

黃錫鯛繁殖試驗 種魚培育、三齡種魚自然產卵及卵之孵化試驗

金榮·張仁謀·涂嘉猷·劉繼源

Experiments on the Propagation of Goldline Sea Bream *Sparus sarba* — Breeder Culture, Natural Spawning in the Artificial Environment of 3-year-old Breeder, and Hatching of Fertilized Eggs

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

The brood fish of *Sparus sarba* used in this experiment spawned and fertilized successfully in December 1986 after induced spawning with hormone injection was made. When the spawning season ended they were shipped to outdoor earthen pond in April 1987. Their gonads came to maturity after being cultured for 7 month and the fish began to spawn naturally in the end of November 1987. This report is mainly about the culture of the brood fish, the conditions of spawning and the hatching of fertilized eggs. The results are summarized as follows:

1. The brood fish of *Sparus sarba* (2 years old) which spawned naturally with hormone injection could reach maturity again next year and spawn naturally and fertilized successfully.
2. *Sparus sarba* is a multiple spawning species. The spawning period in this experiment was from the late November 1987 to the end of March 1988. The spawning period lasted for 128 days and the number of spawning days was 109 days. The water temperature fluctuated between 14.2-24.1°C during the spawning period. From 26 pairs of brood fish a total number of $6,227 \times 10^4$ eggs were collected. The rate of buoyant eggs was 68.55% and the average fertilization rate was 72.63%. The average number of eggs spawned per female brood fish was 2,359,000. The weight of the total number of eggs collected was 2.47 times the weight of the total female brood fish which were stocked. The average number of eggs spawned per unit of body weight of the female brood fish was 330.7×10^4 eggs/kg.
3. Under the conditions of no aeration and no water running through, the hatching rate of fertilized eggs was reduced as stocking density was raised, and the amount of dissolved oxygen decreased as eggs were hatched. The higher the stocking density was, the faster the

dissolved oxygen was reduced. The hatching rates were recorded to be 100, 96.5, 85, 77.6 and 13% at stocking densities of 100, 200, 400, 800, 1,600 and 3,200 eggs per liter. When hatching was completed, the amounts of dissolved oxygen were 3.05, 2.98, 2.93, 2.72, 2.55, 2.03 and 0.65 ppm at stocking densities of 0, 100, 200, 400, 800, 1,600 and 3,200 eggs per liter, respectively.

4. Under the conditions of no aeration and no water running through, effect of light intensity on the hatching rate was tested at 0, 600, 1,400, 1,900, 2,700 and 3,100 lux. No significant differences in hatching rate and deformity rate were observed.

前 言

黃錫鯛屬鯛科魚類，為本省新興之海水經濟魚類養殖魚種之一，非正式記載雖有多年養殖歷史，但正式被報章雜誌所介紹却是近兩年之事。由於黃錫鯛對環境抵抗能力強、生長快速、體型優美、色澤亮麗、肉質鮮美、價格高、市場大，因此在澎湖地區與石斑魚、嘉臘魚等同受歡迎之養殖魚種，台灣本島之養殖業者亦漸了解此魚之發展潛力而隨後跟進，惟受困於種苗來源不足一時尚無法全面發展。本分所有鑑於此，於76年度利用24對二齡種魚進行人為自然產卵試驗，結果一舉成功共獲得4千餘萬粒受精卵，產卵日數長達97日。今年度（1987）為進一步了解種魚最適產卵魚齡及受精卵最適孵化條件，俾益種苗大量生產，將去年供試驗留存之種魚再經一年培育後繼續進行自然產卵及受精卵孵化試驗，藉此提出報告以供參考。

材料與方法

一、種魚培育：

種魚來源係由76年度本分所從事人為自然產卵試驗後所留存者，於76年3月14日自室內產卵池移出與黑鯛、烏鯨、臭都魚等混養於 $30 \times 30 \times 1.5 \text{ m}^3$ 之室外泥底魚池中，平時主要以鰕粉、烏賊粉及下雜魚漿（重量比3：1：3）混製而成的人工練餌投餵，每日投餵一次，定時、定點、定質和定量方式以便於管理。池水利用漲退潮時自動交換，因此水位亦隨潮汐變化而昇降，水深介於60—150公分之間，變化甚大。夏季氣候悶熱時，安放水車打水藉以增加溶氧。經過七個餘月之飼養，種魚於1987年11月22、23兩日，利用手釣釣獲80尾種魚（含2齡種魚），移入室內（ $8 \times 6 \times 2 \text{ m}^3$ ）親魚池飼養，同時施予2 ppm濃度之富來頓（Furazolidone）長期藥浴2天。飼養於親魚池中之種魚，不定時投餵予厚殼蝦、新鮮烏賊、牡蠣或人工練餌等，每日一次，投餌方式採用撒投直至種魚不再攝食即停止投餵，同時記錄攝餌量及餌料種類。

二、卵之收集與好、壞卵之分離及估計：

卵之收集利用正常卵為浮性卵之特性，於產卵期間每日早晨利用流水方式，在排水口處敷設60網目之集卵網收集之。收集之卵待集中後置於15公升之玻璃製圓水缸中，經攪動、靜置等步驟待正常卵浮於表面、壞卵沉於底部時，以水管虹吸分離，好卵及壞卵分別稱重記錄。卵之估算，產卵期間連續多次採樣，每次取樣本1g在萬能投影機下計算其單位重量個體數，再將稱得之好、壞卵重量與之相乘即得產卵數。產卵期間利用流水方式充份交換池水，每星期固定清池一次，藉以維持水質和魚體健康，每日測定水溫、比重等水文資料。

三、受精卵於不同收容密度下之孵化試驗：

試驗設計共分6組二重覆，放養密度分別為100粒/公升、200粒/公升、400粒/公升、800

粒/公升、1600粒/公升及3200粒/公升，並另取一對照組即未放受精卵。使用1公升之玻璃容器內裝清淨之海水，鹽度調為35‰，取2細胞期之受精卵利用投影機與微量天平計數後，依照各組所需數量放入其中，各組不打氣置於室溫下孵化。又為瞭解受精卵之孵化過程與溶氧量變化之關係，實驗開始即以溶氧測定器測量各實驗組與對照組之溶存氧量，爾後每隔12小時測量1次溶氧變化，在受精卵完成孵化後測量1次溶氧量，並計算孵化率及仔魚畸形率。又試驗過程中隨時觀察受精卵之胚胎發育狀況及水溫變化。

四、受精卵於不同光強度下之孵化試驗：

利用木材及白色美耐板製成一暗室，大小為 $4.8 \times 0.8 \times 0.8 \text{ m}^3$ ，再將之隔成6個暗室，每個暗室為 $0.8 \times 0.8 \times 0.8 \text{ m}^3$ ，暗室上方裝設110V之10和20瓦特之日光燈以供照明。6個暗室裝設之日光燈功率數分別為0、10、20、30、40及50瓦特，光照強度經測定分別為0 Lux、600 Lux、1400 Lux、1900 Lux、2700 Lux及3100 Lux。試驗設計利用上述6種光照強度並另取一對照組置於自然光照下，每組2重複。以2公升之玻璃容器，內裝清淨海水，鹽度調整為35‰，將2細胞期之受精卵，在投影機下計數200粒後，放入各試驗組與對照組內，試驗過程中隨時觀察卵之發育情形，每隔6小時測定水溫一次，孵化時記錄孵化時間並計算孵化之仔魚數目。

結 果

一、種魚培育與自然產卵：

種魚於76年3月14日產卵結束後，檢查種魚並作形質測定，種魚平均體重為467.0g，隨後將種魚由室內產卵池搬至室外泥底魚池和嘉臘、黑鯛、烏鯨及臭都魚等混養在一起，飼育期間攝餌均相當正常，無發病及死亡現象。於11月22、23日利用手釣方法釣獲移入親魚池（ $8 \times 6 \times 2 \text{ m}^3$ ）之種魚，由於魚體健康及搬運過程所受的壓迫小，翌日起即能正常攝餌，3日後即25日夜晚首次自然產卵，26日撈得卵粒5萬粒，唯卵質不佳，受精率偏低，持續產卵至12月11日止共撈獲卵數214萬粒，平均日產卵數約15萬粒，最高日產卵數67萬粒。此期間卵質一直沒有改善，好卵數（浮上卵）僅佔35.9%，受精率低至37.9%，種魚方面攝食情形良好，魚體無任何發病徵兆，水溫變化在 $16.3^\circ\text{C} \sim 24^\circ\text{C}$ 之間，平均 19.9°C 。

為探討卵質不佳之原因，首先進一步了解種魚之雌雄性比，遂於12月11日進行麻醉檢查並做選別、測定，結果雌性種魚有26尾，體長24.7公分～31公分，平均為 28.42 ± 1.99 公分；體重505公克～910公克，平均為 724.25 ± 133.51 公克。雄性種魚較少僅16尾，體長25.5公分～31公分，平均為 28.11 ± 1.61 公分，體重500公克～820公克，平均 652.19 ± 102.87 公克。因懷疑雌性比率太低致受精率偏低，於是加入10尾2齡雄種魚，使雌雄性比達1:1，種魚繼續於原池中飼育。同時為改善卵質，除注意水質管理外，且避免種魚因新環境受到外界干擾，平時除投餌外避免閒雜人員靠近種魚池四周，池頂同時以遮陽網覆蓋三分之一；在餌料上力求品質新鮮、多樣化，且添加維他命E，同時將紅黴素（Erythromycin）添加於練餌中，劑量為 100 mg/kg /日，連續投餵1星期。此後產卵情形稍有改善，種魚因檢查測定時受到壓迫（stress），產卵中斷3日後於12月16日恢復產卵，持續至1988年元月16日，總產卵數達2,073萬粒，平均日產69萬粒，最高日產卵數159萬粒。其中好卵數為1,034萬粒，佔全卵數之49.88%，壞卵數為1,039萬粒，佔全卵數之50.12%，受精率平均為48.12%，由此看出卵質不佳之情形仍然存在。此期間水溫 $17.0 \sim 22.5^\circ\text{C}$ 。

為繼續探討改進卵質不佳、受精率偏低之現象。遂於元月16日將種魚移至 $5 \times 3 \times 1.5 \text{ m}^3$ 之小型種魚池中繼續產卵，種魚受到刺激，當天晚上產卵量高達304萬粒，但好卵數僅佔43.14%，受精率更低至17.24%，翌日種魚即能攝食且繼續產卵，但初期數天裡，卵質仍呈不佳現象，胚胎

於發育過程中即變白死亡，受精率亦偏低，4日後即元月21日產卵量逐漸增加，好卵比率亦同時提高，受精率起初7日內均非常低，介於2.59%至31.00%之間，7日後即元月24日起受精率大幅提高，受精率達75.8%，從此持續產卵至2月8日情形均非常良好，累計元月24日至2月8日共產卵1,328萬粒，平均每日產卵數達83萬粒，最高日產卵數為237萬粒，好卵數比率達86.73%，受精率介於75.8%至97%，平均達89.53%，由此可見種魚移入小型產卵池中，不僅平均每日產卵數增加，好卵數比率及受精率均顯著提高。得此結果後，種魚遂一直留在小型產卵池中繼續產卵至4月2日產卵結束，累計種魚於小型產卵池中產卵3,940萬粒（元月16日至4月2日），平均每日產卵數58.8萬粒，最高日產卵數304萬粒，此段期間中，好卵數比率已大幅提高且比較穩定，絕大部分高於75%，平均好卵數比率為80.08%；受精率亦大幅提高，當卵質正常時受精率均達80%以上，最高甚至達98%，但偶爾卵質呈現過熱或畸型卵比率時，受精率低至5%至20%，此期間平均受精率達82.4%。

自1987年11月25日開始產卵至1988年4月2日產卵結束止，本試驗中種魚產卵期長達128日，產卵日數109日，共產卵8,227萬粒，好卵數（浮上卵）4,269萬粒，佔全部卵數之68.55%，壞卵數（沉下卵）1,958萬粒，佔全部卵數之31.45%，平均日產卵數57萬粒，最高日產卵數304萬粒，平均受精率為72.63%。以重量計總產卵數重達46,477g，雌種魚全重為18830.5g，故總產卵數之重量為雌種魚體重之2.47倍，平均1尾雌種魚產卵239.5萬粒，單位重量產卵數高達 330.7×10^4 粒/kg。產卵過程中水溫變化在14.2℃~24.1℃之間，海水鹽度之變化為 35 ± 1 ‰。每日產卵數、水溫變化及好卵數比率如圖1、圖2所示。種魚於產卵過程中由於健康情形良好，故少給予藥物處理，4月6日排水檢查種魚，發現雌性種魚生殖孔大都已密合，雄種魚精液稀薄，遂將所有種魚移至室外泥底魚池中繼續飼養。產卵期間種魚所攝食之餌料，計有厚殼蝦48.21kg，鮮烏賊19.6kg、鮮牡蠣8.3kg、人工練餌24.2kg，總計100.3kg。每日攝餌之種類及重量如圖3所示。

二、受精卵收容密度對孵化之影響：

受精卵之孵化率隨收容密度增高而降低。如表1及圖4所示。密度為100粒/公升時孵化率達100%，密度為200粒/公升時孵化率為96.5%，密度為400粒/公升時孵化率為92.5%，密度800粒/公升時孵化率為85.0%，密度增至1000粒/公升時，孵化率降至77.6%，密度為3200粒/公升時，孵化率明顯降至13.0%。胚胎發育在受精後24小時後觀察結果，各組發育情形尚無顯著差別，開始孵化時間隨密度之增高有延長趨勢，收容密度200粒/公升為43小時12分，收容密度為3200粒/公升為44小時07分。試驗過程水溫變化介於18.4℃~21.6℃之間。

孵化過程中，各組之溶氧量均隨孵化時間增加而降低，受精卵收容密度越高溶氧量下降速度越快。如圖5所示。實驗開始時各組之溶氧量無顯著差別，介於 4.25 ± 0.1 ppm之間，12小時後，首次測量溶氧量變化，各組溶氧量已有明顯下降，對照組（♀組）溶氧量4.05 kg/l最高，第6組（密度3200粒/公升）溶氧量3.52 ppm為最低；24小時後，溶氧量下降更加明顯，各組溶氧量均小於3.5 ppm，第6組（密度3200粒/公升）溶氧量降至2.5 ppm以下，43小時12分鐘後，受精卵開始孵化，48小時後孵化完成，各組之溶氧量分別為對照組—3.05 ppm，100粒/公升組—2.98 ppm，200粒/公升組—2.93 ppm，400粒/公升組—2.72 ppm，800粒/公升組—2.55 ppm，1600粒/公升組—2.03 ppm，3200粒/公升組—0.65 ppm。

三、光強度對受精卵孵化之影響：

受精卵於光強度0~3100 Lux之間孵化時，孵化率無顯著差異，如表2及圖6所示。各組之孵化率分別為0 Lux—83.2%，600 Lux—81.7%，1400 Lux—86.5%，1900 Lux—88.5%，2700 Lux—81.5%，3100 Lux—79.7%，對照組之孵化率為88%。

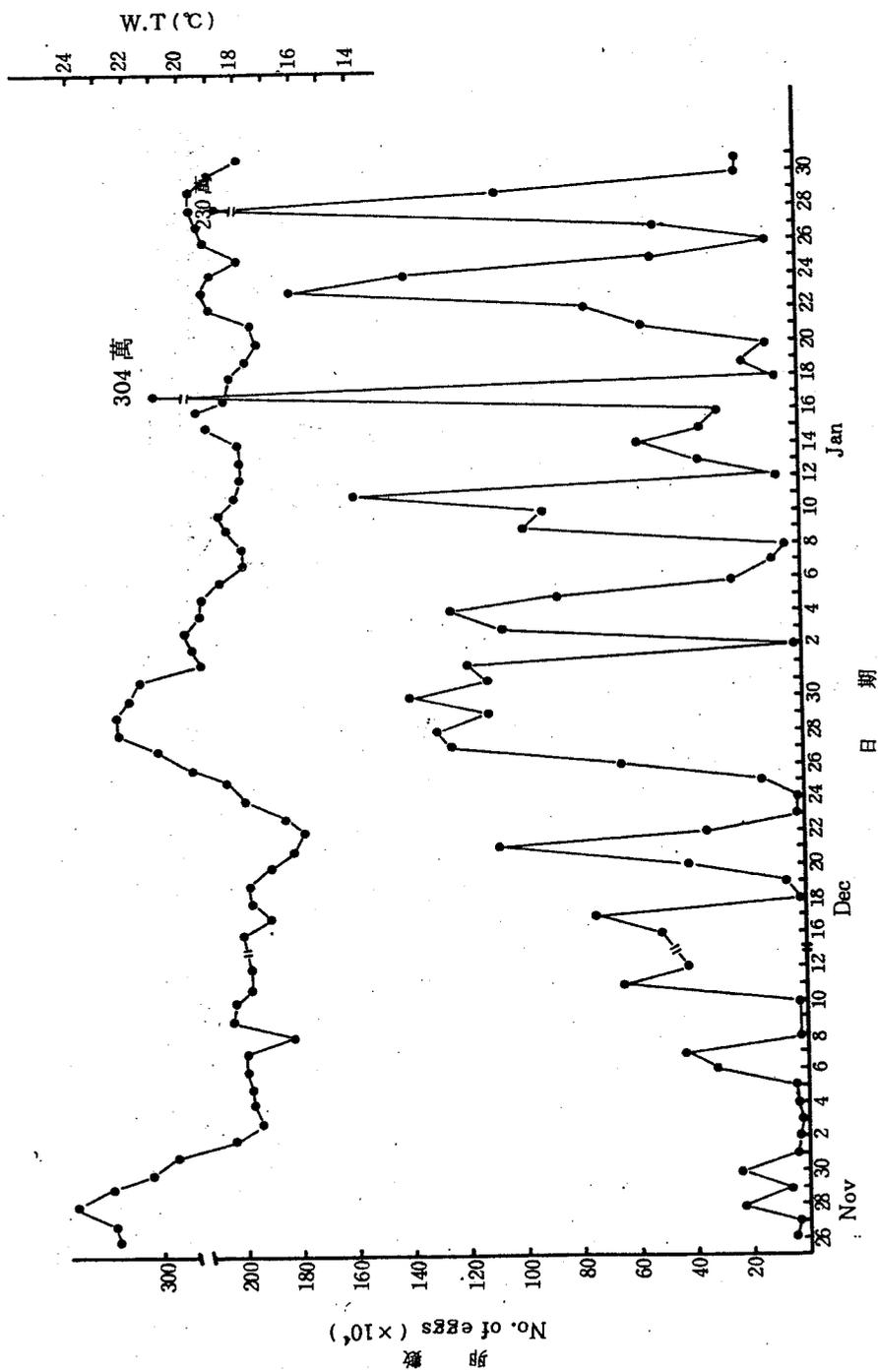


圖 1 1986 至 1987 年黃錫鯛三齡種魚於室內水泥池中自然產卵之水溫及撈獲卵數之日變化情形
 Fig. 1 Changes in water temperature and number of eggs of *Sparus sarba* (3 years old) collected from the indoor concrete spawning tank in 1987, 1988.

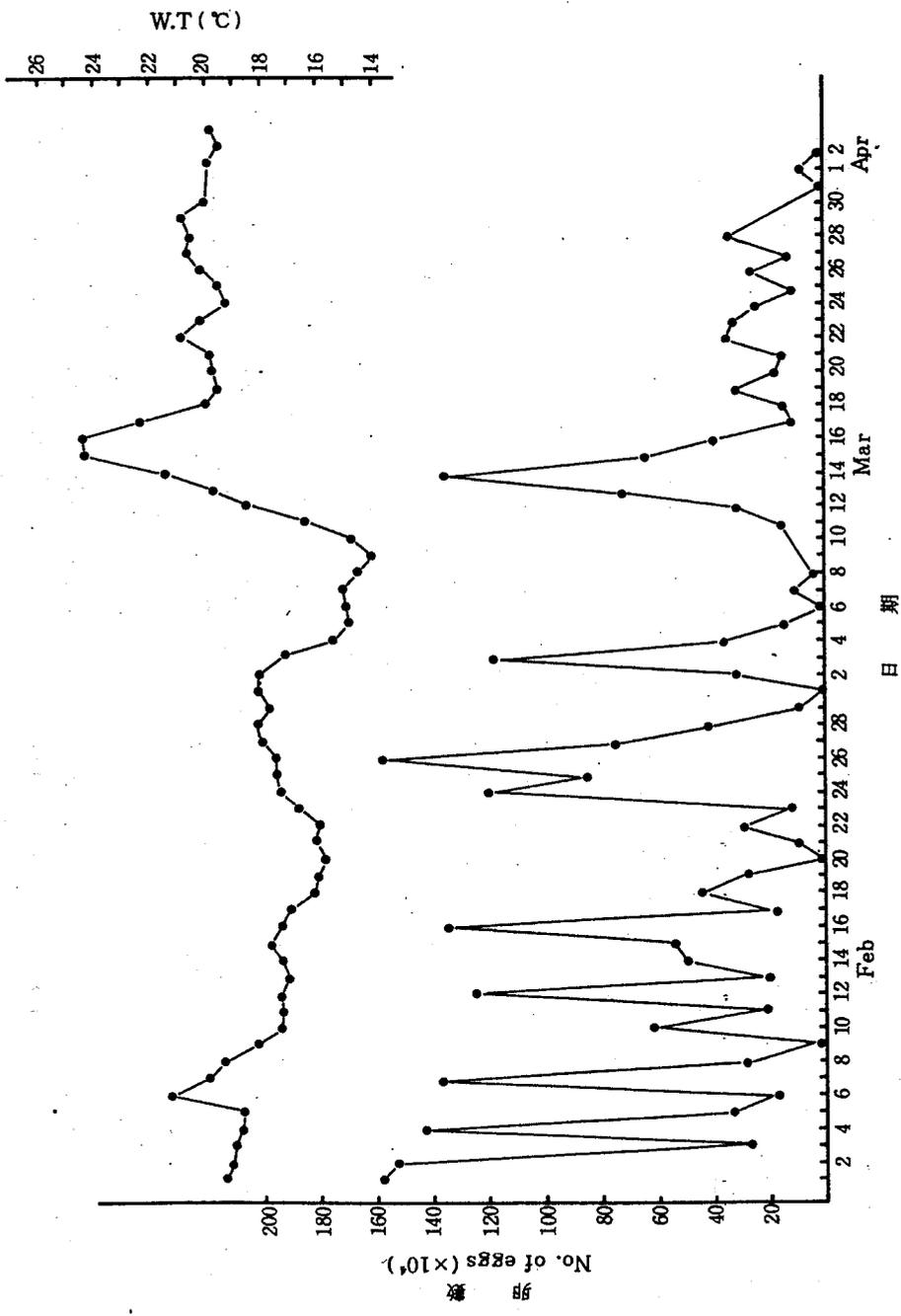


圖 1 續
Fig. 1 Continued

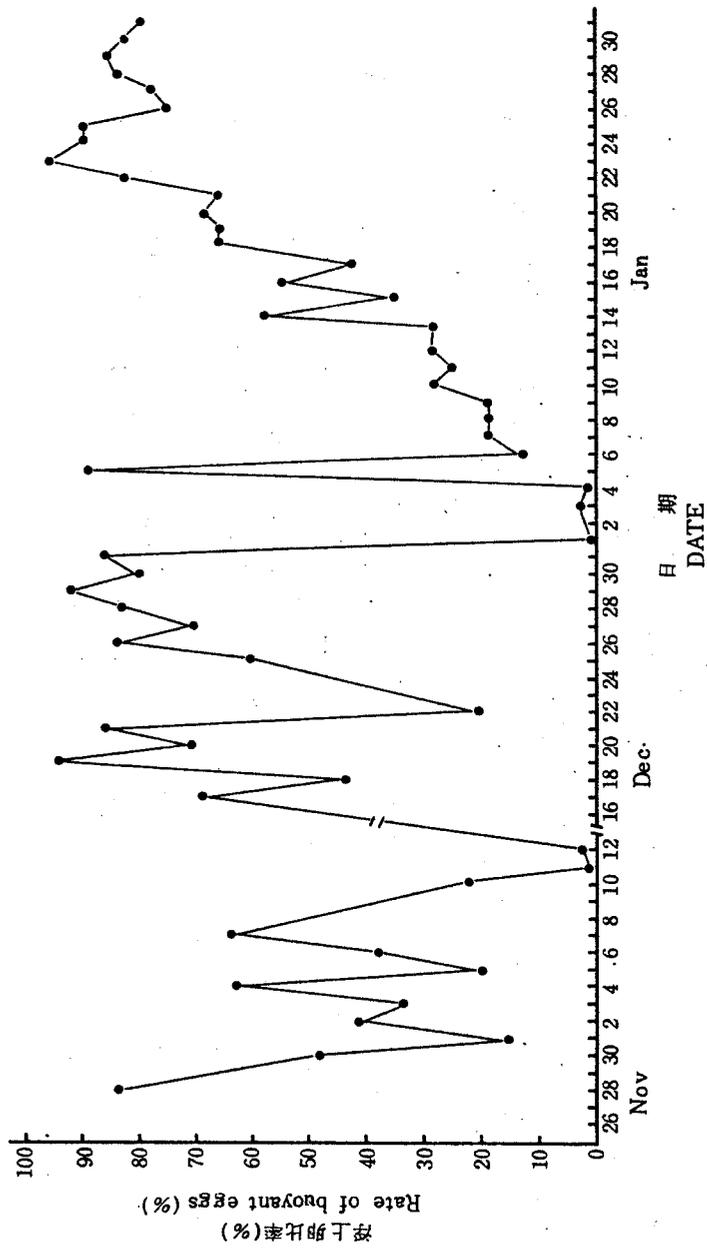


圖 2 1987 至 1988 年黃錫鯛三齡種魚於室內水泥池中自然產卵中正常卵比率之日變化
 Fig. 2 Changes in rate of buoyant eggs (normal eggs floating on the surface) collected from the indoor concrete spawning tank of *Sparus sarba* (3 years old) in 1987, 1988.

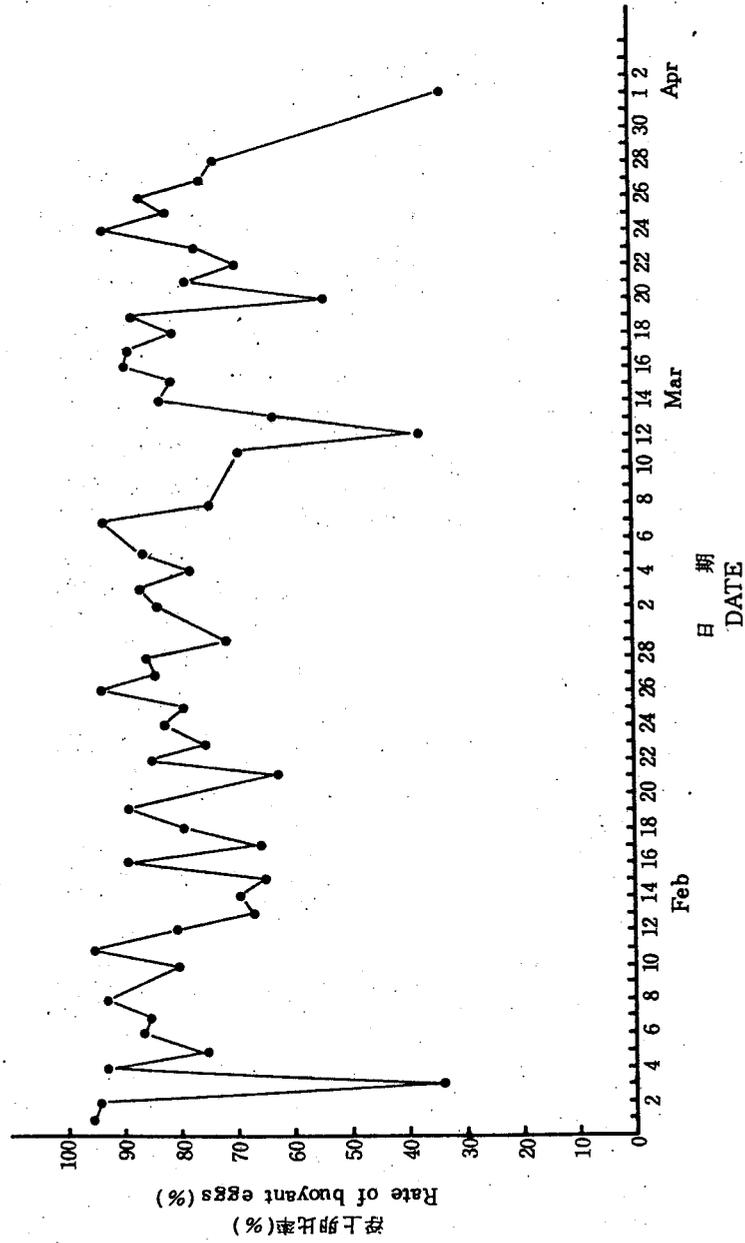


圖 2 續
Fig. 2 Continued

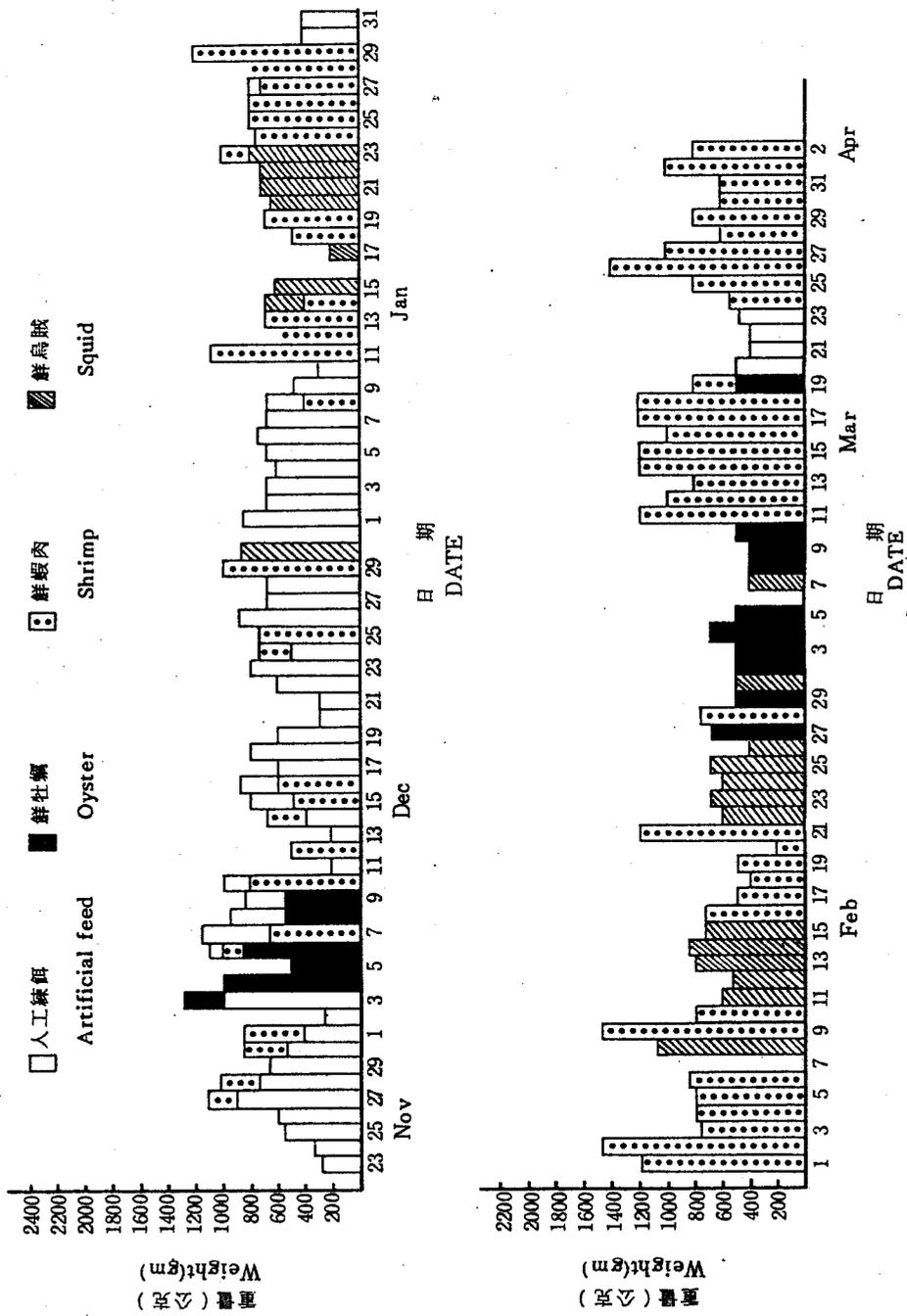


圖 3 黃鯧網三齡種魚產卵期間每日攝餌量及餌料種類之日變化
 Fig. 3 Diets and feeding amount for 3 years old breeder of Sparus sarba in spawning period.

表1 黃錫鯛受精卵於不同密度下之孵化情形(無打氣無流水)
 Table 1 Hatching of fertilized eggs of *Sparus sarba* under various densities
 (under conditions of no aeration and no water running through).

No.	No. of fertilized eggs stocked	Salinity	Time of hatching of first eggs	Number of fry hatched	Hatching rate (%)	Remarks
1	100	35	43:26	100	100	W. T. From 18.4 °C to 21.6 °C
2	200	35	43:12	193	96.5	
3	400	35	43:47	370	92.5	
4	800	35	43:33	680	85.0	
5	1600	35	43:54	1243	77.6	
6	3200	35	44:07	418	13.0	

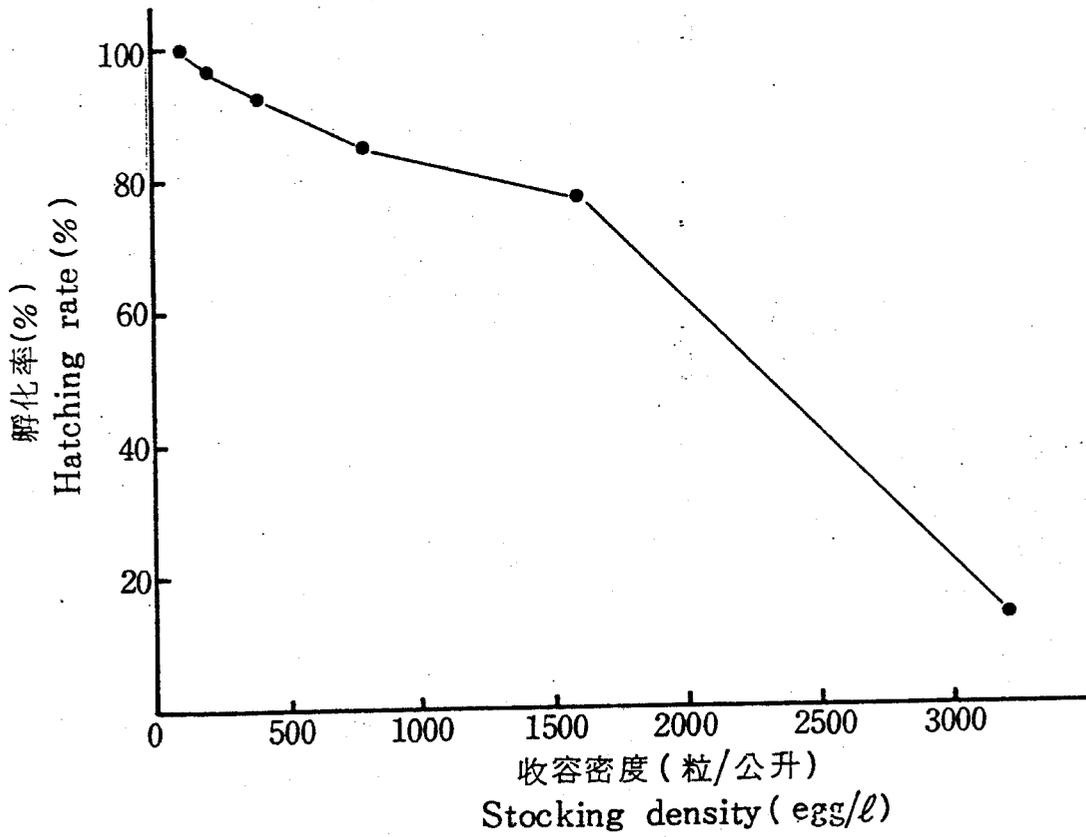


圖 4 黃錫鯛受精卵孵化率和收容密度之關係 (無打氣無流水)

Fig. 4 Hatching rate of fertilized eggs of *Sparus sarba* hatched under various stocking densities (under conditions of no aeration and no water running through).

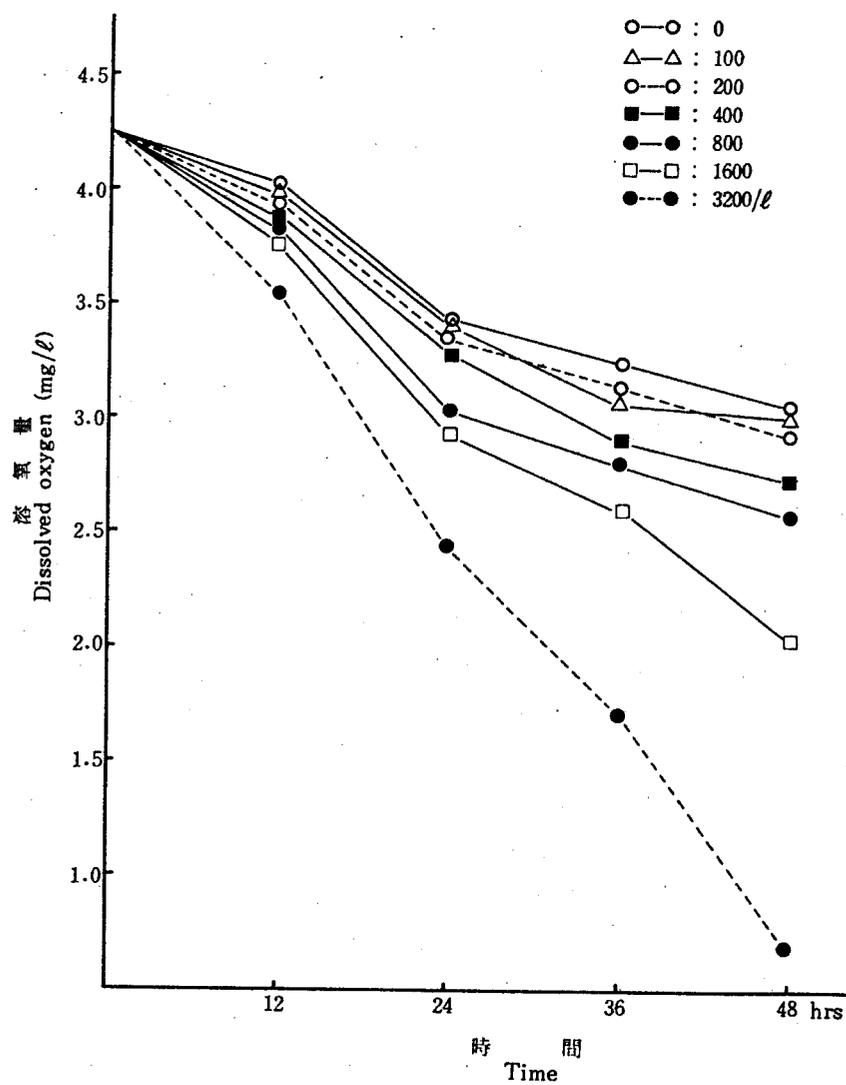


圖 5 黃錫鯛受精卵在不同收容密度下孵化之溶氧變化(無打氣無流水)

Fig. 5 Variation of D.O. in hatching period of fertilized eggs of *Sparus sarba* under various stocking densities (under condition of no aeration and no water running through).

表 2 黃錫鯛受精卵於不同光強度 (0-3100 Lux) 之孵化情形 (無打氣無流水)
 Table 2 Hatching of fertilized eggs of *Sparus sarba* under different light intensities
 (under conditions of no aeration and no water running through).

No.	Lux	Water temp (°C)	No. of replicates	No. of fertilized eggs stocked	Number yace of fry hatched	Hatching rate (%)
1	0	21.1 - 22.0	2	200	166.5	83.3
2	600	21.4 - 22.5	2	200	163.5	81.7
3	1400	21.5 - 22.7	2	200	173	86.5
4	1900	21.7 - 23.0	2	200	177	88.5
5	2700	21.7 - 23.6	2	200	163	81.5
6	3100	21.6 - 23.7	2	200	159.5	79.7
7	Control (0-3200)	19.4 - 23.6	2	200	176	88

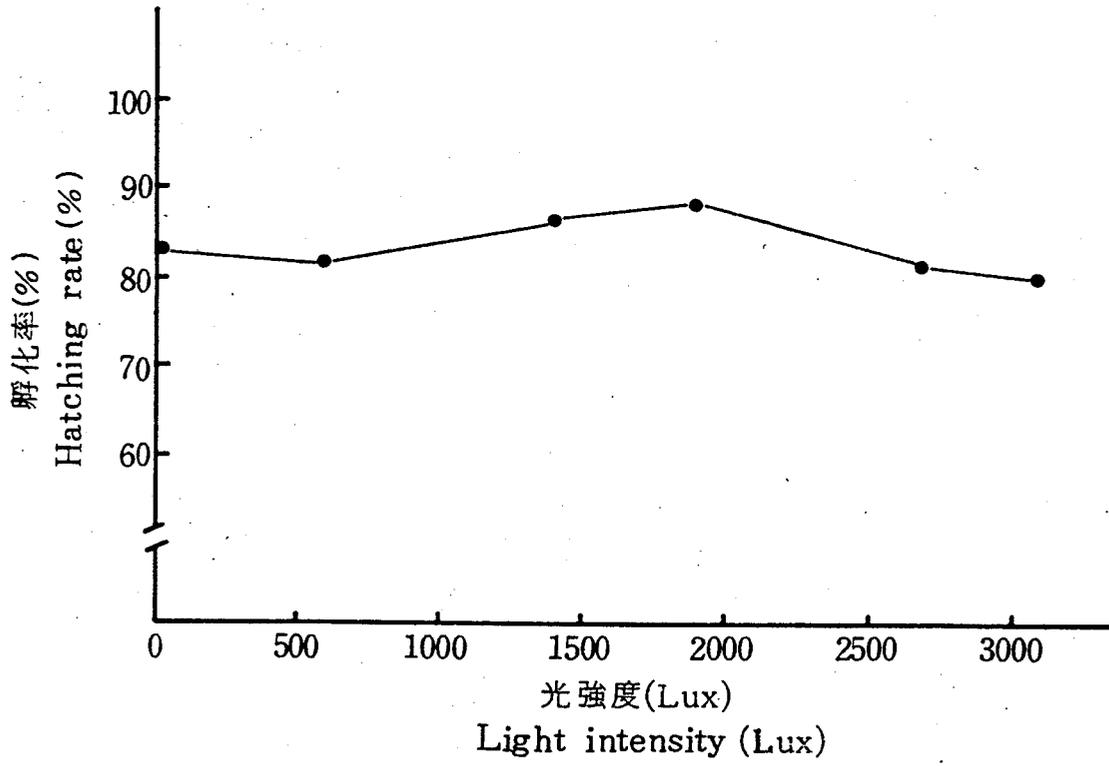


圖6 黃錫鯛受精卵孵化率和光強度(0-3100 lux)之關係
Fig. 6 Hatching rate of fertilized eggs of *Sparus sarba* hatched under various light intensities (under condition of no aeration and no water running through).

爲了調節各種光照強度，各試驗組使用日光燈之功率不同，各試驗組水溫產生差異，光照強度越高者水溫越高，孵化時間相對減短。24小時後，光強度 3100 Lux 組水溫爲 23.6℃，1400 Lux 組水溫爲 22.5℃，0 Lux 組水溫爲 21.8℃，33小時後，光強度 3100 Lux 組受精卵已完成孵化，光強度 2700 Lux 組孵化者約佔 15%，光強度 1900 Lux 組孵化者約佔 5%，光強度 1400 Lux 組僅 5 尾孵化，餘兩組均尚未開始孵化，40 小時 45 分鐘時，最後一組（光強度 0 Lux）方完成孵化。

討 論

本試驗中種魚產卵過程可分爲 3 個階段。第 1 個階段，26 尾雌種魚和 16 尾雄種魚於 80 噸產卵池中產卵，自 1987 年 11 月 25 日至 12 月 11 日止，共撈獲卵數 214 萬粒，平均日產卵數 15 萬粒，好卵數（浮上卵）佔 35.9%，受精率 37.9%。第 2 個階段，26 尾雌種魚和 26 尾雄種魚於 80 噸產卵池中產卵，自 1987 年 12 月 16 日至 1988 年 1 月 16 日，共撈獲卵數 2073 萬粒，平均日產卵數 69 萬粒，好卵數（浮上卵）佔 49.88%，受精率平均爲 48.12%。第 3 階段，26 尾雌種魚和 26 尾雄種魚於 15 噸產卵池中產卵，自 1988 年 1 月 17 日至 1988 年 4 月 2 日，共撈獲卵數 3940 萬粒，平均日產卵數 58.5 萬粒，好卵數比率 80.80%，受精率平均爲 82.4%。第 2 階段是將第 1 階段種魚雌雄性比由 1♀：0.6♂ 增至 1♀：1♂，結果好卵數及受精率均略爲提高；第 3 階段是將第 2 階段之種魚移至小產卵池，結果好卵數及受精率均大幅提高。黃錫鯛爲多次產卵魚類，產卵期間長達 3~4 個月，卵量、卵質、受精率與雌雄性比均有密切關係。雌種魚於自然產卵前，雌雄種魚需經過長時間激烈追尾行動，如果雄魚比例不夠，放養空間過大，雌雄種魚於追尾行爲進行中，如果雌種魚躲開時，雄種魚不易迅速找到對象繼續進行追尾，同樣地雌魚追累時亦無入替種魚繼續追尾行動。在此種情形下將發生兩種現象，第一種現象，在追尾行爲不足之情形下雌種魚未能及時將卵排出，結果被排出之卵已呈過熟致好卵比率降低，受精率同樣降低，且卵於過熟狀態下雖然受精成功，但受精卵於發育過程中往往中斷死亡；第二種現象，雄種魚比率過低，經過長期間產卵受精後，雌種魚精液不足引起受精率降低。試驗結果顯示，雌雄性比及產卵池大小對於產卵量、卵質與受精率均有密切關係，適當之雌雄性比將給自然產卵帶來更好的結果。譬如黑鯛，台灣省水產試驗所澎湖分所於 1979 年有 2 池黑鯛種魚自然產卵，一池雌雄配比 1♀：7.5♂，結果因雄魚過多致雌種魚於追尾時被追撞成傷相繼死亡，另一池性比 1♀：3.75♂，結果種魚全部活存且卵受精率達 97.87%⁽²⁾；林等⁽³⁾建議黑鯛自然產卵雌雄配比 1：1 即可。日本方面，伏見⁽⁴⁾建議黑鯛種魚自然產卵時雌雄配比 1♀：2♂。以嘉臘爲例，日本大分縣水產試驗所（1974）使用兩個 100 噸水槽（10×5×2 m³），A 池放養高齡種魚（體重 4~6 kg）雄 5 尾、雌 5 尾，6 齡種魚（平均體重 3.3 kg）雄 14 尾、雌 8 尾，4 齡種魚（平均體重 1.8 kg）雄 20 尾、雌 20 尾，計 72 尾（雄 39 尾：雌 33 尾），B 池放養 3 齡種魚（平均體重 1.2 kg）雄 30 尾、雌 64 尾，計 94 尾，結果 A 池採卵 3704 萬粒，平均 1 尾雌種魚產卵 112 萬粒，B 池採卵 1160 萬粒，平均 1 尾雌種魚產卵 26 萬粒，B 池採卵量較 A 池少之原因，B 池雄魚比率低，雌種魚於追尾行動中，精力消耗過大，引起產卵行動無法順利進行，產卵量因而減少。至於黃錫鯛，林等⁽¹⁾使用 50 尾黃錫鯛種魚，雌雄配比 ♀ 24：♂ 26，結果產卵非常成功，好卵比率平均達 90% 以上，受精率亦達 70~90%，本試驗開始時，雄種魚比例偏低，結果卵質不佳，受精率偏低，後來雌雄性比調整爲 1：1 時，於 80 噸產卵池中產卵結果，卵質仍然不佳，受精率亦偏低，但在 15 噸產卵池中產卵結果，卵質及受精率皆大幅改善，據此推斷黃錫鯛自然產卵時雌雄種魚之配比至少須達 1♀：1♂，如果放養空間加大時，雄種魚之比例應適當增大。

本試驗中 3 齡種魚，於無任何藥物處理及環境因素之促進催熟下，於室內水泥池中自然產卵受精成功，產卵期長達 128 日，平均 1 尾雌種魚產卵 239.5 萬粒，單位重量產卵數 330.7 × 10⁴ 粒/公斤；2 齡種魚則須利用藥物催熟方能順利產卵，產卵期達 97 日，平均 1 尾雌種魚產卵 173.6 萬粒，

單位重量產卵數 349.5×10^4 粒/公斤⁽¹⁾；今年度使用 2 齡種魚產卵，於 3 齡種魚產卵後 45 日仍未能自然產卵，最後仍借重藥物催熟方始順利產卵，產卵期僅 61 日，平均 1 尾雌種魚產卵 83.5 萬粒，單位重量產卵數 224.8×10^4 粒/公斤。於卵質方面比較，2 齡魚好卵比率 78.27 ~ 91.0 %，受精率 76.18 ~ 90.78 %，本試驗中 3 齡種魚產卵初期卵質不佳，於第 3 階段產卵正常時，好卵比率為 80.08 %，受精率平均為 82.4 %，兩者並無顯著差異。綜上所述，3 齡種魚比 2 齡種魚更適合於種苗生產，能夠自然產卵，產卵期早且長，產卵量多，此外卵徑較大，孵化出來之仔魚較大，育苗活存率較高。此結果類似嘉臘魚和黑鯛，日本方面，嘉臘 2 年魚可達成熟產卵，但種苗生產用之種魚以 3 ~ 4 齡魚為主⁽⁵⁾，黑鯛 2 齡魚同樣達到完全成熟且自然產卵，但 2 齡魚完全轉變為雌性之比例很低，故種苗生產使用之種魚以 3 齡以上種魚為適當⁽⁶⁾。

受精卵孵化之影響因素很多，卵質、集卵方法與裝置、孵化方法與裝置、孵化的管理、水質及環境因素等均會影響受精卵孵化時間、孵化率及孵化仔魚之畸型率。本試驗中探討卵之收容密度及光強度對孵化之影響，於收容密度試驗結果，在止水無打氣之情況下，當收容密度 800 粒/公升以下時，孵化率均在 85 % 以上，收容密度提高至 3200 粒/公升時，孵化率驟降至 13.0 %，收容密度 100 粒/公升至 3200 粒/公升時，受精卵之孵化率隨收容密度增高而降低，水中溶氧量隨孵化時間增加而降低，受精卵收容密度越高溶氧量下降速度越快，收容密度 3200 粒/公升時，孵化開始溶氧量为 4.25 ppm，經 48 小時孵化結束時溶氧量降為 0.65 ppm。HOLLIDAY 等 (1964)⁽⁷⁾ 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 ~ 1.10 ml / 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 (1978) 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。綜合以上敘述，卵發育時需要消耗氧氣，在止水無打氣之方式下孵化，溶氧量隨孵化過程而降低，收容密度越大，下降速度越快，卵收容密度太大時，受精卵重疊很多層聚集於玻璃杯邊緣，於靜止狀態下，中層卵對氧氣之交換吸收發生困難，卵於發育過程中因缺氧致發育速度減緩甚至停止，最後變白死亡。因此收容密度過高時，孵化率降低，孵化時間拉長。本試驗結果，於止水無打氣情況下孵化時，卵收容密度最好低於 800 粒/公升。

受精卵於光強度 0 ~ 3100 Lux 孵化試驗結果，孵化率於光強度 3100 Lux 下雖然稍低，但各組並無顯著差異。本試驗設計之光強度範圍雖然不大，但已包含一般室內之光強度，也就是說，受精卵於室內孵化時，光線不需經過調節與特殊設計，甚至於暗室內均能順利孵化。本試驗中各組水溫因日光燈功率不同而產生差異，各組孵化時間因而不同，但筆者等⁽¹⁾ 曾做過受精卵於不同溫度之孵化試驗，發現水溫於 20 ~ 24 °C 之間孵化率並無顯著差異，故試驗中水溫之變化雖產生孵化時間之差異，但對孵化率應無顯著影響。

室外泥底魚池培養之 3 齡種魚能夠完全成熟，且於室內自然產卵受精成功，產卵期長達 128 日，平均 1 尾雌種魚產卵 239.5 萬粒，此乃一新的進展，不僅確保種魚來源，更解決大量受精卵取得不易之問題，奠定種苗大量生產之基礎。

摘 要

本試驗之黃錫鯛種魚，曾於 1986 年 12 月經人工催熟後自然產卵受精成功，1987 年 4 月產卵結束後移至室外魚池經 7 個月之飼養，生殖巢再度完全成熟且於 1987 年 11 月下旬開始自然產卵，本報告主要內容為種魚培養、產卵情形及受精卵之孵化試驗，茲摘要如下：

1. 黃錫鯛 2 齡種魚經荷爾蒙人工催熟自然產卵後，翌年生殖巢能再度成熟且成功地自然產卵及受精
2. 黃錫鯛為多次產卵魚類。本試驗中產卵期自 1987 年 11 月下旬至 1988 年 3 月底，產卵期間長

達 128 日，產卵日數 109 日，產卵期間水溫自 14.2 °C 至 24.1 °C。利用 26 對種魚（♀ 26 : ♂ 26）自然產卵，共撈獲卵數 6227 萬粒，好卵（浮上卵）平均為 68.55 %，受精率平均為 72.63 %，平均 1 尾雌種魚產卵 239.5 萬粒，撈獲卵數總重量為雌種魚總重之 2.47 倍，單位重量產卵數高達 330.7×10^4 粒 / kg 雌種魚重。

3. 在無打氣、無流水之靜止狀態下，受精卵之孵化率隨收容密度增高而降低；水中溶氧量隨孵化時間而降低，卵收容密度越高，溶氧量下降速度越快。受精卵收容密度為 100 粒 / 公升、200 粒 / 公升、400 粒 / 公升、800 粒 / 公升、1600 粒 / 公升、3200 粒 / 公升，其孵化率分別為 100 %、96.5 %、92.5 %、85 %、77.6 % 及 13 %；孵化完成時溶氧量分別為 3.05 ppm、2.98 ppm、2.93 ppm、2.72 ppm、2.55 ppm、2.03 ppm 及 0.65 ppm。
4. 受精卵在無打氣、無流水之靜止狀態下孵化，在光強度 0 ~ 3100 Lux 範圍內，卵之孵化不受光強度影響，各組之孵化率無顯著差異。

本試驗部份經費承蒙農委會支助，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. 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。
2. 胡興華、林金榮、涂嘉猷（1982）。養殖黑鯛 *Acanthopagrus schlegelii* 之性轉變與自然產卵。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集，2，55 - 61。
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. 伏見徹（1979）。養殖用リウダイの種魚生産。養殖，16（1），81 - 84。
5. 山口正男（1978）。タイ養殖の基礎と實際。恆星社厚生閣，133 - 157。
6. 林金榮、顏枝麟、劉繼源、張仁謀、涂嘉猷、方玉昆（1987）。黑鯛與黃錫鯛之人工繁殖以及在人為環境下自然產卵之研究。魚類生殖與內分泌之基礎及應用研討會論文集，211 - 225。
7. 安永義暢（1975）。海產魚類卵仔魚期の環境。主要水溫、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。