

## 金錢魚 *Scatophagus argus* 的初期發育及育苗研究

### 摘要

金錢魚 Spotted scat *Scatophagus argus* 的受精卵為浮性的透明卵，其卵徑介於 0.78-0.8 mm，內有單一油球，油球的直徑為 0.26 mm，在水溫 28-29°C，約 20 小時後開始孵化，29-31°C 約 16 小時後開始孵化，孵化稍後，軀幹伸直時，仔魚的全長為 1.8 mm，孵化後 48 小時，仔魚之全長為 2.6 mm，開始投餵牡蠣受精卵及輪蟲，第 9 日齡開始投餵剛孵化的豐年蝦幼蟲，至第 18 日齡後兼投少量橈足類，第 24 日齡時，最大的仔魚全長達 13 mm，軀幹呈深黑色，第 27 日齡時，較大的魚苗開始有攝食團狀鰻飼料的行為，顯示嗅覺神經已經形成，1 月齡的金錢魚苗之平均全長及平均體重分別為  $12.6 \pm 2.8$  mm 及  $0.093 \pm 0.06$  g，此階段的魚苗與野生苗的外觀相似。

**關鍵詞：**金錢魚，初期發育，育苗

金錢魚 Spotted scat *Scatophagus argus* 屬於金錢魚科 Scatophagidae，本科共有 2 屬 4 種，在台灣地區僅發現 1 種<sup>(1)</sup>，主要分布於西南沿海地區。金錢魚因其背鰭之硬棘有劇毒，人若被刺後感覺痛苦難堪，故又被稱為變身苦（諧音：遍身苦）。金錢魚為中小型的海水魚類，最大體重可達 1.2 公斤左右，肉質細嫩鮮美，因可忍受高密度的養殖環境，故亦為具有養殖潛力的魚種之一。

金錢魚為廣鹽性的魚類，常出現於沿岸海域，特別在牡蠣架下、港口及河口地區，尤好棲息於沙泥地多岩石處，雜食性，會攝食水中細嫩的水生植物，尤其是絲藻之類。金錢魚除可生存於鹽度相當廣範圍的各種海水中，亦可長期生存於淡水中，在淡水環境中，可避免被海水性的原生動物寄生蟲所感染，且體表花紋更加明顯可愛，故亦被用來作為淡水觀賞魚之用。養殖業者捕抓每年在 5-6 月間出現於河口地區的野生魚苗，放養在池中和其他魚蝦類混養，以清除池中的絲藻，同時作為養殖魚塢的副產物。

近年來，野生的金錢魚苗急遽銳減，顯示其自然資源亦逐漸枯竭中，因此，人工繁殖的技術必須積極開發。本文旨在描述金錢魚的初期發育、仔魚行為、育

苗過程及討論魚苗培育的相關問題。

### 材料與方法

#### 一、胚胎發育

金錢魚的受精卵是以人工催熟<sup>(2)</sup>及人工授精的方式獲得，受精卵置於 100 l 的錐形底孵化桶中孵育，孵化的鹽度為 28 ppt，水溫介於 29-31 °C 間，並輕微打氣，打氣量以使受精卵能在孵化桶中保持浮動為原則，孵化的過程採止水式孵化，並視沉卵的數量，不定時將沉澱的卵由底部排除，在受精卵發育至原腸期時，以 100 目的浮游生物網，將受精卵撈至另一放置新鮮海水的桶中，在受精卵發育至後期階段，再將受精卵分配至育苗桶中。胚胎及仔魚的發育過程中，用解剖顯微鏡進行胚胎發育的觀察研究，並拍攝其發育的過程。

#### 二、仔魚的發育及育苗研究

即將孵化的受精卵，移至 4 個 0.5 噸桶中等待孵化，孵化後並在該類桶中進行仔魚的培育。育苗桶置

於實驗室的屋緣下，育苗期間的水溫為 28-31°C，育苗水的鹽度為 28 ppt，並調整打氣量至仔魚能正常游動的程度，初期的打氣量較小，往後視仔魚的游動能力，稍微調大打氣量。自第 18 天起，除投餵豐年蝦幼蟲外，其中兩個育苗桶兼投餵橈足類動物性浮游生物。仔魚培育的過程中，以解剖顯微鏡觀察各不同階段仔魚的外形變化，並拍攝之。

仔魚的培育是依不同的發育階段，分別投餵牡蠣受精卵、輪蟲、豐年蝦幼蟲及橈足類等餌料，為調節育苗水的透明度，由第二天起開始添加擬球藻 *Nannochloropsis oculata* 的藻水於育苗桶中，以調節適當的透明度，維持仔魚的穩定性。並在育苗的中後期，測量育苗水的水質變化。

## 結果與討論

### 一、胚胎發育

金錢魚的受精卵呈圓形狀，卵徑差異大，直徑介於 0.78–0.8 mm，卵徑的大小和雌魚的大小有密切關係，受精卵為分離的浮性卵，單一油球，油球的直徑

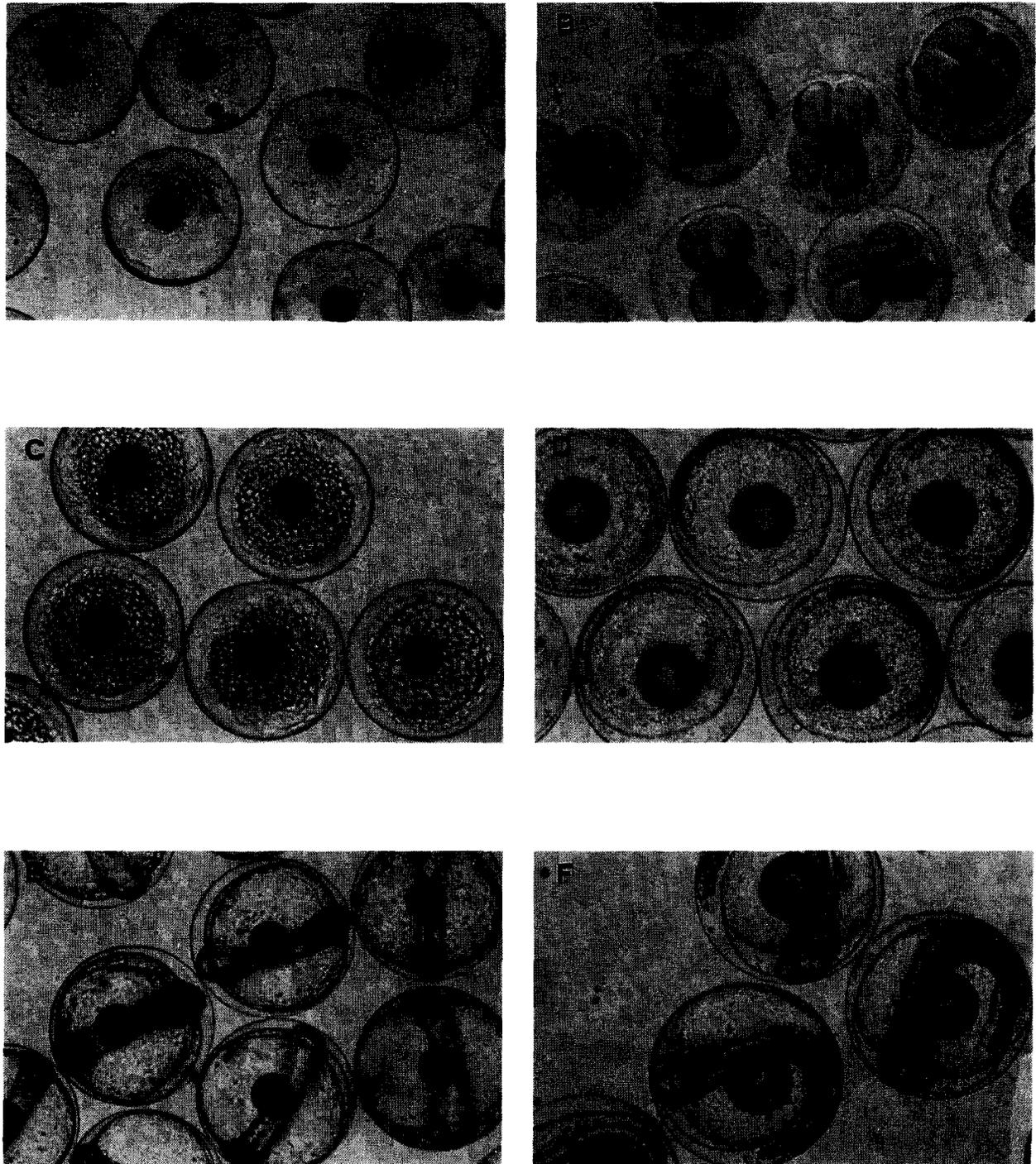
為 0.26 mm，卵質越好的受精卵愈透明，較差的受精卵，卵的表面越有黑色斑點分布。在水溫 26°C 下，第一次有絲分裂在受精後 58 分鐘時發生，在 28 或 31°C 的水溫，第一次有絲分裂分別在受精後 45 及 30 分鐘時發生，水溫在 28-29°C，在受精後約 20 小時開始孵化，在 29-31°C，則僅需 16 小時即開始孵化 (Table 1)。胚胎發育的各階段，顯示在 Fig. 1。

### 二、仔魚的成長、形態變化、習性及餌料的投餵 (水溫 28-31°C)

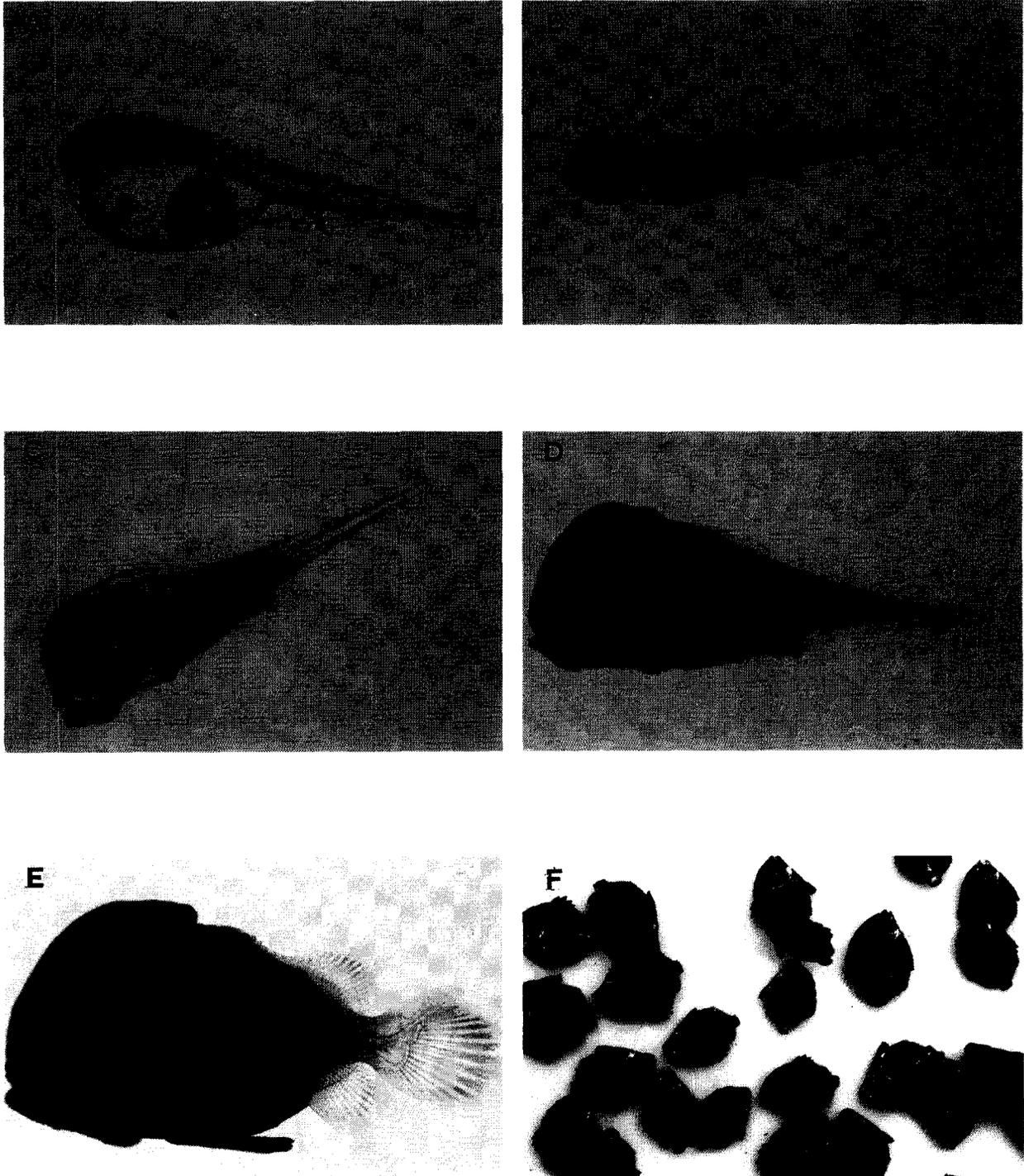
金錢魚的仔魚相當特別，被稱為 *Tholichthys larvae*<sup>(3)</sup>，硬骨魚類中只有少數魚種具有此特徵，在仔魚後期階段，具有此種特徵的魚類，包括蝴蝶魚科 *Chaetodontidae* 及金錢魚科的魚類，其特徵為全長 6-12 mm 的仔魚，具有覆蓋頭部的骨板 (Bony plates)，形成一保護頭罩，此種骨板在進入幼魚階段後再慢慢消失，此類魚種的仔魚之特徵尚包括：體幅深，側扁，體黑、無鱗片且皮膚粗糙，側線發育良好。金錢魚在仔魚期的形態變化，顯示在 Fig. 2，餌料的投餵程序及水質管理，如 Fig. 3 所示。

Table 1. The embryonic development of spotted scat *Scatophagus argus*.

<i>Time after fertilization</i> (h/min)	<i>Water temperature</i> (°C)	<i>Descriptions</i>
0 / 00	31	Fertilization
0 / 30	31	2-cells
0 / 40	31	4-cells
3 / 00	31	Morula
6 / 00	30	Gastrulation starts
8 / 00	29	Neural groove appears
9 / 00	29	Formation of embryonic body, optic and Kupffer's vesicles appeared
11 / 00	29	Heart-beat began.
12 / 30	29	Formation of auditory vesicles
16 / 00	29	Hatching



**Fig. 1.** The embryonic development of spotted scat *Scatophagus argus*.  
A: The fertilized eggs, B: Four-cell stage, C: Morula stage, D: Gastrula stage, E: Developing embryos, F: Developing embryos before hatching.



**Fig. 2.** The morphological changes at larval and fry stage of spotted scat *Scatophagus argus*.  
A: The newly-hatched larva, B: One-day old larva, C: Three-day old larva, D: Six-day old larva,  
E: Twelve-day old larva, F: One month old fry.

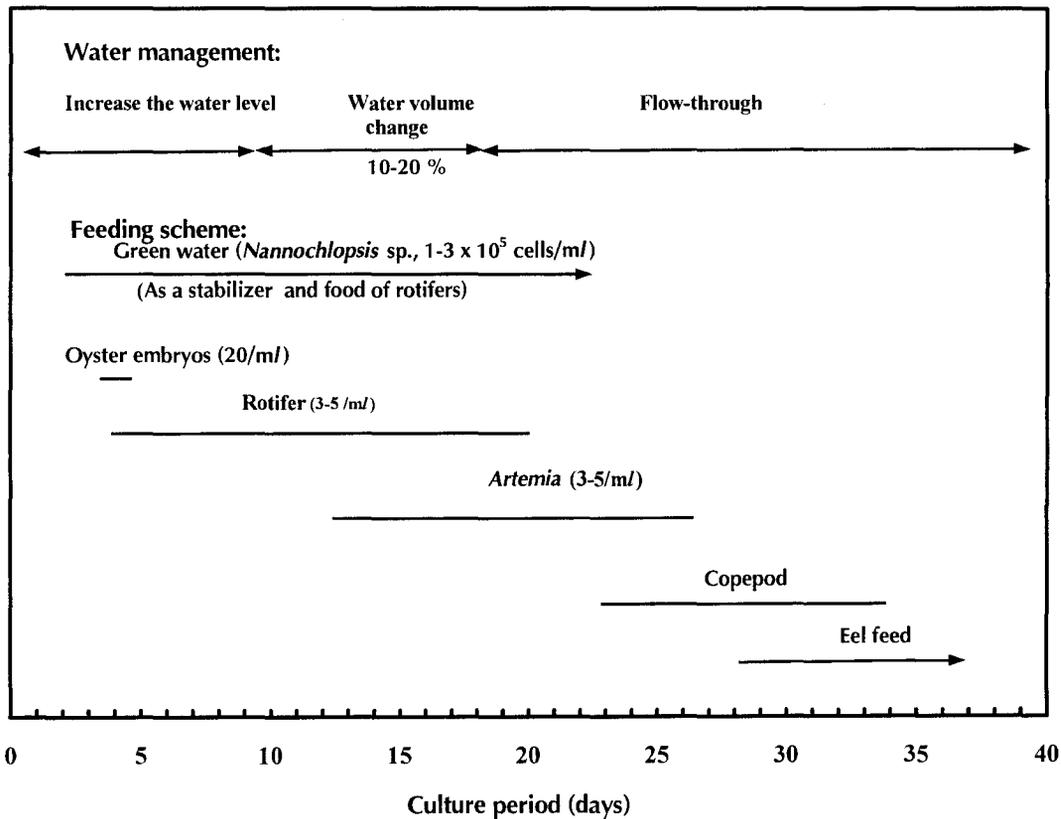


Fig. 3. Feed supply and water management scheme in larval rearing of spotted scat *Scatophagus argus*.

#### 第 0 日齡

剛孵化不久的仔魚全長為 1.8 mm，卵黃囊的長度為 0.95 mm，寬度為 0.45 mm，油球在卵黃囊的後段中央部位，仔魚呈透明體，剛孵化時，浮於水面或懸浮於水中，孵化後數小時，由水面觀之，軀幹即呈黑色，小棒狀，與烏魚前期仔魚的形狀及體色極為類似，仔魚對環境的變化或外物的接近相當敏感，受驚嚇易抽筋，浮於水面死亡。

#### 第 1 日齡

孵化後 20 小時，仔魚的全長為 2.6 mm，體幹呈黑色，胸鰭原基已經長出，其餘的鰭部成原鰭狀，鰭部透明，口及肛門未開，眼色素胞尚未形成，脊椎骨中段有黑色素分布，仔魚懸浮於水中，由水面觀之，軀幹呈黑色棒狀。此階段少數仔魚會浮於水面，彎曲死亡，受陽光直射時似乎不受影響，比前一天對外物接近，較不敏感。

#### 第 2 日齡

孵化後 48 小時，仔魚的全長為 2.6 mm，和前一天比較，長度並未增加。由水面觀之，頭部後方有金銀色的色素出現，仔魚已經開口，由游泳的姿勢可知

已有攝食的行為，此階段雖然仔魚體形尚小，但口部大，由口部的大小和輪蟲比較，小輪蟲可以被攝食。故開始投餵牡蠣受精卵及以 150 目浮游生物網濾過的小輪蟲。此階段仍有少許仔魚死亡浮於水面，用較亮且有反光的培育桶，仔魚的死亡率較高，為穩定育苗環境，在桶中加入少許擬球藻的藻水，以降低透明度，增加仔魚的穩定性。

#### 第 3 日齡

仔魚的全長為 2.6 mm，與前一日一樣，全長尚未增長，仔魚較集中在亮度較高的地方，眼較黑，背部的銀色素愈明顯，除尾鰭、臀鰭、背鰭後段及尾柄處為透明外，其餘的部份為黑色。

#### 第 6 日齡

仔魚之全長為 2.8-3.1 mm，成長的差異增大，尤其體高的增加較為明顯，腹鰭肥大粗黑，延伸至肛門處，腹鰭的增長，似乎對仔魚在水中的穩定性有幫助，在內臟附近的軀幹黑色素較為明顯，頭部較淡，頭後有一明顯的小隆起，仔魚反應靈敏，遇外物接近時，會迅速閃避，活力甚佳。

#### 第 9 日齡

仔魚之全長介於 3-4 mm 間，其中全長達 3.9 mm 者，背鰭及臀鰭已在分化中，全長 4 mm 的仔魚，頭部至肛門間的軀幹呈黑色，頭大，頭部隆起更明顯，尾鰭條在形成中，尾鰭末緣呈圓弧形，腹鰭條延伸至肛門稍後處，口大，牙基形成中，由於金錢魚仔魚的口部較大，此階段可以開始投餵剛孵化的豐年蝦幼蟲供其攝食。

#### 第 12 日齡

仔魚的全長介於 3.4-5.2 mm 間，平均 4.5 mm，其中全長 5.2 mm 的仔魚，頭後背部的隆起骨板更加明顯，背鰭、尾鰭及臀鰭在分化中，臀鰭基部前緣之前方的軀幹全為黑色，與花軟唇 *Plectorhinchus cinctus* 仔魚發育體色的變化極為類似，在發育的過程中，皆會由透明的仔魚，變成黑色的體色，再變成與成魚相似的體色，顯示黑色素發達的仔魚期，可能生存在背景較暗的環境<sup>(4)</sup>。此階段仔魚頭後之金黃色素斑紋更加明顯，背鰭後半段呈透明，強壯的仔魚短暫離開水面已不會死亡。

#### 第 18 日齡

仔魚之全長介於 5.0-9.6 mm 間，平均 7.5 mm，此階段的仔魚與前階段沒有多大區別，但背鰭的硬棘條已經形成，仔魚體長的差異，明顯的增大，但尚未發現有殘食的現象，迄此階段為止，仔魚攝食豐年蝦的幼蟲，尚未發現有明顯的不適現象。

#### 第 24 日齡

仔魚的全長介於 6.0-13 mm 間，其中較大的仔魚，在頭部後緣產生明顯的金黃色色素，除體表色澤外，全長 6.4 mm 及 12.5 mm 的仔魚在外部形態及構造上，並沒有明顯的區別，體形較大者，游泳能力已經相當強，與野生苗相去不遠，仔魚尚未能攝食懸吊在水中的團狀鰻飼料，顯示嗅覺的器官尚未發育完全，仍以視覺的判斷來攝食活的餌料，發育至此日齡的仔魚，已逐漸在變態中，但營養不足或攝食不良的變態中魚苗，如果在捕抓時或因換水被吸出桶外，容易因驚嚇過度，造成抽筋死亡，故由此階段開始，應注意仔魚的營養問題。

#### 第 27 日齡

仔魚之平均全長為  $9.1 \pm 1.95$  mm (介於 6.1-12.6 mm)，其中全長 12.5 mm 的仔魚，其腹棘長度為 0.4 mm。此階段有一部份較大的仔魚已經陸續顯出與成魚類似的體色，較大體型的仔魚開始攝食垂吊在水中的鰻飼料，顯示部份較大的仔魚，嗅覺器官可能已經發生功能。

#### 第 30 日齡

魚苗的平均全長為  $12.6 \pm 2.8$  mm ( $n=20$ ，介於 7.4-18.6 mm)，體重為  $0.093 \pm 0.06$  g ( $n=20$ ，介於 0.017-0.22 g)，體長之差異相當懸殊，此時魚苗移至 100 平方公尺的室外池繼續飼養。發育至此階段的魚苗，可以忍受捕撈及長途運輸。

在繁殖季節時，於鹽度介於 10-15 ppt 的東港漁港中捕抓到的野生魚苗之平均全長為  $15 \pm 2.1$  mm，平均體重為  $0.12 \pm 0.05$  g。由魚苗體形的比較，推測出現在河口區的野生魚苗，約為 30 日齡左右的魚苗。

### 三、仔魚培育

金錢魚初期仔魚的成長，全長的增加不明顯，但體高的增加卻相當明顯 (Fig. 2)，為金錢魚有別於其他大部份的海水魚類之處。海水魚仔魚剛開始攝餌時的最大張口寬度 (Mouth gape) 和育苗的活存率有密切的關係<sup>(5)</sup>，金錢魚的仔魚，由於頭部及口部特別大 (Fig. 2)，故初期階段的活存率相當高。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，太大或太小的餌料均不適合，例如育苗率相當低的石斑魚 *Epinephelus suillus*，其仔魚剛要攝餌時的張口寬度為 0.15-0.18 mm 間，然而輪蟲的平均冠長及平均冠寬分別為  $0.1622 \pm 0.0186$  mm 及  $0.1198 \pm 0.0165$  mm，仔魚的口徑僅比輪蟲稍大些<sup>(6)</sup>，可能為石斑魚的初期育苗率相當不穩定的因素之一。

培育金錢魚魚苗時，仔魚在未攝餌前的初期階段，可能由於受精卵是來自人工授精，故卵質不良，導致在開始攝餌前有較高的死亡率，在開始攝食後，仔魚就有很強的生命力，對環境的適應力強。

由孵化後第 2 天起，開始添加擬球藻藻水，以使仔魚較為穩定，投餵輪蟲的階段亦繼續添加藻水，以降低透明度，綠藻亦可作為輪蟲的餌料，開始投餵豐年蝦幼蟲後，可不必再添加藻水，仔魚在桶中仍然相當安定。在育苗桶中添加藻水，除可以增加仔魚的穩定度外，亦可作為輪蟲的餌料，維持輪蟲的營養價，一般常作為添加在育苗池的藻類有擬球藻，扁藻 *Tetraselmis* sp. 及等邊金藻 *Isochrysis galbana* 等，添加等邊金藻會增加輪蟲的 22:6n-3，但 20:5n-3 的量仍然很低，而添加扁藻所獲得的結果卻相反，如果在育苗池中沒有添加藻類，輪蟲每日的脂質含量會降

低 20%<sup>(7)</sup>。

金錢魚的仔魚可以消化剛孵化的豐年蝦幼蟲，不似石斑魚等其他海水魚類的仔魚攝食未滋養含高度不飽和脂肪酸乳化液的豐年蝦幼蟲後，會迅速發生不良的影響<sup>(6)</sup>。由金錢魚仔魚攝食豐年蝦幼蟲不至於有明顯不良的現象，可知已經可以長期適應淡水環境的金錢魚對高度不飽和脂肪酸的需求不很高，故投餵豐年蝦幼蟲未發現有立即且明顯的不良影響，但少數體形較小，狀似攝食不良的仔魚，被虹吸管吸出後，就會休克死亡，為使仔魚能夠順利變態，忍受捕撈及篩選的操作，在仔魚的後期，應投餵經含高度不飽和脂肪酸乳化液滋養的豐年蝦幼蟲及橈足類等餌料供仔魚攝食為宜。

海水魚類在仔魚期，需要 n-3 高度不飽和脂肪酸 (n-3 highly unsaturated fatty acids)，例如 EPA (Eicosapentaenoic acid, 20:5n-3) 及 DHA (Docosahexaenoic acid, 22:5n-3)，然而淡水魚可以將 linolenic acid (18:3n-3) 經由 EPA 轉變為 DHA，但海水魚對此種轉變的功能相當有限<sup>(8)</sup>。海水魚所須的高度不飽和脂肪酸 (n-3 HUFA) 之比例，依魚種而不同，一般介於 0.8-2%，以青甘鱈 Yellowtail

*Seriola quinqueradiata* 最高，移動性不高的比目魚 Turbot *Scophthalmus maximus* 最低<sup>(9)</sup>。烏魚 *Mugil cephalus* 及虱目魚 *Chanos chanos* 為廣鹽性，跟金錢魚一樣，能長久生存於淡水中且均攝食低階的食物，但虱目魚所須的高度不飽和脂肪酸比烏魚低<sup>(8)</sup>。

育苗期間培育水的 pH 變化不大，介於 8.1-8.3 間 (Table 2)，可能是育苗桶放置在屋緣下，光照度不強，藻類的滋生較為緩慢之故。金錢魚對氨的忍受度亦相當強，但當總氨氮的濃度高至 2.12 mg/l 後，仔魚即有明顯的不適現象，因此，Meade 建議未離子化氨 (NH<sub>3</sub>) 在養魚時可接受的濃度為低於 0.0125 mg/l<sup>(10)</sup>。亞硝酸鹽氮 (NO<sub>2</sub>-N) 在育苗的後期，累積至最高濃度為 0.573 mg/l，顯示此魚種的仔魚對亞硝酸鹽的忍受度亦相當強。魚類在含高濃度亞硝酸鹽水中，血液中的 Alkaline phosphatase (ALP) 會降低，而且鉀離子及變性血紅素 (Methemoglobin) 的濃度會明顯的增加，變性血紅素無法與氧氣結合，因此魚體組織就會產生缺氧現象，但因為海水中有高濃度的氯離子，會使亞硝酸鹽的毒性降低<sup>(11)</sup>，而Wedemeyer 認為亞硝酸鹽低於 0.1 mg/l 時，對魚類的健康將有所助益<sup>(12)</sup>。

**Table 2.** The water quality of rearing spotted scat *Scatophagus argus* at mid- and late stage.

Water conditions No. of tanks	pH	Total ammonia-N (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (μg/l)
1	8.2	1.04	47
2	8.3	0.79	149
3	8.1	0.78	100
4	8.1	0.50	71
25 days			
1	8.3	0.96	274
2	8.1	1.14	341
3	8.1	1.25	573
4	8.1	2.12	282

## 謝辭

本報告得以完成，由衷感謝本分所蘇惠美博士提供的藻

種，本實驗室同仁洪彩敏小姐、蔡芳仁、陳詩元及林奇燦等先生同心協力完成相關的實驗。並感謝業者黃福池先生將其種魚讓售給東港分所。此外，並感謝李正森先生協助

在夏威夷大學影印金錢魚相關文獻，在此一併致謝。

## 參考文獻

1. 邵廣昭，陳天任，賴景陽，何平台，柳芝蓮，陳章波 (1995) 台灣常見魚介貝類圖說 (下) 魚類, 171.
2. Barry, T. P., M. T. Castanos, M. P. Macahilig and A. W. Fast (1993) Spawning induction in female spotted scat, *Scatophagus argus*. J. Aqua. Trop., **8**: 121-129.
3. Fast, A. W. (1988) Spawning induction and pond culture of the spotted scat, *Scatophagus argus* in the Philippines. Tech. Rep., **39**: 31.
4. Chang, S. L., M. S. Su and I. C. Liao (1994) Preliminary report on the propagation of yellow spotted grunt, *Plectorhinchus cinctus*. In The Third Asian Fisheries Forum, (L. M. Chou, A. D. Munro, T. J. Lam, T. W. Chen, L. K. K. Cheong, J. K. Ding, K. K. Hooi, H. W. Khoo, V. P. E. Phang, K. F. Shim and C. H. Tan eds). Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 203-206.
5. Kohno, H., A. Ohno and Y. Taki (1994) Why is grouper larval rearing difficult? A comparison of the biological natures of early larvae of four tropical marine fish species. In the Third Asian Fisheries Forum, (L. M. Chou, A. D. Munro, T. J. Lam, T. W. Chen, L. K. K. Cheong, J. K. Ding, K. K. Hooi, H. W. Khoo, V. P. E. Phang, K. F. Shim and C. H. Tan eds.). Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 450-453.
6. Duray, M. N., C. B. Estudillo and L. G. Alpasan (1997) Larval rearing of the grouper, *Epinephelus suillus* under laboratory conditions. Aquaculture, **150**: 63-76.
7. Reitan, K. I., J. R. Rainuzzo, G. Oie and Y. Olsen (1993) Nutritional effect of algal addition in first feeding of turbot, *Scophthalmus maximus* larvae. Aquaculture, **118**: 257-275.
8. Tamaru, C. S., R. Murashige, C. S. Lee, H. Ako and V. Sato (1993) Rotifers fed various diets of baker's yeast and/or *Nannochloropsis oculata* and their effect on the growth and survival of striped mullet, *Mugil cephalus* and milkfish, *Chanos chanos* larvae. Aquaculture, **110**: 361-372.
9. Watanabe, T. (1993) Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. J. World Aquacult. Soc., **24**: 152-161.
10. Meade, J. W. (1985) Allowable ammonia for fish culture. Prog. Fish-Cult., **47**: 135-145.
11. Bowser, P. R., G. A. Wooster and A. L. Aluisio (1989) Plasma chemistries of nitrite stressed Atlantic salmon, *Salmo salar*. J. World Aquacult. Soc., **20**: 173-198.
12. Wedemeyer, G. A. (1996) Interactions with water quality conditions. In Physiology of fish in intensive culture systems, (G. A. Wedemeyer ed.). Chapman & Hall, New York, 60-110.

Su-Lean Chang and Chieh-Shih Hsieh  
Tungkang Marine Laboratory, Taiwan Fisheries  
Research Institute, Tungkang 928, Taiwan.  
(Accepted 17 June 1997)



## Studies on the Early Development and Larval Rearing of Spotted Scat *Scatophagus argus*

### Abstract

The fertilized eggs of spotted scat *Scatophagus argus* are buoyant and semi-transparent. The egg diameter range from 0.78-0.8 mm. The eggs contain a single oil globule having a diameter of 0.26 mm. The larvae hatched at 20 or 16 hours after fertilization at water temperature of 28-29 °C and 29-31 °C, respectively. The total length of the newly-hatched and the 48 hours old larvae are 1.8 and 2.6 mm, respectively. The oyster *Crassostrea gigas* embryos and rotifers *Brachionus plicatilis* were given to the larvae at the first day of feeding, and then *Artemia* nauplii after the ninth day and copepod after the eighteenth day. Larvae of 24 days old reached 13 mm in total length and showed a deep black color in appearance. The bigger larvae started to feed on the dough of eel feed at 27 days old. It means that the olfactory nerves were functioning. One-month old fry were measured to have a mean total length of  $12.6 \pm 2.8$  mm and a mean body weight of  $0.093 \pm 0.06$  g. They looked similar in morphology with the wild fry of same sizes.

**Key words:** *Scatophagus argus*, Early development, Larval rearing