture techniques on gray demoiselle farming that would reduce the dependence of the ornamental fish industry on wild stock. The adhesive demersal eggs were colored from white to light yellow with ellipsoidal shape. The fertilized egg was about 1.18 ± 0.05 mm in total length and 0.53 ± 0.02 mm in width. The yolks were about 0.68 ± 0.03 mm long and contained several oil droplets. Parental care for laid egg was observed and mainly carried out by males. Incubation period was approximately 78 h at the water temperature of 27.9 ± 0.4 °C. The newly hatched larvae were about 2.64 ± 0.22 mm in length. The live feeds at initial larvae stage were ciliate, rotifer and copepod. Microalgae were added to stabilize water quality and to nourish rotifers. Hatching rate varied and was significant with salinity ($p \leq 0.05$). Hatching rate was the highest (80.0%) at 25 psu, but failed at 0 psu. The deformity rate was inversely related to salinity. Deformity rate was the highest (12.5%) at 5 psu, but no deformity occurred as salinity was greater than 20 psu.

Key words: *Chrysiptera glauca*, spawning behavior, early development, larval rearing

*Correspondence: Aquaculture Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Rd, Keelung 202, Taiwan. TEL: (02) 2463-3101; FAX: (02) 2462-8138; E-mail: hptsai@mail.tfrin.gov.tw