

鹽度對點帶石斑器官形成前後期胚體發育之影響

摘要

利用點帶石斑原腸期、孵化前期之胚體卵為對象，探討器官發育前後胚體受鹽度刺激對孵化與魚苗產生之影響，以瞭解胚體器官形成後對鹽度變化之忍受力與鹽度調控能否有助於胚體孵化與育苗成功率。器官發育後胚體（孵化前期）在各鹽度組皆有較高總孵化率，並在低鹽（5 ppt）組有顯著差異，約為器官發育前胚體（原腸期）之 3 倍；死卵率在各鹽度組胚體器官形成前胚體皆比器官形成後胚體高，以 5 ppt 組為例即高達約 20 倍；正孵化卵率對器官形成前後胚體並無不同，皆同樣在 5 ppt 組出現，約 16-20%；發生之未孵化胚體卵率則以器官形成後於鹽度 5 及 20 ppt 之組而且皆高於器官形成前胚體。

關鍵詞：原腸期，孵化前期，器官形成，點帶石斑

點帶石斑 *Epinephelus coioides* 為高經濟之海水養殖石斑魚種，其耐力強、成長快與售價高是極具發展潛力之海水養殖品種。石斑魚之繁養殖，經不斷努力已能克服種魚來源之困難^(1,2,3)，人工育成之雌、雄種魚亦能在養殖池中自然交配繁殖⁽⁴⁾，對於受精卵之取得已不再是困難的事，同時，育苗業者也增加了好幾倍。目前，對於育苗高死亡率之危險期均約能判斷，然引起之原因卻仍未明，大多認為與營養上不飽和脂肪酸缺乏⁽⁵⁾、餌料生物不足、水質管理不當與氣候劇變有關⁽⁶⁾。另外，石斑苗之特殊生態習性，如喜陰暗處、隨成長改變棲習水深與無法忍受壓力劇變或操作不當等皆可能導至低成功率⁽⁷⁾。這些焦點幾乎全集中於稚魚或魚苗之培育上，也因此忽略了胚體發育過程中受精卵受到環境因子所產生的壓迫（Stress）⁽⁸⁾，而造成魚苗未孵化就已大量死亡及往後育苗之高畸型、低孵化、不攝餌、低成功率之主因。

通常魚類之胚體發育在某些時期對外界因子變化非常敏感，常因小小刺激導致胚體發育中斷或死亡^(9,10,11)。各種魚類對環境因子可能有不同之胚體敏感期^(12,13)，溫度或鹽度分別對不同發育期受精卵之刺激皆會使孵化率及以後育苗之成功率發生很大變化^(14,15,16,17)。就石斑而言，紅斑 *Epinephelus akaara*^(7,10,18)、鮭形石斑 *Epinephelus salmonoides*⁽¹⁹⁾、鱸滑石斑 *Epinephelus tauvina*⁽¹⁾ 孵化時間及畸型率都受

到水溫影響。葉等⁽²⁰⁾也比較青點石斑 *Epinephelus fario* 與瑪拉巴石斑 *Epinephelus malabaricus* 雜交胚體受鹽度影響其孵化率及孵化時間，在在都說明了胚體不同發育期對環境因子具有不同忍受力。其中，鹽度變化對海水魚類離子調節及游浮能力調適是重要的限制因子（Limit factor），特別是生存鹽度範圍頗廣之石斑魚，石斑魚胚體發育對鹽度變化是否具同樣忍受力為急切需要知道之問題。通常魚卵會調節內部滲透壓濃度接近成魚之體液⁽²¹⁾，早期胚體發育調節功能乃是靠被動調節、原生質膜（Plasma membrane）之不透透性及發育中胚盤（Blastoderm）兩細胞間密切接合之作用。主動調節及離子運送能力要在原腸化作用（Gastrulation）時才會出現⁽²¹⁾，一些魚類也於這時出現氯細胞（Chloride cell）⁽²²⁾，進行滲透壓調節功能。又，魚類胚體發育過程中，器官形成（Organogenesis）發育期延續原腸化作用為魚類胚體發育過程中對外界因子相當敏感時期，也是魚類具有明顯對外界壓迫能力調適之重要分野，於此階段分化成各個原始組織器官，並對外界壓迫因子調適功能，此為育苗工作之重要依據。石斑魚胚體發育分期之原腸期（Gastrula stage）已進行原腸化作用，並為胚體器官開始形成時期。然而，器官初步發育完成期乃進入孵化前期胚體（Pre-hatching stage）的時候。利用此二發育期之胚體卵為對象，藉由不同鹽度之刺激，探討器官發育完成前後期胚體

是否因受鹽度影響，以瞭解點帶石斑胚體器官形成後對鹽度變化之忍受力及鹽度調控能否有助於胚體孵化與育苗成功率。

材料與方法

利用鹽度因子刺激胚體以瞭解環境因子的刺激對其發育情形及孵化率所造成的影響。鹽度範圍由 5 ppt 至 45 ppt，間隔 5 ppt，共分為九組。每種鹽度採二重複。發育期選擇器官形成前後胚體分別進行試驗。試水量為 800 ml 裝於 1000 ml 燒杯中，不打氣，分置 50 個試驗胚體發育期受精卵—原腸期（胚體器官開始形成前）或孵化前期（胚體器官發育形成後）。點帶石斑受精卵先收集，置於環境海水（水溫約 26 °C，鹽度 35 ppt）之孵化桶中孵化，定時鏡檢並去除不適卵（死卵、畸形胚體卵），俟胚體發育至試驗之原腸期（約受精後 9 小時，胚體卵皆分裂具胚盤 Blastoderm 覆蓋卵一半之特徵）再由孵化桶移入各控鹽試水中；另，孵化前期胚體組同樣於孵化桶環境海水中孵化，俟胚體發育至孵化前期（約受精後 21 小時，所有胚體均見蠕動）再移入各控鹽試水中。整個試驗以不控溫環境條件下孵化桶中胚體之魚苗，孵出後 24 小時為計算點，分別計算試驗組孵化仔魚數（正常魚苗、畸形魚苗、死亡魚苗）及未孵化卵數（胚體卵、異常正孵化卵、死卵），來判斷鹽度效應對器官形成前後胚體發育造成何種影響。試驗結果先以單因子變方分析（One factor ANOVA）檢定，平均值差異則採 Tukey 多重比較 Tukey multiple comparison

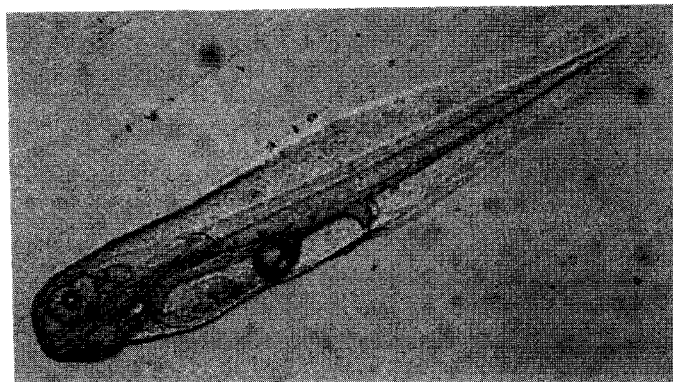
test)⁽²³⁾，顯著水準為 95%。

結果

一、孵化魚苗與未孵化卵

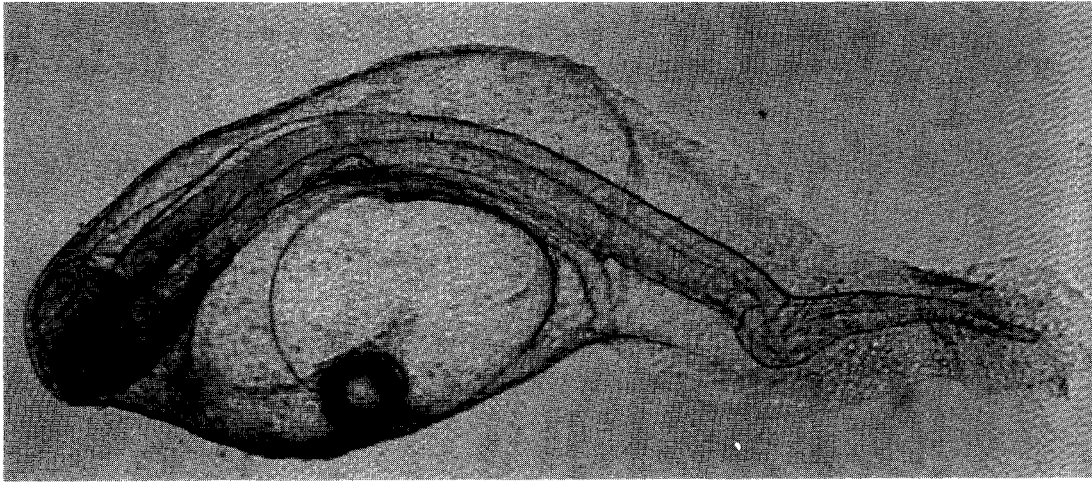
鹽度對點帶石斑胚體發育影響依孵化魚苗與未孵化卵分為二類，孵化之魚苗有正常魚苗（Fig. 1）、畸形魚苗、死亡魚苗三種。造成畸形主要現象為脊椎變形（Fig. 2）。未孵化卵則分胚體卵、正孵化卵、死卵等。胚體卵即未達孵化程度而仍停滯在胚體階段且未死亡之卵；正孵化卵則可見魚體形成，雖在孵化階段卻無法完成孵化過程，而且卵殼尚存在之異常卵（Fig. 3），常發現於受低鹽刺激之胚體。

石斑胚體之發育受鹽度影響是以總孵化率（正常、畸形、死亡魚苗）、總未孵化率（胚體卵、正孵化卵、死卵）等結果來加以分析探討（Table 1）。總孵化率在原腸期、孵化前期，鹽度因子的作用皆具有極顯著差異（ $p < 0.01$ ），比較各鹽度之平均總孵化率，器官形成前後胚體同樣皆分為二群（Fig. 4）。原腸期於鹽度 5 ppt 組之總孵化率最低，為 23.5%，鹽度 10 ppt 至 45 ppt 組則並無差異，約在 81~92% 之間；孵化前期同樣以鹽度 5 ppt 組之總孵化率最低，為 67.7%，其餘各鹽度組並無差異約，在 89~98% 內。器官形成胚體比較，器官形成後胚體（孵化前期）在各鹽度組皆有較高總孵化率，在低鹽（5 ppt）組亦有顯著差異，約為器官形成前胚體（原腸期）之 3 倍，顯示器官形成後，胚體對鹽度特別是低鹽有較高調適能力。



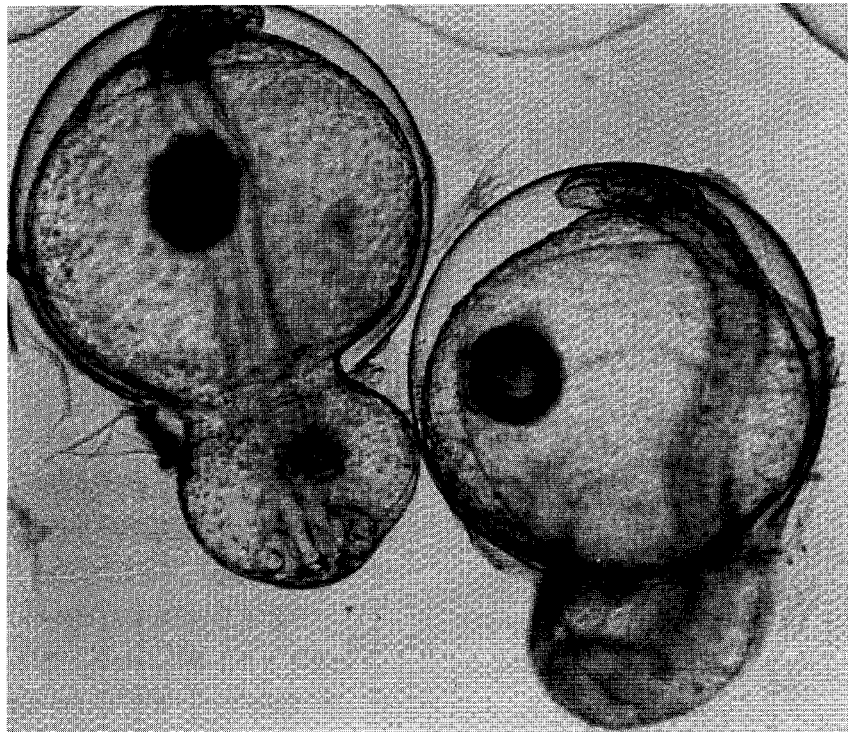
←→ 354 μm

Fig. 1. Normal larva of *Epinephelus coioides* after 24 hours hatched at 35 ppt salinity.



200 μ m
↔

Fig. 2. Abnormal larva of *Epinephelus coioides* after 24 hours hatched at 5 ppt salinity.



200 μ m
↔

Fig. 3. Abnormal embryo for just hatching of *Epinephelus coioides* at 5 ppt salinity.

Table 1. Analysis of variance of percentage hatch and un-hatch of the grouper *E. coioides* embryo subjected to various salinity conditions.

	Hatched			Total	Un-hatched		
	Normal	Abnormal	Dead		Embryo	Hatching	Dead
Middle gastrula	**	**	**	**	ns	**	**
Pre-hatching stage	**	**	*	*	**	**	ns

ns: $p > 0.05$

*: $p < 0.05$

** : $P < 0.01$

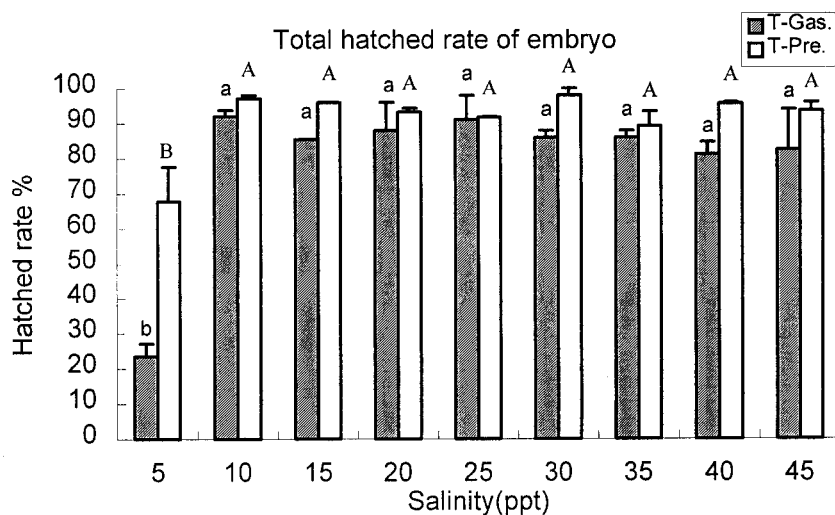


Fig. 4. Percentage total hatch of the grouper *Epinephelus coioides* embryo before and post organogenesis for each salinity condition tested.

Results are express as percentages $M(X) \pm SEM$, calculated from experiments.

-- a -- Tukey test of Gastrula stage (T-Gas.) ($p < 0.05$)

-- A -- Tukey test of Pre-hatching stage (T-Pre.) ($p < 0.05$)

二、鹽度對魚苗孵化影響

分析組成總孵化率之正常率、畸型率、死亡魚苗率時，發現於原腸期受鹽度影響具有極顯著差異；孵化前期之正常率及畸型率具有極顯著差異 ($p < 0.01$)，死亡魚苗率為顯著差異 ($P < 0.05$)，此與原腸期稍有不同 (Table 1)。

原腸期胚體孵化魚苗之組成如 Fig. 5 所示，正常魚苗平均孵化率以鹽度 10~40 ppt 最高 (63.5 ~ 91%)，鹽度 45 ppt 之 31% 次之，鹽度 5 ppt 組沒有正常魚苗孵出。畸型魚苗率以原腸期鹽度 15 ppt 以下較容易發生，最高為 5 ppt 組之 16%，鹽度 10 ppt、15 ppt 之 7.0 及 6.2%。至於孵化後死亡魚苗

率在原腸期胚體以高鹽 (45 ppt) 之 51% 最高，鹽度 40 ppt 組有 17.7%，其餘在 7.0% 以下，也就是說，在高鹽之下發育之胚體雖然有高孵化率，但孵化後很難存活。由上述結果顯示胚體在器官形成時 (原腸期) 會受到鹽度刺激，即低鹽會使胚體以後孵化畸型魚苗增多，高鹽則容易使魚苗孵化後死亡。

器官形成後 (孵化前期) 胚體孵化魚苗之組成中 (Fig. 6)，正常魚苗平均孵化率以鹽度 10~45 ppt 最高約 69~90%，5 ppt 組則無正常魚苗孵出。畸型魚苗率以鹽度 35 ppt、40 ppt 皆不易發生且其值在 2% 以下，然在低鹽下卻很常見，最高為 5 ppt 組的 66.7%，次之為鹽度 10 ppt 的 28%，其餘則在 6~10% 間。至於孵化後死亡魚苗率在孵化前期胚體

雖仍以高鹽組較高，但平均值無顯著差異全在 9% 以下。顯示胚胎發育若受鹽度刺激異常魚苗在低鹽中增多。

孵化魚苗率從胚胎器官形成差異來比較，鹽度變化對胚胎器官形成前胚胎（原腸期）影響較大，特別是高鹽之刺激，使死亡魚花增多超過 50%，器官形成後胚胎（孵化前期）則比較有抗高鹽性，死亡魚苗不到 10%，但在對鹽度感受性由不正常魚苗率顯示器官形成後更為敏感，發生之畸型魚苗率於各鹽度組皆相對的都較高。

三、鹽度對胚胎未孵化影響

總未孵化率組成之胚胎卵率、正孵化卵率、死卵率在器官形成前後胚胎所受鹽度之影響並不相同 (Table 1)。原腸期之胚胎卵率並無顯著差異 ($p>0.05$)，但正孵化卵率、死卵率則有極顯著差異 ($p<0.01$)；孵化前期死卵率不受鹽度影響 ($p>0.05$)，胚胎卵率與正孵化卵率有極顯著差異。

鹽度因子對原腸期末孵化之胚胎卵影響甚微，只出

現於鹽度 5 ppt 之 2%；正孵化胚胎發生率在 5 ppt 組為 16.5%，這與其他鹽度組有顯著不同；死卵率在各鹽度組皆出現，以鹽度 5 ppt 組之 58% 最高；鹽度 10 ppt 以上之各組為 8~18%，有顯著差異 (Fig. 7)。顯示鹽度變化使原腸期胚胎有高死亡率，低鹽亦會使胚胎孵化停滯與死亡。

孵化前期之未孵化卵組成如 Fig. 8，未孵化之胚胎卵率在鹽度 5 ppt 及 20 ppt 組較高，為 9% 及 7%，鹽度 25 ppt 組 3% 次之，其他鹽度組則無。正孵化卵發生率在 5 ppt 組為 20%，與其他組全在 1% 以下有顯著不同；胚胎之死卵率則不受鹽度影響，都在 9% 以下且沒有顯著差異。

從胚胎發育差異來比較未孵化率組成，鹽度變化對胚胎器官形成前胚胎（原腸期）影響較大，死卵率在各鹽度組皆比器官形成後胚胎（孵化前期）高，在 5 ppt 組更高達約 20 倍。正孵化卵率對器官形成前後胚胎並無不同，皆同樣在 5 ppt 組出現高正孵化卵率。未孵化胚胎卵率則以器官形成後（孵化前期）於鹽度 5 及 20 ppt 之組皆高於器官形成前胚胎（原腸期）。

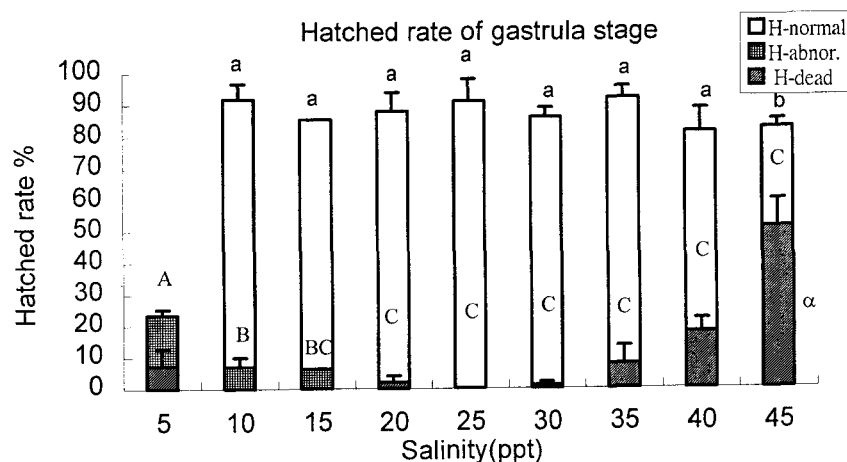


Fig. 5. Percentage normal hatch (H-normal), abnormal hatch (H-abnor.), and dead larvae (H-dead) of the grouper *Epinephelus coioides* embryo before organogenesis (gastrula) for each salinity condition tested.

Results are express as percentages $M(X) \pm SEM$, calculated from experiments.

--a-- Tukey test of Normal larvae (H-normal) ($p<0.05$)

--A-- Tukey test of Abnormal larvae (H-abnor.) ($p<0.05$)

--α-- Tukey test of Dead larvae (H-dead) ($p<0.05$)

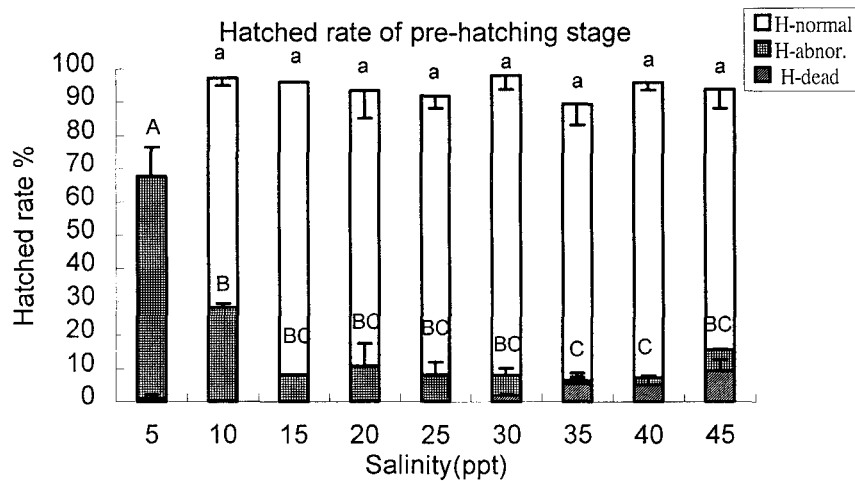


Fig. 6. Percentage normal hatch (H-normal), abnormal hatch (H-abnor.), and dead larvae (H-dead) of the grouper *Epinephelus coioides* embryo post organogenesis (pre-hatching) for each salinity condition tested.

Results are expressed as percentages $M(X) \pm SEM$, calculated from experiments.

--a-- Tukey test of normal larvae (H-normal) ($p < 0.05$)

--A-- Tukey test of abnormal larvae (H-abnor.) ($p < 0.05$)

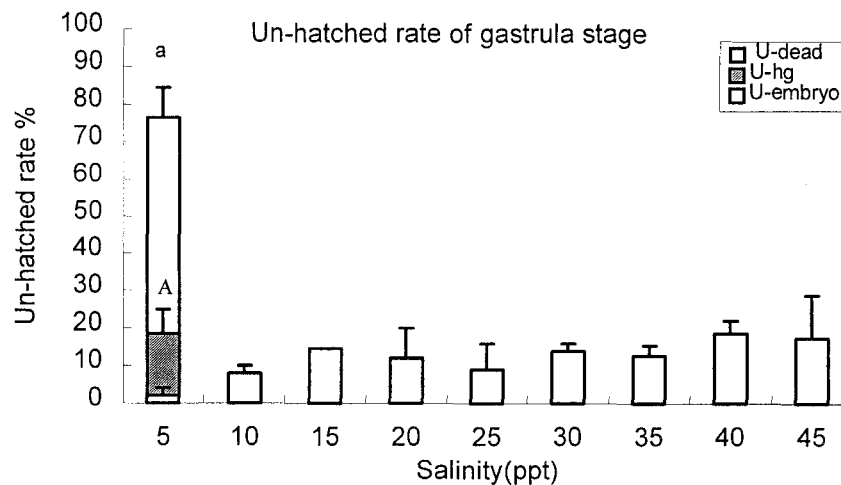


Fig. 7. Percentage un-hatch embryo (U-embryo), just hatch embryo (U-hg), and dead egg (U-dead) of the grouper *Epinephelus coioides* embryo before organogenesis (gastrula) for each salinity condition tested.

Results are expressed as percentages $M(X) \pm SEM$, calculated from experiments.

--a-- Tukey test of dead egg (U-dead) ($p < 0.05$)

--A-- Tukey test of hatching egg (U-hg) ($p < 0.05$)

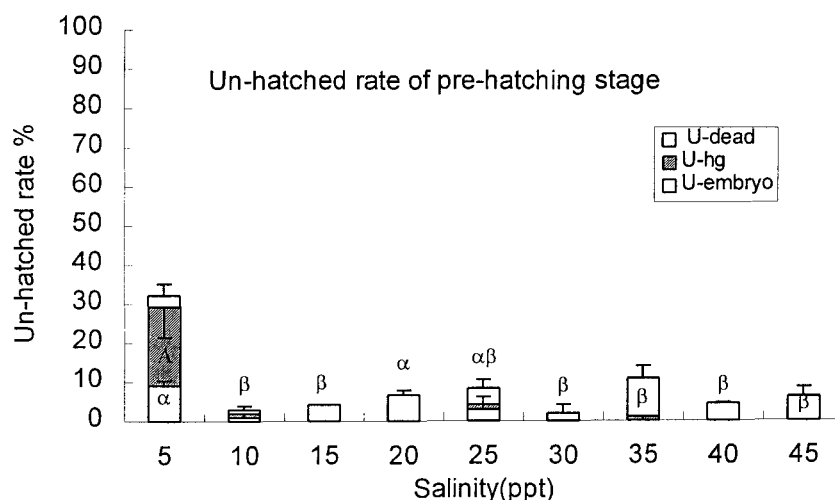


Fig. 8. Percentage un-hatch embryo (U-embryo), just hatch embryo (U-hg), and dead egg (U-dead) of the grouper *Epinephelus coioides* embryo post organogenesis (pre-hatching) for each salinity condition tested.

Results are express as percentages $M(X) \pm SEM$, calculated from experiments.

--A -- Tukey test of hatching egg (U-hg) ($p < 0.05$)

--α -- Tukey test of embryo egg (U-embryo) ($p < 0.05$)

討論

器官形成前後胚胎受鹽度影響可由孵化之現象中看出。器官形成前胚胎（原腸期），孵化後之死亡魚苗較多（高鹽），至器官形成後胚胎（孵化前期）之畸型魚苗高（低鹽），未孵化之現象亦可由器官形成前胚胎之異常正孵化卵（低鹽）、死卵率（低鹽、各鹽度）發生高看出。器官形成後胚胎為胚胎卵率及異常正孵化卵高（低鹽），皆出現器官形成前後胚胎對於鹽度調適能力之不同情形。葉等⁽²⁰⁾比較了鹽度對石斑魚原腸期 (Gastrula)、4 體節期 (4 Somites)、9 體節期 (9 Somites)、19 體節期 (19 Somites) 之影響時，發現體節發育越完全，有越強之滲透壓調適功能及對外界因子所造成之壓迫越能適應。因此，孵化前期胚胎（器官形成後胚胎）又比 19 體節期胚胎於卵發育期中各組織及器官分化更臻完善。因此，筆者推測應該有更強的調適功能才是。

鹽度影響點帶石斑胚胎而產生孵化魚苗畸型，並以脊柱彎曲為主，此一現象在其他海水魚也曾發現，如黑鯛 *Acanthopagrus schlegelii*⁽²⁴⁾、黃錫鯛 *Sparus sarba*⁽²⁵⁾，產生之方式也極為相似，均以低鹽所產生較

為明顯。本試驗中，魚苗畸型率又以器官形成後胚胎比較高。然而，器官形成前後胚胎在總孵化率上除低鹽 5 ppt 組外，並無顯著差異，顯示器官形成後胚胎對鹽度變化敏感性較高，雖不致於造成死亡（總未孵化率低）卻使畸型魚苗增加；但在器官形成前胚胎低鹽 5 ppt 組之總未孵化率極高。另外，其他鹽度也有稍高死卵率的情形，有可能意謂著 5 ppt 之鹽度已造成胚胎死亡，其他在鹽度 10 ppt 以上，因未具充足適應能力者也無法生存。低鹽造成高畸型之原因可能與其胚胎發育過程中無法由水中攝取足夠之礦物質（鈣、鎂、鐵...）而導致脊柱無法發育完整。器官形成前後胚胎之差異可能就在於器官形成前胚胎尚未發展出完全功能之組織器官從事調節作用⁽²⁶⁾。另外，低鹽 (5 ppt) 亦造成器官形成前後胚胎皆有魚苗孵化中斷現象，且不因器官已形成與否而有所不同。推測此現象有可能為分泌軟化卵膜之酵素於 5 ppt 組之鹽度無法充分活化、魚苗因低鹽而滲透壓調節能力不足、胚胎長時間處低鹽下等而使得離子調節失去功能造成魚苗發育不全。同時，由於沒有足夠活動力孵化，才使得低鹽時會中斷或停滯魚苗的孵化。

高鹽度會縮短石斑魚胚胎孵化時間及造成早期胚

體在往後魚苗孵化後的死亡⁽²⁰⁾。器官形成前後胚體受高鹽度影響, 可從魚苗孵化後死亡率看出明顯的不同。器官形成前胚體對高鹽之調適能力較低, 有可能是胚體暴露於高鹽時間長, 且長時間執行滲透壓調節作用及組織分化而影響代謝, 使得花更多能量完成發育, 導致孵化後易於死亡。相對地, 器官形成後胚體已具備調節滲透壓之各個組織器官⁽²⁶⁾, 又, 分化已接近孵化階段, 因此, 其在代謝能力及能量上之使用與保留亦不同。Swanson⁽²⁷⁾對虱目魚胚體研究亦提到鹽度對卵黃 (Yolk) 吸收 (能量利用)、耗氧 (代謝能力) 皆有影響, 耗氧以孵化前期比囊胚期 (Blastulae) 高 6 倍, 且明顯受鹽度影響。低鹽及高鹽之胚體耗氧都比 35 ppt 組低, 顯示代謝能力也因胚體期及鹽度不同有差異。而在能量變化上, 鹽度主要影響卵黃利用速率、型式及代謝率, 低鹽會阻礙卵黃吸收, 高鹽則會降低卵黃利用效能。May⁽²⁸⁾對 Croaker *Bairdiella icistia* 之研究結果說明卵黃吸收加速等, 卵黃利用效能便降低。高鹽度下, 內源性 (Endogeneous) 能量保留少, 導致以後存活競爭低落。石斑魚胚體在低鹽下經常發育停滯, 且高鹽下, 孵化後容易死亡, 其可能原因是受能量利用與消耗不同之影響。另外, 魚類發育越後期胚體會增加能量使用能力及耗氧之機制, 乃是由於吸收卵黃囊之組織面積增加⁽²⁹⁾及大量代謝力強之胚體組織形成, 造成胚體發育期越後及代謝強之活化組織多與消耗能量大⁽²⁷⁾。然 Alderdice et al.⁽²¹⁾指出, 在低鹽通常有組織低活化現象, 所以, 石斑魚器官形成後胚體孵化被延滯是發生在低鹽度時, 因此, 除能量利用之因素外, 也有可能是活化力被抑制所致。

謝辭

本文承蒙分所同仁王村藤、張丁仁兩位先生之協助試驗, 中央研究院動物研究所黃鵬鵬博士及其他未具名審查者提供寶貴意見, 特此致謝。

參考文獻

- Chen, F. Y., M. Chow, T. M. Chao and R. Lim (1977) Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.) in Singapore. Singapore J. Primary Ind. 5(1): 1-21.
- 葉信利, 丁雲源, 郭欽明 (1987) 促進石斑魚性轉變及產卵之研究. 臺灣省水產試驗所報告, 41: 143-152.
- 葉信利, 丁雲源, 郭欽明 (1988) 雄性素埋植法促進石斑魚性轉變之研究. 臺灣省水產試驗所報告, 45: 103-114.
- Tucker, J. W. Jr. (1994) Spawning by captive Serrnid fishes: A review. J. World Aquacult. Soc., 25(3): 345-359.
- Dhert, P., P. Lavens, M. Duray and P. Scorgeloos (1990) Improved larval survival at metamorphosis of Asian seabass (*Lates calcarifer*) using ω 3-HUFA-enriched live food. Aquaculture, 90: 63-74.
- Hussain, N. A. and M. Higuchi (1980) Larval rearing and development of the brown-spotted grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsk.). Aquaculture, 19: 339-350.
- Ukawa, M., M. Higuchi and S. Mito (1966) Spawning habits and early history of a serranid fish, *Epinephelus akaara* (Temminck & Schlegel). Japan J. Ichthyol., 13: 156-161.
- Walsh, W. A., C. Swanson and C. S. Lee (1991) Combined effects of temperature and salinity on embryonic development and hatching of striped mullet, *Mugil cephalus*. Aquaculture, 97: 281-289.
- Kawabe, K., M. Murai, K. Kato and F. Takashima (1991) The effect of water temperature on egg development of striped jack, *Caranx delicatissimus*. Suisanzoshoku, 39(2): 211-216.
- Kayano, Y. and T. Oda (1991) Effects of water temperature on the embryonic development of red spotted grouper, *Epinephelus akaara*. Suisanzoshoku, 39(3): 309-313.
- 朱永桐, 葉信利, 丁雲源 (1996) 溫度對黑鯛胚胎發育影響之研究 (I)-溫度變化對發育時間之影響. Bull. Tainan Fish. Cult. Stn. TFRI, 1: 89-104. (In press)
- Oozeki, Y. and R. Hirano (1985) Effects of temperature change on the development of the Japanese whiting *Sillago japonica* Temminck. Nippon Suisan Gakkaishi, 51: 557-572.
- Kinoshita, H. and K. Doutu (1989) Thermal tolerance of eggs of Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus* (Cuvier). Suisanzoshoku, 37(1): 21-26.
- Holt, J., R. Godbout and C. R. Arnold (1981) Effects of temperature and salinity on egg hatching and larval of

- red drum, *Sciaenops ocellata*. Fish. Bull., **79**(3): 569-573.
15. Kiyono, M. and K. Shinshima (1983) Thermal tolerance of stone flounder eggs. Nippon Suisan Gakkaishi, **49**(5): 701-704.
16. Sasaki, K., H. Kurokura and S. Kasahara (1988) Hanges in low temperature tolerance of the eggs of certain marine fish during embryonic development. Comp. Biochem. Physiol., **91A**(1): 183-187.
17. Kashiwagi, M., Y. G. Deng and T. Iwai (1990) Upper limiting temperature for the hatching of Japanese whiting, *Sillago japonica* eggs and variations of the temperature during egg development. Suisanzoshoku, **38**(1): 7-11.
18. Tseng, W. Y. and S. K. Ho (1979) Egg development and early rearing of red grouper (*Epinephelus akaara*, Temminck & Schlegel). J. Taiwan Museum, **32**: 209-219.
19. 黃丁士, 顏枝麟, 劉繼源 (1986) 鮭形石斑之人工繁殖-I, 種魚的催熟, 採卵及胚胎的發育. 臺灣省水產試驗所報告, **40**: 241-258.
20. 葉信利, 朱永桐, 丁雲源 (1991) 人工育成石斑種魚繁殖之研究: 青點石胚胎之發育及與瑪拉巴石斑雜交之比較. 臺灣省水產試驗所報告, **50**: 197-216.
21. Alderdice, D. F. (1988) Osmotic and ionic regulation in teleost eggs and larvae. In Fish Physiology, Part A, (W. S. Hoar and D. J. Randall eds.). New York, Academic press, **11**: 163-251.
22. Hwang, P. P. and R. Hirano (1985) Effects of environmental salinity on intercellular organization and junctional structure of chloride cells in early stages of teleost development. J. Exp. Zool., **236**: 115-126.
23. Zar, J. H. (1984) Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, U. S. A., 162-205.
24. 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. 臺灣省水產試驗所試驗研究工作報告 (八十四年度), 379-385.
25. 葉信利, 朱永桐, 許晉榮, 丁雲源 (1995) 溫鹽度對黃錫鯛器官形成前後胚體發育之影響. 臺灣省水產試驗所試驗研究工作報告 (八十四年度, 未發表).
26. Lagler, K. F., J. E. Bardach and R. R. Miller (1962) Ichthyology. John Wiley and Sons, Inc., New York and London, 301-314.
27. Swanson, C. (1996) Early development of milkfish: effects of salinity on embryonic and larval metabolism, yolk absorption and growth. J. Fish. Biol. **48**: 405-421.
28. May, R. C. (1974) Effects of temperature and salinity on yolk utilization in *Bairdiella icistia* (Jordan & Gilbert (Pisces: Sciaenidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., **16**: 213-225.
29. Heming, T. A. and R. K. Buddington (1988) Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In Fish Physiology, Part A, (W. S. Hoar and D. J. Randall eds.). New York: Academic press, **11**: 407-446.

Shinn-Lih Yeh, Yeong-Torng Chu, Jinn-Rong Hseu and Yun-Yuan Ting

Tainan Branch, Taiwan Fisheries Research Institute

Chiku, Tainan 724, Taiwan.

(Accepted 23 November 1995)



Effects of Salinity on Development of the Grouper *Epinephelus coioides* Embryo Before and Post Organogenesis

Abstract

The objective of this study was to investigate the effects of salinity on survival, developmental, and hatching rate of the embryo before and post organogenesis (gastrula, pre-hatching stage) of the grouper *Epinephelus coioides* cultured in different salinity of saltwater. Salinity treatments were carried out by transferring fertilized egg from the base salinity seawater (35 ppt) into a beaker containing water with test salinity 5~45 ppt. The results indicated that salinity level 5 and 45 ppt were beyond the limits for normal embryonic development. The total hatching rate, dead egg rate and un-hatch egg rate were significantly affected by salinity 5 ppt between gastrula and pre-hatching stage. The hatch rates of pre-hatching stage were 3 times larger than gastrula, but dead egg rates of post organogenesis were 20 times less than before organogenesis at 5 ppt of salinity. The just hatching egg rate had no difference between before and post organogenesis, and their values were 16~20 % at 5 ppt salinity. The un-hatch embryo rates of pre-hatching stage were higher than gastrula at 5, 20 ppt of salinity. Gastrula embryos (before organogenesis) of this study are generally considered to be the more sensitive stages to salinity treatment than those pre-hatching stage in embryonic development.

Key words: Gastrula, Pre-hatching stage, Organogenesis, *Epinephelus coioides*