

黃錫鯛之人爲自然產卵及胚胎發育

林金榮·張仁謀·劉繼源·方玉昆

陳其林·莊成意·涂嘉猷

Natural Spawning of Goldline Sea Bream *Sparus sarba* in the Artificial Environment and Embryonic Development

Kim-Jung Lin, Ren-Mou Chang, Chi-Yuan Liu, Yuh-Kuen Fang

Chi-Lin Chen, Cherng-Yih Juang and Jiá-You Twu

The brood fish of *Sparus sarba* which were used in this experiment were artificially cultured in ponds in Penghu area for two years. And they were shipped to an indoor concrete tank (5 x 3 x 1.2 m³) in Penghu Branch in October and November, 1986. They were trained to take artificial feed in the tank. On the 5th of December, the first natural spawning was occurred after two induced spawning injections were made. The natural spawning was last until march 14 of 1987. The effects of water temperature and salinity to hatching were studied and the development of embryo was observed during the spawning period. The results were as follows:

1. Two years brood fish which were cultured in earthen ponds could reach maturity in that environment and also spawned naturally in the indoor spawning tank. The minimum biological size of this species is 25.0 cm in total length and 280 g in body weight.
2. *S. sarba* is a multiple spawning species. In this past spawning season they spawned since the early of December, 1986 to the March of 1987 and the total spawning period were 97 days. A total number of 41,660,000 eggs were collected and the fertilization rate was 81.13%. The weight of the total number of eggs collected was 2.6 times of the weight of total female brood fish which stocked and the average number of eggs spawned per unit of body weight of the female brood fish were 3,495,000 eggs/kg.
3. *S. sarba* could adapt to a wide range of water temperature even in the spawning season. The water temperature was fluctuating between 15°C and 26°C in this past spawning season which did not affect the spawning activity significantly.
4. Mature egg of *S. sarba* is transparent, floating, separate and spherical in shape with a single oil globule. The diameter of the egg is between 0.92 and 1.02 mm with an average of 0.95 mm.

5. There were three terms within the spawning period. The highest fertilization rate was found in the mid-term, then was the final term and the early term was the lowest.
6. Cell cleavage was start 52 minutes after the egg was fertilized. Four hours and 52 minutes the embryo developed into morula stage; Six hours and 8 minutes into blastula stage; Twelve hours and 50 minutes half of the yolk was covered by blastovesicle; Nineteen hours and 27 minutes black pigment appeared on the embryo and oil globule. Hatching occurred at thirty-two hours and 3 minutes after fertilization with water temperature at 20.3- 24.8°C.
7. There are negative relationship between time needed for hatching and water temperature. alt was expressed by the formula as below;

$$Y = 111.58 - 3.44X \quad (r = -0.9777)$$
 or

$$\log Y = 4.7866 - 2.4161 \log X \quad (r = -0.9918).$$
 Y: Time needed for hatching (hour)
 X: Water temperature (°C)
8. Under the optimal water temperature (20°C - 24°C) hatching rate of the fertization eggs could be as high as 90 - 98% and the abnormal rate could down to 2.5 - 3.9%. When water temperature up to 24°C hatching rate dropped significantly. Eggs will unable to hatch if water temperature above 27°C.
9. There are different hatching and abnormal rate if the fertilized eggs were hatched under different salinities. The highest hatching rate and lowest abnormal rate were found at the salinity of 30 PPT; When salinity up to 35 PPT, hatching rate dropped slightly and abnormal rate raised slightly; Hatching rate dropped and abnormal rate went up following the dropped of salinity from 30 PPT. When salinity down to 10 PPT the abnormal rate almost up to 100%. Fertilization egg will not hatch when salinity down to 5 PPT.

前 言

黃錫鯛 *Sparus sarba* (FORSSKAL), 俗稱枋頭、白加納仔, 屬鯛科 (*sparidae*), D. XI - XII, 13 - 15; A III, 11 - 12; P. 15, L.l., 63 - 68 + 2 - 10; L. tr. 7/13 - 15。魚體扁平成橢圓形, 體高較黑鯛為高, 頭部之背外廓著成圓形, 體表呈灰色, 體側時有縱走帶出現, 由日本本洲南部至韓國釜山、南中國海、澳洲方面均有分佈⁽¹⁾⁽²⁾, 為溫帶或熱帶沿岸肉食性魚類, 本省分佈於北部及東北部⁽²⁾, 幼魚時產於內灣, 可長至 40 公分, 卵為透明浮性卵⁽³⁾, 此魚同時也是澎湖主要經濟魚類之一, 由於產量少、肉質鮮美、細嫩, 市場銷售價格一直趨於穩定良好, 目前此間亦有少數業者進行試養, 在每年 12 月起至翌年三月為生殖季節, 將撈捕自沿岸之天然種苗放養於築堤式魚塭飼養, 投餵予絞碎之下雜魚或人工練餌 (係以下雜魚為主摻入鰾粉、魚粉或其他粘著物質所製成)。黃錫鯛性饑食, 對餌料之選擇無專一性, 舉凡生鮮魚肉或人工配合飼料均能攝食, 稚魚時無黑鯛或石斑魚之殘食現象, 由於生長迅速, 對環境抵抗力強, 因此頗受養殖業者之喜愛, 自 3 月份開始放養, 年底即可收成。初步顯示, 其養殖潛力極為雄厚, 由於魚苗來源缺乏, 加上民衆的濫捕, 在天然資源上已有日益減少之趨勢, 為維護既有資源以及推廣黃錫鯛養殖, 人工繁殖種苗勢在必行。本研究旨在

探索人工催熟後自然產卵之可行性以及卵的發生、不同鹽度、溫度下卵的孵化情形，以做為未來種苗生產之基礎。

材料與方法

一、種魚購入與培育：

1986年10月25日至同年11月11日止，自民間養殖場購入兩齡種魚共75尾，放養於本分所歧頭養殖場之5 m × 3 m × 1.2 m室內水泥池中，並施予1 ppm濃度之B. K. C. (Benzalkonium Chloride 50%)藥浴24小時，種魚初期以下雜魚馴餌，3日後恢復攝食，飼養2星期後，改投予人工練餌(鰹粉：烏賊粉=3：1)，產卵期間每星期補充1-2次厚殼蝦(*Metapenaeopsis barbata*)或牡蠣。投餌採用撒投方式，慢慢投餵至種魚不再搶食，餌料沈底即停止投餵，每日記錄攝餌量及餌料種類。養殖用水是抽自本場外海之表層水，經砂石過濾沈澱後使用，每天並隨著潮汐，採流水方式交換池水，又每星期固定清池1次，飼育期間每日測定水溫。

二、人為自然產卵：

種魚於1986年11月25日檢查，測定全長、標準長、體重且分辨雌雄，雌種魚選自輕按腹部即有精液流出者，雌種魚則以塑膠軟管自生殖孔抽卵判定之，共選出雌性種魚24尾(全長25.0-33.0公分，平均29.8公分，體重280-630公克，平均496.6公克)；雄性種魚26尾(全長25.0-34.0公分，平均29.0公分，體重330-670公克，平均456.3公克)。為了減輕檢查及催熟時對種魚造成之壓迫(stress)及受傷，以Ethylene Glyco monophenyl ether 300 ppm濃度麻醉種魚，待魚體失去平衡側倒後再行操作之。本日(25日)利用分辨雌雄種魚之時，抽卵檢查雌性種魚卵粒成熟度，結果發現卵徑在0.35 mm左右，以塘虱魚腦下垂體為催熟荷爾蒙，取黃錫鯛一半體重之塘虱魚腦下垂體，單獨注射雌性種魚，至12月3日，距第1次催熟後8天，再次驗檢種魚卵粒成熟情形，卵徑增長至0.42 mm-0.55 mm之間，平均0.485 mm，同時施行第2次催熟注射—雌、雄種魚同時注射，劑量為1 g種魚注射0.5 IU Gona Hormone(中國化學製藥公司出品)，加上0.5 g塘虱魚之腦下垂體。

三、卵之收集與好、壞卵之分離、估算：

卵之收集利用正常卵浮於水面之特性，每日收卵2次(23:00 PM及翌日07:00 AM)，以60網目製成之收集網，架設於池子溢水口處，利用流水方式，收集受精卵，並將其置於25公升之玻璃製圓水缸中，旋轉缸水，待壞卵沈於底部後，以虹吸管分別吸出好、壞卵，並且稱重。卵的估算，產卵期間連續多次，取1 g卵在萬能投影機下計算其單位重量個體數，1 g卵平均為1,340粒。再將稱得之好、壞卵重，互乘以單位重量個體數，即得實際產卵數。產卵期間白天充分交換池水，以維持池水之清澈和魚體健康。將撈取之受精卵置於半噸或1噸容積之F.R.P.桶內，以止水微量打氣方式孵化。

四、卵的發生：

種魚產卵初期，於夜晚開始產卵時，利用60網目手抄網，於集卵槽內撈取少許受精卵，置於海水比重1.025之2 ℓ燒杯中，於顯微鏡下觀察追蹤記錄卵的發生情形，另一方面在萬能投影機下放大50 x觀察並描繪，又隨時測定水溫記錄之。

五、受精卵於不同鹽度下之孵化情形：

鹽度設定計分8組，2重複，分別為35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%與0%，使用2 ℓ之玻璃燒杯，內裝經沙過濾後之海水加淡水以鹽度計調配各組所需鹽度，將2細胞期之受精卵，置於投影機下計數，每一試驗組各放入受精卵100粒，不打氣置於室溫下孵化，當於各組孵化後，結束試驗並觀察計算其孵化率及仔魚畸形率。

六、受精卵於不同溫度下之孵化情形：

溫度試驗，自1986年12月28日起至1987年12月10日結束，以8組不同的試驗溫度，分別為20℃、21℃、22℃、23℃、24℃、25℃、26℃及27℃等，由於試驗設備不足，每次實驗僅能設定2個水溫，先後次序為22℃與24℃（28/12）、23℃與25℃（3/1）、26℃與27℃（6/1）、20℃與21℃（8/1），各配以一常溫對照組，實驗開始以2公升之燒杯，內裝經砂石過濾後之海水加淡水調配至30%，將燒杯放於恒溫水槽中（JULABO LABORTECH N I R GMBH D-7633 西德製 Typ Vc；110v，溫度偏差±0.1℃），調整所需溫度，再由投影機下計數100粒2細胞期受精卵，分別放入各試驗組與對照組內，實驗期間隨時觀察並記錄卵的孵化時間與孵化率。

結 果

一、自然產卵：

飼育期間水溫及每日產卵情形如圖1。正常卵所佔比例之日變化情形如圖2。飼養於5m×3m×1.2m室內水泥池之50尾（♀24：♂26）兩齡種魚，經兩次人工催熟於第2次（12月3日）注射催熟後之第2夜晚（12月5日）首次產卵，產卵數為5萬餘粒，當時水溫19.6℃，爾後連續產卵至12月15日，共產卵462萬餘粒，好卵數417萬餘粒，佔此期間卵數91.0%，受精率平均為72.19%，水溫變化在18.2—21.3℃之間，產卵時間約在每晚之11時左右。停止產卵持續至12月27日，28日清晨撈取10萬餘粒卵，爾後間斷產卵至翌年1月27日，這段期間產卵數及受精率均較前段時期多且高，平均受精率為90.78%，日產卵數在1月20日達最高約189萬餘粒，水溫在18.3℃，產卵時間提早至每晚9時左右。種魚在停止產卵5日後，於2月1日晚上8時30分，再次產卵，連續產卵至3月11日止，共產卵2,556萬粒，好卵數2,192萬粒，佔卵數之91.5%，受精率有下降趨勢約為76.18%。從2月1日起產卵趨於穩定，每隔3—5天會出現一產卵高峯，此種情形持續至產卵結束。本試驗種魚產卵期長達97日，產卵日數為71日，共產卵4,166萬粒，好卵數（正常卵）為3,782萬粒，佔全部卵數之90.7%，壞卵數（沈下卵）為384萬粒，佔全部卵數之9.23%。平均日產卵數60萬粒，最高日產卵數189萬粒，以重量計撈獲卵數達31,090g，而雌種魚總重量為11,920g，換言之，產卵量為雌種魚體重之2.6倍，平均每尾雌種魚產卵 173.6×10^4 粒，每尾產卵1,295.6g，單位重量產卵數高達 349.5×10^4 粒/kg。產卵過程中水溫變化在15.0℃—26.0℃之間，海水鹽度 $34 \pm 1\text{‰}$ 。種魚於產卵末期（3月8日起）有得病跡象且進食情況不佳，3月14日產卵結束後，檢查種魚并作形質測定，此時雌、雄種魚判斷不易，種魚平均體重為467.0g，較之產卵前平均體重475.8g略輕。又整個產卵期間所投餵之餌料，計有鰾粉+烏賊粉（3：1）19,790g、牡蠣5,550g、鮮蝦6,400g及下雜魚2,250g，總計33,990g。

二、卵的發生：

如表1所示。成熟卵為無色透明的分離浮性卵，卵呈圓形，卵徑為0.92mm—1.02mm平均值為0.95mm，油球一個位於卵之中央部位，油球徑長0.22mm—0.27mm，平均值為0.24mm。在水溫20.3℃、鹽度35‰之海水中，成熟卵受精後48分鐘，胚盤隆起即可看到極帽（Polar cap）之形成，52分鐘後分裂成2個細胞，1小時20分後分裂成4個細胞，受精後1小時36分鐘時分裂成8個細胞，2小時18分後分裂成32個細胞，受精後4小時15分分裂成多細胞，4小時45分後進入桑椹期（Morula stage），受精後6小時8分進入胞胚期（Blastula stage），如圖3—10。

受精後10小時40分胚囊覆蓋卵黃三分之一，12小時50分後胚囊覆蓋卵黃二分之一，受精後14小時10分胚囊覆蓋卵黃四分之三，14小時40分後胚囊已完全將卵黃覆蓋，胚體形成，16小

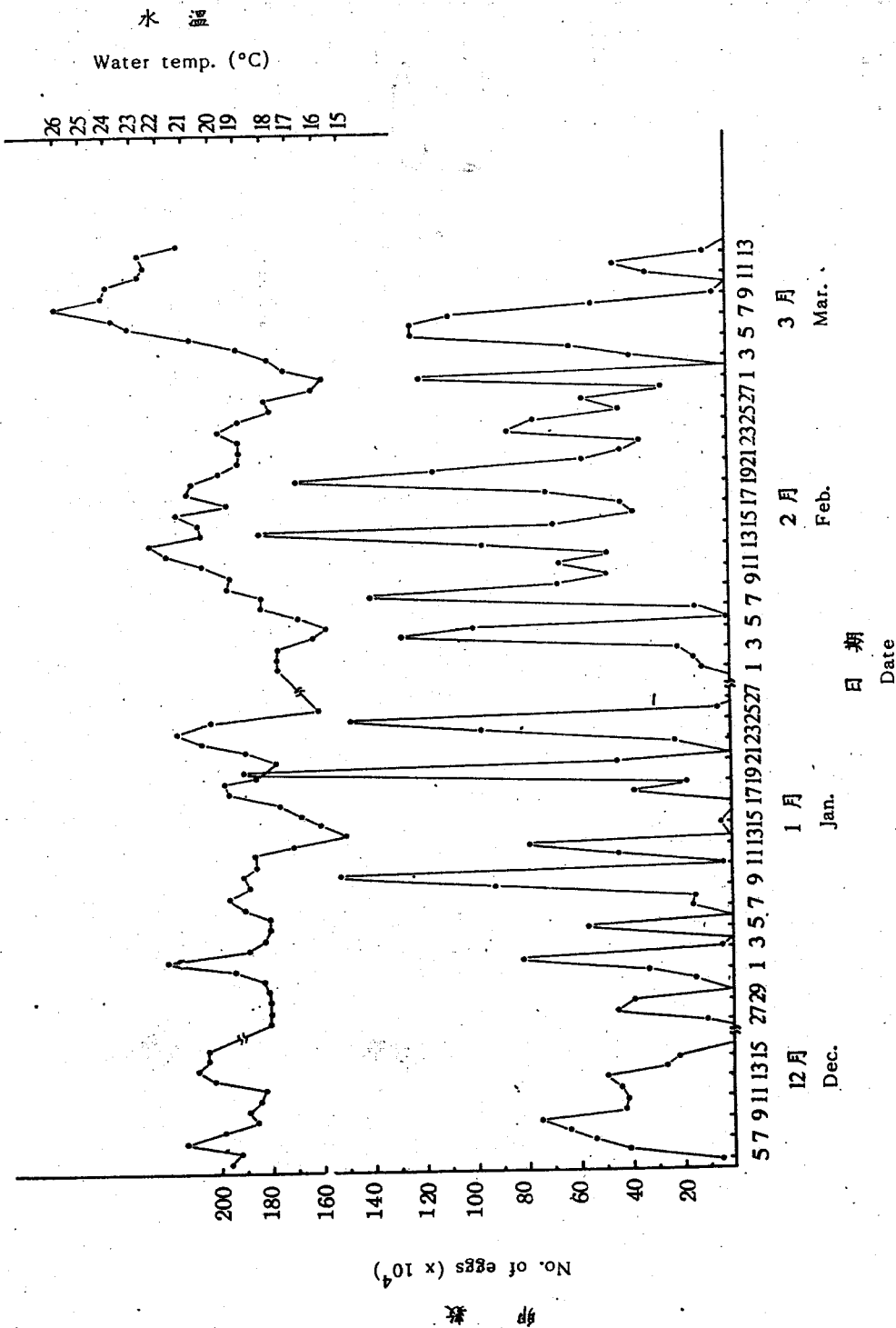


圖 1 1986 及 1987 年黃錫鯛種魚於室內水泥池中自然產卵之水溫及誘獲卵數之日變化情形
 Fig. 1 Changes of water temperature and number of eggs of *Sparus sarba* collected from the indoor concrete spawning tank of 1986, 1987.

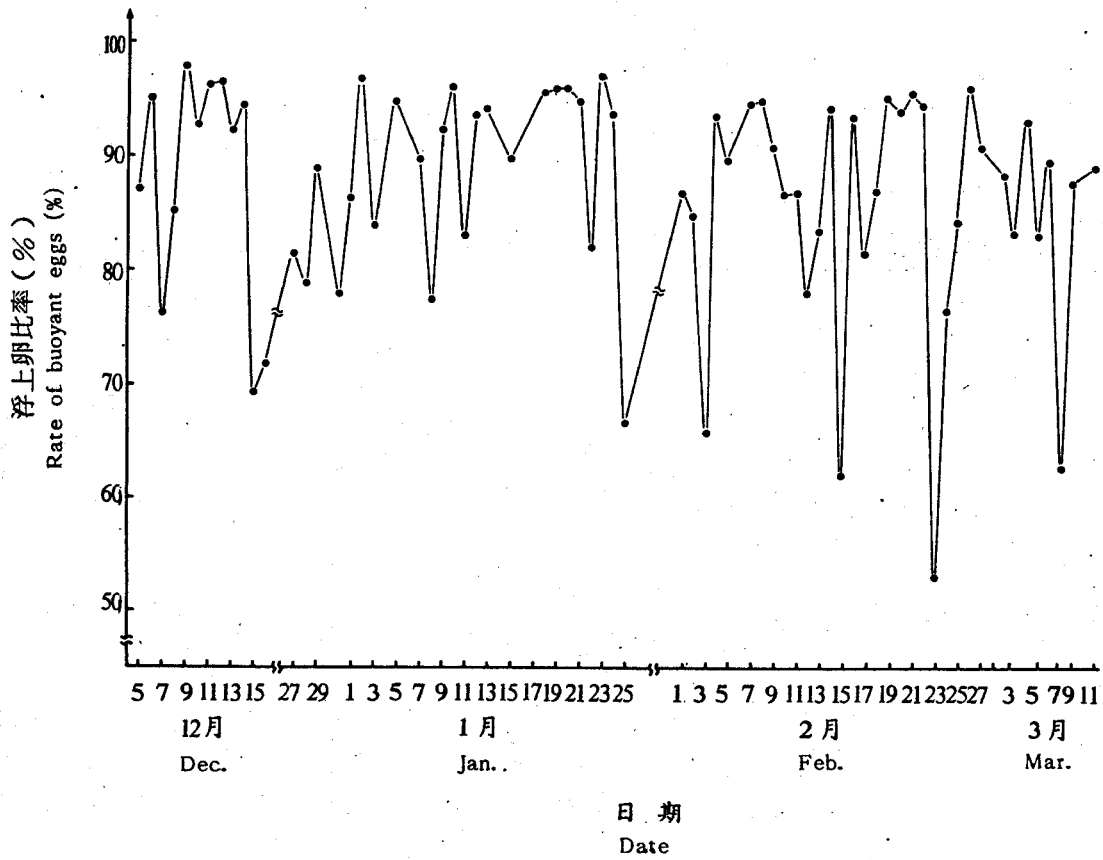


圖 2 1986 至 1987 年黃錫鯛種魚於室內水泥池中自然產卵之正常卵數之日變化
 Fig. 2 Changes of rate of buoyant eggs (normal eggs floating on the surface) of *Sparus sarba* collected from the indoor concrete spawning tank of 1986, 1987.

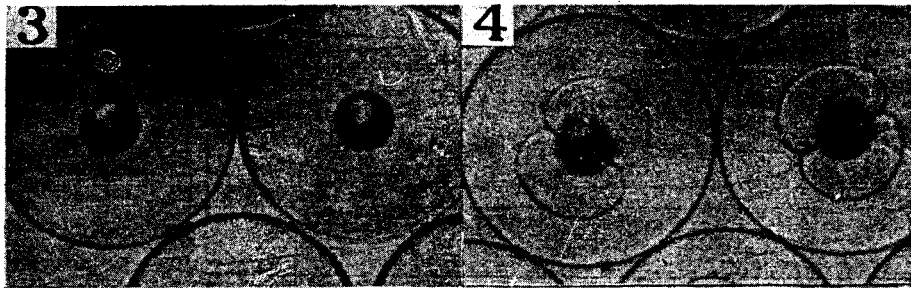


圖 3 受精卵，卵徑 0.95 mm (受精後 10 分鐘)
 Fig. 3 Fertilized egg. (egg's dia. 0.95mm Time after fertilization, 0:10)
 圖 4 2 細胞期 (受精後 52 分鐘)
 Fig. 4 2-cell stage (Time after fertilization, 0:52).

表1. 黃錫鯛受精卵之胚胎發育情形

Table 1 Embryonic development of *Sparus sarba* (Forsskal)

Time	Duration (Hour:min)	Water temp. (°C)	Developmental stage
20:50	00:00	20.3	Fertilized egg (0.95 mm in dia.), oil globule (0.24 mm in dia.)
21:38	00:48	20.4	Enlargement of blastoderm
21:42	00:52	20.4	2 - cell stage.
22:10	01:20	20.6	4 - cell stage.
22:26	01:36	20.7	8 - cell stage.
23:08	02:18	20.9	32 - cell stage.
01:05	04:15	21.3	Multi - cell stage.
01:35	04:45	21.4	Morula stage.
03:58	06:08	21.5	Blastula stage.
07:30	10:40	21.5	¼ of yolk is covered with blastodisc.
09:40	12:50	21.8	¼ of yolk is covered with blastodisc.
11:00	14:10	22.4	¼ of yolk is covered with blastodisc, embryo bud appear.
11:30	14:40	22.6	Embryo formation.
13:02	16:12	23.2	Blastopore closes, Kupper's vesicle and optic vesicle appear.
13:45	16:55	23.5	Myotomes appear, 6-somite stage.
21:55	25:05	24.3	Lens of optic vesicle formation, heart pulse commences. Pulse number 90/min, myotomes 20.
22:10	25:20	24.3	Auditory vesicle formation and early motility.
04:53	32:03	22.9	First egg hatches, newly hatched larvae 2.22 mm.

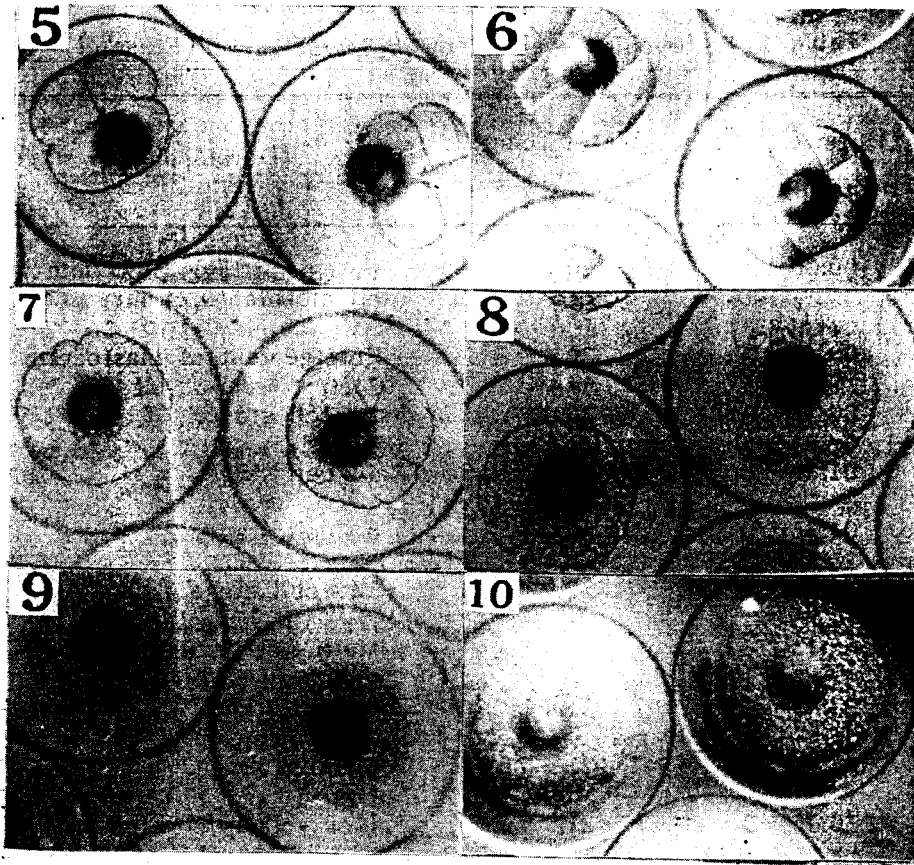


圖 5 4 細胞期 (受精後 1 小時 20 分鐘)

Fig. 5 4-cell stage (Time after fertilization, 1:20).

圖 6 8 細胞期 (受精後 1 小時 36 分鐘)

Fig. 6 8-cell stage (Time after fertilization, 1:36).

圖 7 32 細胞期 (受精後 2 小時 18 分鐘)

Fig. 7 32-cell stage (Time after fertilization, 2:18).

圖 8 多細胞期 (受精後 4 小時 15 分鐘)

Fig. 8 Multi - cell stage (Time after fertilization, 4:15).

圖 9 桑椹期 (受精後 4 小時 45 分鐘)

Fig. 9 Morula stage (Time after fertilization, 4:45).

圖 10 胞胚期 (受精後 6 小時 8 分鐘)

Fig. 10 Blastula stage (Time after fertilization, 6:08).

時 12 分 胚口 (blastophore) 閉鎖，Kupper's vesicle 及眼胞 (optic vesicle) 出現，16 小時 55 分後 胚體在中央出現體節，體節數 6，19 小時 27 分後在油球出現褐色色素胞，有 12 體節數，受精後 21 小時 55 分首見心臟跳動，此時色素胞明顯。如圖 11 - 18。

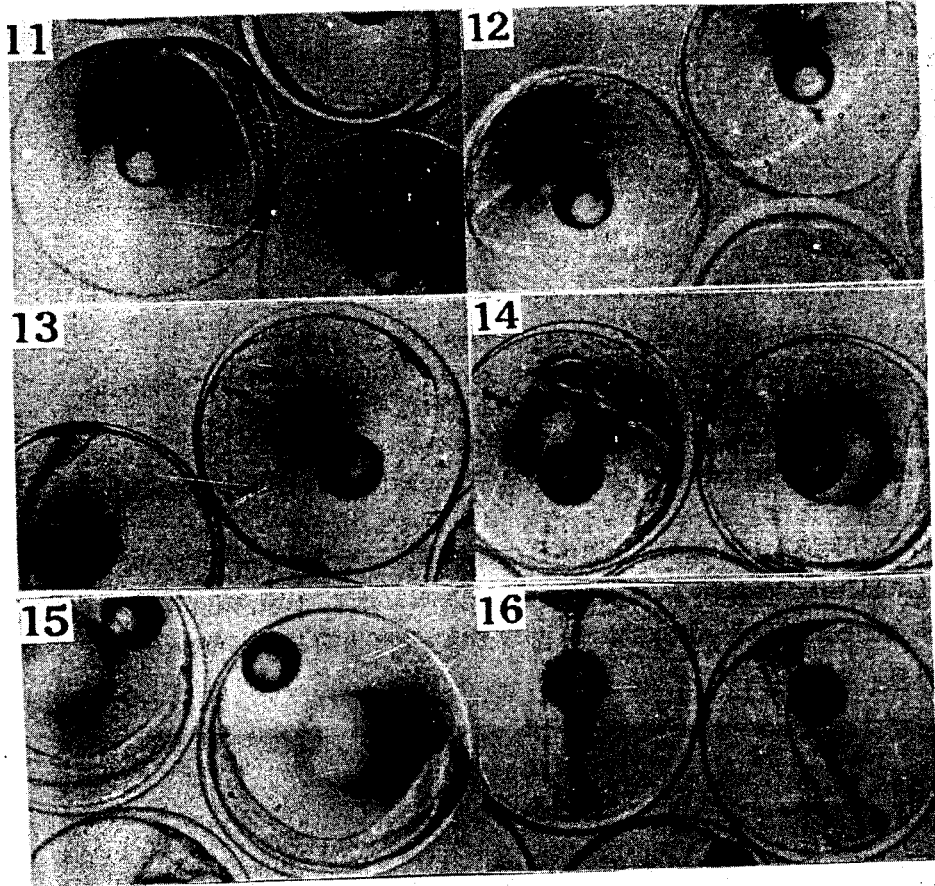


圖 11 胚囊覆蓋卵黃 1/3 (受精後 10 小時 40 分鐘)

Fig. 11 $\frac{1}{3}$ of yolk is covered with blastodisc (Time after fertilization, 10:40)

圖 12 胚囊覆蓋卵黃 1/2 (受精後 12 小時 50 分鐘)

Fig. 12 $\frac{1}{2}$ of yolk is covered with blastodisc (Time after fertilization, 12:50).

圖 13 胚囊覆蓋卵黃 3/4 (受精後 14 小時 10 分鐘)

Fig. 13 $\frac{3}{4}$ of yolk is covered with blastodisc (Time after fertilization, 14:10).

圖 14 胚體形成 (受精後 14 小時 40 分鐘)

Fig. 14 Embryo formation (Time after fertilization, 14:40).

圖 15 原口閉鎖，庫氏胞及眼胞出現 (受精後 16 小時 12 分鐘)

Fig. 15 Blastopore closes, Kupper's vesicle and optic vesicle appear (Time after fertilization, 16:12).

圖 16 胚體中央出現 6 體節 (受精後 16 小時 55 分鐘)

Fig. 16 Myotomes appear, 6-somite stage. (Time after fertilization, 16:55).

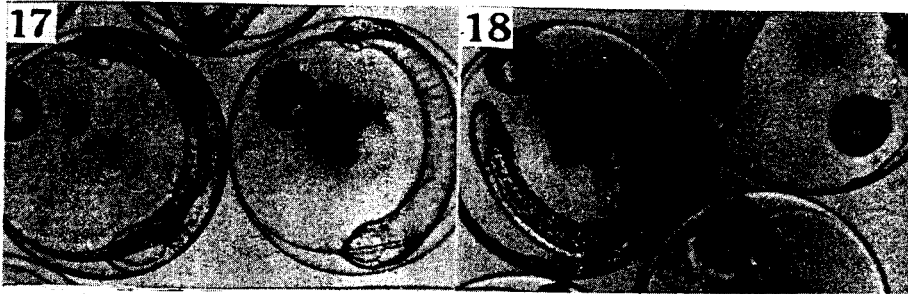


圖 17 胚體及油球出現黑色素 (受精後 19 小時 27 分鐘)

Fig. 17 Melanophores appeared on the embryo and oil globule.
(Time after fertilization, 19:27).

圖 18 心臟開始跳動 (受精後 21 小時 55 分鐘)

Fig. 18 Heart started beating (Time after fertilization, 21:55).

受精後 25 小時 5 分，眼球形成，體節分化成 20 體節，此時心跳速率每分鐘 90 次。經過 15 分鐘後，耳胞 (Auditory Vesicle) 形成；胚體圍繞卵黃三分之二，此後胚體蠕動愈來愈迅速。在受精後 32 小時 3 分時，胚體隨著一連串的蠕動，掙破卵膜，孵化出第 1 尾仔魚，此時全長為 2.22 mm。如圖 19 - 24。

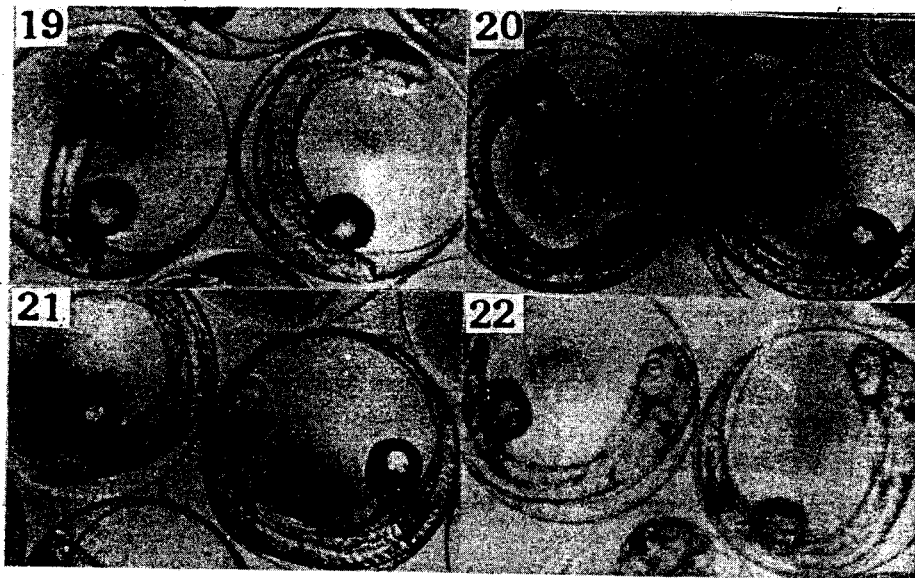


圖 19 眼胞形成，心跳每分 90 下，體節 20 (受精後 25 小時 5 分鐘)

Fig. 19 Lens of optic vesicle formation, heart pulse commences, pulse frequency 90/min, myotomes 20. (Time after fertilization, 25:05).

圖 20 胚體覆蓋卵黃 2/3，耳胞形成，開始蠕動 (受精後 25 小時 20 分鐘)

Fig. 20 The $\frac{2}{3}$ yolk is covered with embryo, Auditory vesicle formation and early motility (Time after fertilization, 25:20).

圖 21 22 胚體覆蓋卵黃 3/4 (受精後 26 小時 40 分鐘)

Fig. 21, 22 The $\frac{3}{4}$ yolk is covered with embryo (Time after fertilization, 26:40).

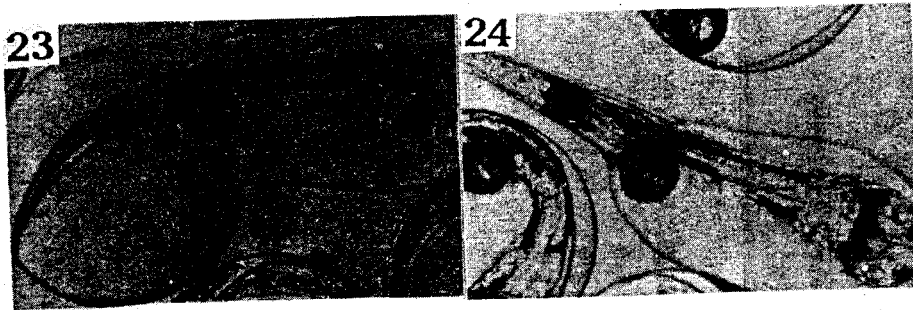


圖 23 24 第 1 尾仔魚孵化，仔魚全長 2.22 mm (受精後 32 小時 3 分鐘)
 Fig. 23, 24 First egg hatches, newly hatched larvae 2.22 mm (Time after fertilization, 32:03).

三、受精卵於不同鹽度下之孵化情形：

在鹽度試驗中，開始實驗時，卵細胞發育在 2—4 細胞期，水溫在 21.8℃—23.5℃ 之間，受精卵在海水鹽度 35‰ 中懸浮於水面，鹽度 30‰ 時懸浮於中、上水層，海水鹽度 25‰ 時，受精卵在放入燒杯後，緩慢下沉，30 分鐘後大部份沉至底部，鹽度 20‰ 以下各組，受精卵在放入燒杯中後，很快便下沉至底部。5 小時後，鹽度 5‰ 及 0‰ 兩組之受精卵逐漸變白死亡。10 小時後，鹽度 10‰ 及 15‰ 兩組之受精卵，部份卵變白濁，其餘各組均正常發育，36 小時 30 分後各組孵化完成，經觀察統計結果，各組孵化率與仔魚畸形率如圖 25。在海水鹽度 30‰ 時受精卵孵化率最高，仔魚畸形率最低，大於 30‰ 時孵化率與畸形率略差，孵化用水鹽度低於 30‰ 時隨著鹽度之降低，孵化率有明顯之下降，在鹽度 5‰ 時，完全不能孵化；仔魚畸形率亦隨著鹽度之下降而增加，雖然在鹽度 15‰ 及 10‰ 時，受精卵可以孵化，但是仔魚之畸形率達 100%，由本試驗結果顯示海水鹽度 30‰ 時，是黃錫鯛受精卵的最佳孵化鹽度。

四、受精卵於不同溫度下孵化情形：

水溫與孵化時間成負相關關係，如圖 26，溫度愈高，卵孵化時間愈短，反之則愈長。26℃ 時為 24 小時 15 分鐘，25℃ 時為 25 小時 40 分鐘，23℃ 時為 30 小時 55 分鐘，20℃ 時受精卵孵化時間為 44 小時 5 分，又溫度過高時，對卵可能造成傷害，27℃ 時受精卵完全不能孵化。在孵化率上，水溫 20℃—24℃ 之間孵化率最高 90%—98%，水溫 25℃ 與 26℃ 時，孵化率顯著降低為 78% 與 79%；而仔魚畸形率上，水溫 20℃—24℃ 時，畸形率最低 2.5—3.9%，大於 24℃ 時逐漸增加，26℃ 時，畸形率最高 21.5%。此實驗結果顯示：水溫對於受精卵胚胎發育之速率有明顯的影響，在適溫範圍內，水溫升高孵化時間縮短，然而溫度過高則影響到孵化率及仔魚畸形率。不同溫度下，受精卵之孵化情形如表 2。

討 論

種魚人為自然產卵，產卵量多寡除了種魚本身因素外尚包括外在環境條件及其它變異因子之影響，種魚本身條件包括健康情形、營養狀況、體型大小、成熟度、荷爾蒙種類注射劑量及生殖生理特性等等，環境條件則包括物理、化學與生物環境之特性。這些條件互為關係，影響著種魚之產卵。黃錫鯛類似於其他鯛類如嘉臘⁽⁴⁾、黑鯛⁽⁵⁾、烏鯨⁽⁶⁾、飯鯛⁽⁷⁾、或龍占科魚類⁽⁸⁾，在飼養 2 年性腺即可成熟，其最小成熟體型為 25.0 cm、體重 280 g，此次試驗所選用之種魚為人工池中養成 2 年者，從養殖場購入後至首次產卵，約 24—25 日，這在其它同屬鯛科之魚類中，則屬少見，1980 年在繁殖前 1 個月由箱網中移入嘉臘種魚至室內種魚池飼養，因環境劇變種魚不攝食，卵巢退化，整個產卵期中未

表 2 黃錫鯛受精卵於不同溫度下之孵化情形
 Table 2 Hatching of the fertilized eggs of *Sparus sarba* under various water temperatures.

日期 Date	水溫 Water temp (°C)	開始孵化時間 Duration time needed for the first egg to hatch. Hr:min	結束孵化時間 Duration time needed for the first egg to hatch. Hr:min	孵化率 Hatching rate (%)	畸形率 Deformed rate (%)	備註 Remark
Jan. 6 23:00	27	0	0	0	0	III
Jan. 6 23:00	26	24:15	26:35	79.0	21.5	III
Jan. 3 21:50	25	25:40	28:40	78.0	7.6	II
Dec. 28 00:50	24	26:55	29:40	96.5	3.9	I
Jan. 21:50	23	30:55	34:45	90.0	3.3	II
Dec. 28 00:50	22	34:40	39:50	95.0	3.6	I
Jan. 8 21:10	21	40:15	42:50	98.0	2.5	IV
Jan. 8 21:10	20	44:05	47:18	91.5	2.7	IV
Jan. 3 21:50	18.0-20.1	50:02	55:25	83.0	7.8	II
Dec. 28 00:50	18.4-21.4	44:48	49:02	92.5	4.8	I
Jan. 6 23:30	19.6-22.0	40:58	43:00	95.0	10.5	III
Jan. 8 21:10	18.8-22.0	43:00	48:17	94.0	2.6	IV

I : 第一次孵化試驗
 II : 第二次孵化試驗
 III : 第三次孵化試驗
 IV : 第四次孵化試驗

I: The first hatching experiment.
 II: The second hatching experiment.
 III: The third hatching experiment.
 IV: The fourth hatching experiment.

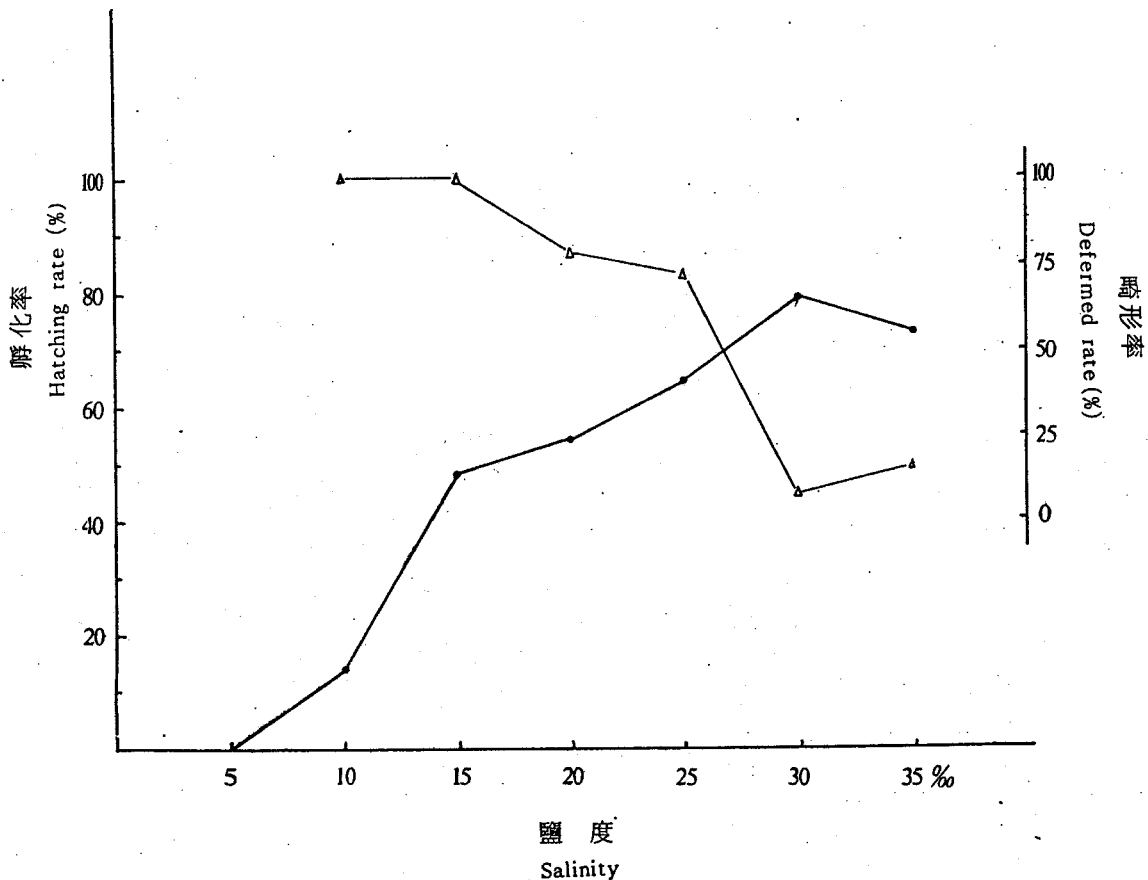


圖 25 黃錫鯛受精卵在不同鹽份濃度下之孵化率與畸形率

Fig. 25. Hatching rate and deformed rate of the fertilized egg of *Sparus sarba* hatched under various salinities.

見產卵，1981 年於繁殖期前 3 個月移入嘉臘種魚，經 1 個月餘之馴餌，始能進一步產卵，1985 年在繁殖期 1-2 個月，由內灣箱網中移入嘉臘，黑鯛種魚至室內種魚池飼養，經過 2-3 個月後，始能產卵，1987 年於繁殖期前 15 天左右由箱網移入 100 尾 3 齡嘉臘種魚，結果因種魚無法攝食，情形類似於 1980 年。由以上可知，愈接近繁殖季節，對黑鯛、嘉臘種魚的搬移，影響愈大，而此種情形對同屬鯛科之黃錫鯛種魚而言，影響並不顯著，此種現象是否因魚種，飼養環境，產卵週期，人為操作或其它變異因子之影響而有差別尚待進一步之求證。

過去國內在鯛類的種苗生產上均使用人工注射催熱採卵方式生產種苗，1980 年起本分所嘗試以黑鯛種魚經催熱後讓其自然產卵，結果顯示其能自然產卵，翌年（1981）再以嘉臘、黑鯛進行試驗，亦同樣有產卵情形，唯其量不多，以黑鯛為例，平均每尾雌種魚產卵 17.5 萬粒，種魚催熱是以 1 IU/g 劑量之 Gona Hormone（中國製藥公司出品）注射催熱⁽¹⁾，1985 年改用投銀法飼餵嘉臘、黑鯛種魚，將荷爾蒙先行溶解後，加以稀釋混予鰕粉揉成團狀投餌，（劑量約 0.25 IU/1g 魚體重）每週投餵 2 次，直至種魚開始產卵時。經過 2 個多月左右的飼育，兩種種魚均能產卵。在黃錫鯛方面乃屬首次使用人為自然產卵方式，使用 Gona Hormone（中國製藥公司出品）按種魚體重 1 g 對 0.5 IU 劑量並加注射鰕魚腦下腺，於溢水口處架設集卵槽收集卵粒，結果證明此種模式適宜黃錫鯛種魚之催熱產卵，種魚產卵期長達 97 日，平均每尾產卵數 173.6×10^4 粒，為 1981 年黑鯛之 10 倍，如

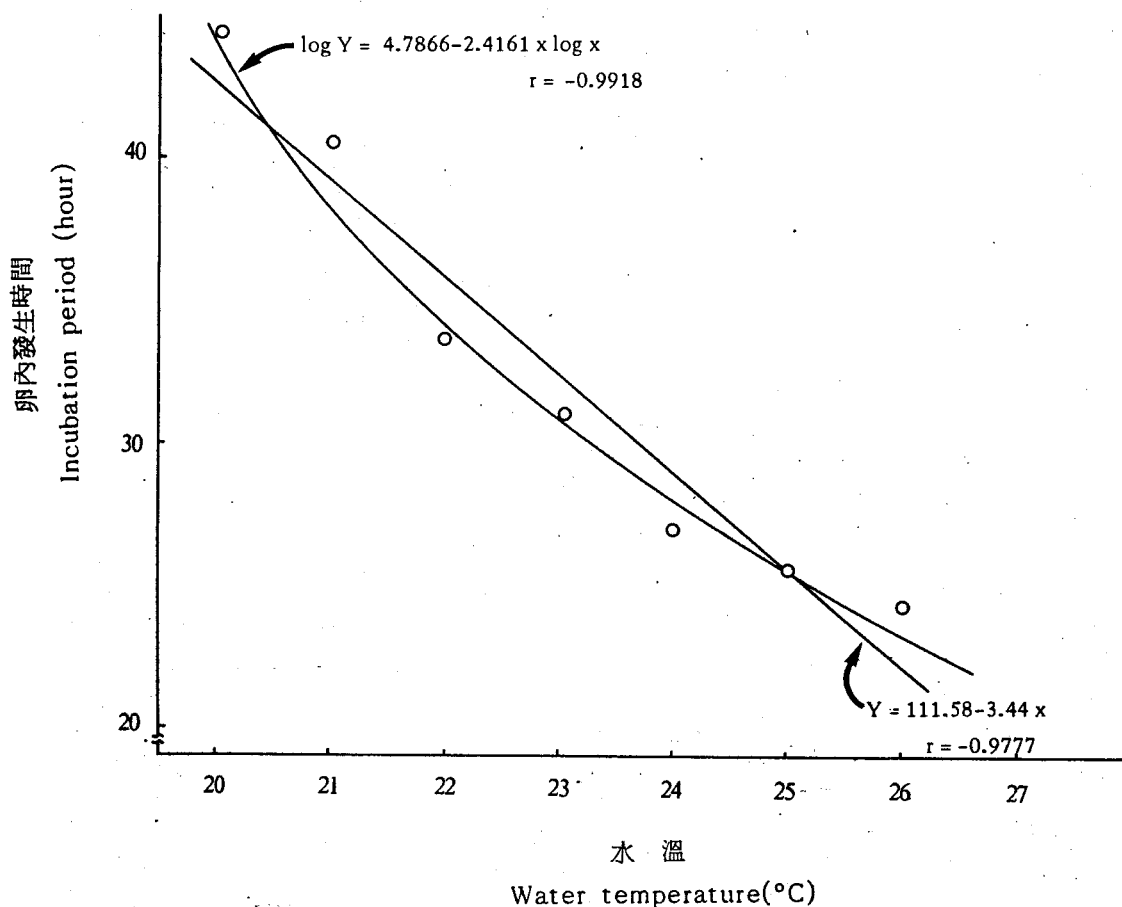


圖 26 水溫與卵內發生時間之關係

Fig. 26 Regressions between water temperature and incubation period.

前所述，種魚人為自然產卵受環境因子影響甚鉅，嘉臘、黑鯛種魚由箱網移入室內後，需有一段很長的適應期，同時產卵期間以浮游生物網在池中來回撈取懸浮在水中的受精卵，種魚不斷受到騷擾，亦為產卵量少之原因，另外，過去在劑量上，常單獨使用荷爾蒙注射催熟種魚，而未加注魚類之腦下垂體，此是否是造成種魚產卵量少，產卵期短之主要原因，則有賴往後之試驗證明。黃錫鯛、黑鯛、嘉臘種魚在經過注射催熟後，初期產卵會有間斷現象，是否為多次產卵型魚類特有之現象，亦需於往後試驗中求證。

水溫為環境因子之一，亦常是影響種魚產卵之主要因素，溫度過高、過低皆會抑制種魚之產卵，在黑鯛方面當水溫低至 15°C 或高至 26°C 時產卵有停止現象⁽⁹⁾，在此範圍內，維持一段低溫期後待水溫回升時常能促進產卵，然而當水溫再度下降至產卵適溫以下時產卵中斷，嘉臘魚亦有此同樣現象。原田⁽¹⁰⁾ 飼育嘉臘魚時，水溫逐漸上升近 17°C 時自然產卵，降至 16°C 以下產卵停止。日本嘉臘產卵之水溫範圍 15 - 20°C，而以 17 - 20°C 產卵較多，本分所過去所試驗之自然產卵範圍為 16 - 22°C 與日本十分相似⁽⁹⁾。

在成熟卵方面，黃錫鯛受精卵 0.92mm - 1.02mm，平均值 0.95 mm，油球徑 0.22mm - 0.27 mm 平均為 0.24mm，較嘉臘的 0.9mm 與 0.2mm⁽⁴⁾，黑鯛的 0.81 - 0.89mm 與 0.18 - 0.21mm⁽⁵⁾ 大，同時遠超過黑星笛鯛的 0.70 - 0.78mm 和 0.15 - 0.16 mm⁽¹¹⁾。黃錫鯛在不同水溫下孵化時間

可由 26 °C 之 24 小時 15 分孵化，至 20 °C 之 44 小時 5 分孵化，其中 20 °C 之孵化時間與柳谷¹²在黑鯛方面的試驗結果 40 - 50 小時孵化相近。又其與嘉臘、黑鯛皆屬浮性卵，死卵或未受精卵下沉，但下沉卵中尚有部份為受精卵。產卵初期和末期，受精率與產卵數偏低且少，換言之，產卵中期卵質較佳，此點類似於山口、福岡、長崎三水產試驗場所做之嘉臘魚試驗¹³。

鯛類長久以來即是大家所喜愛的魚類，在市場上一直佔有相當的地位，過去黃錫鯛由於產量較少，大眾對其所認識的程度遠不及嘉臘、黑鯛等魚種。由本試驗結果獲知，黃錫鯛為一連續產卵型魚類，除了產卵期長，產卵數多外，受精率也高，這在漁業資源日益減少之際，實是一大喜訊。我們知道，長久以來，種苗缺乏是困擾國內純海水魚類養殖業者之主要問題之一，今日，能夠獲得此一優良魚種，對水產資源的提供及養殖問題之改善，實具深遠的意義，未來我們需要著手進行的，就是種苗的大量生產。

摘 要

本試驗之黃錫鯛係潮間帶築堤式魚池養成之 2 齡種魚。於 1986 年 10 月及 11 月分兩批移入澎湖白沙岐頭養殖場室內水泥池（ $5 \times 3 \times 1.2 \text{ m}^3$ ），經馴餌、檢查測定、配對及荷爾蒙人工催熟注射，於同年 12 月 5 日微妙地自然產卵受精成功，再經巧妙地設計、細心地照顧，種魚非常難得地持續產卵至 1987 年 3 月 14 日，本報告詳述種魚培養過程、產卵過程，每日產卵數、卵質測定及胚胎發育情形；且於產卵期間探討受精卵於不同鹽度及溫度下孵化情形，其結果摘要如下：

一、潮間帶築堤式魚池養成之黃錫鯛 2 齡種魚，於人為環境下經荷爾蒙人工催熟可達完全成熟且自然產卵受精成功，其最少生物體型為全長 25.0 公分、體重 280 g。

二、黃錫鯛為多次產卵魚類。本試驗中產卵期長達 3 個月多，自 1986 年 12 月初至 1987 年 3 月中旬，產卵日數達 71 日，利用 50 尾種魚（♀ 24 : ♂ 26）自然產卵，其撈獲卵數 41,660,000 粒，受精率平均為 81.13%，撈獲卵數總重量為雌種魚總重之 2.6 倍，單位重量產卵數高達 3,495,000 粒/kg。

三、黃錫鯛產卵季節之適溫範圍極廣，產卵季節中水溫自 15 °C 至 26 °C 對產卵無顯著影響。

四、整個產卵過程可分為 3 個階段。第 2 階段之受精最高，產卵量亦多，其次為第 3 階段，第 1 階段最低。

五、黃錫鯛之成熟卵為無色透明的分離浮性卵，卵呈圓形，單油球位於卵之正中央，卵徑為 0.92 - 1.02 mm 平均值為 0.95 mm。

六、黃錫鯛之受精卵於水溫 20.3 °C 下約 52 分鐘分裂成 2 細胞，4 小時 52 分發育為桑椹期，6 小時 8 分鐘達胞胚期，12 小時 50 分時胞胚覆蓋卵黃 1/2，19 小時 27 分胚體及油球上出現黑色素，32 小時又 3 分鐘仔魚開始孵化，孵化過程水溫範圍為 20.3 ~ 24.8 °C。

七、孵化時間和水溫呈負相關關係，其關係式為：

$$Y = 111.58 - 3.44 X \quad (r = -0.9777) \quad \text{或} \quad \text{Log } Y = 4.7866 - 2.4161 \text{ Log } X \quad (r = -0.9918)$$

Y：孵化時間（小時） X：水溫（°C）

八、黃錫鯛受精卵適當孵化水溫為 20 ~ 24 °C，孵化率可達 90 ~ 98%，畸型率低至 2.5 ~ 3.9%，當水溫高於 24 °C 時孵化率明顯下降，水溫升至 27 °C 時受精卵將無法孵化。

九、黃錫鯛受精卵於不同鹽度下之孵化率及畸型率有顯著差異。鹽度為 30 ppt 時孵化率最高畸型率最低；鹽度提高至 35 ppt，孵化率稍為下降，畸型率稍稍提高；鹽度低於 30 ppt 時，孵化率隨著下降，畸型率跟隨提高，當鹽度為 10 ppt，畸型率高達 100%；鹽度低至 5 ppt 時受精卵將無法孵化。

參考文獻

1. 陳兼善、于名振 (1986). 台灣脊椎動物誌。台灣商務印書館, 566.
2. 沈世傑 (1984). 台灣近海漁類圖鑑, 68.
3. 蒲原稔治 (1966). 標準原色圖鑑全集, 第四卷, 保育社, 66.
4. 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.
5. 林金榮、顏枝麟 (1980). 黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 人工繁殖, 台灣省水產試驗所試驗報告, 32, 701 - 709.
6. 劉富光、胡興華 (1980). 烏鯨 *Acanthopagrus latus* 人工繁殖初報, 台灣省水產試驗所試驗報告, 32, 673 - 678.
7. 林金榮、顏枝麟、胡興華 (1983). 飯鯛 *Evymis cardinalis* (Lacepede) 胚胎發育及初期仔魚的形態變化。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 3, 75 - 92.
8. 黃丁士、顏枝麟 (1984). 濱龍占 *Lethrinus nebulosus* (Forsskal.) 胚胎發育及初期仔魚的形態變化。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 4, 53 - 60.
9. 胡興華 (1983). 鯛魚人工繁殖研究—嘉臘 *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.
10. 原田・輝雄 (1974). 魚類の成熟と産卵。海産魚, 日本水産學會編, 66 - 75.
11. 劉富光、胡興華 (1980). 黑星笛鯛 *Lutjanus russelli* (Bleeker) 胚胎發育及初期仔魚的形態變化。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 3, 75 - 82.
12. 柳谷・弘道 (1979). クロダイの生態と習性。養殖, 16(1), 86 - 88.
13. マダイ種苗生産研究會 (1979). マダイ種苗生産技術の現状と問題點。日本水産資源保護協會 5-21.