

## 豹鰨胚胎發育及水溫對孵化之影響

陳春暉、林金榮、黃丁士、陳東本、涂嘉猷

澎湖分所

### 一、前言

豹鰨 (*Plectropomus leopardus*) 俗稱七星斑，在澎湖地區台語稱為「條」或「紅條」，是澎湖產石斑魚類中，價格僅次於老鼠斑（鰲）的高經濟魚類。此魚人工繁殖研究始自民國73年，國立師範大學生物系教授施河博士和本分所合作研究類固醇激素對豹鰨之生殖效應，但未能採獲成熟受精卵。後由本分所購自天然產未成熟魚，於室內水泥養殖池經3年馴養，利用環境刺激自然產卵受精成功，經研究結果，產卵期長達5個月，成功地獲得大量受精卵。往後種魚改於海上箱網培育，至產卵季節前1—2個月搬入陸上室內產卵池，加以配對、馴養，已連續5年均自然產卵受精成功（未發表），確立大量受精卵採卵技術。

在育苗技術開發過程中，接著應確立孵化管理技術，豹鰨產卵期間自5月至10月，產卵期間水溫範圍在24.0—31.5°C之間，水溫是否影響孵化，必須加以探討。因此，本試驗利用自然產出的卵，探討胚胎發育及水溫對卵發生速度、孵化所需時間、孵化率等之影響，作為育苗試驗之參考。

### 二、材料及方法

#### (一) 種魚及集卵：

種魚於4月15日自海上箱網選運至陸上產卵池，雄種魚共20尾，體重4.2—7.4kg，平均6.13kg，雌種魚共8尾，體重2.8—6.5kg，平均5.12kg，產卵池大小為8m×6m×2m，經27日之馴養，種魚於5月12日開始產卵。集卵採流水集卵，產卵池24小時流水，表層水溢出將卵帶入集卵槽，集卵槽內張網收集卵粒。

為了正確掌握開始產卵時刻，於產卵行動開始時，於產卵池邊等候，每隔20分鐘觀察一次，此外，當聽到激烈產卵行動所發出之水聲

後，馬上以手抄網入產卵池撈卵以確定產卵時刻。發現產卵後，馬上收集卵粒，分離浮卵及沈卵，浮卵提供試驗觀察。

#### (二) 胚胎發育：

發現自然產卵後，馬上利用浮游生物網於集卵槽及產卵池內集卵，分離浮卵移入1000ml之燒杯中，燒杯中盛產卵池內過濾海水，鹽度35ppt，記錄當時水溫，再將燒杯移入25±0.1°C之恆溫水槽中，觀察記錄胚胎發育。

#### (三) 發生速度：

利用容積25l之恆溫水槽，盛放水約15l，溫度設定為15°C、17.5°C、20°C、22.5°C、25°C、27.5°C、30°C、32.5°C、35°C、40°C，水溫變動範圍±0.1°C。利用容積法計數浮上卵約500粒，放入1000ml之燒杯中，再移入各設定溫度之恆溫水槽中，以水浴法控制燒杯內水溫，燒杯內盛放產卵池中過濾海水，鹽度35ppt。利用胚胎發育觀察之卵發育階段，隨時觀察各水溫下各發育階段之發生時間，每次觀察時隨意取卵約10粒，卵觀察過後即丟棄不用。

#### (四) 孵化時間及孵化率：

如上利用恆溫水槽，自17.5°C至35°C之間，每隔2.5°C設定1個水溫，共設定8個水溫，同樣利用1000ml之燒杯盛放過濾海水約800ml，鹽度35ppt，當受精卵細胞分裂至2細胞時，於投影機及顯微鏡計數，每個燒杯各放100粒，計數完畢，各燒杯同時放入恆溫水槽，燒杯中水溫約20—30分鐘達到所定之溫度，孵化時止水、無打氣。孵化開始時，記錄開始孵化時間，爾後每隔1小時觀察記錄孵化仔魚數、正常仔魚數及畸形仔魚數，求得不同水溫之孵化時間、孵化率、正常孵化率及畸形率。其計算式如下：

孵化率 = 孵出仔魚數 / 總卵數

正常孵化率 = 孵出正常仔魚數 / 總卵數

畸形率 = 孵出不正常仔魚數 / 孵出仔魚數

### 三、結果與討論

#### (一) 胚胎發育：

產卵池水溫28.6°C，成熟卵受精後20分鐘，胚盤隆起而形成極帽(Polar cap)，此時將受精卵移入25°C恒溫水槽觀察胚胎發育，20分鐘後設定水溫。卵自受精至孵化全部發育過程如表1及圖1所示。

成熟卵為無色、透明、分離的浮性卵，卵徑在0.75—0.83mm之間，平均為0.79mm，單油球，油球徑在0.15—0.18mm之間，平均為0.175mm。卵膜腔狹窄，卵膜及卵黃均無特殊構造(圖1A)。受精後40分鐘，分裂為2細胞(圖1B)；55分鐘後分裂為4細胞(圖1C)；1小時15分後分裂為8細胞(圖1D)；1小時35分後分

裂為16細胞(圖1E)，1小時50分後分裂為32細胞(圖1F)；2小時40分後達初桑實期，3小時10分後達桑實期(圖1G)；5小時10分後進入初胞胚期(圖1H)；5小時55分後達中胞胚期(圖1I)；7小時20分後達後胞胚期(圖1J)；8小時後進入初囊胚期(圖1K)；8小時35分後達中囊胚期(圖1L)；9小時50分後達後囊胚期，胚囊覆蓋卵黃1/2(圖1M)；11小時後胚囊覆蓋卵黃約2/3，胚體形成(圖1N)；14小時20分後眼胞(Optic vesicle)出現(圖1O)；14小時30分後筋節(Myotomes)出現(圖1P)；14小時40分庫氏胞(Kupffers vesicle)出現，18小時後庫氏胞消失，20小時45分後眼球(Lens)形成(圖1Q)；24小時後心臟開始跳動，胚體蠕動頻繁(圖1R)；25小時40分後開始孵化，27小時05分完成孵化，剛孵化仔魚如圖1S。

表1 豹鯨胚胎發育(孵化水溫25±0.1°C)

編號	發育階段		累積時間
			(小時:分)
1	受精卵	Fertilized egg	0:00
2	2細胞期	2 cell stage	0:40
3	4細胞期	4 cell stage	0:55
4	8細胞期	8 cell stage	1:15
5	16細胞期	16 cell stage	1:35
6	32細胞期	32 cell stage	1:50
7	桑實初期	Early morula stage	2:40
8	桑實期	Morula stage	3:10
9	胞胚初期	Early blastula stage	5:10
10	胞胚期	Blastula stage	5:55
11	胞胚後期	Late blastula stage	7:20
12	囊胚初期	Early gastrula stage	8:00
13	囊胚期	Gastrula stage	8:35
14	囊胚後期	Late gastrula stage	9:50
15	胚體形成	Formation of embryo	11:00
16	眼胞出現	Appearance of optic vesicle	14:20
17	體節出現	Appearance of myotomes	14:30
18	5體節、 庫氏胞出現	Myotomes 5, appearance of Kupffers vesicle	14:40
19	眼球形成	Formation of lens	20:45
20	心臟開始跳動	Heart beat	24:00
21	孵化開始	First hatching	25:40
22	50%卵孵化	50% of eggs hatching	26:30
23	孵化完成	Finish of hatching	27:05

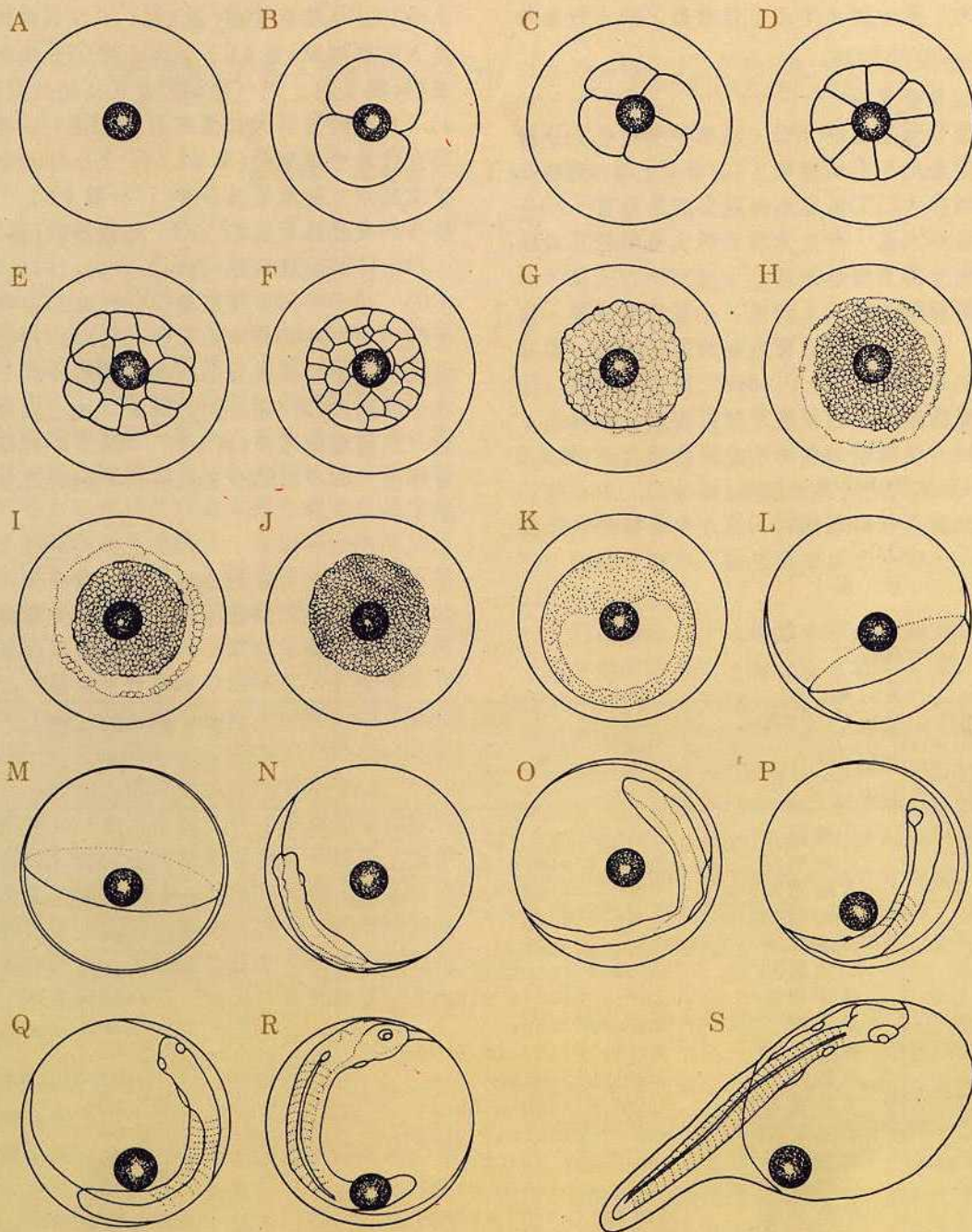


圖 1 豹魚受精卵之胚胎發育過程

A. 受精卵； B. 2細胞期； C. 4細胞期； D. 8細胞期； E. 16細胞期；  
 F. 32細胞期； G. 桑實期； H. 胞胚初期； I. 胞胚中期； J. 胞胚後期；  
 K. 囊胚初期； L. 囊胚中期； M. 囊胚後期； N. 胚體出現； O. 胚體眼胞出現；  
 P. 胚體體節及庫氏胞出現； Q. 胚體眼球形成； R. 心臟跳動開始； S. 剛孵化仔魚。

(二)卵發生速度及孵化時間：

產卵時水溫28.9°C，產卵後30分鐘將盛放卵之燒杯移入恒溫水槽，燒杯內水溫約20—30分鐘達設定溫度。

各試驗水溫下，卵發生速度如表2及圖2所示。水溫40°C，卵於2細胞期即停止發育；水溫35°C，卵發育至胞胚期停止發育；水溫於32.5°C，18小時20分後開始孵化，18小時30分後孵化仔魚達50%，18小時35分孵化完畢；水溫於30°C，19小時後開始孵化，19小時45分後孵化仔魚達50%，21小時40分孵化完畢；水溫27.5°C，20小時25分後開始孵化，21小時50分後孵化仔魚達50%，22小時50分孵化完畢；水

溫25°C，25小時40分後開始孵化，26小時30分後孵化仔魚達50%，27小時05分孵化完畢；水溫22.5°C，31小時25分開始孵化，32小時40分後孵化仔魚達50%，41小時35分孵化完畢；水溫20°C，34小時40分開始孵化，39小時35分後孵化仔魚達50%，43小時45分孵化完畢；水溫17.5°C，卵發育至初胞胚期即停止；水溫15°C，卵發育至8細胞期即停止。

自2細胞期至心臟開始跳動的發生速度，在20—32.5°C之間6個設定水溫裡明顯分成2群，20—25°C之間無顯著差異，27.5—32.5°C之間無顯著差異，但2群之間則有顯著差異。

表2 狗鱸卵各發育階段於不同水溫下發育時間

編號	發育階段	累積時間 (小時：分)									
		15°C	17.5°C	20°C	22.5°C	25°C	27.5°C	30°C	32.5°C	35°C	40°C
1	受精卵	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00	0:00
2	2細胞期	0:50	0:45	0:40	0:40	0:40	0:35	0:35	0:35	0:35	
3	4細胞期	1:15	1:05	0:58	0:55	0:55	0:50	0:50	0:50	0:50	
4	8細胞期	1:50	1:30	1:18	1:15	1:15	1:10	1:10	1:10	1:10	
5	16細胞期		2:10	1:38	1:36	1:35	1:35	1:32	1:32	1:32	
6	32細胞期		3:15	1:52	1:50	1:50	1:46	1:43	1:43	1:43	
7	桑實初期		5:45	2:50	2:40	2:40	2:16	2:16	2:15	2:15	
8	桑實期		9:05	3:50	3:15	3:10	3:00	2:55	2:50	2:40	
9	胞胚初期		13:05	5:25	5:10	5:10	4:45	4:20	4:00	3:30	
10	胞胚期			6:12	6:00	5:55	5:30	4:55	4:50		
11	胞胚後期			7:35	7:25	7:20	6:47	6:15	6:13		
12	囊胚初期			8:15	8:05	8:00	7:10	7:05	7:00		
13	囊胚期			9:05	8:40	8:35	7:55	7:45	7:33		
14	囊胚後期			9:58	9:55	9:50	8:25	8:05	8:00		
15	胚體形成			11:05	11:00	11:00	10:05	8:35	8:30		
16	眼胞出現			14:25	14:25	14:20	10:27	9:55	8:55		
17	體節出現			14:35	14:35	14:30	10:40	10:05	9:00		
18	5體節、 庫氏胞出現		14:50	14:50	14:40	11:00	10:15	9:06			
19	眼球形成			21:35	21:25	20:45	14:52	14:45	14:40		
20	心臟開始跳動			25:15	25:15	24:00	18:00	17:35	17:10		
21	孵化開始			34:40	31:25	25:40	20:25	19:00	18:20		
22	50%卵孵化			39:35	32:40	26:30	21:50	19:45	18:30		
23	孵化完成			43:45	41:35	27:05	22:50	21:45	18:35		

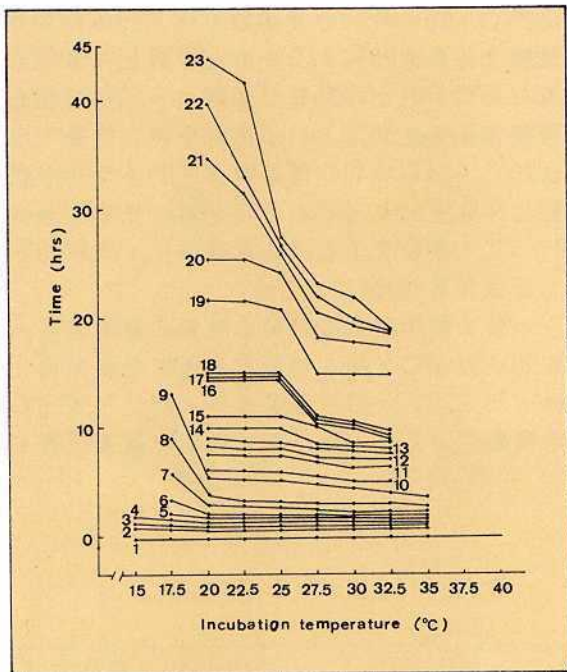


圖 2 豹繪受精卵各發育階段時間和孵化水溫之關係。

孵化時間和水溫之關係如圖 3 所示。孵化時間以孵化仔魚達 50% 為準，20°C 為 39 小時 35 分，22.5°C 為 32 小時 40 分，25°C 為 26 小時 30 分，27.5°C 為 21 小時 50 分，30°C 為 19 小時 45 分，32.5°C 為 18 小時 30 分，孵化時間隨水溫升高而減短，孵化時間和水溫之關係式為： $\log Y = 3.72 - 1.64 \log X$  ( $R = -0.9899$ ) Y：孵化所需時間，X：水溫(°C)

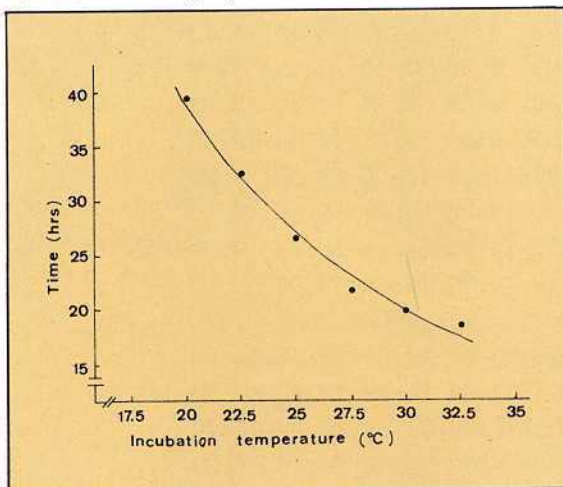


圖 3 豹繪受精卵不同水溫之孵化時間

### (三) 孵化率：

孵化率、正常孵化率及畸形率如圖 4 所示。孵化水溫自 20—32.5°C，孵化率最高之水溫為 30°C，孵化率為 79%，其次為 27.5°C，孵化率為 71%。正常孵化率最高者亦為 30°C，其值為 59%，水溫降低時顯著下降，27.5°C 時其值為 45%，22.5°C 時其值為 23%，20°C 時降至 0，32.5°C 時其值為 38%。

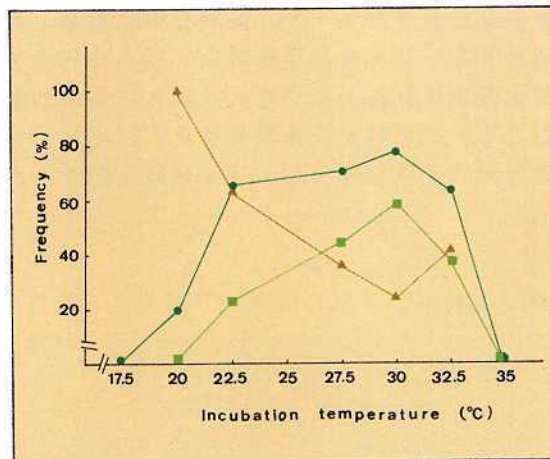


圖 4 豹繪受精卵於不同水溫孵化率、正常仔魚孵化率及畸形率

●：孵化率 ▲：畸形率 ■：正常仔魚孵化率

畸形率以 30°C 之 24.8% 最低，其次為 27.5°C 之 36.62%，水溫 32.5°C，畸形率為 41.46%，水溫 22.5°C、20°C，畸形率分別為 65.15%、100%。

成熟卵自受精至孵化之時間隨水溫而改變。本試驗結果如圖 3，孵化時間隨水溫升高而減短，此現象在許多種魚類中均相同，如嘉鱾 (*Pagrus major*)、黑鯛 (*Acanthopagrus schlegeli*)、黃錫鯛 (*Sparus sarba*)、馬拉巴石斑 (*Epinephelus malabaricus*)、麥奇鉤吻鮭 (*Oncorhynchus mykiss*)、比目魚 (*Paralichthys olivaceus*)。在孵化過程中各發育階段到達時間，水溫高時所需時間較短，如條紋鱈、三線磯鱈 (*Parapristipoma trilineatum*)。本試驗結果也有同樣趨向，不同的是形成 2 群 (group)，如圖 2，20—25°C 成一類，27.5—32.5°C 成一類，群內無顯著差異，群間則有顯著差異。

孵化最適水溫因魚種而不同，且和棲息之

場所、產卵水温有關。隆島史夫等整理多篇報告結果，認為孵化最適水温與產卵水温一致，本試驗也有同樣結果。孵化最適水温隨產卵水温而變，於沙鰭 (*Sillago japonica*) 已被研究，豹鰨是否有同樣現象，需再進一步探討。

#### 四、結論與建議

七星斑受精卵於水温20—32.5°C之間能夠孵化，水温低於17.5°C或高於35°C時均無法孵化。產卵水温28.9°C時，孵化水温30°C之孵化率及正常孵化率最高，畸形率最低。

由此結果建議七星斑受精卵的孵化水温應與產卵水温相近，避免温度劇變。

#### 五、摘要

本試驗旨在調查豹鰨胚胎發育及水温對卵發生速度、孵化時間、孵化率之影響，其結果摘要如下：

(一) 受精卵為無色、透明、分離之浮性卵，具單油球，卵徑為0.75—0.83mm，平均為0.79mm，油球徑在0.15—0.18mm之間，平均為0.175mm

。卵於水温25±0.1°C孵化，40分鐘達2細胞期，55分鐘達4細胞期，1小時35分達16細胞期，3小時10分鐘達桑實期，5小時55分鐘達胞胚期，8小時35分達囊胚期，11小時胚體形成，14小時20分眼胞出現，20小時45分眼球形成，24小時心臟開始跳動，25小時40分開始孵化。

(二) 在15°C和40°C之間共設定10個試驗水温。卵於20—32.5°C之間能孵化，水温低於17.5°C或高於35°C均不能孵化。

(三) 各試驗水温平均孵化時間，20°C為39小時35分，22.5°C為32小時40分，25°C為26小時40分，27.5°C為21小時50分，30°C為19小時45分，32.5°C為18小時30分，孵化時間和水温之關係式為 $\log Y = 3.72 - 1.64 \log X$  ( $r = -0.9899$ )  
Y：孵化時間(小時) X：水温(°C)。

(四) 孵化率及正常孵化率於水温30°C最高，其次為27.5°C，由結果顯示，最適當孵化水温於27.5°C和30°C之間(當時產卵水温28.9°C)。