

單一尾雌嘉鱾種魚之自然產卵及其卵質

摘要

6齡雌嘉鱾魚一對和4齡雄種魚二尾放養於 $6 \times 5 \times 1.5$ m之室內水泥池調查單一尾雌種魚自然產卵之歷程及卵質之變動，其結果摘要如下：(一) 產卵期間自1992年2月27日至3月26日，產卵次數18次，其中14次連續每日產卵，確認嘉鱾魚為每日產卵之多次產卵魚類；(二) 整個產卵期間共撈獲卵數8,878,100粒，平均1次產卵數493,200粒，最高日產卵數898,000粒；(三) 受精率98.0~100.0%，顯示種魚產卵行為正常；孵化率66.5~96.0%，以產卵中期較高；(四) 平均卵徑0.919~0.969 mm。卵徑和產卵前4日內之水溫均有顯著負相關，尤以產卵前1日之水溫相關最大($r = -0.7746$, $n = 16$)；(五) 卵的生產力(受精率 \times 孵化率 \times 卵黃囊期結束時仔魚活存率)以產卵中期(3月3日至3月12日)較高；(六) 種魚於產卵期間照常攝餌，1月3日至3月31日之飼育期間，平均日攝餌率為體重之0.95%，平均體重卻減輕1.89%。

關鍵字：嘉鱾魚，每日產卵，卵質，卵之生產力

嘉鱾魚(Red sea bream, *Pagrus major*)為高經濟價值的海水食用魚類，體型優美，肉質鮮嫩，鮮紅的外表更是祥瑞的象徵，為年節喜慶必備佳餚⁽¹⁾。1971年以前，澎湖地區漁獲之嘉鱾魚除供應台灣本島外，且外銷日本。近年來，由於資源量減少及國內需求量增加，漁獲量已不足供應國內所需。為因應國人需要，臺灣省水產試驗所澎湖分所遂於1976年開始試驗嘉鱾魚箱網養殖，結果驗證澎湖地區非常適合嘉鱾魚箱網養殖，活存率高，成長快速，業者養殖意願相當高，在產、官、學共同努力下，當地已有11戶箱網養殖戶，年需嘉鱾魚苗約100萬尾。為因應養殖業需要及栽培漁業發展，臺灣省水產試驗所澎湖分所自1978年起在省府及農發會補助下發展鯛類人工繁殖研究，1979年完成人工催熟、採卵、授精、孵化且育苗成功⁽²⁾，1981年完成此魚之『完全養殖』⁽³⁾，1989年更確立種魚於室內產卵池自然產卵技術^(4,5)。種魚自然產卵成功後，雖然確保受精卵來源，但為了有效掌握受精卵數量及卵質，有必要了解種魚產卵型態、產卵期間長短、產卵量及產卵過程中卵質之變化。嘉鱾魚為典型的多次產卵魚類，關於其產卵生態，目前為止已有多篇研究報告^(2,16)。一群成熟種魚之蓄養池中，能夠連續採卵達2~3個月，但產卵群中所有雌種魚不

可能同步產卵，因此，單一雌種魚是否每日產卵，產卵期間有多長，一次產卵數量有多少等資料均不明瞭，且在多次產卵中，卵質是否隨產卵期間不同而變化，欲建立這些資料，調查一群種魚產卵之情形下必無法作精確之結論。松浦等⁽¹⁷⁾利用一尾雌種魚和3尾雄種魚於1噸水槽中曾作過成功之調查研究，但本地產之嘉鱾和日本產的有顯著的地域種差異，產卵生態和產卵季節均不同，因此本試驗參考其方法作了此項調查研究。本報告中，除了調查單一雌種魚之產卵型態外，同時分析好壞卵比率、卵畸形率、卵徑、受精率、孵化率及孵化仔魚於無給餌狀態下之活存率，藉以了解卵質於產卵過程中變化情形。

材料與方法

一、種魚

供試種魚為海上箱網自行養成之6齡魚及4齡魚，6齡種魚於1991年12月12日自箱網移入陸上產卵池，這批種魚曾於產卵池中產過卵，4齡種魚於12月20日自箱網移入產卵池。1992年1月3日利用2個 $6 \times 5 \times 1.5$ m之室內產卵池，每池放養6齡種魚一對及4齡雄種魚二尾，種魚先以2-Phenoxyethanol麻醉，分辨雌雄，

測定尾叉長及體重, 在種魚呈半昏狀態下移入產卵池中, 試驗結束時同樣作魚體測定。

二、餌料及攝餌率

以本地盛產之厚殼蝦之蝦肉為餌料, 每日投餌一次, 投餌時如魚兒有搶食現象, 繼續投餌至不再搶食為止, 如未搶食, 將餌料投放池底, 經過 1 小時檢查是否覓食, 如有殘餌立即撈取, 每日記錄其攝餌量, 攝餌量再除以放養時種魚體重求得攝餌率。即

$$\text{攝餌率} = \frac{\text{攝餌量(g)}}{\text{試驗開始時種魚總重量(g)}} \times 100\%$$

三、產卵池

室內 6×5×1.5 m 之長方形水泥池, 池內無任何設施, 池的一端有 1 支 3 吋之注水管, 另一端有 1 支 5 吋排水管和 2 支 3 吋溢水管, 池外邊溢水口處各放置 1 個 500 l 圓型塑膠桶作為集卵設備, 桶內放置 1 個直徑 75 cm 之集卵網, 集卵網網目為 100 目/吋, 並用塑膠管連接溢水口至集卵網, 利用卵為浮性之特性, 產卵池 24 小時流水, 當種魚產卵受精後, 產出卵隨水流自溢水口流入集卵網中。飼育用水係抽取海邊之表層水, 經沙石過濾沉澱後使用, 水質管理採流水式交換池水, 每日約 3 個交換量, 每隔 2~3 週清池 1 次, 飼育期間每日早上 8 時測定水溫、室溫 1 次並記錄當日氣候。

四、集卵、好壞卵數及產卵數

嘉鱻魚產卵時間介於 16 時至 21 時, 每日 15 時左右將集卵網安放於集卵桶中, 利用流水將產出卵帶至溢水口流入集卵網中, 翌日 08:20 時左右以手抄網將集卵網中之卵收集後, 移放於 20 l 圓形透明水缸中, 旋轉缸水靜置約 30 min, 待浮沉卵分離後, 利用虹吸將沉卵自底部抽出, 再以集卵網將浮卵收集, 並將浮、沉卵分別稱重記錄之。每日並分別自浮、沉卵中稱取約 1 g 之卵, 於投影機下分別計算求得 1 g 之卵數, 再和每日收集之浮、沉卵重量相乘, 求得浮、沉卵數及產卵數。產卵數以收集之總卵數為準, 沒有因卵之漏失而作修正。

五、卵徑、多油球卵率及平均油球數

卵徑之測定, 每日 08:30 時前後, 待浮、沉卵分離後, 以燒杯隨機取少數浮上卵, 於投影機下放大 50 倍隨機測定 50 粒記錄之。正常卵之油球僅 1 粒位於卵中央, 但時常會出現多油球卵, 本試驗中油球之認定方法, 將卵於投影機下放大 20 倍觀察, 在整個卵中能清楚識別為油滴者均認定之, 每次觀察 200 粒, 逐一記

錄每個卵之油球數, 由此求得平均油球數及多油球卵率。

$$\text{多油球卵率} = \frac{\text{多油球卵數}}{\text{觀察總卵數}} \times 100\%$$

六、受精率、孵化率、孵化仔魚於無給餌下之活存率及卵黃囊期結束時仔魚活存率

為了評價產出卵之卵質, 於產卵期間每隔 2 或 3 天自集卵網中隨機取少數卵, 當卵發育至 4 或 8 細胞時, 於投影機下觀察記錄 200 個卵計算受精率。同時將 200 個受精卵移放於 2 l 之燒杯中, 燒杯再水浴於 23°C 之恆溫水槽中, 燒杯中不打氣, 調查孵化率及孵化仔魚於無給餌下之活存率。孵化用水為集卵桶中流出之水, 當仔魚孵化時, 逐一計算孵化仔魚求得孵化率。孵化仔魚於原孵化水中, 在不投餌及不打氣下每隔 24 小時檢除死亡仔魚並計算活存仔魚至全數死亡為止。卵黃囊結束時仔魚活存率, 本試驗以孵化後第 2 日仔魚之活存率為準。

結果

供試驗種魚之生物資料如 Table 1 所示。試驗開始時, A 池種魚總重量 12,160 g, B 池種魚總重量 13,740 g。經 3 個月之試驗, A、B 池種魚之飼育水溫及每日攝餌率如 Fig. 1 所示。A 池總攝餌量為 9,665 g, 平均日攝餌量 96.7 g, 平均日攝餌率為 0.79%, B 池總攝餌量為 11,450 g, 平均日攝餌量 129.9 g, 平均日攝餌率 0.95%。試驗結束時, A 池種魚總重量 11,960 g, B 池種魚總重量 13,480 g, 也就是說, A 池種魚體重減輕 1.64%, B 池種魚體重減輕 1.89%, 因此, 種魚於試驗期間之成長受抑制。

A、B 兩試驗池中, A 池種魚完全沒有產卵, B 池產卵成功, 產卵期間自 1992 年 2 月 27 日至 3 月 26 日共 29 日, 其中產卵次數有 18 次, 連續產卵之日數有 14 次 (2 月 27 日至 3 月 5 日及 3 月 12 日至 3 月 17 日), 如 Fig. 2 所示。整個產卵過程明顯分為 3 段, 第一段為產卵初期 (2 月 27 日至 3 月 5 日), 共產卵 8 次, 總產卵數 3,308,600, 平均日產卵數 413,600, 平均浮上卵率 52.23%; 第二段為產卵中期 (3 月 10 日至 3 月 19 日), 共產卵 8 次, 總產卵數 5,000,200, 平均日產卵數 625,000, 平均浮上卵率 57.22%; 第三段為產卵末期 (3 月 24 日至 3 月 26 日), 僅產卵 2 次, 產卵數 569,300, 平均日產卵數 284,700, 平均浮上卵率 42.86%。三個產卵時段明顯地和水溫曲線波峰相吻合, 即水溫上升時, 種魚開始產卵, 當水溫下降至波谷時, 種魚暫停產卵, 也就是說, 產卵行為之發生和水溫有密切相關, 但產卵量和水溫卻無顯著相關, 如 Table 2。

整個產卵過程總撈獲卵數8,878,100，如Fig. 3。平均每次產卵數為493,200，最高日產卵數為898,000；以重量計算，總撈獲卵之重量為6,070 g，為體重之1.33倍。

受精率、孵化率在整個產卵過程7個測定值中，受精率均非常高，介於98.0~100.0%之間，顯示種魚在試驗池中之產卵行為正常；孵化率介於66.5~96.0%之間，產卵早期和末期兩時段孵化率較低，分別為66.5%及76.0%，其餘除3月14日為77.0%外均高於92%。受精率、孵化率和卵徑彼此間均沒有顯著相

關，如Table 3。

產出卵之卵徑和水溫有密切關係。產卵過程中，有產卵記錄之水溫介於18.0~23.8°C之間，平均卵徑最大值为0.969 mm，出現於產卵第1日，當日水溫18.0°C，最小值為0.919 mm，出現於產卵中期之末期，當日水溫23.5°C，平均卵徑隨水溫起伏而呈負的變動，即水溫上升，卵徑縮小，反之，水溫下降，卵徑增大，如Fig. 4。平均卵徑和產卵當日、產卵前1日、產卵前2日、產卵前3日之水溫均有非常顯著之負相關關係，和產卵前4日之水溫也有顯著負相關關係，如

Table 1. Fork length (FL) and body weight (BW) of broodstock of red sea bream.

Pond	Sex	Ages	Jan. 3 (pre-spawning)		Mar. 31 (post-spawning)		Remark
			FL(mm)	BW(g)	FL(mm)	BW(g)	
A	♀	6	592	4020	590	3860	Spawning
	♂	6	590	3380	594	3560	unsuccess
	♂	4	514	2620	510	2500	
	♂	4	486	2140	490	2040	
B	♀	6	647	4560	655	4500	Spawning
	♂	6	593	3520	595	3550	success
	♂	4	551	3100	562	3100	
	♂	4	520	2560	520	2330	

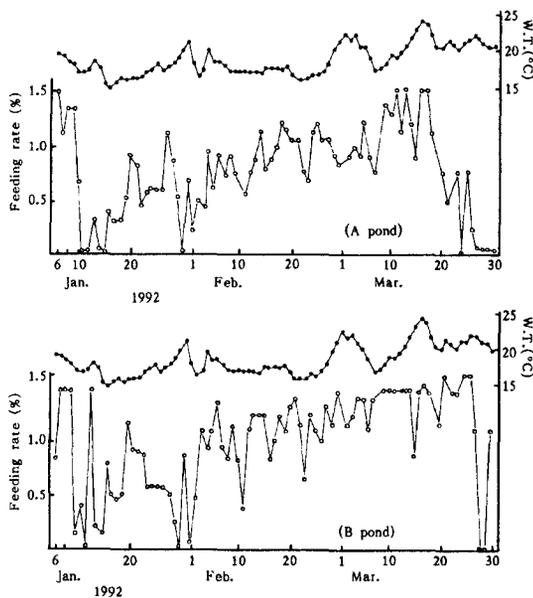


Fig. 1. Daily changes in water temperature and feeding rate of red sea bream broodstocks in A and B ponds.

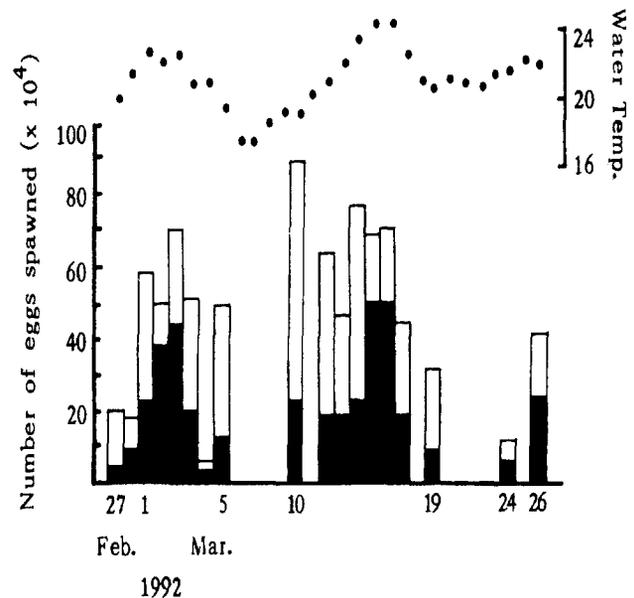


Fig. 2. Daily changes in water temperature and the number of eggs spawned by the female red sea bream in pond B (□: buoyant eggs, ■: sunken eggs).

Table 4。其中又以產卵前一日之水溫相關最大 ($r = -0.7746$, $n = 16$)。

嘉鱸魚正常卵僅具單一油球位於卵中央, 但多油球卵卻常被發現, 本試驗中多油球卵比率非常高, 尤其於產卵初期, 多油球卵比率最高達98.49%, 平均油球數最高亦達7.43個, 隨著產卵之進行, 多油球卵率及平均油球數逐漸下降, 產卵中期之平均多油球卵率及平均油球數均最低, 如Figs. 5、6。

Table 2. The linear regression analyses between the number of eggs spawned (Y) and water temperature (X) with form $Y = a + bX$ and $df = 16$.

n^*	a	b	r
0	-389674.30	41954.16	0.27386 ns
1	250889.88	11795.79	0.08944 ns
2	622475.36	-6423.13	0.05477 ns
3	1004548.71	-26199.19	0.23664 ns
4	823805.52	-17393.74	0.14832 ns

* n : number of days before spawning

a : regression intercept

b : regression coefficient

r : correlation coefficient

ns: not significant

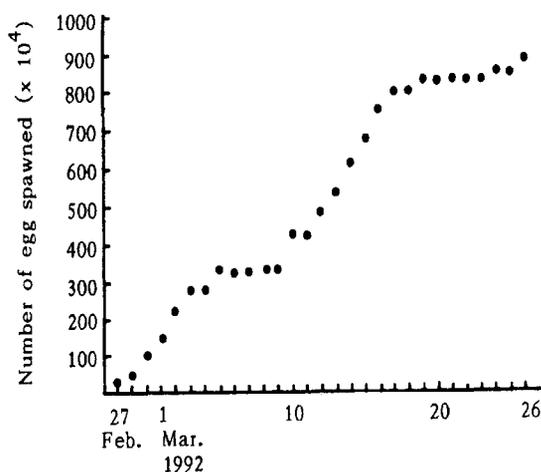


Fig. 3. Accumulated number of eggs spawned by the female red sea bream.

孵化仔魚在無投餌下之活存率在整個產卵期中, 共調查 7 個樣品, 如Fig. 7 所示。

以中間四個取樣較佳, 即3月3日至3月14日, 其中又以3月3日最佳。自卵產出後, 追蹤調查其受精率、孵化率及孵化仔魚於卵黃囊期結束時之活存率, 以三者之乘積作為產出卵之生產力指標, 結果如Fig. 8 所示, 產卵剛開始時最低, 產卵初期結束前卻急劇上升至最高, 產卵中期次之, 產卵末期又次之。

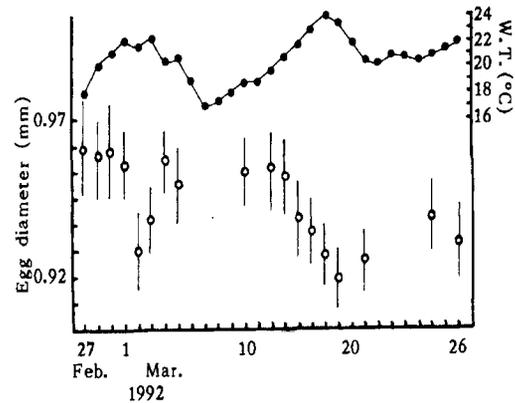


Fig. 4. Daily changes in mean water temperature (·) and diameter of eggs (°) with \pm SD.

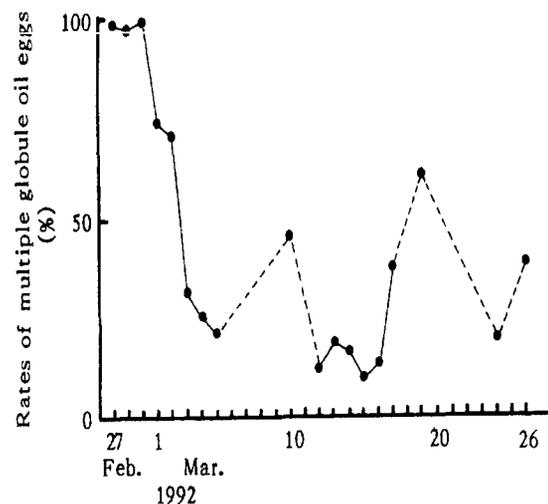


Fig. 5. Daily change of the percentage of eggs with multiple oil-globules spawned in the study.

Table 3. Relationship between fertilization rate, hatching rate and mean egg diameter spawned by the female red sea bream, with $df = 5$. The correlation coefficient equals 0.51579 for the fertilization rate and hatching rate, 0.53611 for the fertilization rate and mean egg diameter, and 0.09448 for the hatching rate and mean egg diameter.

Date 1992	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)	Mean egg diameter (mm)	Range of water temperature in hatching period
Feb. 29	98.04	66.5	0.968	22.8 - 23.5
Mar. 3	100.00	95.5	0.942	22.8 - 23.4
10	98.55	96.0	0.960	23.2 - 23.6
12	100.00	92.0	0.961	23.0 - 23.9
14	100.00	77.0	0.942	23.2 - 23.9
24	100.00	96.0	0.943	23.6 - 24.4
27	99.07	76.0	0.933	23.1 - 23.8

Table 4. The linear regression analyses between mean diameter of eggs spawned (Y) and water temperature (X) with form $Y = a + bX$ and $df = 16$.

n^1	a	b	r	p
0	1.108	-0.008	-0.70214	< 0.01
1	1.093	-0.007	-0.77460	< 0.01
2	1.071	-0.006	-0.76158	< 0.01
3	1.050	-0.005	-0.67007	< 0.01
4	1.041	-0.005	-0.58737	< 0.05

¹ Refer to the footnote of Table 2.

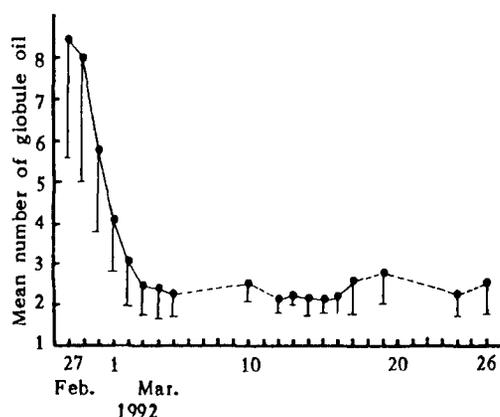


Fig. 6. Daily change of the mean number of oil-globules within the eggs spawned by the female red sea bream. Symbols represent means \pm SD.

討論

本調查研究中，A、B兩試驗池中各試驗條件均相同，攝餌率A池為B池之83.16%，結果A池沒有產卵，B池產卵成功，產卵期間自2月27日至3月26日，產卵次數18次，產卵量6,070 g，但原6齡種魚群雌24尾和雄23尾放養於室內8×6×2 m之八角水泥池作產卵試驗，結果在試驗期間平均日攝餌率為0.60%，產卵期間自1月15日至3月26日，有產卵記錄之日數長達68日，平均1尾雌種魚產卵量2,503 g (尚未發表)。兩者相比較，種魚群有產卵記錄之日數顯著較長，但平均每尾雌種魚產卵量卻顯著較少，其原因可推測種魚群中之24尾雌種魚非每尾均成熟產卵且亦非同步產卵。故探討嘉鱾魚之產卵型態及卵質在產卵過程中之變動情形，本研究比產卵群之產卵試驗更具客觀性。

松浦⁽¹⁸⁾等利用海中箱網養成之嘉鱾魚，每3小時犧牲樣品採樣1次連續採樣24小時，根據卵巢中卵之卵徑組成來推測卵黃蓄積、排卵及產卵之時刻。Matsuyama等⁽¹⁹⁾以同樣之連續採集法，更詳細調查1日內卵巢中卵之發育和血中類固醇荷爾蒙之變動，根據其調查研究，產出卵於產卵前1日上午進行卵黃蓄積，13時達卵黃期第3期，19時已達胚卵核(Germinal vesicles)移動期，最後卵之成熟自產卵當日7時開始而於10時至13時之間完成，排卵於13時已發現，魚將排出卵保持於卵腔(Ovarian cavity)中至19時產卵結束。又血中類固醇荷爾蒙之含量和卵黃蓄積、成熟及排卵之過程均相對應，荷爾蒙如此24小時周期性反覆變動被認為每日排卵及產卵之主要控制因子。松浦等⁽¹⁸⁾再利用單一尾雌種魚產卵確認為多日產卵。本試驗結果，種魚共產卵18次，其中有14次為連續每日產卵，同樣支持嘉鱾魚為每日產卵之多次產卵魚類。

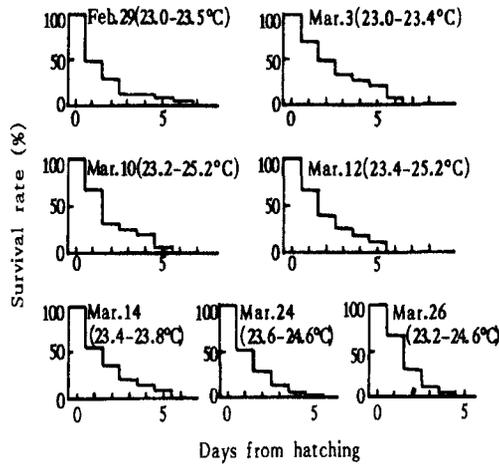


Fig. 7. Survival curves of newly hatched larvae of red sea bream without artificial feeding.

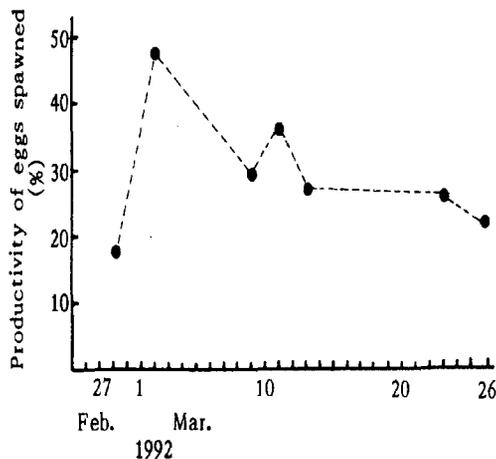


Fig. 8. Changes in the productivity of eggs (Fertilization rate \times Hatching rate \times Survival rate at the end of yolk sac period of larvae).

松浦等⁽¹⁸⁾試驗用之種魚為 4 齡魚, 平均體重 882 g, 產卵期間自 5 月 12 日至 6 月 27 日, 產卵次數共 34 次, 總產卵數 190 萬粒; 本試驗中 4 齡雄種魚平均體重 2,493 g, 為日本方面同齡魚之 2.8 倍, 又 6 齡雌種魚產卵期間自 2 月 27 日至 3 月 26 日, 產卵次數 18 次, 總產卵數 887.8 萬粒。由成長及產卵之顯著差異, 可見本地產之嘉鱻魚和日本方面有顯著的地域種差異。

本試驗中種魚之產卵過程明顯分為三段, 每段之時間和水溫曲線之波峰非常吻合, 換句話說, 產卵行為之發生和水溫有密切關係, 但產卵數和水溫卻無顯著相關。林等⁽²⁰⁾曾發現單一尾黃錫鯛產卵數和產卵當日及產卵前一日之水溫有顯著相關。

酒井等⁽²¹⁾認定受精率和正常發生率沒有相關, 松浦等也認定產卵數多寡、卵徑、受精率及孵化率彼此之間均無相關, 本試驗也有同樣之結果。

嘉鱻魚自然產卵之平均卵徑一般隨產卵過程之進行而逐漸減小, 以產卵初期最大^(5,22)。本試驗也有同樣現象, 且平均卵徑和水溫有密切相關, 經分析結果, 平均卵徑和產卵當日及產卵前 1 日、前 2 日、前 3 日之水溫均有非常顯著之負相關, 和產卵前 4 日之水溫仍有顯著相關 (Table 4), 松浦等⁽¹⁸⁾也有類似結果。卵徑和產卵前水溫有顯著負相關, 但卵徑的決定在什麼時期依什麼機制卻尚不明瞭。根據 Matsuyama 等⁽¹⁹⁾之研究, 嘉鱻魚產出卵之卵黃蓄積於產卵前 1 日之上午進行, 由卵徑和產卵前 1 日之水溫關係最大來考量, 卵徑之決定也許和卵黃蓄積期間之水溫關係最大。

林等⁽⁵⁾曾探討嘉鱻 4 齡種魚自然產卵之卵質, 多油球卵率於產卵前期為 $3.59 \pm 4.81\%$, 後期為 $1.28 \pm 1.23\%$, 本試驗中明顯偏高, 其原因耐人尋思, 是否因產卵環境條件不足或種魚族群太少致生物間刺激不夠... 等所造成, 值得進一步探討。多油球卵屬不正常卵, 但由本試驗觀察結果, 卵仍可正常受精、發育及孵化。

根據清野⁽²³⁾之定義, 良質卵為孵化後其孵化仔魚活存率良好之卵。本試驗中, 在產卵過程中每隔 2 或 3 日追縱卵質 1 次, 測定卵的受精率、孵化率及孵化仔魚之活存率, 以受精率、孵化率及卵黃囊期結束時仔魚活存率三者之乘積定義為卵的生產力, 以卵的生產力高低作為卵質好壞之標準, 結果如 Fig. 8, 產卵前期之末了及產卵中期之卵質較佳。松浦等⁽¹⁸⁾亦有類似之結果。

謝辭

本試驗部份經費蒙農委會支助, 於此敬表謝忱。並承台灣省水產試驗所廖所長一久博士之指導與鼓勵, 分所同仁之協助, 高素滿小姐幫忙繪圖、打字、謄稿, 均一併在此致謝。

參考文獻

1. 野田卯一 (1974) 鯛. 全日本水產寫真資料協會, 177 頁.
2. 林金榮, 顏枝麟, 蘇偉成 (1979) 嘉鱻魚人工繁殖初報. 中國水產, 320: 3-8.
3. 胡興華 (1983) 鯛魚人工繁殖研究—嘉鱻 *Chrysophrys major* 及黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 之探討. 台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 3: 1-48.
4. 林金榮, 張仁謀, 涂嘉猷, 劉繼源 (1989) 嘉鱻魚繁殖試驗—種魚培育, 人為環境中自然產卵與卵之孵化試驗. 台灣省水產試驗所試驗報告, 45: 1-16.

5. 林金榮, 涂嘉猷, 陳春暉 (1989) 嘉鱾魚4齡種魚之自然產卵及其卵質. 台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 9: 71-82.
6. 野口利男 (1968) 水槽内自然產卵. 養殖(綠書房), 5: 49, 81-85.
7. 北島 力, 伏見 徹 (1969) 養殖マダイ 2齡魚の産卵について. 水産増殖, 17: 11-18.
8. 伏見 徹, 増村和彦, 佐藤正明 (1972) 養成マダイからの採卵に関する研究—II 越冬期間の加温飼育の効果について. 廣島水試研報, 3: 41-47.
9. 伏見 徹 (1972) 養成マダイからの採卵に関する研究—III. 海面網生簀から陸上産卵池へ移動させた親魚の産卵について. 栽培技研, 1: 15-20.
10. 松浦修平 (1972) マダイ卵巢卵の成熟過程と産卵數. 九大農學芸誌, 26: 203-215.
11. 平野禮次郎 (1974) 現状と問題點—海産魚. 魚類の成熟と産卵, 水産學シリーズ6 (日本水産學會編). 恆星社厚生閣, 東京, pp.13-17.
12. 大内康敬, 角 健造, 光安健司 (1977) 受精卵放流方式による資源培養の可能性について—I. 養成親魚の産卵量推定と卵の移送擴散. 福岡水試所業報 (昭和50年度), pp. 1-11.
13. 北島 力 (1978) マダイの採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎水試論文集, 5: 1-92.
14. 浦秀喜, 角田信孝 (1980) 養殖マダイ産出卵の移送機構に関する研究—I. 養殖マダイの産卵について. 西水研報, 55: 65-80.
15. 加藤憲司, 青木雄二, 西村和久, 村井 衛 (1985) 養成マダイ 1年魚からの採卵. 水産増殖, 33: 143-148.
16. 福所邦彦 (1986) 放流種苗の育成—飼育技術の問題點, マダイの資源培養技術. 水産シリーズ59 (田中 克, 松宮義晴編). 恆星社厚生閣, 東京, pp. 9-25.
17. 松浦修平, 古市政幸, 丸山克彦, 松山倫也 (1988) マダイ1尾による毎日産卵の確認とその卵質. 水産増殖, 36(1): 33-39.
18. 松浦修平, 松山倫也, 藤井敏彦, 大内康敬, 角健造 (1986) 連続採集法により推定したマダイ卵巢の日周成熟リズム. 福岡水試研業報 (昭和59年度), pp. 125-130.
19. Matsuyama, M., S. Adachi, Y. Gahama, and S. Matsuura (1988) Diurnal rhythm of oocyte development and plasma steroid hormone levels in the female red sea bream, *Pagrus major*, during the spawning season. *Aquaculture*, 73: 357-372.
20. 林金榮, 涂嘉猷, 陳春暉 (1989) 黃錫鯛1尾雌種魚毎日産卵の確認及其卵質. 台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 9: 57-70.
21. 酒井 清, 野村 稔, 井上正昭, 城條義興, 武富正和 (1985) マダイ自然産出卵の卵質. 水産増殖, 33: 7-11.
22. 瀬戸内海栽培漁業協會, マダイ資源培養プロジェクトチーム (樋口正毅, 齊藤榮一, 米田博貴, 今泉圭之輔, 今村茂生, 古徹, 水田洋之介) (1974) マダイ種苗量産技術開發. 日本栽培協會研究資料, 8: 1-51.
23. 清野通康 (1974) 産出卵の卵質評價—海産魚. 魚類の成熟と産卵, 水産學シリーズ6 (日本水産學會編). 恆星社厚生閣, 東京, pp. 113-119.

Kim-Jung Lin, Jia-You Twu and Chung-Hui Chen
Penghu Branch, Taiwan Fisheries Research Institute, 8
Hsing Kong North St., Makung, Penghu 880
(Accepted 28 August 1992)



Natural Spawning and Quality of Eggs in One Female Red Sea Bream, *Pagrus major*

Abstract

A pair of 6-year-old red sea bream (*Pagrus major*) and two 4-year-old male were stocked in an indoor concrete tank with a dimension of $6 \times 5 \times 1.5$ m. The spawning pattern and quality of eggs of the 6-year-old female was observed in this study. It has spawned 18 times during February 27 to March 26, 1992. Of which, the spawning in the two periods of February 27 to March 5 and March 12 to March 17 were happen daily, indicating that the red sea bream was multi-spawning species and would spawn daily.

The total number of eggs spawned during the entire observed period was 8,878,100, and the maximum number of eggs spawned in a day was 898,000. Fertilization rates were ranged from 98.04% to 100% and hatching rates from 66.5% to 96.0%. The highest hatching rate was observed in the middle of spawning period.

Productivity of eggs (fertilization rate \times hatching rate \times survival rate at the end of yolk sac period of hatched larvae) was also examined herein and the result showed that the highest productivity of eggs was happened during the middle period of the spawning (March 3 - March 12). Average diameters of spawned eggs ranged from 0.919 mm to 0.969 mm. A negative correlated relationship ($r = -0.7746$, $n = 16$) was observed between the average diameters of spawned eggs and the water temperature on the day before spawning. The growth of the broodstock during the period from January 3 to March 31 was suppressed completely and the average body weight decreased an 1.89%.

Key words: Red sea bream, Natural daily spawning, Quality of eggs, Productivity of eggs