

鮭形石斑魚之人工繁殖—I

種魚的催熟，採卵及胚胎的發育

黃丁士 · 林金榮 · 顏枝麟 · 劉繼源 · 陳其林

Experiments on the Artificial Propagation of Black Spotted Grouper, *Epinephelus salmonoides* (Lacépède) - I

Hormone Treatment, ovulation of Spawners and Embryonic Development

Ting-Shih Huang, Kim-Jung Lin, Chih-Lin Yen,

Chi-Yuan Lin and Chi-Lin Chen

Epinephelus salmonoides is a very important commercial species of grouper and is highly esteemed as a food fish in Asia. Since this species suitable for culture, the development, of propagating techniques is essential to produce enough fry for culture. The experimental results are as follows:

1. The spawning season is from April to June.
2. Female spawner of *E. salmonoides* could be induced to ovulate after treated with Human Chorionic Gonadotropin by the dosage of 1 IU per 1 gram of recipient fish weight. Two to three dosages are usually injected with 24 hrs interval and spawning occurred about 2-4 days later after the first injection.
3. Stripping the milt for artificial insemination was very difficult due to very limited amount of milt.
4. The eggs are pelagic, spherical in shape. The diameter of the egg was 0.84-0.90 mm, with an average of 0.863 mm, the egg yolk is colorless, transparent and without conspicuous structure, containing a single colorless oil globule with 0.814-0.22 mm in diameter.
5. Fifty-five minutes after fertilization, the fertilized egg developed into 2 cells stage, three hours and ten minutes later embryo into morula stage and hatched out at 27 hrs 10 mins. During incubation period, water temperature ranging from 22.2°C to 25.6°C. The eggs hatched in 19 hrs 35 min at the water temperature of 30°C.
6. The newly hatched fry was 1.50-1.92 mm in total length, with an average of 1.701 mm and the diameter of yolk sac was 0.88-1.22 mm. The oil globule was situated in the posterior end of yolk sac and was completely absorbed when body length reached to 2.83-mm which was 84 hrs after hatching.

前 言

鮭形石斑 DXI, 16; A III, -8; p_1 19~20; LLp 57~58; LR 103~107; GR 9+17⁽¹⁾。以往將鮭形石斑誤認為鑲點石斑 (*Epinephelus ambly-Cephalus*) DXI, 15~16; A III, 8; p_1 17~19; LLp 56~58; LR 110; GR 7~8+14~15⁽²⁾。係因鮭形石斑幼魚有5條明顯暗褐色橫帶及斑點較少與鑲點石斑相似。但鮭形石斑的成魚，體呈淡褐色，並有淡褐色或黑褐色之斑點散布在全身，且橫帶變不明顯，斑點密度增加。而鑲點石斑成魚體側有7條明顯潤橫帶，橫帶前後兩側的邊緣均有斑點並列，體側橫帶相間非常明顯易分別，下顎下面無斑點。石斑魚是東南亞廣受消費者喜愛之高級海產經濟魚類，上市體形為600~1000公克，本省五年來均維持在每公斤300元左右⁽³⁾。石斑魚分佈於世界之溫暖海域沿岸，為重要食用魚類。一般為夜行性，肉食性，貪吃利用嗅覺尋覓食物；棲息場所為沿岸岩礁，珊瑚岩穴或縫隙喜隱蔽躲藏⁽⁴⁾，在養殖池或箱網中常棲息於底部或躲藏於人工設置之掩蔽物中，很少游動，成長快速，餌料係數低，極適合高密度之集約養殖⁽⁵⁻¹⁰⁾。澎湖自民國61年開始蓄養並且以活魚方式銷售。由於成長迅速且收益佳，掀起養殖熱潮，所放養之石斑魚苗均捕自天然水域，需求量甚多，供不應求，利之所驅，漁民不擇手段毒魚，以致澎湖沿岸資源日益減少⁽¹¹⁾。由於石斑魚類棲息於沿岸岩礁域，洄游範圍不廣是栽培漁業的最好對象⁽¹²⁾。為了保育及增加澎湖近海資源，充裕石斑魚苗的需求澎湖分所乃積極進行人工繁殖試驗，在68年人工繁殖曾獲得初步進展，但仔魚孵化後數日即全部死亡⁽¹³⁾。世界若干國家先後在石斑魚類的繁殖上有所進展，例如在新加坡⁽¹⁴⁾，科威特的鱸滑石斑 (*E. tauvina*)⁽¹⁵⁾及日本的點帶石斑 (*E. akaara*)⁽¹²⁾，但育苗上遭受許多困難。本試驗在探討鮭形石斑種魚的催熟、促進排卵、人工授精以及在各種不同鹽度、溫度條件下的孵化及胚胎發育情形。

材料與方法

一、種魚來源：

供試種魚來源為每年三月底至五月澎湖漁民在特定產卵場用延繩釣釣獲，以活魚輪運至碼頭，再用大型塑膠桶下墊海棉保持潮濕，上面蓋上被單保持陰暗及潮濕或用活魚運輸箱，運回白沙歧頭養殖試驗場蓄養，車程約20分鐘（鮭形石斑在空氣中可約1~2小時），運回種魚共計17尾雌魚體重在6.3~21.8公斤，體長73~89公分，雄魚體重18.4~35.1公斤，體長118~129公分，雄種魚體型甚大，來源較不易獲得，且精液非常稀少，往往只能擠出一兩滴。由於種魚體型甚大且性剛烈不易就範，故用Ethylene glyco monophenyl ether 300 ppm麻醉2~4分鐘，然後測定體重及體長，並用塑膠軟管由生殖孔吸取卵粒在顯微鏡下鏡檢，選取卵粒在0.45 mm以上的種魚進行催熟注射先後共7尾雌性種魚。

二、雌、雄種魚之判別：

繁殖季節人工繁殖後之種魚，取樣測定體重、標準體長、體高，並依實際大小描繪出其生殖器外部構造。

三、種魚蓄養池：

由於種魚體大釣獲後易受傷，故種魚運回放入3×2×1公尺小型水泥池後添加富來頓 (Furazolidone) 5 ppm施以長期藥浴。把檢查完畢後的雌雄種魚分池編號，每天換水1/2並充份予以打氣。

四、注射物：

施用於鮭形石斑以便促進成熟及排卵之荷爾蒙及維他命有下列數種：

(一)腦下垂體：取自剛死不久之成熟同種石斑，雌雄均可，保存於5℃的丙酮 (Acetone) 中。

(二)哥娜荷爾蒙：為中國化學製藥 (HCG)，以國際單位 (I. U) 表示。

(二)維他命：使用維他命 B - complex 劑量以 c.c. 計。

五生殖腺指數：將剛死的魚經過體長、體重等形質測定後剖取出生殖腺，測定重量計算 G.S.I. (

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 10^3)。$$

六有效注射量及注射次數：

一般在運回蓄養 1 小時內注射第一針，而後 24 小時內注射第 2 針，若是注射第 2 針反應不明顯則追加第 3 針，通常注射第 3 針後若無反應即予放棄。

催熟排卵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，由於無法由魚體外表判斷其成熟度，故依據過去實施鑲點石斑⁽¹²⁾、嘉腊⁽¹³⁾、黑鯛⁽¹⁴⁾、濱龍占⁽¹⁷⁾、老鼠斑⁽¹⁸⁾及鱸滑石斑⁽¹⁴⁾等催熟順利成功的記錄以 1 g 魚體重約注射 1 I.U. 之 gona hormone，另一方面加注鮭形石斑之腦下垂體以供比較，並且同時注射 B - complex 1 ~ 1.5 c.c. 以增強種魚之體力。

七採卵及採精人工授精、卵的估計、孵化：

採卵：經催熟的雌魚，腹部會有明顯的凸出目相當柔軟，可先麻醉，再用塑膠軟管由生殖孔吸取卵鏡檢；如有成熟卵時，使將魚體側臥於濕潤的海棉上，眼睛用濕布蒙住，因眼睛對光線相當敏感，如此可使種魚較安靜，然後用力擠壓腹部，成熟卵即可自生殖孔排出，盛接於碗中。

採精及人工授精：雄魚先麻醉後沾少許精液在顯微鏡下觀察精子的活力，若活力好，用力擠壓雄魚腹部尤其是靠生殖乳頭之部位。雄魚的精液非常稀少，往往費盡氣力才能擠出一、兩滴，將精子以毛筆沾取後在成熟卵上充分攪拌並加入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，並多次採取 1 c.c. 在投影機下計算卵數求出平均 1 c.c. 之卵數而推算出採卵數，爾後再置於玻璃燒杯內讓壞卵或未受精卵沈澱以虹吸方法取出壞卵再計算壞卵數。最後將浮於上層的受精卵置於 1 噸容積之 F.R.P. 桶內，以止水打氣方式孵化。觀察卵之發生過程並計算出受精率及孵化率；同時在胚胎發育的過程中，先於顯微鏡下觀察而後再用投影機放大 50 倍加以描繪，復於顯微照相記錄之。

八受精卵於不同鹽度下孵化及仔魚活存情形：

鹽度設定計分 6 組，孵化水鹽度分別為 35 ‰、30 ‰、24 ‰、18 ‰、12 ‰及 6 ‰，試驗容器使用 1 公升之燒杯，內裝過濾清潔之海水 1000 c.c.，當受精卵已分裂成 2 細胞期，置於投影機下挑選出受精卵，每組放入受精卵 100 粒，不打氣置於室溫下孵化。孵化期間觀察記錄卵之性狀，發育情形；孵化時間及孵化率，孵化後觀察計算其孵化率及仔魚畸形率，並將孵化仔魚留於原燒杯中觀察記錄仔魚在水中分佈情形及攝餌前仔魚之活存率。

九仔魚形態變化之觀察：

先將仔魚微行麻醉以減緩仔魚的活動力，再置於投影機以 50 倍描繪然後再於顯微鏡下校對其色素分佈及器官發育情形。

結 果

一、種魚成熟度測定：

將 6 尾雌種魚及 4 尾雄種魚解剖測定。雌魚 G.S.I. 值，在 0.808 ~ 2.695 顯示已屆成熟階段。雌種魚體重達 6.3 公斤已可產卵，最重一尾達 21.8 公斤。雄魚之 G.S.I. 值非常低僅 0.0614 ~ 0.55。如表 1

二、雌雄種魚之判別：

本繁殖季節購入 17 尾雌性種魚，8 尾雄性種魚；雌性種魚體重自 6.3 ~ 21.8 公斤，雄性種魚除 1 尾因內部寄生蟲寄生導致魚體瘦弱體重僅 18.4 公斤，另一尾 22.2 公斤，其餘 6 尾在 28.4 ~

35.1 公斤之間。雌性種魚體型雖小却非常肥滿，雄種魚體型大，尤以頭的部位顯得特別大；魚體側修長，尤其是接近腹部下方生殖孔的附近。

表 1 鮭形石斑種魚的成熟度
Table 1 The maturity of breeders of *E. salmonoides*.

編號 No.	性別 Sex	全長 T.L.(cm)	標準體長 S.L.(cm)	體重 BW(kg)	生殖腺重 GW(g)	生殖腺指數 $GSI = \left(\frac{GW}{BW} \times 10^2\right)$
1	♀	82	70	8.4	183	2.179
2	♀	83	70	9.2	153.2	1.665
3	♀	78.5	69.5	7.8	63	0.808
4	♀	76	67	8.2	320	3.902
5	♀	73	60	6.3	60	0.952
6	♀	89	79	14.1	380	2.695
7	♂	121	103	30	83.3	0.278
8	♂	118	102	18.4	224.0	0.130
9	♂	114	97	22.2	113.4	0.511
10	♂	129	116	32.6	20.0	0.0614

雌性種魚生殖器外觀較大、平滑、凸出且狀較圓，內有三個孔；上為肛門，中為生殖孔，下為生殖乳頭（urogenital papilla），生殖孔呈暗紅色向外微張，自開口處有許多細紋向外輻射，生殖器外貌隨種魚成長而增大且更圓。雄性種魚外部生殖器凹陷於腹部下，周圍多皺紋，生殖器外觀較小且呈橢圓形；生殖孔退化封閉，僅肛門及生殖乳頭。超過 30 公斤之雄種魚連生殖孔之位置亦不復存在，生殖器外貌隨種魚成長而減小。如圖 1。

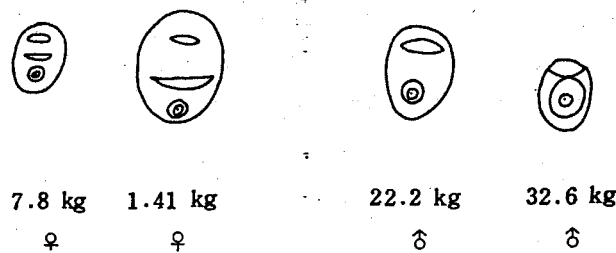


圖 1 鮭形石斑雌雄種魚生殖器外貌構造之區別

Fig. 1 Discrimination of the external structure of reproductive organs of male and female *Eprnephelus salmonoides*.

三種魚賀爾蒙催熟及人工採卵受精：

如表 2 所示。此次運回雌性種魚 17 尾，挑選出卵徑已達 0.45 mm 之成熟種魚共 7 尾從事賀爾蒙催熟處理。大部分在注射第 2 針或第 3 針後即可採卵。添加同魚種的腦下垂體粹出液如編號 6、

7 號之種魚比單獨使用 gona-hormone 後之受精率更佳，本次試驗平均每克魚體總劑量為 1.3 ~ 2.9 I.U. 而以 1.6 ~ 2.5 I.U. 催熟效果佳；如編號 5 號者低於 1.5 I.U. 催熟效果不佳，卵之發育無進展或編號 4 高於 2.5 I.U. 則受精率亦降低。

表 2 鮭形石斑荷爾蒙催熟及產卵
Table 2 The induced maturation and ovulation of *E. salmonoides*

No.	B.W. (kg)	Date	Time	injection No. dosage (I.U.)	No. of spawing	No. of eggs	ferti- lization rate(%)	Remark
1	8.4	Apr. 20	16:20	I GH 6,000				egg dia. 0.55-0.7 mm
			Apr. 22 16:20	II GH 7,500				
			Apr. 23 08:50		1	42,000	47	
			Apr. 23 14:50		2	32,000	34.3	
			Apr. 24 16:10		3	140,000	11.05	
		Apr. 24 16:40		4	14,000		no insemination	
2	9.2	Apr. 21	16:00	I GH 10,500+Vit. BC 1.5cc				
			Apr. 22 15:00	II GH 9,000				
			Apr. 25 09:20		1	186,000	13.4	
			Apr. 25					death, take P-G.
3	7.8	Apr. 23	14:30	I GH 9,000+Vit. BC 1.5 cc				
			Apr. 23 14:00	II GH 9,000				egg dia. 0.55-0.7 mm
			Apr. 25 08:40		1	185,600	3.3	
			Apr. 26 08:30		2	74,240		over mature
4	9.4	Apr. 23	14:30	I GH 9,000				egg dia. 0.55-0.6 mm
			Apr. 24 15:30	II GH 9,000+Vit. BC 1.5cc				
			Apr. 25 16:00	III GH 9,000				
			Apr. 26 03:30		1	928		too few
			Apr. 26 08:25		2	10,008	2.44	
			A A Apr. 26 10:00		3	13,900	3.29	
		Apr. 26 14:30		4	27,840	2.22		
		May. 5					dead	
5	13.8	Apr. 25	15:00	I GH 13,500				
			Apr. 26 15:30	II GH 15,000				egg's dia. 0.5-0.55 mm

表 2 續
Table 2 (Continued)

No.	B.W. (kg)	Date	Time	Injection No. dosage (I.U.)	No. of spawing	No. of eggs	ferti- lization rate(%)	Remark
6	6.3	Apr. 25	15:00	I GH 7,500				
		Apr. 26	15:30	II GH 6,000+1P.G ⁽¹⁾				
		Apr. 27	15:10		1	94,656	95.2	
		Apr. 27	18:30		2	23,200		
		Apr. 27	23:40		3	23,056		
		Apr. 28	08:30		4	18,560	8.82	
7	14.1	Apr. 25	15:00	I GH 15,000+1P.G ⁽²⁾				egg's dia. 0.50-0.55 mm
		Apr. 26	15:00	II GH 13,500 + 1P.G ⁽³⁾				
		Apr. 27	16:00	III GH 7,500+Vit. BC 1.5cc				
		Apr. 28	08:30		1	208,800	28.06	
		Apr. 28	13:10		2	38,000	20.02	
		Apr. 29	06:00		3	21,300	-	over maturatio

* 1. GH : Gona-hormone.

2. Vit. BC : Vitamin Bcomplex.

(1) pituitary of *E. salmonoides* BW : 8 kg.

(2) pituitary of *E. salmonoides* BW : 7.5 kg.

(3) pituitary of *E. salmonoides* BW : 20 kg.

表3 鮫形石斑的胚胎發育

Table 3 Embryonic development of grouper *Epinephelus salmonoides*

時間	受精後時間 Period (Hour:min)	水 溫 Water Temp (°C)	發 育 階 段 Developmental stage
08:50	0:00	22.2	Fertilized egg dia. 0.85 mm.
09:45	0:55	22.2	2-cell stage.
10:05	1:15	22.3	4-cell stage.
10:30	1:40	22.6	8-cell stage.
10:45	1:55	23.9	16-cell stage.
11:10	2:20	23.9	32-cell stage.
11:35	2:45	24.1	64-cell stage.
12:06	3:10	24.4	Morula stage.
14:10	5:20	25.0	Blastula stage.
16:30	7:40	25.6	$\frac{1}{3}$ of yolk is covered with blastodisc.
18:00	9:10	25.3	$\frac{1}{2}$ of yolk is covered with blastodisc.
19:35	10:45	24.8	$\frac{2}{3}$ of yolk is covered with blastodisc.
20:05	11:15	24.8	$\frac{3}{4}$ of yolk is covered with blastodisc and embryo bud was observed.
20:20	11:30	24.7	Embryo formation.
21:20	12:30	24.7	Blas topore closes.
22:25	13:35	24.8	Kupper's vesicle and optic vesicle were observed.
00:00	15:10	24.3	Myotomes apper, 4-somite stage.
03:30	18:40	24.4	9-somite stage.
06:40	21:50	24.5	19-somite stage, heart beating formation of eye lens and Tail free from yolk sac.
09:00	24:10	24.6	Auditory vesicle fromation, Myotomes 25 heart pulse commences number 23 / min activemotion.
12:00	27:10	24.8	Frist egg hatched fry total length 1.64 mm Myotomes 25.

由於雄性種魚來源不易，數量少且體弱；而體重都超過 22 公斤，所需劑量很高，恐賀爾蒙反應不良，中途死亡，故不予催熱；結果亦死亡 4 尾，解剖做成熟度試驗。

由於雄性種魚數少且目精液稀少，故卵質過熟或採卵數太少時均不進行人工受精。受精率由 0 ~ 95.2 % 不等，相差很大。採卵數最多 1 尾編號 7 號，先後採卵 3 次共得 279,328 粒卵；一次採卵數最多為編號 7 號者，第一次採卵數高達 208,860 且受精率達 28.06 %；受精率最高者為編號 6 號的種魚其第一次採卵數為 94,656 且受精率高達 95.2 %，最少者不足 1,000 粒。

採卵以第一次受精率為最佳，隨著採卵數增加而受精率明顯下降。此次 6 尾魚共採卵 18 次計獲 1,156,288 粒卵，而受精卵數共 147,359 粒，平均受精率僅有 12.74 %。編號 6 號之種魚其第二次採卵得 23,200 粒用剛死的雄魚解剖取精巢來做人工受精，但沒有受精；推測可能是精子活力不佳，或取精巢時沾到體液所致。

卵的發生：

成熟卵為分離之浮性卵，無色透明而呈圓形卵，卵徑長自 0.84 ~ 0.90 mm，平均值為 0.863 mm 如圖 2，油球略呈淡黃色，油球徑長 0.184 ~ 0.22 mm 平均值為 0.196 mm，卵膜腔狹窄，卵膜及卵黃均無特殊構造。

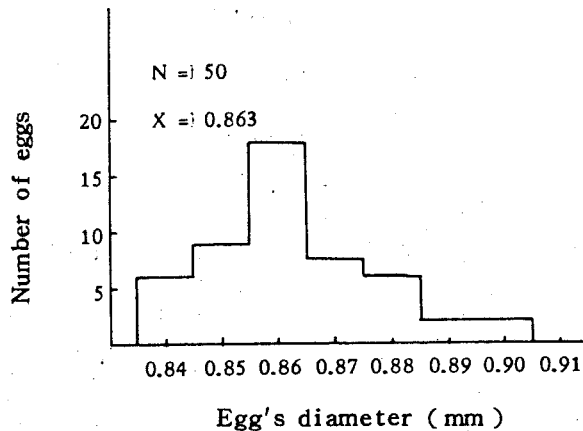


圖 2 鮭形石斑卵徑分布

Fig. 2 Frequency distribution of egg's diameter of *E. salmonides*.

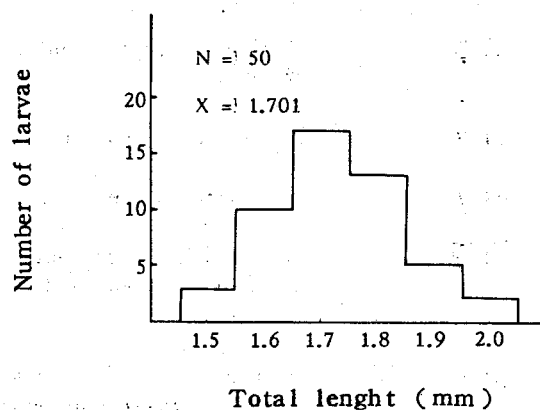


圖 3 鮭形石斑剛孵化仔魚體長分布

Fig. 3 Frequency distribution of newly hatched fry of *E. salmonides*.

成熟卵受精後 40 分鐘，胚盤隆起即可看到極帽 (polar cap) 之形成，55 分後分裂成 2 個細胞；1 小時 15 分分裂成 4 細胞。受精後 1 小時 40 分後分裂成 8 細胞；2 小時 45 分已分成 64 細胞。受精後 3 小時 10 分進入桑實期 (Morula stage) 其卵黃與細胞大小比例約為 5 : 1；受精後 5 小時 20 分進入原腸期 (blastula stage)，如圖 4 ~ 12。

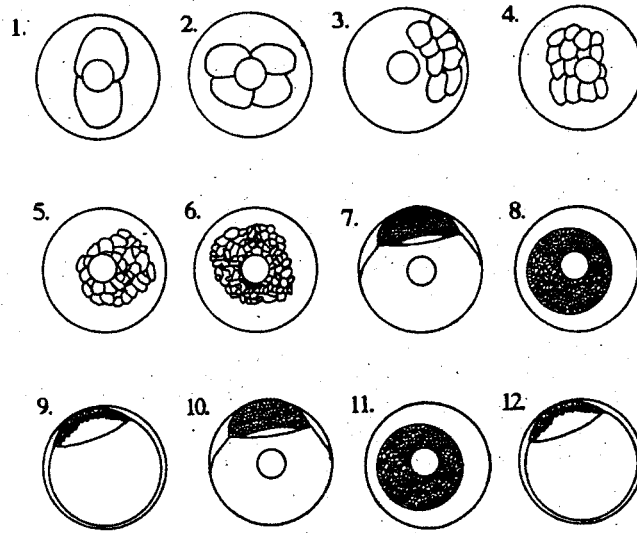


圖 4 2 細胞 (受精後 55 分鐘)

Fig. 4 2-cell stage (Time after fertilization, 0:55).

圖 5 4 細胞 (受精後 1 小時 15 分)

Fig. 5 4-cell stage (Time after fertilization, 1:15).

圖 6 8 細胞 (受精後 1 小時 40 分)

Fig. 6 8-cell stage (Time after fertilization, 1:40).

圖 7 16 細胞 (受精後 1 小時 55 分)

Fig. 7 16-cell stage (Time after fertilization, 1:55).

圖 8 32 細胞 (受精後 2 小時 20 分)

Fig. 8 32-cell stage (Time after fertilization, 2:20).

圖 9 64 細胞 (受精後 2 小時 45 分)

Fig. 9 64-cell stage (Time after fertilization, 2:45).

圖 10 桑實期 (受精後 3 小時 10 分)

Fig. 10 Morule stage (Time after fertilization, 3:10).

圖 11 胚囊開始覆蓋卵黃 (受精後 5 小時 20 分)

Fig. 11 Blastodisc began to cover yolk (Time after fertilization, 5:20).

受精後 7 小時 40 分胚囊方覆蓋卵黃三分之一；9 小時 10 分胚囊覆蓋卵黃二分之一，10 小時 45 分胚囊覆蓋卵黃三分之二；11 小時 15 分胚囊覆蓋卵黃四分之三且囊胚期開始出現。11 小時 30 後胚囊已完全將卵黃覆蓋而胚體形成；12 小時 30 原口 (blastophore) 已見閉鎖，13 小時

35分 Kupper's vesicle 及眼胞 (optic vesicle) 出現。15 小時 10 分已可觀察到頭部及脊索之分化，胚體中央已出現體節，為 4 體節 (4-somite stage) 如圖 13 ~ 21。

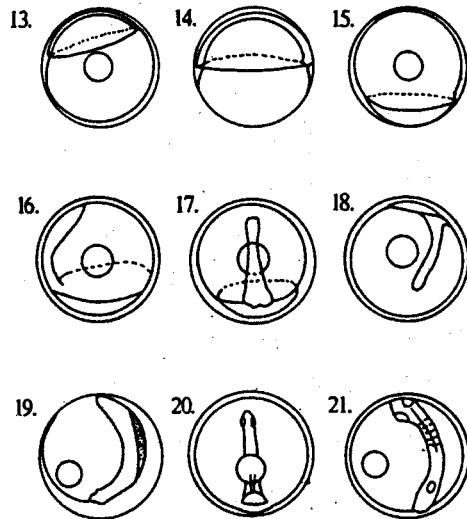


圖 13 胚囊覆蓋卵黃 $\frac{1}{3}$ (受精後 7 小時 40 分)

Fig. 13 $\frac{1}{3}$ of yolk was covered by blastodisc (Time after fertilization, 7:40).

圖 14 胚囊覆蓋卵黃 $\frac{1}{2}$ (受精後 9 小時 10 分)

Fig. 14 $\frac{1}{2}$ of yolk was covered by blastodisc (Time after fertilization, 9:10).

圖 15 胚囊覆蓋卵黃 $\frac{2}{3}$ (受精後 10 小時 45 分)

Fig. 15 $\frac{2}{3}$ of yolk was covered by blastodisc (Time after fertilization, 10:45).

圖 16 胚囊覆蓋卵黃 $\frac{3}{4}$ 且原胚形成 (受精後 11 小時 15 分)

Fig. 16 $\frac{3}{4}$ of yolk was covered by blastodisc and embryo bud appear (Time after fertilization, 11:15).

圖 17 胚胎形成 (受精後 11 小時 30 分)

Fig. 17 Embryo was formed (Time after fertilization, 11:30).

圖 18 原口閉鎖 (受精後 12 小時 30 分)

Fig. 18 Blastopore closed (Time after fertilization, 12:30).

圖 19 庫氏胞及眼胞出現 (受精後 13 小時 35 分)

Fig. 19 Kupper's vesicle and optic vesicle appeared (Time after fertilization, 13:35).

圖 20 胚體中央出現 4 體節 (受精後 15 小時 10 分)

Fig. 20 Myotomes appear (Time after fertilization, 15:10).

受精後 18 小時 40 分體節已分化成 9 體節；21 小時 50 分，體節已分化成 19 體節，心臟開始跳動；形成眼球（eye lens），尾部漸脫離卵黃囊。受精後 24 小時 10 分，水溫 24.6 °C 耳胞（Auditory vesicle）形成，心跳每分鐘跳動 23 下，可看到體液開始循環，並且胚體開始蠕動；胚體蠕動愈來愈迅速，尤其尾部常做激烈之反轉運動，將卵膜掙破，受精後 27 小時 10 分第一隻仔魚孵化出來，其破卵方式，大都是尾部先出來，少數由頭部先出；爾後陸續孵化而浮於水面，孵化所需時間因水溫、鹽度而有所差異。如圖 22 ~ 25。

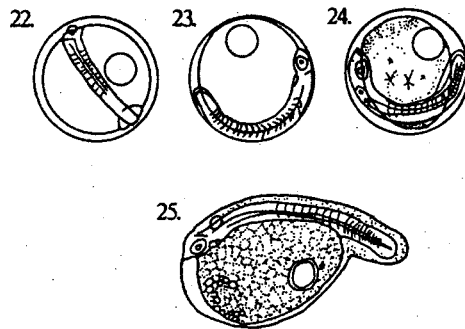


圖 22 胚體出現 9 體節（受精後 18 小時 40 分）

Fig. 22 9-somite stage (Time after fertilization, 18:40).

圖 23 胚體有 19 體節（眼珠形成，心臟開始跳動，尾部脫離卵黃囊（受精後 21 小時 30 分）

Fig. 23 19-somite stage, heart beating, formation of eye lens and tail free from yolk sac (Time after fertilization, 21:30).

圖 24 耳胞形成，25 體節，心跳每分 23 下，胚胎開始蠕動（受精後 24 小時 10 分）

Fig. 24 Auditory vesicle formation, Myotomes 25; heart pulse commences pulse frequency; 23/min and embryo started moving (Time after fertilization, 24:10).

圖 25 第一尾仔魚孵化，全長 1.64 mm（受精後 27 小時 10 分）

Fig. 25 First egg hatches, total length 1.64 mm (Time after fertilization, 27:10).

五 受精卵於不同鹽度下孵化及仔魚活存情形：

實驗開始時，卵發育至 4 ~ 8 細胞期。卵於鹽度 35‰、30‰ 海水中，浮在水面，其餘四組均沈底。10 小時後，海水鹽度 6‰ 之受精卵已完全變白濁死亡；16 小時後，海水鹽度 12‰ 中之受精卵絕大部分變白濁死亡，其餘各組均正常發育，胚體已完全形成，發育階段亦一致，23 小時後胚體眼球已形成且心臟開始跳動，筋節亦形成，海水鹽度 18‰ ~ 35‰ 各組發育情形略同；但海水鹽度 18‰ 中之受精卵發育情形雖正常却無法孵化，其餘 3 組孵化時間略同。如表 4。海水鹽度 35‰ 中之受精卵孵化時間為 30 小時 42 分，孵化率為 81%。剛孵化之仔魚均浮於水面，腹部朝上；海水鹽度 30‰ 中受精卵孵化時間為 30 小時 23 分，孵化率為 90%，剛孵化出之仔魚全部沈於水底，腹部朝上仰躺於底部。

孵化後 35 小時，海水鹽度 24‰ 及 30‰ 之仔魚活力佳且未見死亡，海水鹽度 35‰ 中之仔魚活力不佳且死了 8 尾浮於表面；孵化後 85 小時，仔魚開口，開始四處游動索餌。海水鹽度 35‰ 中之仔魚

表 4 鮭形石斑受精卵在不同鹽度下孵化及仔魚的存活率
 Table 4 Hatching of fertilized eggs and survival of fry of *Epinephelus salmonides* under different salinity.

No	Salinity	No. of Fertilized eggs stocked in the water	Level of fertilized eggs in the water	Embryonic developmental stage after 16 hours fertilization	Time of first egg hatched	No. of fry hatched	Hatching rate (%)	Deformity rate (%)	Survival of 85 hrs after hatching
1	35	100	surface	embryo formation	30:42	81	81	7.41	8
2	30	100	surface and part suspension	embryo formation	30:23	90	90	3.33	77
3	24	100	bottom	embryo formation	30:28	90	90	2.22	67
4	18	100	bottom	embryo formation	-	-	-	-	-
5	12	100	bottom	mostly dead	-	-	-	-	-
6	6	100	bottom	all dead	-	-	-	-	-

No. Survival rate (%)

備餘 8 尾，活存率 13.11%；海水溫度 30‰ 中活存 77 尾，活存率 85.56%。海水溫度 24‰ 中活存 67 尾，活存率 74.44%。

而曾⁶²從事紅斑試驗亦得相同結果以 30‰ 時為最佳孵化率達 76%；超過 30‰ 者不佳，在 26‰ 以下皆下沉與本試驗之 24‰ 者下沉約略相同。故石斑魚以 30‰ 溫度在水溫 25℃ 條件下孵化率為最佳。

六剛孵化之仔魚形態變化：

鮭形石斑剛孵化的仔魚全長 1.50 ~ 1.92 mm，平均 1.701 如圖 25。卵黃囊呈長橢圓形，長徑為 0.88 ~ 1.22 mm，平均 0.96 mm；卵黃囊為仔魚全長的 56%，卵黃囊短徑長 0.62 ~ 0.84 mm 平均為 0.635 mm。眼徑長 0.13 ~ 0.164 mm 平均為 0.1458 mm，眼珠直徑長 0.046 ~ 0.064 mm 平均為 0.0558 mm。口至肛門長 0.92 ~ 1.62 mm 平均為 1.158 mm，筋肉數為 25。心跳非常緩慢，每分鐘跳動 26 ~ 38 下。頭部非常小約為體長之 11%。眼未完全發育，眼透明無色素存在，亦無肛門。由頭頂繞過尾端至卵黃囊為鰾膜所包，兩顎尚未形成，油球在胚囊後下方靠近消化管；消化管未分化，身體無明顯黑色素或黃色素存在，剛孵化仔魚腹部朝上，大部分靜止不動，浮於水面上，偶而會仰游一小段距離或反轉以正常姿勢前進，但一停止馬上又仰游於水面。如圖 25。

孵化後 12 小時體制未發達，仔魚由頭至尾被一層膜包，耳胞明顯；色素不發達，卵黃囊吸收很快，為原來的 84.51% 身體延長，仔魚全長 2.16 mm，成長率為原來的 127.08%；卵黃囊縮小長徑為 0.92 mm，短徑為 0.56 mm，油球為 0.182 mm，口至肛門長為 1.34 mm，心跳加快每分鐘跳 87 ~ 117 下，尾部有 2 個黃色素呈星芒狀，肛門已開口位於全長三分之二處，腦開始分化，直腸已在形成中，在顯微鏡下油球有彩虹光澤，眼睛尚無黑色素出現。如圖 26。



圖 26 全長 2.16 mm (孵化後 12 小時)

Fig. 26 Total length 2.16 mm (Time after hatching, 12:00).

孵化 24 小時仔魚平均全長為 2.65 mm 為剛孵化全長的 155.8%，身體延長快速；卵黃囊長徑為 0.89 mm，短徑為 0.285 僅為原來的 42%，油球徑平均 0.165 mm 略為減小。眼徑為 0.205 mm，增長率為剛孵化仔魚的 141%，口至肛門長為 1.19 mm；頭部增長為體長之 17%。肛門往前移約在身體二分之一處，腦已分化成兩半球，同時在油球上有一個星狀黑色素；腸向前延伸，在卵黃囊前端有樹枝狀黑色素。

吻端向前凸起，口略具瓣形，尾鰭有細微雜紋出現；在靠近肛門旁有一個空胞，油球後端亦有 3 個空胞。吻端前有黑色素，同時在眼眶上有細微點狀黑色素，油球稍往前移。大部分仔魚懸浮在水中層，表層很少見，頭朝下尾朝上偶而會以正位向前衝，一有驚動則向四處逃逸，隨後又成倒立姿態懸浮在水中層，在強光照射或激烈震動下，魚體會捲曲。圖 27。

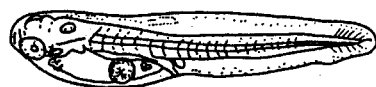
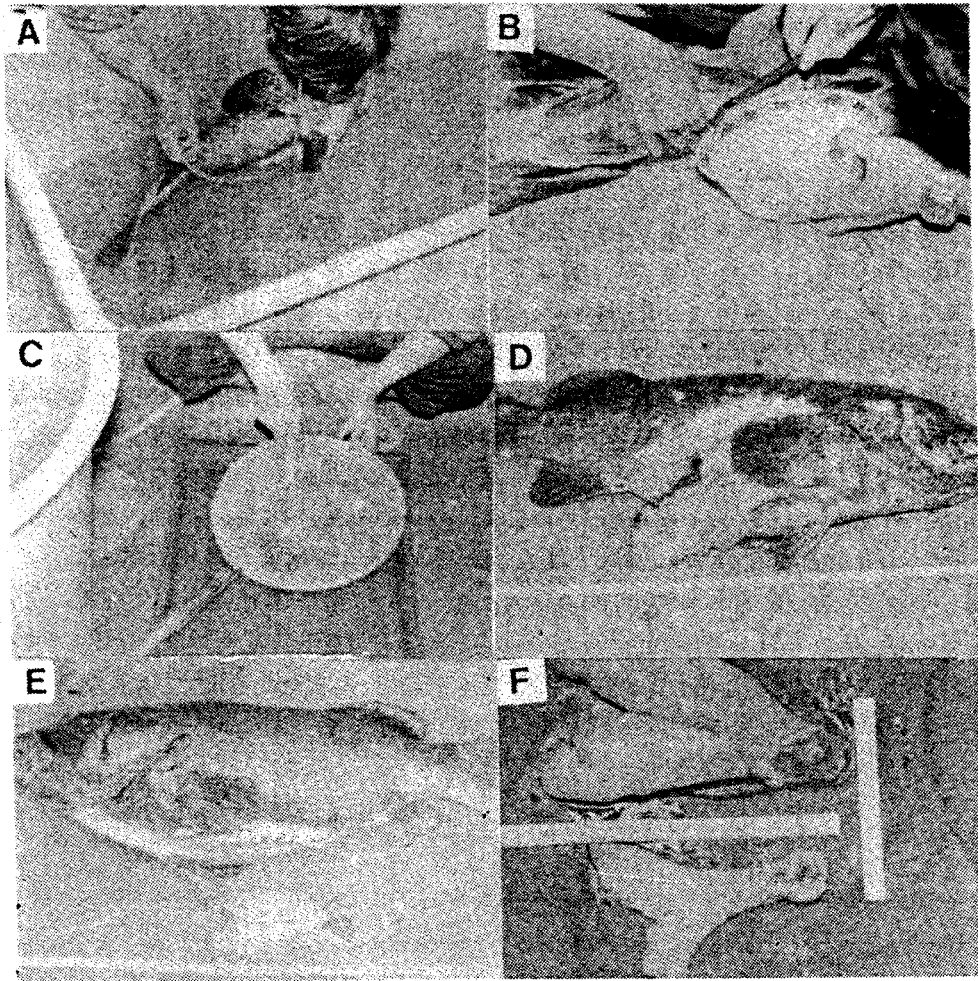


圖 27 全長 2.65 mm (孵化後 24 小時)

Fig. 27 Total length 2.65 mm (Time after hatching, 24:00).



照片A 吸卵檢查鮭形石斑卵之成熟度

Plate A Sucking eggs from *E. salmonoides* to check their maturity.

照片B 擠精做人工授精

Plate B Stripping milt for artificial insemination.

照片C 洗卵

Plate C Washing the fertilized eggs.

照片D 成熟雄鮭形石斑種魚及精巢。(全長114cm, 體重22.2 kg, 生殖腺重11.34 g)

Plate D Matured male *E. salmonoides* and its testis (Total length 114 cm body weight 22.2 kg and testis weight 113.4 g).

照片E 成熟雌鮭形石斑種魚及卵巢。(全長89cm, 體重14.1 kg, 生殖腺重380 g)

Plate E Matured female *E. salmonoides* and its ovary (Total length 89 cm body weight 14.1 kg, ovaries weight 380 g).

照片F 卵巢與精巢對照

Plate F Comparing ovary (Top) with testis (Bottom) of sex matured *E. salmonoides*.

討 論

鮭形石斑生殖季約4~6月¹³，此次施行人工繁殖在4月下旬買入的種魚發現已排過卵；而在五月下旬當地漁民捕撈頭水苗最大的已變成稚魚，約在25.5 mm以上，以人工育苗約需40天可達25.5 mm 依此推測在自然界中鮭形石斑的產卵始於4月上旬，鮭形石斑屬多次產卵，由抽卵或由卵巢切片獲知生殖期卵巢中存在有成熟卵和各期之未成熟卵。

本次雌性種魚體重6.3~21.8公斤，與蘇¹³等調查雌魚在7.5~19公斤及湯¹³所做雌魚體重在6.0~10.8公斤；與湯¹³推測鮭形石斑生物最小體型(biological minimum size)可能在6公斤相符合。此次雄魚只有1尾為18.4公斤且非常瘦，身上有寄生蟲及另一尾為22.2公斤，其餘都在28.4~35.11公斤與湯¹³所做雄魚都在22公斤左右，推測雄魚個體體重超過19公斤以上相符合，若超過22公斤幾乎皆為雄魚。據Lavenda¹⁴，smith及Moe¹⁵等報告鱸科魚類雌雄同體很常見；又Yamamoto¹⁶亦稱石斑魚之精巢組織一直都存在生殖腺腔道表皮組織，並且僅在卵巢組織功能後才能發揮其功能。Tan及Tan¹⁷發現鱸滑石斑(*E. tauvina*)體重11公斤以上；標準體長超過740 mm者均為雄魚。Moe¹⁵之記錄亦顯示(*E. morio*)族群中9齡及9齡以上魚群雄魚比例增加；又Moore & Labisky¹⁸指出Snowy grouper族群中雌魚4或5歲達性成熟，最早的雄魚在7~9歲，超過8歲的雄魚比例顯著增加和蘇¹³及湯¹³，還有本試驗結果綜論之，鮭形石斑為雌雄同體，雌性先熟型(Protogynous hermaphroditism)精巢組織具有功能的個體需超過22公斤。

據清野¹⁹卵質表現手法有比重、色調、卵徑、油球徑，孵化仔魚全長，卵黃容量，異常卵之比例等等。此次繁殖所測定之卵徑在0.84~0.90 mm平均0.863 mm，油球徑0.184~0.202平均0.196 mm比湯¹³等測定鑲點石斑卵徑0.882~0.9114 mm略小些。而比鱸川¹²的點帶石斑卵徑0.70~0.77 mm，油球0.15~0.16 mm為大；而比新嘉坡所研究的鱸滑石斑¹⁴卵徑0.9 mm略小及Hussain et al等所研究之卵徑為0.77 mm的鱸滑石斑為大，亦比曾²⁰的紅斑0.8 mm為大。

鮭形石斑受精卵的孵化時間在22.2~25.6℃經27小時10分鐘孵化，比湯¹³所報告在22.8~23.1℃經43小時30分鐘孵化，約短了16小時20分；在另一組實驗以恆溫水槽維持水溫在30℃經19小時30分鐘孵化，可見水溫決定孵化所需時間；但在30℃時雖孵化較快，而胚胎發育大都呈畸型，活存率甚低，孵出仔魚瘦弱，故高溫度下孵化似屬非宜。據湯¹³之試驗老鼠斑在28.4~27.0℃的水溫中經22小時孵化，Chen¹⁴鱸滑石斑在27℃需23~25小時；而鱸川的點帶石斑在25.1~27℃水溫則需23~27小時才孵化，曾²⁰的紅斑在水溫25℃經24小時孵化，而在29℃經21小時孵化但孵化率只有33.5%，若超過37℃則停止發育。故石斑魚類以水溫在25℃左右孵化率最佳。

剛孵化之仔魚體長1.50~1.92 mm平均為1.701 mm與chen等所孵化之鱸滑石斑仔魚體長平均為1.7 mm相同。比Hussain²¹等所繁殖之鱸滑石斑仔魚1.4~1.5 mm為大；較Hussain²¹等所研究自然產卵的鱸滑石斑之平均2.25 mm體型小許多，比日本鱸川所繁殖之點帶石斑仔魚體長1.45~1.56 mm為大。

在自然界中據Hussain²¹觀察鱸滑石斑雄魚數量在整個族群中少於5%在Moore及Labisky¹⁸報告中指出共捕獲144尾Snowy grouper僅有27尾為雄魚僅佔18.75%。又湯¹³指出22公斤鑲點石斑之精巢G.S.I.在0.11~0.30之間，老鼠斑為0.29，紅斑為0.16~0.4，此次做的雄魚G.S.I.在0.0614~0.511精巢都很小。而鱸類如嘉臘魚雄魚²²在生殖期之G.S.I.都在2.003~3.606，黑星笛鯛²³雄魚G.S.I.在2.450及濱龍占在生殖季魚G.S.I.在5.385。由於雄魚年齡大且數量少來源不易，已成為實施人工繁殖上最大的障礙，為了縮短雌魚變成雄魚所需的年數，似可使用雄性甲基甾固爾來施行性轉變。Chen¹⁴等對鱸滑石斑之性轉變試驗已獲得成功，亦為鮭形石斑今後雌性種魚來源提供了可行之途徑。

人工繁殖對種魚的選別十分重要，種魚愈成熟所需的催熟次數與劑量愈少。鮭形石斑平均卵徑達

0.45 mm，連續以 H.C.G. 注射可達成熟產卵，由於注射次數多，對種魚傷害大，往往種魚尚未達到成熟產卵即告死亡，故選擇種魚及注射次數多寡需要慎重；人工繁殖除了催熟物、劑量、方式以外，其餘如種魚催熟時之環境，採卵時間等都要注意。特別是適當之採卵時間最難掌握，種魚雖然都有經過選別後再行催熟；由於種魚年齡、成熟度、生理與環境條件不同，催熟後到達成熟採卵時間亦有異，由觀察很難精確地判斷是否達到成熟，如不斷地檢查，會傷及種魚及卵質，再加人工採卵時對種魚之傷害，未成熟卵混雜，成熟卵無法全部排出等皆為人工採卵之缺陷。

試驗中以鮭形石斑最後一次注射為準，注射後 24 小時內採卵最好，爾後隨著時間的增加受精率逐漸下降；而且亦有部分成熟卵無法採出，如此每次採卵後均有過熟卵滯留，可能為採卵次數增加而受精率愈來愈低的原因。

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熟採卵⁶⁾，今後繁殖工作應著重於種魚的培育，尤以縮短性轉變之年限，次及餌料，產卵環境因子控制等之探討，以期大量獲得良質的受精卵，避免畸型仔魚。

摘 要

石斑魚是東南亞地區廣受消費者喜愛之海產高級經濟魚類，由於適合高密度之集約養殖或箱網養殖乃積極從事鮭形石斑之人工繁殖，藉以明瞭其產卵催熟之生理及胚胎發育、稚仔魚孵化，以期確立大量繁殖魚苗之技術充分供給養殖上所需魚苗。本試驗所獲得結果如下：

一、鮭形石斑之生殖季在 4～6 月。

二、雌魚經抽卵檢查卵徑在 0.45 mm 以上者，施以荷爾蒙催熟，每隔 24 小時注射一次，劑量為魚體重 1 公克肌肉注射哥羅荷爾蒙約 1 I.U. 或添加鮭形石斑之腦下垂體，共注射 2～3 針，在第 1 針注射後 2～4 天產卵。

三、雄魚來源少且精液非常稀少，超過 22 公斤的雄魚精液往往擠 1～2 次做人工繁殖即告用完。

四、鮭形石斑的成熟卵為無色、透明、圓形；分離之浮性卵，卵徑 0.84～0.90 mm 平均 0.863 mm 具有單一油球，油球徑為 0.84～0.22 mm。

五、受精後 55 分鐘分裂為 2 個細胞，受精後 3 小時 10 分發育到桑實期；在水溫 22.2～25.6℃ 孵化所需時間為 27 小時 10 分鐘，若在水溫 30℃ 則需 19 小時 35 分鐘。

六、剛孵化的魚苗全長 1.50～1.92 mm 平均為 1.701 mm，卵黃完全吸收在孵化後 86 小時，體長為 2.83 mm。

謝 辭

本試驗承蒙農委會李副處長健全博士、李所長燦然博士、漁業局胡副局長興華之鼓勵，敬表謝忱。試驗期間蒙本分所高素滿小姐打字製表，高雪卿繪圖及所內所有工作同仁之協助均在此致謝。

參考文獻

1. 益田一、尾岡邦夫、荒賀忠一、上野輝彌、吉野哲夫 (1985)。日本產魚類大圖鑑，plat 115 及スズキ目ハタ科，127。
2. 益田一、尾岡邦夫、荒賀忠一、上野輝彌、吉野哲夫 (1985)。日本魚類大圖鑑，plate 114 及スズキ目，ハタ科，126。
3. 胡興華、林金榮 (1984)。不同餌料與投與次數飼育鮭形石斑 (*Epinephelus salmurnoicles*) 魚苗，台灣省水產試驗所，澎湖分所試驗報告彙集，4，40—52。
4. 顏枝麟 (1976)。鑲點石斑養殖，農牧旬刊，441，79—80。
5. 梁志達 (1976)。鑲點石斑養殖初步試驗。中國水產，279，21—24。
6. 蔡萬生、吳興華 (1982)。潮間帶地下式魚池石斑養殖一簡介養殖新法。台灣省水產試驗所澎湖分

- 所試驗報告彙集, 2, 103 - 107 .
7. Tseng, W.Y. (1983). Prospects for commercial net cage culture of red grouper (*Epinephelus akaara*) in Hong kong, J. world Maricul. Soc, 13 , 650 - 660 .
 8. 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 .
 9. Manual on floating net-cage fish farming in Singapore's coastal water, Primary Production Department, Republic of Singapore (1983).
 10. CHUA, T.E. and S.K. Teng (1980). Economic production of estuary grouper. *Epinephelus salmoides* reared in floating net cages. *Aquaculture* , 2 , 187 - 228.
 11. 澎湖縣政府公告, 中華民國 73 年 8 月 6 日, 73 澎府農水字第 28805 號 .
 12. 鵜川正雄、樋口正毅 (1966). キジハタの産卵習性と初期生活史。Japanese Journal of Ichthyology vol. X III , nos 4/6 .
 13. 湯弘吉、涂嘉猷、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 .
 14. F.Y CHEN, M. CHOW, T.M. CHAO and R. LIM (1977). Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* (FORSKAL) in Singapore. Singapore J. pri. 5(1) , 1 - 21 .
 15. 胡興華、顏枝麟、林金榮 (1980). 養殖嘉腊魚 *Chrysophry major* 催熟及採卵, 台灣省水產試驗所試驗報告, 32 , 661 - 671 .
 16. 林金榮、顏枝麟 (1980). 黑鯛 *Acanthopagrus schlegelii* 人工繁殖, 台灣省水產試驗所試驗報告, 32 , 701 - 709 .
 17. 黃丁士、顏枝麟 (1984). 濱龍占 *Lethrinus nebalosus* (FORSKAL) 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 .
 18. 湯弘吉、涂嘉猷、蘇偉成 (1977). 老鼠斑人工繁殖試驗, 中國水產, 324 , 19 - 24 .
 19. 蘇偉成、曾煥仁、顏枝麟 (1978). 石斑魚及嘉腊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 .
 20. Lavenda N. (1949). Sexual differences and normal protogynous hermaphroditism in the Atlantic sea bass *Centropristes striatus*. Copeia , 3 , 185 - 194 .
 21. Smith C.L. (1965). The patterns of sexuality and the classification of Serranid fishes. Amer. Mus. Novit. 277 , 1 - 20 .
 22. Mos. Martin A. Jr. (1969). Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes) from the eastern Gulf of Mexico. Florida Dept. Res. Prof. papers , 2207 , 1 - 20 .
 23. Yamamoto T. (1969). Sex differentiation. Fish Physiology. Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. vol. III , 117 - 175 . (Academic press 1969).
 24. Tan, S.M. and K.S. Tan (1974). Biology of tropical grouper *Epinephelus tauvina* (Forskal) I, A preliminary study on hermaphroditism in E., *tauvina*. Singapore J. pri. tnd. 2(2) , 123 - 133 .
 25. Christopher M. Moore and Ronald F. Labisky (1984). Population Parameters in Low Florida Keys. Transaction of the American Fisheries Society, 113 , 322 - 329.

26. 清野通康 (1974). 海産魚産出卵の卵質評價, 魚類の成熟と産卵。恒星社厚生閣, 113 - 119.
27. Hussain. N., Saif, M and Ukawa, M., (1975). On the culture of *Epinephelus tauvina* (Forskal). Kuwait Inst. Sci. Res., State of Kuwait, 14 .
28. Nazar A. Hussain and Masa kihiguchi (1980). *Aquaculture*, 19 , 339 - 350 .
29. 顏枝麟、林金榮、蘇偉成 (1979). 嘉腊魚人工繁殖試驗初報。中國水産, 320 , 3 - 8 .
30. 劉富光、胡興華 (1980). 黑星笛鯛 *Lutjanus russell*, (Bleeker) 胚胎發育, 台灣省水産試驗所試驗報告, 32 , 679 - 684 .
31. 平野禮次郎等 (1974). 魚類の成熟と産卵。日本水産學會誌編, 13 - 17 .
32. 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) .