

鮭形石斑魚之人工繁殖—Ⅲ種魚的 培育、催熟、產卵

黃丁士·顏枝麟·劉繼源

Experiments on the Artificial Propagation of Salmon-like Grouper, *Epinephelus salmonides* (Lacepede)—Ⅲ Brood Stock Nursing Induced Maturation and Spawning

Ting-Shih Huang, Chih-Lin Yen and Chi-Yuan Liu

The salmon-like grouper *Epinephelus salmonides* is one of the commercially important grouper species farmed in Taiwan and Pescadores. The fry and fingerlings used for stocking in pond and cage culture are usually caught from shallow water in coast water along the west coast of Taiwan and Pescadores, during the period from May to October.

The supply of fry from local water is limited and uncertain, and has become one of the major constraints restricting further development of fish farming.

This experiments were conducted from 1985 to 1986 and the results as follows:

1. *Epinephelus salmonoides* is a protogynous hermaphrodite i.e. it matures as a female but transforms male when it grows bigger and older.
2. Most of the male fish with ripe testes were above 125 cm in total length and more than 26 kg in body weight. Matured female fish were below 110 cm in total length; Those fish within the range of 110-124 cm in total length will be uncertain in sex. The longer of total length the more chance to be a male.
3. Male fish with good conditions was injected with H.C.G. in a dosage of 500 I.U. per kilogram body weight. Three days later milt could be stripped out and used in artificial fertilization.
4. The wild brooders of *E. salmonoides* which got last year were reared in concrete pond for one year. Female fish could rematured and be induced to spawn naturally by injected with H.C.G in a dosage of 1,000 I.U. per kilogram body weight and also injected with preserved carp pituitary gland. Eggs spawned from these females could be fertilization by using the wild male fish which we got this year and hatched normally.
5. 2-phenoxyethanol is a very good narcosis for adult salmon-like grouper by using 300-400 ppm in concentration and treated for 2-6 minutes.

前 言

鮭形石斑是澎湖地區淺海養殖中最重要高級經濟魚類之一，餌料係數低且收益高，極適合高密度集約養殖^{(1) - (5)}。且近年來本省南部沿海養殖業者亦熱衷石斑魚養成；但最喜歡澎湖產的魚苗，因本土性，適應性極佳且成長迅速，故大量由澎湖進口魚苗放養，以致供不應求。本分所乃積極從事鮭形石斑的繁殖，民國 68 年獲得初步結果⁽⁶⁾。至民國 74 年有了重大突破成果，由 6 尾雌魚經催熟採得 14 萬餘受精卵，培育至體長 6.5 ~ 12 公分的適合放養尺寸時尚活存一萬餘尾，總活存率達 13.93 %⁽⁷⁾。種苗生產技術開發涉及問題很多，種魚來源是魚苗繁殖工作首先面臨的問題；種魚來源有天然捕獲及人為養成兩類，天然種魚來源雖無問題；但因漁船出海作業受天候之影響，並且在釣捕過程中因種魚體積甚大，性剛烈而時常容易受傷死亡，費時費力但卻對種魚健康與卵質影響很大，加以由於捕獲的種魚身體十分憔悴往往在催熟途中死亡，或擠完卵種魚發炎死亡，費時且浪費藥劑，對種魚的成本支出至鉅，加以需要掌握種魚來源時間的配合，且種魚的精液，以致困擾更大；故種魚的培養及養成為未來種魚大量生產中首要解決的問題，並可進一步達到完全養殖一貫作業的目的。魚類採卵方式有人工擠卵及自然產卵兩方式，但以分批產卵的海水魚來說，應以自然產卵效果較佳⁽⁸⁾。本試驗旨在探求天然種魚在池中培育，是否能再度成熟做為人工繁殖之種魚及其自然產卵之可行性，及種魚體重、體長對性比之關係；以及天然種魚麻醉及人為催熟排卵受精之試驗。

材料與方法

(一) 魚池構造：

1. 為室外長形水泥池 8 × 5 × 2.5 公尺，蓄水量 80 噸，做為種魚在夏季高溫時培育場所，培育期間自 74 年 6 月至 74 年 12 月 26 日，培育水溫 14 ~ 33°C，上面覆蓋培養蘭花用之遮陽網，防止水溫及光度過高滋生綠藻（遮光率 60 %），亦提供種魚之隱密棲息場所。
2. 為冬天越冬禦寒之室內水泥池一口亦當做自然產卵池用，呈八角形長寬高為 8 × 6 × 2 公尺，蓄水量 80 噸，以一部台灣正久機械公司，燃燒柴油之鍋爐所產生之蒸氣（蒸氣量為 200 Kg/小時），在池底環繞加熱管一圈，以蒸氣間接加熱，旨在防止種魚低溫凍斃及提高攝餌能力。鮭形石斑水溫低於 18°C 不太喜歡攝食；培育水溫 20 ~ 30°C，鍋爐加溫期為 12 月 26 日至翌年 3 月 28 日約三個月，加熱水溫維持在 20 ~ 28°C，保持良好的攝餌狀態。
3. 當年天然種魚之蓄養池，為室內水泥池，長寬高為 3 × 2 × 1 公尺做為種魚之蓄養催熟觀察之用。

(二) 池水，全部抽取海水經簡易砂層過濾，在室外池養殖期間池水多呈青綠色至棕褐色，透明度若低於 20 公分即大量換水，平常漲潮時抽水循環 2 ~ 4 小時，每個月清池刷洗附著在池壁之藻類，底部水泥底不鋪砂，每 3 日抽底一次。在室內養殖池期間，由於加熱之緣故，只換少許水量以節約能源，並用自行設計簡易毛毯循環過濾，並保持澄清之水色。

(三) 飼料：

1. 用下雜魚（六絲馬鱖魚）⁽⁹⁾ 為主及小管，鮭形石斑不喜歡攝食浮在水面下或沈於底部之餌料；依種魚體重約 2 ~ 5 % 投與，每 2 日投餌 1 次，偶爾添加維他命 B 及 E 等補充營養。
2. 當年種魚催熟蓄養期間不投餵。

(四) 種魚來源：

1. 在池中培育 1 年之天然種魚，為 74 年度做人工繁殖向漁民收購經採卵 2 ~ 5 次後活存下或

卵徑未達到 0.45mm 及抽卵檢查時生殖巢受傷有血之淘汰種魚，或抽卵時已排卵有過熟卵之雌魚，共計 14 尾體重 5.4 ~ 21 公斤，體長 70 ~ 115 公分，雄魚 4 尾體重 22 ~ 25.1 公斤，體長 107 ~ 114 公分，在 74 年度僅有 1 尾可採出精液。

2 當年天然種魚：為 75 年 3 月至 6 月上旬向當地漁民收購 33 尾，雄魚 6 尾體重 24 ~ 40 公斤，體長 119 ~ 131 公分，雌魚 27 尾體重 4.8 ~ 24.8 公斤，體長 73 ~ 119 公分。

(五)種魚麻醉試驗：

準備 2 -- pheroxythanol (純度 98%) [分子量 138.16, 分子式 $C_6H_5OCH_2OH$ 的 ethylene glyco monophenylether⁽⁴⁰⁾] 在 120 × 70 × 60 公分長型塑膠桶內裝清潔過濾海水 200 公升配成 400 及 500 ppm, 將體重 48 ~ 25 公斤 22 尾分 2 組做麻醉試驗, 然後測定種魚以種魚翻身腹部朝上用手去抓尾柄時, 對外界刺激不再反應的時間 (以下簡稱鎮靜時間) 與再放回清水後能正常游泳的時間 (覺醒時間)。

(六)成熟度之測定：

1. 將剛死的魚經過體長、體重等形質測定後剖取生殖腺，測定重量計算 G.S.I. ($G.S.I. = \frac{G.W.}{B.W.} \times 10^2$)
2. 在池中培養一年天然種魚，雄魚以是否可擠出精液為準，而雌魚從生殖孔吸取卵粒，由卵粒大小狀態判斷其卵巢發育情形。

(七)種魚性別之判斷：

繁殖季節種魚經測定體長、體重、體高及外觀腹部是否膨大隆起，及其生殖器外觀構造及能否抽出卵粒等判斷。

(八)注射物：

1. 鯉魚腦下垂體：由中央研究院提供，在繁殖季節時摘取未產卵之雌鯉魚腦下垂體經真空凍結乾燥已研磨成粉末，6 尾鯉魚腦下垂體封裝成 1 小瓶，注射時用生理食鹽水加以溶解；依雌魚體重 5 ~ 8 公斤注射 4 個腦下垂體 8 ~ 11 公斤 5 個腦下垂體，12 ~ 15 公斤 6 個腦下垂體；雄魚體重皆超過 22 公斤一律注射 6 個鯉魚腦下垂體。
2. 哥娜荷爾蒙：為中國化學製藥 (H.C.G.)，以國際單位 (I.U.) 表示之。
3. 維他命：使用維他命 B - complex 劑量以 C.C. 計。

(九)有效注射量及注射次數：

1. 當年天然種魚若雌魚經挑選卵徑達 0.45 mm 以上，在運回蓄養 1 小時內注射第 1 針，而後 24 小時內注射第 2 針，若是第 2 針反應不明顯則追加第 3 針，通常注射第 3 針後若無明顯反應則放棄。雄魚挑選健康良好用手擠壓有流出精液者在運回 1 小時內給予 1 次 gonahormone 劑量為每公克體重注射 0.5 I.U. 加維他命 B - complex 2 C.C. 及加注鯉魚腦下垂體以供比較。

雌魚催熟有效劑量必須依據注射前種魚生殖腺之成熟度及其生理狀況而定，無法依其外表判斷其成熟度，故依過去做鑲點石斑⁽⁶⁾，鮭形石斑⁽⁴⁰⁾，及鱸滑石斑⁽⁴¹⁾等順利催熟劑量以 1 公克魚體重約注射 1 I.U. gonahormone，另一方面加注鯉魚腦下垂體以供比較，同時注射 B - Complex 1 ~ 2 C.C. 增加種魚之體力。

2. 蓄養 1 年天然種魚，雄魚每尾加注 6 尾鯉魚腦下垂體及每公克 0.5 I.U. gonahormone，雌魚 14 尾挑出成熟度較佳，卵徑 0.02 ~ 0.6 mm，每公克注射 1 I.U. gonahormone，一共 5 尾，與 4 尾雄魚一同放入室內八角池讓其自然產卵。

(十)採卵、採精、人工授精、孵化

採卵：經催熟種魚，腹部會有明顯突出且相當柔軟，經麻醉用塑膠軟管由生殖孔吸出卵粒鏡檢，如有成熟卵時，用力擠壓腹部，成熟卵即可由生殖孔排出盛接於碗中。

採精及人工授精，將種魚麻醉後用力擠壓腹部，用毛筆沾取精液在成熟卵上充分攪拌並加適當海水攪拌完成授精過程，再用乾淨海水充分洗卵，再以量筒量出受精卵體積換成卵數，爾後再置於玻璃缸內讓壞卵沈澱以虹吸方法取出壞卵再計算壞卵數。受精卵經 1 小時分裂為 2~4 Cells 時再求出其受精率，最後將浮於上層受精卵置於 1 噸容積之 F.R.P. 桶，以止水打氣式孵化 (二) 蓄養 1 年天然種魚之自然產卵：

每日用手抄網撈八角池產卵池，若用卵時停止打氣讓卵上浮；然後用大型手抄網撈取，並記錄水溫，產卵數及受精率，並在排水孔掛網尾收集沈於底部之卵粒，並且換 2/3 水量。

(三) 受精率實驗：

將編號 1 號體重 17 公斤第 5 次採卵 300,000 粒分 3 組，每組 100,000 粒卵分別與體重 26.8 公斤及 32.6 公斤兩尾雄魚分別授精，第 3 組則用兩尾精液一起混合授精，受精洗卵後，置於玻璃罐靜置 1 小時，待其 2~4 分裂，分別計算其受精率。

結 果

(一) 種魚成熟度測定：

1. 將當年 6 尾雌魚 4 尾雄魚（每尾皆在 7 公斤以上）天然種魚解剖測定其生殖腺指數 G.S.I.。雌魚 G.S.I. 值在 0.917~5.556 顯示卵巢飽滿已屆成熟，而雄魚僅有 0.083~0.205，精巢非常小，如表 1 所示，雌魚肥滿度在 1.38~1.88 之間較雄魚 1.20~2.60 為高，經解剖發現內臟脂肪亦多。另外解剖 7 公斤以下 3 尾其 G.S.I. 為 0.151~0.50，生殖腺未完全成熟發育，卵在週邊仁期以前，另一尾箱網養殖 5 年魚體重達 9.6 公斤，G.S.I. 為 0.245，卵巢亦停留週邊仁期以前。在 74 年及 75 年試驗中，體重及 G.S.I. 值關係如 Fig. 1 所示，顯示體重 10~15 公斤左右的 G.S.I. 值最高，代表成熟度佳，孕卵數亦多最適合做人工繁殖之雌雄種魚。超過 20 公斤，因注射劑量亦多操作又不便且極易在催熟採卵過程中死亡，故較不適做為種魚。

(二) 雌雄種魚之判別：

未成熟鮭形石斑之外觀性徵缺乏明顯的區別，尤其體重在 6 公斤以下之雄魚或未曾產卵之雌魚，或在池中蓄養之天然種魚之卵巢未再度成熟發育者往往其生殖孔密合成為 2 個孔與雄魚相似。成熟產卵過之雌魚在臀部有 3 個孔，由前而後依次為肛門、生殖孔、泌尿孔；雄魚只有肛門及泌尿生殖孔，成熟度佳時可用手擠壓出精液；雌魚以腹部柔軟，生殖孔稍凸出紅腫為佳。

雌雄魚在體長方面的分布，在 74 年所獲得種魚共計有 29 尾，其中雄魚 8 尾佔全部族群 27.59%，雌種魚有 21 尾佔全部族群 72.41%，雄魚體長皆在 110 公分以上如 Fig. 2 所示，而在 75 年度所獲得之種魚 33 尾其中雄魚 6 尾佔全部族群的 18.18%，雌性種魚 27 尾佔全族群 81.82%，體長分佈較為特別 110 公分以下皆為雌魚，而在 115~124 公分雌雄種魚皆有分佈，在 120 公分以上則雄魚分佈逐漸增加如 Fig. 3 所示。綜合 74 年及 75 年度共獲得之 62 尾種魚，其中雄魚 14 尾佔全族群 22.58%，而雌魚 58 尾佔全族群 77.42%，雌雄體長分佈如 Fig. 4，在 110 公分以下全為雌魚；在 125 公分以上全為雄魚。在 110~124 公分之間雌雄皆有分佈但隨著體長增加而雄魚比率增加，在 110~114 公分雄魚僅佔 25%，在 115~119 公分之間雄魚佔 80%，在 120~124 公分之間雄魚比例增加為 80%。體長與雌雄性比分佈頻率如 Fig. 5 所示。

雌雄魚在體重方面的分布在 74 年度獲得 29 尾如 Fig. 6 所示，18 公斤以下皆為雌魚而一尾 18.4 公斤本身有寄生蟲，非常瘦弱。而在 75 年度所做實驗種魚有 33 尾如 Fig. 7 所示。在 18 公斤以下全為雌魚，在 22.0~25.9 公斤雌雄皆有分佈，由於此範圍採樣不多，雌魚分佈比率似乎較雄魚為多，尤其在 24.0~25.9 公斤共獲得 5 尾而雌魚卻占 4 尾；但在 26 公斤以上全為雄魚。綜觀 74 年及 75 年所做實驗雌雄在體重方面分佈如 Fig. 8 所示，在 18 公斤以下皆為雌魚

表 1 鮭形石斑種魚成熟度

Table 1 The maturity of blooders of *Epinephelus salmonides*.

No	Sex	BW(kg)	TL(cm)	SL(cm)	HL(cm)	BH(cm)	GW(g)	G.S.I.	Condition factor
1	F	10	81	70	30	25	260	2.6	1.88
2	F	24.4	118	105	42	34	357.4	1.465	1.49
3	F	14.2	101	88	39	25	456.2	3.213	1.38
4	F	12	88	78	34	26	110	0.917	1.76
5	F	9	86	74	29	26	500	5.556	1.42
6	F	16	99	87	33	33	430	2.688	1.65
7	M	23.5	125	105	47	35	19.6	0.083	1.20
8	M	24.4	115	102	44	37	50	0.205	1.60
9	M	26	122	110	46	32	25	0.096	1.43
10	M	27	122	109	49	35	28	0.104	1.49

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100$$

$$\text{Condition factor} = \frac{BW}{(TL)^3} \times 100$$

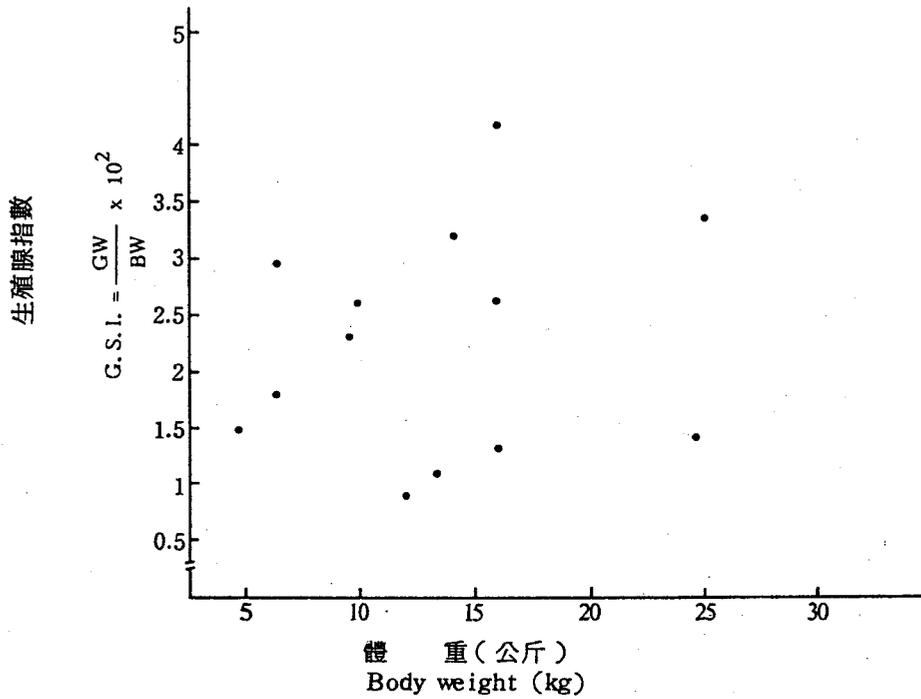


圖 1 鮭形石斑體重與生殖指數之關係

Fig. 1 Relationship between G. S. I. and body weight of female salmon-like salmon-like grouper *Epinephelus solmonoides* in 1985 and 1986

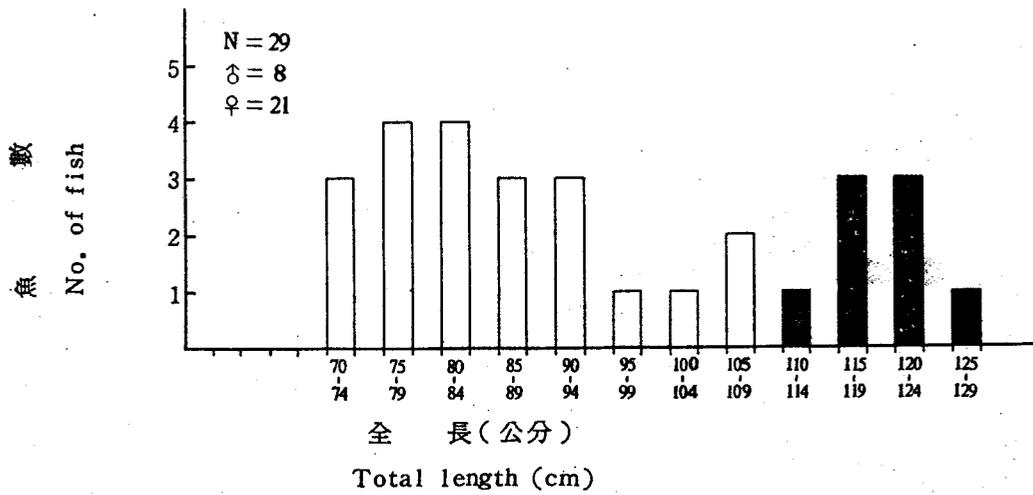


圖 2 74年度鮭形石斑雌雄種魚體長頻度分布圖

Fig. 2 Frequency distribution of the total length of broodstock

Epinephelus salmonoides, in 1985 year.

□ : 雌 female

■ : 雄 male

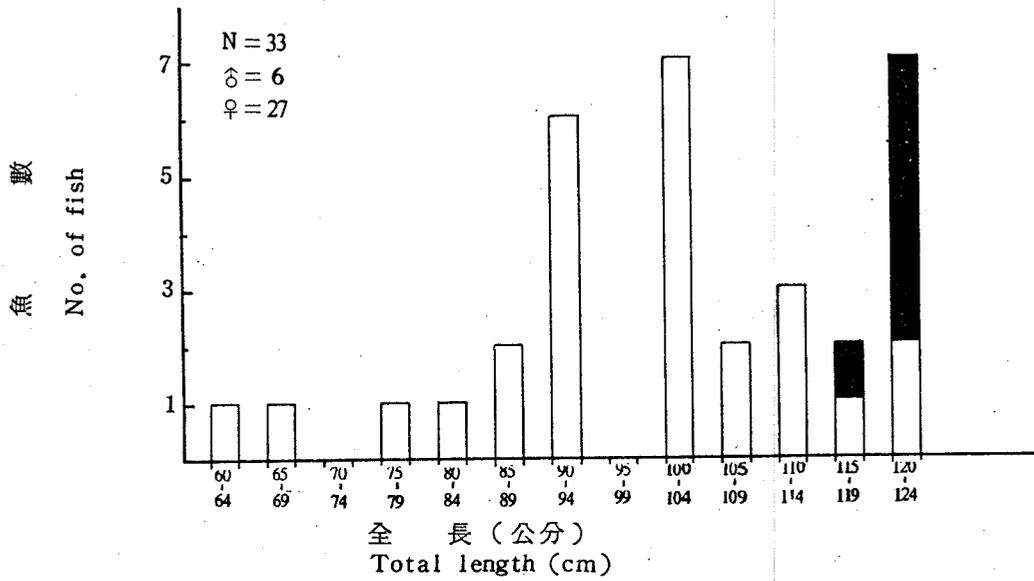


圖 3 75年度鮭形石斑雌雄種魚體長頻度分布圖

Fig. 3 Frequency distribution of the total length of broodsock *Epinephelus salmonoides*, in 1986 year.

□ : 雌 female
 ■ : 雄 male

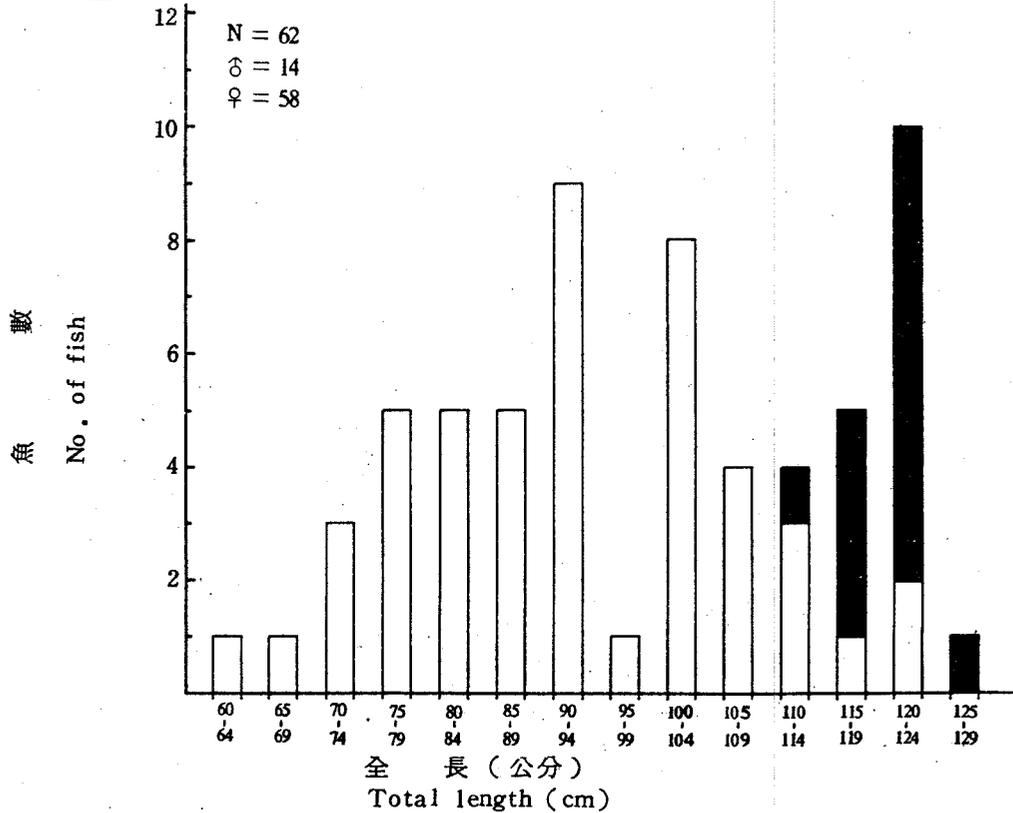


圖 4 74年及75年鮭形石斑雌雄種魚體長頻度分布圖

Fig. 4 Frequency distribution of the total length of broodsock *Epinephelus salmonoides*, in 1985 and 1986.

□ : 雌 female
 ■ : 雄 male

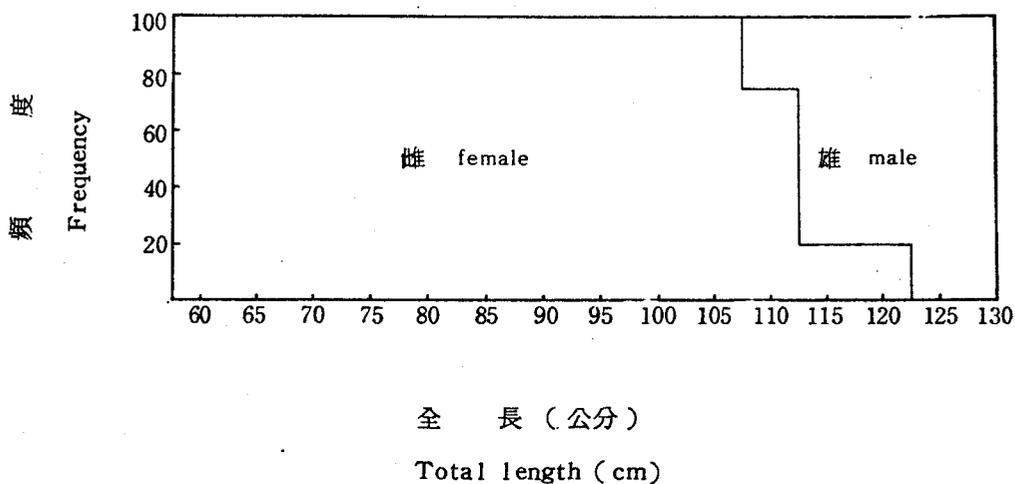


圖 5 74年及75年鮭形石斑雌雄種魚體長頻度分布圖

Fig. 5 Frequency distribution of the total length of broodstock *Epinephelus salmonoides*, in 1985 and 1986.

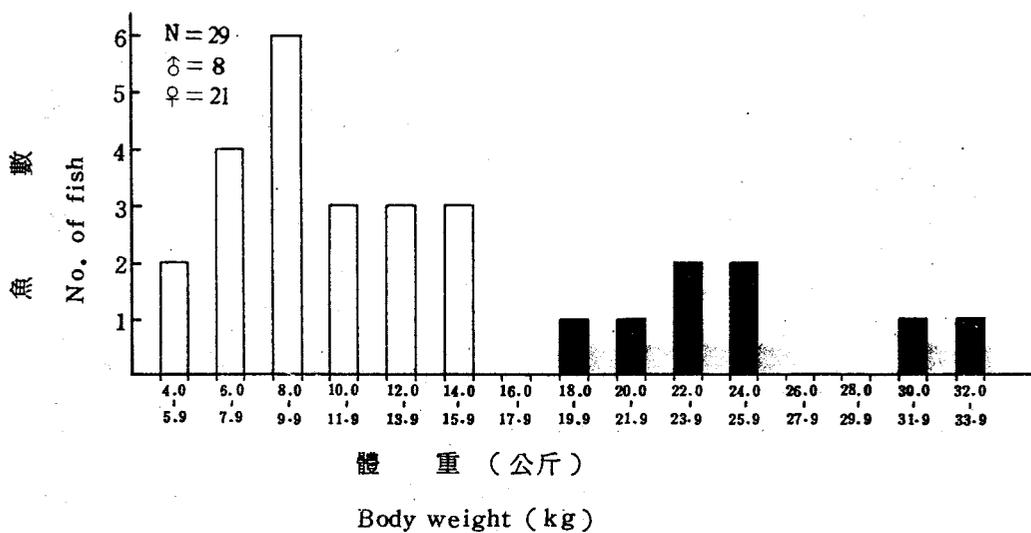


圖 6 74年鮭形石斑雌雄種魚體重分布圖

Fig. 6 Frequency distribution of the body weight of broodstock *Epinephelus salmonoides*, in 1985.

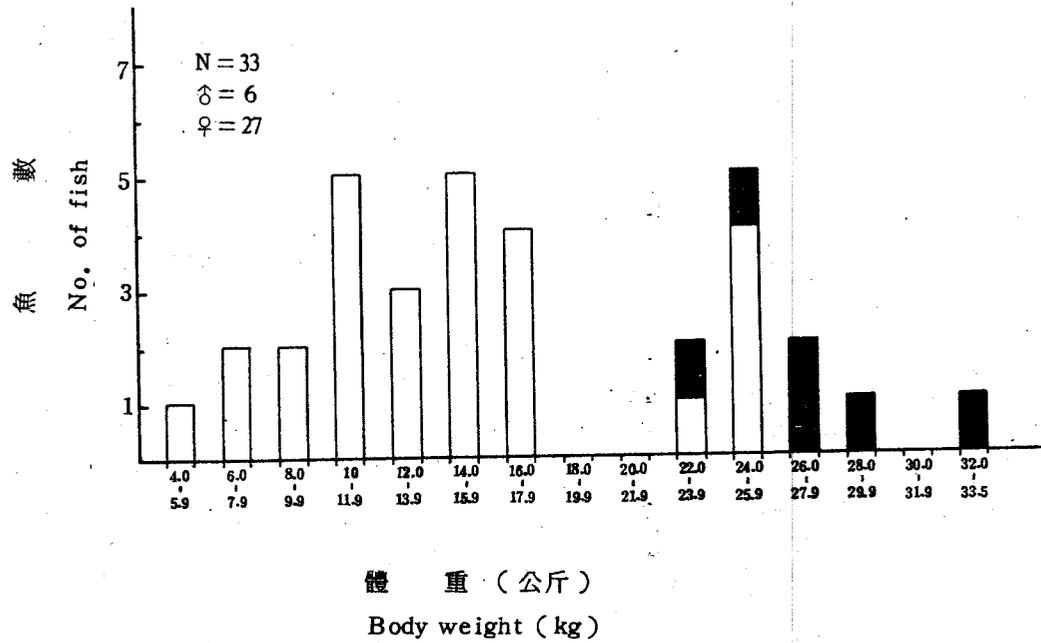


圖 7 75年鮭形石斑雌雄種魚體重分布圖

Fig. 7 Frequency distribution of the body weight of broodstock *Epinephelus salmonoides*, in 1986.

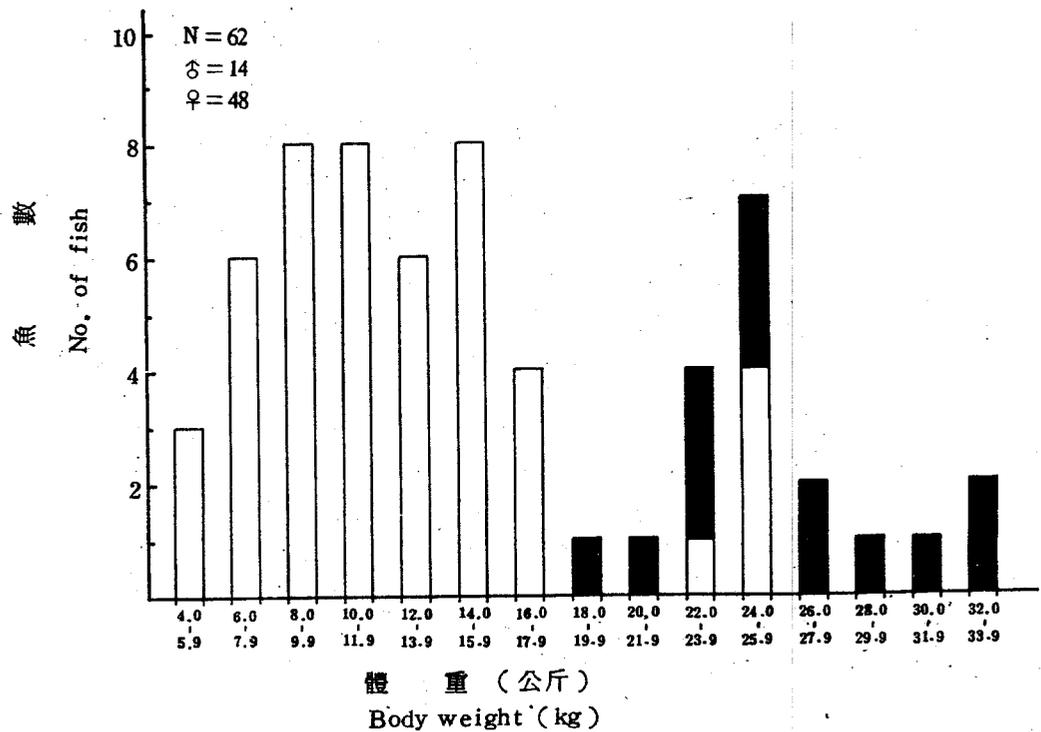


圖 8 74年及75年鮭形石斑雌雄種魚體重分布圖

Fig. 8 Frequency distribution of the body weight of broodstock *Epinephelus salmonoides*, in 1985 and 1986.

□: 雌 female
 ■: 雄 male

，而在體重 26 公斤以上皆為雄魚，在 18.0～21.9 公斤由於採樣只有 2 尾且 2 尾皆為雄魚 其中 1 尾身上有寄生蟲非常瘦弱；在 22.0～25.9 公斤雌雄皆有，雌魚佔 25～57.14 % 之間是否此一時期為性轉變期則尚待加以求證。

鮭形石斑經測定結果各種魚齡之體重與體長之關係如 Fig. 9 所示。 $W = 0.50737L^{3.47323}$
 $r = 0.957$

(三) 種魚荷爾蒙催熟及人工採卵受精：

如表 2 所示，此次運回雌魚 27 尾，經挑選卵徑已達 0.45 mm 即第 5 卵母細胞期 (stage 5 oocyte) 之成熟種魚 8 尾從事荷爾蒙催熟處理，大部份在注射第 2 針或第 3 針即可採卵。編號 1 號種魚體重 17 公斤，生殖孔密合誤為雄魚，注射哥娜荷爾蒙 900 I.U. 經 8 日在池中自然產卵，經撈取估計達 85 萬粒，且在同蓄養池有 2 尾雄魚，並未見其受精；是否在 $3 \times 2 \times 1$ 公尺中蓄養環境太小不能追尾受精，或是其他因素還有待探討。再經人工採卵 7 次共得 1,070,000 粒連自然產卵成為採卵數最多的 1 尾，共採得 1,920,000 粒，但只有第 2 次採得之 460,000 粒中有 8 % 受精，第 2 次採卵以後大部份過熟，因人工採卵不能把滯留腹中的卵全數採出，部份卵因過熟而水解而影響卵巢內其他卵質。

人工繁殖除了需要注意催熟藥物、劑量、方式之外，其餘如催熟種魚之環境，採卵時間等都需要注意；特別是適當之採卵時間最難掌握。種魚雖都經過選別後再行催熟，由於種魚之年齡、成熟度、生理與環境條件不同，催熟後達到成熟採卵時間亦有差異，由外觀很難精確判斷是否達到成熟，如不斷地檢查，騷擾會傷及種魚及卵質。況且以人工採卵將對種魚構成傷害，且未熟卵混雜，而成熟卵又無法全部排出。試驗中以鮭形石斑採卵時間在最後 1 次注射後 15 小時至 72 小時不等如 Fig. 10 所示。但以 15 小時至 35 小時之間受精率較高，時間拖愈久則受精率顯著下降；但有採卵次數愈多，時間間隔愈短的趨勢。由表 2 中可以發覺種魚採卵次數與受精率有關連，即受精率有隨著採卵次數增加而降低趨向，第 2 次就明顯下降至 10 % 以下，第 3 次則幾乎全都不受精。

人工繁殖對種魚的選別十分重要，種魚愈成熟所需要催熟的次數與劑量愈少。鮭形石斑生殖巢平均卵徑達 0.45 mm 時連續以 H.C.G. 注射可達成熟產卵，由於注射次數愈多對種魚傷害愈大，往往種魚尚未達到成熟即死亡。故選擇種魚及注射量次都需慎重。以一尾雌性鮭形石斑種魚體重 15 公斤開始催熟平均卵徑約為 0.5342 ± 0.0472 為例，第 1 針注射後 24 小時平均卵徑已增大到 0.586 ± 0.0516 ，第 2 針 24 小時後卵徑大多數都在 0.5 mm 以上，卵徑範圍由 0.48～0.66 mm 之間，經 72 小時卵徑大部份已達 0.55 mm 以上。在第一針催熟後 80 小時已有部份卵徑已達 0.9 mm 已屆成熟，在 97 小時可大量擠出卵；其注射劑量及卵徑分布頻率之變化如 Fig. 11 所示。由於抽卵部分深淺部位不同所得的卵徑分佈亦不同，較難看出明顯的變化。另一尾 4 月 22 日購入體重為 9 公斤種魚開始催熟時平均卵徑為 0.5168 mm，卵徑分佈範圍較廣由 0.43～0.66 mm 之間，此一尾每針追加注射 6 個鯉魚腦下腺以供比較，在第 1 針注射 24 小時卵徑分佈較集中，卵徑沒有明顯的增加，31 小時後卵徑增加很快，卵徑範圍 0.46～0.60 mm，平均卵徑已達 0.53 mm，至 48 小時平均卵徑已達 0.5444 mm 進步緩慢，於是追加第 2 針，卵徑對劑量反應迅速經 17 小時後採卵，此時平均卵徑 0.8748 ± 0.0299 mm，如 Fig. 12 所示。

在 74 年及 75 年度中種魚每次採卵數量及受精率的關係如 Fig. 13 所示。一次採卵數量一般在 20 萬以下，最高約為 60 萬受精率一般在 50 % 以下，由於採卵次數、時間、注射量、種魚成熟度及雄魚精子健康活力與否等不同，同一尾鮭形石斑種魚受精率與被採卵的次數愈多則受精率愈低，受精率隨著人工採卵次數增加而減少，及種魚死亡率亦隨之增加，日後應循自然產卵途徑發展。由於雄魚尾數少且精液稀少，一尾雄魚平均可採 2～3 次精液，故卵質過熟或採卵數太少

表 2 鮭形石斑荷爾蒙催熟及產卵

Table 2 Induced maturation and ovulation of *Epinephelus salmonoides*.

No.	BW (kg)	Date	Time	injection.		No. of spawning	No. of eggs(10^3)	Fertilization rate(%)	remark
				No.	dosage (I. U)				
1.	8.4	Mar. 21	10:20	I	GH 9000				
		Mar. 28	13:00			I	850	0	nature spawning
		Mar. 28	15:10			II	460	8	stripping
		Mar. 28	16:40	II	GH 9000				
		Mar. 29	09:20			III	40	8.82	
		Mar. 31	08:30			IV	170	—	over mature
		Mar. 31	17:30			V	35	—	no insemination
		Apr. 1	08:40			VI	310	—	for insemination test
		Apr. 2	08:30			VII	35	—	too few
Apr. 2	08:30			VIII	20	—	too few		
2.	15	Mar. 31	09:40	I	GH 15000+1 pit ⁽¹⁾				egg dia. 0.52-0.56mm
		Apr. 1	08:30	II	GH 15000+vit BC 2.c.c.				egg dia. 0.52-0.62mm
		Apr. 4	09:10			I	185	2	
		Apr. 4	16:10			II	100	—	with blood
		Apr. 4	22:00			III	60	—	over mature
3.	10.2	Apr. 28	15:00	I	GH 15000+6 pit ⁽²⁾				egg dia. 0.6-0.75mm
		Apr. 29	15:20	II	GH 4500				milt was preserved in refrigerator
		Apr. 30	08:45			I	180	15.53	
		Apr. 30	19:00			II	200	—	over mature
4.	10.6	May. 9	14:45	I	GH 10500+vit BC 2.c.c.				egg dia. 0.44-0.58mm
		May. 10	09:00	II	GH 10500+6 pit				egg dia. 0.52-0.60mm
		May. 11	08:20	III	GH 10500				egg dia. 0.54-0.86mm
		May. 11	15:40			I	440	80.16	
		May. 11	22:30			II	200	6	
		May. 12				III	50	—	over mature
5.	17.6	May. 11	15:20	I	GH 15000				egg dia. 0.5-0.6mm
		May. 12	12:40	II	GH 15000				egg dia. 0.5-0.6mm
		May. 13	08:20	III	GH 15000				egg dia. 0.44-0.74mm
		May. 14	08:20			I	350	12.99	
6.	11.4	May. 11	15:00	I	GH 12000+6 pit				egg dia. 0.48-0.60mm
		May. 12	12:50	II	GH 12000				egg dia. 0.52-0.68mm
		May. 13	08:30			I	350	44.96	
		May. 13	14:30			II	15	—	
7.	10.6	Jun. 4	16:00	I	GH 12000+vit BC 1.c.c.				egg dia. 0.48-0.60mm
		Jun. 5	16:00	II	GH 10500				egg dia. 0.50-0.65mm
		Jun. 6	16:00			I	600	44.90	
		Jun. 6	23:00			II	20	—	with blood
		Jun. 8	09:40			III	25	—	
8.	12.4	Jun. 4	16:00	I	GH 12000+vit BC 1.c.c.				egg dia. 0.46-0.60mm
		Jun. 5	16:00	II	GH 12000				egg dia. 0.50-0.65mm
		Jun. 6	16:00			I	10	—	
		Jun. 6	23:10			II	500	36	

* 1. GH: Gona-Hormone

2 vit BC: vitamin B-Complex

(1) pituitary of red sea bream BW: 3.6kg

(2) 6 pit: six pituitary of carp

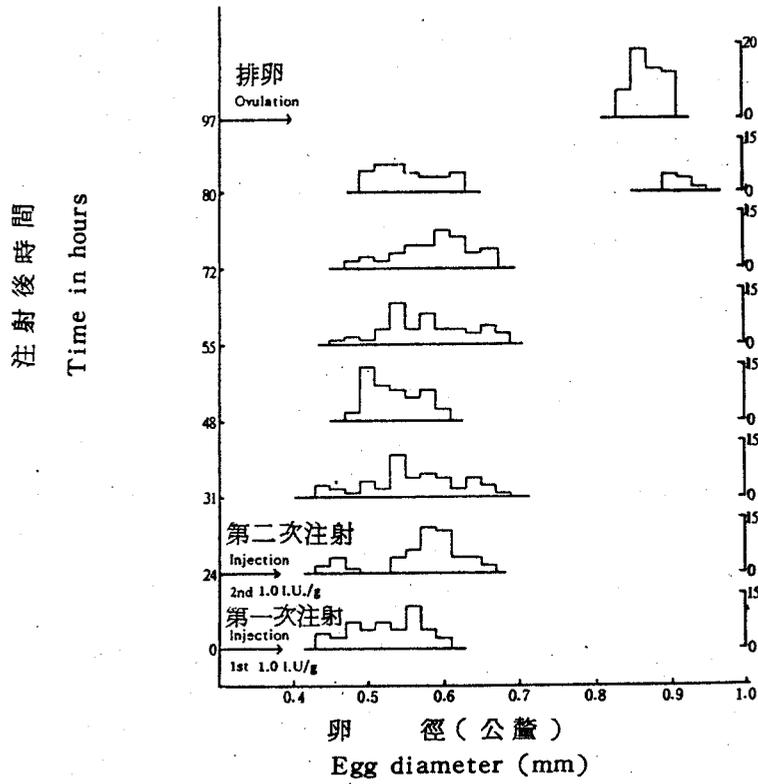


圖 11 鮭形石斑用H.C.G. 注射後卵徑大小變化圖(體重 15 公斤)
 Fig. 11 Change of egg diameter of *Epinephelus salmonoides* after HCG treatment (Body weight 15 kg.)

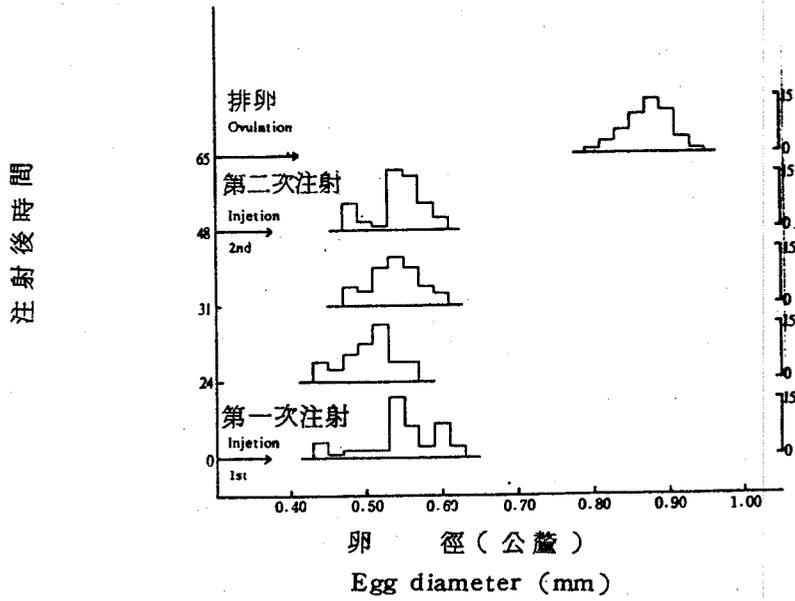


圖 12 鮭形石斑用H.C.G. 混合鯉魚腦下垂體注射後卵徑變化圖(體重 9 公斤)
 Fig. 12 Change of egg diameter of (Body weight 9 kg) *Epinephelus salmonoides* after HCG mixed carp pituitary gland treatment.

時均不予受精。在 74 年度受精率由 0~95.2%，在 75 年度為 0~80.16% 不等，相差很大，且受精率低於 30% 之卵質不佳，孵化中途死亡或孵化仔魚飼育非常困難且畸形瘦弱。在此次實驗中，一次採卵數最多者為編號 7 號，其第一次採得 60 萬粒卵且受精率達 44.90%。在 75 年度試驗共採卵 23 次，但僅有 10 次受精，平均採卵受精比率為 43.48%，共得 4,355,000 粒卵；而得受精卵數為 1,089,000，平均受精率為 24.98%。此次試驗平均每克魚體注射 H.C.G. 為 1.06~2.98 I.U.。今年試驗挑選健康狀態良好雄魚每克魚體加注 0.5 I.U. gona hormone，精液量有顯著提高；而將一尾體重 32 公斤剛死亡的雄魚把精液擠入小試管內；放置冰箱中冷藏，2 天後取出和編號 3 號雌魚第一次採得 180,000 卵受精，結果能受精，受精率達 15.53%，故將剛死亡雄魚放置冰箱中冷藏能短暫保存以供需求。

(四) 蓄養一年天然種魚之自然產卵及人工受精：

將 4 尾雄魚（體重 22~25.1 公斤）及 5 尾選自 14 尾雌魚種魚，在 4 月 21 日施予荷爾蒙及鯉魚腦下垂體，維他命 B-complex 之注射，經 4 日（4 月 25 日）發現其自然產卵，用手抄網撈得 600,000 粒，經顯微鏡檢卵徑 0.82~0.92mm，平均卵徑為 0.860 如 Fig. 14 所示。油球徑為 0.16~0.24mm，平均卵徑為 0.1914mm 如 Fig. 15 所示。但並未受精，大部份卵過熟，卵質呈白色混濁態。檢視池中種魚，發覺 1 尾雌魚腹部膨脹凸出，用網撈出試與當年天然雄性種魚進行人工授精；第一次經人工採卵得 250,000 粒，受精率達 4.91%，再經 6 小時後第 2 次採卵 2,000 粒卵，因卵數太少不予受精，再放回種魚池中，4 月 26 日又發現自然產卵 250,000 粒，4 月 27 日再自然產卵 20,000 粒卵。4 月 28 日再自然產卵 120,000 粒，13 日後（5 月 11 日）發覺又自然產卵 100,000 粒，先後共撈取自然產卵數為 1,270,000 粒卵，如 Fig. 16 所示。但均未受精，推測其原因可能為(1)雄魚成熟度不佳（因擠壓檢查腹部並無精液產生）(2)餌料問題，因長期投與單一飼料，恐怕營養素不足，不能促進精巢成熟，在天然海域能攝取的食物種類較多能補充其不足。(3)環境因子不能完全配合，如水溫，有許多魚類需經過某一期間的低溫才能促進生殖巢再度成熟；此次實驗顧及營養及凍斃，因此在冬天低水溫期均加熱提高水溫幫助其攝食。(4)環境空間太小以致不能使雄魚有足夠生殖空間領域追尾受精。(5)光照能影響許多魚類生殖巢成熟，此次實驗在冬天低水溫期均在室內培育。¹⁰ 其他因子如水壓、水流、鹽度、雌雄性比，放養密度等均需再探討。

(五) 種魚麻醉：

魚類用麻醉劑最好能具備能溶於水，能長時間維持有效濃度，對人無毒性，價格低廉等條件。目前較常用的麻醉劑有 MS-222，Vrethan，Quinaldine 及 Benzocaine 等，各有其優劣點，而 MS-222 是很優良的魚類用麻醉劑，但因價格昂貴，處理多量或大型魚如石斑魚等等，所需花費較多。2-phenoxyethanol，雖然不易溶於水，但鎮靜效果不錯，且價格較便宜；對鮭形石斑種魚 7~25 公斤在 400 ppm 濃度下在 2~4 分內能將其麻醉，甦醒時間為 2~6 分鐘，在 500 ppm 濃度下 1 分 45 秒至 3 分 55 秒能使其鎮靜，而其甦醒時間為 2~6 分鐘內。24 小時後也沒有死魚，且本劑可以長期反覆使用，故很適合做鮭形石斑種魚的麻醉劑，其最經濟有效濃度為 300~400 ppm，能短時間將種魚麻醉又不傷害種魚。

(六) 不同種魚受精率實驗：

第 1 組 100,000 粒卵與體重 26.8 公斤雄魚做人工授精，其受精率為 49.17%，第 2 組與 32.6 公斤雄魚做人工授精，其受精率為 17.17%，第 3 組與混合兩尾雄魚精液做人工授精，其受精率提高為 56.94%。故鮭形石斑由於雄魚精液少，可用多尾不同雄魚藉以提高其受精率。

討 論

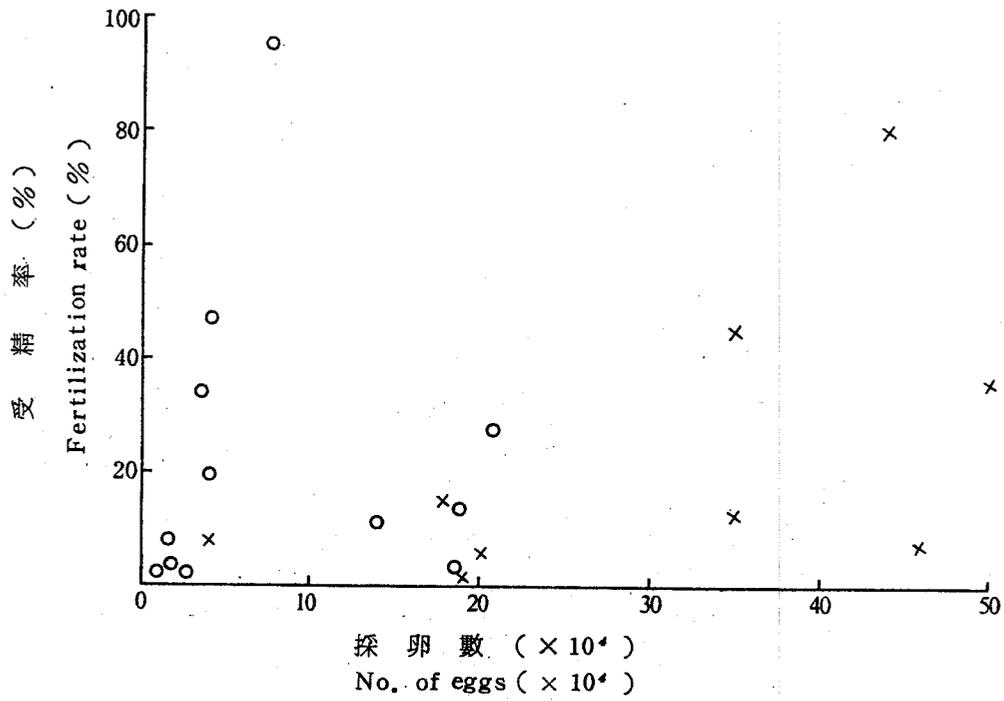


圖 13 鮭形石斑賀爾蒙注射後採卵數與受精率關係

Fig. 13 Relationship between fertilization rate and number of eggs collected from hormone treated salmon-like grouper *Epinephelus salmonoides*.

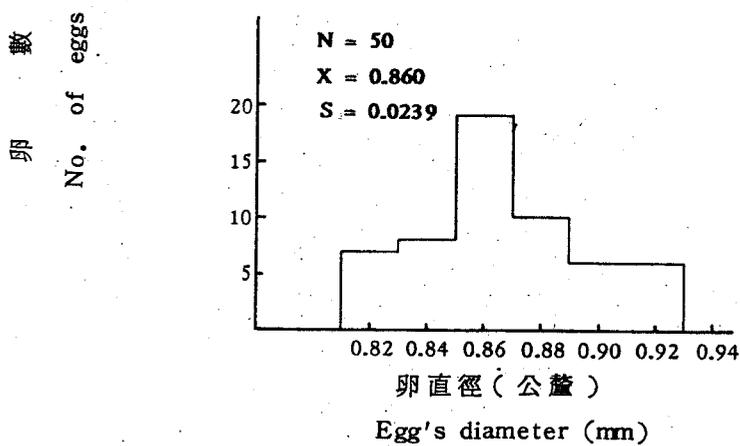


圖 14 鮭形石斑自然產卵卵徑頻度分布圖

Fig. 14 Frequency distribution of egg's diameter of *Epinephelus salmonoides* which were spawned naturally.

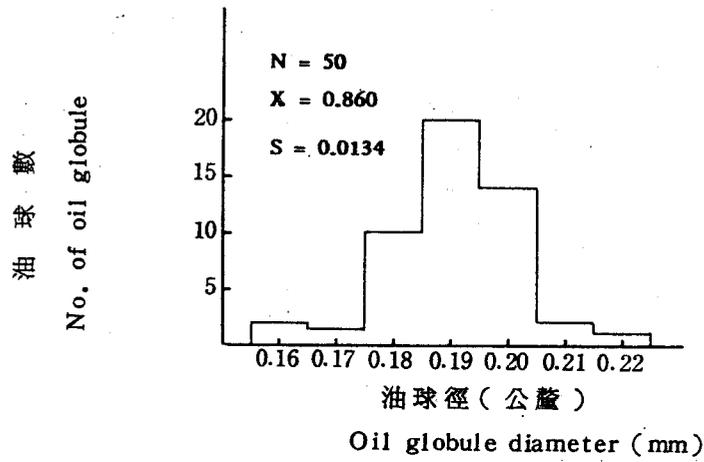


圖 15 鮭形石斑自然產卵卵粒油球徑頻度分布圖

Fig. 15 Frequency distribution of oil globule diameter of *Epinephelus salmonoides* which were spawned naturally.

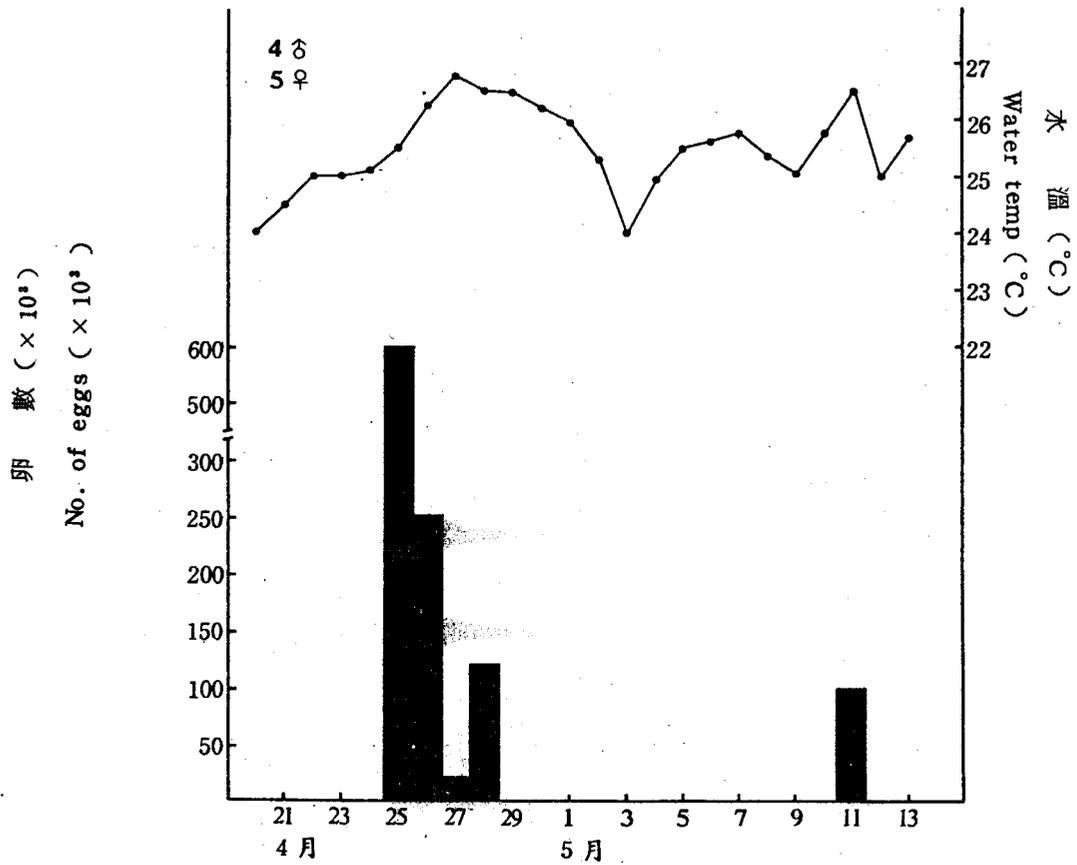


圖 16 在水泥池經一年培育的天然鮭形石斑自然產卵產卵數與水溫變化

Fig. 16 Water temperature and number of eggs collected from natural spawning by female brooder which were caught from the sea in 1985 and then raised in concrete Tank.

鮭形石斑天然種魚在人造池中經一年培育，雌魚能再度成熟，施予荷爾蒙及鯉魚腦下垂體催熱能在池中自然排卵；亦可與天然雄魚經人工採卵完成人工授精且順利孵化，如此已向人為自然產卵的目標更為接近。由於此次培育雄魚成熟度不理想，且種魚數目太少，在室內產卵池未能追尾使雌魚排卵完成自然受精過程。推測可能會對自然產卵構成影響的環境因素很多；例如水溫、水流、空間、餌料營養、雌雄比例、光照、水色以及生理因素均須再做仔細的探討與實驗。成熟方面，在池中蓄養的種魚比天然種魚來的晚，鮭形石斑之生殖季在4~6月；在3月中旬天然種魚的卵徑已達0.4~0.6mm；今年最早一批天然種魚在3月下旬完成人工繁殖，而在池中培育1年之種魚在4月下旬卵徑才達0.02~0.60mm。

由於天然種魚在3月下旬至4月下旬時，雌魚釣獲比例很高，且成熟度佳又未排過卵；此期間最適合做人工繁殖之種魚來源，但雄魚釣獲比例非常少，且成熟度不佳，往往擠不出精液，此為在澎湖地區進行人工繁殖工作的困難之一。至5月中旬則天然種魚大部份都已產過卵，抽卵檢查大部份都有過熟卵存在，不適合做催熟用之種魚，但此一時間能捕獲較多雄性種魚且成熟度均佳，用手擠大部份能擠出精液，只是能做催熟用未產卵過的雌魚相對減少許多，往往雌魚不能配合又成為人工繁殖另一障礙。解決方法有(1)在3月下旬至4月下旬，將鮭形石斑成熟良好雌魚以其他種類石斑雄魚做雜交如網紋石斑或擬青石斑⁽⁴⁾，其雄魚成熟體型小且來源多且成熟度佳，精液多。(2)利用池中培育的雌性種魚在4月下旬才成熟比天然晚一個多月，而此時能與天然釣獲成熟度佳的種魚做人工繁殖。(3)將4月底釣獲較多且成熟度佳之雄魚之精液利用冷凍精液保存之方法保存至有成熟卵時隨時可取來受精。(4)在池中培育的雄性種魚用荷爾蒙來催熱使其能在池中人為環境下產生精液，更進一步能在池中自然配對完成自然排卵且受精之理想。(5)利用雌性素投與縮短變性年限⁽¹¹⁾，⁽¹²⁾。

石斑魚類而言，其魚體性徵分化屬雌雄同體。雌性先熟型(Protogynous hermaphroditism)⁽¹³⁾，⁽¹⁴⁾在天然環境下，荷爾蒙分泌偏向雌性，雌魚變為雄魚時間很長，成熟雄魚量少且頗大不易處理⁽⁶⁾，⁽¹⁵⁾，⁽¹⁷⁾，Tan及Tan⁽¹⁸⁾指出鱸滑石斑(*E. tauvina*)體重11公斤以上，標準體長超過74公分者均為雄魚。Moe⁽¹⁹⁾之記錄顯示*E. morio*族群中9齡及9齡以上魚群比例增加。而且Moore & Labisky⁽¹⁹⁾指出Snowy grouper族群雄魚4或5歲達性成熟，最早的雄魚在7~9歲，超過8歲的雄魚比例增加，在144尾Snowy grouper僅有27尾為雄魚佔18.75%與本試驗綜合74年與75年共捕獲62尾種魚其中雄魚14尾佔全部族群22.58%相類似；而在自然界中據Hussain⁽²⁰⁾觀察鱸滑石斑雄魚數量在整個族群中少於5%。

綜合74年及75年度所做鮭形石斑，雌雄體長分佈，在110公分以下全為雌魚，在125公分以上全為雄魚。在110~124公分之間雌雄皆有分佈(此一時期為性轉變期)，但隨著體長增加而雄魚比例增加。在體重方面18公斤以下全為雌魚與蘇等調查雌魚在7.5~19公斤及湯⁽⁶⁾6~10.8公斤相符合，體重在26公斤以上皆為雄魚，22.0~25.9公斤雌雄皆有分佈。

此次實驗自然產卵卵徑0.82~0.92mm平均為0.860mm，油球徑為0.16~0.24mm平均值0.1914mm與74年度所做人工採卵卵徑0.84~0.90mm平均0.863mm及油球徑在0.184~0.202mm平均0.196mm略小些。比湯⁽⁶⁾等測定鑲點石斑卵徑0.882~0.9114mm略小些，而比鷓川的點帶石斑自然產卵卵徑0.70~0.77mm油球徑0.15~0.16mm為大；亦比新加坡做的鱸滑石斑⁽¹¹⁾卵徑0.90mm略小及Hussain et al所做卵徑0.77mm鱸滑石斑為大，亦比曾⁽²²⁾的紅斑0.68mm為大。

今年實驗人工採卵23次共得4,355,000粒而得受精卵數1,089,000粒，平均受精率為24.98%比74年所做實驗採卵18次獲得受精卵147,000粒而平均受精率12.74%提高約為1倍。

多次產卵之經濟海水魚類，應該採用自然產卵之方式取代人工催熱採卵；今後繁殖工作應著重在池中培育出健康且成熟度良好之種魚並探討各種環境因素使其能在人為環境下完成自然產卵且受

補，以期大量獲得良質的受精卵。

摘 要

鮭形石斑是台灣及澎湖最重要經濟養殖石斑魚類，每年5月至10月在台灣西海岸及澎湖沿岸礁岩地區所撈捕魚苗做為池塘及箱網養殖之來源。由於魚苗供不應求，限制了集約養殖的發展。

在實驗中的觀察與結果，提供基本的資料以期能建立商業化的生產。

一、鮭形石斑是雌雄同體，雌性先熟的魚類，當年齡及體長增大時會轉變為雄魚。

二、體長在125公分以上及體重在26公斤以上大部份為雄魚，具有成熟的精巢；雌魚大部份在110公分以下。在110~124公分雌雄魚皆有分佈，但隨著體長的增加，雄魚的比率也隨著增加。

三、雄性種魚注射哥娜荷爾蒙，劑量為每公斤500 I.U. 注射後3~5日可採出較多活力較好的精子可做為人工授精之用。

四、蓄養在水泥池中的一年天然種魚，雌魚能再度成熟，施予哥娜荷爾蒙劑量為每公斤1,000 I.U. 混合鯉魚腦下垂體能在池中自然產卵。

蓄養1年的天然種魚，雌魚經採卵與天然雄性種魚受精能順利孵化出正常仔魚。

五、2-Phenoxyethanol 可做為鮭形石斑魚的良好麻醉劑，其經濟有效濃度為300~400 ppm，麻醉時間為2~6分鐘。

謝 辭

本試驗工作期間承，本所李所長燦然博士及省漁業局胡副局長蒞臨指導與鼓勵，中央研究院余玉琳教授提供藥品及師大施河教授指導，謹致最深謝意。試驗期間蒙本分所同仁陳其哲、林金榮、莊成意、陳其林、林敬敏、徐嘉猷、徐明星、方玉昆、洪國軒、東港水產學校及鹿港、金門中學養殖科實習生之幫忙，黃文卿先生幫忙繪圖、高素滿小姐幫忙打字與整理均此敬表謝忱。

參考文獻

1. 梁志達 (1976). 鑲點石斑養殖初步試驗。中國水產, 297, 21—24.
2. 蔡萬生、胡興華 (1982). 潮間帶地下式魚池石斑養殖—簡介養殖新法。台灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集 2, 103—107.
3. Tseng, W. Y. (1983). Prospects for commercial net culture of red grouper (*Epinephelus. akaara*) in Hong Kong. *J. world Maricul. Soc.*, 14, 650—660.
4. 林美雲 (1983) 馬來西亞沙巴州鱸滑石斑 (*Epinephelus tauvina.*) 箱網養殖試驗。中國水產, 358, 17—20.
5. 顏枝麟 (1976) 鑲點石斑養殖, 農牧旬刊, 441, 79—80.
6. 湯弘吉、徐嘉猷、蘇偉成 (1977). 鑲點石斑人工繁殖初報、台灣省水產試驗所試驗報告, 31, 511—517.
7. 林金榮、顏枝麟、黃丁士、劉繼源、陳其林 (1986). 鮭形石斑魚之人工繁殖—II 仔魚培育試驗及形態變化, 台灣省水產試驗所試驗報告, 40, 219—240.
8. 平野禮次郎 (1974). 魚類の成熟と産卵。日本水產學會誌編 13—17.
9. 沈世傑 (1984). 台灣近海魚類圖鑑, 98.
10. 黃丁士、林金榮、顏枝麟、劉繼源、陳其林 (1986). 鮭形石斑魚之人工繁殖—I 種魚的催熟, 採卵及胚胎的發育, 台灣省水產試驗所試驗報告, 40, 241—258.

11. F. Y. Chen, M. Chow, T. M. Chao and R. Lim (1977).
Artificial Spawning and Larvae Rearing of the Grouper *Epinephelus tauvina* (Forskal) in Singapore. Singapore J. Pri. Ind, 5 (1), 1—21.
12. 陳勝香譯 (1984). 做為魚類麻醉劑的 2-Phenoxyethanol, 養魚世界, 84, 51—54.
13. 葉信利、羅武雄、丁雲源 (1986). 人工促進石斑魚性轉變研究, 台灣省水產試驗所試驗報告, 41, 241—258.
14. 沈世傑 (1984). 台灣近海魚類圖鑑 plate 40, 289—19, 及 289—23.
15. Tan. S. M. and K. S. Tan. (1974). Biology of tropical grouper *Epinephelus tauvina*. A preliminary study on nermaphroclitism in *E. tauvina*. Singapore J. Pri. Ind, 2 (2), 123—133.
16. 曾文陽、潘敬瑞 (1979). 紅斑 (*Epinephelus tauvina*) 和鑲點青斑 (*E. amblycephalus*) 之雜交繁殖實驗。中國水產, 324, 19—24.
17. 曾文陽 (1984). 石斑魚養殖學, 香港, 48—53.
18. Moe. Martin A. J. Y. (1969) Biology of the red grouper *Epinephelus morio* from the eastern Gulf of Mexico. Florida Dept Res. prof. papers Na 2207, 1—20.
19. Christopher M. Moore and Ronald F. Labisky (1984). Population parameters in Low Florida Keys. Transaction of American Fisheries Society, 113, 322—389.
20. Nazar A. Hussain and Masakihiguchi (1980). *Aquaculture*, 19, 339—350.
21. 蘇偉成、曾煥仁、顏枝麟 (1978). 石斑魚及嘉腊魚之成熟度調查與種魚培養, 台灣省水產試驗所試驗報告, 30, 523—529.
22. 弟島川正雄, 樋口正毅 (1966). キジハタの産卵習性と初期生活史, Japanese Journal of Ichthyology, 13(46).
23. 曾文陽、何錫光 (1979). 香港紅斑之人工繁殖 (胚胎及魚花期之發育)。漁牧科學, 7 (1)。