

不同環境因子對海鱸胚胎及魚苗發育之影響

李彥宏·張文清·張賜玲·林駿·劉世傑·陳紫娛*

行政院農業委員會水產試驗所東港生技研究中心

摘 要

海鱸 (*Cobia*, *Rachycentron canadum*) 因成長迅速、對疾病抗力強，是海洋箱網養殖潛力魚種之一。雖然蓄養在陸上池塘之海鱸可終年繁殖產卵，但在雨季與颱風季節時，常會受到干擾，影響孵化率與育成率。故本研究旨在探討鹽度與底質等不同環境因子對海鱸初期發育之影響，以期能解決魚苗培育之問題。研究內容包括：1. 將不同發育期的胚胎及卵黃囊期仔魚，由 30 psu 鹽度下，移入不同鹽度環境 (5、10、15、20、25、30、35、40 及 45 psu)，以探討其孵化率及活存率；2. 探討底質 (砂質、土質及無底質) 對卵黃囊期仔魚之影響；3. 進行鹽度 (10、15、20 及 30 psu) 對仔魚培育之影響。結果顯示，發育至後期的胚體期胚胎比前期的胚體期胚胎對鹽度變化有較強的耐受性之趨勢，兩者皆以 25、30 及 35 psu 孵化率較佳，卵黃囊期仔魚在改變鹽度後，其發眼期的仔魚之活存率以 25 psu 處理組最高，發育至較後期的卵黃囊期仔魚對鹽度變化之適應力亦有較前期強之趨勢，在鹽度 20 及 30 psu 下培育仔魚，其活存率顯著較高 ($P < 0.05$)，分別為 11.6 及 15.6%。不同底質環境對卵黃囊期仔魚活存率之影響，分別為不含底質組 72.5%、砂質組 57.5% 及土質組 13.5%，底質性質對海鱸仔魚活存率有顯著影響。綜論，海鱸受精卵孵化時，以底質潔淨、鹽度 25 ~ 35 psu 環境較適合，仔魚培育階段以鹽度 20 ~ 30 psu，可獲得較佳之活存率及成長。

關鍵詞：海鱸、胚體期胚胎、卵黃囊期仔魚、鹽度

前 言

海鱸 (*Rachycentron canadum*) 的成長相當迅速，一年可成長 6 ~ 10 公斤，生產成本低，為相當具有潛力的箱網養殖魚種 (張等, 1999)。目前全世界有許多國家開始嘗試進行海鱸的養殖，諸如：印尼、日本的琉球、法國的屬地 La Reunion Island、美國、加勒比海國家、中國的海南島、越南等 (陳, 2002; 廖與雷, 2006)。台灣自 1990 年起，開始發展海鱸養殖產業，由於人工繁殖成功、魚苗容易大量培育、成長快速等有利因素，養殖產量由 2000 年的 3,600 噸成長至 2007 年的 4,544 噸 (漁業署, 2000, 2007)，相當具有產業發展前景。

海鱸是相當多產的魚類，種魚在養殖 1.5 ~ 2 年後便能達到成熟體型，在水溫 23 °C 以上的環

境，全年皆可生殖，繁殖高峰期為春季及秋季。但部分產卵高峰期正逢雨季及颱風，因為降雨而使戶外魚苗培育池鹽度過低，魚苗育成不易，造成生產鏈中斷，增加漁民風險及負擔，影響產業發展甚鉅。

鹽度的變化會影響海水魚類卵的受精率、胚胎發育、仔魚成長及激素分泌等 (Kucera *et al.*, 2002)。南方比目魚 (*Paralichthys lethostigma*)、大西洋比目魚 (*Hippoglossus hippoglossus*)、拿索石斑魚 (*Epinephelus striatus*) 等，其剛孵化之卵黃囊期仔魚，培育在一般海水鹽度之存活率比低鹽度佳 (Moustakas *et al.*, 2004; Lein *et al.*, 1997; Ellis *et al.*, 1997)。在低鹽環境下，仔魚對油球吸收率低，連帶影響其浮力、活動力及攝食 (Champalbert *et al.*, 1992; Kucera *et al.*, 2002)，另外會造成石斑、黑鯛受精卵孵化時，魚苗畸形率增高 (蘇等, 1995; 丁等, 1995)。但另一方面，在銀紋笛鯛 (*Lutjanus argentimaculatus*)、金頭鯛 (*Sparus aurata*) 等魚種，仔魚培育在低鹽度下有較高存活率 (Estudillo

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁里 67 號; TEL: (08) 832-5511; FAX: (08) 832-0234; E-mail: tichen@mail.tfrin.gov.tw

et al., 2000; Tandler *et al.*, 1995)。

海鱸為大洋洄游性魚類，其魚苗孵化及生存環境變化不大，因此對鹽度改變的適應性為何仍不清楚。惟目前台灣海鱸育苗仍以戶外培育方式進行，適當的鹽度範圍是培育海鱸仔魚成功與否之重要環境因子。本研究旨在探討海鱸種苗生產過程中，鹽度對不同發育期的胚胎之孵化率及仔魚活存率之影響，不同培育環境底質對卵黃囊期仔魚活存率之影響，以期能因應上述育苗所面臨之問題，並提供育苗之較佳環境，進一步達到大量生產魚苗之目標。

材料與方法

一、鹽度對胚胎孵化之影響

將海鱸受精卵直接移入直徑 80 cm、深 1 m、80 網目的孵化網中，以流水式孵化，流量為 12 L/min，在孵化過程中水溫為 28.0 ± 0.6 °C，鹽度 30 psu。分別自受精後算起 12 ~ 14 h 及 18 ~ 20 h 之受精卵，以透明壓克力杯及玻璃吸管計數 50 顆受精卵後，直接移至鹽度為 5、10、15、20、25、30、35、40 及 45 psu 之 1 L 方形壓克力透明杯中，每一處理組四重複，溫度為 29.3 ± 1.0 °C，置於室內，光週期為 13 h light/11 h dark，光度低於 3200 Lux，各處理組皆不予以打氣。各種試驗鹽度的調配，海水是以不織布過濾的天然海水中加入粗鹽，稀釋用的淡水是自來水經 48 h 曝氣後才使用。自孵化後第 3 h 開始，計算各處理組之孵化率及畸形率，仔魚畸形率的判定則是以肉眼可辨別為主。

二、鹽度對卵黃囊期仔魚之影響

將孵化後 2 ~ 4 h 及 12 ~ 14 h 之卵黃囊期仔魚置於透明壓克力杯中，以玻璃吸管計數 30 尾後，移至鹽度為 5、10、15、20、25、30、35、40 及 45 psu 之 1 L 方型壓克力透明杯中，置於室內，實驗期間水溫為 29.5 ± 1.2 °C，光週期為 13 h light/11 h dark，照度低於 3200 Lux，每一處理組四重複，各處理組皆不予以打氣，計算第 3 日齡仔魚之活存率。

三、不同底質對卵黃囊期仔魚活存率之影響

將孵化後 2 ~ 4 h 仔魚置於透明壓克力杯內，以玻璃吸管計數 100 尾後，直接移入含不同底質之 1 L 方形透明壓克力杯中，不同底質處理分別為砂子 (0.3 ~ 0.5 mm)、泥土 (< 0.3 mm)、及對照組 (未放置底質)，砂子來源為東港沿岸之砂灘所取得，泥土則為育苗池池底所淤積之底土，砂子及泥土處理組皆經過至少 5 次沖洗及沉澱，在實驗進行前先予以靜置 3 天，待完全沉澱後再移入仔魚，每一處理組 4 重複，水溫為 28.0 ± 0.8 °C，鹽度 30 psu，光周期為 12 h light/ 12 h dark，照度低於 2900 Lux，皆不予以打氣。紀錄各組第 3 日齡仔魚之活存率。

四、鹽度對仔魚培育之影響

將孵化後的仔魚蓄養至第 2.5 日齡，置於透明壓克力杯中，以玻璃吸管計數 100 尾後，將仔魚直接移入鹽度 10、15、20 及 30 psu 之 200 L 圓形 FRP 桶中，每一處理組四重複，飼育桶上方架設 5 L 透明圓形桶，每日早上 8:00，添加濃度約為 $2 \times 10^5 \sim 2 \times 10^8$ cells/mL 之擬球藻 (*Nannochloropsis oculata*) 於 5 L 透明圓形桶中，再經虹吸方式將藻水引入飼育桶，最終藻水密度約為 $2 \times 10^3 \sim 2 \times 10^5$ cells/mL，溫度為 27.0 ± 0.3 °C，光照週期 12 h light / 12 h dark，打氣管裝置於培育桶中央，打氣量為 4.5 ~ 5.0 L/min。實驗期間，每天校正鹽度，必要時予以添加海水或淡水，每 3 天進行水質檢測，且在 8:00、11:00、14:00 及 18:00 檢查餌料密度，若不足，則添加餌料。各實驗組中所投餵之餌料生物為自民間購得之浮游生物。每日觀察魚苗之行為及攝餌狀況，分別在第 5、7、9 及 11 日齡，計算仔魚之全長及活存率。

五、統計分析

本實驗之數據皆計算其平均數與標準誤差 (Standard Error of Mean, SEM)，百分率資料介於 30 ~ 70% 之間者，資料不需轉換直接使用，百分比資料介於 0 ~ 30% 或 70 ~ 100% 之間者，採用開方根轉換，百分資料介於 0 ~ 100% 者，採用角度

轉換，經轉換過之數據以 ANOVA-Duncan's multiple range test 進行統計分析，以 $P < 0.05$ 表示各組之平均數在統計上有顯著差異。

結果與討論

一、鹽度對胚胎孵化之影響

不同發育期之海鱸胚胎在不同鹽度下之孵化率如 Fig. 1 所示，鹽度改變對胚胎孵化率有顯著影響 ($P < 0.05$)。受精後 12~14 h 胚胎，在鹽度 5、10、20、25、30、35 及 40 psu 下之孵化率，分別為 0.8、6.4、54.2、57.1、56.3、52.3 及 27.1%。受精後 18~20 h 胚胎，在鹽度為 25、30 及 35 psu 孵化率較高，分別為 63.7、61.9 及 56.8%，其次為 20 psu 的 54.3%，鹽度為 5 及 45 psu 孵化率最低，分別為 5.25 及 6.4%。不同時期胚胎對鹽度耐受性也有所不同，而孵化的適當鹽度範圍，以 20~35 psu 較佳。在畸形率方面，受精後 12~14 h 胚胎，孵化後仔魚畸形率以鹽度為 10 及 15 psu 時顯著最高，分別為 2.3 及 2.1%，其次為 20 psu 的 1.1%。受精後 18~20 h 胚胎，孵化畸形率分別為 10 psu 的 4.2%，其次為 15 psu 的 3.3% (Fig. 2)。以上結果顯示，畸形率有隨著鹽度降低而增加的影響，畸形的部位大多出現在脊椎，鹽度 ≥ 30 psu 則無畸形魚苗出現。

Ditty and Shaw (1992) 指出，在野外所採集到的海鱸卵，鹽度多為 30.5~34.1 psu。在本實驗中，海鱸的產卵鹽度比在天然海域的野生海鱸之產卵鹽度略低。由實驗結果得知，海鱸胚胎對鹽度變化之耐受性較其他廣鹽性 (euryhaline) 魚類低，如點帶石斑之原腸期 (gastrula) 胚胎在水溫 26 °C，5 psu 的鹽度下孵化率仍有 23.5%，而在 10~45 psu 鹽度下則無顯著差異 (81~92%) (葉, 1995)；瑪拉巴石斑之蠕動期胚胎在水溫 27 °C、鹽度 15 psu 的情況下，孵化率為 $52 \pm 38\%$ ，鹽度 30 psu 則為 $94 \pm 4\%$ (蘇等, 1995)；黑鯛原腸中期 (middle gastrula) 及胚體形成期 (embryo-formed stage) 之胚體直接移入 5 psu 鹽度，孵化率僅 1.9 及 11.6%，而孵化前期則增為 81.9% (丁等, 1995)。而其他狹鹽性 (stenohaline) 魚種，如大西洋比目魚剛孵化之仔魚，在水溫為 5 °C，鹽度 26~32 psu 情況下，

孵化率為 69~90%，而鹽度 20 psu 孵化率僅 0.3% (Lein *et al.*, 1997)。

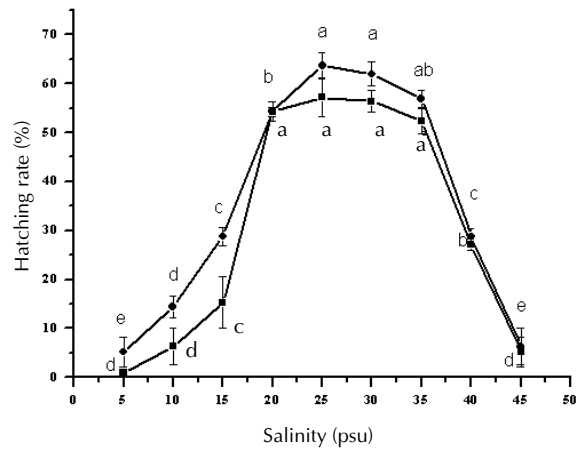


Fig. 1 Hatching rate of 12~14- (■) and 18~20-h-old (●) cobia embryos in different levels of salinity. In each trial, a different letter denotes treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

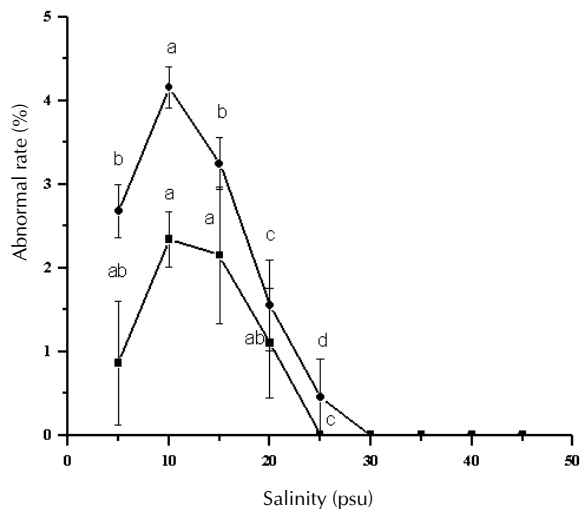


Fig. 2 Abnormal rate of yolk-sac larvae that 12~14- (■) and 18~20-h-old (●) cobia embryos hatched in different salinity. In each trial, a different letter denotes treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

另一方面，18~20 h 之胚胎孵化後之畸形率較 12~14 h 胚胎高，其原因可能為 12~14 h 之胚體器官尚未發育完整，若將 12~14 h 之胚胎直接改變鹽度，易造成胚胎死亡之現象，而 18~20 h 之胚胎對低鹽度之耐受性較佳，但卻易發生脊椎畸形 Fig. 3，畸形之仔魚以 5~20 psu 處理組較高。Balinsky (1981) 指出，若是在生物之器官尚未發

育完成前而改變環境，使其生長在不適合之環境中則易發生畸形，而低鹽度下所產生之畸形現象，正好與其所述狀況相符合。在低鹽環境下，易發生畸形，可能是胚胎在低鹽度下，無法足夠吸收水中之礦物質，而導致胚胎無法順利發育。此外，分泌軟化卵膜的酵素於低鹽環境下，可能無法充分活化，會造成孵化中斷，而導致不正常體型。

綜合本實驗之結果，在 30 psu 的產卵鹽度下，最適合海鱸受精卵之孵化鹽度為 20 ~ 35 psu，太低或太高之鹽度，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。



Fig. 3 Normal and abnormal yolk-sac larvae.

二、鹽度對卵黃囊期仔魚之影響

不同發育期之海鱸卵黃囊期仔魚，直接移入不同鹽度下之活存率如 Fig. 4 所示，不同鹽度處理組對卵黃囊期仔魚活存率有顯著差異 ($P < 0.05$)，不同發育期之卵黃囊期仔魚對鹽度之耐受性亦有所不同。孵化後 2 ~ 4 h 之卵黃囊期仔魚，在鹽度 25 及 30 psu 下，活存率顯著較高 ($P < 0.05$)，分別為 33.6 及 30.1%，鹽度為 20 psu 次之 (26.3%)，鹽度為 5、10 及 45 psu 則全數死亡；孵化後 12 ~ 14 h 卵黃囊期仔魚，對鹽度的耐受性較

孵化後 2 ~ 4 h 之仔魚高，以 25、30 及 35 psu 處理組活存率顯著較高 ($P < 0.05$)，分別為 46.4、45.0 及 42.1%，其次為 20 psu 之 32.9%，鹽度為 5 及 45 psu 則全數死亡。

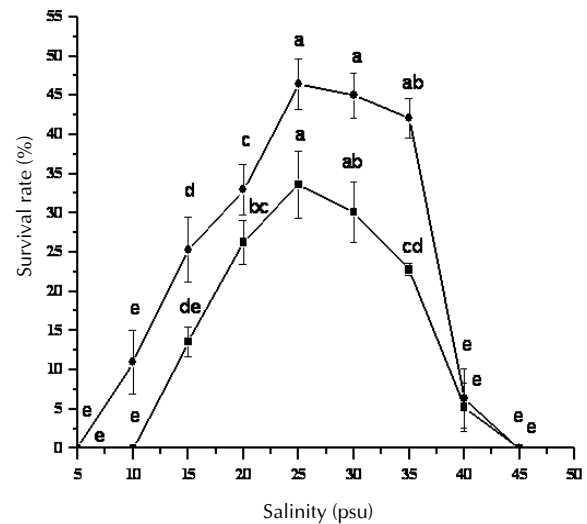


Fig. 4 Survival rate of eye-pigmented cobia larvae after three days that 2 ~ 4- (■) and 12 ~ 14-h-old (●) yolk-sac larvae directly transferred into different salinity. In each trial, a different letter denotes treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

此一結果與仔魚體滲透壓調節 (osmoregulation) 有關，一般海水魚類體內滲透壓約介於 350 ~ 440 osmol/kg，相當於鹽度為 11 ~ 14 psu 之海水 (Bone *et al.*, 1995)，在鹽度為 30 psu 之海鱸種魚池所產下之魚卵，受精後 3 h 之滲透壓為 399 osmol/kg，孵化後 1 h 之海鱸卵黃囊期仔魚為 413 osmol/kg，而鹽度為 30 psu 之海水，滲透壓為 882 osmol/kg，因此，仔魚必須藉由滲透壓之調節來平衡體內與外界環境之離子平衡。

海水魚類成魚可經由腎臟、腸及鰓部上皮組織行滲透壓調節，利用喝入海水的方式調節體內與外界環境中鈉 (Na) 及鉀 (K) 離子之平衡 (施, 1994)。但無論是孵化後 2 ~ 4 h 或 12 ~ 14 h 之海鱸卵黃囊仔魚，其腎臟、腸、口部與鰓腔 (gill cavity) 皆尚未發育完整，因此推斷，此階段之卵黃囊期仔魚，可能是經由體表氯細胞，來調節魚體內與外界海水之離子平衡 (Lein *et al.*, 1997; Estudillo *et al.*, 2000)。點帶石斑孵化後第 20 日齡 (7.3 mm) 之仔魚，全身均質之 Na^+ 、 K^+ -ATPase 活性遠小於孵化後 40 日齡之仔魚 (21.4 mm) (Caberoy and

Quinitio, 2000)。因此，12 ~ 14 h 之海鱸仔魚體表氯細胞可能較 2 ~ 4 h 之仔魚發達或較多。除此之外，鹽度也會影響卵黃囊期仔魚體內卵黃之吸收速率，虱目魚仔魚在 20 psu 鹽度下，體內卵黃囊吸收速率較慢，成長比在 35 psu 之鹽度下緩慢 (Swanson, 1996)。因此，孵化後 12 ~ 14 h 之卵黃囊期仔魚可能因體表氯細胞較多，對鹽度變化之調節能力較強，且在鹽度為 25 ~ 35 psu 之環境下最適合體內之生理變化 (如卵黃吸收速率)，因而活存率較佳。

三、不同底質對卵黃囊期仔魚活存率之影響

將孵化後 2 ~ 4 h 之卵黃囊期仔魚直接移入不同底質之水中，結果如 Fig. 5 所示，各不同底質處理組對卵黃囊期仔魚之活存率有顯著差異，以不含底質的處理組之 72.5% 顯著最高 ($P < 0.05$)，其次為砂質處理組 (57.5%)，泥土處理組之活存率最低，為 13.5%。

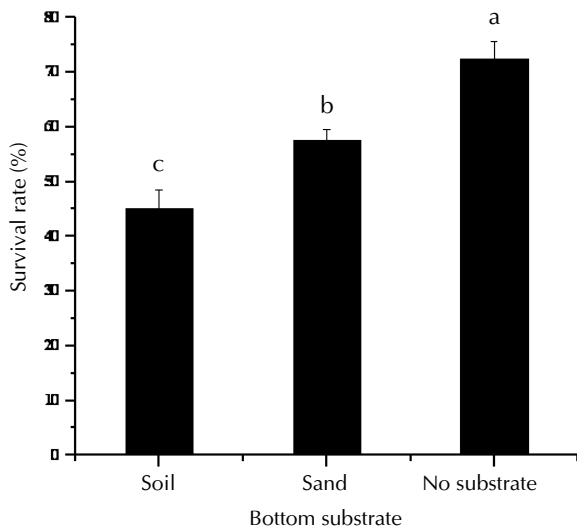


Fig. 5 Survival rate of eye-pigmented larvae that larvae were placed in vessels with different bottom substrates. A different letter denotes the treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

不同底質對卵黃囊期仔魚活存率呈現差異，此結果可能是因為土質處理組細菌量較其他處理組高，因而活存率低。仔魚浮力隨著鹽度之升高而增加，且卵黃囊期仔魚因尚未發育完全，活動能力低弱，在低鹽度 (< 20 psu) 的環境下，仔魚

容易下沉至底部，這些沉至底部之仔魚，若未經由打氣使其離開底部，可能會造成仔魚缺氧或因細菌之因素而導致低活存率。

在室外大型的育苗池培育海鱸苗，孵化後的仔魚一般均在第 2 日齡下午或第 3 日齡早上自孵化袋被釋放至育苗池中，此時眼部開始產生黑色素，因大型的室外育苗池，打氣設施相距較遠且不密集，海鱸仔魚在尚未具有正常的游動能力前，於低鹽度下可能會沉於較為污穢的池塘底部，而導致低活存率，故在較低鹽度的育苗環境下，最好在仔魚具有正常的游動能力時再釋放至育苗池中。

四、鹽度對仔魚培育之影響

仔魚在不同鹽度下培育之成長如 Fig. 6 所示，海鱸仔魚在不同鹽度下培育之成長呈顯著差異 ($P < 0.05$)，培育至第 5 日齡之仔魚，在鹽度 15、20 及 30 psu 下之成長皆無顯著差異，仔魚全長分別為 4.7、4.9 及 4.9 mm，10 psu 處理組顯著較低，為 4.3 mm；7 日齡仔魚以鹽度 20 及 30 psu 顯著較高 ($P < 0.05$)，分別為 5.5 及 5.7 mm；9 日齡之仔魚以鹽度為 20 及 30 psu 顯著較高 ($P < 0.05$)，分別為 7.9 及 7.5 mm；第 11 日齡之仔魚僅 20 及 30 psu 處理組活存全長分別為 8.1 及 8.7 mm。

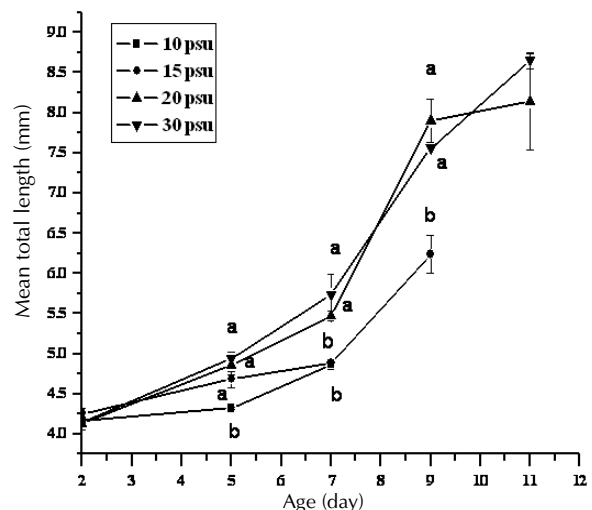


Fig. 6 Growth performance of cobia larvae reared at different salinities. In each trial, a different letter denotes treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

在活存率方面 (Fig. 7), 第 5 日齡之仔魚以鹽度 20 及 30 psu 之活存率顯著較高 ($P < 0.05$), 分別為 59.2 及 61.2%, 鹽度 10 psu 顯著最低 (33.6%); 7 日齡仔魚活存率以鹽度 30 psu 之 32.5% 顯著較高 ($P < 0.05$), 鹽度為 10 psu 最低 (10.5%); 9 日齡之仔魚以鹽度為 20 及 30 psu 活存率顯著較高 ($P < 0.05$), 分別為 18.4 及 23.9%, 鹽度 10 psu 之仔魚則全數死亡; 第 11 日齡之仔魚僅 20 及 30 psu 處理組活存, 活存率及成長在統計上並無顯著差異, 活存率分別為 11.5 及 15.6%。

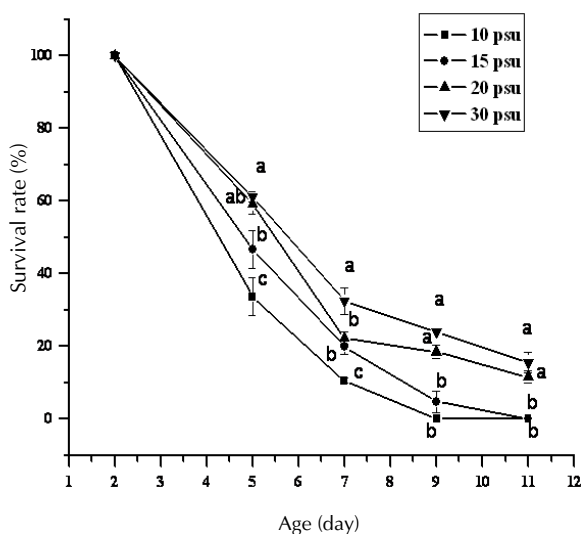


Fig. 7 Survival rate of cobia larvae reared at different salinities. In each trial, a different letter denotes treatment mean (\pm SE) that is significantly different ($P < 0.05$).

由結果得知, 最適合海鱸育苗之鹽度為 20 ~ 30 psu, 其中又以 30 psu 最佳, 鹽度 10 psu 在第 5 日齡開始死亡, 至第 9 日齡全數死亡, 而 15 psu 處理組也在第 10 日全數死亡。Shaffer and Nakamura (1989) 指出, 海鱸幼魚常可在近海、沿岸或內灣等較高鹽度的地區被發現, 因此, 海鱸幼魚對鹽度的耐受性可能較其他沿岸性魚種低。Faulk and Holt (2006) 指出, 海鱸種魚分別在 28.0 及 36.5 psu 鹽度下產卵, 其子代對鹽度的耐受性並無顯著差異, 3 日齡之仔魚對鹽度耐受範圍為 20.1 ~ 35.6 psu, 此一結果與本研究類似。本研究將 3 日齡之仔魚直接由 30 psu 移入 10 或 15 psu, 雖然仔魚在初期因浮力較低而大多分佈於中層水域, 但最終仍在第 5 ~ 7 日齡全數死亡。在鹽度 10 及

15 psu 下, 在培育過程中雖可見仔魚攝餌, 但仔細觀察後發現, 攝餌頻率卻不如 20 及 30 psu 頻繁, 推測可能是仔魚因滲透壓變化過大導致無法適應所造成之緊迫, 或因仔魚在過低鹽度下, 體內消化酵素無法正常分泌, 導致體弱死亡。

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 84 年度試驗工作報告, 379-385.
- 施琮芳 (1994) 魚類生理學. 水產出版社, 193-218.
- 陳永松 (2002) 海鱸 (Cobia) 的前景與展望. 養魚世界雜誌社, 304: 83-98.
- 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期胚體發育之影響. 水產研究, 3(2): 133-142.
- 廖一久, 雷亞德 (2006) 全球海鱸養殖現況: 綜述. 台灣水產學會學術論文發表會論文摘要集 1.
- 漁業署 (2000) 中華民國台灣地區漁業統計年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北, 180 pp.
- 漁業署 (2007) 中華民國台灣地區漁業統計年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北, 485 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 84 年度試驗工作報, 404-410.
- Balinsky, B. L. (1981) An introduction to embryology. Saunders College Publishing, Tokyo, 768 pp.
- Bone, Q., N. B. Marshall and J. H. S. Blaxter (1995) Biology of fishes. Chapman & Hall, New York, U.S.A, 332 pp.
- Caberoy, N. B. and G. F. Quenitio (2000) Changes in Na super(+), K super(+)-ATPase activity and gill chloride cell morphology in the grouper *Epinephelus coioides* larvae and juveniles in response to salinity and temperature. Fish Physiol. Biochem., 23: 83-94.
- Champalbert, G., C. Castelbon and L. Le Direach-Boursier (1992) Effect of salinity on swimming activity and distribution of larvae and juvenile sole (*Solea solea* L.). Mar. Behav. Biochem., 21: 121-143.
- Ditty, J. B. and R. F. Shaw (1992) Larval development, distribution, and ecology of cobia *Rachycentron canadum* (Family: Rachycentridae) in the northern Gulf of Mexico. Fish Bull., 90: 668-677.
- Ellis, E. P., W. O. Watanabe, S. C. Ellis, J. Ginoza and A. Moriwake (1997) Effects of turbulence, salinity

- and light intensity on hatching rate and survival of larval Nassau grouper, *Epinephelus striatus*. J. Appl. Aquac., 7:33-43.
- Estudillo, C. B., N. D. Marietta, E. T. Marasigan and A. C. Emata (2000) Salinity tolerance of larvae of the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) during ontogeny. Aquaculture, 190: 155-167.
- Faulk, C. K. and G. H. Holt (2006) Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. Aquaculture, 254: 275-283.
- Kucera, C. J., C. K. Faulk and G. J. Holt (2002) The effect of parental acclimation to spawning salinity on the survival of larvae *Cynoscion nebulosus*. J. Fish Biol., 61: 726-738.
- Lein, I., S. Tveite, B. Gjerde and I. Holmefjord (1997) Effects of salinity on yolk sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). Aquaculture, 156: 291-303.
- Moustakas, C. T., W. O. Watanabe and K. A. Copeland (2004) Combined effects of photoperiod and salinity on growth, survival, and osmoregulatory ability of larval southern flounder *Paralichthys lethostigma*. Aquaculture, 229: 159-179.
- Shaffer, R. V. and E. L. Nakamura (1989) Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). FAO Fisheries Synopsis. 153 (National Marine Fisheries Service/S 153), U.S. Department of Commerce, NOAA technical Report, National Marine Fisheries Service 82. Washington, D.C.
- Swanson, C. (1996) Early development of milkfish: effect of salinity on embryonic and larval metabolism, yolk absorption and growth. J. Fish Biol., 48: 405-421.
- Tandler, A., F. A. Anav and I. Choshniak (1995) The effect of salinity on growth rate, survival and swimbladder inflation in gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. Aquaculture, 135: 343-353.

Effect of Different Environmental Factors on Embryo and Larval Development of Cobia, *Rachycentron canadum*

Yan-Horn Lee, Wen-Chin Chang, Su-Lean Chang, Lin-Jun, Shih-Chieh Liu
and Tzyy-Ing Chen *

Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Cobia (*Rachycentron canadum*) is one of potential candidate species for marine cage culture due to its fast growth and higher resistance to disease. Brood stock cultured in land-based pond in southern Taiwan spawns year round with a peak in spring and autumn. Spawning in the rainy and typhoon seasons results in a difficulty of larval rearing. This study aimed to investigate the effect of environmental factors on the embryonic development and early larval rearing of cobia.

Salinity tolerance at early and late embryos stages and yolk-sac larvae determined the hatching rate and survival rate, respectively. Embryos and yolk-sac larvae were transferred from salinity 30 psu into different salinities (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45 psu). Different bottom substrates (soil, sand and no substrate) were evaluated in the development of yolk-sac larva. Finally, the effect of salinity (10, 15, 20 and 30 psu) on larval rearing was tested. The results showed that both early and late embryonic stages had better hatching rate at salinity of 25, 30 and 35 psu and the late stage of embryos was more tolerant to the changes of salinity. The highest larval survival rate was at salinity 25 psu. The late stage of yolk-sac larvae (2 dph) was more tolerant to the changes of salinity than the early stage (2-4 hph) of yolk-sac larvae. Survival rate on the larval rearing was significantly different ($P<0.05$) at salinity of 20 and 30 psu with 11.6 and 15.6%, respectively. The survival rates of yolk-sac larva cultured in different bottom substrates were 72.5% (no substrate), 57.5% (sand) and 13.5% (soil).

In conclusion, the environment of no bottom substrate and salinity between 25 to 35 psu was good for the development of yolk-sac larva stages and cobia embryo. Larvae may have better survival and growth rates by culturing them in seawater of salinity 20-30 psu.

Key words: cobia (*Rachycentron canadum*), embryos, yolk-sac larvae, salinity

*Correspondence: Tungkang Biotechnology Research Center, Fisheries Research Institute, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08)832-4121; FAX: (08)832-0234; E-mail: tichen@mail.tfrin.gov.tw