

民國七十六年六月十九日至二十日 中央研究院動物研究所與行政院農業委員會漁業處
合辦「魚類生殖與內分泌之基礎及應用」研討會論文專集 211~225 頁

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

林金榮 · 顏枝麟 · 劉繼源

張仁謀 · 涂嘉猷 · 方玉昆

臺灣省水產試驗所澎湖分所

摘 要

本研究乃探討黑鯛之性轉變及黑鯛、黃錫鯛經人工催熟採卵及自然產卵之生殖情形。包括：(1)利用池塘中及箱網養成之黑鯛調查 1~3 年魚之性成熟及轉變情形；(2)天然黑鯛種魚經荷爾蒙人工催熟之成熟及採卵；(3)養殖 2~3 年黑鯛種魚於水泥池中自然產卵；(4)養殖之 3 年黑鯛、2 年黃錫鯛於室內水泥池經人工催熟之自然產卵。其主要結果如下：

1. 黑鯛為變性，雄性先熟後逐漸轉為雌性。養殖之 1 年魚全部為雄性且完全成熟；2 年魚 93.2% 仍為雄性表現型，但其中 34.1% 有性轉變現象，飽滿乳白色精巢內側出現細小黃色之卵巢，能擠出精液且精蟲功能正常，僅少數 6.8% 轉變為雌性；3 年魚已有 38.9% 完全轉變為雌，61.1% 仍為雄性表現型，其中 10.6% 有性轉變現象。

2. 天然黑鯛種魚，於繁殖季節中經抽卵檢查卵徑達 0.45 mm 以上時，以哥娜荷爾蒙加鯉魚腦下腺或單用哥娜荷爾蒙均可達到成熟採卵。

3. 養殖之 2 年成熟雌種魚可於室外水泥池自然產卵，單位體重產卵量為 38.5×10^4 粒/kg；3 年雌種魚經人工催熟或未經熟均可於室內水泥池成功地自然產卵，產卵期間達 30~45 日，單位體重產卵量達 51.32×10^4 粒/kg，本省澎湖地區養殖黑鯛之產卵季節為 2~4 月，產卵水溫 16.1~24.7°C。

4. 養殖之黃錫鯛 2 年種魚，24 尾雌種魚 26 尾雄種魚放養於 5 m × 3 m × 1.2 m 之室內水泥池中，經荷爾蒙 2 次催熟後，於第 2 次注射後第 2 個晚上開始自然產卵受精，產卵期開長達 97 日，總共撈獲卵數 $4,166.6 \times 10^4$ 粒，撈獲卵之重量達 31,090 g，為雌種魚總重量的 2.6 倍，單位體重產卵量高達 349.5×10^4 粒/kg，平均受精率 81.13%。產卵期間水溫為 15~26°C。

內 容

一、前言.....	212
二、材料與方法.....	212
(一)黑鯛性轉變之調查.....	212
(二)黑鯛之人工催熟.....	213
(三)黑鯛之自然產卵及人為自然產卵.....	213
(四)黃錫鯛之人為自然產卵.....	214
三、結果.....	214
(一)黑鯛之性轉變.....	214
(二)黑鯛之人工催熟.....	215
(三)黑鯛自然產卵及人為自然產卵.....	217
(四)黃錫鯛之人為自然產卵.....	220
四、討論.....	221
五、引用文獻.....	223

一、前 言

隨著經濟的發展，消費者對水產物的需求有顯著的變化。高價值產品的需求量不斷地增加，低價產品的需要量不斷的減少。鯛魚具有羣居性，生長快速，活性率高，可單養及混養，餌料及環境適應性皆很強，目前已是本省新興的重要淺海養殖魚種，種苗需求量與日俱增，天然種苗深受資源、環境等等因素之影響已無法適時適量地供應養殖所需。為了充裕地供應健康種苗，近年來積極展開人工繁殖技術之研究，由於政府的重視及研究人員的努力，已成功完成幾種鯛類人工催熟、採卵與孵化以及人工催熟自然排卵，進而完成自然產卵（林與顏，1980；林等，1986；胡等，1980、1981；黃，1972；曾，1978；湯等，1979）。本文包括黑鯛之性轉變調查、人工催熟及採卵、人為自然產卵、自然產卵及黃錫鯛之人為自然產卵，可作為鯛類種苗大量生產之基礎。

二、材料與方法

(一)黑鯛性轉變之調查

(1)自行人工繁殖之魚苗，於室外水泥池作淡海水養殖試驗（胡與涂，1920），養殖至該年繁殖季節時，以手壓腹部檢視是否有精液出現，記錄在不同鹽份濃度下黑鯛成熟雄性表現之頻率；養殖試驗結束後，此批魚繼續於水泥池中以海水飼養，每日投以下雜魚，至第2年繁殖季節時檢查，輕按腹部有精液流出者為雄性，無精液流出者且生殖孔已開者以生化軟管抽得卵者視為雌性，同時取樣解剖作形質測定及觀察。

(2)自行人工繁殖之魚苗，於室外養成池中以純海水養成，以下雜魚為飼料，於繁殖季節時取樣2年魚及3年魚檢查雌、雄比率，雌雄之判定同(一)。同時取樣解剖作形質測定及觀察。

(3)於箱網養成之3年種魚，於繁殖季節前2個月搬至陸上產卵池時，同時檢查雌雄

性比率且隨機取樣解剖做形質測定及觀察。

(二) 黑鯛之人工催熟

種魚皆選自漁民釣獲之天然種魚。於繁殖季節 1~3 月間購入天然釣獲之種魚，雄魚以手指輕壓魚腹部者有精液泄出者，雌魚則選腹部膨軟，並以塑膠軟管自生殖孔抽卵檢查，卵徑達 0.4 mm 以上者為適當雌魚。種魚運回實驗室後，先蓄養於 1 噸玻璃纖維桶中，俟其體力恢復後施以催熟注射，催熟以 H. C. G. (Human Chorionic Gonadotropic) 為主，包括 Puberogen (500 I. U.，日本三共製藥)、哥娜荷爾蒙 (1,500 I. U.，中國化學製藥)，有時也混合鯉魚腦下垂體，催熟採肌肉注射，劑量以種魚體重為準，種魚每公斤注射 500~200 I. U. 不等，以瞭解鯛魚人工催熟劑量，雌魚經注射後，間隔 24 小時抽卵檢查，卵粒變化情形如未達成熟則再追加注射，直到卵徑達 0.7 mm 以上時，隨時注意種魚成熟情形，當生殖巢到達成熟，立即採卵受精。受精採用乾導法。雄魚一般不需催熟，但如種魚已排過精，精液減少時可注射 H. C. G. 增加其精液量。以乾導法授精過之卵，先稱採卵重量並量取 1 g 之卵來計算採卵數及受精率，受精卵經過海水充份洗淨之後移至 0.5 噸或 1 噸之塑膠桶中以止水式微量打氣孵化，種魚經過採卵之後，再催熟注射，放置於水槽中等待第 2 次採卵，如此催熟採卵直到種魚無法採卵或死亡為止。同時鑒於種魚經催熟後蓄養期間有追尾現象，將人工催熟之種魚以雌雄不同之配比放養於塑膠桶中，讓其自然交配產卵，每日以浮游生物網收集受精卵，計算採卵數目及受精率。繁殖季節中每日均記錄水溫變化，以為參考。

(三) 黑鯛之自然產卵及人為自然產卵

(1) 2 年魚之自然產卵：

自行人工繁殖成功之魚苗，於室外水泥池中 (4 m×4 m×1.0 m) 飼養，以下雜魚為餌料，經 2 年飼育，於繁殖季節時檢查，52 尾魚中有 6 尾已轉變為雌性，將 4 尾雌種魚及 14 尾雄種魚留於原池中繼續飼養，池面 4/5 覆以木板，讓其自然交配產卵；餌料除平日之下雜魚外偶爾投予厚殼蝦。經常觀察魚的情況並檢查是否產卵。產卵時以浮游生物網收集受精卵，計算採卵數目及受精率。

(2) 3 年種魚之自然產卵及人為自然產卵：

自行人工繁殖之種苗於箱網養成之 3 齡種魚，於繁殖季節前 2 個月選運 75 尾雄魚及 75 尾雌種魚回養殖場，分別作形質測定後逢機分放於 3 個室內水泥池 (5 m×3 m×1.2 m)，每池 25 尾雄魚，25 尾雌魚。種魚初期以下雜魚為餌 (於箱網中均投餵下雜魚)，爾後以下雜魚絞碎加鰻粉做成濕性粒狀餌投餵，偶而並投餵牡蠣，平均每日餵食一次，產卵期間每 2 日投餵一次。同時為了探討 HCG 經口投餵之催熟效果，於種魚成熟度已良好時，以哥娜荷爾蒙摻入餌料中投餵，3 池中 No. 1 池每次投予 5,250 I. U. (約 0.2 I. U./g 魚體重) No. 2 每次投予 3,000 I. U. (約 0.1 I. U./g 魚體重)，No. 3 為對照組，每週投餵 2 次至開始產卵為主。荷爾蒙先以生理食鹽水溶解加水稀釋後，再和鰻粉均勻混合揉成團狀投餵，產卵期間，每日早上先停止打氣，待卵大部浮於水面時，再以手抄網撈取放於 25 ℓ 之玻璃缸中靜置，待壞卵沉底，好卵浮於表面時，以虹吸抽

取壞卵，分開好卵及壞卵，卵再以細網目之尼龍網濾乾，稱取好，壞卵容積，計算產卵數及受精率。產卵期間每日充份換水且虹吸抽除池底殘餘之壞卵，每隔 1 週清池一次。

四黃錫鯛之人爲自然產卵

種魚購自民間養殖場之 2 年魚，運回養殖場放養於室內 5 m×3 m×1.2 m 之水泥中，於購入第 3 天開始馴餌，平日投餵下雜魚、鰻粉、鰻粉+烏賊粉、厚殼蝦等餌料，種魚於購入後第 15 天已完全適應新環境時，檢查種魚之成熟情形並作形質測定，雌種魚並注射塘虱魚腦下垂體，劑量以同體重爲準，10 日後再檢查種魚成熟情形同時再施以第 2 次荷爾蒙注射，劑量爲同體重塘虱魚腦下垂體加上 HCG1 I. U./g 魚體重，雌雄均予以催熟注射。產卵期間均採用流水式集卵，即利用受精卵浮於水面之特性，注水將卵自種魚池上方之溢水口流出，再以 60 網目之網收集流出之卵。收集之卵再置於 25 l 之玻璃缸中靜置待壞卵沉底予以分離好壞卵，計算好壞卵數及受精率。產卵期間照常投餵並記錄投餵之餌料及數量。

三、結 果

(一) 黑鯛之性轉變

在海水、半鹹水及淡水之中養殖 1 年之黑鯛，在繁殖季節中雄性表現之情形如表一所示，於 12 月繁殖季節將來臨之前即有部份產生精液，1 月份爲黑鯛開始繁殖季節，除淡水外，海水及半鹹水 3 分之 2 以上魚產生精液，2、3 月爲黑鯛繁殖之最盛期，各池 90% 以上有精液，海水養殖之黑鯛 2 月 100% 雄性表現。4 月份後則完全無精液表現。由平均體長來看，體型愈大，表現成熟雄性的時間愈早，且同樣持續至繁殖季節結束爲止。繁殖季節中各月中所發現最小雄性成熟體型如表二所示，12 月時雄性最小成熟體型較大，隨著繁殖季節之開始所發現之成熟體型逐漸減小，至 3 月平均全長 14.4 cm

Table 1. The frequency and average length of one year old black sea bream showing male phynotype in spawning season

	Dec.		Jan.		Feb.		Mar.	
	M*	N**	M	N	M	N	M	N
Fresh water								
frequency (%)	13.3	86.7	36.7	63.3	88.4	11.6	91.6	8.4
ave. length (cm)	19.93	17.01	19.31	16.94	18.80	15.53	18.82	15.06
Brackish water								
frequency (%)	13.00	70.0	70.0	30.0	93.9	6.1	98.5	1.5
ave. length (cm)	17.58	15.84	17.66	15.33	17.61	14.52	17.43	15.05
Sea water								
frequency (%)	26.6	73.4	83.4	16.6	100	0	98.5	1.5
ave. length (cm)	19.25	17.15	18.66	15.52	18.50	—	18.54	—

* Mature male phynotype.

** Non-male phynotype.

Table 2. The minimum size of mature male black sea bream found in spawning season

	Dec.		Jan.		Feb.		Mar.	
	TL(cm)	BW(g)	TL(cm)	BW(g)	TL(cm)	BW(g)	TL(cm)	BW(g)
Fresh water	18.40	131.7	18.00	97.2	14.68	56.7	14.80	59.1
Brackish water	15.05	59.2	14.05	49.4	14.50	49.85	13.90	30.0
Sea water	17.60	104.5	16.10	82.2	14.46	50.9	14.50	50.9
Average	17.01	98.46	16.05	76.26	14.54	52.48	14.40	46.66

，體重 46.4 g，此體型亦相當該養殖魚之較小體型。

黑鯛經 2 年養殖，88 尾魚中僅有 6.8% 轉變為雌性，59.1% 仍為雄性，34.1% 雄魚有性轉變現象，飽滿乳白色精巢內側出現細小黃色之卵巢，但均為雄性表現型，能擠出大量精液，精蟲功能正常。已變性為雌魚之體重，生殖巢重及 G. S. I. 均較雄魚大，而性轉變中之雄魚和純雄魚之體重，生殖巢重及 G. S. I. 並無顯著差異。

黑鯛經 3 年養殖，於 303 尾魚中有 38.9% 已完全轉變為雌性；10.6% 之雄魚有性轉變之現象，飽滿乳白精巢內側出現細小黃色之卵巢，但仍為雄性表現型，能擠出大量精液，精蟲功能正常；50.5% 仍維持雄魚。已變性為雌魚之體重，生殖巢重及 G. S. I. 均較雄性魚為大，而性轉變中之雄魚和純雄魚之體重，生殖巢重及 G. S. I. 無顯著差異。

(二) 黑鯛之人工催熟

雌種魚健康情況良好，抽卵鏡檢時卵徑在 0.45 毫米以上者施以荷爾蒙處理多數能達排卵階段。由於黑鯛為多次產卵，採卵次數和催熟次數同樣較多，如表五所示，最多催熟 5 次，採卵 7 次，催熟劑量每公斤種魚 2,000 I. U. 以上，試驗中每次採卵數量及受精率之關係如圖二，產卵數一般在 150,000 粒以下，最高約 310,000 粒，受精率一般在 50% 以下，由於採卵次數、時間、注射劑量、種魚成熟度等而有不同。黑鯛同一尾種魚受精率與被採卵的次數有密切的關係，接受採卵的次數愈多，受精率愈低，如圖一，第 1 次採卵平均受精率約 35%，第 2 次採卵 31%，第 3 次採卵為 23%，第 4 次採

Table 3. The frequency of ♂, ♀, ♂♀ in 88 samples and body weight and gonad weight of two years old black sea bream in spawning season

Sex	♂	♂♀*	♀
Frequency (%)	59.1	34.1	6.8
Body weight, g	352.3±50.6	355.0±68.4	472.4±53.2
Body length, cm	25.2± 1.0	25.6± 1.3	26.8± 1.7
Gonad weight, g	20.4± 8.8	25.0±10.8	44.3±12.9
G. S. I. (C. W./B. W.×100)	6.0± 2.4	6.9± 1.8	9.3± 1.9

* ♂♀ testis is dominant and small ovary showed the inside slit of gonad.

The data are expressed as mean±S. E. M.

Table 4. The frequency of ♂, ♀, ♂♀ in 303 samples, body weight and gonad weight of three years old black sea bream in spawning season

Sex	♂	♂♀*	♀
Frequency (%)	50.5	10.6	38.9
Body weight, g	691.1±80.8	717.5±146.8	871.1±147.2
Body length, cm	28.7± 1.7	29.3± 2.1	30.5± 1.7
Gonad weight, g	51.1±12.7	40.3± 19.1	82.8± 31.4
G. S. I. (G. W./B. W.×100)	6.8± 2.7	5.3± 2.3	10.7± 4.4

* ♂♀ testis is dominant and small ovary showed the inside slit of gonad.
The data are expressed as mean±S. E. M.

Table 5. The hormone treatment and ovulation of black sea bream during spawning season of 1980

B. W. (kg)	Date	Injection		Time interval (hrs)	No. of eggs (×10 ⁴) ovulated	Fertilization rate (%)	Remark
		No.	Dosage				
1.4	Jan. 27	I	2cp*+500 I. U.	24.5			
		II	1cp+500 I. U.	23.8			
		III	4cp+500 I. U.	3.6			
				17.0	11.0	40.0	NS**
		IV	500 I. U.	12.0	7.5	33.6	AS**
2.0	Feb. 6			30.0	4.0	9.5	AS
		V	500 I. U.	30.0	10.0	6.2	NS
				19.0	11.8	4.8	AS
		I	1,000 I. U.	23.5			
		II	1,000 I. U.	24.5			
1.5	Feb. 18	III	1,000 I. U.	24.0			
		IV	500 I. U.	19.5	8.6	20.21	NS
				10.0	12.4	8.34	AS
		I	1,500 I. U.	9.0	4.7	5.38	NS
				16.0	9.6	35.83	AS
1.5	Feb. 20		1,500 I. U.	20.0	2.9	0	NS
		I	1,000 I. U.	24.5			
		II	1,500 I. U.	25.0			
		III	750 I. U.	14.0	8.5	45.2	NS
				30.0	20.5	16.8	NS
0.95	Feb. 20			26.0	31.7	27.3	NS
				23.0	7.2	30.8	NS
				21.0	6.5	6.30	NS
		I	500 I. U.	24.5			
		II	1,500 I. U.	25.0			
		III	750 I. U.	15.5	14.4	65.1	NS
				12.0	16.1	37.4	NS
				13.0	2.1	45.1	NS

* Carp pituitary gland. ** Natural spawning. *** Artificial stripping.

Table 5. Continued

B. W. (kg)	Date	Injection		Time interval (hrs)	No. of eggs ($\times 10^4$) ovulated	Fertilization rate (%)	Remark			
		No.	Dosage							
1.35	Feb. 21	I	1,500 I. U.	24.0	10.0	48.6	NS			
		II	750 I. U.	2.5						
				25.0						
		III	500 I. U.	13.0				2.5	45.2	NS
				26.5				6.9	21.1	NS
				27.0				4.7	18.9	NS
1.9	Feb. 20	I	1,500 I. U.	24.5	10.0	35.8	AS			
				0.5						
		II	1,500 I. U.	22.0	1.0	42.4	AS			
				1.5						
		III	1,500 I. U.	14.5	21.1	46.3	NS			
				11.0	14.6	43.43	NS			
				21.0	2.6	19.08	NS			
				23.5	12.0	2.49	NS			
				22.5	5.3	10.41	NS			
					22.0	7.12	AS			
1.26	Feb. 21			0.5						
		I	1,500 I. U.	16.0						
		II	750 I. U.	16.5	10.4	44.3	NS			
				29.0	7.4	16.44	NS			
				22.5	2.3	6.8	NS			
				22.0	5.7	0	NS			
1.2	Feb. 29	I	1,500 I. U.	12.5	5.7	71.7	AS			
				0.5						
		II	750 I. U.	11.0	8.0	26.8	AS			
				25.0						
1.7	Mar. 4	III	1,000 I. U.	19.5	5.4	12.3	NS			
		I	3,000 I. U.	55.0	19.2	7.4	AS			
		II	750 I. U.	14.5	13.2	27.8	AS			
			4.5	5.9	35.7	AS				

卵 20%，第 5 次 6%。本試驗部份經人工催熟後自然交配產卵，存在的環境僅為 1 噸容量之塑膠桶，環境上之限制，當然對結果有所影響，但證明受精率隨人工採卵次數增加而減少，同時種魚無法進食加上人為壓力，種魚均陸續死亡。

(三) 黑鯛自然產卵及人為自然產卵

黑鯛經人工催熟雖可達到採卵受精的目的但由於種魚之生理及環境條件不同，經催熟後到達排卵會有很大的差異，採卵時間不易掌握，人工採卵中常有血液，未熟卵被強迫擠出影響受精率，且黑鯛屬多次產卵魚，每一次採卵數量不多，又受精率隨採卵次數之增加而降低，基於以上諸原因，利用人工催熟採卵實無法獲得大量良質的受精卵。自然產卵之追求乃黑鯛種苗大量生產之先決條件，但如前所述，黑鯛為變性魚，屬雄性先

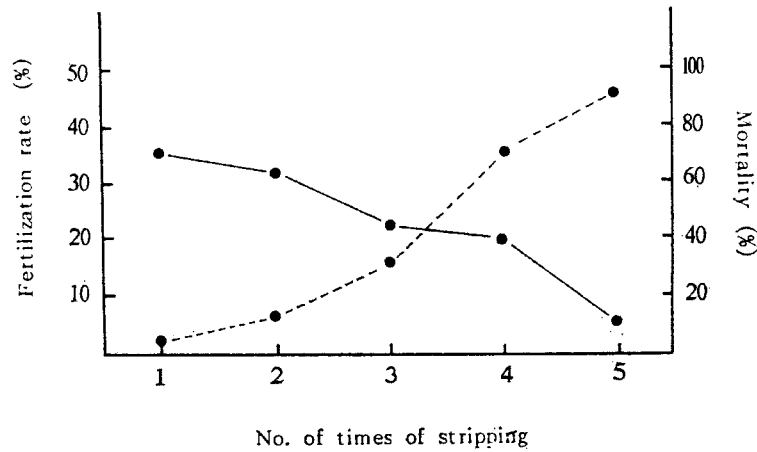


Fig. 1. Fertilization rate and mortality of black sea bream at each time of stripping. Solid line: fertilization rate. break line: mortality.

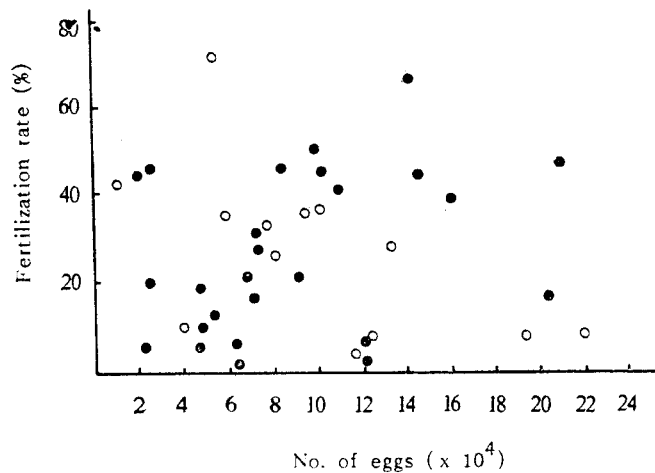


Fig. 2. Relationship between fertilization rate and number of eggs collected from hormone treated black sea bream. Circle: artificial stripping. Dotted: natural spawning.

熟(protandric hermaphitism), 逐漸轉變為雌性, 多大的種魚方為適當的種魚? 我們曾使用 2 年魚自然產卵成功, 如圖三, 但黑鯛 2 年魚完全轉變為雌性者比率很少, 且種魚小產卵數少, 故適當之種魚應為 3 年以上。

圖三為黑鯛 2 年魚自然產卵成功之 1 例。以 2 齡雌魚 4 尾, (體重 400~500 g), 雄魚 14 尾 (體重 250~400 g) 放養於 4 m×4 m×1 m 之水泥池中, 2 月中旬發現產卵以網撈得 15,000 粒上浮卵, 受精率 97.87%, 2 月下旬每日得卵數約在 10,000 粒以下, 但 2 月末水溫突然由 22.4°C 下降至 15°C, 5 日後至 3 月 4 日再上升至 20.2°C, 隨著水溫快速上升, 採卵數也隨著增加至 30,000 粒, 3 月 12 日池水水溫由 20°C 急速上升至 24°C, 採卵數也由 40,000 粒降至 20,000 粒, 此後 5 日中採卵減少, 每日採卵數皆在 2,000 粒以下, 3 月 22 日水溫 20.6°C 至 3 月 25 日水溫上升至 24.6°C, 3 月 26 日採卵數也突然增加為 30,000 粒, 此後雖然水溫逐漸上升至 26°C, 但無劇烈變

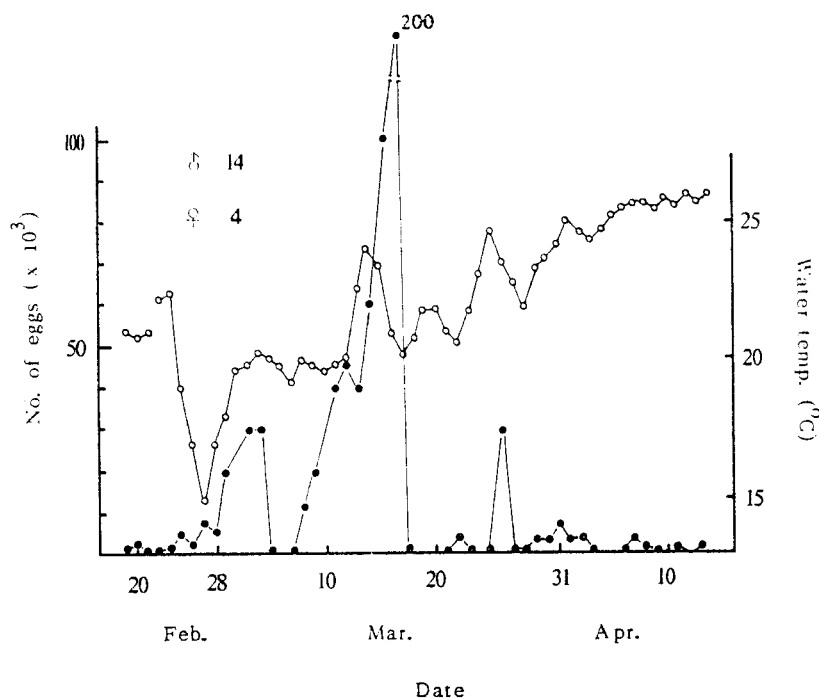


Fig. 3. Changes in water temperature and number of fertilized eggs of black sea bream collected from concrete pond outside door in 1980. Dotted: number of eggs. Circle: water temperature.

化，採卵數皆不多，一直到4月產卵期結束為止。整個產卵期中，雌魚4尾，共獲得受精卵70萬粒，種魚體重每公斤平均產卵數達38.5萬粒。自然產卵之卵質佳，卵粒透明光亮，卵徑平均，單油球卵多，多油球卵比率極少，且油球數不超過3個，受精率極高，均超過90%。

圖四為黑鯛3年魚自然產卵之一例。黑鯛種魚自箱網處移至陸上室內水泥池經3個月之適應及馴養，於產卵前 tank 1 及 tank 2 之種魚於飼料中混投哥娜荷爾蒙，tank 1 共投餵哥娜荷爾蒙 31,500 I. U.，相當於 0.82 I. U./g 魚體重，tank 2 共投餵哥娜荷爾蒙 18,000 I. U. 相當於 0.42 I. U./g 重體重，結果 tank 1 及 tank 2 種魚於3月25日開始產卵，tank 3 則晚3天才開始產卵。tank 1 產卵期間最短，總撈獲卵數也最少，產卵期間自3月25日至4月13日連續產卵19日，4月14日起間斷產卵至4月18日產卵結束，產卵期僅23日，此後種魚有得病跡象且進食情況不佳。每日撈獲卵數3萬至52.2萬，平均為20.5萬粒，1日最得撈獲卵數達52.5萬粒，總撈獲卵數為452萬粒，其中受精卵392.52萬粒，受粒率達82.39%，卵畸形率2.27%，平均產卵數為23.98萬/kg魚體重，產卵期間水溫16.1~21.85°C。產卵高峯約2星期，3月29日至4月10日計13日間撈獲卵數362.6萬粒，佔總撈獲卵數之80.22%。tank 2 池3月9日開始產卵2日後間斷，3月25日恢復產卵至4月19日連續產卵26日，4月20日間斷產卵至4月26日產卵結束，產卵期間約1個月。每日撈獲卵數3萬~148.9萬粒，平均每日撈獲卵數33.5萬粒，1日最得撈獲卵數148.9萬粒，總撈獲卵數為1,005.88萬，其中受精卵861.25萬，受精率為85.62%，卵畸形率1.14%，平均

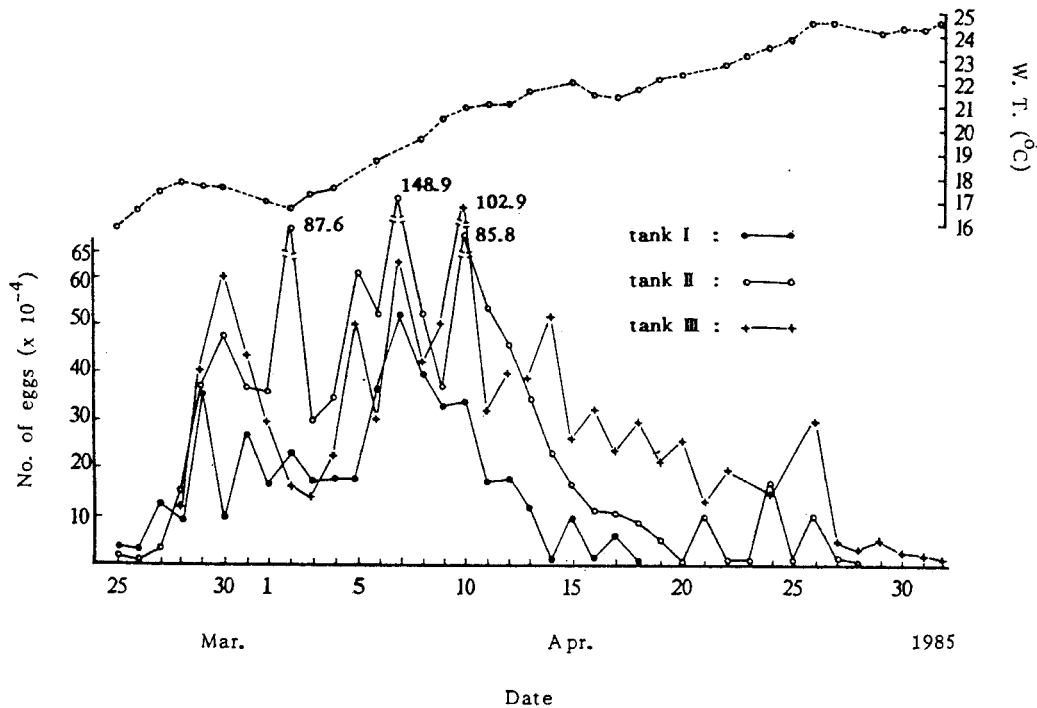


Fig. 4. Changes in water temperature and number of eggs of black sea bream collected from three indoor concrete spawning tanks in 1985.

產卵數為 44.87 萬/kg 魚體重，產卵期間水溫 16.1~24.5°C。產卵高峯出現於 3 月 29 日至 4 月 11 日，此期間共撈獲卵數 832.4 萬，佔總撈數的 82.75%。tank 3 池產卵，較晚且相對地較晚結束，產卵期間 3 月 28 日起至 4 月 22 日連續產卵 28 日，4 月 23 日起間斷產卵至 5 月 6 日產卵結束，產卵期間約 40 日，每日撈獲卵數 5 萬至 102.9 萬粒，總撈獲卵數 967.46 萬，其中受精卵為 726.95 萬，受精率為 75.14%，卵畸形率 18.56%，平均產卵數為 51.32 萬/kg 魚體重，產卵期間水溫 17.1~24.7°C。產卵高峯出現於 3 月 29 日至 4 月 14 日計 17 日間撈獲卵數 741.24 萬，佔總撈獲卵數之 76.62%。

四黃錫鯛之人為自然產卵

種魚經檢查結果，雌種魚 24 尾，體重為 370~600 g，平均 496.69/尾，雄種魚 26 尾，體重 270~670 g，平均 466.15 g，50 尾種魚平均體重為 475.8 g/尾，種魚放養密度為 1.6 kg/噸水。

黃錫鯛 2 年種魚經人工催熟注射 2 次後，於第 2 次催熟注射的第 2 個晚上即開始產卵，爾後不再注射，連續產卵長達 3 個月之久。如圖五及圖六所示。種魚於 1986 年 12 月 5 日開始產卵，當時水溫 19.6°C，歷時 3 個月餘至 1987 年 3 月 14 日產卵結束，產卵期間水溫為 15°~26°C。整個產卵過程大致可分三個階段，第一個階段 1986 年 12 月 5 日至 12 月 15 日，共產卵 11 日，撈獲數 462.6×10^4 粒，其中浮上卵 417.6×10^4 粒，平均受精率為 72.19%，此階段平均每日撈獲卵數為 42.1×10^4 粒；第 2 階段 1986 年 12 月 27 日至 1987 年 1 月 26 日，其中有 7 日未產卵，共產卵 24 日，撈獲卵數

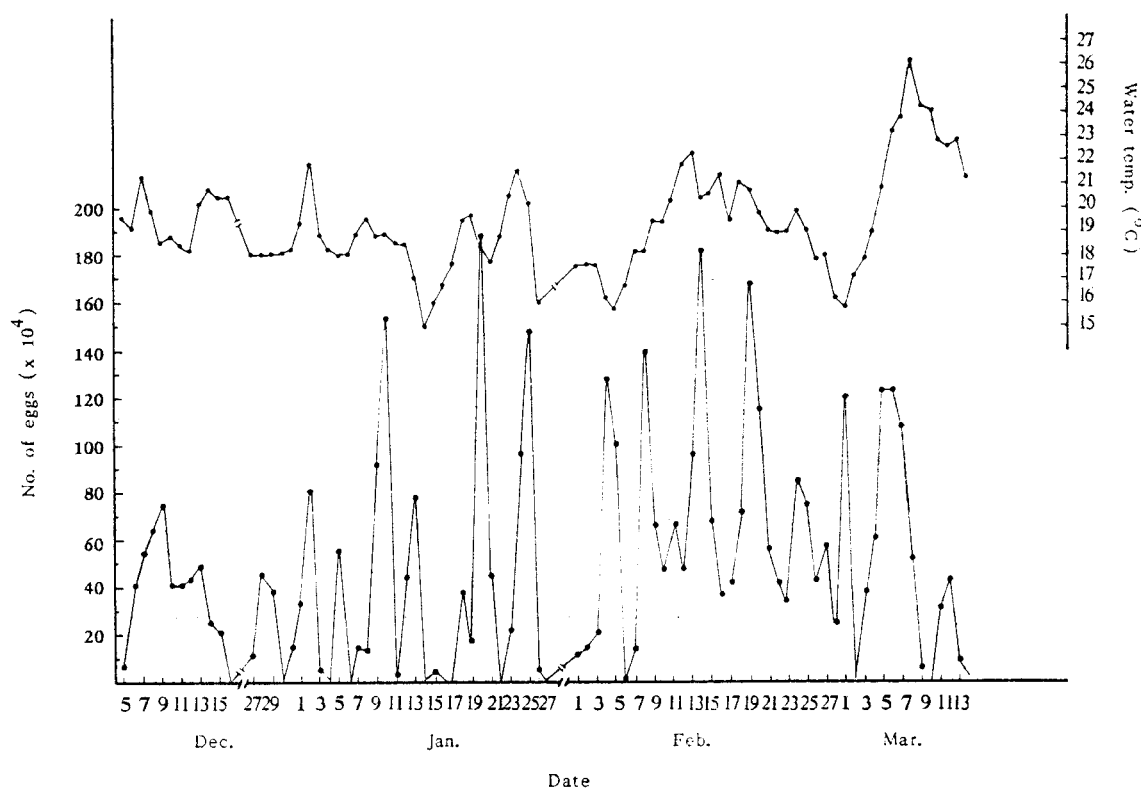


Fig. 5. Changes in water temperature and number of eggs of *Sparus sarbe* collected from the indoor concrete spawning tanks in 1986 and 1987.

1261.6 $\times 10^4$ 粒，其中浮上卵為 1172.0 $\times 10^4$ 粒，平均受精率為 92.19%，此階段平均每日撈獲卵數 52.6 $\times 10^4$ 粒；第三階段為 1987 年 2 月 1 日至 3 月 11 日，其中有 3 日未產卵，共產卵 36 日，撈獲卵數 2,442.4 $\times 10^4$ 粒，其中浮上卵 2,192.6 $\times 10^4$ 粒，平均受精率 76.18%，此階段平均每日撈獲卵數達 67.8 $\times 10^4$ 粒。

整個產卵期自 1986 年 12 月 3 日至 1987 年 3 月 11 日，產卵期長達 97 日，其中產卵日數 71 日，總共撈獲卵數高達 4,166.6 $\times 10^4$ 粒，其中好卵（浮上卵）3,782.2 $\times 10^4$ 粒，佔 90.7%。以重量計，撈卵量達 31,090 g，令人吃驚的是 24 尾雌種魚總重量僅 11,920 g，換句話說，撈獲卵量達雌種魚體重的 2.6 倍，平均每尾雌種魚卵 173.6 $\times 10^4$ 粒，每尾產卵 1.295.6 g，單位體重產卵量高達 349.5 $\times 10^4$ 粒/kg。

產卵結束後，再度檢查種魚並作形質測定，此時雌雄判別不易，雌雄種魚之平均體重為 467.0 g，比產卵前平均體重 475.8 g 略輕，整個產卵期間投餵的餌料計鰻粉+烏賊粉 19,790 g，牡蠣 5,550 g，鮮蝦 6,400 g 及下雜魚 2,250 g，總計 33,990 g。

四、討 論

黑鯛為多次產卵魚類，產卵期間長達 2~3 個月，但由於地域因素，各地區繁殖季節不大一致。澎湖地區黑鯛之繁殖季節為 1 月至 4 月，平均水溫 15.5~24.5°C；日本之繁殖季節為 3 月至 7 月，水溫 15~22°C（柳谷弘道，1979；貝塚，1973；廣島縣水產試驗場，1962, 1964）。

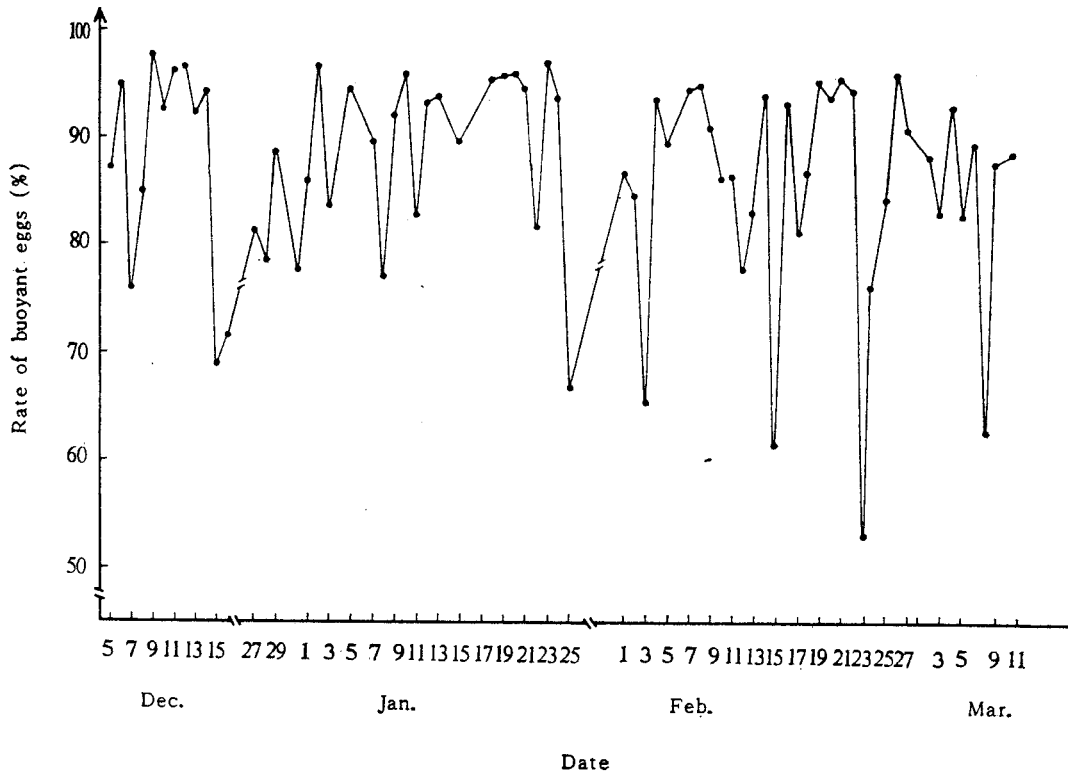


Fig. 6. Changes in the rate of buoyant eggs (normal eggs floating on the surface) of *Sparus sarbe* collected from the indoor concrete spawning tanks in 1986 and 1987.

黑鯛為變性魚，屬雄性先熟 (protandric hermaphroditism) 關於性轉變，本研究發現，養殖黑鯛 1 年魚全部為雄性，2 年魚有 6.8% 已完全轉變為雌性，93.2% 仍為雄性表現型，但其中 34.1% 已具有性轉變現象；3 年魚已有 38.9% 完全轉變為雌性，10.6% 為兩性，50.5% 為雄性。日本方面之報導却不太一致 (貝塚，1973)，1 年魚全部為雌性，3 年魚大部分為兩性型，3 年魚半數以上仍帶有成熟精巢，性已分離者雄魚較多，4 年魚多數為雌雄異體，雌魚多數已成熟，5 年魚以上雌雄大部份已分離，但如以體重來比較，日本方面 1 年魚 55 g，2 年魚 205 g，3 年魚 360 g，4 年魚 470 g，5 年魚 570 g，本省 3 年魚之體重已超過日本 5 年魚之體重。

黑鯛催熟之劑量，(黃，1972) 對 300~400 公克之種魚注射 50 RV 後，置於室內水泥池中可自然產卵；笠原以 3 至 4 歲黑鯛為種魚，施以 Synahorin 催熟，劑量為 20 RV，注射 1 次，於室內水泥池中均能自然產卵受精(澎湖分所，1983, 1984, 1986)本報告中以 Gona-hormon 經口投與注射，種魚同樣於室內水泥池中自然產卵受精，對照組亦同樣能自然產卵。山本對 500~600 g 種魚，注射 Synahorin 40 RV, Puberogen 150 I. U. 及 Gona-hormon 200 I. U. 結果以 Synahorin 最好 (山本，1971) 本研究中以 Gana-hormon 或 Gona-hormon 加鯉魚腦下腺經 2~3 次催熟亦均可達到成熟採卵。

魚類之成熟產卵受到環境因子的影響很大，本試驗中發現黑鯛自然產卵對水溫非常敏感，在維持一段低水溫期後，待水溫回升時常促進產卵，然而當水溫再度下降至產卵

適溫以下時產卵中斷。嘉臘魚亦有同樣現象，原因飼育嘉臘魚水溫逐漸上升近 17°C 自然產卵，降至 16°C 以下產卵停止，且當飼育水溫急速上升 2~3°C 可促進產卵，因此利用水溫控制，促進種魚產卵將是有趣的題目，幾年來本分所養成黑鯛自然產卵，開始時水溫自 15.6~18.4°C，產卵結束時，水溫相當一致 24.5~24.7°C；1979 年產卵季節 2 月中旬至 3 月底，產卵水溫 18.2~24.5°C；1983 年產卵季節 2~3 月，產卵水溫 16.5~23°C，1984 年產卵季節 3~4 月，產卵水溫 15.6~24°C，本年度產卵季節 3 月下旬至 4 月底，產卵水溫 16.1~24.7°C，由幾年來結果統計，澎湖養成黑鯛自然產卵季節 2 月中旬至 4 月，產卵水溫 15.6~24.7°C。本年度產卵高峯出現於 3 月 29 日至 4 月 10 日，水溫 17.1~21.0°C。

人工繁殖除了催熟藥物、劑量、方式以外，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，種魚雖然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，催熟後到達成熟採卵的時間亦有異，由外觀上很難精確地判斷是否達到成熟，如不斷地檢查，騷擾會傷及種魚及卵質，人工採卵對種魚之傷害，未熟卵混雜，完熟卵無法全部排出等，皆為人工採卵之缺陷，經研究自然產卵成功，受精卵產量大增，黑鯛每公斤種魚可產卵 51.54 萬粒，黃錫鯛每公斤種魚產卵量更高達 34.95 萬粒，較過去人工催熟採卵的效果好，大多產卵之經濟海水魚，應以自然產卵方式取代人工催熟採卵。

五、引用文獻

- 林金榮、顏枝麟 (1980). 黑鯛 *Acanthopagrus scheleg*; 人工繁殖。臺灣省水產試驗所報告, 32: 661-671。
- 林金榮、顏枝麟、涂嘉猷、方玉昆、陳其林 (1986). 嘉臘、黑鯛之人為自然繁殖。臺灣省水產試驗所報告, 40: 259-268。
- 胡興華、顏枝麟、林金榮 (1980). 養殖嘉臘魚催熟及採卵。臺灣省水產試驗所報告, 32: 661-671。
- 胡興華、徐明星 (1980). 嘉臘及黑鯛卵與仔魚之特性。臺灣省水產試驗所報告, 32: 711-719。
- 胡興華、顏枝麟、林金榮、涂嘉猷 (1981). 養殖黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 之性轉變及自然產卵。臺灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 2: 55-62。
- 胡興華、涂嘉猷 (1982). 黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli*。淡海水養殖試驗。臺灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 2: 47-54。
- 胡興華 (1983). 鯛魚人工繁殖——嘉臘 *Chrysophrys major* 及黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 之探討。臺灣省水產試驗所澎湖分所試驗報告彙集, 3: 1-48。
- 黃丁朗 (1972). 黑鯛的人工繁殖。中國水產, 235: 2-6。
- 曾文陽 (1978). 香港黑鯛人工繁殖之初步試驗。漁牧科學, 8: 9-20。
- 湯弘吉、涂嘉猷、蘇偉成 (1979). 黑鯛人工繁殖——(I) 種魚催熟與採卵, 中國水產, 319: 9-14。
- 笠原正五郎、日比谷京 (1976). クロダク種苗生産に關する基礎的原究工。生殖腺刺激ホルモン投與による成熟すよひ産卵の促進についこ。
- 川木信之 (1971). 養魚學各論, pp. 504-524。
- 原田輝雄 (1974). ダク類品種改良。養殖, 11(10): 50-54。

Controlled Reproduction and Spawning in Cultured Black Sea Bream *Acanthopagrus schlegeli* and Gold Lined Sea Bream *Sparus sarba*

Kim-Jung Lin, Chih-Lin Yen, Chi-Yuan Liu,
Ren-Mou Jang, Jia-You Twu and Yuh-Kuen Fang
*Penghu Branch, Taiwan Fisheries Research Institute,
Penghu, Taiwan, R. O. C.*

This study investigated the sex reversal, inducing maturation, ovulation and natural spawning of the cultured black sea bream *Acanthopagrus schlegeli* and gold-lined sea bream *Sparus sarba*. In experiment 1, sex maturity and sex reversal were investigated in one to three years old black sea bream which were raised in fish ponds and in cages of bay waters. In experiment 2, artificially induced maturation and ovulation of natural breeder of black sea bream were studied through hormone treatment. In experiment 3, spawning patterns of two to three years old black sea bream kept in concrete tanks were investigated. In experiment 4, spawning patterns of three years old black sea bream and of two years old goldlined sea bream were studied following induced maturation. The results were summarized as follows:

Experiment 1. Black sea bream is sex reversal fish, maturing as male first then gradually changing into female. One year old cultured fish all attained complete maturity as male. 93.2% of the two years old cultured fish still showed male phenotype. Among them 34.1% were in process of sex reversing; small yellowish ovaries were found on the inner side of full developed testis and milky semen could be striped out and sperm function normally. Only 6.8% of two years old cultured fish changed to female completely. 38.9% of the three years old cultured fish changed to female completely and the rest 61.1% still showed male phenotype but 10.6% of them were in process of sex reversing.

Experiment 2. Induced maturity was done in the nature breeder of black sea bream with egg diameter over 0.45 mm by injecting HCG combined with carp pituitary gland extract or HCG alone. This procedure was successful.

Experiment 3. Mature female of two years old cultured fish could spawn naturally in outdoor concrete tank and the average number of eggs spawned per unit of body weight was 38.5×10^4 egg/kg; Those of three years old matured female could successfully spawn naturally in indoor concrete tanks regardless with or without inducing maturation. The spawning period could last as long as 30 to 45 days and the average number of eggs spawned per unit of body weight could reach to 51.32×10^4 eggs/kg. The spawning season of cultured black sea bream in Penghu area are from February through April and the spawning water temperature were

between 16.1° to 24.7°C.

Experiment 4. Twenty-four females and twenty-six males of two years old cultured gold lined sea bream breeders were stocked into an indoor concrete tank of 5 m×3 m×1.2 m in size and natural spawn was obtained in the next evening after the second injection of HCG. The spawning period lasted as long as 97 days with a total number of $4,166.6 \times 10^4$ eggs (31,090 grams) collected which was 2.6 times than the total body weight of female breeders. The average number of eggs spawned per unit of body weight was as high as 349.5×10^4 eggs/kg and the average fertilizing rate was 81.13%. The spawning water temperature was between 15° to 26°C.