

無齒鰺的初期發育及育苗研究

何源興^{1*} · 鄭明忠¹ · 江玉瑛¹ · 張文炳^{2,3} · 陳文義¹

¹行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

²國立海洋生物博物館

³國立東華大學海洋生物多樣性及演化研究所

摘要

本研究之目的為應觀賞魚產業之需求，進行無齒鰺 (*Golden trevally, Gnathanodon speciosus*) 之人工繁殖試驗研究。無齒鰺受精卵為浮性的透明卵，平均卵徑為 0.91 ± 0.06 mm，內具單一油球，油球的平均直徑為 0.26 ± 0.01 mm。在水溫 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 及鹽度 $32 \sim 33$ psu 下，受精卵約 22 小時孵化，剛孵化時仔魚平均全長為 2.73 ± 0.10 mm，第 3 日齡仔魚平均全長為 2.81 ± 0.06 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 10 日齡平均全長為 4.20 ± 0.28 mm，此時仔魚攝食能力增強，可混投橈腳類，同時餌料生物之提供應該注意各種餌料必須重疊使用。第 30 日齡平均全長為 13.76 ± 1.48 mm，此時仔魚可以接受人工飼料。第 100 日齡幼魚平均全長為 100.70 ± 25.02 mm，此時仔魚之體色及斑紋已與成魚一致。

關鍵詞：無齒鰺、生殖行為、初期發育、育苗

前言

鰺科 (Carangidae) 魚類遍布世界三大洲之熱帶及亞熱帶海域 (邵等, 2004)，分類上共有 32 屬 140 種，在台灣可發現 23 屬 58 種 (邵等, 2004; 沈, 1993)，在生態上皆屬分佈於中表層、卵生及強掠食性的魚種。

無齒鰺 (*Gnathanodon speciosus*) 是很典型的鰺科魚類，在幼魚時期有下頷齒數枚，成魚則下頷、鋤骨均無齒，僅舌面粗糙，魚體色金黃；體側具有 7~11 條垂直之黑色橫帶，寬窄帶相間排列 (沈, 1993; 李, 1999)，廣泛分布於印度洋及太平洋之熱帶及亞熱帶海域，台灣各沿岸偶而可見。

無齒鰺幼魚常游動於鯊魚或其他大型魚隻的身旁，以撿食碎屑並獲得保護，有「領航魚」之

稱。成魚則巡游於沿岸礁石區、瀉湖區，以其厚唇在沙地中尋找無脊椎動物或小魚為食 (台灣魚類資料庫, 2010)。無齒鰺最大體長可達 110 cm，成魚除了可供食用之外，在幼魚時期因全身散發著金黃光澤，故有黃金鰺之別名。溫馴、容易飼養，頗受水族玩家喜愛，每尾售價曾高達新台幣千元左右 (李, 1999)，觀賞價值不亞於其它雀鯛科魚類。無齒鰺雖不是觀賞魚進出口的主力魚種，但在觀賞魚市場中也扮演著舉足輕重的角色 (台灣觀賞魚養殖協會, 2009)。

無齒鰺隨成長體色漸退，成熟的無齒鰺較無觀賞價值，倒成為餐桌上的美食 (于, 2008)，因本種兼具觀賞及食用價值，故相當具有開發潛力。為因應觀賞市場之需求，無齒鰺幼魚常被大量捕撈，而出現供不應求的情況，導致大部份魚苗必需由菲律賓等國進口 (李, 1999)。為避免天然海域無齒鰺幼魚被大量捕撈而造成資源的枯竭，因此研究無齒鰺之人工繁殖技術，並觀察無齒鰺之生殖行為、受精卵之胚胎發育及仔稚魚培育等，期能對產業有所助益。

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

材料與方法

一、種魚培育與產卵

將 37 尾種魚飼育於 735 ton 水槽中，體長介於 48 ~ 62.5 cm，體重介於 3.8 ~ 5.4 kg，平均蓄養年齡為 5 ~ 6 年，水槽（為不規則水泥池，水深為 6 ~ 6.5 m）中同時混養鯨科、笛鯛科、刺尾鯛科及魴科等魚類，平日 10:00 投餵粒狀飼料及生鮮下雜魚一次，繁殖季節時改於每日 10:00 及 17:00，以新鮮柳葉魚 (*Mollotus villosus*)、花鱧 (*Auxis rochei*)、花腹鯖 (*Scomber australasicus*) 及南極蝦 (*Euphausia superba*) 等生餌混合投餵。水槽上方架設鹵素燈具，自 5:00 到 17:00 提供照明 12 h，水面照度介於 4,500 ~ 6,000 Lux 間，水溫維持在 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ，飼育海水鹽度為 32 ~ 33 psu。產卵期間，觀察種魚產卵前及追尾行為，並以數位攝影器材拍攝記錄其產卵、產精行為模式。

二、受精卵與胚胎發育

發現種魚開始追尾後於溢水口架設 80 網目之浮游生物網收集受精卵，準備 500 L FRP 桶（內徑直徑 90 cm，高度 80 cm），注入天然海水（鹽度為 34 psu），將受精卵置入 32 網目抄網中除去雜質，通過網目之卵粒，利用水瓢帶動水流產生漩渦，慢慢靜置讓未受精之死卵沈於底部，受精卵會浮於中、上層，以虹吸管吸出底部死卵，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，再將受精卵移至 500 L FRP 桶中，採流水打氣方式孵化。取出約 1000 粒受精卵置入 5 L 燒杯中，利用加熱器將水溫控制於 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，以吸管吸取受精卵至凹槽玻片上，使用 20 倍投影顯微鏡，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 50,000 粒受精卵置入 1900 L 之 FRP 室內培育槽（內徑為 200 cm × 120 cm × 80 cm），以

電子式加熱器溫控於 $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，鹽度保持在 33 ± 1 psu 讓受精卵孵化。仔魚孵化後 60 小時內開始投餵輪蟲 (*Brachionus plicatilis*) 作為魚苗開口餌料生物，輪蟲投餵期間（1 ~ 12 天）仔魚培育採止水式，以滴流方式添加擬球藻 (*Nannochloropsis oculata*) 穩定水質，水中透明度維持在 50 ~ 80 cm，第 5 日以後開始混投橈足類 (copepod) 與輪蟲，每日更換海水 200 ~ 250 L，第 20 日開始投餵滋養豐年蝦 (*Artemia* spp.) 無節幼蟲，第 25 日後給予微粒浮性飼料馴餌，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 (Betti *et al.*, 2009; Pena and Dumas *et al.*, 2009)，測量結束後將標本固定於 75% 酒精中，以進行後續研究。

結 果

一、種魚培育與產卵

種魚飼育於展示水槽中，水質清澈良好，種魚對生鮮下雜魚嗜好性較佳，其中又以投餵花鱧及花腹鯖搶食最為激烈；粒狀飼料最佳粒徑約 2 ~ 2.2 cm，粒徑太大搶食並不熱烈。根據實際繁殖發現，無齒鯨成熟的生物最小年齡約為 4 ~ 5 年，3.5 kg 以上即會有成熟雄魚，雌魚體重在 3.5 ~ 4 kg 以上卵巢即開始發育。

無齒鯨無法經由外表辨別雌雄，惟，繁殖季時發現雌魚腹部明顯膨脹，2009 年 2 月中旬初次發現種魚自行產卵，爾後偶而會出現產卵行為，一直到 7 月才停止產卵。觀察發現，產卵行為都發生在主要照明關閉後開始，集中於下午 5 ~ 7 時左右，其生殖行為如 Fig. 1 所示，腹部明顯膨脹的雌魚身旁會有數尾雄魚跟隨 (Fig. 1A)，雌魚排卵的同時會有多尾雄魚排精 (Fig. 1B)，這樣的產卵模式會持續 1 ~ 2 h。

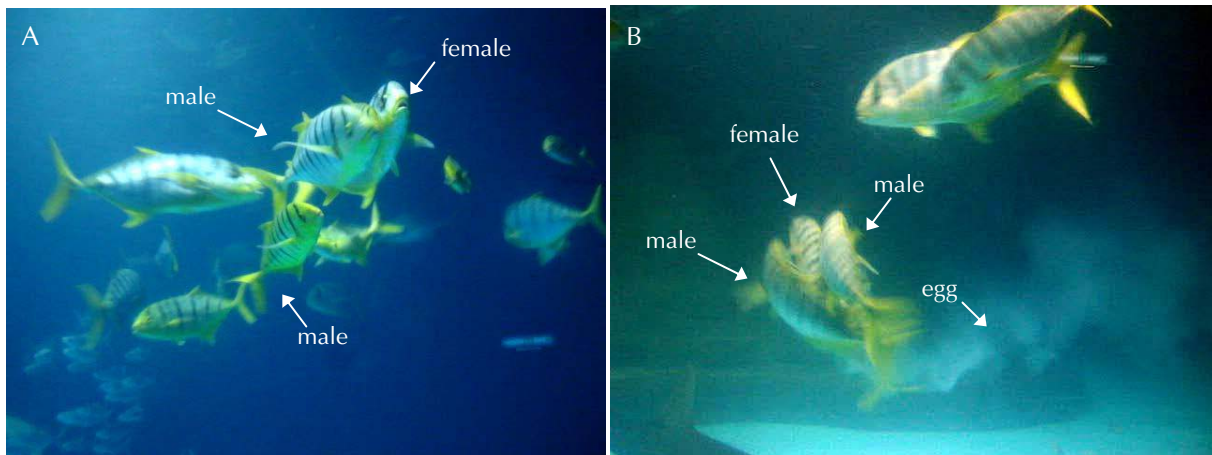


Fig. 1 Spawning behavior of *Gnathanodon speciosus*. A, The males chasing the females; B, Spawning female, milt oozing from male.

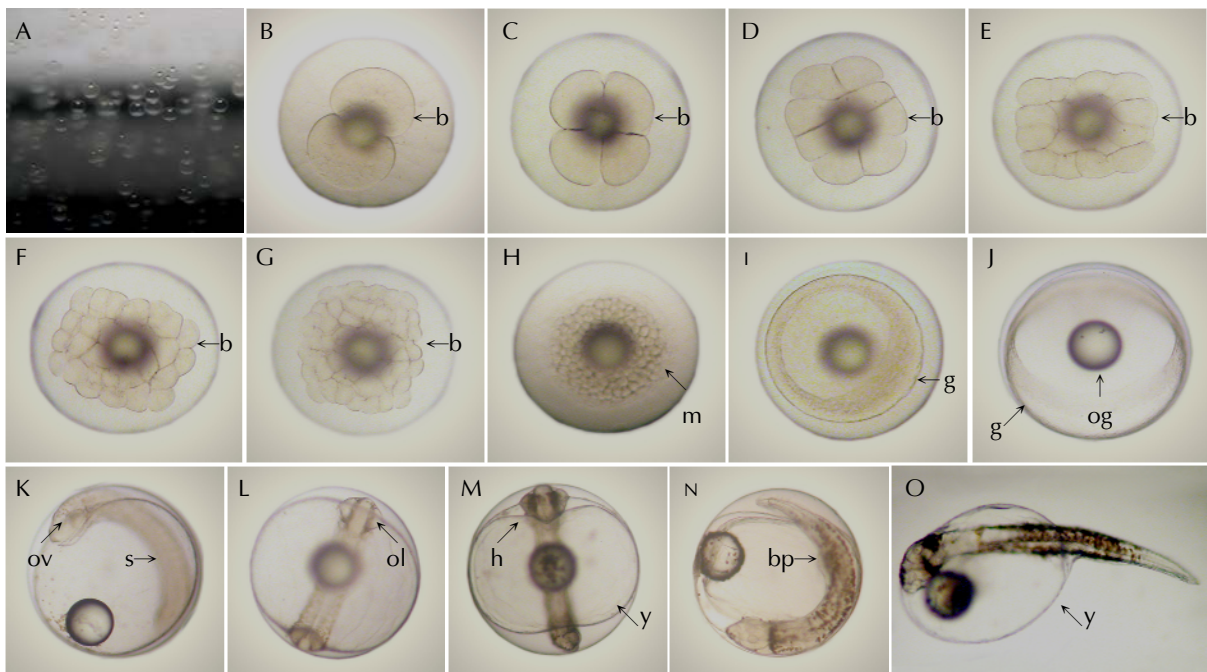


Fig. 2 Embryo development of *Gnathanodon speciosus*. A: The fertilized eggs were pelagic, spherical, and transparent; B: 2-cell stage; C: 4-cell stage; D: 8-cell stage; E: 16-cell stage; F: 32-cell stage; G: 64-cell stage; H: Morula stage (m); I: Blastula stage (g); J: 1/2 of yolk was covered with blastodisc; K: Optic vesicles appeared (ov), 13 somites (s); L: Optic lens (ol) and tail formed, tail freed from yolk sac; M: Heart-beat began and heart rate: 122~136 time/min; N: Chromatophore was visible on embryo; O: Breakthrough egg membrane of larval fish; b: blastomeres; bp: body pigment; h: heart; og: oil globule; tb: tail-bud; y: yolk.

2009年2~7月無齒鱈產卵期間總計收集卵量約560萬粒，分別為2~3月份總計收集卵量約120萬粒，4~5月份總計收集卵量約310萬粒，6~7月份總計收集卵量約130萬粒，產卵高峰期在4~5月份，產卵期間平均有效卵為 $92.2 \pm 5.8\%$ 。

二、受精卵與胚胎發育

受精卵為分離、圓球形之浮性透明卵 (Fig. 2A)，但多量受精卵聚集時，顏色為淡黃色，受精卵平均卵徑為 0.91 ± 0.06 mm，具單一油球，油球平均直徑為 0.26 ± 0.01 mm。受精卵之胚胎發育

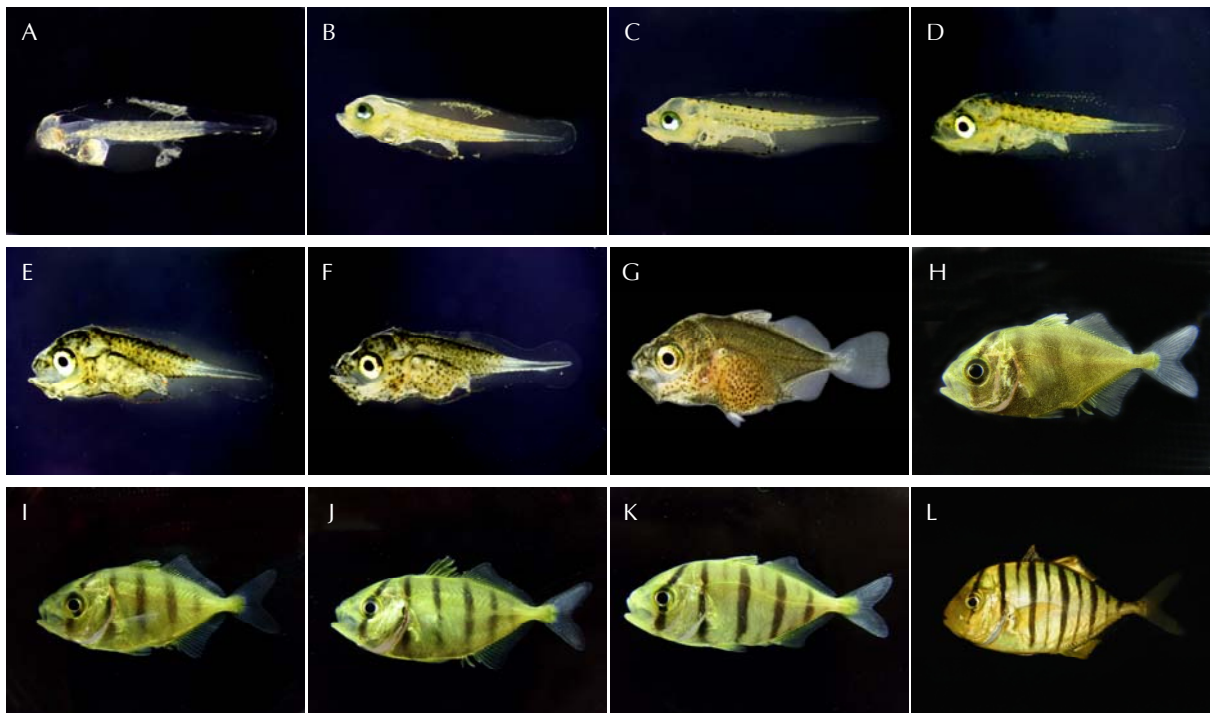


Fig. 3 The morphological changes of the *Gnathanodon speciosus* at larval and fry stage. A, 2 DPH, 2.77 mm in total length and 0.90 mm for yolk length, 0.17 mm for oil globule; B, 3 DPH, 2.81 mm in total length; C, 4 DPH, 2.93 mm in total length; D, 5 DPH, 3.30 mm in total length; E, 7 DPH, 3.69 mm in total length; F, 9 DPH, 3.96 mm in total length; G, 17 DPH, 7.04 mm in total length; H, 25 DPH, 10.06 mm; I, 30 DPH, 13.76 mm in total length; J, 40 DPH, 33.75 mm in total length; K, 50 DPH, 40.52 mm in total length; L, 100 DPH, 110.70 mm in total length.

過程如 Table 1 及 Fig. 2 所示，水溫在 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，鹽度介於 32~33 psu 下，受精後 30 min 為 2 細胞期 (Fig. 2B)；45 min 為 4 細胞期 (Fig. 2C)；1 h 為 8 細胞期 (Fig. 2D)；1 h 25 min 為 16 細胞期 (Fig. 2E)；1 h 40 min 為 32 細胞期 (Fig. 2F)；2 h 10 min 為 64 細胞期 (Fig. 2G)；3 h 45 min 為桑實期 (Morula stage; Fig. 2H)；6 h 50 min 為囊胚期 (Blastula stage; Fig. 2I)；8 h 30 min 胚囊覆蓋卵黃二分之一 (Fig. 2J)；12 h 55 min 胚體形成並具有 13 體節 (Fig. 2K)；14 h 30 min 可發現眼胞內晶體形成、尾部形成並與卵黃分離 (Fig. 2L)；16 h 45 min 可見心臟搏動，心臟搏動每分鐘 122~136 次 (Fig. 2M)；20 h 胚體上已出現色素胞 (Fig. 2N)；22 h 10 min 孵化之仔魚 (Fig. 2O) 平均全長為 2.73 ± 0.10 mm，仔魚體呈透明狀，軀幹部有黑色素分佈，測量腹部卵黃囊長徑為 1.43 ± 0.12 mm，油球徑為 0.23 ± 0.01 mm，此時仔魚具卵黃囊懸浮性於中上水層。

三、仔魚形態變化與形質測量

無齒鯆仔魚形態變化如 Fig. 3 所示。2 日齡之仔魚 (Fig. 3A) 平均全長為 2.77 ± 0.05 mm，鰭部呈現透明，口及肛門未開，眼部色素尚未形成，卵黃囊已吸收，測量腹部卵黃囊長徑為 0.90 ± 0.08 mm，油球徑為 0.17 ± 0.01 mm；3 日齡之仔魚 (Fig. 3B) 平均全長為 2.81 ± 0.06 mm，此時卵黃囊已消失殆盡，可明顯發現開口及腸道已通，觀察仔魚游姿向前已開始進食；4 日齡仔魚 (Fig. 3C) 平均全長為 2.93 ± 0.05 mm，已順利攝食輪蟲過料；5 日齡之仔魚 (Fig. 3D) 平均全長為 3.30 ± 0.02 mm；7 日齡 (Fig. 3E) 及 9 日齡之仔魚 (Fig. 3F) 平均全長分別為 3.69 ± 0.15 mm 及 3.96 ± 0.10 mm，仔魚成長差異增大，體高明顯增加，此時仔魚活動力強，對外物接近反應靈敏，且開始會在培育槽角落處群聚；12 日齡之仔魚平均全長為 4.88 ± 0.38 mm，頭部及體肌節處色素沉澱明顯，鰭膜開始分化為圓鰭狀，背鰭及臀鰭部鰭條分佈完整，已可發現硬棘；15 日齡之仔魚

Table 1 Embryonic development of *Gnathanodon speciosus*

Duration (h:min)	Water temperature (°C)	Stage or remarks
00:00	25.0	Fertilized eggs 0.91±0.06 mm; Oil globule: 0.26 ± 0.01 mm
00:30	25.0	2-cell stage
00:45	25.0	4-cell stage
01:00	24.8	8-cell stage
01:25	24.8	16-cell stage
01:40	24.8	32-cell stage
02:10	24.5	64-cell stage
03:45	24.5	Morula stage
06:50	24.5	Blastula stage
08:30	25.2	1/2 of yolk was covered with blastodisc
12:55	25.3	Optic vesicles appeared, 13 somites
14:30	25.5	Optic lens and tail formed, tail freed from yolk sac
16.45	25.4	Heart-beat began and heart rate: 122 ~136 time/min
20:00	25.2	Chromatophore was visible on embryo
22:10	25.1	Hatching, 2.73 ± 0.10 mm in total length

平均全長為 5.62 ± 0.49 mm，全身密佈色素細胞，仔魚第一背鰭已分化完成，尾部鰭條發育完整，口大，牙基形成，頭部隆起明顯，約佔體長三分之一；17 日齡之仔魚 (Fig. 3G) 平均全長為 7.04 ± 0.70 mm，尾鰭已分化完成，第二背鰭、尾鰭以及臀鰭尚呈透明；20 日齡仔魚平均全長為 7.57 ± 0.40 mm，可發現頭部開始產生黃色色素細胞；25 日齡之仔魚 (Fig. 3H) 平均全長為 10.6 ± 0.76 mm，頭部之黃色色素細胞開始轉變為金黃色並覆蓋全身，並隱約可見 4 條黑色橫帶分布於頭部及軀體；30 日齡之仔魚 (Fig. 3I) 平均全長為 13.76 ± 1.48 mm，體色已轉變成金黃色，體側黑色橫帶增加為 5 條；40 日齡之仔魚 (Fig. 3J) 平均全長為 33.75 ± 7.03 mm，體側黑色橫帶增加為 6 條；50 日齡之仔魚 (Fig. 3K) 平均全長為 40.52 ± 8.12 mm，體側黑色橫帶增加為 8 條；100 日齡之仔魚 (Fig. 3L) 平均全長為 110.70 ± 25.02 mm，體側黑色橫帶增加為 10 條，此時仔魚體型及體表之斑紋色澤已完全與成魚一致。仔魚餌料投餵程序及水質管理，如 Fig. 4 所示，投餵餌料生物包括輪蟲、橈足類及豐年蝦幼生，25 天後開始使用人工飼

料。仔魚體長成長與時間之關係式如下：

$$y=2.6941e^{0.0548x}, R^2=0.9925, N=177。$$

Table 2 為仔稚魚日齡、全長及口徑之變化，剛孵化之魚苗具卵黃囊，尚不需餵食餌料生物，60 h 後開始提供以 200 目浮游生物網篩選之小型輪蟲供仔魚攝食，第五日時，測量其開口口徑，平均為 0.47 ± 0.03 mm，混投 150 目浮游生物網篩選大型輪蟲及小型橈足類幼生，餌料密度維持在 5 ~ 10 隻/ml；第 10 天平均全長為 4.20 ± 0.28 mm，平均口徑為 0.79 ± 0.08 mm，此時仔魚攝食能力增強，可混投大型橈腳類；第 20 天平均全長為 7.57 ± 0.40 mm，平均口徑為 1.39 ± 0.17 mm，此時可混投豐年蝦無節幼蟲，第 25 天平均全長為 10.63 ± 0.76 mm，平均口徑為 1.90 ± 0.15 mm，開始以浮性微粒飼料馴餌，並補充豐年蝦無節幼蟲。第 30 天平均全長為 13.76 ± 1.48 mm，平均口徑為 2.69 ± 0.29 mm，此時仔魚開始可以接受人工飼料；第 40 天平均全長為 33.75 ± 7.03 mm，平均口徑為 5.62 ± 1.73 mm，此時稚魚已可完全接受人工飼料；第 50 天平均全長為 41.75 ± 9.73 mm，平均口徑為 6.82 ± 2.21 mm。

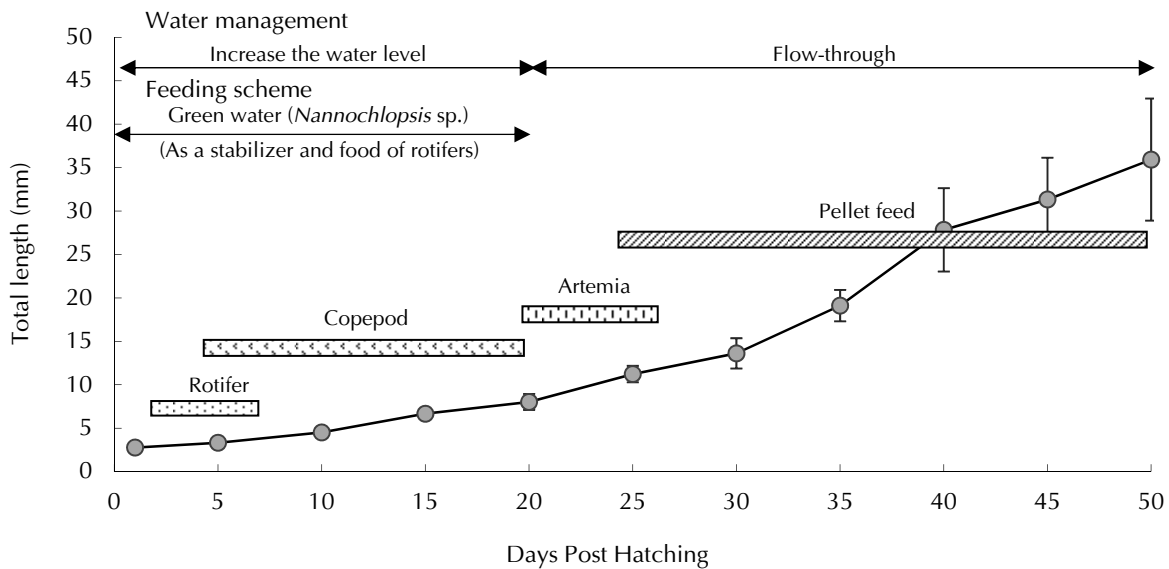


Fig. 4 Feed supply and water management schemes in larval rearing of *Gnathanodon speciosus*.

Table 2 Age, total length and mouth gape of *Gnathanodon speciosus* larvae and juveniles

Age (days)	Total length (mm)	Mouth gape (mm)
1	2.73 ± 0.10	-
5	3.10 ± 0.02	0.47 ± 0.03
10	4.20 ± 0.28	0.79 ± 0.08
15	5.62 ± 0.49	1.07 ± 0.10
20	7.57 ± 0.40	1.39 ± 0.17
25	10.63 ± 0.76	1.90 ± 0.15
30	13.76 ± 1.48	2.69 ± 0.29
35	27.83 ± 6.11	4.51 ± 0.60
40	33.75 ± 7.03	5.62 ± 1.73
45	34.33 ± 8.80	6.11 ± 2.01
50	41.75 ± 9.73	6.82 ± 2.21

Number of specimens = 6

Figure 5 為無齒鰱仔稚魚日齡與各部位測量形質之變化，第一天全長測得為 2.73 ± 0.10 mm；標準體長 2.65 ± 0.03 mm；頭長 0.54 ± 0.02 mm；眼徑 0.23 ± 0.02 mm；吻長 0.12 ± 0.01 mm；肛門前長 1.45 ± 0.04 mm 及體高為 0.52 ± 0.04 mm；第 10 天時仔魚尾骨開始上揚並分化出鰭條，仔魚游泳能力增強，此時體高與頭長的比例相近分別為 1.36 ± 0.09 mm 及 1.44 ± 0.12 mm，第 15 天尾骨鰭條已分化完成，全長為 5.62 ± 0.49 mm，而體長則為 5.31 ± 0.23 mm；第 30 天全長為 13.76 ± 1.48 mm，是第 1 天全長的 5.04 倍。

討 論

根據中華民國水產種苗協會資料顯示，在台灣鰱科魚類養殖種類有五種，分別為紅甘鰱 (*Seriola dumerili*)、浪人鰱 (*Caranx ignobilis*)、長鰭黃鰱 (*Trachinotus blochii*)、短鰭黃鰱 (*T. ovatus*) 及無齒鰱等 (于, 2008; 鄭, 2008)，種苗來源係以人工繁殖生產。腦下垂體及各種純化的激素，常被用來誘發魚類排卵 (高, 1996)，針對鰱科魚類業者大多以魚類腦下垂體混合人類絨毛膜促性腺激素 (Human chorionic gonadotropin, HCG) 或鮭魚性釋放素類似物【Salmon gonadotropin releasing hormone-analogue (sGnRH-A) + Domperidone (Dom); Ovaprim】誘導魚體產卵 (林等, 1997; 鄭, 1993; 何等, 2005)。而本研究利用生鮮餌料多樣性之投餵，配合水溫及光周期控制讓無齒鰱自然產卵，不需腦下垂體及各種純化的激素的刺激，同樣可以達到人工繁殖之目的，因此相關環境之調控模式及種魚飼養方式，可作為產業量產海水魚類種苗之參考。初次發現無齒鰱自然產卵是在 2009 年 2 月中旬適值大潮，池水出現白濁現象，虱目魚群聚於水表面層中大量濾食浮性卵，池中數尾無齒鰱持續互相追逐。統計產卵期間，平均有效卵 (viable eggs) 為 $92.2 \pm 5.8\%$ ，較短鰭黃鰱有效卵介於 55 ~ 75% (何等, 2005) 及紅甘鰱浮上卵比率 50.25% (林等, 1997) 為佳，可見自然產卵有效卵之比率較人工催熟產卵

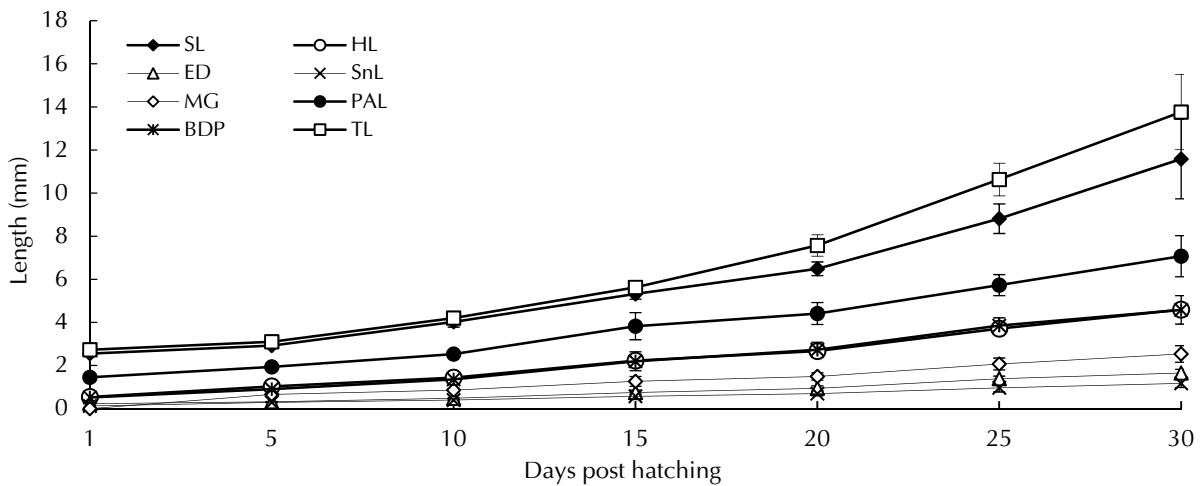


Fig. 5 Morphometric of *Gnathanodon speciosus* larvae. Measurement were not recorded for cleared and stained specimens. BDP: body depth at pectoral-fin haser; ED: eye diameter; HL: head length; SL: standard length; MG: mouth gape; PAL: predorsal length; SnL: snout length; TL: total length.

為高，同時也證明人工催熟之卵質較不如自然產卵之卵質。

無齒鰻受精卵平均卵徑為 0.91 ± 0.06 mm，均較短鰻黃鰻之卵徑 1.00 ~ 1.05 mm (何等, 2005)、紅甘鰻之卵徑 1.033 ~ 1.146 mm (林等, 1997)、青甘鰻 (*S. quinquerradiata*) 卵徑 1.18 ~ 1.34 mm (呂, 1992a) 及金邊鰻 (*S. lalandi*) 卵徑 1.27 ~ 1.50 mm (呂, 1992b) 等鰻科魚類小，但比所有石斑魚類如鞍帶石斑 (何等, 1997)、瑪拉巴石斑 (*E. malabaricus*) (黃等, 1986) 及青點石斑 (*E. coioides*) (葉等, 1991) 等卵徑稍微大一點，也比蓋刺科魚類 (Pomacanthids) 如月蝶魚 (*Genicanthus lamarck*) 0.75 ~ 0.80 mm (Suzuki *et al.*, 1979); 半紋月蝶魚 (*G. semifasciatus*) 0.75 ~ 0.78 mm (Suzuki *et al.*, 1979); 黑斑月蝶魚 (*G. melanospilos*) 0.73 ~ 0.75 mm (Hioki *et al.*, 1982); 斷線刺尻魚 (*Centropygs interruptus*) 0.68 ~ 0.70 mm (Hioki *et al.*, 1987) 及鏽紅刺尻魚 (*C. ferrugatus*) 0.67 ~ 0.70 mm (Hioki *et al.*, 1990) 等珊瑚礁魚類的卵徑大 20% 左右。

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 (MacArthur and Wilson, 1967)。無齒鰻屬大洋性魚類，在族群生態學上屬於以量取勝 (r-selection) 的生殖策略，與雀鯛科魚類比較 (陳等, 2003; 李, 2006; 何等

2007a, b; 鄭等, 2008)，牠們受精卵孵化時間大多較短，卵量也大的多，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) (Fothergill *et al.*, 2004)，而這些散播模式，可以讓自己的後代得以傳播更廣、更遠以減少競爭。從卵到幼魚的成長過程，親魚產下大量的卵粒已所剩無幾，而僥倖存活下來的弱小幼魚在掠食者眼中就像是唾手可得的食品 (李, 2006)，所以集體產卵之散播式生殖的幼苗會以驚人的速度成長，一年內就可達數公斤的體重 (Fothergill *et al.*, 2004)。無齒鰻也不例外，快速的成長對其生存有相當重要的意義，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，試驗中觀察無齒鰻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，幼魚的開口口徑發現會在孵化第 10 日齡後增大至四倍，如此可更快改變捕食餌料之大小及種類，以使個體成長更快速，故在育苗期間餌料之更換是相當需要謹慎之重點。

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，故在比較雀鯛科魚類眼斑海葵魚仔魚口徑及口幅分別為 450 ~ 750 μm 及 450 ~ 500 μm (何等, 2007b)；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 的仔魚皆可提供海水輪蟲作為初期餌料，而無齒鰻開口口徑為 350 \pm 10 μm ，初期餌料提供較小型輪蟲將可提高育成率。

研究中發現，無齒鰻幼魚若持續攝食未滋養的豐年蟲無節幼蟲，在 20 ~ 30 日齡時，稚魚容易出現體弱及體色呈暗黑色，稍有緊迫就會造成稚魚死亡之情形。Dhert (1990) 以沒有經過高度不飽和脂肪酸滋養的豐年蝦幼蟲所投餵的金目鱸仔魚，在變態前會造成 90% 的死亡率，故稚魚餌料營養問題需相當注意，解決方式除滋養豐年蝦無節幼蟲營養外，提早利用微粒飼料馴餌，亦可減少魚苗出現營養失衡死亡情形。張與謝 (1997) 研究金錢魚 (*Scatophagus argus*) 時發現，仔魚成長至 18 日齡時，攝食豐年蝦無節幼蟲未發現有明顯不適，發育至 24 日以後的仔魚已逐漸在變態中，但營養不足或攝食不良的變態中仔魚，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，故此階段開始，應該注意仔魚的營養問題。另在石斑魚等其他海水魚仔魚研究中也發現，仔魚攝食未滋養含高度不飽和脂肪酸乳化的豐年蝦幼蟲後會迅速發生不良的影響 (Duray *et al.*, 1997)。

無齒鰻仔魚隨著成長，體高的增加比體長的增加更為明顯 (Fig. 3)，與金錢魚相似 (張與謝, 1997)，為無齒鰻有別於其他大部份的海水魚之處，頭部及口徑的比例也因隨著體高的增高而增大，口徑增幅相當明顯，孵化第 3 日齡開口後，第 5 日齡口徑已達 0.47 \pm 0.03 mm，此時應餵食大型輪蟲及橈足類幼蟲，第 10 日齡口徑為 0.79 \pm 0.08 mm 須改投中大型橈足類，但由於仔魚體型差異大，故必須補充少量大型輪蟲，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)。

謝 辭

本研究之經費由行政院農業委員會觀賞魚類研究團隊-新興觀賞養殖魚種之繁養殖研究 (98 農科-10.3.1-水-A7) 計畫項下支助，執行期間承蒙蘇所長偉成、蘇副所長茂森及劉主任秘書燈城惠賜寶貴建議與鼓勵，財團法人花蓮遠雄海洋公園蔡經理宗易、海洋部林副理勝吉、張士豪、邱盛能及林哲宏先生協助受精卵採集，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

- 于乃衡 (2008) 台灣繁養殖魚介貝類專刊XIV. 中華民國水產種苗協會, 18-20.
- 台灣魚類資料庫 (<http://fishdb.sinica.edu.tw>)
- 台灣觀賞魚養殖協會 (<http://www.tofa.org.tw>)
- 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.
- 李嘉亮 (1999) 臺灣常見魚類圖鑑. 戶外生活圖書股份有限公司, 104.
- 沈世傑 (1993) 台灣魚類誌. 國立台灣大學動物學系, 338.
- 呂明毅 (1992a) 紅甘鰻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.
- 呂明毅 (1992b) 金邊鰻的種苗生產基礎研究-成熟促進卵發育與仔稚魚的形態變化. 養魚世界月刊, 4: 99-109.
- 何源興, 陳哲明, 陳文義 (2005) 短鰭黃鰻的人工誘導產卵及其初期發育. 水產研究, 13(2): 25-32.
- 何源興, 陳文義, 廖一久 (1997) 鞍帶石斑之人工繁殖. 水產研究, 5(2): 129-139.
- 何源興, 陳文義, 施勝中, 彭仁君, 張文炳 (2007a) 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 (2007b) 眼斑海葵魚之人工繁殖與育苗. 國立台東大學生命科學研究所碩士論文.
- 林金榮, 涂嘉猷, 陳春暉 (1997) 紅甘鰻種魚的池中馴育及誘導產卵試驗. 水產研究, 5(1): 71-79.
- 邵廣昭, 陳麗淑 (2004) 魚類入門. 遠流出版事業股份有限公司, 167-169.
- 高承志 (1996) 魚類生殖的內分泌基礎. 漁業推廣月刊, 117: 15-23.
- 陳春暉 (2003) 澎湖的魚類. 水試所特刊第 3 號, 94.
- 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. 台灣省水產試驗所試驗報告, 40: 241-258.
- 葉信利, 朱永桐, 丁雲源 (1991) 人工育成石斑種魚繁殖之研究-青點石斑胚胎之發育及與瑪拉巴石斑雜交比較. 台灣省水產試驗所試驗報告, 50: 197-216.
- 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.
- 鄭敬善 (2008) 水產種苗經營工作手冊專刊XIII. 中華民國水產種苗協會, 109-151.
- 鄭煥生 (1993) 海水魚繁養殖大全-鰺類的繁養殖, 養魚世界雜誌社, 283-286.
- 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.
- Betti, P., L. Machinandarena, M. D. Ehrlich (2009) Larval development of Argentine hake *Merluccius hubbsi*. J. Fish Biol., 74: 234-249.
- Dhert, P. H., P. Lavens, M. Duray and P. Sorgeloos (1990) Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass, *Lates calcarifer* using n-3 HUFA enriched live food. Aquaculture, 90: 63-74.
- 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.
- 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.
- Hioki S. and K. Suzuki (1987) Reproduction and early development of the angelfish, *Centropyge interruptus*, in an aquarium. J. Fac. Marine Sci. Technol., Tokai Univ. 24, 133-140.
- Hioki S., K. Suzuki and Y. Tanaka (1982) Spawning behavior egg and larval development, and sex succession of the hermaphroditic pomacanthine, *Genicanthus melanospilos* in the aquarium. J. Fac. Marine Sci. Technol., Tokai Univ. 15, 359-366.
- Hioki S., K. Suzuki and Y. Tanaka (1990) Development of eggs and larvae in the angelfish, *Genicanthus melanospilos*. Jap. J. Ichthyol., 37: 34-38.
- MacArthur, R. H. and E. O. Wilson (1967) The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Pena, R. and S. Dumas (2009) Development and allometric growth patterns during early larval stages of the spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* (Percoidei: Serranidae). Scientia Marina, 73: 183-189.
- 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.
- Suzuki K., S. Hioki, Y. Tanaka and K. Iwasa (1979) Spawning behavior, eggs, larvae, and sex reversal of two pomacanthine fish, *Genicanthus lamarck* and *G. semifasciatus*, in the aquarium. J. Fac. Marine Sci. Technol., Tokai Univ. 12, 149-165.
- 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.
- 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.

Embryo Development and Larvae Rearing of Golden Trevally (*Gnathanodon speciosus*)

Yuan-Shing Ho^{1*}, Ming-Jong Cheng¹, Yu-Ying Jiang¹, Wen-Been Chang^{2,3}
and Wen-Yie Chen¹

¹Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

²National Museum of Marine Biology and Aquarium

³Institute of Marine Biodiversity and Evolution, National Dong Hwa University

ABSTRACT

This study is aimed to understand the artificial propagation, larval culture of Golden trevally (*Gnathanodon speciosus*) and other relevant materials. The fertilized eggs of Golden trevally are buoyant and semi-transparent. The pelagic eggs had an average diameter of 0.91 ± 0.06 mm (Mean \pm SD). The eggs contain a single oil globule which was 0.26 ± 0.01 mm in diameter. The fertilized eggs hatched at 22 h after fertilization (Temperature = 25 ± 0.5 °C; salinity = 32 ~ 33 psu). The newly hatched larvae were about 2.73 ± 0.10 mm in total length. Larvae (2.81 ± 0.06 mm) at the 3rd day post hatching (DPH) were given the first feeding with rotifers (*Brachionus plicatilis*). Adding microalgae (*Nannochloropsis oculata*) can stabilize water quality and nourish rotifers. The 10 DPH fry were about 4.20 ± 0.28 mm in total length and copepod was used as feeds, and the supply of feedings should be applied at the same time. The 30 DPH fry were about 13.76 ± 1.48 mm in total length and could be fed with pellet diet. The pattern of band and color of the 100 DPH juvenile (110.70 ± 25.02 mm) were similar to those of the adult fish.

Key words: *Gnathanodon speciosus*, spawning behavior, Embryo 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