

烏鯨之人爲自然產卵及種苗大量生產試驗

呂明毅 · 周昱翰 · 吳純衡 · 林益州

Induced Spawning and Mass Production of the Seedling of Yellow-finned Black Porgy, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn)

Ming-Yih Leu, Yu-Han Chou, Chwen-Herng Wu, I-Chou Lin

To promote the techniques of natural spawning in captivity and mass production, the seedling for yellow-finned black porgy (*Acanthopagrus latus*), aged 4-year broodstocks, were induced to spawn in the indoor 100-m³ concrete tank by treatment with hormone. Eight fry nursing experiments were carried out from 3 November, 1989 to 21, March, 1990. The results are summarized as follows:

1. The female spawners could be induced to ovulate after treatment with either 500 I.U. of Gonahormone (HCG) plus 0.25 ml of Ovaprim or 0.5 ml of Ovaprim per kilogram body weight of recipient fish. Spawning occurred about 2-3 days after hormone injection.
2. The induced spawning trials were conducted from 2 November to 6 December 1989. The water temperature fluctuated between 18 and 25°C during the spawning period. The sex ratio was 1:1. The average number of eggs collected per day was 356×10^4 and the total number of eggs collected in the whole period was $11,048 \times 10^4$ eggs. The rate of buoyant eggs was 83.6%.
3. Eight trials of mass larval rearing to the juvenile stage were conducted in 30- to 80-m³ tanks. A total of 44,173 juveniles of 9.6-29.4 mm TL and 12,283 juveniles of 55.6-67.2 mm TL was harvested, for a grand total 56,456 juveniles. The average survival rate was 0.7% with a maximum of 1.8%.
4. Intestinal swelling frequently occurred in fish larvae at 22-25 days after hatching (5-8 mm TL), usually causing high mortality (over 80%). In addition, cannibalism also resulted in mass mortality in 25-35 days old larval fish (10-15 mm TL) and appear to be attributable to problems related to size variation.

關鍵字：種苗、烏鯨、催熟產卵、腹部膨滿症、互相殘食

Key words: Seedling, *Acanthopagrus latus*, Induced spawning, Intestinal swelling, Cannibalism.

前 言

烏鯨 *Acanthopagrus latus* (Houttuyn)，俗稱赤鰭或赤翼仔，分布於西太平洋、澳洲、印度洋、紅海及東非洲等水深 50 m 以下的沿岸、內灣⁽¹⁾，是臺灣沿岸的高級食用魚類。近年來因天然產量有限，市場上供不應求，使其價格日益上漲，在本省已逐漸形成一種新興的養殖事業。產卵期約 9～12 月⁽²⁾，與黑鯛 *A. schlegeli* (Bleeker) 同為雌雄同體雄性先熟 (protandric hermaphrodite)⁽³⁾，多次產卵的魚類⁽⁴⁾。其魚苗大都出現在沿岸的港灣、藻場及淡水水交匯處⁽⁵⁾⁽⁶⁾，因受天候及人為因素影響頗鉅，所以採捕量常嫌不足，使養殖面積受到限制。

自 1971 年原田等⁽⁷⁾ 首先完成烏鯨人工催熟、自然產卵及孵化工作以來，有關利用荷爾蒙促進烏鯨成熟、採卵，及其魚卵發育、仔稚魚形態變化等已有多篇報告⁽⁴⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾，但大多是基礎之研究，對於種苗生產——仔魚飼育方面尚未能達到確立技術之地步。本試驗為 1989 年烏鯨繁殖季節中，本分所進行人工繁殖並順利育成稚魚之結果，冀能針對繁殖過程中種魚催熟、採卵、仔稚魚飼育等問題加以研討，以奠定日後種苗量產之基礎。

材料與方法

一、種魚購入與培育

1989 年 10 月 8 日及 11 月 16 日，自民間養殖場購入 4 齡種魚共 339 尾，蓄養於直徑 8 m、水深 2.5 m 之室內圓形產卵池中（容水量 100 噸水泥池）。平時係以自製浮性配合飼料投餵，早晚各投餵一次，產卵期間併以生鮮牡蠣混合投餵。養殖用水是使用砂石過濾沉澱之海水。採流水式交換池水，每天維持 100 % 的換水率。

二、人工催熟與採卵

種魚分別於 10 月 31 日及 11 月 17 日，測定全長、體重且分辨雌雄，雄種魚選自按腹部有精液流出者，雌種魚則抽卵檢查卵徑大小及卵質。由於雄性種魚輕按其腹部即有精液泄出，且精蟲活力佳，故不需用荷爾蒙處理，僅單獨對雌種魚施以荷爾蒙注射，以促進其產卵。10 月 31 日共選出 50 尾雌種魚，施以荷爾蒙催熟，注射位置為腹腔，劑量為 1 kg 種魚注射 500 I.U. Gonahormone（中國化學製藥公司出品之 HCG），加上 0.25 ml Ovaprim（加拿大 Syndel 公司製品）。11 月 17 日選出 100 尾雌種魚，使用 Ovaprim 0.5 ml/kg 單位，行腹腔注射。

催熟完畢之種魚，繼續放養於產池中，讓其自然交配產卵。產卵期間，於每日上午在溢水口處敷設集卵槽，利用流水方式收集受精卵，計算採卵數及浮性卵，直至生殖季節結束為止。試驗期間每日均記錄水溫與鹽度變化。

三、仔稚魚飼育

將所收集到的受精卵，靜置於 500 l 之 FRP 桶中，去除其中的沉性卵後，再將胚體運動中的發眼卵直接放入飼育槽中孵化。飼育水槽係使用 1 個室外 80 噸水泥池及 7 個室內 30～45 噸水泥池進行育苗試驗。除室外池外，室內池皆以鈦合金加熱管維持水溫在 20～24 °C 間，又室外池於放入魚卵時並添加綠藻水 *Nannochloropsis* sp.。在仔魚孵化後 9～10 天前，以止水微量打氣進行試驗，之後開始部份地更換飼育水。一旦魚苗成長至 10 mm 大小後（約孵化後 30～35 天），即開始每天逐漸淡化至鹽度 15 ‰ 止。飼育期間，每天測定水溫、鹽度及 pH，以供參考。

仔魚之給餌系列如圖 1 所示，孵化後第 2 天開始投餵牡蠣受精卵及擔輪子幼生，第 3 天後併投以綠藻培養之輪蟲，牡蠣幼生在第 10 天後停給，第 18 天起除仍繼續輪蟲的投給外，另增投豐年蝦無節

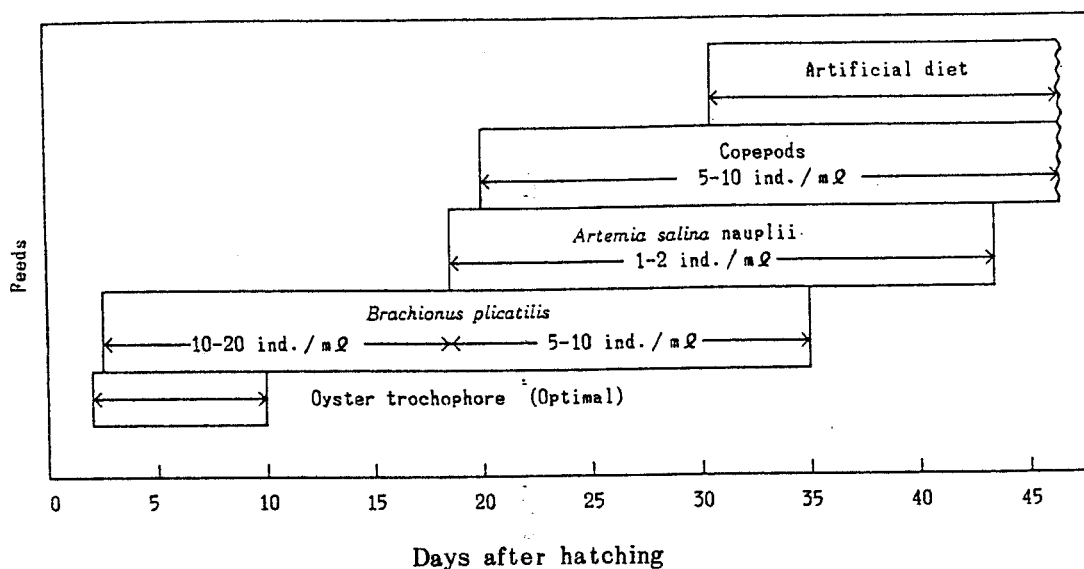


圖 1 烏鯨仔魚之給餌系列

Fig.1 Feeding regime for *Acanthopagrus latus* larvae during the rearing period.

幼蟲及橈腳類，自30天後開始用配合飼料馴餌。飼育試驗結果時，將全部的稚魚取出計數，並抽樣取出30尾稚魚，以MS 222 麻醉後，在萬能投影機下測定其全長。

結 果

一、自然產卵

1989年烏鯨之產卵結果如表1所示，種魚平均全長35.9 cm (30.1 ~ 39.6 cm)、平均體重1,067 g (977 ~ 1,421 g)，10月8日購進之112尾種魚於10月31日注射催熟後第2天(11月2日)夜晚首次產卵，產卵數為76萬餘粒，水溫為25℃，爾後連續產卵至11月15日，共產卵1,615萬餘粒，好卵數(浮性卵數)為1,436萬餘粒，佔此期間總產卵數88.9%，水溫變化在23~25℃之間，產卵時間約在每晚10~12時左右。11月16日購進之227尾種魚於11月17日注射催熟後第3天(11月20日)開始產卵，至12月6日止共撈獲卵數9,433餘萬粒，好卵數為7,804萬餘粒，約佔82.7%，水溫變化在18~20℃之間，產卵時間大致在每晚11時左右，偶而發現產卵時間提早至下午4時左右。

自11月2日開始產卵至12月6日產卵結束止，本試驗中種魚產卵期達35天，產卵日數31天共產卵11,048萬粒，好卵數為9,240萬粒，佔全部卵數之83.6%，壞卵數(沉性卵)為1,808萬粒，佔全部卵數之16.4%。平均日產卵數356萬粒，最高日產卵數1,850萬粒。產卵期間水溫變化介於18~25℃之間，海水鹽度變化為31 ± 1‰。每日產卵數、浮性卵率及水溫變化如圖2所示。1990年2月4日將全部種魚移至室外一分池中繼續飼養。

二、種苗大量生產試驗

自1989年11月3日~1990年3月12日止，使用30~80噸的大型水槽共進行了8次育苗試驗，生產結果如表2所示。可生產9.6~29.4 mm的稚魚44,173尾，55.6~67.2 mm的稚魚12,283尾，合計56,456尾，平均活存率為0.7%。

使用室外80噸水槽的No.2，於仔魚孵化後第8天即因氣候不穩定，水溫晝夜溫差變化大(16~

表 1 1989 年烏鯨荷爾蒙催熟及產卵結果

Table 1 Summary of hormone treatment for induced spawning trial of *Acanthopagrus latus*, 1989.

Trial no.	Broodstock		Injection		Spawning period (days)	No. of buoyant eggs deposited ($\times 10^4$)	No. of eggs collected ($\times 10^4$)	Rate of buoyant eggs (%)	
	Age (year)	TL range (cm)	Dose / kg B.W.	Date					
1	4	32.5-38.3	982-1421	HCG 500 IU +	10/31 11/2-11/15	1,436	179	1,615	88.9
				Ovaprim 0.25ml	(14)				
2	4	30.1-39.6	977-1312	Ovaprim 0.25ml	11/17 11/20-12/6	7,804	1,629	9,433	82.7
					(17)				

a : Total length.

b : Body weight.

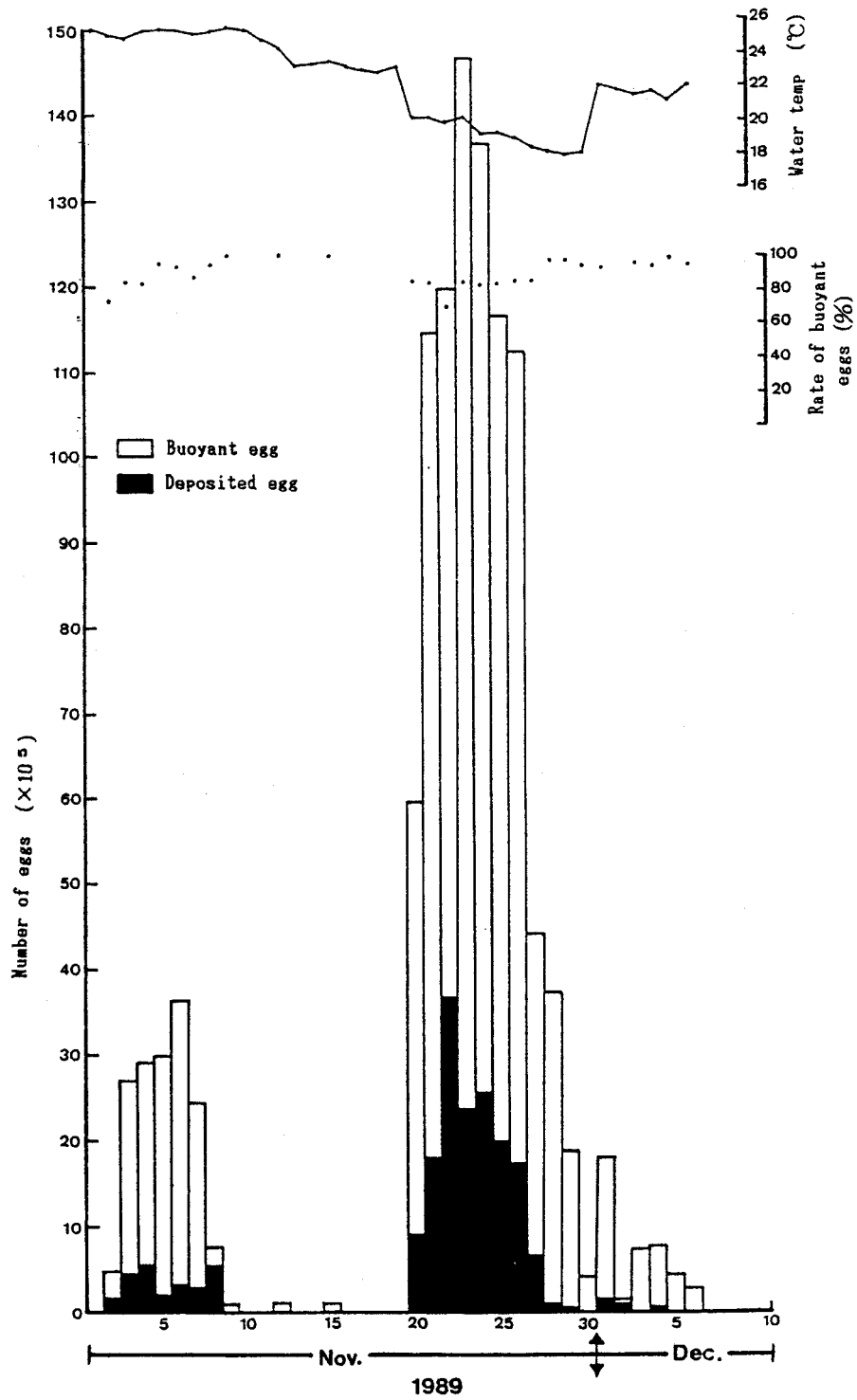


圖 2 烏鯨於產卵期間之水溫、採卵數及浮性卵率之日變化情形

Fig.2 Daily changes in water temperature, number of eggs collected and rate of buoyant eggs during the spawning period of *Acanthopagrus latus*.

表2 烏鯨種苗生產結果

Table 2 Results of mass rearing *Acanthopagrus latus* larvae, 1989.

Trial no.	Rearing ^a						Production				
	Date	Water volume (m ³)	No. of eggs stocked (× 10 ³)	Hatch rate (%)	No. of larvae stocked (× 10 ³)	Stocking rate of larvae (× 10 ³ /m ³)	Date	Age (days)	Mean TL ^b of juveniles (mm)	No. of juveniles produced	Survival rate (%)
1	11/03	45	1,828	82.1	1,500	33.3	12/30	56	25.1 ± 4.5 ^c	9,938	0.7
2	11/04	80	1,462	70.4	1,029	12.8	— ^d	—	—	—	—
3	11/05	45	1,828	80.9	1,478	32.8	—	—	—	—	—
4	11/22	30	822	86.1	707	23.5	12/23	29	9.6 ± 2.2	768	0.1
5	11/23	30	914	67.2	614	20.4	3/10	106	67.2 ± 9.9	1,783	0.3
6	11/26	45	2,193	75.6	1,657	36.8	1/16	50	16.6 ± 1.1	23,820	1.4
7	11/26	30	914	63.9	584	19.4	3/12	105	55.6 ± 5.4	10,500	1.8
8	11/28	45	914	85.2	778	17.3	2/12	75	29.4 ± 5.7	9,647	1.2

a : Only trial No.2 larvae was reared in outdoor concrete ; the rest were reared in indoor concrete tanks.

b : Total length.

c : Mean ± SD.

d : Data not available since mass mortality occurred during the first few days in the early trials on larval rearing.

24°C)，魚苗發生大量損耗。室內的No.3雖有加溫控制，因投與輪蟲過量，致使水質惡化，經緊急換水後，於孵化後15天估計活存仔魚不足5,000尾而放棄。而No.4與No.5分別在孵化後第22、23天時發生腹部膨滿症（intestinal swelling）（圖3），使活存尾數急遽減少，經顯微鏡檢查可見仔魚消化管內充滿未消化的豐年蝦及橈腳類等大型動物性浮游生物。

至於No.1及No.6、7、8在飼育至第25天時仍相當順利，目視估計活存尾數約10～50萬尾（活存率7～40%）。孵化後20天首見魚苗互相殘食現象（cannibalism），彼時尚不激烈，僅有少數成長較差的小型魚被多尾較大個體的仔魚啄食，攻擊部位主要為眼部，但至第25～35天時（體長10～15mm），大部分的魚苗已逐漸進入底棲生活的稚魚期，性貪食，互相殘食更為嚴重，每日因殘食而損失之仔魚可高達上千尾。除成績較理想的No.7，經105天飼育結果，可得到平均全長55.6mm稚魚10,500尾，活存率為1.8%；餘各池之活存尾數9,647～23,820尾，活存率0.7～1.4%。此外，種苗收穫時，發現許多罹患脊椎前彎症（lordosis）的稚魚，可高達10%以上，以及少許的短椎症（brachiospondylie），約佔1%（圖4）。

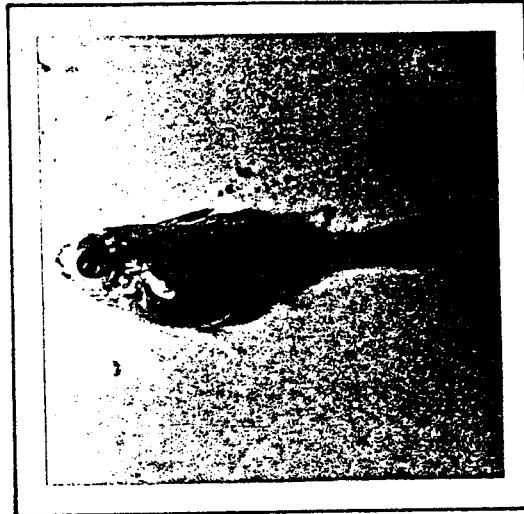


圖3 發生腹部膨滿症之烏鯨仔魚

Fig.3 Larval *Acanthopagrus latus* with intestinal swelling.

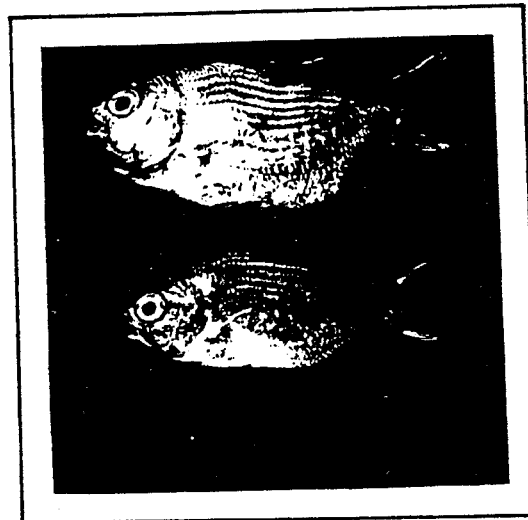


圖4 罹患脊椎骨異常之烏鯨稚魚。脊椎前彎症（上）與短軀症（下）

Fig.4 Vertebral malformation in juvenile of *Acanthopagrus latus*. The upper specimen shows a lordotic condition and the lower one depicts brachiospondylie.

試驗期間，No.4、5、7的飼育水溫、鹽度、pH及換水率之變化情形如圖5所示。水溫的變化範圍介於21~24°C之間，pH介於7.91~8.22間，最初飼育水為純海水（鹽度30±1），於孵化第40日後，每天逐漸加淡水調節成爲50%之海水（鹽度15‰左右），大體而言，飼育水質對於仔稚魚的飼養應當不成問題。

討 論

在日本，烏鯨的生殖季節在9~12月⁽²⁾，本省養殖烏鯨則在10~12月⁽⁹⁾。1988年10月9日本分所曾買入100尾烏鯨種魚，當時雌雄種魚皆相當飽滿，但由於繁殖工作遲至12月中旬才進行，種魚雖能自然產卵，惟受精卵僅分裂至桑椹胚期（morula stage）即全部死亡（未發表），可知選擇正確的生殖季節乃是人工繁殖成敗關鍵之所在。又烏鯨爲多次產卵型魚類，多次產卵魚種以腹部擠壓方式欲獲得大量的良質卵，較不可能，同屬鯛科魚類（Sparidae）的嘉臘魚 *Pagrus major*（Temmick & Schlegel）⁽¹¹⁾、黑鯛⁽¹²⁾及黃錫鯛 *Sparus sarba*（Forsskal）⁽¹³⁾大部採用自然產卵方式

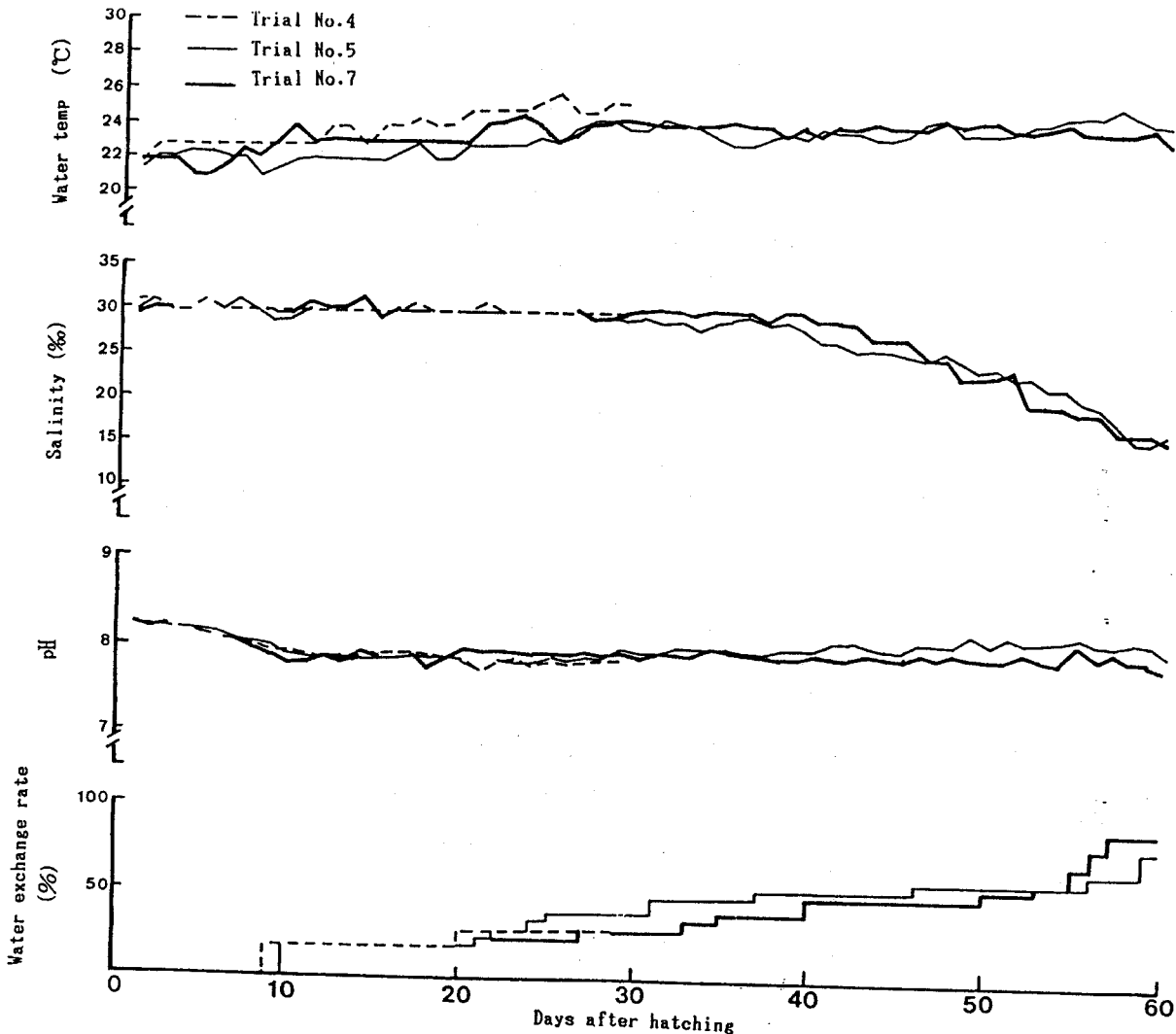


圖5 種苗生產試驗 No.4、5、7 之水溫、鹽度、pH 及換水率之日變化情形

Fig.5 Daily changes of water temperature, salinity, pH and water exchange rate in trial No.4、5、7 during the initial 60 days of the rearing trials.

，很少使用荷爾蒙處理，但如自然產卵的環境未盡適合或欲獲得提早採卵，則非藉荷爾蒙處理無法達到目的。此次烏鯨種魚購入時，已屆成熟階段，由於種魚移至室內產卵池需要一段時間適應，在適應期間，種魚攝食通常不甚積極或停止攝食，惟恐影響生殖腺之成熟，故採用荷爾蒙催熟，使其自然產卵受精。Akazaki 和 Hashimoto⁽⁸⁾ 曾以 Puberogen, Gonatropin 及 Synahorin 三種荷爾蒙處理烏鯨，證實對於促進卵的成熟和排卵有效果，尤以 Synahorin 16.8 及 12.2 M.U. (mouse unit) / g 魚體重分二次注射或 Gonatropin 3.07 M.U. / g 一次注射，卵的受精率及孵化皆良好。而本試驗以 4 齡種魚，施以魚體重每 kg 注射 500 I.U. 的 Gonahormone 加上 0.25 ml 的 Ovaprim 或 0.5 ml 的 Ovaprim 單獨使用，結果反應良好，於 11 月 2 日即採得第一批受精卵。

有關烏鯨產卵的適水溫及最佳雌雄配比，從未有人探討過。本試驗中種魚的產卵過程可分為兩個階段：第一個階段，50 尾雌種魚和 62 尾雄種魚 (♀ 1 : ♂ 1.24) 於 100 噸產卵池中產卵，自 1989 年 11 月 2 日至 11 月 15 日止，共產卵 1,615 萬粒，平均日產卵數 115 萬粒，好卵數 (浮性卵) 佔 88.9 %，產卵水溫 23 ~ 25 °C。第二階段，100 尾雌種魚和 127 尾雄種魚 (♀ 1 : ♂ 1.27) 亦於同一產卵池中產卵，自 11 月 20 日至 12 月 6 日止，共獲卵數 9,433 萬粒，平均日產數 555 萬粒，好卵數佔 82.7 %，產卵水溫為 18 ~ 20 °C 間。試驗結果顯示，烏鯨可能產卵水溫範圍為 18 ~ 25 °C，自然產卵的雌雄配比為 1 : 1 即可。

在 8 次種苗生產試驗中，以室內 30 噸池之育苗成績最佳，活存率 1.8 %，但整體而言，各池之育成率皆未臻理想。育苗期間，適逢東北季風盛期，不但風力強勁且水溫偏低，對仔魚有不利的影響，故露天的室外池於仔魚孵化初期即發生大量死亡；室內池由於有加溫設備，水溫穩定，仔魚活存率顯著地較高。

黑鯛及嘉臘仔魚罹患腹部膨滿症，已成為種苗生產上一大問題，目前尚無有效防止對策。Hirano⁽¹⁴⁾ 曾報告孵化後 20 ~ 25 天的黑鯛仔魚因攝取過量的橈腳類及豐年蝦而造成大量斃死現象。最近曾有報告認為腹部膨滿症是由種苗繁殖場餌料生物培養過程中細菌污染 (特別是 *Vibrio* 屬的 *alginoliticus*) 所引起的⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。Yasunobu 等⁽¹⁷⁾ 亦曾發現孵化後 12 ~ 20 天的嘉臘仔魚因消化管內充滿未消化餌料生物而使腹部膨脹，仔魚斃死率高達 60 ~ 95 %，從病魚消化管雖可分離出多種 *Vibrio* sp. 細菌，但這些細菌的病原性再現實驗却不成立。本試驗中，孵化後 22 ~ 25 天、全長 5 ~ 8 mm 的烏鯨仔魚亦發生腹部膨滿症，病魚的消化管內亦充滿未消化的橈腳類及豐年蝦無節幼蟲，體色變黑且行為不活潑為其特徵，死亡率高達 80 % 以上。據 Yasunobu 等⁽¹⁷⁾ 推測此症的發生可能和仔魚的消化吸收機能不適有密切的關連，即此時期恰為後期仔魚變態到稚魚的過渡時期，也是小型的生物餌料 (如輪蟲) 轉換成大型生物餌料 (如橈腳類) 之時期，故仔魚所攝食的餌料與其消化吸收機能是否合適，很可能為此時期大量死亡之原因。然而，依照目前現有的仔稚魚期生理生態知識，實在很難加以斷定，因此，有必要就烏鯨仔稚魚各成長階段中之攝餌生態、消化吸收機能等作進一步的研究。

種苗生產中另一值得注意的問題為互相殘食現象，自仔魚後期末至稚魚期，因成長參差不一時，大型魚常會咬殺或咬食小型魚，主要是攻擊對方眼部，此和嘉臘魚相似⁽¹⁸⁾。殘食主要原因可能為放養密度過高及同棲種苗間的大小參差不齊。試驗中 No. 1、6、7、8 由於互相殘食而使飼育期中的死亡率頗高，之後成長情形雖很順利，但生產尾數僅約 54,000 尾 (全長 16.6 ~ 55.6 mm)。由此可知，互相殘食為魚苗減耗之重要原因，如能選別大小分槽飼養，也許能提高育苗率，但此時期的稚仔魚體脆弱，還不能篩別，只有儘量充分投餌，企求成長均勻來改善此一現象。

烏鯨的養殖⁽⁵⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾ 及人工繁殖⁽⁴⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ 已有多年歷史，惟關於種苗生產的育苗試驗則遲未展開研究。本試驗已證實，在烏鯨的繁殖季節，只要調節水溫及配合生殖腺刺激素人工催熟後，自然產卵的方法十分可行，種苗生產成績雖與大量生產目標仍有一段距離，但已有初步的成果，今後宜進一步使種魚在產卵池中自然交配產卵，並對於育苗過程中的仔魚飼育環境、攝餌生態、殘食現象及畸

型仔魚之防制措施等問題應作更詳細的探討，以提高育苗活存率。

摘 要

為確立烏鯨在人為環境中自然產卵及種苗大量生產之技術，本試驗使用 4 齡種魚，經荷爾蒙催熟後，於室內 100 噸水泥池中自然產卵，且自 1989 年 11 月 3 日至 1990 年 3 月 12 日止，共實施了 8 次種苗生產試驗，其結果如下：

- 一、雌種魚經荷爾蒙處理，使用 Gonahormone 500 I.U./kg 魚體重加上 Ovaprim 0.25 ml / kg 魚體重，或 Ovaprim 0.5 ml/kg 魚體重注射腹腔，於注射後 2～3 天即可自然產卵。
- 二、本年度（1989）烏鯨產卵季節自 11 月 2 日至 12 月 6 日，產卵水溫 18～25℃，雌雄配比為 1：1。每日平均產卵數 356 萬粒，共產卵 11,048 萬粒，好卵數（浮性卵）佔 83.6%。
- 三、使用 30～80 噸的大型水槽進行 8 次種苗生產試驗結果，可育出全長 9.6～29.4 mm 的稚魚 44,173 尾，全長 55.6～67.2 mm 的稚魚 12,283 尾，合計 56,456 尾，平均活存率 0.7%，最高僅為 1.8%。
- 四、仔魚孵化後 22～25 天（全長 5～8 mm）時，曾發生腹部膨滿症，斃死率高達 80% 以上。此外，孵化後 25～35 天之仔魚（全長 10～15 mm），因成長體型參差不一，互相殘食嚴重影響育苗活存率。

謝 辭

本試驗部份經費承蒙農委會支助，於此敬表謝忱。澎湖分所鄭敏生提供寶貴意見，分所同仁何雲達、林榮彬及林必祐先生等之鼎力協助，周麗卿小姐幫忙打字，均一併致謝。

參 考 文 獻

1. Masuda, H., K. Amaoka, C. Aragr, T. Uyeno and T. Yoshino (1988). The Fishes of the Japanese Archipelago. Tokai University Press, Tokyo.
2. 松岡玳良、松永 繁、長谷川泉 (1975). 日本產魚類產卵期記錄集。瀨戶內海栽培漁業協，69 pp.
3. Kinoshita, Y. (1939). Studies on the sexuality of genus Sparus (Teleostei). J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1, 7, 25-37.
4. 劉富光、胡興華 (1980). 烏鯨 *Acanthopagrus latus* 人工繁殖初報。臺灣水產試驗所試驗報告，(32), 673-678.
5. 劉振鄉 (1978). 烏鯨（烏格仔）稚魚繁殖初步試驗。中國水產，(306), 19-21.
6. Kasahara, S. (1957). Notes on the young of black porgy, *Mylio latus*. Jpn. J. Ichthyol., 6(1-2), 20-25.
7. 原田輝雄、村田 修、宮下 盛、古谷秀樹 (1971). キチヌの人工ふ化と仔魚の飼育。日水會秋季講演要旨，47.
8. Akazaki, M. and H. Hashimoto (1978). Studies on the seedling production of yellowfin porgy (Kichinu), *Acanthopagrus latus* HOUTTUYN. I. An anesthetic effect and an ovulation effect by injecting of hormone. Bull. Fac. Agric. Miyazaki Univ., 25, 277-285.

9. 蔡添財、余廷基 (1981). 養殖烏鯨 (*Acanthopagrus latus*) 之催熟、產卵及孵化。臺灣省水產試驗所試驗報告, (33), 545-556.
10. Akazaki M. and A. Tokito (1982). Studies on the seedling production of yellowfin porgy (Kichinu), *Acanthopagrus latus* Houttuyn-II Egg development and metamorphosis of larvae. Suisanzoshoku, 29(4), 218-228.
11. 林金榮、張仁謀、涂嘉猷、劉繼源 (1989). 嘉繼魚繁殖試驗——種魚培育、人為環境中自然產卵與卵之孵化試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, (47), 1-20.
12. 胡興華、顏枝麟、林金榮、涂嘉猷 (1981). 養殖黑鯛 *Acanthopagrus schlegeli* 之性轉換與自然產卵。臺灣省水產試驗所試驗報告, (33), 715-722.
13. 林金榮、張仁謀、涂嘉猷、劉繼源 (1989). 黃錫鯛繁殖試驗——種魚培育、三齡種魚自然產卵及卵之孵化試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, (47), 21-37.
14. Hirano, R. (1969). I-2 Rearing of black sea bream larva. Nippon Suisan Gakkaishi, 35(6), 567-569.
15. Kusuda, R., J. Yokoyama and K. Kawai (1986). Bacteriological study on cause of mass mortalities in cultured black sea bream fry. Nippon Suisan, 52(10), 1745-1751.
16. Matsumoto, N., M. Abe and K. Nosaka (1988). Studies on factors related to mass mortalities of black sea bream fry in the artificial seeding production-I Bacterial contamination of cultured rotifer. Bull. Kagawa Pref. Fish. Exp. Stn., (3), 9-17.
17. Yasunobu, H., K. Muroga and K. Maruyama (1988). A bacteriological investigation on the mass mortalities of red seabream *Pagrus major* larvae with intestinal swelling. Suisanzohoku, 36(1), 11-20.
18. 倉田 博 (1975). 飼育条件と發育——環境条件、稚魚の攝餌と發育 (日本水產學會編), 水產學シリーズ (8), 45-56. 恒星社厚生閣, 東京.
19. 蔡添財、余廷基 (1979). 烏鯨養殖試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, (31), 421-432.
20. 蔡添財、余廷基 (1980). 養殖 2 年烏鯨之成長及成熟。臺灣省水產試驗所試驗報告, (32), 543-552.