

養殖黑鯛 *Acanthopagrus Schlegelii* 之性轉換與自然產卵

胡興華·顏枝麟·林金榮·涂嘉猷

Sexual Conversion and Natural Spawning of 2 Year

Old Cultured Black Porgy *Acanthopagrus Schlegelii*

Sing-Hwa Hu · Jy-Lin Yen · Kim-Jung Lin · Jia-You Twu

1. The natural spawning season of black porgy was from February to April, with most active period at middle of March. A complete generation cycle in captivity has been accomplished.
2. No matter reared in freshwater, brackish water or sea water' one year old black porgy showed almost 100% masculine phynotype. But 11.5% of the fish converted to mature female in spawning season of the 2nd year.
3. Natural spawning was found by mating 2 female to 15 male and 4 female to 15 male in concrete pond with water temperature 19.2-24.5°C and specific gravity 1.018-1.026.
4. The eggs from natural spawning had very high fertilization rate, 92-98%, and good quality with average diameter 0.799-0.821.

前 言

黑鯛為變性魚，屬雄性先熟 (Protandric hermaphroditism)，後逐漸轉變為雌性，日本黑鯛，3歲魚雌雄同體50%精巢成熟，4歲雌雄分離⁽¹⁾，本分所過去有海水養殖一年魚皆有成熟精子產生之報導⁽²⁾，但卵巢成熟之時間尚無定論，一般雄性先熟之鯛類魚種，在成長過程中，不但精巢首先開始發育，且十分迅速，到達相當程度後卵巢才發育，變為雌雄同體，此後如卵巢內之精巢退化則變為雌性，卵巢退化則為雄魚。過去本分所人工繁殖所用之雌種魚體長幾全在 1.0kg以上⁽³⁾⁽⁴⁾，依黑鯛成長之速度來看，至少皆應為 3齡以上⁽⁵⁾，故一般認為 3年魚才能變為成熟之雌魚。

黑鯛人工催熟之藥品與劑量已有相當之了解⁽³⁻⁹⁾，但黑鯛屬多次產卵魚，以人力擠壓採卵可達到繁殖的目的，但採卵的精確時間難以掌握，成熟卵無法完全擠出，滯留在卵巢中水化而影響到其他卵之卵質，故一般多次產卵魚如嘉臘及黑鯛，卵之受精本隨著採卵次數之增加而降低^(4,10)。另外人工採卵對種魚之傷害很大，採卵 3次以上大部種魚死亡造成浪費。為了獲得良質卵，保全種魚，自然產卵是絕對必要的。

本省黑鯛人工繁殖所用之種魚過去主要為天然捕獲，但天然種魚日益難求，且因漁船出海作業受天候之影響，時間難以掌握，又在釣捕輸送中傷魚，費時，對種魚的健康與卵質影響很大。因此，為了充分供應種魚來源，並進一步達到「完全養殖」一貫作業的基礎。本分所將1979年自行人工繁殖培育成功之魚苗，部份於水泥池中培育，養成。經 2年細心照顧，於本年(1981年)一同發現成熟雌種魚，以雌雄配比繼續飼育於水泥池中，於 2月中旬首次發現自然產卵，達到本省黑鯛之「完全養殖」。本篇即以養殖 2年黑鯛生殖季節中性之變化，及其自然產卵之結果提出報告，以為黑鯛之繁殖及種苗生產更進一步之參考。

材料與方法

本報告所使用之黑鯛種魚，全部為1979年 2月本分所以天然魚種注射 Puberogen 催熟採卵，人工繁殖培育長大，孵化之仔魚首先在 1.0噸之塑膠桶中培育至 2cm，後移至室外水泥池之中 (5m ×

× 1.2m)，至是年 8 月飼育至平均體種 23.5g 再分別飼養於淡水（比重 0.998 ~ 1.001），半鹼水（比重 1.008 ~ 1.015）及純海水（比重 1.021 ~ 1.025）之中進行養殖試驗⁽¹⁾，試驗期間每日皆檢查是否有雄性表現，以手壓檢視是否有精液出現，記錄在不同鹽分濃度下黑鯛成熟雄性表現之頻率，養殖試驗於 1980 年 4 月結束，這些種魚留 52 尾繼續在水泥池中以海水飼養，每日投以下雜魚，至 1981 年元月，經檢查有 46 尾輕按腹部有精液流出，6 尾無，此 6 尾被視為性別已轉變為雌性，故選雌魚 2 尾雄魚 15 尾及雌魚 4 尾雄魚 15 尾不同之雌雄配比，分別放養於 4m × 4m × 1m 之水泥池 No 1 及 No 2 中，池面覆以木板，No 1 池注入純海水，No 2 以海水及淡水調整鹽度至 27% 左右，水深均維持 80 ~ 85 cm，打氣，每日注水使水交換循環，並繼續飼以下雜魚，每日上、下午定時測定氣溫、水溫、比重，並經常檢查是否產卵，發現產卵時，記錄產卵時間（部份以卵之分裂階段估算），將懸浮卵全數取出移至室內，估算卵數，並隨意採取受精卵置於投影機下，測量卵徑、油球徑、受精率等等。受精卵經清洗後在室內 1 噸或 0.5 噸之塑膠桶中打氣浮化。No 2 池在發現產卵後鑿於 27% 海水比重低，許多受精卵下沉無法撈取，故徐徐提高池水鹽度為完全海水，No 1 池 3 月 1 日起種魚發生病害，2 尾雌魚，4 尾雄魚，先後死亡，均予解剖觀察性別，生殖巢型狀及計算 GSI

$\left(\frac{\text{生殖腺重}}{\text{魚體重}} \times 100 \right)$ ，並作組織切片，全部試驗在 4 月下旬結束。

結 果

在海水、半鹼水及淡水之中養殖一年之黑鯛，在繁殖季節中雄性表現之情形如 Table 1. 所示，於 12 月繁殖季節將來臨之前即有部分產生精液，一月份為黑鯛開始繁殖之季節，除淡水外、海水及半鹼水 3 分之 2 以上魚產生精液，2、3 月為黑鯛繁殖之最旺盛期，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發現。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為止。繁殖季節中各月所發現最小雄性成熟體型如 table 2 所示，12 月時 雄性最小成熟體型平均全長約 17 cm，體重 98.5g，而以半鹼水中雄性成熟體型較小，隨著繁殖季節之開始所發現之成熟雄魚的體型逐漸減小，至 3 月平均全長 14.40cm，體重 46.6g，此體型亦相當該養殖魚之較小體型。

黑鯛經 2 年養殖，52 尾魚中有 6 尾變為雌魚，經雌雄配比使其自然交配產卵後，其中 No 1 池產卵 2 次後，2 尾雌魚，4 尾雄魚陸續死亡，經解剖檢查，2 尾雌魚已完全成熟，卵巢飽滿呈橘黃色，其組織切片如 Fig 1 - a 所示，雄魚有性轉變的現象，飽滿乳白色精巢內側出現細小黃色之卵巢，其組織切片如 Fig 1 - b，但均為雌性表現型，能擠出大量的精液，精虫功能正常。此 6 尾死亡種魚經測定結果如 table 3.，2 尾雌魚之體重，生殖巢重及 GSI 均較雄魚為大，而雄魚雖 4 尾皆有成熟之精液，但有 3 尾生殖巢已經分化有細小之卵巢，僅 1 尾為純雄魚。由 52 尾二年魚中有 6 尾完全變為成熟雌魚來看澎湖養殖 2 年黑鯛中有 11.5%，完全變為成熟雌魚。

No 1 池於 2 月 24 日 08:30 首次發現自然產卵，受精卵已進入囊胚期 (Gastrula Stage)，當晚 21:00 又產卵，卵數亦不多，分別為 3,000 粒，其情形如 table 4.。此後種魚陸續死亡解剖。

No 2 池 2 月 16 日首次產卵，池水鹽度 27.38%，撈取上浮卵之受精率達 97.87%，得卵 15,000 粒，部份卵沉於池底無法採收，清池換水提高池水鹽度，自然產卵持續至 4 月中旬，產卵期長達 2 月，3 月中旬為最高峯，3 月 10 日至 15 日連續 6 日每日均產卵，其中以 15 日採取卵達 20 萬粒，此後產卵量銳減 (table 4.)，至 4 月 13 日以前均有少量卵產出，產卵期間，攝餌量少或完全不攝食。黃昏時，可發現雄魚圍繞著雌魚，彼此互相攻擊排斥而接近雌魚，優勝者有明顯碰撞雌魚腹部及頭部等追尾現象。其餘雄魚仍圍繞著雌魚。排卵大都在晚間 8 時左右發生，水溫 18°C 以上，產卵顯峯期水溫 19.2 ~ 24.5°C。海水比重 1.0185 ~ 1.0262 間均可產卵受精。2 月 26 日寒流來襲，水溫下

Table 1. The frequency and average length of 1 year black porgy showing masculine phynotype in spawning season.

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

*mature masculine phynotype

** non-masculine phynotype

Table 2. The minimum size of mature male porgy found in spawning season.

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

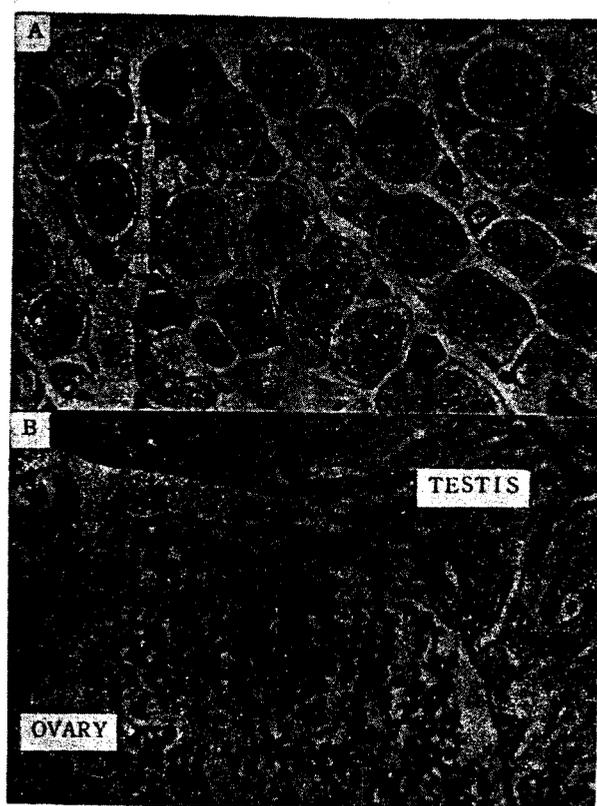


Fig.1 Cross section of the gonad of 2 year old black porgy.
 a. Ovary with Oocyte in yolk stage.
 b. Sexual different gonad of a mature male porgy.

降至 15°C 左右，當 3 月 2 日水溫回升至 18.6°C 以上時，即發現產卵。又 3 月 5 日至 3 月 10 日，水溫均維持於 $19 - 20.5^{\circ}\text{C}$ 間，3 月 12 日起，晴空萬里，艷陽高照，水溫升至 14 日達 24.5°C ，產卵量達顯峯期。產卵期中 No 2.4 尾雌魚共採獲受精卵 70 萬粒，平均每公斤體重排卵數達 38.5 萬粒。產卵過程中之水溫、比重、產卵數如 Fig 2。

自然產卵之卵質佳，卵粒透明光亮，卵徑均一，油球居多，多油球卵比例極小且油球數未曾發現超過 3 個。受精率高，均超過 90%，最高達 98.47%，孵化率高達 95% 左右，其卵徑、受精率及孵化率如 table 3. 所示。

討 論

黑鯛為多次產卵魚類，產卵期間長達 2 - 3 個月，在日本由於地域因素，有 5 月至 7 月上旬⁽¹⁾ 及 4 月上旬至 6 月中旬⁽¹²⁾ 等報導，香港為 2 月至 4 月。本省澎湖 1979 年黑鯛的生殖季節為元月下旬至 4 月中旬⁽⁷⁾，1980 年為元月下旬至 3 月底⁽⁴⁾，本年度捕獲天然種魚利用荷爾蒙施行人工催熟採卵受精，於元月 22 日即採獲第一批受精卵，繁殖季節亦自元月下旬至 3 月底。本試驗池中自行養

Table 3. Gonad examination of 2 year old black porgy.

Date	Sex	BL(cm)	BW(g)	GW(g)	GSI	Remark
1-3-81	♂♀	26.4	323.2	25.4	7.86	♂♀ testis is dominant and small ovary showed the inside slit of gonad.
2-3-81	♀	30.7	485.4	48.7	10.04	
2-3-81	♂♀	26.3	325.7	24.9	7.66	
2-3-81	♂♀	25.6	265.8	21.2	7.97	
3-3-81	♂	26.1	288.1	25.1	8.71	
3-3-81	♀	28.9	416.3	38.6	9.28	

Table 4. Natural spawning of Black Porgy in concrete pond

Spawning date	no. of eggs (x10 ⁴)	egg dia.(mm)	oil globule dia.(mm)	% of oil globule	% of plural oil globule	fertilization rate (%)	Hatching rate (%)
16-2-81	1.5	0.807 ± 0.0042	0.198 ± 0.0052	0.50	0	97.87	92.38
22-2-81	1.2	0.811 ± 0.0121	0.203 ± 0.0042	0	0	94.53	-
23-2-81	0.3	0.801 ± 0.0086	0.199 ± 0.0051	0	0	98.34	-
24-2-81	0.45	0.800 ± 0.0101	0.200 ± 0.0037	0	0	95.27	-
2-3-81	1.5	0.799 ± 0.0087	0.201 ± 0.0056	1.21	0	91.24	-
3-3-81	3.0	0.798 ± 0.0023	0.200 ± 0.0087	0.75	0.75	97.45	94.86
4-3-81	3.2	0.801 ± 0.0069	0.202 ± 0.0121	0	0	98.33	95.18
8-3-81	2.0	0.821 ± 0.0199	0.206 ± 0.0096	0.64	0.64	98.47	-
10-3-81	4.0	0.803 ± 0.0049	0.199 ± 0.0043	0.63	0.63	96.83	96.30
11-3-81	5.0	0.811 ± 0.0141	0.201 ± 0.0120	0	0	95.17	94.28
12-3-81	4.5	0.803 ± 0.0074	0.200 ± 0.0142	0	0	96.74	94.00
13-3-81	6.0	0.800 ± 0.0021	0.200 ± 0.0063	1.67	1.67	93.20	-
14-3-81	10.0	0.806 ± 0.0034	0.199 ± 0.0047	0.69	0.69	93.20	93.81
15-3-81	20.0	0.800 ± 0.0027	0.200 ± 0.0087	1.32	1.32	91.20	93.40

* Spawning at pond No.1.

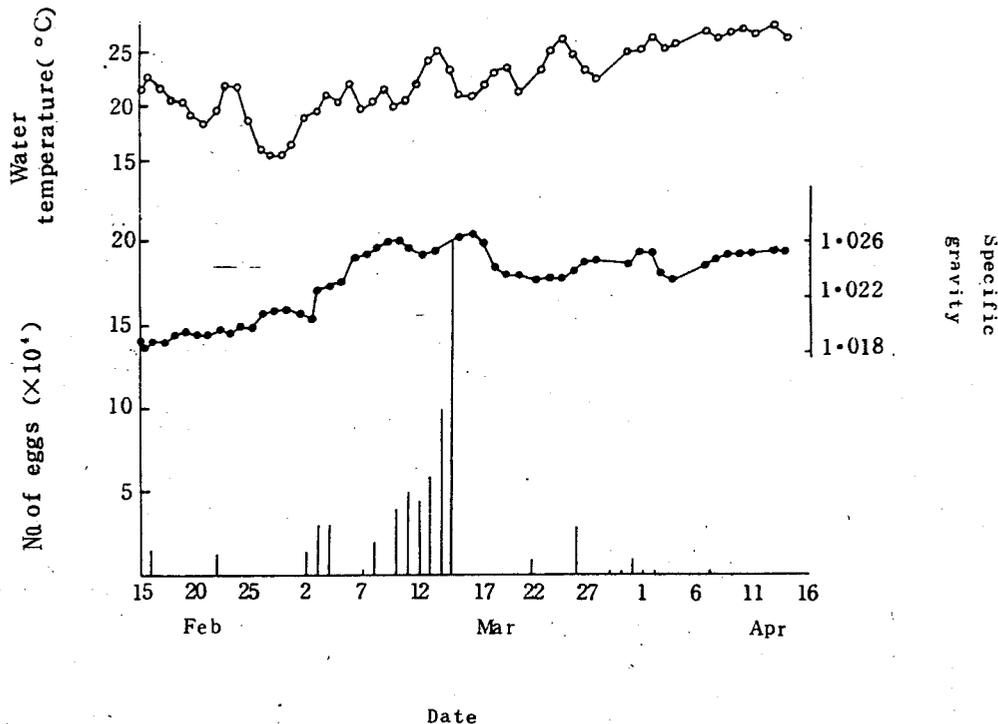


Fig. 2 Water temperature, specific gravity and number of eggs in natural spawning of black porgy.

circle : Water temperature

dot : specific gravity

成種魚為2月16日至4月中旬，由三年來之調查結果，澎湖黑鯛之生殖季節確定為元月下旬至4月中旬。天然捕獲種魚生殖季節較池中自行養成之種魚約早一個月，可能因魚齡、飼育環境因素、餌料等關係。

黑鯛為雌雄同體，雄性先熟，關於其性轉變，以魚齡來看，在日本，一年魚全部為雌性，2年魚大部份為兩性型。3年魚半數以上帶有成熟精巢，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完全分離⁽¹²⁾。本報告中一年魚亦完成為雌性，2年魚52尾種魚中，46尾具雄性功能且大部份為兩性型與日本之報告相同，餘6尾已轉變為雌性，且具生殖能力佔11.5%，似較日本早，但如以體重來看在日本，其體重1年魚55g，2年魚205g，3年魚360g，4年魚470g，5年魚570g⁽¹⁾，本省2年生雌種魚之體重已近日本4年魚之體重。

No 1池產卵兩次後，即因種魚得病，兩尾雌魚相繼死亡，推測雄魚之比例過高，於追尾時，彼此排斥及攻擊厲害，傷耗體力，又巧遇寒流來襲，因而引發疾病致死。日本方面，黑鯛種苗生產時使用直徑7m圓池內放雌魚7尾(1-1.5kg)、雄魚20尾(0.8~1.0kg)⁽¹³⁾，本試驗所用魚池雖較小，但由於種魚小，單位水量之放養量偏低。在雌雄配比方面，No 1池為♀1:♂7.5，No 2池為♀1:♂3.75，日本為♀1:♂3。在種魚放養量及飼育管理上，No 1池與No 2池完全相同，結果No 2池種魚非常良好，受精率同樣很高，因此，探求雌雄最佳配比實屬必要。

日本黑鯛產卵盛期之水溫為 17 - 21 °C，較本試驗結果 (19.2 - 24.5 °C) 低。產卵之最低水溫為 18.2 °C，亦比日本高。日本曾使用加溫水槽促進種魚產卵，非但可提早產卵期，且提高產卵量⁽¹⁴⁾，本試驗同樣發現水溫升高能促進產卵。為求種苗培育方便，用水溫抑制，促進種魚產卵，將是今後追求目標之一。No.2 池自 2 月中旬發現自然產卵後，因池水比重低於卵之比重 (1.0238 - 1.0254)⁽¹³⁾，卵粒無法上浮，影響撈卵作業，故徐徐提高鹽度至 3 月 6 日完全改為海水，而本試驗之產卵盛期為 3 月 10 日至 3 月 15 日，鹽度刺激是否能促進產卵，耐人尋味。

本分所於去年實驗測定結果，黑鯛人工採卵最高峯為 2 月中旬平均每 kg 採 20,000 粒卵且採卵 5 次種魚大部死亡，受精率隨產卵次數而降低⁽⁴⁾。比本試驗中 4 尾雌魚共採卵 70 萬平均每 kg 採卵 38.5 萬有天壤之別。自然產卵魚卵卵徑範圍 0.8145 至 0.8791 mm 間，平均 0.8436 ± 0.0225⁽¹⁵⁾。本試驗所採獲之魚卵卵徑較小，可能因魚齡輕種魚小之緣故。但因卵質佳，多油球卵極小，受精率及孵化率均高，且受精率不會因產卵次數增加而降低，單位魚體重之產卵數多，因此可見，如黑鯛、嘉臘等多次產卵之魚類，採卵應採用自然產卵之方式較佳。為確保大量受精卵之獲得，早日確立種苗生產技術，今後將着重於種魚飼育環境、餌料及產卵環境因素之探討。本實驗結果不僅說明了於池塘中養成之黑鯛可在水泥池中自然產卵，更確立了本省黑鯛之「完全養殖」。

摘 要

- 1 本年度黑鯛自然產卵季節自 2 月中旬至 4 月中旬，而以 3 月中旬為盛期。本身繁殖之二年雌種魚已屆成熟，在水泥池中自然產卵，奠定本省黑鯛之「完全養殖」。
- 2 本分所繁殖培育成功之黑鯛魚苗，於水泥池經養成 2 年，第 1 年不論在淡水、半鹹水或海水幾乎 % 達到雄性成熟，2 年魚生殖季節裡 52 尾種魚中；6 尾已較變為雌性變性比率約 11.5 %。
- 3 以 2 尾雌魚 15 尾雄魚同飼一池，4 尾雌魚 15 尾雄魚同飼一池進行自然產卵試驗，產卵盛期之水溫為 19.2 - 24.5 °C，池水比重 1.018 - 1.026 間均能產卵、受精。
- 4 2 年魚自然產卵，受精率高，皆在 92 % 以上，平均卵徑 0.799 至 0.821 之間，卵質佳，具複油球卵少為值得推廣施用之繁殖方法。

謝 辭

本試驗為重點計畫「鯛類人工繁殖」之一部份，承農發會袁組長柏偉、李健全博士及本所李所長燦然之關懷與鼓勵；敬表謝忱。試驗期間蒙技術員翁其明及分所同仁之協助，本試驗方能順利進行，在此一併致謝。

參 考 文 獻

- 1 柳谷 弘道 (1979) : クロダの生態上習性。養殖, 16(1) : 86 - 88。
- 2 湯弘吉、涂嘉猷 (1979) : 黑鯛養殖試驗。中國水產, 319 : 3 - 8。
- 3 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。
- 4 林金榮、顏枝麟 (1980) 黑鯛人工繁殖。台灣省水產試驗所報告, 32 : 701 - 709。
- 5 三宅 勝 (1979) クロダイ養殖。養殖, 16(1) : 90 - 92。
- 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。
- 7 湯弘吉、涂嘉猷、蘇偉成 (1979) 黑鯛人工繁殖——(II) 人工授精、孵化與幼魚培育。中國水產, 322 : 3 - 10。
- 8 笠原正五郎、平野禮次郎、大島泰雄 (1960) クロダイ人工孵化仔魚飼育とその成長について。日水誌, 26 - 3。

9. 笠原正五郎、日比谷京(1967)クロダイの種苗生産に関する基礎的研究。 Hiroshima Univ , 7 : 105 - 111 。
11. 胡興華、顏枝麟、林金榮(1980) 養殖嘉臘魚催熟及採卵。台灣省水產試驗所報告 , 32 : 661 - 671 。
11. 胡興華、涂嘉猷(1981) 黑鯛淡水養殖試驗(發表中)。
12. 見塚(1973) : クロダイの種苗生産。養魚 , 6 (9) : 4 - 5 。
13. 伏見 徹(1979)クロダイ養殖現狀を採る。養殖 , 16(1) : 81 - 84 。
14. 原田輝雄等(1974)魚類の成熟上産卵。日本水産學會編 , pp.66 - 74 。
15. 胡興華、徐明星(1980) 嘉臘及黑鯛卵與仔魚之特性。台灣省水產試驗所報告 , 32 : 711 - 719 。