

# 黑新刻齒雀鯛之人工繁殖研究

鄭明忠·江玉瑛·葉怡均·何源興\*

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

本研究之目的為減少觀賞魚市場持續對野生族群之依賴，而建立黑新刻齒雀鯛 (*Neoglyphidodon melas*) 之人工繁殖及仔魚培育技術，以提供產業應用。種魚蓄養 1 - 1.5 年，體長達 12 cm 以上，可在人工環境下可自然產卵，受精卵呈淡白色至淡黃色，為長橢圓形且分離之沉性黏著卵；受精卵平均長徑為  $1.58 \pm 0.06$  mm；平均短徑為  $0.71 \pm 0.02$  mm；卵黃長徑為  $1.06 \pm 0.07$  mm；短徑為  $0.69 \pm 0.03$  mm；內有單一油球，油球徑  $0.28 \pm 0.02$  mm (平均長  $\pm$  標準偏差)。在水溫  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  時約 106 hr 後開始孵化，仔魚孵化全長為  $2.86 \pm 0.12$  mm，初期餌料生物為纖毛蟲 (ciliates)、輪蟲 (*Briachionus* spp.) 及橈腳類 (copepods)，並添加微藻來穩定水質及滋養輪蟲，同時餌料生物之提供應該注意各個餌料必須重疊使用。仔魚在  $37.2^\circ\text{C}$  熱緊迫下開始出現死亡，至  $38.5^\circ\text{C}$  時試驗組全數死亡；而在  $15.1^\circ\text{C}$  低溫下開始出現死亡，降溫至  $13.2^\circ\text{C}$  時試驗組全數死亡。

關鍵詞：黑新刻齒雀鯛、產卵行為、初期發育、種苗培育

## 前言

雀鯛科 (Pomacentridae) 魚類在全球海水觀賞魚貿易中佔有相當重要地位，在美國也是第二大海水觀賞魚進口種類 (Rhyne *et al.*, 2012)。在水族貿易市場大量需求下，玩家開始重視並嘗試進行人工繁殖以提供市場所需，因此開拓了海水觀賞魚新藍海產業。黑新刻齒雀鯛 (*Neoglyphidodon melas*) 屬於雀鯛亞科 (Pomacentrinae) 副雀鯛屬 (*Neoglyphidodon*) (陳等, 2010)，本屬包含俗稱擬黑雀鯛的黑褐新刻齒雀鯛 (*Neoglyphidodon nigroris*) 及本種等共計 9 種 (臺灣魚類資料庫, 2018)。本種由於幼魚期體色全白，背部及頭頂全黃色，腹鰭及臀鰭藍色而有黑邊因此又稱之為藍鰭雀 (bluefin damselfish)，本種幼魚具有鮮豔的體色到均勻藍黑色的成魚階段之變態行為，是受歡迎之海水觀賞魚種 (陳等, 2011; 臺灣魚類資料庫, 2018)。

本種主要分布於臺灣東部、南部及各離島之珊瑚礁海域，成熟個體達 15 - 18 cm。由於已知許多雀鯛科魚類之幼魚階段體色鮮豔，在特定情況下與成魚體色大不相同，推測可能由於環境色彩及覓食習性有關，對研究幼魚的發育及瞭解其生活史是非常重要的 (Allen, 1991)。因此本研究進行了黑新刻齒雀鯛人工繁養殖技術開發，建立種苗量產相關資料與技術，以提供相關技術供產業應用，以利觀賞魚產業之發展。

## 材料與方法

### 一、種魚培育及產卵

經由坊間水族館購入體全長為 3 - 9 cm 幼魚及亞成魚，經自行培育二年後種魚數量為 120 尾，蓄養於室外 90 mt 之水泥池中，池內投放 30 只 PVC 短管 (3 吋) 作為種魚產卵床。為觀察產卵行為及方便採卵作業隨機取種魚 20 尾飼育於室內 1.8 mt FRP 水槽 (尺寸為  $200 \times 120 \times 80$  cm)；置入 3 - 4 個 3 吋 PVC 管，鹽度為 32 - 33 psu。

\*通訊作者 / 臺東縣成功鎮五權路 22 號, TEL: (089) 850090 轉 301; FAX: (089) 850092; E-mail: yshu@mail.tfrin.gov.tw

養殖水槽頂部為透明浪板採光罩，夏天時增加 16 - 50 目平織網遮陰，每日交替以自製軟性飼料（南極蝦肉、鱈魚肉、粉狀飼料及綜合維生素練製後冷凍備用）及粒狀飼料等餵飼 2 次。室內養殖用水經維生系統循環以穩定水質，不進行控溫方式觀察生殖行為。蓄養種魚死亡後，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與體全長等資料。

## 二、受精卵與胚胎發育影響

種魚將卵產在內徑為 3 吋 PVC 管上，以解剖刀切斷附著絲將受精卵取出，剔除死卵、破損卵及其他雜物後，將卵粒置於凹槽玻片上，汲水並蓋過受精卵，使用 20 倍投影顯微鏡，樣本數為 3000 餘粒受精卵中隨機採樣 300 粒受精卵測量長短徑及卵黃徑。取出產卵管後置入 5 L 孵化杯並加甲基藍 0.5 ppm 預防受精卵遭受黴菌感染，利用塑膠吸管吸取 30 粒健康受精卵分別置入控溫在  $25 \pm 1$ 、 $28 \pm 1$  及  $31 \pm 1$  °C 之 0.5 L 燒杯中，每一處理組三重復，光照週期為 11 hr 明 / 13 hr 暗，各處理組皆不予打氣，定時採集受精卵數粒，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。

## 三、仔魚形態變化及育苗

將孵化後仔魚移入 1.8 mt 之 FRP 室內培育槽中進行育苗，育苗水溫以電子式加溫器控溫於 26 - 28 °C，鹽度為 32 - 33 psu。提供仔魚餌料系列為纖毛蟲 (ciliates)、輪蟲 (*Brachionus* spp.)、橈腳類 (copepods) 及人工配合飼料等。孵化仔魚之育苗池中添加自行培養之周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*)，每日視水色濃度適量添加微藻讓透明度保持在 50 - 80 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。

## 四、幼魚對溫度耐受性之影響

挑選培育至 100 日齡全長達  $4.3 \pm 0.5$  cm 之幼魚，準備 300 L FRP 水槽 2 只，每個置入三個 PVC 籃，以電子控溫器每天調控升溫及微電腦冰

水機等方式進行降溫，利用 PVC 塑膠柵籃（三重覆）方式各放養 6 尾幼魚，以每 1 °C / hr 持續升或降溫（郭, 1999），觀察幼魚之高、低溫耐受性及行為模式。

## 五、統計分析

本實驗數據處理皆於計算其平均數與標準偏差 (mean  $\pm$  SD)，以 ANOVA - Duncan's multiple range test 進行統計分析，以  $p \leq 0.05$  表示各組間之平均數在統計上具顯著差異。

# 結 果

## 一、種魚培育及產卵

黑新刻齒雀鯛全長達 9 cm 時，體色逐漸轉變，呈現較深之黑藍色，可觀察到生殖腺開始發育，全長 12 cm 以上達性成熟體型 (Fig. 1)。本種不具性別二型性 (sexual dimorphism)，無法由體色及外型特徵分辨性別。

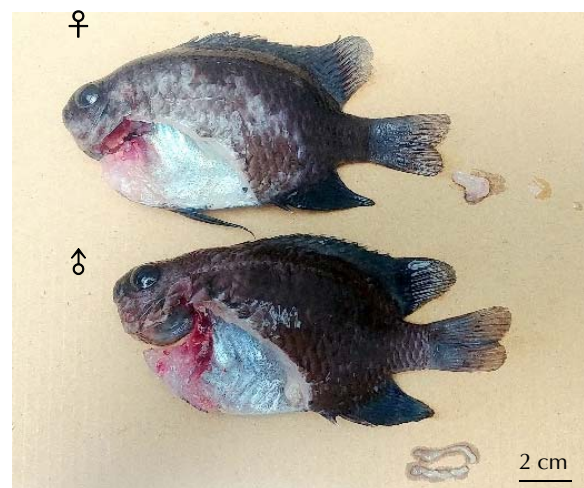


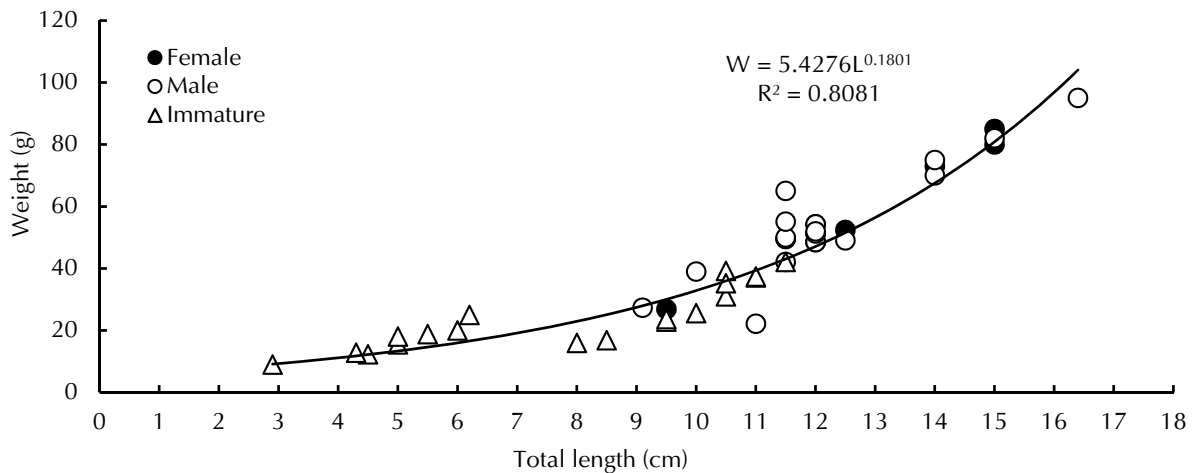
Fig. 1 Mature gonads from *Neoglyphidodon melas* with body lengths above 12 cm.

試驗期間採集 46 尾樣本進行解剖，其中雄魚 17 尾、雌魚 10 尾、未成熟個體 19 尾。測量數據得知，雄魚全長 9.1 - 16.4 cm，平均  $12.20 \pm 1.78$  cm；體重 22.15 - 95 g，平均  $54.54 \pm 18.50$  g。雌魚全長 9.5 - 15.2 cm，平均  $12.55 \pm 1.69$  cm；體重 26.85 - 85.0 g，平均  $56.94 \pm 17.44$  g。未成

**Table 1** Size comparison of female, male, and sex unidentified *Neoglyphidodon melas*

Items	Sexuality		Sex unidentified
	Male	Female	
Number (n = 46)	17	10	19
Weight (g)			
Mean	54.54 ± 18.50 <sup>a</sup>	56.94 ± 17.44 <sup>a</sup>	23.59 ± 10.81 <sup>b</sup>
Max	95	85	42.1
Min	22.15	26.85	3.95
Length (cm)			
Mean	12.20 ± 1.78 <sup>a</sup>	12.55 ± 1.69 <sup>a</sup>	8.10 ± 2.95 <sup>b</sup>
Max	16.4	15.2	12
Min	9.1	9.5	5.9

\*Different superscripts indicate significant difference ( $p \leq 0.05$ ).



**Fig 2** Relationship between body length (cm) and body weight (g) indices of female, male and immature *Neoglyphidodon melas*. X = body length, Y = body weight, n = 46.

熟魚全長 5.90 – 12.00 cm，平均  $8.10 \pm 2.95$  cm；體重 3.95 – 42.10 g，平均  $23.59 \pm 10.81$  g。經統計分析樣本得知，雌雄之體重、全長並無顯著差異 ( $p > 0.05$ ) (Table 1)。三者之體長與體重關係式為： $W = 5.4276L^{0.1801}$ ， $R^2 = 0.8081$ ， $n = 46$  (Fig. 2)。

觀察發現本魚種的產卵時間約在 06:00 – 10:00 am，產卵行為持續 30 – 40 min。每次平均產卵數為  $3,100 \pm 800$  粒 ( $n = 13$ )，產卵量與雌魚體型成正比。觀察水溫與產卵頻度之關係，結果顯示本種在 4 – 10 月，水溫  $24.5 - 31.5^\circ\text{C}$  時皆有生殖行為。當水溫持續降溫至  $24^\circ\text{C}$  時，種魚即停止生殖，水溫超過  $31.5^\circ\text{C}$  時，產卵頻率則會降低。根據產卵紀錄推測，黑新刻齒雀鯛最適

產卵期應為 5 – 10 月間，最適生殖水溫介於  $25 - 31^\circ\text{C}$ 。

## 二、受精卵與胚胎發育影響

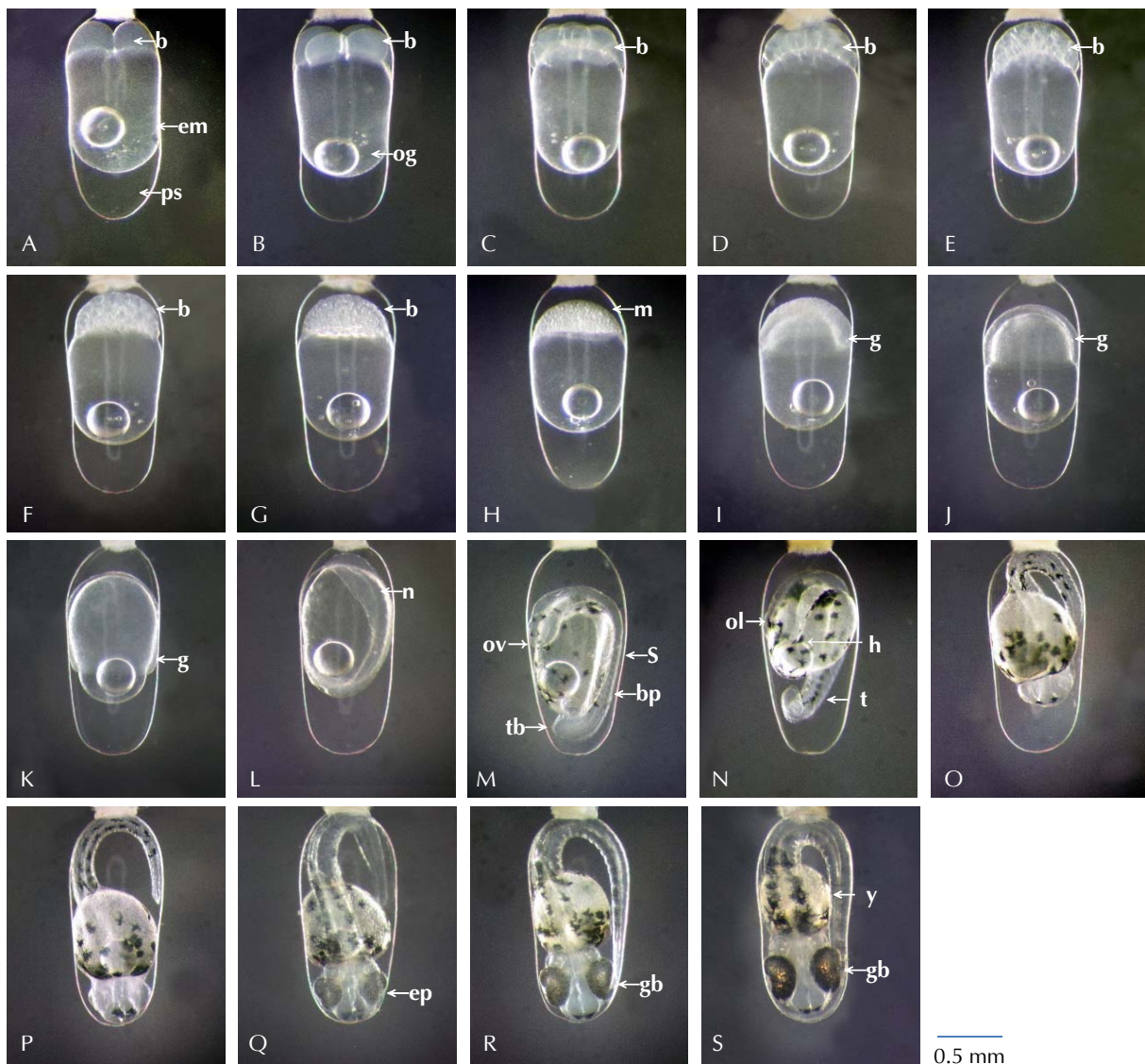
黑新刻齒雀鯛受精卵的平均長徑為  $1.58 \pm 0.06$  mm ( $n = 300$ )、平均短徑為  $0.71 \pm 0.02$  mm；卵黃長徑為  $1.06 \pm 0.07$  mm、短徑為  $0.69 \pm 0.03$  mm，內有單一油球，油球徑為  $0.28 \pm 0.02$  mm。受精卵呈淡白色長橢圓形，偏動物極之頂端具有棉絮狀之附著絲。受精卵之胚胎發育過程如 Table 2 與 Fig. 3 所示。在水溫  $28 \pm 1^\circ\text{C}$  及鹽度 32 – 33 psu 下，受精 30 min 後胚胎成為 2 細胞期 (Fig. 3A)；

**Table 2** Embryo development of *Neoglyphidodon melas* under different temperatures

Water temp. (°C)			Development stage
25±1	28±1	31±1	
00:00	00:00	00:00	Fertilized eggs Long: $1.58 \pm 0.06$ mm ; Diameter: $0.71 \pm 0.02$ mm ; Egg yolk long: $1.06 \pm 0.07$ mm
00:30	00:30	00:30	2-cell stage
01:30	01:00	01:00	4-cell stage
02:20	01:40	01:30	8-cell stage
03:20	02:25	02:00	16-cell stage
04:00	03:00	02:50	32-cell stage
04:50	04:30	04:25	64-cell stage
07:00	06:50	06:30	Morula stage
11:50	09:50	09:00	Blastula stage
13:30	11:30	10:10	1/2 of yolk was covered with blastodisc
16:00	14:30	12:30	2/3 of yolk was covered with blastodisc, and embryo appeared
18:30	16:50	15:00	All of yolk was covered with blastodisc
21:30	19:30	—	Optic vesicles appeared, 5 somites
25:30	24:50	—	16 somites
36:40	30:00	26:20	Optic lens and tail formed, tail freed from yolk sac
—	35:00	32:00	Chromatophore was visible on embryo and yolk, and the circulatory system of body fluid could be observed
55:00	45:10	37:00	The head of embryo turned to the top of egg
62:00	49:30	45:30	The original form of pectoral fin was visible
75:50	62:00	50:00	Guanine began to accumulate on eyes, but not to achieve the degree of coruscation
90:30	80:00	68:00	Guanine accumulated on eyes, and achieved the degree of coruscation
122:40	106:00	91:30	Hatching, $2.86 \pm 0.12$ mm in total length

1 hr 為 4 細胞期 (Fig. 3B) ; 1 hr 40 min 後 8 細胞期 (Fig. 3C) ; 2 hr 25 min 後為 16 細胞期 (Fig. 3D) ; 3 hr 後為 32 細胞期 (Fig. 3E) ; 4 hr 30 min 後為 64 細胞期 (Fig. 3F) ; 4 hr 30 min 後為 128 細胞期 (Fig. 3G) ; 6 hr 50 min 後為桑實期 (morula stage) (Fig. 3H) ; 9 hr 50 min 後為原腸胚期 (gastrula stage) (Fig. 3I) ; 11 hr 30 min 後囊胚覆蓋卵黃二分之一 (Fig. 3J) ; 14 hr 30 min 後囊胚覆蓋卵黃三分之二 (Fig. 3K) ; 16 hr 50 min 後囊胚覆蓋全卵黃且胚體出現 (Fig. 3L) ; 24 hr 50 min 後眼胞形成、

16 體節與尾芽形成 (Fig. 3M) ; 30 hr 後眼胞內晶體形成、尾部與卵黃分離，心臟開始搏動，血液循環清晰可見，心跳速率為 108 - 116 次/min (Fig. 3N) ; 45 hr 10 min 後胚體頭部移至卵的前端 (Fig. 3O) ; 49 hr 30 min 後胸鰭原基形成 (Fig. 3P) ; 62 hr 後胚體眼部已見色素沈澱 (Fig. 3Q) ; 80 hr 後胚體眼部已積聚鳥糞素 (Fig. 3R) ; 104 hr 後孵化前 2 hr (Fig. 3S) ; 106 hr 後，魚苗會全身劇烈扭轉後由尾部擊破卵殼而出，初孵化仔魚全長為  $2.86 \pm 0.12$  mm。Table 2 為不同水溫下黑新刻齒雀鯛受精卵胚胎發

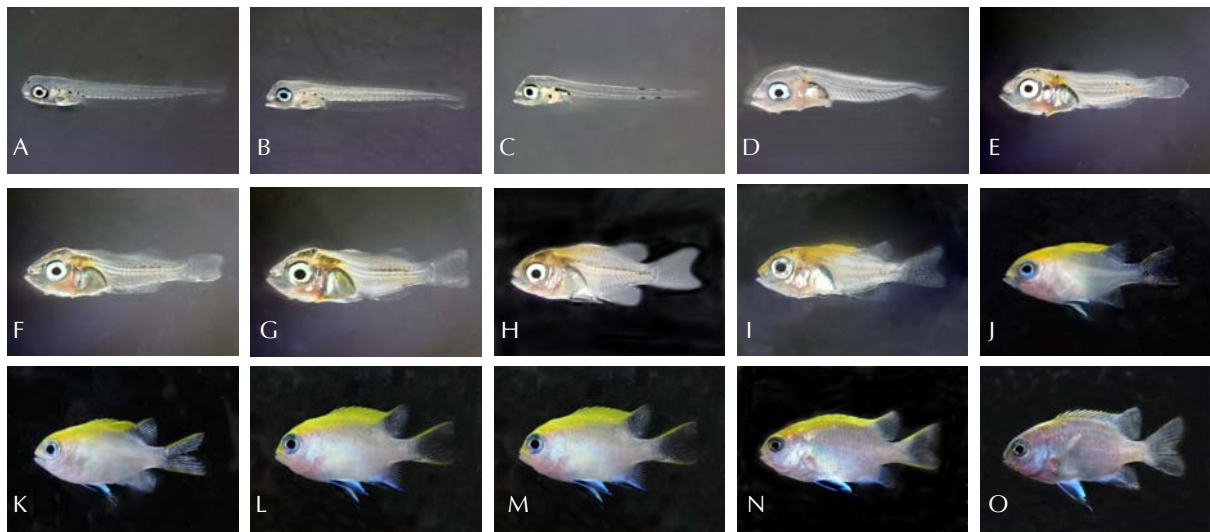


**Fig. 3** Embryo development of *Neoglyphidodon melas*. A: 2-cell stage; B: 4-cell stage; C: 8-cell stage; D: 16-cell stage; E: 32-cell stage; F: 64-cell stage; G: 128-cell stage; H: Morula stage (m); I: Blastula stage (g); J: 1/2 of yolk was covered with blastodisc; K: 2/3 of yolk was covered with blastodisc and embryo appeared; L: All of yolk was covered with blastodisc and embryo appeared; M: Optic vesicles (ov) appeared, and 16 somites (s) and tail-bud (tb) formed; N: Optic lens (ol) formed, tail was freed from yolk sac, and heartbeat began with heart rate of 108 ~ 116 beats/min; O: The head of embryo turned to the top of egg; P: The original form of pectoral fin was visible; Q: Chromatoplasm precipitated on eyes; R: Guanin began to form on eyes (gb) and achieved a degree of coruscation; S: The development as of 1:00 before hatching. b, blastomeres; bp, body pigment; em, egg membrane; ep, eye pigment; h, heart; n, notochord formation; og, oil globule; ps, perivitelline space; t, tail; y, yolk.

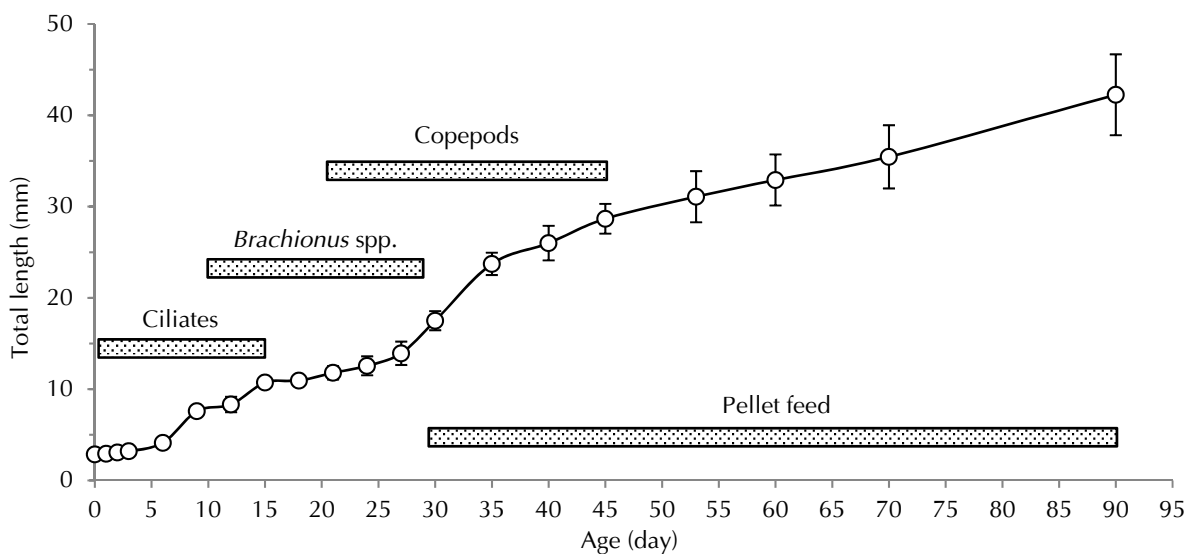
育與時間的關係，將受精卵分別調控水溫為  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $28 \pm 1^\circ\text{C}$  及  $31 \pm 1^\circ\text{C}$  下，觀察胚胎發育情形，結果胚胎發育至囊胚期 (blastula stage) 所需時間分別為 11 hr 50 min、9 hr 50 min 及 9 hr；至胚胎孵化 (hatching) 所需時間分別為 122 hr 40 min、106 hr 及 91 hr 30 min，根據結果發現黑新刻齒雀鯛孵化所需的時間與水溫成負相關變化。

### 三、仔魚形態變化及育苗

本種初孵化之仔魚具驅趨光性，可利用此特性使用聚光燈收集仔魚，隨著仔魚成長趨光性變弱。黑新刻齒雀鯛仔稚魚形態變化過程如 Fig. 4 所示，剛孵化之仔魚平均全長為  $2.86 \pm 0.12$  mm，卵黃囊吸收殆盡，在 4 hr 後開始進食 (Fig. 4A)；



**Fig. 4** The morphological changes of the *Neoglyphidodon melas* at the larval and fry stages. A, Newly-hatched larva, 2.86 mm in total length; B, One-day old larva, 2.93 mm in total length; C, 2-day old larva, 3.07 mm in total length; D, 4-day old larva, 3.46 mm in total length; E, 6-day old larva, 4.13 mm in total length; F, 8-day old larva, 7.46 mm in total length; G, 13-day old larva, 9.09 mm in total length; H, 18-day old larva, 10.95 mm in total length; I, 25-day old larva, 13.00 mm in total length; J, 35-day old larva, 23.73 mm in total length; K, 45-day old larva, 28.67 mm in total length; L, 50-day old larva, 30.70 mm in total length; M, 60-day old larva, 32.92 mm in total length; N, 70-day old larva, 35.45 mm in total length; O, 90-day old larva, 42.25 mm in total length.



**Fig. 5** Growth performance and feed schedule of *Neoglyphidodon melas*.

仔魚之成長過程之全長變化與餌料種類如 Fig. 5 所示，孵化後第 1 天 (Fig. 4B) 全長已達 2.93 mm 此時卵黃囊已消失，仔魚已可開始攝食 S.S. 型輪蟲 (*Brachionus* spp.)、游仆蟲 (*Euplotes* spp.) 與寡毛綱 (*Parafavella* spp.) 等纖毛蟲；孵化後第 2 天 (Fig. 4C) 順利過料的仔魚全長已達 3.07 mm；仔魚成長至第 4 天 (Fig. 4D) 仔魚全長成長至 3.46 mm 此時餌料生物為輪蟲；成長至第 6 天

仔魚 (Fig. 4E) 全長為 4.13 mm 下尾骨長出，脊索末端開始上屈；第 8 天仔魚全長為 7.46 mm 體透明，軀幹至尾柄開始具橘點狀色素分佈，頭部頂端黑色色素細胞開始擴散 (Fig. 4F) 頭部及體肌節處比較可明顯發現色素沉澱，此時可投餵以 150 目浮游生物網篩選出大小為 160 - 240  $\mu\text{m}$  的大型輪蟲；至第 13 天 (Fig. 4G) 全長 9.09 mm，頭部色素細胞開始擴散並延伸至鰓蓋處，體肌節

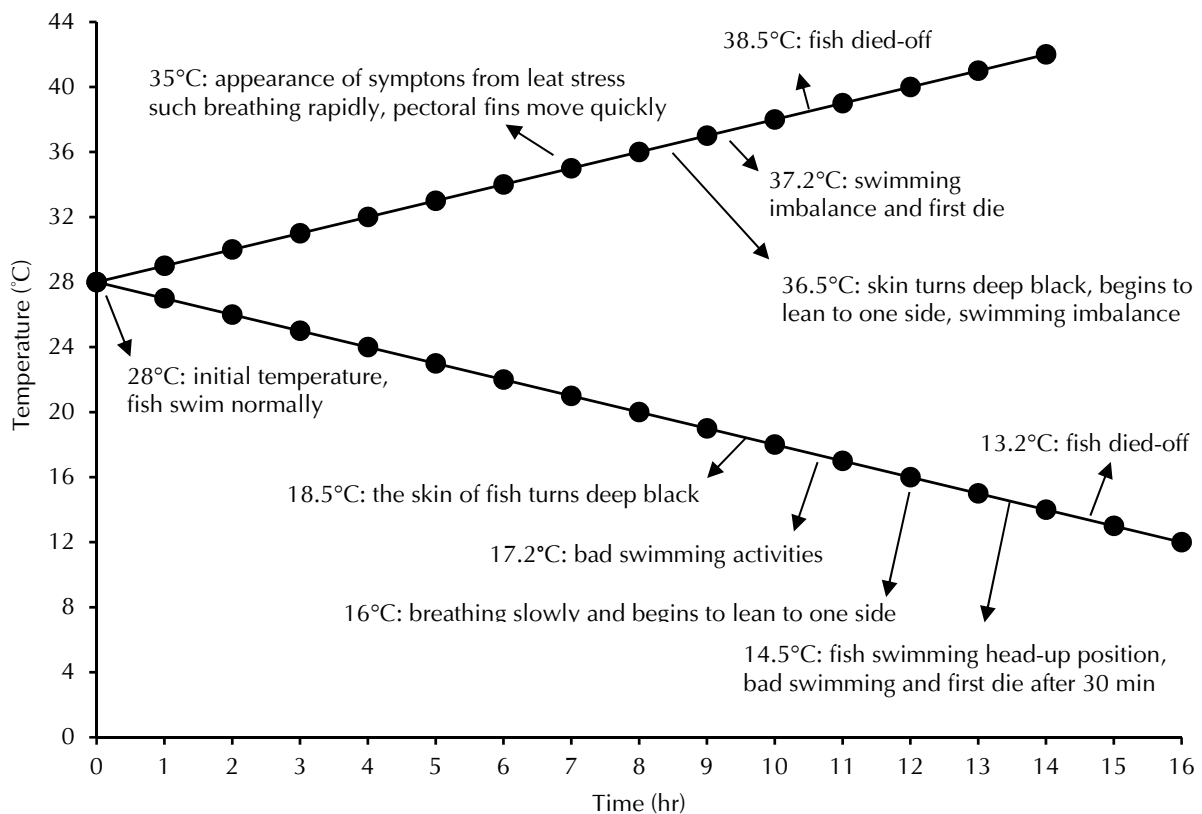


Fig. 6 Observed behavior of *Neoglyphidodon melas* under temperature stress.

色素細胞開始大面積擴散，仔魚開始沉降；孵化後第 18 天仔魚 (Fig. 4H) 全長 10.95 mm，頭部黃色素胞同時向吻端及背鰭前端約 1/2 處擴散，同時腹鰭與臀鰭前緣可見黑色素分布；各鰭式分化明顯，鰭條均成原鰭狀，此時可開始投餵小型橈腳類；至 25 天 (Fig. 4I) 全長為 13.00 mm，頂部延伸黃色素胞加深鰭條數皆已達成魚的定數。成長至 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；第 35 天 (Fig. 4J) 全長為 23.73 mm 腹鰭與臀鰭前緣藍黑色漸層分布出現，同時尾鰭上下緣具黃色色彩；第 45 天 (Fig. 4K) 全長為 28.67 mm 仔魚尾鰭上下緣之黃色加深，開始進入稚魚期；第 50 天 (Fig. 4L) 全長為 30.70 mm；第 60 天 (Fig. 4M) 全長為 32.92 mm；第 70 天 (Fig. 4N) 全長為 35.45 mm，魚體開始出現灰黑色；第 90 天 (Fig. 4O) 全長為 42.25 mm，魚體除腹鰭之外，各部位都有不同程度的灰黑色轉變。

#### 四、幼魚對溫度耐受性之影響

溫度緊迫下的行為觀察如 Fig 6 所示，水溫由 28.0°C 每小時增溫 1°C，研究發現上升至 34.0°C 黑新刻齒雀鯛幼魚行為皆表現正常，水溫持續上升 35.0°C 開始出現呼吸加快、胸鰭快速擺動緊張等熱緊迫現象；水溫加至 36.5°C 體色變黑開始側躺水槽底部活力明顯變差，游動時也會有短暫失去平衡等現象；37.2°C 出現在水中無法平衡後旋轉衝往水面現象，觀察 30 分鐘後開始出現死亡；38.5°C 試驗組全數死亡。水溫由 28.0°C 開始逐步降溫至 19.0°C 游泳行為皆正常；18.5°C 開始體色變黑；17.2°C 明顯活動力差，群縮至水槽一角；16.0°C 呼吸速率降低，開始偶爾無法平衡側躺水底；15.1°C 側躺水底開始出第一個體死亡；14.5°C 以觸碰刺激後會稍微泳動後再沈入水底，水溫降至 13.2°C 則全數死亡。

## 討 論

### 一、種魚培育及產卵

雀鯛科魚類由於其體型小、體色亮麗也容易飼養，而成為水族貿易市場中主要的交易魚種 (Rhyner *et al.*, 2012; 黃, 2016)，也是最早被人工培育的海水觀賞魚品種 (Madhu *et al.*, 2013)，雖然雀鯛科魚類的繁養殖文獻已大量的發表，但多數可蒐集的資料皆與海葵魚亞科 (Amphiprioninae) 有關 (Domínguez and Botella, 2014)，目前水族市場中的雀鯛科種類多採捕於天然海域，產業利用野生動物資源甚深且過於倚賴，並多造成資源過度損耗，尤其對別具觀賞價值或消費偏好之種類其數量與族群規模造成危害，因此本研究即探討黑新刻齒雀鯛育苗技術為建立海水觀賞魚人工繁養殖技術及育苗模式以供產業量產種苗之參考。

種魚來源購自坊間水族館，經檢疫、蓄養及配對後活存率為 62% ( $n = 46$ )，相較於藍刻齒雀鯛 (*Chrysiptera cyanea*) 種魚活存率為 30% (鄭等, 2008)、眼斑海葵魚 14.8% (何等, 2007) 及粉紅海葵魚 37.5% (何等, 2006) 高出許多。坊間水族館出售之海水觀賞魚有很大比例來自熱帶海域國家，以氰化物迷昏後撈捕因此蓄養死亡率非常高，而本種主要以臺灣周邊海域進行手撈及垂釣漁法捕獲，其活存率明顯高出許多。

本種無法依外表分辨性別，只能透過生殖腺剖檢分析得知，雄魚平均全長及體重分別為  $12.20 \pm 1.78$  cm 及  $54.54 \pm 18.50$  g；雌魚平均全長及體重為  $12.55 \pm 1.69$  cm 及  $56.94 \pm 17.44$  g；雌雄魚體型上並無顯著差異，比較灰刻齒雀鯛 (*Chrysiptera glauca*) 雌魚平均全長及體重為  $81.06 \pm 10.81$  mm 及  $12.60 \pm 5.61$  g；雄魚平均全長及體重為  $93.49 \pm 8.00$  mm，及  $18.44 \pm 5.74$  g (蔡等, 2012)；藍刻齒雀鯛雄魚平均全長、體重為  $5.36 \pm 0.89$  cm 及  $3.58 \pm 1.20$  g；雌魚全長範圍、體重為  $5.52 \pm 1.06$  cm 及  $3.53 \pm 1.25$  g (鄭等, 2008) 體型來的大，因此種魚培育過程需給予相對較大的活動空間，以利建立領域及進行生殖行為。根據觀察本種生殖模式為雄性主導，與其他刻齒雀鯛屬 (*Chrysiptera*) 如藍刻齒雀鯛 (鄭等, 2008) 及灰刻齒雀鯛 (蔡等, 2012) 所觀察行為模式相同，但與海葵魚亞科之一夫一

妻制模式不同 (Allen, 1972)。

珊瑚魚類之體色多變也為重要分類特徵之一，一般依體色變異情形區分為單體色型 (monomorphy) 為體色終身不改變，此類型魚不論性別、體型其體色均相同；多體色型 (polymorphy) 體色變化多且稚魚期之體色較成魚豐富，在多體色型魚類又區分為：(1) 隨成長而變色者：即幼魚與成魚體色不同，以雀鯛科魚類表現最多；(2) 隨性別而變色者：幼魚、雌魚及雄魚體色均不同，這些魚大多會性轉變體色隨性別而變，以隆頭魚科及鸚哥魚科為代表 (Fishelson, 1998; 陳等, 2011)，本研究黑新刻齒雀鯛稚魚期會表現出與成魚外觀不同的體色屬多體色型隨成長而變色者。Fishelson (1998) 在本種生態研究上觀察到其白色和黃色色彩在幼魚期出現但在達性成熟時雌魚體色會轉變為棕色，然後再性轉變為黑色雄魚，本研究上多體色樣態也出現在 8 cm 以上的亞成魚，開始由黃、白色轉變為棕黑色，透過生殖行為觀察平均全長達 12 cm 生殖腺成熟之種魚體色均呈現藍黑色，研究中並無發現分化為棕色雌魚，觀察約有 1.5% 全長達 12.5 cm 成熟個體維持幼魚期體色未轉換為藍黑色表徵。

本種產卵記錄推測黑新刻齒雀鯛產卵週期在 5 - 10 月間，最適產卵水溫 25 - 31°C，與蔡等 (2012) 灰刻齒雀鯛生殖週期發生在水溫 27 - 31.5°C 的 5 - 9 月間相似。張與詹 (1991) 觀察臺灣海域野外雀鯛科魚類生殖行為發現棲息於臺灣北部海域之雀鯛科魚類產卵季節主要發生在 4 - 9 月間與本研究相近，同時也發現新月及滿月會出現生殖高峰期，而本研究在人工飼養條件下生殖週期並未受到潮汐影響。

### 二、受精卵與胚胎發育影響

本種受精卵之顏色為淡黃色，為反映卵黃顏色所至，偏動物極具有附著絲得固定於卵床上，形狀為長橢圓形，相似於海葵魚之長橢圓狀的卵形 (陳等, 2003; 蔡, 2005; 何等, 2006; 錢, 2006; 何等, 2007)。本種每尾產卵數介於  $3100 \pm 800$  粒，比較灰刻齒雀鯛總產卵數 3000 - 8000 粒 (蔡等, 2012) 來的少，但比藍刻齒雀鯛平均產卵數 300 - 1000 顆左右 (鄭等, 2008) 來的多。造成產卵數差異之



原因，除種間的差異外，同種間體型大小差異而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)。本種受精卵長徑為  $1.58 \pm 0.06$  mm 稍小於 Tanaka (1998) 觀察的黑新刻齒雀鯛 1.73 - 1.81 mm，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 (朱, 1997)。

本研究的黑新刻齒雀鯛受精卵在水溫  $28 \pm 1$  °C 以上約需 4.4 天 (106 hr) 孵化，孵化時間較刻齒雀鯛屬的藍刻齒雀鯛 (鄭等, 2008; Gopakumar *et al.*, 2009)、灰刻齒雀鯛 (蔡等, 2012)、副金翅雀 (*C. parasema* (Olivotto *et al.*, 2003)、斯氏刻齒雀鯛 (*C. springer*) (Chambel *et al.*, 2014) 在水溫 24 - 30°C 時約需 3 - 4 天孵化，與新雀鯛屬 (*Neopomacentrus*) 的黃尾新雀鯛 (*N. azysron*; Tanaka *et al.*, 2007)、藍黑新雀鯛 (*N. cyanomos*; Rohini Krishna *et al.*, 2016; Setu *et al.*, 2010) 在水溫 25 - 29°C 約 3 - 5 天孵化相近。卻比圓雀鯛屬 (*Dascyllus*) 的三帶圓雀鯛 (*D. aruanus*) (Randall and Allen, 1977)、黑尾圓雀鯛 (*D. melanurus*) (Tanaka, 1998)、網紋圓雀鯛 (*D. reticulatus*) (Tanaka, 1998) 與三斑圓雀鯛 (*D. trimaculatus*) (Tanaka, 1998) 在水溫 28 - 29°C 時約需 2 天孵化日來的長。比白腹寬刻齒雀鯛 (*Amblyglyphidodon leucogaster*) (Tanaka and Yamada, 2008) 與寬帶鈍雀鯛 (*Amblypomacentrus clarus*) (Okamura *et al.*, 2008) 在水溫 23 - 28°C 時約需 5 - 7 天孵化日來的短。棘光鰓雀鯛屬 (*Acanthochromis*) 的多刺棘光鰓雀鯛 (*A. polyacanthus*) 孵化時間於水溫 27 - 28°C 需 15 - 16 天 (Kavanagh, 2000) 比本種長 3.6 倍的孵化時間 (Table 3)。Falk-Petersen (2005) 指出，胚胎發育所需時間受到種間與孵化水溫不同而有差異，水溫愈高會加速胚胎發育速度，即胚胎發育所需的時間與水溫成反比。

### 三、仔魚形態變化及育苗

大多數雀鯛科魚類之仔魚與稚幼魚階段與成魚差異大，研究仔魚發育對於了解雀鯛科魚類的生活史有其重要的意義 (Allen, 1991; Frédéricich and Kavanagh, 2016)。多數雀鯛科魚類的仔魚浮游期大多介於 2 - 5 週 (Wellington and Victor, 1989)。

Thresher and Brothers (1989) 指出海葵魚屬 (*Amphiprion*) 和棘頰海葵魚屬 (*Premnas*) 在雀鯛科魚類中具有最短的浮游期階段約 7 - 14 天，此外，其餌料轉換快也對環境耐受性相對來的高，在進行人工培育過程可獲得較高之育成率且更容易達到銷售體型，故許多水族業者將其作為量產海水觀賞魚種的首選 (Madhu *et al.*, 2013)。另一種多刺棘光鰓雀鯛 (*A. polyacanthus*) 在長達 15 - 16 天的孵化期後，仔魚發育完整且體型較大與海葵魚屬相似，但刺棘光鰓雀鯛仔魚沒有浮游期階段，孵化後直接沉降至珊瑚礁上生活 (Kavanagh, 2000)。本種仔魚因具有浮游期，在野外環境會往其他區域擴散，浮游性仔魚也易被掠食者捕食，其生存率很低僅有非常少的一部分仔魚能夠活下來，並補充到成魚的族群中，所以相對大體型的仔魚更具有存活優勢 (李, 2006)。本研究之黑新刻齒雀鯛至沉降期大約 17 - 25 天，培育至 25 天進入稚魚期，較 Tanaka, 1998 觀察的圓雀鯛屬 17 - 47 天 (多數為 20 - 30 天)、刻齒雀鯛屬 (*Chrysiptera*) 的 13 - 42 天相近似 (Thresher and Brothers, 1989; Thresher *et al.*, 1989)。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，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而本種仔魚張口寬度為 180 - 210  $\mu$ m 之間，所以必需提供更小餌料來作為過料用餌料為佳，如纖毛蟲、游仆蟲或小型輪蟲等。

### 四、稚魚對溫度耐受性之影響

近年來受極端氣候影響，氣溫常大幅變化而導致養殖生物及野外生物發生大量死亡情形。其次溫度對一般繁養殖業是重要考量的環境因素之一，魚類在休息時體溫和周圍環境相同，但當飼育溫度改變時會影響成長、餌料效率及新陳代謝等變化 (Rombough, 1997)。對熱帶性珊瑚礁魚類而言，低溫會比高溫影響大，在育苗期一般都是影響育成率的關鍵。Green and Fisher (2004) 表示飼育

**Table 3** A comparison of egg diameter, incubation temperature, hatching time and total length at hatching data of Pomacentridae species

Scientific name	Eggs diameter (mm)		Incubation temperature (°C)	Hatching Time (hr)	Total length at hatching (mm)	References
	Long	Diameter				
<i>Acanthochromis polyacanthus</i>	3.70-4.60	1.40-1.50	27-28	360-384	5.00-5.90	Kavanagh, 2000
<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>	1.31-1.38	0.53-0.55	23.2-27.9	120-168	3.13-3.96	Tanaka and Yamada, 2008
<i>Amblypomacentrus clarus</i>	1.22-1.33	0.57-0.65	24.5-26.5	120-168	3.27-3.45	Okamura <i>et al.</i> , 2008
<i>Chrysiptera cyanea</i>	1.19±0.03	0.60±0.01	24.2-26.2	102	2.80±0.20	Cheng <i>et al.</i> , 2008
	1.30	0.60	28-30	96	2.50	Gopakumar <i>et al.</i> , 2009
<i>C. glauca</i>	1.18±0.05	0.53±0.02	27.2-28.8	78.2	2.64±0.22	Tsai <i>et al.</i> , 2012
<i>C. parasema</i>	1.20-1.50	—	28	96	—	Olivotto <i>et al.</i> , 2003
<i>C. springer</i>	1.04±0.02	0.51±0.01	—	96	2.28±0.07	Chambel <i>et al.</i> , 2014
<i>Dascyllus aruanus</i>	0.70-0.80	—	28	44-51	2.00	Randall and Allen, 1997
<i>D. melanurus</i>	0.65-0.68	—	29	48	2.10-2.50	Tanaka, 1998
<i>D. reticulatus</i>	0.63-0.70	—	29	48	1.76-2.28	Tanaka, 1998
<i>D. trimaculatus</i>	0.60-0.69	—	29	48	1.83-2.38	Tanaka, 1998
<i>Neopomacentrus azysron</i>	1.08-1.38	0.42-0.47	25	72-120	2.64-3.34	Tanaka <i>et al.</i> , 2007
<i>N. cyanomos</i>	1.10-1.56	0.50-0.55	27±2	72-96	2.30-2.60	Rohini Krishna <i>et al.</i> , 2016
	0.80-1.00	0.20-0.40	26-29	96	1.80-2.20	Setu <i>et al.</i> , 2010
<i>N. melas</i>	1.73-1.81	—	—	144-168	3.67-3.74	Tanaka, 1998
	1.58±0.06	0.71±0.02	28±1	106	2.86±0.12	Present study

溫度的降低除了產生成長遲緩外仔稚魚的游泳速度也會減慢，魚苗發展過程中會發展適當的特徵及行為順應環境的變化。一般觀賞魚培育針對臨界溫度變化鮮少被學者討論，廣泛討論多偏重於經濟性魚類為主。林等 (2010) 針對寶石鱸 (*Scortum barcoo*) 進行溫度耐受性試驗，由 25°C 水溫開始每小時增溫 1°C，高於 34°C 時即明顯呈現生理異常現象，呼吸速度加快，超過 35.5°C 開始而失去平衡出現臨界熱現象，試驗組持續低溫 13.0°C 即會引起降溫組死亡。鄧 (1977) 在日本鰻 (*Anguilla japonica*) 研究上致死高溫約在 36 - 38°C。Sadler (1979) 提及歐洲鰻 (*Anguilla*

*anguilla*) 在水溫 1 - 3°C 時活力變低。本試驗發現本種水溫由 28°C 每小時增溫 1°C 觀察發現上升至 34°C 黑新刻齒雀鯛稚魚行為皆表現正常，水溫持續上升 35.0°C 開始出現及呼吸加快、胸鰭快速擺動緊張等熱緊迫現象；水溫加至 36.5°C 體色變黑開始側躺水槽底部活力明顯變差，游動時也會有短暫失去平衡等現象，38.5°C 試驗組全數死亡，相近似林等 (2010) 寶石鱸魚苗於 35.5°C 開始而失去平衡出現臨界熱現象，水溫至 35.8°C 開始出現熱傷害死亡，38.0±0.2°C 試驗組全數死亡。本研究水溫由 28°C 開始逐步降溫至 19°C 游泳行為皆正常；18.5°C 開始體色變黑；16°C 呼

吸速率降低，開始偶爾無法平衡側躺水底；14.5°C 以觸碰刺激後會稍微泳動後再沈入水底，水溫為 13.2°C 則全數死亡，相較林等 (2010) 寶石鱸致死水溫為  $12 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ，顯示本種較溫帶水域的寶石鱸不耐低溫。

## 謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會 106 農科-10.5.3-水-A1(2) 計畫項下支助，執行期間承蒙東部海洋生物研究中心所有同仁之努力協助，使本研究能順利完成，併此表達由衷之謝意。

## 參考文獻

- 朱祥海 (1997) 發生和變態. 魚類學, 173-186.
- 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, 14(2): 57-67.
- 林天生, 楊順德, 劉富光 (2010) 水溫對寶石鱸致死、攝餌及成長之影響. 水產研究, 18: 55-63.
- 邵廣昭 (2018) 臺灣魚類資料庫網路電子版. <http://fishdb.sinica.edu.tw> (2018-9-6)
- 陳正平, 邵廣昭, 詹榮桂, 陳靜怡, 郭人維 (2010) 墾丁國家公園海域魚類圖鑑 (增修壹版). 墾丁國家公園管理處, 650 pp.
- 陳正平, 詹榮桂, 黃建華, 郭人維和邵廣昭 (2011) 珊瑚礁魚類行為生態. 東沙魚類生態圖鑑. 內政部營建署海洋國家公園管理處, 360 pp.
- 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.
- 黃之暘 (2016) 臺灣觀賞水族產業發展現況、特色與潛力—技術手冊. 行政院農業委員會漁業署, 111 pp.
- 張崑雄, 詹榮桂 (1991) 墾丁國家公園海域雀鯛科魚類生殖行為研究. 保育研究報告第75號. 內政部營建署墾丁國家公園管理處, 54 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.
- 蔡宇鴻 (2005) 飼料中添加類固醇激素對克氏海葵魚 (*Amphiprion clarkii*) 性轉變之影響及生殖研究. 國立臺灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文.
- 鄭明忠, 何源興, 江玉瑛, 施勝中, 陳文義 (2008) 藍刻齒雀鯛之人工繁殖. 水產研究, 16(2): 67-79.
- 蔡惠萍, 鄭明忠, 何源興, 江玉瑛, 冉繁華, 歐慶賢, 林金榮 (2012) 灰刻齒雀鯛之人工繁殖研究. 水產研究, 20(2): 59-72.
- 鄧火土 (1977) 鰻病與對策-水產養殖要覽. 漁牧科學雜誌社編印, 307-310 pp.
- 錢昇威 (2006) 白條海葵魚 (*Amphiprion frenatus*) 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存活研究. 國立臺灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文.
- Allen, G. R. (1972) The Anemonefishes. TFH Publications, Inc. Surray England, 288 pp.
- Allen, G. R. (1991) Damsel-fishes of the World. Mergus Publishers, Melle, Germany, 271 pp.
- Chambel, J., Severiano V. and R. Pedrosa (2014) Reproductive behaviour and embryonic development of the Citrinis Clown Goby (*Gobiodon citrinus*) and Blue Sapphire Damsel-fish (*Chrysiptera springeri*). International Meeting on Marine Research, 2014, Peniche, Portugal, 10-11 July.
- Cheng, M.C., Y. S. Ho, Y. Y. Jiang, S. C. Shih and W. Y. Chen (2008) Experiments on the Artificial Propagation of Blue Devil (*Chrysiptera Cyanea*). J. Taiwan Fish. Res., 16 (2): 67-79.
- Domínguez, L. M. and Á. S. Botella (2014) An overview of marine ornamental fish breeding as a potential support to the aquarium trade and to the conservation of natural fish populations. Int. J. Sustain. Develop. Planning, 9 (4): 608-632.
- Falk-Petersen, I. B. (2005) Comparative organ differentiation during early life stages of marine fish. Fish Shellfish Immunol., 19: 397-412.
- Fishelson, L. (1998) Behaviour, socio - ecology and sexuality in damsselfishes (Pomacentridae). Italian J. Zool., 65:51, 387-398.
- Frank, H. H. (1998) Conditioning, spawning and rearing of fish with emphasis on marine clownfish. Aquarium Sci. Conserv., 2(1): 43-44.
- Frédérich B. and K. D. Kavanagh (2016) Ontogeny and early life stages of Damsselfishes. In Biology of Damsselfishes (B. Frederich and E. Parmentier eds.), Taylor & Francis, Boca Raton, FL, United States, 168-182.
- Gopakumar, G., I. Santhosi and N. Ramamurthy (2009) Breeding and larviculture of The sapphire devil damsselfish *Chrysiptera cyanea*. J. Mar. Biol., 51: 130-136.
- Green, B. S. and R. Fisher (2004) Temperature influences swimming speed, growth and larval duration in coral reef fish larvae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 299: 115-132.
- 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.
- Kavanagh, K. D. (2000) Larval brooding in the marine damselfish *Acanthochromis polyacanthus* (Pomacentridae) is correlated with highly divergent morphology, ontogeny, and life-history traits. *Bull. Mar. Sci.*, 66(2): 321-337.
- Kavanagh, K.D. and R. A. Alford (2003) Sensory and skeletal development and growth in relation to the duration of the embryonic and larval stages in damselfishes (Pomacentridae). *Biol. J. Linn. Soc.*, 80: 187-206.
- Madhu, R., Madhu, K. and T. Rethesh (2013) Breeding and seed production of clownfishes under captivity. Central Marine Fisheries Research Institute, India, No 1603.
- 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.
- Okamura, S., Y. Tanaka, K. Yamada, Y. Igushi and A. Takashio (2008) Reproduction and rearing of the damselfish, *Amblypomacentrus clarus*, in the Aquarium. *Bull. Inst. Oceanic Res. Develop. Tokai University*, 29: 41-52.
- Randall, H. A. and G. R. Allen (1977) A revision of the damselfish genus *Dascyllus* (Pomacentridae) with the description of a new species. *Rec. Aus. Mus.*, 31(9): 349-385.
- Rhyné, A. L., M. F. Tlustý, P. J. Schofield, L. Kaufman, J. A. Morris Jr, A. W. Bruckner (2012) Revealing the Appetite of the Marine Aquarium Fish Trade: The Volume and Biodiversity of Fish Imported into the United States. *PLoS ONE*, 7(5): e35808.
- Rohini Krishna, M. V., M. K. Anil and P. Neethu Raj and B. Santhosh (2016) Seed production and growth of *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856) in captivity. *Indian J. Fish.*, 61 (3): 50-56.
- Rombough, P. J. (1997) The effects of temperature on embryonic and larval development. *In* Global Warming. Implications for Freshwater and Marine Fish (C. M. Wood and D. G. McDonald eds.), Cambridge Univ. Press, Cambridge, 177– 223.
- Sadler, K. (1979) Effects of temperature on the growth and survival of the European eel, *Anguilla anguilla* L. *J. Fish Biol.*, 15: 499-507.
- Setu, S. K., Ajith Kumar, T. T., Balasubramanian, T., Dabbagh, A. R. and M. Keshavars (2010) Breeding and rearing of the Regal Damselfish *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856). The role of green water in larval survival. *World J. Fish Mar. Sci.*, 2: 551–557.
- Tanaka, Y. (1998) Reproductive behavior and morphology of eggs and larvae of damselfish. *J. Fac. Mar. Sci. Technol., Tokai University*, 45: 167-179.
- Tanaka, Y., K. Yamada, T. Shirafuji and A. Nakamura (2007) Reproductive and rearing of the damselfish, *Neopomacentrus azysron*, in the Aquarium. *Bull. Inst. Oceanic Res. Develop., Tokai University*, 28: 65-77.
- Tanaka, Y. and K. Yamada (2008) Reproductive behavior, embryonic and Morphological development of larvae and juveniles of the damselfish, *Amblyglyphidodon leucogaster*, in the Aquarium. *Bull. Inst. Oceanic Res. Develop., Tokai University*, 29: 29-39.
- Thresher, R. and E. Brothers (1989) Evidence of intra- and inter-oceanic regional differences in the early life history of reef-associated fishes. *Mar. Ecol. Progress Ser.*, 57:187-205.
- Thresher, R. E., Colin, P. L., and Bell, L.J. (1989). Planktonic duration, distribution and population structure of western and central Pacific damselfishes (Pomacentridae). *Copeia*, 420-434.
- Tocher, D. R. and J. R. Sargent (1984) Analyses of lipids and fatty acids in ripe roes of some northwest European marine fish. *Lipids*, 19: 492-499.
- Tsai, H. P., Cheng, M. J., Ho, Y. S., Jiang, Yu. Y., Nan, F. H., Ou, C. H. and K. J., Lin (2012) Studies on the Artificial Propagation of the Gray Demoiselle (*Chrysiptera glauca*). *J. Taiwan Fish. Res.*, 20 (2): 59-72.
- Wellington, G. and B. Victor (1989) Planktonic larval duration of one hundred species of Pacific and Atlantic damselfishes (Pomacentridae). *Mar. Biol.*, 101: 557-567.

## Experiments on the Artificial Propagation of *Neoglyphidodon melas*

Ming-Chung Cheng, Yu-Ying Jiang, Yi-Chun Yeh and Yuan-Shing Ho\*

Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

### ABSTRACT

This study investigated the reproductive behavior and larval culture of *Neoglyphidodon melas* in artificial environments and the differences in various relevant factors. It was hoped that the results of the study can help to reduce the trade in wild fish in the ornamental fish market in the future. The results showed that the adhesive demersal eggs of the fish are white to yellow in color and ellipsoidal in shape, with a total length of approximately  $1.58 \pm 0.06$  mm (mean  $\pm$  SD) and a width of approximately  $0.71 \pm 0.02$  mm. The yolks were about  $1.06 \pm 0.07$  mm long and contained several oil droplets with diameters of  $0.28 \pm 0.02$  mm, and the newly hatched larvae were about  $2.86 \pm 0.12$  mm in length. Parental care behaviors for the ovum occurred from spawning to hatching, and our observations indicated that such parental behavior is mainly carried out by males. The incubation period was approximately 106 hr at a water temperature of  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ . The feeds used for the blue devil at initial larvae stage were ciliate, rotifer and copepod. Microalgae was added to stabilize the water quality and nourish the rotifers. The feeds should be given at the same time. Under heat stress experiments, the blue devils started die at  $37.2^\circ\text{C}$ , and all the fish were dead by the time the temperature reached  $38.5^\circ\text{C}$ . In the low temperature tolerance test, the *Neoglyphidodon melas* started to die at  $15.1^\circ\text{C}$  and all the fish were dead at  $13.2^\circ\text{C}$ .

Key words: *Neoglyphidodon melas*, spawning behavior, early development, larval rearing

---

\*Correspondence: Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute, 22 Wu-Chuan Rd., Chengkung, Taitung 961, Taiwan. TEL: (089) 850-090 ext. 301; FAX: (089) 850-092; E-mail: yshu@mail.tfrin.gov.tw