

嘉腊魚繁殖試驗—種魚培育

人爲環境中自然產卵與卵之孵化試驗

林金榮·張仁謀·涂嘉猷·劉繼源

Experiments on Propagation of Red Sea Bream *Pagrus major*—Breeder Culture, Natural Spawning in the Artificial Environment and Hatching of Fertilized Eggs

Kim-Jung Lin, Ren-Mou Chang, Jia-You Twu and Chi-Yuan Liu

The brood fish of red sea bream used in this experiment were artificially cultured in a floating cage in Da-Kuo-Yeh for two years. They were shipped in two groups to two indoor concrete tanks (8x6x2m³) in Penghu Branch: one group on 23 November 1987, and the other on 27 January 1988, before the spawning season. Both groups spawned naturally and successfully. However, the two groups differed in terms of spawning period and number of eggs spawned. Hatching experiments were also conducted on fertilized eggs during the spawning period. The results are summarized follows:

1. The first group of brood fish (♀43:♂53) spawned from 25 February to 7 April, with a total of 39 spawning days. The total number of eggs collected was 20,480,000. The average number of eggs spawned per female brood fish was 476,300. The rate of buoyant eggs was 77.10% and the average fertilization rate was 87.14%. The water temperature fluctuated between 15.8°C and 24.0°C during the spawning period.
2. The second group of brood fish (♀26:♂28) spawned naturally from 18 March to 8 April. The number of spawning days was 14 days. The total number of eggs collected was 2,350,000. The average number of eggs spawned per female brood fish was 90,400. The rate of buoyant eggs was 68.23% and the average fertilization rate was 83.10%. The water temperature fluctuated between 19.5°C and 21.1°C during the spawning period.
3. Effects of salinity on the hatching rate and deformity rate of fertilized eggs were tested at 0-35 ppt (8 different groups). The best hatching rate (92.5%) was recorded at 30 ppt. and the next (90%) at 35ppt. When the salinity was less than 30 ppt, the hatching rate decreased gradually. No hatching occurred when salinity was less than 5 ppt. The hatching rates were

88.0, 87.5, 80 and 71% at salinities of 25, 20, 15 and 10 ppt, respectively. In contrast, deformity rate increased as the salinity was reduced. The deformity rates were 4.0, 9.0, 13.5, 14.0, 91.5 and 100% at salinities of 35, 30, 25, 20, 15 and 10 ppt, respectively.

4. Under the conditions of no aeration and no water running through, fertilized eggs were hatched in different stocking densities (100 to 3,200 eggs per liter). The hatching rate was reduced as the stocking density was raised, and the deformity rate was raised as the stocking density was raised. In addition, the dissolved oxygen was reduced quickly as the stocking density was raised. The hatching rates were 94.0, 83.0, 80.2, 71.2, 50.8 and 3.9% and deformity rates were 5.3, 10.7, 10.4, 11.3, 34.0 and 100% at stocking densities of 100, 200, 400, 800, 1,600 and 3,200 eggs per liter respectively. When hatching was completed, the amounts of dissolved oxygen in each group were 4.05, 3.98, 3.91, 3.63, 3.57, 2.92 and 1.03 ppm at stocking densities of 0, 100, 200, 400, 800, 1,600 and 3,200 eggs per liter respectively.
5. Effects of water temperature on the hatching rate, deformity rate and time needed for hatching were tested at 21°C-27°C. The hatching rates were reduced slowly as water temperature was raised gradually, but deformity rate increased gradually also. There was a negative relationship between time needed for hatching and water temperature, as expressed by the following formular:

$$Y=96.62857-2.87857 \cdot X \quad (r=-0.99635, S=35 \text{ ppt})$$

or

$$Y=100.61429-3.03214 \cdot X \quad (r=-0.99745, S=30 \text{ ppt})$$

Y: Time needed for hatching (hour)

X: Water temperature (°C)

前 言

本省四周環海，海水魚介類產量豐富，不僅國內市場供應充足，外銷的數量亦相當可觀，在此衆多的水產品中，嘉臘魚一直廣受大眾的喜愛，除了肉質細嫩、味美外，艷麗的紅色外表更是吉祥的象徵，為逢年過節必備佳餚⁽¹⁾。由於漁船作業受到天候的影響及資源量減少，漁獲量早已無法供應市場需要，本分所遂於民國 65 年開始試驗嘉臘魚箱網養殖，結果驗證嘉臘魚為箱網養殖適當魚種，成長迅速，收益佳，業者於是紛紛跟進，爾後由於天然種苗銳減及養殖面積增大，魚苗來源更加困難，最近更有業者無奈地自日本等地進口人工繁殖之魚苗。政府有鑑於此，本分所自民國 67 年起在農發會補助下開始進行嘉臘魚人工繁殖研究，民國 68 年完成人工催熟、採卵、授精、孵化且育苗成功，民國 70 年達成此魚之「完全養殖」⁽²⁾，爾後積極研究開發在人為環境中自然產卵技術，但由於此魚活動力強，需氧量高，種魚於陸上池培養之成熟率低，得病率高，故至 76 年度止雖有三次自然產卵受精成功，但平均產卵量少，產卵日數短，且種魚產卵後均有得病現象，無法生產大量受精卵，為突破此瓶頸，本年度在種魚搬運、培養、供水及水質管理再作改善，終於有了突破的發展，產卵期間併做幾種孵化試驗，於此提出報告以供參考。

材料與方法

一、種魚之搬運、選別、分池與飼養

種魚係 75 年度自行育苗養成之稚魚，於大菓葉箱網養殖場經兩年飼養培育而成，平日主要以新鮮下雜魚攪碎混予鰾粉製成練餌投餵。76 年 11 月 23 日與 77 年 1 月 27 日，分二批自箱網處運回種魚 100 餘尾，搬運前種魚先以麻醉劑（2-phenoxy Ethanol）200 ppm 濃度之劑量麻醉，待其側倒後，移放入活魚艙之清水中打氣運回岐頭養殖場，首批 100 尾種魚經挑選後，共選出♀ 43 ♂ 53 尾種魚，飼養於室內（ $6 \times 8 \times 2 \text{ m}^3$ ）之親魚池中（以下簡稱 A 池）。1 月 27 日，再移入一批種魚約 100 餘尾，經挑選後，選出♀ 26 ♂ 28 尾種魚，同樣飼養於大小形狀相同之另一親魚池中（以下簡稱 B 池）。種魚挑選以體型優美、魚體無彎曲無畸型者為主，雄性以輕按腹部即有精液流出者，雌性則以腹部飽滿，經抽卵可見卵粒分離情形者。飼養於室內 A、B 池中之兩批種魚，平日及產卵期間之管理大致相同，種魚投餵予厚殼蝦（*Metapenaeopsis barbata*）、牡蠣或烏賊等鮮餌，偶而加投予鰾粉加烏賊粉混合魚漿（3：1：3 比例）所製配而成之人工練餌，每日投餵一次，直至種魚不再競相爭食為止。養殖用水則取自本場海邊之表層水經砂石過濾後使用之，A 池除了引用此種水源外，在池角另再設置一簡易過濾系統行雙重過濾。此外，並在池中以沉水馬達抽水，以增強池水水流。種魚產卵期間，於每日早晨起，在溢水口處敷設集卵槽利用流水方式收集受精卵，並加以處理之。在疾病預防上，隨時觀察種魚在池中的生態行為，當有游動遲緩、體色變黑或泛白、不喜攝食、磨擦池壁與不規則游動等現象，則設法予以適當處理。又每星期定期清池一次。飼育期間每日測定水溫及鹽度變化。

二、受精卵孵化試驗—鹽度效應

在 2 公升之玻璃容器中，先以淡水、純海水及鹽度計調配所需海水鹽度，分別為 0‰、5‰、10‰、15‰、25‰、30‰及 35‰等 8 組，2 重複。將 2 細胞期之受精卵，在投影機下計數 100 粒，各放入試驗容器內，不打氣置於室溫下孵化，試驗過程中隨時觀察受精卵之發育狀況及記錄水溫變化，試驗結束後，並計算其孵化率及仔魚畸型率。

三、受精卵孵化試驗—收容密度效應

試驗設定計分 6 組，分別為 100 粒/ℓ、200 粒/ℓ、400 粒/ℓ、800 粒/ℓ、1600 粒/ℓ 及 3200 粒/ℓ，2 重複。並取一對照組不加入受精卵同時測定溶氧含量變化。以 1 公升之玻璃容器內置清淨之海水，鹽度調為 35‰，將 2 細胞期之受精卵，在投影機下計數後，依照各組所需之數量分別放入其中，各組不打氣置於室溫下孵化。同時欲瞭解受精卵孵化是否與溶氧有密切關係，在試驗開始時，以 D. O. meter 測定各組之溶存氧量，爾後每隔 12 小時測量 1 次，在受精卵完成孵化後測量最後一次溶氧量並結束實驗。試驗過程中隨時觀察受精卵之胚胎發育性狀及水溫變化，孵化結束後並計算孵化率及仔魚畸型率。

四、受精卵孵化試驗—溫度效應

本試驗水溫分為 21℃、22℃、23℃、24℃、25℃、26℃及 27℃等七組於 30‰、35‰兩種鹽度下探討孵化與水溫之關係。由於恆溫水槽僅有 2 個，一次試驗僅能設定 2 組水溫，每組 2 重複並配以一常溫對照組，試驗自 1988 年 3 月 23 日起至 4 月 5 日結束，以容量 1 公升之玻璃容器，內裝清淨之海水，鹽度調配成 30‰及 35‰2 種，將容器放於恆溫水槽中（JOLABO LABOR-TE CHNIR GMBH D-7633 西德製 Typ VC；110 V 溫度偏差±0.1℃），調整所需溫度，再由投影機下計算 100 粒 2 細胞期受精卵，分別放入各試驗組與對照組內，試驗過程中隨時觀察並記錄卵的發育性狀，孵化時間與孵化率。

結 果

一、A池種魚之自然產卵

首批(1987年11月23日)由箱網移入親魚池之種魚(♀43♂53),體重1.1~1.4 kg 平均1.17 kg,由於搬運過程中先經過麻醉處理,減少魚體受傷的機會及 stress,因此翌日起即能正常攝餌且有競相爭食行爲。此時水溫約23℃,12月初水溫開始緩慢下降,至12月中旬水溫降至17.3℃,持續約1星期之久水溫又逐漸回升,12月28日水溫達22.5℃,往後水溫均非常穩定,至2月10日止,水溫均在18℃~20℃之間,2月10日起降至18℃以下,2月19日水溫15.5℃最低,20日起逐漸回升至17.9℃(2月24日),經此溫度刺激種魚開始產卵。自種魚移入至產卵前,種魚健康情形良好,攝餌活躍、行爲正常、無發病跡象且部份種魚腹部有明顯突出。此期間投餵之飼料有蝦肉7.45 kg、人工練餌33.42 kg、牡蠣2.15 kg、烏賊2.3 kg。

種魚於2月24日開始產卵,初期日產卵數量在10~20餘萬粒之間,產卵數慢慢增加,3月2日產卵數增至88萬粒,3月3日水溫開始持續下降,日產卵數跟隨減少,3月9日水溫最低—14.3℃,翌日因低水溫刺激產卵中止1日,此期間卵之受精率時起時落,平均為74.10%;3月11日起,水溫回升,產卵立即恢復,日產卵數亦逐漸增加,12日起水溫均相當穩定,介於19~21℃之間,產卵量與受精率同樣趨於穩定,平均日產卵量約60萬粒,受精率維持在90%以上,產卵量在3月24日達到最高峯,日產210萬粒。自2月25日開始產卵至4月7日產卵結束止,產卵日數39日,共撈獲卵數2048萬粒,平均1尾雌種魚產卵47.63萬粒,平均1尾雌種魚1日產卵約12000粒,好卵數1579萬粒,佔全部卵數之77.10%,壞卵數469萬粒,佔全部卵數22.90%,平均受精率為86.63%,產卵過程水溫變化在14.3~23.0℃之間,海水鹽度35‰,A池種魚每日產卵數與水溫變化情形如圖1所示。產卵期間投餵之飼料以蝦肉爲主,計有蝦肉40 kg、烏賊3.2 kg、牡蠣7.45 kg、人工練餌10.7 kg。

二、B池種魚之自然產卵

第2批(1988年1月27日)由箱網移入之種魚,選出54尾(♀26♂28)種魚移入種魚池中,放養時,雄性已完全成熟且能擠出精液,雌性卵巢生殖線指數(G.S.I.)達2.11(G.W./B.W.×100),卵徑介於0.22~0.55 mm之間,平均0.41 mm。種魚於翌日起開始馴餌投餵予新鮮之厚殼蝦肉,唯不見攝餌行爲,且投餌之際,種魚聽到水聲即驚嚇的來回奔撞,爲改善此現象,隨即於池子上方加蓋黑色遮陽網,大小約池子二分之一,連續9天種魚一直無攝餌行爲,第10日起拆除遮陽網,再試投餵蝦肉後,發現種魚開始有攝餌跡象,爾後逐漸恢復攝餌,投餌爲不定時投餵予蝦肉、烏賊及牡蠣。由1月27日種魚移入至3月18日種魚開始產卵,此期間爲低水溫期,水溫大部份介於14.8~18.0℃之間,產卵直前,水溫由14.8℃(3月8日)回升至21.0℃(3月16日),經此溫度刺激,3月17日晚間即開始自然產卵,水溫20.3℃,產卵數8.2萬粒,唯壞卵數佔48.6%,受精率亦偏低,種魚連續產卵9天,共撈獲卵數158萬粒,好卵數97萬粒,壞卵數61萬粒,受精率平均為75.4%,此期間水溫變化在19.5~21.0℃之間。種魚於停止產卵12日後,4月8日再次產卵,此次產卵僅維持5日,日產卵數約10萬粒。產卵期自3月18日至4月12日,產卵日數僅14日,總共撈獲卵數235萬粒,平均1尾雌種魚產卵9.04萬粒,平均1尾雌種魚1日產卵約6500粒,好卵數160萬粒,佔全部卵數之68.09%,壞卵數74萬粒,佔全部卵數之31.91%,受精率平均為73.1%。B池種魚自然產卵與水溫變化情形如圖2所示。

三、鹽度對受精卵孵化之影響

受精卵於不同鹽度(0~35‰)各試驗組中,鹽度25‰以下各組受精卵迅速下沉至杯底,

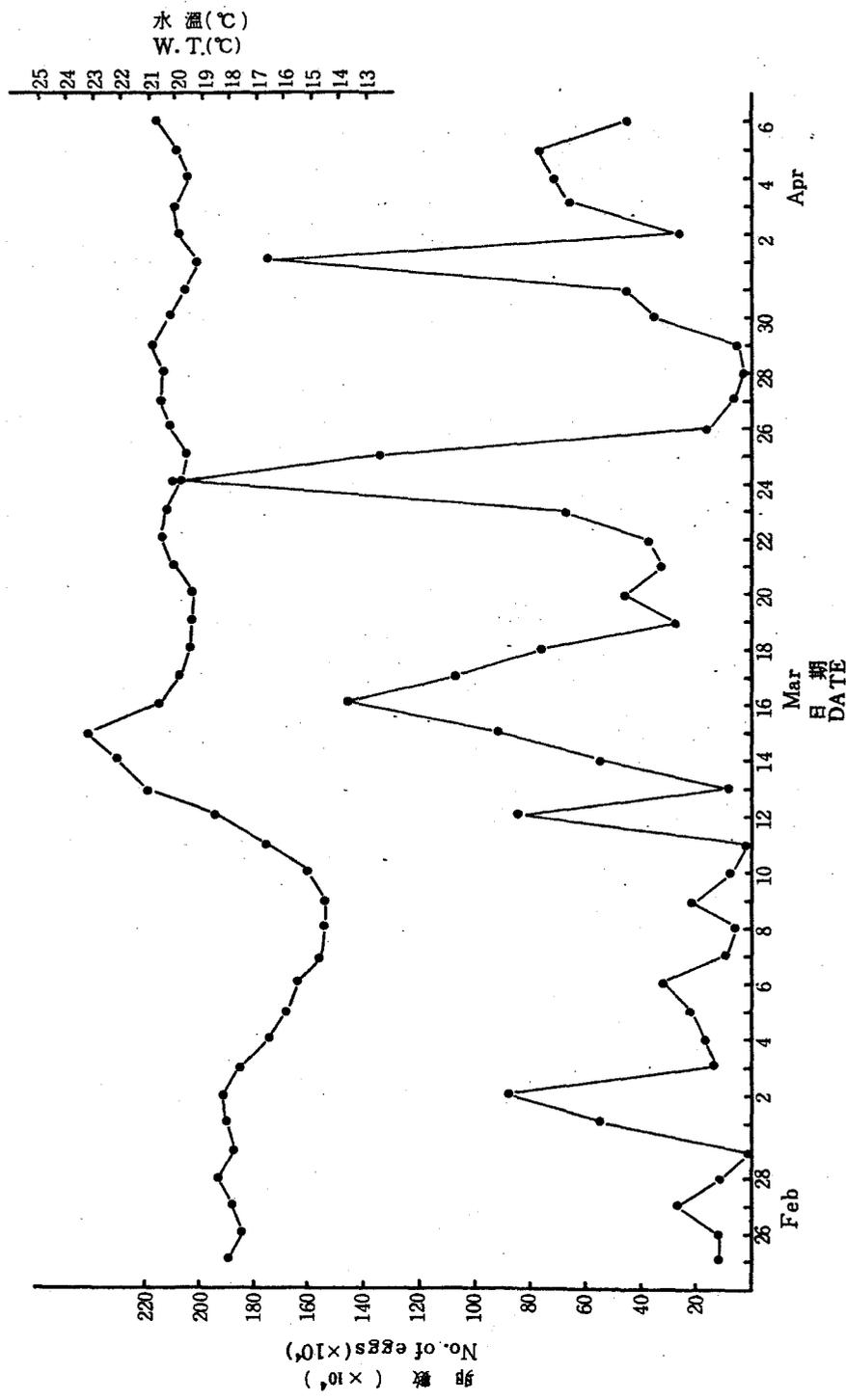


圖 1 1988 年嘉臘 2 齡種魚自然產卵及水溫變化情形 (A 池)
 Fig. 1 Changes in water temperature and number of eggs collected from the indoor concrete spawning tank of red sea bream (2 years old) in 1988 (tank A).

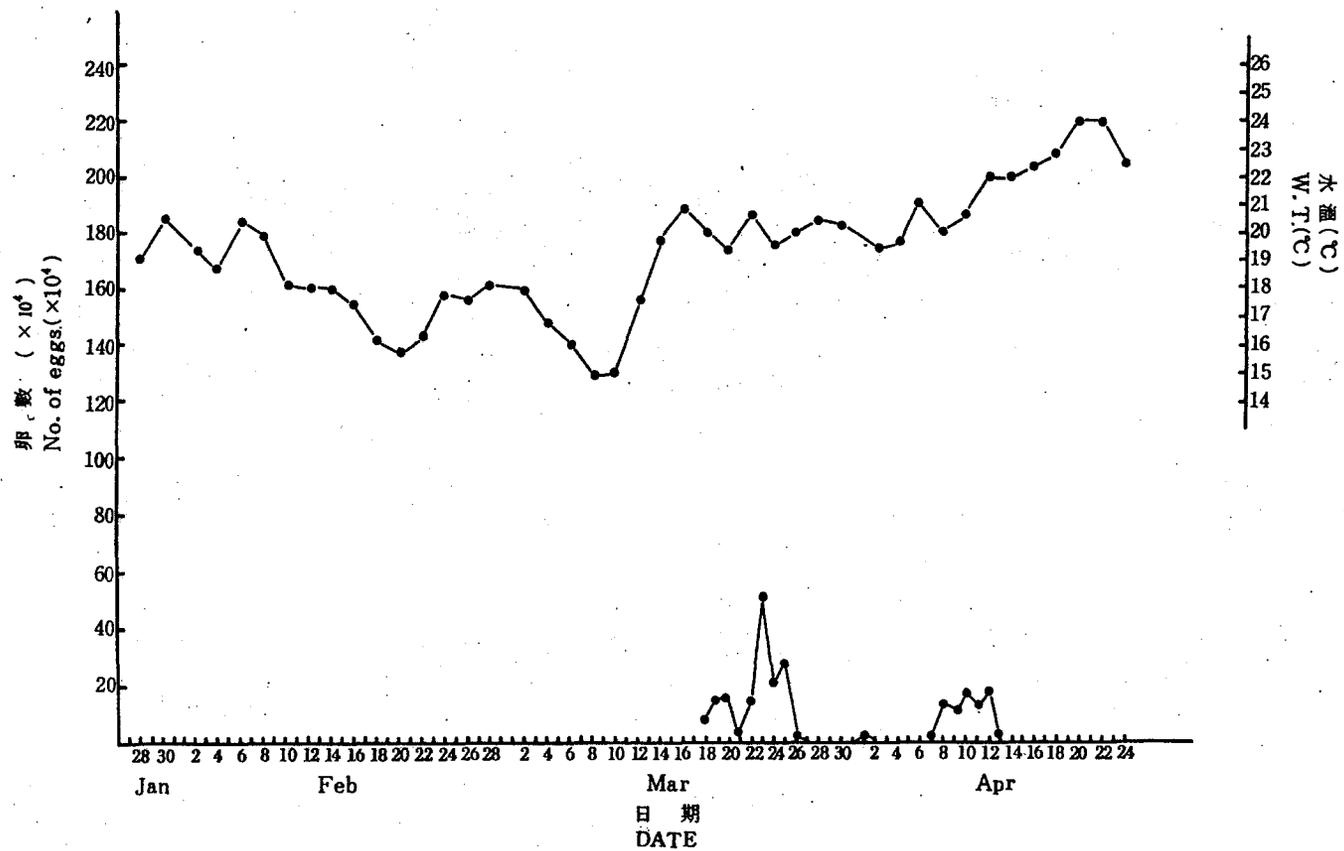


圖 2 1988 年嘉臘 2 齡種魚產卵與水溫變化之情形 (B 池)

Fig. 2 Changes in water temperature and number of eggs collected from the indoor concrete spawning tank of red sea bream (2 years old) in 1988 (tank B).

表 1 嘉臘魚受精卵於不同鹽度 (0 ~ 35 ppt) 之孵化情形

Table 1 Hatching of the fertilized eggs of red sea bream under various salinities (0-35 ppt).

No.	Salinity (%)	No. of fertilized eggs stocked	No. of repetition	Level of fertilized eggs in the water	Hatching rate (%)	Deformity rate (%)
1	35	100	2	Surface	90.0	4.0
2	30	100	2	Suspension	92.5	9.0
3	25	100	2	Bottom	88.0	13.5
4	20	100	2	Bottom	87.5	14.0
5	15	100	2	Bottom	86	91.5
6	10	100	2	Bottom	71	100
7	5	100	2	Bottom	0	0
8	0	100	2	Bottom	0	0

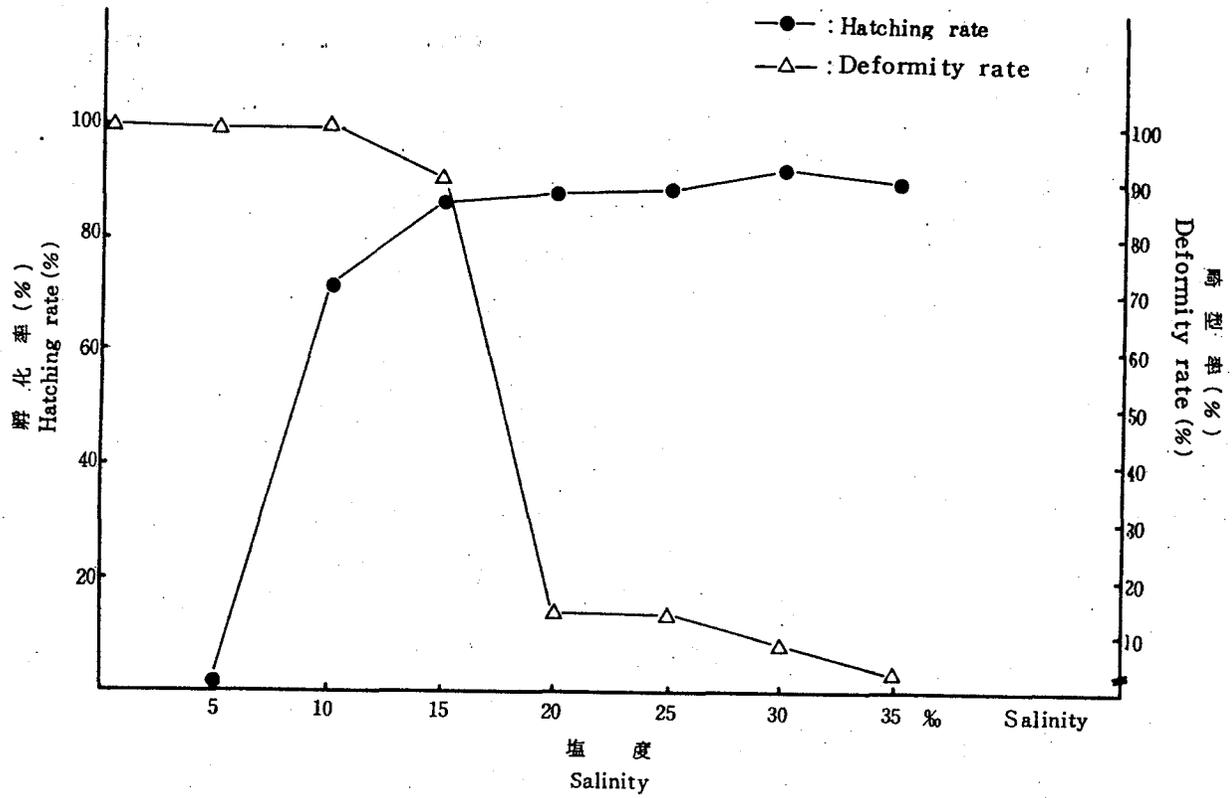


圖 3 嘉臘魚受精卵於不同鹽度 (0 ~ 35 ‰) 下孵化之孵化率及畸型率

Fig. 3 Hatching rate and deformity rate of the fertilized eggs of red sea bream hatched under various salinities (0-35‰).

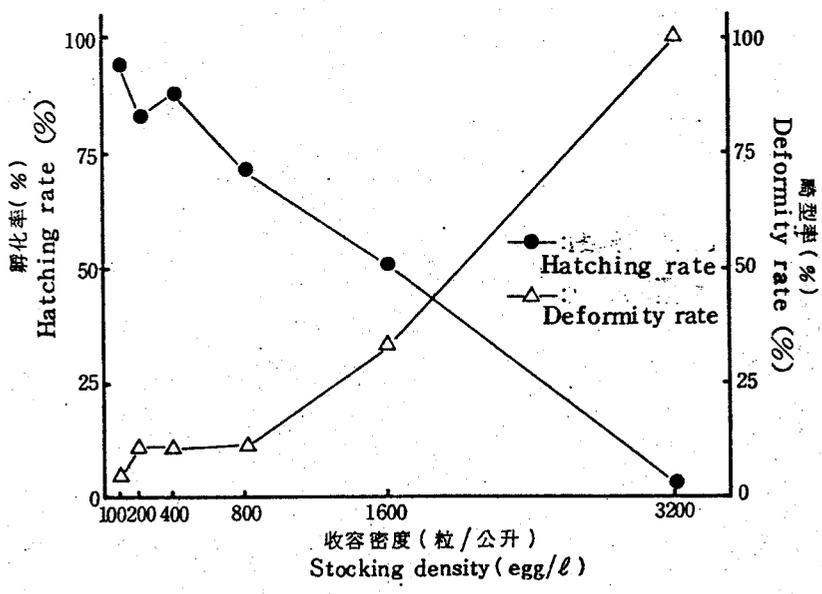


圖 4 嘉臘魚受精卵於不同收容密度孵化之孵化率及畸型率。(無打氣無流水)

Fig. 4 Hatching rate and deformity rate of fertilized eggs of red sea bream hatched under various stocking densities. (under the conditions of no aeration and no water running through)

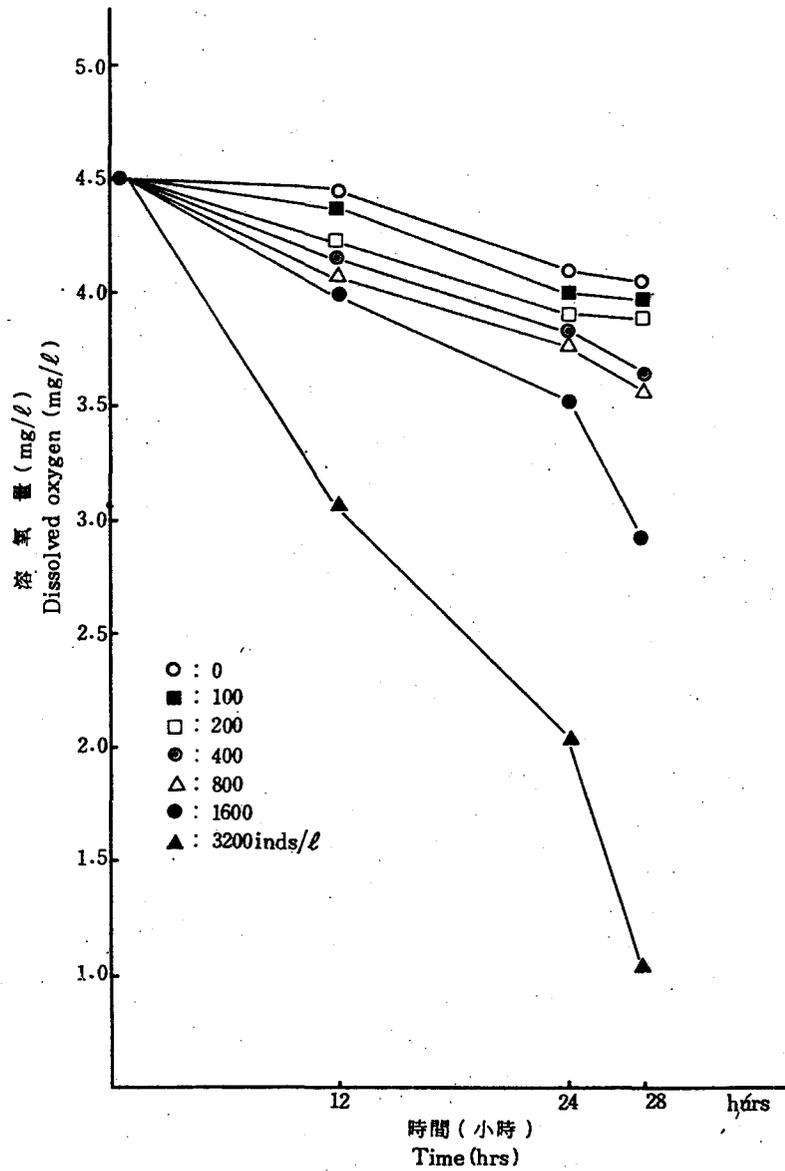


圖 5 嘉臘魚受精卵於不同收容密度下孵化溶氧量變化情形
(無打氣及無流水狀態下)

Fig. 5 Variation of D.O. in the hatching period of fertilized egg of *Pagrus major* under various stocking densities. (under the conditions of no aeration and no water running through)

表 2 嘉臘魚受精卵於不同收容密度下之孵化情形 (無打氣無流水之靜止狀態下)

Table 2 Hatching of fertilized eggs of red sea bream under various stocking densities (under the conitions of no aeration and no water running through).

No.	Stocking density (egg/ℓ)	Embryonic development stage at 24 hours after fertilization	D. O. (ppm)		Hatching rate (%)	Deformity rate (%)	Remarks
			Initial	Final			
1	0	—	4.50	4.05	—	—	(1) Salinity at 35 ppt.
2	100	2/3 yolk was covered with embryo	4.50	3.98	94	5.3	(2) W. T. was fluctuating between 22.3 -26.5 °C.
3	200	"	4.50	3.91	83	10.7	
4	400	"	4.50	3.63	86.2	10.4	
5	800	"	4.50	3.57	71.2	11.3	
6	1,600	"	4.50	2.92	50.8	34.0	
7	3,200	"	4.50	1.03	3.9	100	

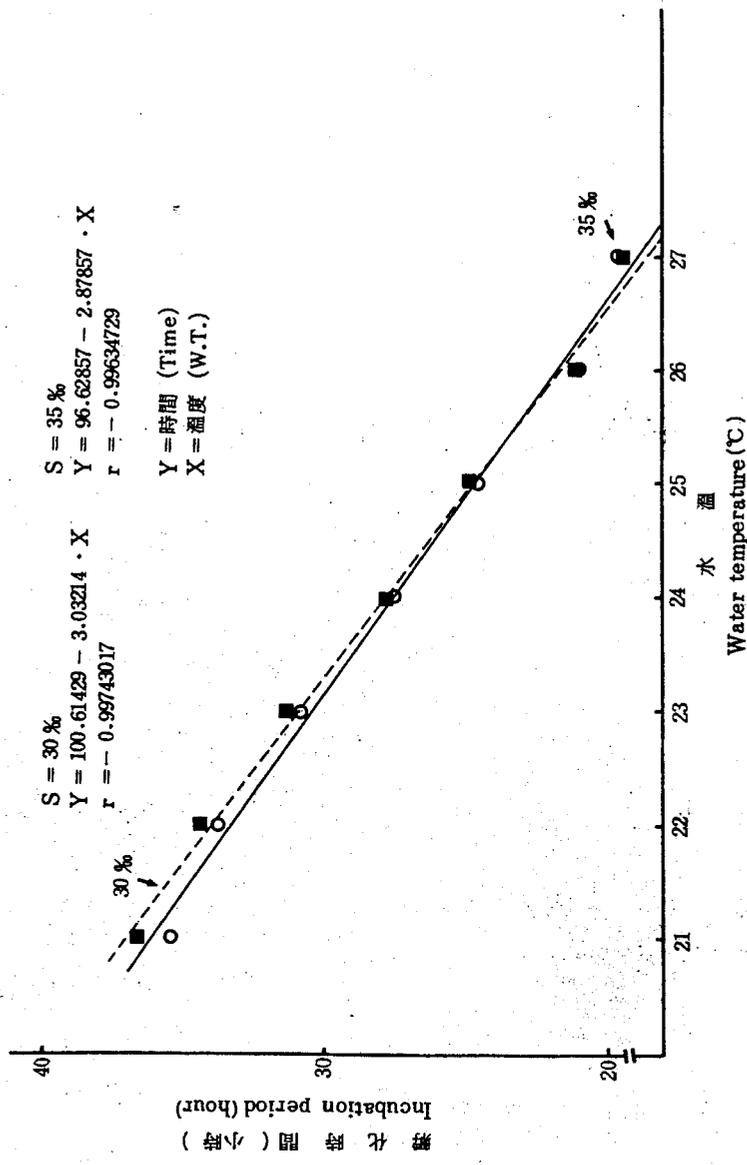


圖 6 嘉臘魚受精卵孵化時間與水溫之關係
 Fig. 6 Regressions between water temperature and incubation period of fertilized eggs of red sea bream.

表3 嘉臘魚受精卵於不同溫度下孵化情形 (鹽度為 30 ppt)
 Table 3 Hatching of fertilized eggs of red sea bream under various water temperatures
 (salinity at 30 ppt).

Date	Salinity (‰)	Water temp. (°C)	Duration of time needed for the first egg to hatch Hr:min	Duration of time needed for the last egg to hatch Hr:min	Hatching rate (%)	Deformity rate (%)	Sequence of experiments
3/25	30	27	19:25	21:15	82	13.5	II
3/25	30	26	21:00	23:50	89.5	3.5	II
3/29	30	25	24:40	27:22	88.5	8.5	III
3/23	30	24	27:42	30:18	92.5	9.0	I
4/3	30	23	31:08	33:16	89	14.5	IV
4/3	30	22	34:20	36:55	92	14.5	IV
3/23	30	21	36:40	40:40	96.5	2.5	I
4/3	30	18.0-20.2	45:08	50:21	93.5	8.5	IV
3/25	30	17.8-20.2	50:17	54:50	90	4.5	II
3/29	30	18.2-21.4	44:30	47:57	91.5	2.0	III
3/23	30	19.3-22.5	43:05	46:24	93.0	4.5	I

表 4 嘉臘魚受精卵於不同溫度下孵化情形 (鹽度為 35 ppt)
 Table 4 Hatching of fertilized eggs of red sea bream under various water temperatures
 (salinity at 35 ppt).

Date	Salinity (‰)	Water temp. (°C)	Duration of time needed for the first egg to hatch Hr:min	Duration of time needed for the last egg to hatch Hr:min	Hatching rate (%)	deformity rate (%)	Sequence of experiments
3/25	35	27	19:25	21:10	84	3.5	II
3/25	35	26	21:00	23:38	89.5	1.5	II
3/29	35	25	24:37	27:05	90.5	2.5	III
3/23	35	24	27:30	30:05	94.5	1.0	I
4/3	35	23	30:45	32:25	93.5	4.5	IV
4/3	35	22	33:55	36:07	94.5	5.5	IV
3/23	35	21	35:35	39:04	100	0	I
4/3	35	18.0-20.2	45:03	49:36	95	4.0	IV
3/25	35	17.8-20.2	49:52	54:13	92.0	2.5	II
3/29	35	18.2-21.4	44:24	47:02	94.0	2.0	III
3/23	35	19.3-22.5	42:57	44:48	93.0	1.0	I

鹽度 30 ‰ 組，卵懸浮於中層，35 ‰ 組卵則浮於表面，此時水溫為 19.2 °C。12 小時後觀察，0 ‰ 組受精卵全變白死亡；5 ‰ 組約有一半之受精卵變白死亡，餘者細胞發育至胞胚覆蓋卵黃 1/3 期；鹽度 10 ‰ 組，有 5 ‰ 之卵變白死亡，餘者細胞發育同樣至胞胚覆蓋卵黃 1/3 期，鹽度 15 ‰ ~ 35 ‰ 等各組，受精卵無死亡跡象，卵之細胞發育同樣至胞胚覆蓋卵黃 1/3 期。24 小時後再次觀察，海水鹽度 5 ‰ 組受精卵全變白死亡，鹽度 10 ‰ ~ 35 ‰ 等各組，卵之細胞發育至胚體形成且胚體上褐色色素胞出現階段。36 小時後觀察，鹽度 10 ‰ 組有 10 ‰ 左右之卵變白死亡，鹽度 15 ‰ ~ 35 ‰ 等各組，未見有卵死亡情形且卵發育正常，細胞發育至胚體圍繞卵黃 1/2 階段，此時水溫為 20.6 °C。40 小時 15 分鐘後，海水鹽度 35 ‰ 組受精卵首先孵化，41 小時 3 分鐘後觀察，鹽度 35 ‰ 組約有 25 ‰ 孵化，仔魚浮於水表面，30 ‰ 組有 19 ‰ 孵化，仔魚沉於容器底部不喜游動，10 ‰ 組仔魚孵化出 4 ~ 5 尾，仔魚同樣地沉於底部很少游動，43 小時 17 分鐘後，各組孵化完成，至此觀察結果，各組孵化時間無顯著差異。

孵化率及畸形率於各試驗組中則有明顯差異。鹽度 30 ‰ 中孵化率平均為 92.5 ‰ 最好，其次為鹽度 35 ‰ 組，孵化率為 90 ‰，鹽度低於 30 ‰，孵化率跟隨下降，鹽度低至 5 ‰ 時，受精卵即不能孵化，鹽度 25、20、15 及 10 ‰ 各組之孵化率分別為 88.0、87.5、86 及 71 ‰。畸形率相反地隨鹽度降低而提高，鹽度 15 ‰ 時畸形率驟升至 91.5 ‰，鹽度為 35、30、25、20、15 及 10 ‰ 各組中畸形率分別為 4.0、9.0、13.5、14.0、91.5 及 100 ‰。如表 1 及圖 3 所示。

四 受精卵收容密度對孵化之影響

在無打氣無流水狀態下，受精卵之孵化率隨收容密度增大而降低，孵出仔魚之畸形率相反地隨收容密度增大而提高，水中溶氧量隨孵化時間增長而減少，減少速率隨收容密度增大而加速。如圖 4、5 及表 2 所示，孵化率於收容密度 400 粒/公升以下無顯著差異，收容密度大於 400 粒/公升，孵化率直線下降，收容密度 3200 粒/公升時，孵化率僅 3.9 ‰；畸形率於密度低於 800 粒/公升時無顯著差異，密度大於 800 粒/公升時，畸形率直線上升，密度 3200 粒/公升時畸形率達 100 ‰；溶氧量下降與孵化時間和收容密度成正比，孵化時溶氧量下降速度加快，密度大於 400 粒/公升時溶氧量下降更加明顯。收容密度 100、200、400、800、1600 及 3200 粒/公升，孵化率分別為 94、83、86.2、71.2、50.8 及 3.9 ‰；畸形率分別為 5.3、10.7、10.4、11.3、34.0 及 100 ‰；孵化完成（28 小時 03 分）溶氧量分別為 3.98、3.91、3.63、3.57、2.92 及 1.03 ppm。

五 水溫對受精卵孵化之影響

於兩種鹽度（30 ‰ 及 35 ‰）下探討水溫對孵化之影響，結果孵化時間和水溫呈負相關關係。鹽度為 30 ‰ 時，關係式為 $Y = 100.61429 - 3.03214 X$ ($r = -0.99743$)，當鹽度為 35 ‰ 時，關係式為 $Y = 96.62857 - 2.87857 X$ ($r = -0.99635$)，其中 Y 代表時間（小時），X 代表水溫（°C）。如圖 6 及表 3、4 所示。即水溫愈高，孵化時間愈短，如鹽度為 35 ‰，水溫 27 °C 孵化時間為 19 小時 25 分，水溫 21 °C 時孵化時間為 35 小時 35 分。於兩種鹽度比較下，孵化時間並無顯著差異，在較高水溫 26 及 27 °C 中，受精卵孵化時間幾乎相同，但水溫低於 25 °C 時，孵化時間漸有差異，受精卵在較高鹽度（35 ‰）中孵化時間較短，如水溫 21 °C 時，鹽度 35 ‰ 開始孵化時間為 35 小時 35 分，鹽度 30 ‰ 開始孵化時間為 36 小時 40 分。

於水溫 21 °C 至 27 °C 之間，孵化率隨水溫升高而降低，畸形率相反地隨水溫升高而提高。如表 3 及表 4 所示，由於恒溫水槽僅有 2 個，每次試驗雖然僅有 2 個水溫，仍可明顯看出低水溫下孵化結果較佳。如鹽度 35 ‰ 下，水溫 21 °C，孵化率 100 ‰，畸形率 0 ‰，水溫升至 24 °C 時，孵化率降為 94.5 ‰，畸形率為 1.0 ‰；鹽度為 30 ‰ 時亦有同樣結果，水溫 21 °C 時，孵化率為 96.5 ‰，畸形率為 2.5 ‰，水溫升至 24 °C 時，孵化率降為 92.5 ‰，畸形率增至 9.0 ‰。兩種鹽度下孵化結果

相比較，畸型率如同前面試驗一樣，較低鹽度者畸型率較高，但孵化率却相反地仍以 35 % 者稍高，但差異不大。

討 論

A、B 兩池之種魚係同於箱網養成之 2 年魚，A 池種魚於產卵前 3 個月移至陸上室內種魚池開始馴養，當時水溫 23 °C，種魚經抓捕、搬運及檢查等過程，魚體難免有擦傷，部份魚眼睛甚至發炎突出，然而今年之種魚運搬過程中，先將其麻醉，減少上述之傷害，因此大部份魚均能很快適應新環境，且恢復正常攝食；B 池種魚較 A 池晚 2 個月搬至陸上室內產卵池，此時種魚生殖巢已相當成熟，雄種魚均已完全成熟且精液充沛，雌種魚卵巢亦非常飽滿，卵徑已達 0.5 mm 以上，卵粒發育已達卵黃球期至胚胎移動期，經過同樣之抓捕、搬運及檢查過程，種魚經此壓迫 (stress)，於移入產卵池內 10 日後方慢慢適應且逐漸恢復攝餌，經 50 日馴養種魚開始產卵。A 池與 B 池自然產卵比較，B 池產卵期短 (24 日：42 日)，產卵日數少 (14 日：39 日)，平均一尾魚產卵量少 (9.04 萬粒：47.63 萬粒)，由此顯然發現，嘉臘種魚於成熟度非常好之狀況下搬至陸上產卵池，種魚自然產卵結果反比提前搬入者差。

種魚經撈捕、搬運、檢查等壓迫，加上生活環境改變，往往需要一段時間恢復正常及適應新環境，此段時間之長短因魚類生理生態以及搬運時處理方法之不同而有差異。一般而言，洄游性及深海性魚類較難適應陸上人為環境，沿岸性及底棲性魚類較容易適應；或者說，活動性強、敏感性高之魚類較難馴養，活動性弱、較溫馴的魚類比較容易馴養；此外，馴養時期亦相當重要，魚生理狀況良好及生活環境適合時容易馴養，如本試驗中同樣來源之種魚，但由於搬至陸上種魚池馴養時間不同，結果馴養之難易程度完全不同，種魚成熟情形、自然產卵結果亦完全不同。本分所於去年度即發生類似情形，種魚自箱網搬至陸上產卵池之時間於 1987 年 1 月 18 日，當時正值低水溫期，種魚成熟度亦相當良好，雄種魚精巢已完全成熟且能擠出精液，雌種魚卵巢相當飽滿，卵粒發育已至卵黃球末期，種魚在放入產卵池前，先經測定選別，同時採用本分所施行黑鯛、黃鯛人為自然產卵之方法施予荷爾蒙人工催熟⁽³⁾⁽⁴⁾，結果種魚經過 14 日馴養方開始逐漸恢復攝食，且種魚毫無產卵跡象，36 日後排水下池檢查種魚，雄種魚精液顯著減少且稀薄，雌種魚卵之發育亦退化，卵徑縮小至 0.2~0.3 mm，這些種魚於原池中繼續培養，結果種魚未再成熟產卵。宇都宮等 (1968)⁽⁵⁾亦有同樣的敘述，於產卵期將種魚集中於箱網中飼育，結果種魚之成熟及產卵停止，其原因推斷為魚體損傷的回復、急聚的環境變化以及沒有攝餌等因素所造成，為了避免這些影響，較長時間之馴養是必要的。

種苗生產技術範圍相當廣泛，如優良種魚之培養，採卵問題、卵之孵化管理及孵化仔魚至可放養種苗的飼育管理等。為安定種苗生產，先決條件為確保大量良質受精卵之來源，而欲穩定地取得大量良質受精卵，首先必須確立種魚培養及採卵技術。種魚培養方面，林等⁽⁶⁾按月解剖測定箱網養成之 2 齡魚，早已證實澎湖海域箱網養成 2 齡魚可達完全成熟且人工採卵成功。本試驗中之種魚為箱網養成之 2 齡魚，平時以下雜魚投餌，接近繁殖季節時以下雜魚加烏賊內臟粉投餌。2 齡種魚再度被證實能成熟且自然產卵成功。北島等⁽⁷⁾亦證實養成之 2 年魚可採卵。關於種魚飼料之研究，市來 (1972)⁽⁸⁾利用天然產之 0 歲魚，單獨使用魚肉及人工配合粒狀飼料為餌，經 2 年之飼育認為配合飼料比魚肉能提早促進種魚成熟，但北島等 (1969) 却認為沒有關連；植野等 (1973) 利用糠蝦和虹鱒配合飼料混合投餌，目的在探討嘉臘魚於冬季間大量攝取之糠蝦的效用，結果對產卵量的增加並無顯著效果。廣島縣水產試驗場 (1970) 以玉筋魚和虹鱒配合飼料製成之練餌中添加 0.6 % 之維他命 E，結果維他命 E 的添加對產卵期之遲早及產卵數並無影響，1971 年進一步試驗，以冷凍糠蝦和鱒魚配合飼料製成練餌再添加維他命 E，結果添加維他命 3 % 及 1 % 組卵的受精率及孵化率比 1970 年好，因主要飼料為糠蝦，卵的顏色和天然種魚的卵色一樣為淡桃紅色，此色素和卵質的關係尚不明，因此認定維他命

E對卵質之改善有很大效果⁽⁹⁾。WATANABE等⁽¹⁰⁾探討種魚之飼料營養對嘉臘種魚生產力之影響發現，種魚之餌料營養直接影響卵質、產卵量及受精率。本試驗中採用多樣化飼料，有鰾粉加烏賊粉混合魚漿製成之練餌及厚殼蝦、牡蠣、烏賊等鮮餌，其中對厚殼蝦之嗜食性最佳，結果好卵數77.10%並非很理想。如果能在種魚之營養需求詳加探討，加強種魚營養，卵質將能再獲改善。

影響魚類成熟、產卵主要的環境因素為光和溫度，其餘如水流、水位、底質、水質等理化學因素及魚類相互間刺激等之生化學因素。於餌料及飼育管理一定下，日照時間、積算水溫及水溫上升刺激等因素直接影響產卵開始時間及卵質。林等(1985)⁽³⁾同樣將箱網養成之2齡種魚移至陸上產卵池馴養產卵，飼育期間水溫於2月中旬至3月下旬急聚變化，種魚延遲至3月30日才開始產卵，產卵期間水溫同樣不穩定且快速攀升，水溫升至22℃時產卵即停止，產卵期間僅12日，75尾種魚僅產卵107萬粒，好卵數佔60.46%；本試驗中A池種魚，產卵前馴養期間，水溫大都維持在18~20℃之間，水溫變化非常平穩，產卵期間水溫雖一度降至14.3℃，但長期間介於19~21℃之間且水溫相當平穩，結果產卵期自2月25日至4月7日，產卵日數39日，96尾種魚產卵2048萬粒，好卵數佔77.10%。兩者相互比較，前者產卵前水溫急聚變化且產卵適當水溫期短，結果產卵期延遲，產卵期間短、產卵量少、好卵數比率同時降低。原田(1974)⁽⁹⁾有同樣之敘述，產卵期前數個月以內有極端的高低水溫場合，產卵前後水溫急聚變化及產卵適水溫期極短之場合下，良質卵取得困難，更顯著之場合下則完全不能採卵，也就是說，當生存水溫不適的情況下卵巢無法完全成熟。本省氣候向來極不穩定，對於水溫感受相當敏感之嘉臘魚而言，為使其順利地產卵，適當地溫度調節將是重要之課題。

根據日本資料，嘉臘魚可能採卵之水溫為15~22℃，適當之水溫為17~21℃。原田(1974)將飼育水溫漸次提昇，水溫達到17℃附近時，自然產卵開始，水溫下降至16℃時產卵停止，水溫再度升高至17℃時產卵又恢復，也就是說，調節飼育環境水溫可控制調節產卵，急聚的提高水溫可促進產卵。伏見等(1972)亦有同樣的敘述，於接近產卵期時將水溫急速地提升2~3℃，種魚經此溫度刺激即開始產卵。本分所幾次之試驗也有同樣的現象，產卵前有一低水溫期，當水溫回升至產卵適溫時種魚即開始產卵⁽³⁾⁽¹¹⁾，本試驗亦有同樣結果。

海水魚採卵方法有人工採卵及在人為環境中自然產卵兩種。於後者未成功前只有採用人工採卵，因嘉臘魚為多次產卵魚類，人工催熟採卵所得卵量及卵質均不盡理想，根據胡等⁽²⁾，一尾魚可採卵1~4次，採卵數5000粒至22300粒，受精率0~92.66%，通常低於50%，且受精率隨採卵次數增加而降低，種魚經人工催熟採卵，因不斷地騷擾檢查、擠壓等，種魚皆陸續死亡。本試驗結果，1尾種魚平均產卵47.63萬粒，平均受精率86.63%，產卵期間達42日。因此，多次產卵之嘉臘魚，為了取得大量良質卵及長期間每日均可獲得大量受精卵，自然產卵為最有效方法。

日本研究嘉臘魚人工繁殖已有三十餘年，採卵方法同樣由人工採卵進入養成魚自然產卵，每尾魚平均採卵量各試驗場有相當大差異。1973年大分縣水產試驗場自然產卵結果，3年魚(平均體重1,210g)平均1尾102.3萬粒，單位體重平均每公斤85.3萬粒，5年魚(平均2,350g)及高年魚(平均3~5kg)平均1尾143.9萬粒，平均每公斤55.8萬粒。同年，長崎縣水產試驗場，養成2年魚(0.6kg)，平均1尾23.2~26.8萬粒，1尾平均1日產卵8600~9900粒，養成4年魚(約2kg)，平均1尾25.6~36.0萬粒，1尾平均1日產卵9200~9500粒。瀨戶內海栽培漁業協會，平均1尾魚採卵數為：3年魚22.1萬粒，4年魚105.7萬粒，6~11年魚149.6萬粒，7~12年魚311.8萬粒，8~13年魚475.5萬粒。1974年山口縣外海水產試驗場養成4~5年魚平均1尾採卵28.1萬粒。本試驗中養成之2年魚，平均體重1.17kg，平均1尾魚產卵47.63萬粒，1尾平均1日產卵12000粒，此成績毫不遜色，但日方產卵期達2~3個月，本試驗僅有42日，因此，如能將產卵期延長，採卵量將可大幅提高。

受精卵孵化的影響因素很多，如卵質、集卵方法與裝置、孵化方法與裝置、孵化管理、環境因素及水質等。本試驗中探討卵之收容密度及水溫、鹽度對孵化之影響，於收容密度試驗中，在止水無打氣情況下，水中溶氧量隨孵化時間增長而減少，孵化率隨收容密度增大而降低，孵出仔魚之畸形率相反地隨收容密度增大而提高。由於受精卵於發育過程及孵化時均需消耗氧氣，溶氧量因而隨孵化時間增加而降低，當溶氧量降至安全量以下時，直接影響卵之發育及孵化，致使孵化率降低，孵化仔魚畸形率提高，又當收容密度過高時，卵相互重疊的層數過多或聚集一處時，夾於中層之卵不易獲得氧氣補充，影響卵之發育及孵化。安永義暢¹²指出，HOLLIDAY 以 Herring 卵為材料，卵經麻醉時即胚胎活動性減弱時，卵之氧氣消費量為 $0.94 \sim 1.10 \text{ ul / mg dry weight / hr}$ ，胚胎發育活潑時，氧氣消費量加倍，孵化時增加為 5.21 倍，發育卵之氧氣消費量隨溫度升高而增加；山口正男⁹曾經述及，以嘉臘魚卵為材料，當孵化管理不當時，收容卵聚集於孵化槽一處時，孵化率非常低甚至完全不孵化；又孵化時，適當打氣和不打氣相比較，適當打氣時孵化率較高。本試驗中，收容密度達 1600 粒/公升時，當孵化完成時，水中溶氧量僅存 2.92 ppm，孵化率低至 50.8%，孵化仔魚畸形率高達 34%，收容密度增至 3200 粒/公升時，孵化完成時溶氧量僅存 1.03 ppm，孵化率低至 3.9%，孵化仔魚全部為畸形。因此，嘉臘魚受精卵孵化時，水中溶氧量需維持在 3.5 ppm 以上，在止水無打氣情況下，收容密度最好低於 800 粒/公升。

天然種魚於大海中產卵，受精卵均於室外光強度下孵化，但在人工繁殖之場合下，受精卵絕大部份均於室內孵化，為探討室內光之光強度範圍內光線對受精卵孵化之影響，本試驗中設計 0 ~ 3100 lux 之光強度範圍施行卵之孵化試驗，結果各組並無顯著差異，換句話說，受精卵於室內孵化時，光線不需經過調整與特殊設計，甚至於暗室內均能順利孵化。黃錫鯛受精卵亦有同樣結果（尚未發表）。

本試驗中探討水溫對孵化之影響，由於恆溫水槽僅有兩個，經過 4 次試驗完成水溫 21 ~ 27 °C 間之孵化試驗，由於卵質隨次數不同而異，無法客觀地得到孵化率、畸形率和水溫之關係，但由每一次試驗中可明顯看出，水溫較高，孵化率較低，畸形率較高，尤其水溫達 27 °C 時，孵化率已明顯下降。因此在水溫 21 ~ 27 °C 之間，孵化率隨水溫升高而降低，畸形率隨水溫升高而增高；卵孵化時間隨水溫升高而縮短，且明顯地呈直線負相關關係。安永義暢¹²整理多篇報告指出，嘉臘卵最適孵化水溫 17 ~ 18 °C，孵化率最高，畸形率最低，水溫超過 20 °C 時孵化率顯著降低，畸形率顯著提高，但本試驗中水溫 21 °C 時孵化情形相當好，此可能由於棲息環境不同引起適溫範圍的差異。孵化時間和水溫同樣呈直線的負相關關係。

本分所對嘉臘魚自然產卵技術經多年探討終於有了突破性進展，利用自行人工繁殖之魚苗於箱網中經 2 年培育，於繁殖季節前移入陸上室內產卵池自然產卵成功，產卵期長達 42 日，平均 1 尾雌種魚產卵 47.63 萬粒。此研究結果非但確保種魚來源，更解決大量受精卵取得不易之難題，奠定種苗大量生產之基礎。

摘 要

嘉臘種魚平時於箱網中培養，至接近產卵季節時分二批移至陸上室內種魚池（ $8 \times 6 \times 2 \text{ m}^3$ ），時間分別為 1987 年 11 月 23 日及 1988 年 1 月 27 日，二批種魚經一段時間馴養均自然產卵成功，但產卵期、產卵量均有相當差異，產卵期間並且進行受精卵孵化試驗（溫度、鹽度及收容密度），其結果摘要如下：

1. 1987 年 11 月 23 日自箱網移至陸上室內種魚池之種魚（♀ 43 : ♂ 53），1988 年 2 月 25 日開始自然產卵，產卵期自 2 月 25 日至 4 月 7 日，產卵日數有 39 日，共撈獲卵數 2048 萬粒，平均每尾雌種魚產卵 47.63 萬粒，好卵數比率 77.10%，平均受精率為 87.14%。產卵過程水溫變化在 15.8 °C ~ 24.0 °C。
2. 1988 年 1 月 27 日自箱網移至陸上室內種魚池之種魚（♀ 26 : ♂ 28），1988 年 3 月 18 日方開始

產卵，產卵期自 3 月 18 日至 4 月 8 日，產卵日數僅有 14 日，共撈獲卵數 235 萬粒，平均 1 尾雌種魚產卵 9.04 萬粒，好卵數比率為 68.23%，平均受精率為 83.10%。產卵期間水溫變化為 19.5℃～21.0℃。

3. 受精卵於 8 組不同鹽度 (0～35‰) 孵化，鹽度為 30‰ 時孵化率 92.5% 最好；鹽度為 35‰ 時，孵化率為 90% 次之；鹽度低於 30‰ 時，孵化率逐漸下降，鹽度低於 5‰ 時受精卵無法孵化，鹽度 25‰、20‰、15‰、10‰ 時，孵化率分別為 88.0、87.5、86 及 71%。相反地，畸型率却隨著鹽度降低而增高，鹽度為 35、30、25、20、15 及 10‰ 時，畸型率分別為 4.0、9.0、14.0、91.5 及 100%。
4. 在無打氣、無流水之靜止狀態下，受精卵於不同收容密度 (100 粒/公升～3200 粒/公升) 下孵化，孵化率隨著收容密度增高而降低，畸型率隨收容密度增高而增高，溶氧量下降速率隨收容密度增高而加速。收容密度 100、200、400、800、1600 及 3200 粒/公升時，孵化率分別為 94.0、83.0、86.2、71.2、50.8 及 3.9%；畸型率分別為 5.3、10.7、10.4、11.3、34.0 及 100%；孵化完成時 (28 小時 05 分) 各組溶氧量分別為 3.98、3.91、3.63、3.57、2.92 及 1.03 ppm。
5. 受精卵於不同水溫 (21～27℃) 下孵化，孵化率隨水溫升高而緩慢降低，畸型率相反地逐漸增高。孵化時間和水溫呈負相關關係，關係式為 $Y = 96.62857 - 2.87857 X$ ($r = -0.99635$, $S = 35\%$) 或 $Y = 100.61429 - 3.032140 X$ ($r = -0.99743$, $S = 30\%$) Y 代表時間 (小時)， X 代表水溫 (℃)。

謝 辭

本試驗部分經費蒙農委會支助，於此敬表謝忱。工作期間蒙分所同仁莊成意、陳其林、方玉昆、徐明星、洪國軒、張國亮、顏德惠之協助，高素滿小姐幫忙繪圖、打字，歐怡雯小姐幫忙謄稿，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，1-177。
2. 胡興華 (1983)。鯛魚人工繁殖研究—嘉臘 *Chrysophrys major* 及黑鯛 *Acanthopagrus Schlegelii* 之探討。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集，3，1-48。
3. 林金榮、顏枝麟、涂嘉猷、方玉昆 (1986)。嘉臘、黑鯛之人為自然繁殖。台灣省水產試驗所試驗報告，40，259-268。
4. 林金榮、張仁謀、劉繼源、方玉昆、陳其林、莊成意、涂嘉猷 (1988)。黃錫鯛之人為自然產卵及胚胎發育。台灣省水產試驗所試驗報告，45，1-16。
5. 宇都宮正等 (1968)。マダイ・クロダイ・ウヅラハキの種苗生産技術研究。昭和 42 年度指定試驗研究報告書 (山口内海水試)，2-25。
6. 林金榮、顏枝麟、蘇偉成 (1979)。嘉臘魚人工繁殖初報。中國水產，320，3-8。
7. 北島 力、伏見 徹 (1969)。養成マダイ 2 年魚の産卵について。水産増値，17 (1)，11-18。
8. 市來忠彦 (1972)。養成マダイ 2 年魚の飼料による成熟期と飼料効率の變動。水産増値，20 (2)，85-92。
9. 山口正男 (1978)。タイ養殖の基礎と實際。恒星社厚生閣，133-156。
10. Takeshi Watanabe 等 (1984)。Effect of Nutritional Quality of Broodstock Diets

- on Reproduction of Red Sea Bream. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish*, 50 (3), 495 - 501.
11. 胡興華、顏枝麟、林金榮、涂嘉猷 (1987) . 養殖黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 之性轉變與自然產卵。台灣省水產試驗所試驗報告, 33, 715 - 722.
12. 安永義暢 (1975) . 海產魚類卵仔魚期の環境。主に水溫、鹽分、溶存酸素、水素イオン濃度について。東海水研報, 81, 171 - 183.