

再刊編號：6
Reprint No. 6

飼料蛋白源與養殖管理對烏魚生殖腺發育之影響

沈士新·盧庚立

Effect of Dietary Protein Quality and Aquacultural Management
on the Gonadal Development of Cultured Grey Mullet
Mugil cephalus L.

Shyn-Shin Sheen and Geng-Lih Lu

農委會補助計畫編號：
83科技-2.15-漁-07(06)

飼料蛋白源與養殖管理對烏魚生殖腺發育之影響

沈士新¹ · 盧庚立¹

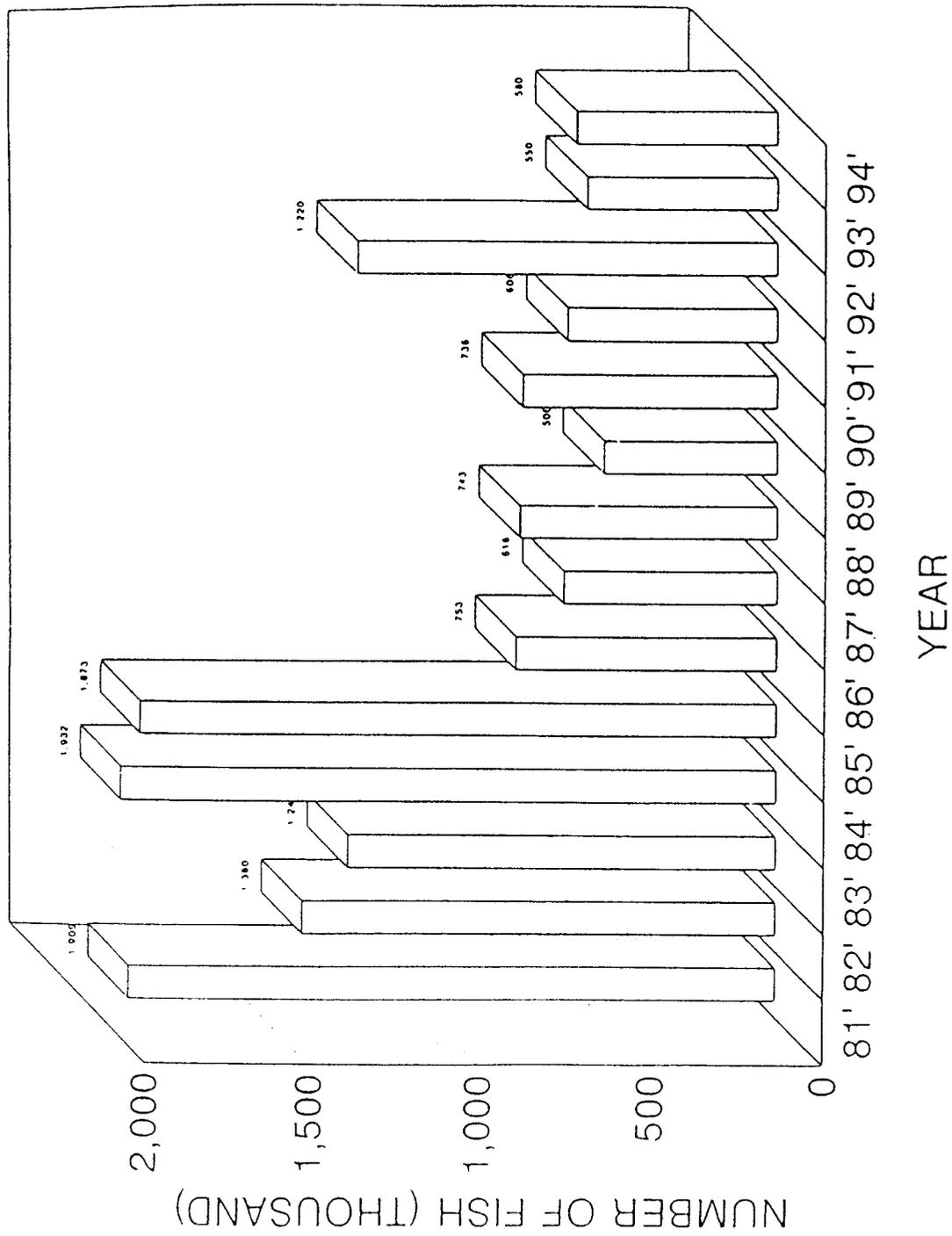
摘 要

兩組實驗測試不同蛋白源在不同鹽度下對養殖烏魚 *Mugil cephalus* 的成長和卵巢發育的影響。實驗 I 在 15ppt 鹽度下，一齡烏魚以六種不同比例的魚粉／大豆粉七個月，一齡烏魚的初重為 556 克，在成長的季節（8 月和 9 月），烏魚以 40% 的紅魚粉有最好的成長；然而成熟季節（11 月和 12 月），反而是以 54% 的大豆粉有最好的成長。實驗 II 在淡水下，一齡烏魚以三種不同比例的魚粉／大豆粉九個月，飼料 I 和飼料 J 較飼料 K 含有較多的蛋白質，其中第一和第二池投以飼料 I 六個月後再投以飼料 K，第三池投以飼料 J 再投以飼料 K，實驗結束，第一、二、三池的雌烏魚的體重分別為 1450，1466 和 1494 克；雌烏魚的 GSI 分別為 11.9，14.4 和 10.4。

前 言

烏魚 (*Mugil cephalus*) 為廣泛分佈於熱帶及亞熱帶海域的世界性重要食用魚類，其成魚每年冬季由中國大陸舟山群島附近的海域順中國沿岸南下，向臺灣西部及西南部沿海作適溫及產卵洄游（郭, 1986；黃與蘇, 1986；李與郭, 1990；陳, 1991），為本省冬季重要的近海漁獲物之一，尤其烏魚卵加工後製成的烏魚子價格昂貴，更是為漁民帶來一筆可觀的財富。然而近年來由於工業廢水大量排入海中，對西部沿海造成嚴重的污染，漁民不法的炸魚行為，過漁（Over-fishing），以及近年來臺灣冬季暖冬等因素，如 1994 年 12 月 22 日（冬至）前後十天，仍未見寒流來襲，烏魚遲遲不南下，使得近年來烏魚捕獲的數目急劇減少（圖一），由往年的一百多萬尾海烏的捕獲量下降至近兩年的五十五萬尾左右；而且捕獲的烏魚年齡下降，烏魚子的產量驟減。因此業者自巴西等中南美洲國家進口烏魚卵，再加工製成烏魚子出售，然而一般消費者反應不佳，不若本省烏魚子味美。於是養殖業者開始從事烏魚養殖，希望能利用池塘養殖的方式來另闢魚源，大量養殖烏魚，以提高養殖的利潤。烏魚的人工繁殖試驗始於 1930 年，迄今已有 64 年的歷史，此間經過許多的學者專家之研究，已能適當地利用性腺激素促進成熟、擠卵、授精、孵化並育成魚苗。而臺灣的烏魚繁殖試驗在 1977 年獲得成功，烏魚已可完全養殖（Liao, 1977），充分證明人工育成之種魚繁殖之可行性，帶給養殖業者很大的鼓舞。

¹ 國立臺灣海洋大學水產養殖學系



圖一. 從1981-1994年野生烏魚之年捕獲量
 Fig.1. Annual catches of wild grey mullet from 1981 to 1994

一般而言，養殖烏魚因為食物來源充足，所以成長比海生烏魚快（Morovic, 1957；Denizci, 1958），根據以往所捕獲的海生烏魚與養殖烏魚比較，發現養殖的烏魚成長比海生烏魚快，二齡的養殖烏魚體重約二公斤左右，已達到海生烏魚六齡之體型(陳, 1991)，而且養殖的烏魚在二齡大時即有卵巢的發育，且烏魚卵最重可達到 300 克重，所以現階段臺灣從事烏魚養殖的前景極被看好。

Pan et al. (1992)指出，全雌化烏魚的養殖已可用特殊的飼料加以控制，且全雌化的比例可高達 95 % 以上；為獲得烏魚子的烏魚養殖，第一階段的全雌化已可克服，但如何在管理或環境上使其卵巢發育至我們要求的重量(250g)為第二階段追求的目標，因此我們針對飼料原料與鹽度進一步的探討。

不同鹽度對魚類的成長有很大的影響（Holliday, 1971；Peters and Boyd, 1972；De Silva and Perera, 1976），De Silva and Perera（1976）指出烏魚（*Mugil cephalus*）最適生長的鹽度為 20 ppt，業者養殖烏魚從純淡水養殖到全海水養殖都有，而且對於最適生長的鹽度說法不一，因此本篇報告擬將一齡大的烏魚分別蓄養在不同的鹽度環境下，探討鹽度對烏魚成長與生殖腺發育之影響。

材料與方法

I、池塘設計：

實驗 I（半淡鹹水）

實驗池位於台南縣七股鄉民間私人養殖場，面積 9400 平方公尺之泥土地，以塑鋼網分隔成 28 個網池，1～20 池每池長 25 公尺、寬 8 公尺、高 2.1 公尺，每池內蓄養烏魚 100 隻。由於烏魚有鑽土習性，為防止逃逸或鑽至鄰池，塑鋼網深入泥土超過 50 公分，又因烏魚善於水面跳躍，塑鋼網高出水面 1.8 公尺，以防止烏魚跳至鄰池，池中備有四部水車。

實驗 II（淡水）

實驗池位於台南七股鄉之私人養殖場，面積達五公頃之土池，一共有三池，三池面積各為一甲地，三池共放養一齡烏 16,000 尾。

II、試驗材料：

本實驗所採用的烏魚 *Mugil cephalus* Linnaeus 俗稱正烏，購自台南民間私人養殖場之一年烏魚。實驗 I 與實驗 II 的平均體重分別為 556.7 克與 538.7 克，試驗期間投餵委託飼料公司代為配製的飼料。

III、飼料配製：

實驗 I (半淡鹹水)

實驗所需的各組飼料蛋白質來源分別為黃豆粉、白魚粉、紅魚粉、蝦糠、黃豆粉與魚粉，為防止飼料在儲存期間維生素 E 和油脂氧化，添加 0.01 % 抗氧化劑 (Ethoxyquin)。又因飼料在儲存期間發現有發霉的情況，在飼料中添加 0.01 % 的抗霉劑 (Ca-propionate)，飼料配方如表一所示。

Table 1. Ingredient composition(% dry weight) and proximate analysis (%) for diets of experiment I.

表一. 實驗 I 的飼料組成和一般成份分析

Ingredients	Diets					
	A	B	C	D	E	F
Red fish meal	0	0	0	0	40	0
White fish meal		34.5	18	40	0	0
Fish soluble	1	1	1	1	1	1
Yeast	1	1	1	1	1	1
Rice bran	0	16	15	28	28	0
Rice hull	7	10.4	9.5	17	17	0
Wheat powder	29	24	24	5	5	30
Soybean meal	54	0	26.5	0	0	21
Wheat middlings	4	9	1	0	0	5
Choline chloride	1	1	1	1	1	1
Mineral mix ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamin mix ²	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
CaP	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fish oil	1	1.1	1	1	1	1
Lecithin	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Shrimp meal	0	0	0	0	0	38
Proximate analysis						
Moisture	8.26	7.95	9.35	6.99	7.07	8.24
Ash	12.00	12.23	10.03	12.37	14.96	15.97
Crude protein	30.17	30.48	30.37	31.33	31.33	30.43
Crude lipid	9.42	8.89	8.27	11.47	12.94	4.99

^{1,2} see Table 2.

實驗 II (淡水)

實驗所需的飼料以魚粉及黃豆粉為主要的蛋白源，蛋白質含量為 25-29 % ，能量範圍為 350-410 Kcal / 100 g diet ，為防止飼料中油脂的氧化，添加 0.01 % 的抗氧化劑 (Ethoxyquin) 飼料配方如表二所示。

Table 2. Ingredient composition (% of dry weight) of diets for experiment II.
表二. 實驗 II 的飼料組成

Ingredients	I	J	K
Fish meal	12.0	10.0	15.0
Soybean meal	24.0	35.0	20.0
Wheat flour	17.4	15.4	14.0
Wheatflour middlings	21.0	5.0	3.0
Rice bran	15.0	5.0	10.0
Rice hull	0.0	19.0	27.0
Yeast	1.9	1.9	1.9
Choline chloride	0.1	0.1	0.1
Fish oil	1.0	1.0	1.0
Squid oil	5.0	5.0	5.0
Mineral premix ¹	0.5	0.5	0.5
Vitamine premix ²	0.1	0.1	0.1
Calcium phosphate	0.5	0.5	0.5
Lecithin	0.5	0.5	0.5
Salt	1.0	1.0	1.0
Vit. E (ppm)	10.0	10.0	10.0

¹Mineral premix provided the following minerals pre kilogram of feed: contained: Mn 120mg; Fe 50mg; Cu 4 mg; Co 200 mg; I 400 mg; Zn 80 mg.

²Vitamine premix provided the following vitamins per kilogram of feed: Vit A 50,000,000 IU; Vit D₃ 10,000,000 IU; Vit E 15,000 mg; Vit K 3,000 mg; Vit B₂ 6,000 mg; Propanic acid 8,000 mg; Vit C 10,000 mg; Niacinamide 18,000 mg; Vit B₁₂ 15 mg; Vit B₆ 3,000 mg; Choline Chloride 50,000 mg.

IV、實驗過程與池塘管理：

實驗 I (半淡鹹水)

實驗期間自 1992 年 5 月開始進行。每日投餵飼料量為體重的 4%，分早晚二次投餵，採樣前停止餵飼一天，每日上午 8 時及下午 2 時記錄水溫和鹽度。

實驗 II (淡水)

實驗自 1993 年 3 月 1 日起至 1993 年 12 月 1 日，不定期採樣以了解烏魚的狀況，實驗池 I 在 11 月 12 日、實驗池 II 在 11 月 22 日與實驗池 III 在 12 月 1 日收成採樣。

V、分析項目：

一、一般生理指標測定：

1. 肝指數 (Hepatosomatic index : HSI) = (肝重 / 魚體重) × 100 %
2. 生殖腺指數 (Gonadosomatic index : GSI) = (生殖腺重 / 魚體重) × 100 %

二、營養成份分析：

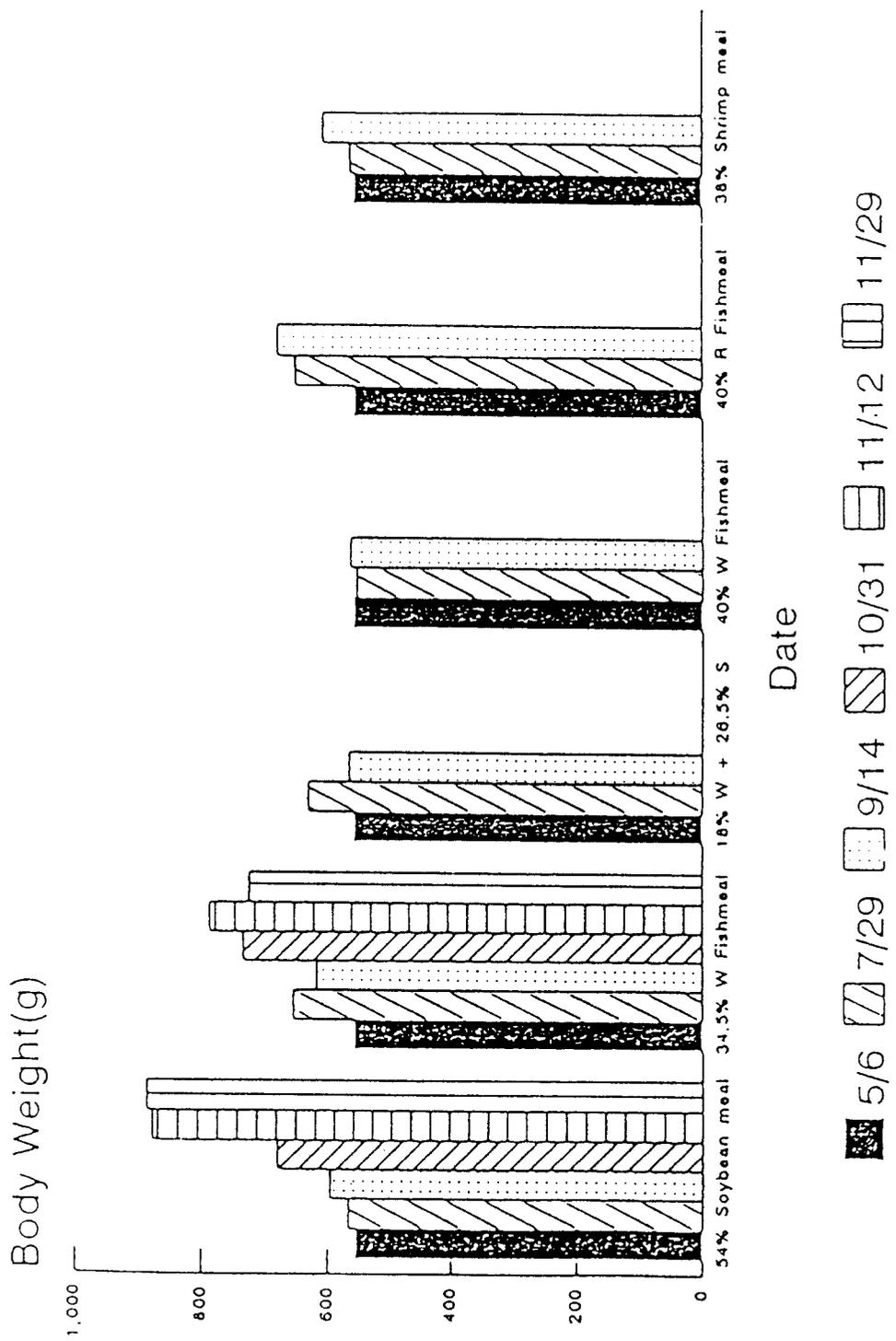
1. 水份及灰份：參照 A.O.A.C. (1984) 的方法。
2. 粗脂肪：參照 Folch et al. (1957) 的方法。
3. 能量：以 IKA Calorimeter System Mode C4000 測定。
4. 粗蛋白：參照 Micro-Kjeldahl method (A.O.A.C., 1984) 之方法，以 Kjeltec system 1007 (Tecator) 測定。

結 果

實驗 I (半淡鹹水)：

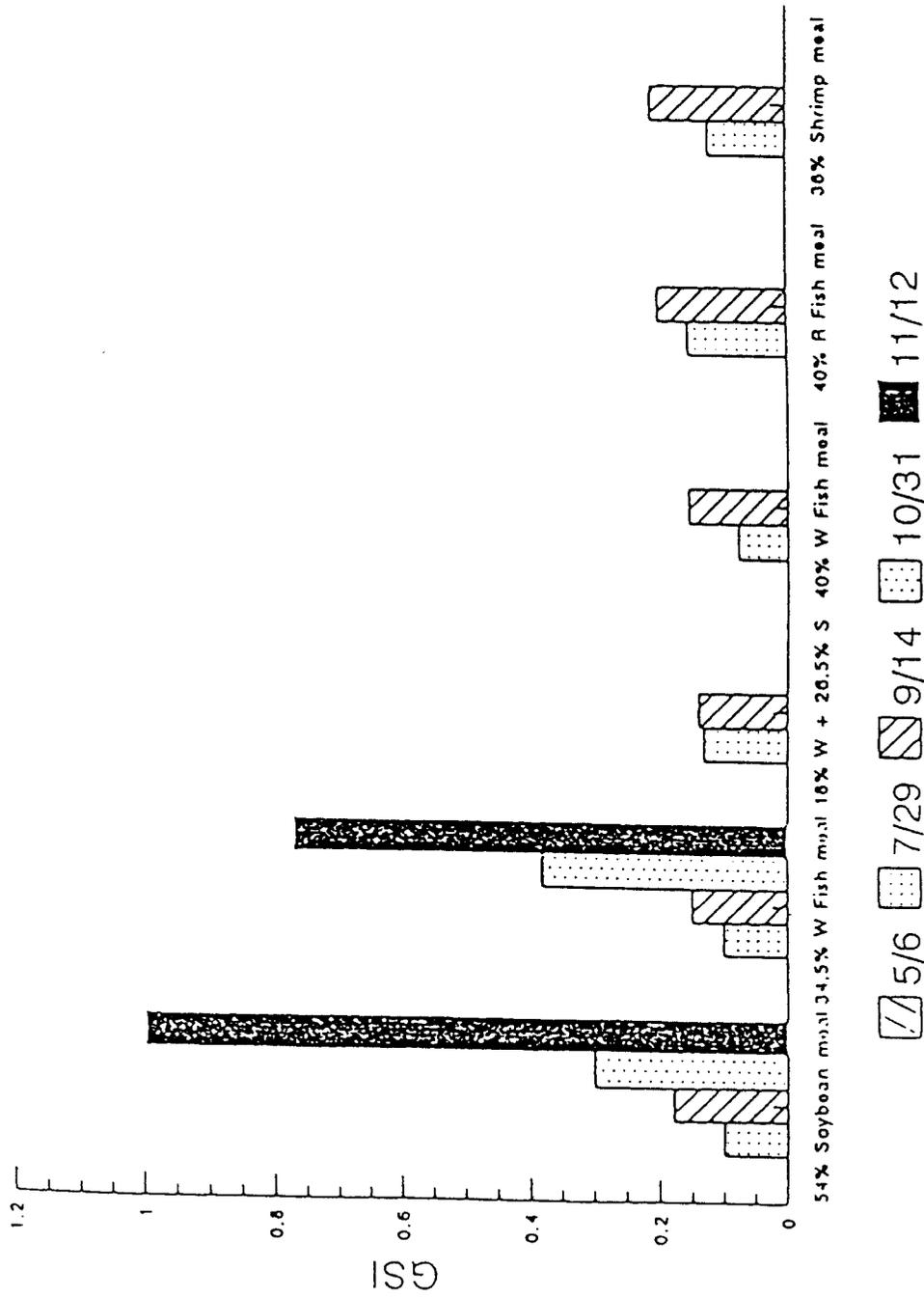
實驗所配製的六組飼料 (A、B、C、D、E、F) 其成分分析結果見表一。水分 6.99 ~ 9.35%，灰分 12 ~ 15.97%，F 組飼料的灰分高達 15.97%，因以礦物質含量較高的蝦糠為主要蛋白源所致，六組飼料的粗蛋白分別 30.17%、30.48%、30.37%、31.33%、31.33% 和 30.43%，總脂質則以魚粉為主要蛋白源的 D、E 二組最高，分別為 11.47% 及 12.94%，而以 F 組最低只有 4.99%。六組飼料的總能量分別為 4260、4242、4062、4390、4201 及 3598 Kcal / Kg diet，以蝦糠為主要蛋白源的 F 組能量最低。

烏魚餵以六組飼料的成長見圖二，實驗開始進行時，每尾烏魚的平均體重為 556.0



圖二 實驗 I 烏魚銀以六種不同飼料的體重。

Fig.2. Body weights of grey mullets fed six different diets for experiment I.



圖三 實驗 I 烏魚銀以六種不同飼料的GSI.
 Fig.3. Gonadosomatic index of grey mullets fed six different diets for experiment I.

克，第一次採樣（7月）時以餵飼34.5%白魚粉及40%紅魚粉組的成長最佳，體重分別為653.3與649.3克，而以餵飼蝦糠成長最差。第二次採樣（9月）時，以餵飼40%紅魚粉的成長最好，其次依序為34.5%白魚粉、蝦糠、黃豆粉、白魚粉與黃豆粉混合。烏魚的成長階段以投餵含40%紅魚粉的飼料成長最好，然而進入生殖季節（11月第三次稱重）後反而以餵飼54%黃豆粉的成長最好，由此可知在烏魚的成長期間，飼料中蛋白質的來源對烏魚的成長影響很大。

圖三為生殖腺指數變化的情形，第一次採樣時烏魚在成長期尚未進入生殖季節，GSI很小，只有0.0006；而第二次採樣的GSI分別為：0.101、0.101、0.132、0.0785、0.155、0.122，第三次採樣的時間為9月中旬，此時烏魚漸漸進入生殖季節，GSI有明顯的上升在0.14~0.20之間，而且以餵飼40%紅魚粉這組發育的最好，和烏魚的成長有相同的趨勢，而當進入生殖季節時，則以餵飼54%黃豆粉組的發育最好GSI為1.0由以上實驗可以得知烏魚進入生殖期，飼料中蛋白質的來源對GSI的影響並不大。

實驗II（淡水）：

實驗共配製三種飼料，前六個月第一、二池投餵I組飼料，而第三池則投餵J組飼料，九月中旬後三個池子則全部改投餵含高量粗糠的K組飼料，飼料成份分析見表三，水分含量在9.08~10.90%之間；粗蛋白含量I、J二組飼料比K組飼料高，分別為28.87%與29.06%，而K組飼料只有24.39%；灰分含量在10.55~11.65%之

Table 3. Proximate analysis of diets of experiment II.
表三. 實驗II的一般成份分析

Compositin	Diets		
	I	J	K
Moisture	10.9	9.1	9.4
Ash*	10.6	11.5	11.7
Crude protein*	28.9	29.1	24.4
Crude lipid*	11.2	8.0	11.2
Crude fiber*	5.7	8.2	15.6
NFE	43.7	43.3	37.2
Dietary energy (Kcal/100 g diet)	411.8	403.6	364.5

* dry weight basis

間；總脂質含量J組飼料較低只有 7.96 %，I與K組飼料則為 11.19 與 11.22 %；三組飼料差異較大的是粗纖維和總能量的含量，K組飼料添加了 27 % 的粗糠所以粗纖維的含量高達 15.57 %，而 I、J 組飼料為 5.69 % 與 8.21 %；總能量方面，因為K組含有高量的纖維素，所以能量比其它二組飼料低，而三組飼料的總能量分別為：411.80、403.60 和 364.50 Kcal/100g diet。

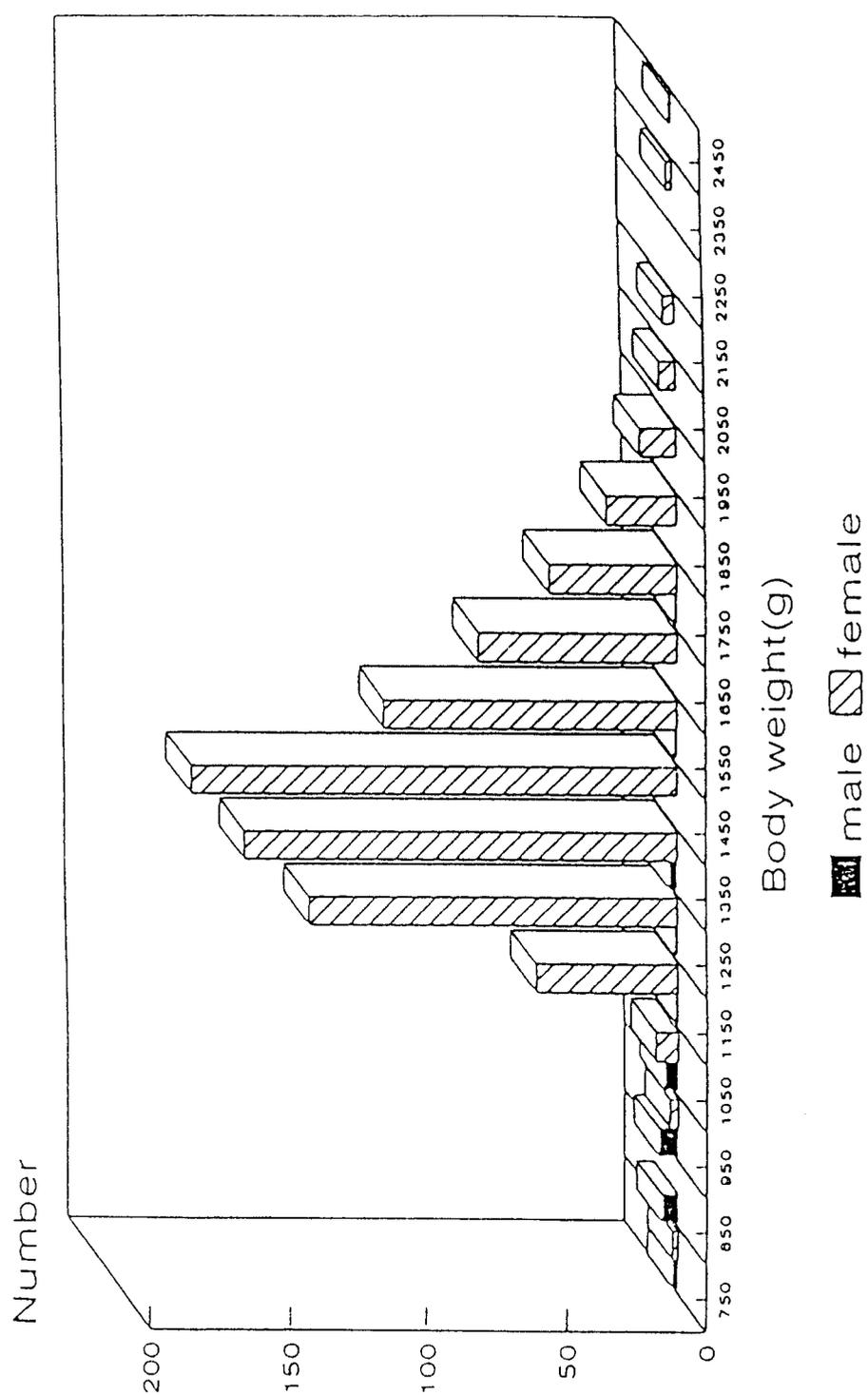
實驗開始時放養的一年烏體重 538.66 ± 65.33 克、體長 38.03 ± 1.64 公分，經過九個月的蓄養後雌魚與雄魚的體重差異很大，雄魚的平均體重為 1007 ± 187 克、雌魚為 1471 ± 218 克，雌魚體重比雄魚重約 500 克，3～8 月為烏魚的成長季節，在這個時期魚體成長特別快，於 9 月初採樣時雌魚的重量已經達到 1326 克，雄魚則達 900 克。十一月中旬起三池陸續收成，三池雄魚的平均體重分別為 1039 ± 225 克、 986 ± 113 克和 999 ± 215 克，雌魚的平均體重三池分別為 1450 ± 214 克、 1466 ± 214 克和 1494 ± 257 克；雄魚的生殖腺重三池分別為 32 ± 18 克、 61 ± 18 克和 39 ± 31 克，雌魚的生殖腺重三池分別為 171 ± 49 克、 210 ± 44 克和 154 ± 59 克；雄魚的 GSI 三個池子分別為 3.24 ± 1.96 、 6.19 ± 1.72 和 3.89 ± 2.65 ，雌魚的 GSI 在三個池子分別為： 11.93 ± 3.22 、 14.41 ± 2.80 和 10.43 ± 3.94 （表四）。

Table 4. Average body weight, gonadal weight and gonadosomatic index (GSI) of 2-year male and female mullet of experiment II.

表四. 實驗 II 的雌雄烏魚的平均體重、生殖巢重和 GSI

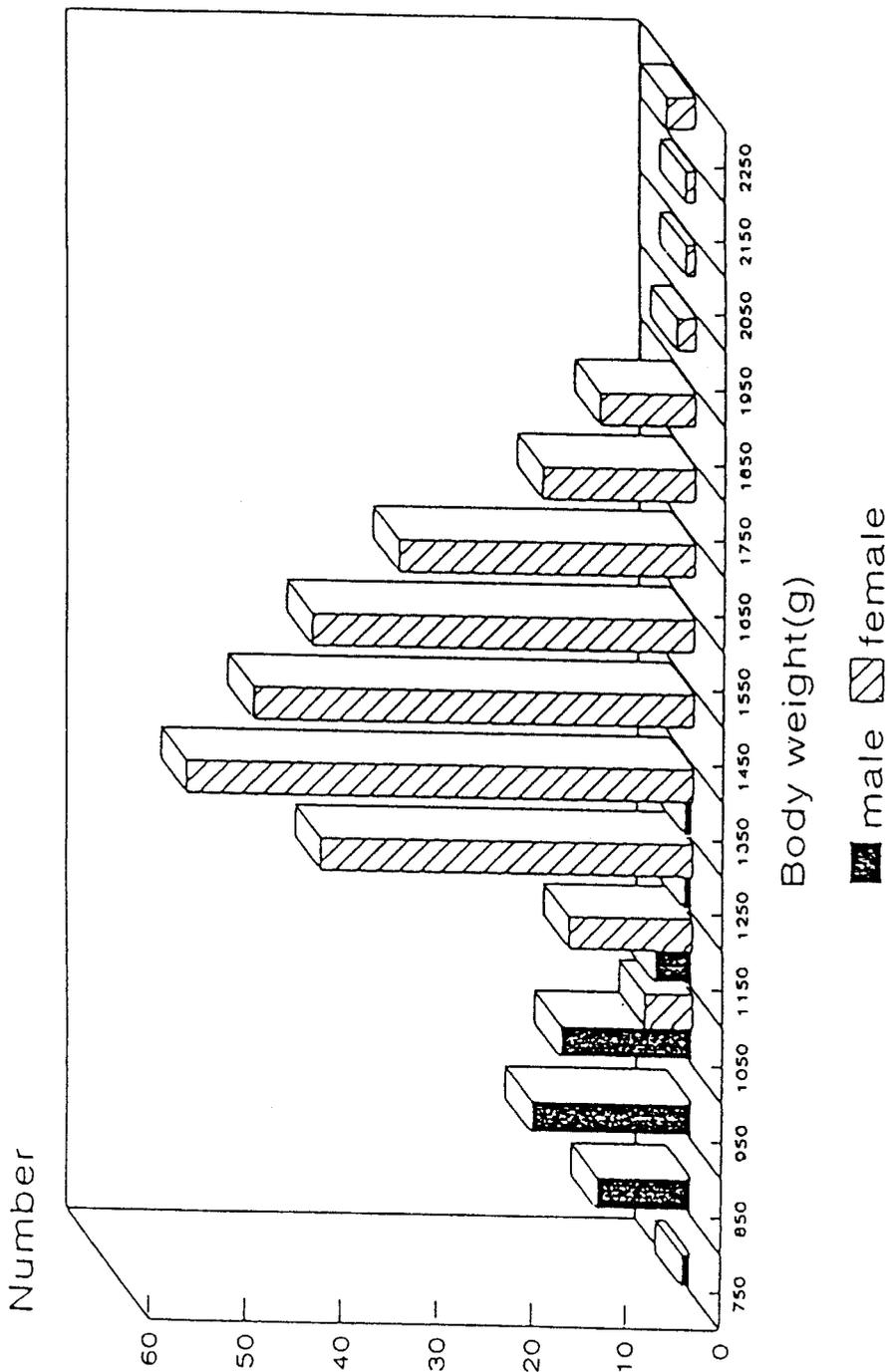
	Diets			
	Pond I	Pond II	Pond III	Total
Sample No.	821	3087	1014	4922
Male body weight	1039 ± 225	986 ± 113	999 ± 215	1007 ± 187
Female body weight	1450 ± 214	1466 ± 214	1494 ± 257	1471 ± 218
Male gonadal weight	32 ± 18	61 ± 18	39 ± 31	46 ± 25
Female gonadal weight	171 ± 49	210 ± 44	154 ± 59	175 ± 51
Male GSI	3.2 ± 1.9	6.2 ± 1.7	3.9 ± 2.6	4.3 ± 2.0
Female GSI	11.9 ± 3.2	14.4 ± 2.8	10.4 ± 3.9	12.3 ± 3.1

不論雄魚或雌魚的平均體重三池的差異不大，I、II、III 池的體重分佈分別見（圖四、圖五和圖六），合併三池魚的體重分佈見圖七，三池的雄魚最大頻度在 900～1000 克佔了近 60 %，而雌魚則出現在 1200～1800 克佔了近 80 %；採樣的時間對生殖腺重與 GSI 影響很大，對生殖腺的影響，第一池和第二池同樣投餵 I 組飼料，然而第二

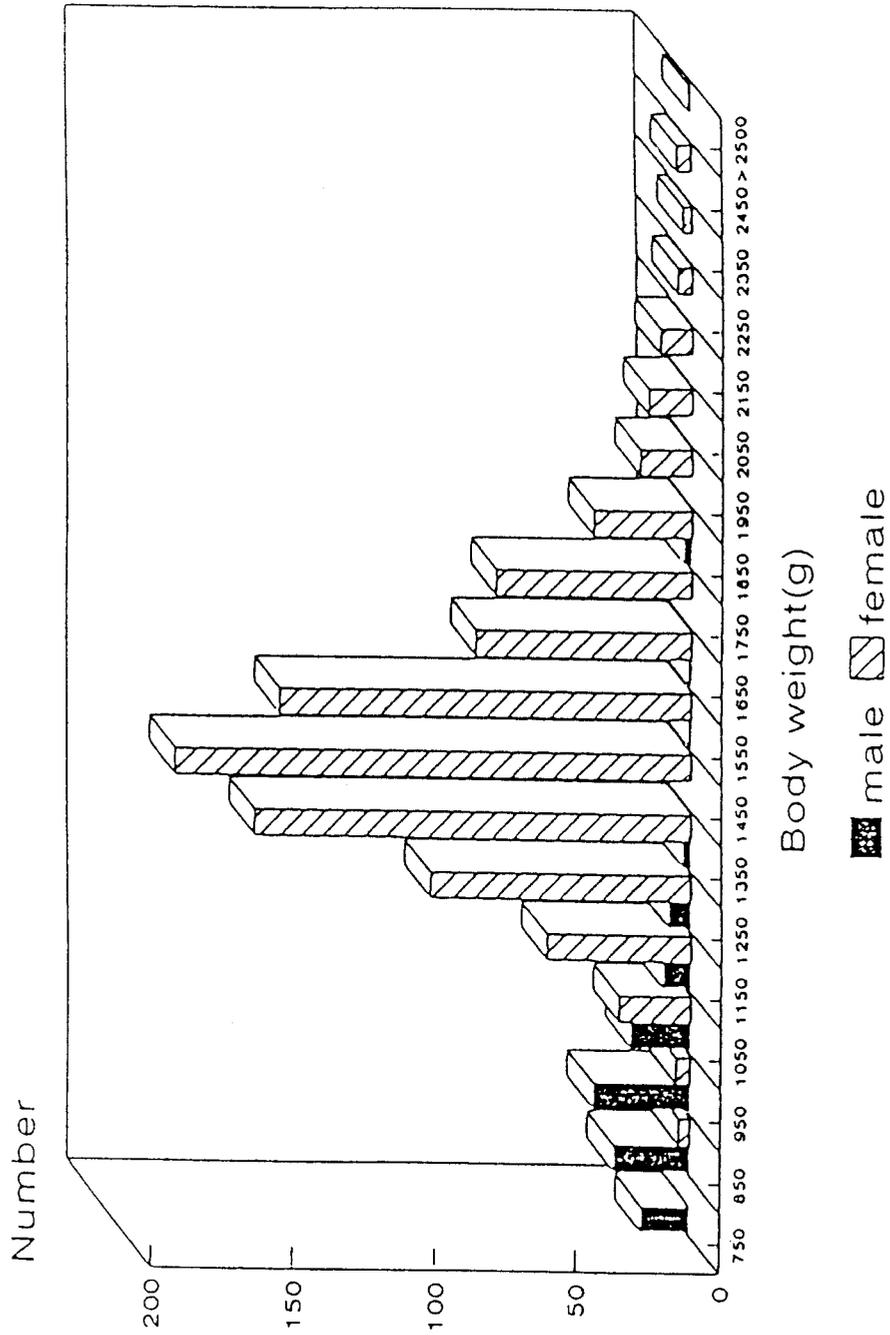


圖四. 實驗II的第一池雌雄烏魚的重量分佈.

Fig. 4. The body weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from First pond of the experiment II.

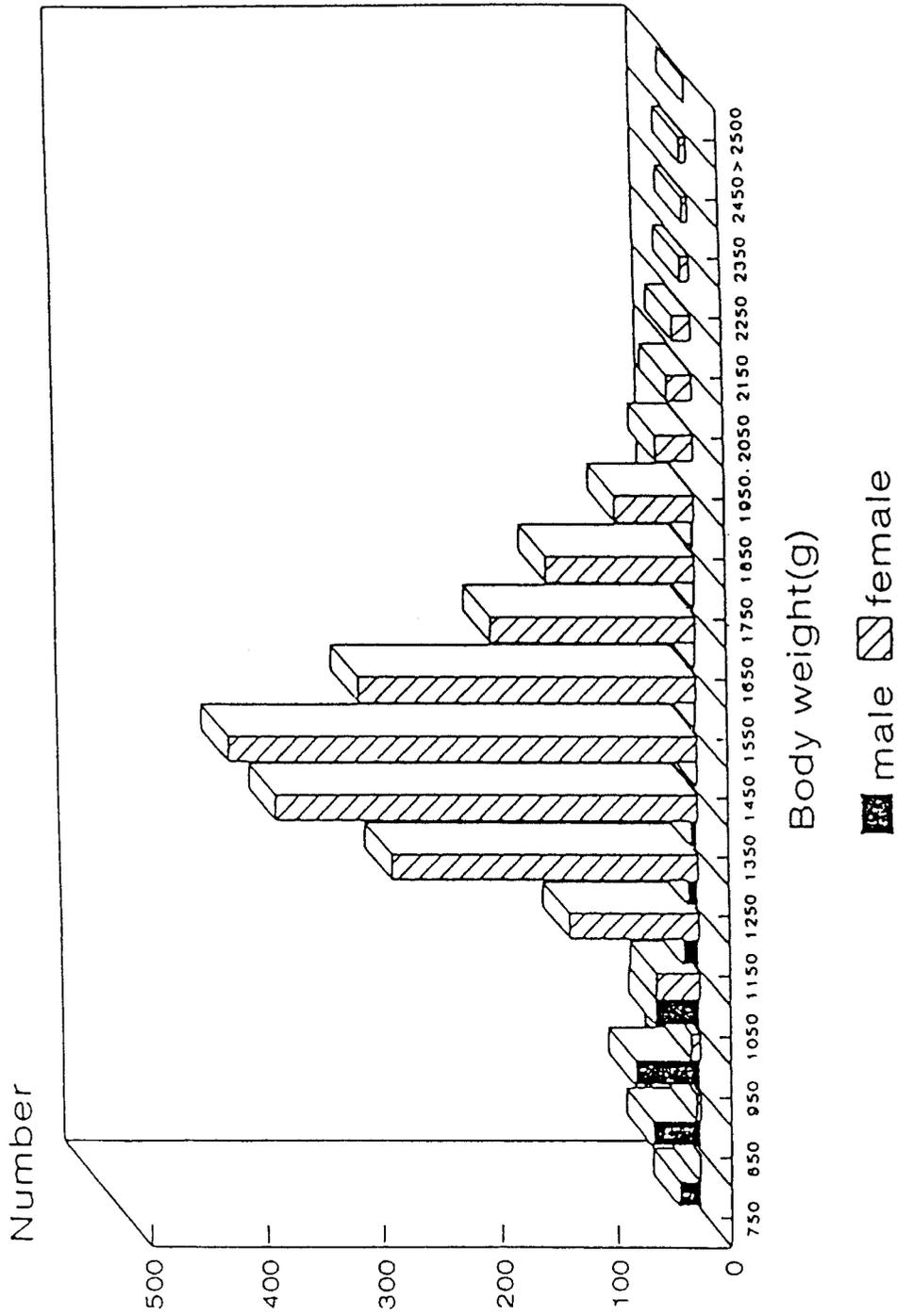


圖五 實驗II的第二池雌雄烏魚的重量分佈。
Fig. 5. The body weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from Second pond of the experiment II.

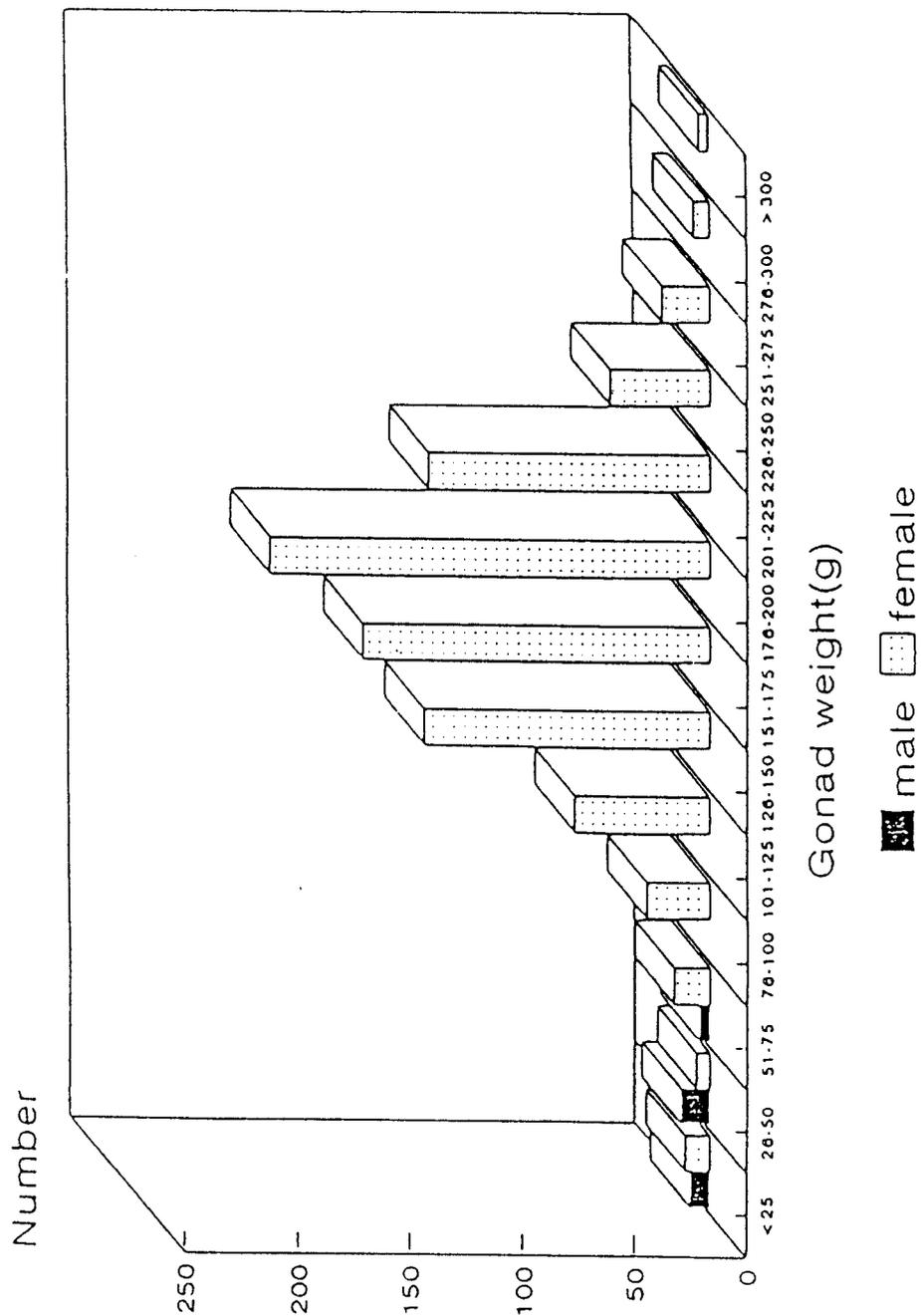


圖六：實驗II的第三池雌雄烏魚的重量分佈。

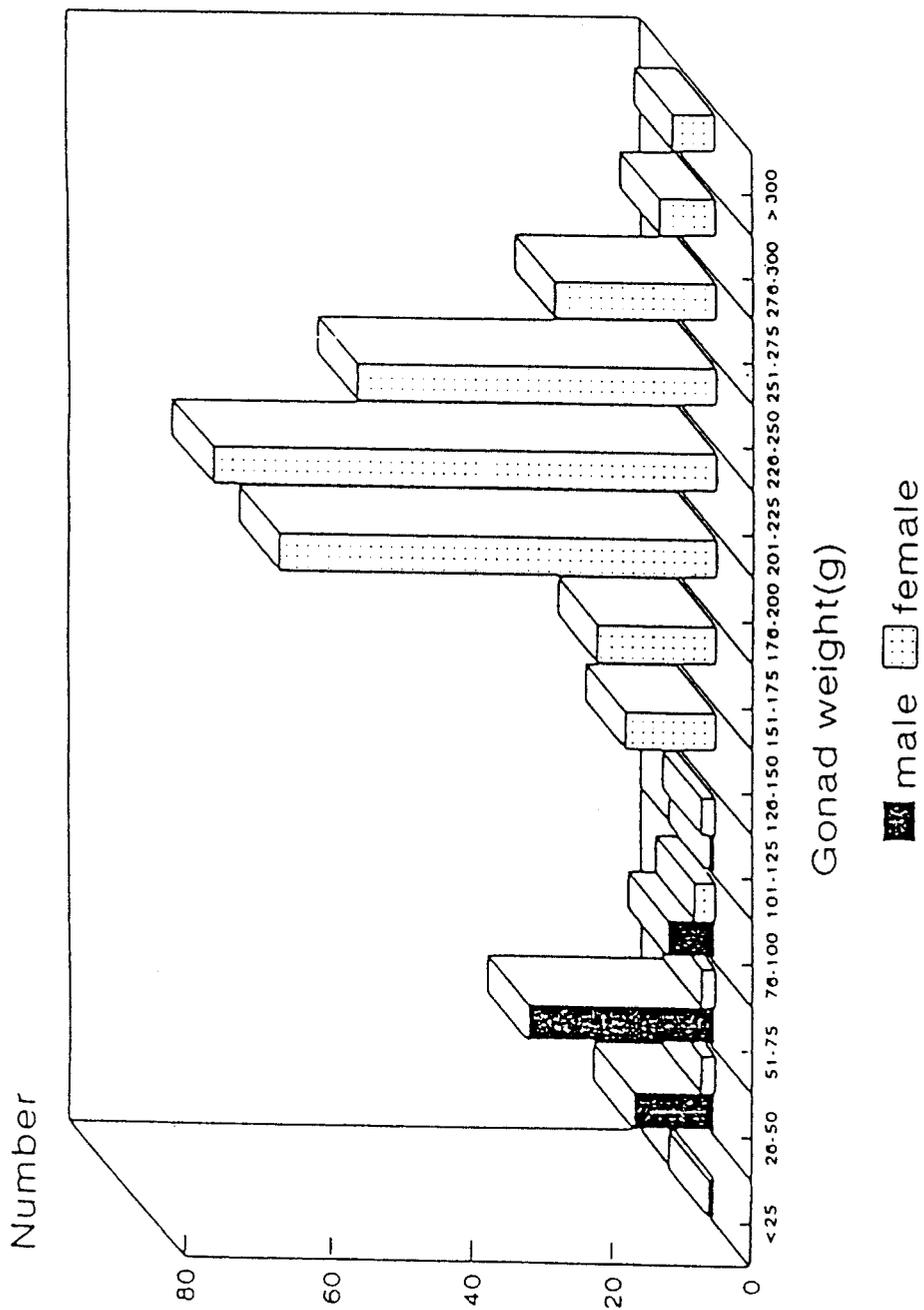
Fig. 6. The body weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from third pond of the experiment II.



圖七. 實驗 II 的所有雌雄烏魚的重量分佈。
Fig. 7. The body weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from all ponds of the experiment II.

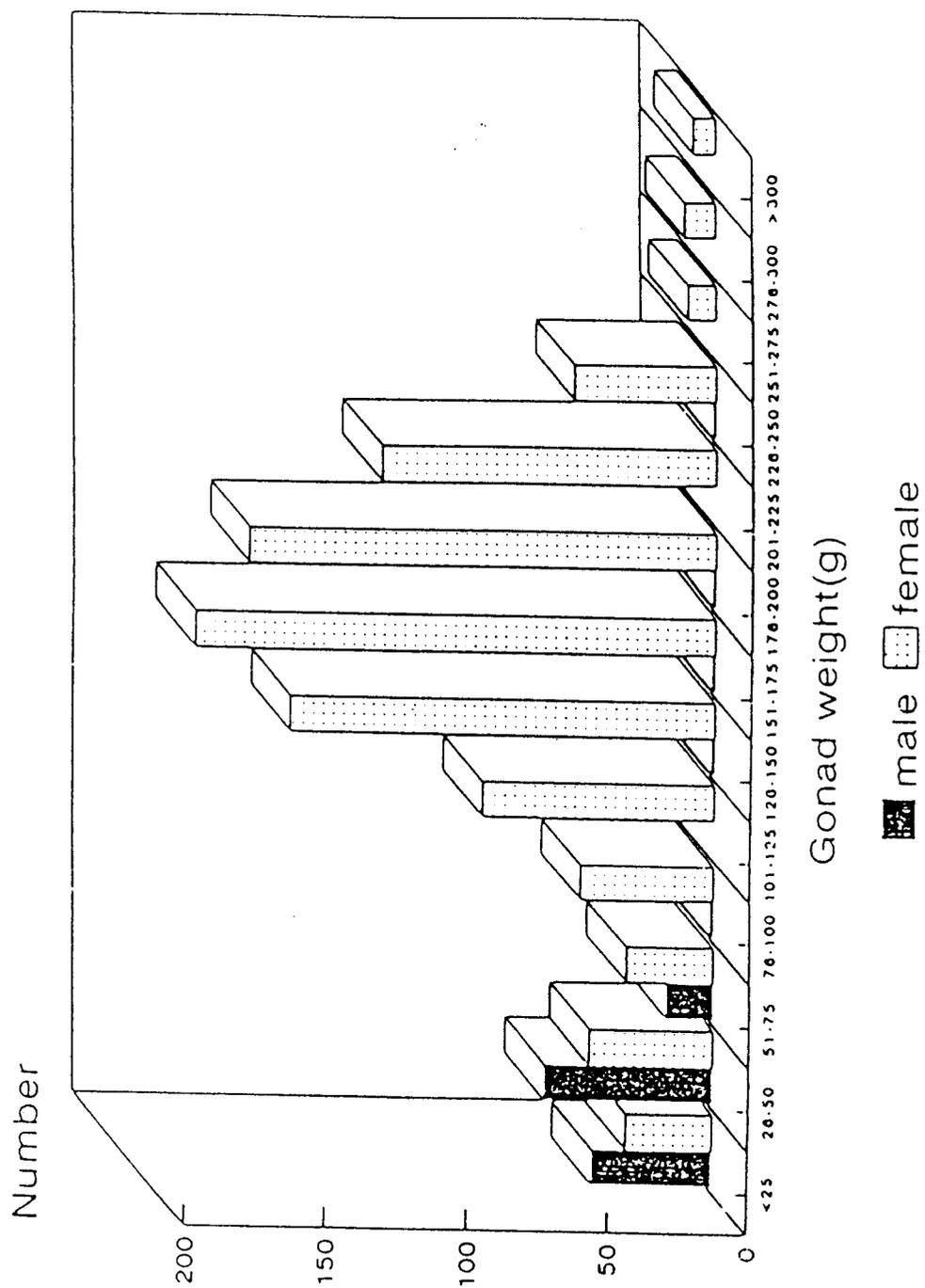


圖八 實驗II的第一池雌雄烏魚的生殖巢重。
 Fig.8. The gonadal weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from first pond of the experiment II.



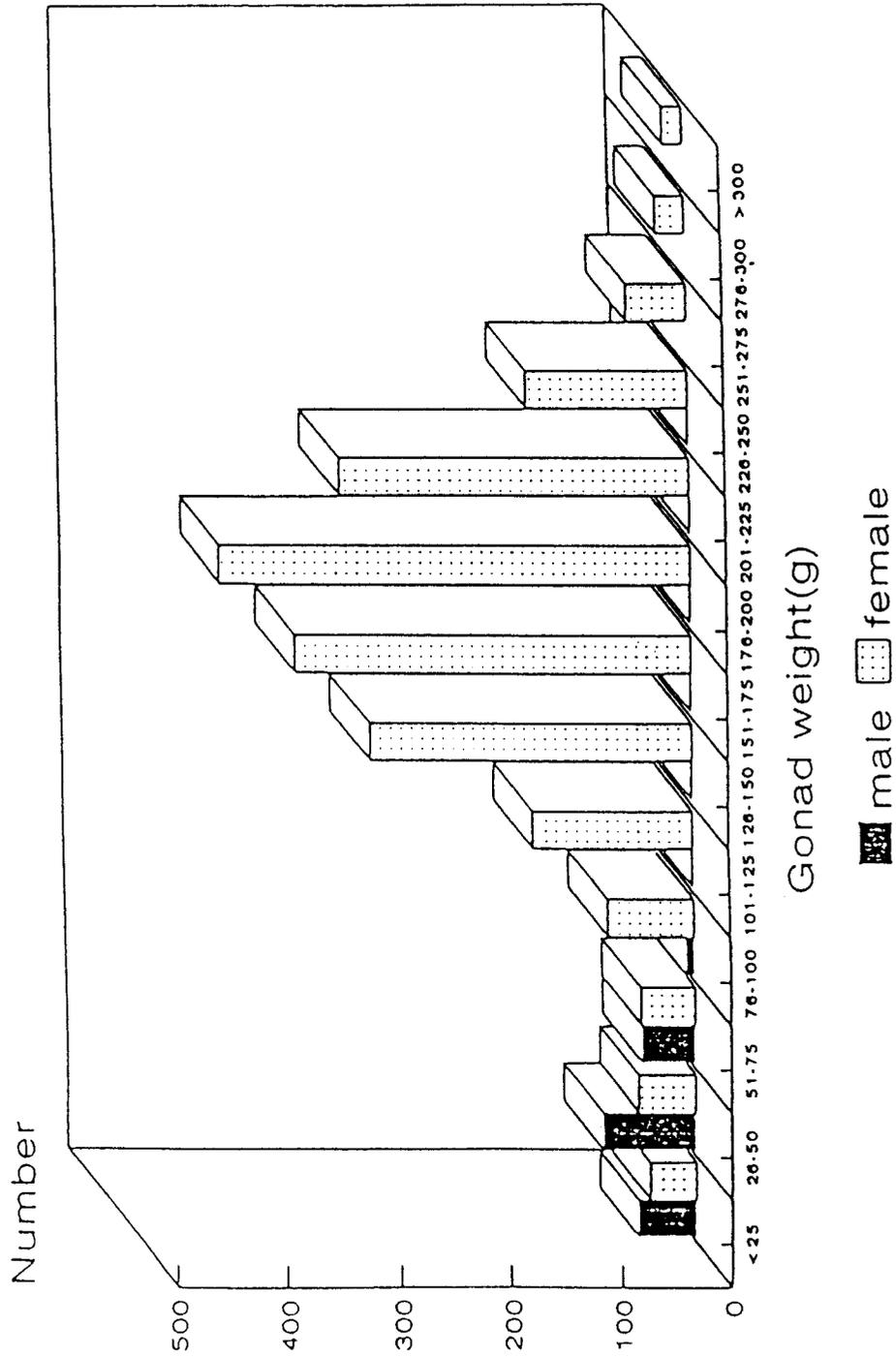
圖九 實驗II的第二池雌雄烏魚的生殖巢重。

Fig.9. The gonadal weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from second pond of the experiment II.

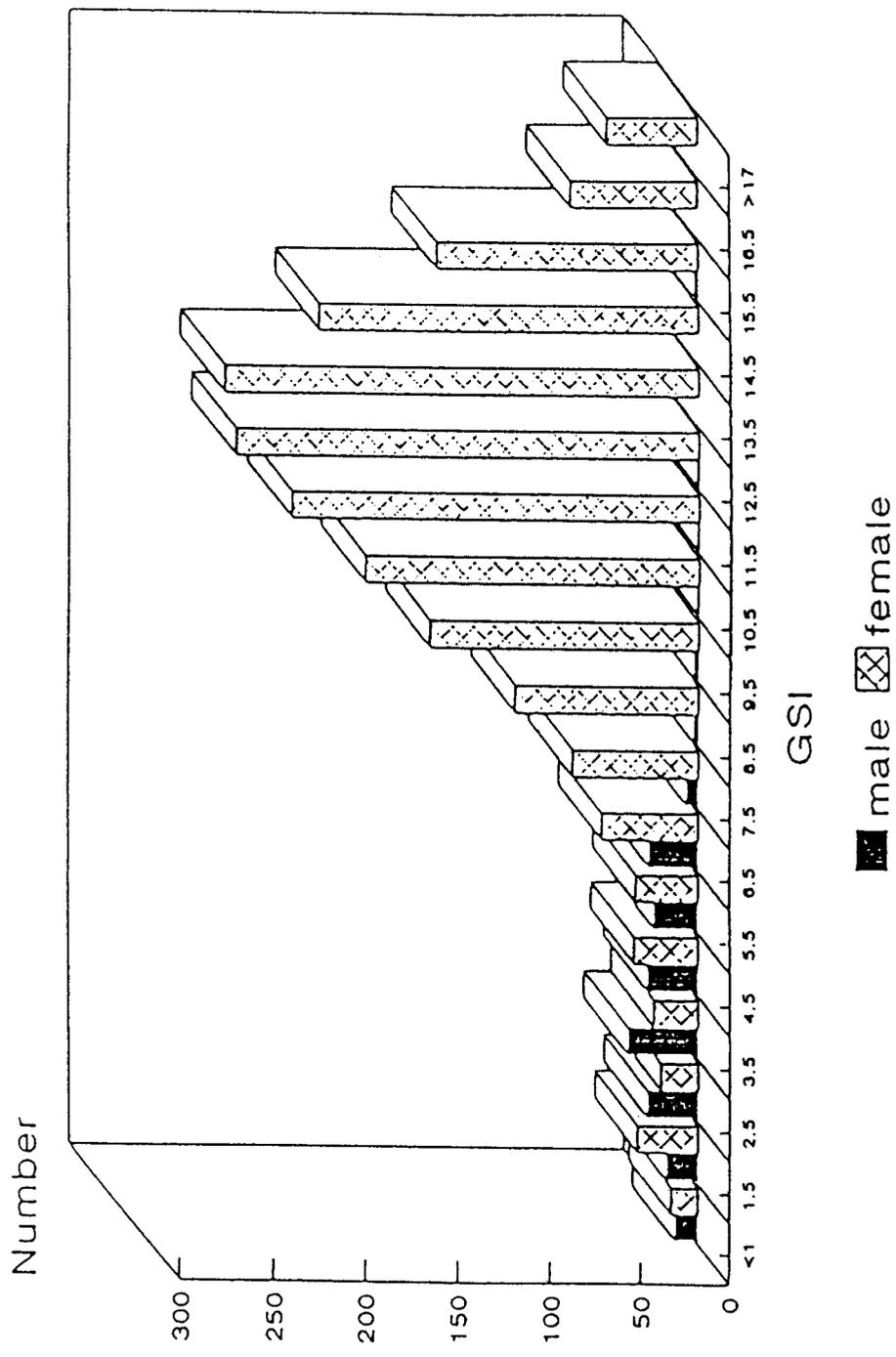


圖十. 實驗II的第三池雌雄烏魚的生殖巢重.

Fig.10. The gonadal weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from third pond of the experiment II.

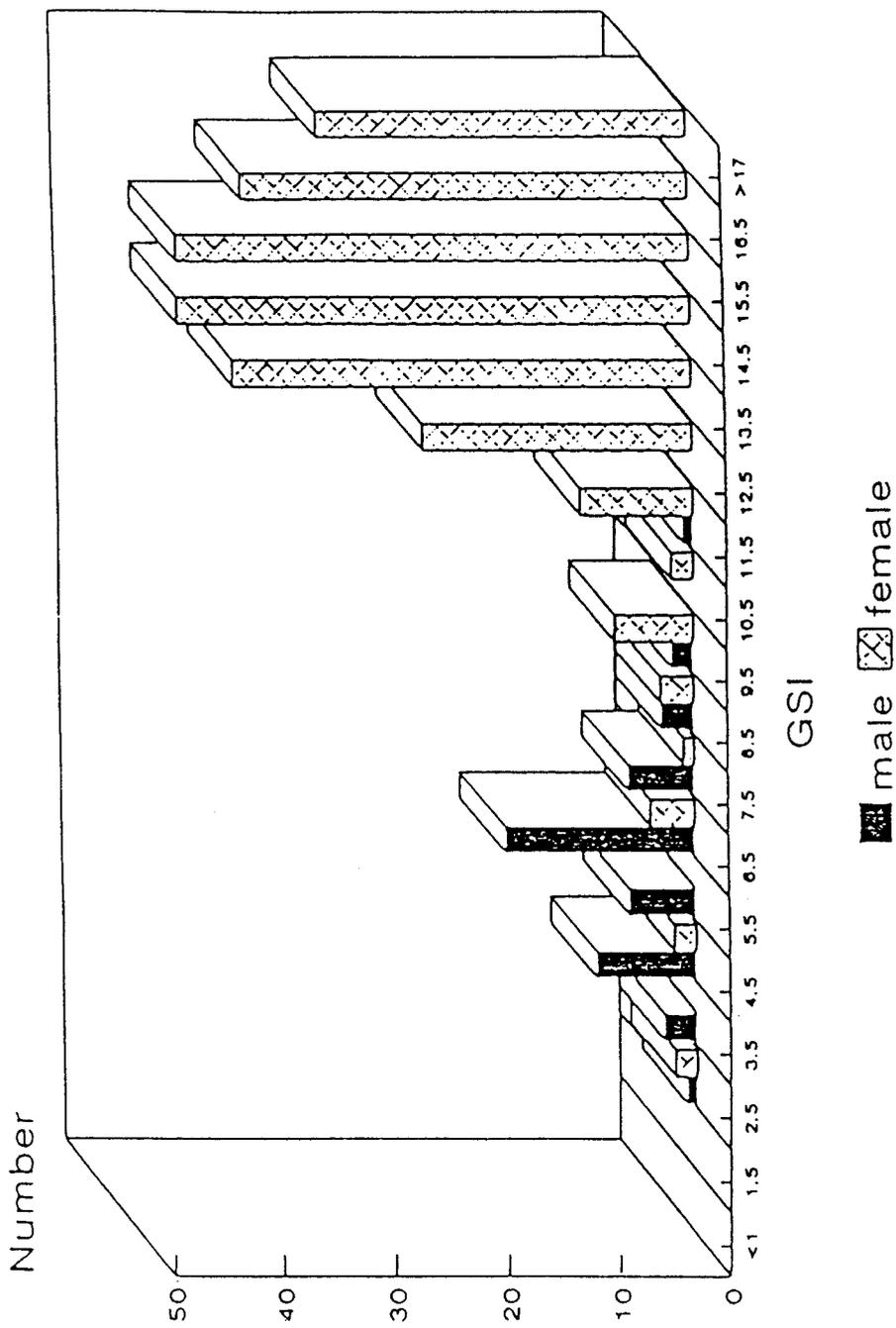


圖十一. 實驗II的所有雌雄烏魚的生殖巢重。
Fig.11. The gonadal weight distribution of male and female cultured grey mullet sampled from all ponds of the experiment II.

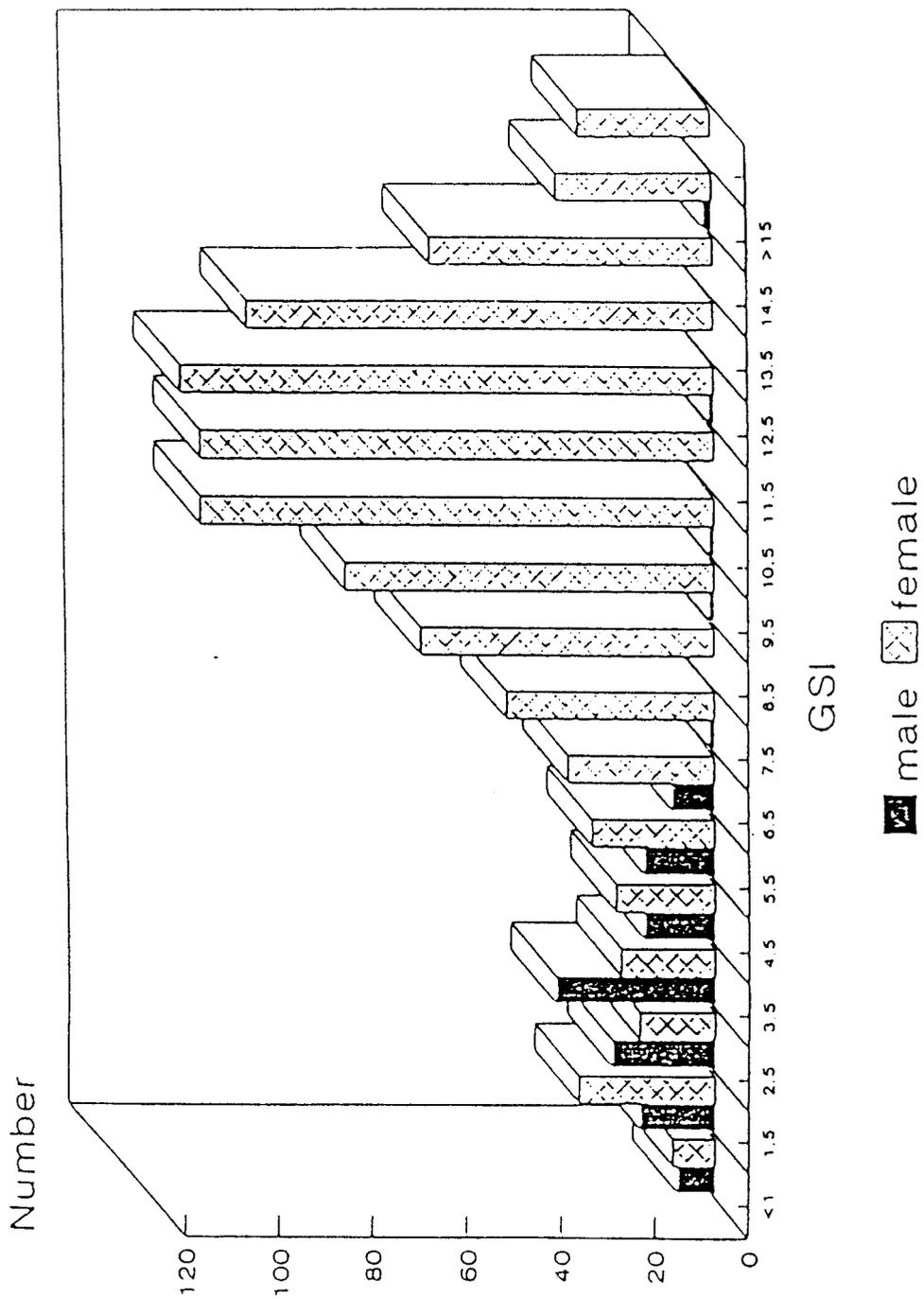


圖十二 實驗II的第一池雌雄烏魚的GSI.

Fig. 12. The GSI distribution of male and female cultured grey mullet sampled from first pond of the experiment II.

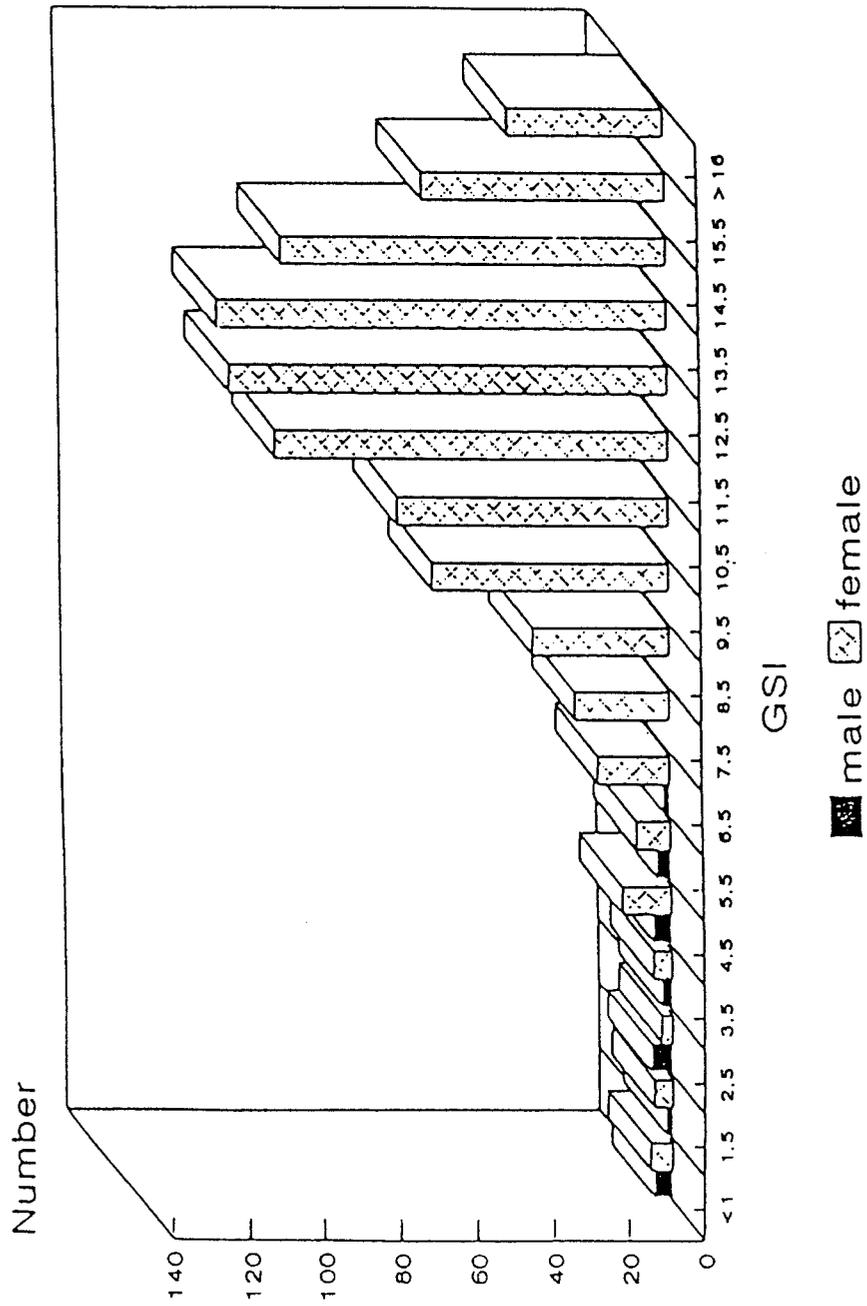


圖十三 實驗II的第二池雌雄烏魚的GSI.
 Fig.13. The GSI distribution of male and female cultured grey mullet sampled from second pond of the experiment II.



圖十四. 實驗II的第三池雌雄烏魚的GSI.

Fig. 14. The GSI distribution of male and female cultured grey mullet sampled from third pond of the experiment II.



圖十五 實驗II的所有雌雄烏魚的GSI.

Fig. 15. The GSI distribution of male and female cultured grey mullet sampled from all ponds of the experiment II.

池在 12 月 2 日收成比第一池在 11 月 12 日採收晚了三個禮拜，結果第二池的生殖腺重比第一池好，平均生殖腺重了 40 克，雄魚的生殖腺重第二池的 61 克比第一池的 32 克重將近一倍，三個池子生殖腺重的分佈見圖八、圖九和圖十，合併三個池子生殖腺的分佈見圖十一。就雄魚而言，主要是在 26 ~ 50 克之間，雌魚主要分佈在 126 ~ 225 克之間佔了 75 % ；三個池子 GSI 的分佈見圖十二、十三和十四，合併三個池子的 GSI 分佈見圖十五，第二池雌魚的 GSI 之 14.41 比第一池的 11.93 好，雄魚的 GSI 第二池的 6.19 比第一池的 3.24 好，雄魚 GSI 主要分佈在 2.5 ~ 6.5，雌魚主要分佈在 8.5 ~ 15.5。

討 論

養殖的烏魚在不同的年齡群成長上有很大的差異，一般養殖的烏魚一齡大時體重約 600 克，經十二個月的蓄養後體重可達 1.5 公斤（陳, 1991），淡水養殖的一齡烏平均體重 538.66 ± 65.33 克，經九個月蓄養後三池的平均體重皆達 1.5 公斤左右與陳（1991）的結果相近；陳（1991）、許（1991）、盧（1993）在半淡鹹水蓄養大烏，他們指出大烏在半淡鹹水（6 ~ 11 ppt）蓄養九個月的體重為 1500 ± 58 克，而本實驗用淡水蓄養的一年烏，經九個月的蓄養平均體重為 1471 ± 218 克，二相比較對大烏而言似乎成長不受鹽度的影響；在 1990 年民間養殖場烏魚收成時進行的採樣調查二齡的養殖烏平均體重為 1479 ± 101 克，與本實驗的結果相近；二齡的養殖烏再繼續蓄養一年的平均體重可達 2 公斤，一齡長至二齡時體重增加 900 克，然而二齡魚長至三齡魚時體重只增加約 500 克，因此養殖烏魚以一齡魚養至二齡魚比二齡魚養至三齡魚更合乎經濟效益。

二月中旬放養時生殖腺仍未成熟，3 至 10 月初採樣的雌魚 GSI 很低，均在 1.00 以下（ $0.16 \pm 0.13\% \sim 0.7 \pm 0.4\%$ ），自十月中旬起 GSI 值即明顯上升，由 11 月 5 日採樣時的 9.46 增加至 12 月初的 14.41，隨即呈現下降的趨勢，12 月 10 日採樣時 GSI 降至 8.03，由此可以判知台灣養殖烏魚之產卵盛期應在 11 月中下旬 ~ 12 月上旬，10 月為產卵前期，11 月中旬至 12 月為產卵期；而肝指數（HSI）會隨卵巢之發育成熟而明顯的上升（陳, 1991；郭等, 1994），顯示肝臟為合成卵黃素前質之器官，肝臟合成卵黃素前質後再經由血液運送至卵巢堆積以供卵巢發育與卵的成熟，肝指數出現之高峰會比 GSI 早，本實驗烏魚的肝指數高峰出現在 11 月比 GSI 的 12 月初早約一個月。洄游台灣的野生烏魚產卵集中在冬至前後，而養殖烏達最大 GSI 的時間比海烏提早約一個月，這可能是養殖池內食物來源豐富、成長快與水溫溫度較高，又因蓄養在南部光照時間長的緣故。

烏魚生殖腺的發育需要有適當鹽度的刺激（Eckstein, 1975）。海烏的生殖腺重為 100 ~ 350 克，GSI 9.8 ~ 23.1，大部份集中在 14 ~ 16，陳（1991）、許（1991）與 Pan et al. (1992) 將池子的鹽度由 5 ~ 10 ppt 提高至 9 ~ 13 ppt 時雌魚的 GSI 則從 3.8 提高至 8.7，提高鹽度可以促使生殖腺發育得更好，而本實驗烏魚以淡水養殖且餵以特殊飼料，GSI 值可達 14.41，與海烏或半淡鹹水養殖的烏魚相若，因此我們可知淡

水飼養的烏魚卵巢仍有發育的潛力。

腹部脂肪組織為養殖的烏魚所特有，野生的烏魚因為覓食不易且產卵洄游時長途運動，能量的消耗量比養殖的烏魚大，故在野生的烏魚體內並沒有發現腹部脂肪，二月放養時的腹部脂肪指數為 2.80%，在成長期時明顯的上升，到九月時達到最高 5.50 ± 1.9%，爾後進入生殖季節腹部脂肪指數會下降，11月5日降到只有 1.92%，腹部脂肪若是過多會阻礙生殖腺的發育，因此在進入生殖季節時提高飼料粗纖維的含量或降低能量，並且增加烏魚的運動量將體內的脂肪消耗掉以利卵巢的發育。

謝 辭

本試驗承漢洋飼料公司與台南陳合和先生的鼎力協助，使實驗得以順利進行。亦感謝農委會的補助，本試驗編號為 81-科技-215-漁-07(06)。

參考文獻

1. 李長榮、郭慶老，1990. 臺灣西部海域烏魚苗之種類、名稱與季節分佈。中國水產，448:13 ~ 17。
2. 黃朝盛、蘇偉成，1986. 臺灣產鰻魚漁場漁況調查分析。臺灣省水產試所試驗報告，40:89 ~ 104。
3. 郭慶老，1986. 73年及74年度鰻魚海況調查。水產試所高雄分所1983 ~ 1985年臺灣海域鰻魚資源調查研究，27 ~ 34。
4. 陳秋敏，1991. 維生素E對養殖鰻魚(*Mugil cephalus* L.)脂肪酸組成及生殖腺變化之影響。海洋大學水產養殖研究所碩士論文。
5. 許秀華，1991. 飼料中添加維生素E對養殖烏魚血液黏度及紅血球脂肪酸組成的影響。海洋大學水產食品科學研究所碩士論文。
6. 盧尚賦，1993. 飼料中魚油對養殖雌烏魚生殖腺及脂肪酸的影響。海洋大學水產養殖研究所碩士論文。
7. 郭欽明、張月霞、羅秀婉、莊寧寧、丁雲源、黃火煉，1994. 重要養殖魚類生殖調控之研究。生物技術在水產養殖上應用研討會論文集。
8. A.O.A.C(Association of Official Analytical Chemists), 1984. Official Methods of Analysis, 14th edition. AOAC. Arlington. CA. 1141 PP.
9. De Silva, S. S. and Perera, P. A. B., 1976. Studies on the young grey mullet(*Mugil cephalus* L.) I. Effects of salinity on food intake, growth and food conversion. Aquaculture, 7: 327-338.
10. Denizci, R., 1958. Some thoughts about the biology of common grey mullet(*Mugil cephalus* L.) in the water of Istanbul and its surroundings. Rapp. V. comm. Int. Explor.

Mediterr. 14: 359-368.

11. Eckstein, B., 1975. Possible reasons for the infertility of grey mullet confined to fresh water. *Aquaculture*, 5:9-17.
12. Folch, J., Lee, M. and Stanely, C. H. S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509.
13. Holliday, F. G. T., 1971. Salinity. Animals. In: Kinne, O. (Editor), *Marine Ecology*, 1(2). Wiley. Interscience, London, pp.997-1083.
14. Liao, I. C., 1977. On completing a generation cycle of the grey mullet (*Mugil cephalus*) in captivity. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 5: 1-10.
15. Morovic, D., 1957. Les muges de Adriatique avec la Bibliographie des muges. Inst. Zaslakvodno Ribar. Zagreb.
16. Pan, B. S., Sheen, S. S., Shew, S. H., Chen, C. M. and Hung, J., 1992. Differences in sex ratio and physiological induces of cultured and wild grey mullet (*Mugil cephalus*) in Taiwan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58: 1229-1235.
17. Peters, D. S. and Boyd, M. T., 1972. The effect of temperature, salinity, and availability of food on the feeding and growth of the hogchoker *Trinectes maculatus* (Bloch and Schneider). *J. Exp. Marine Biology. Ecol.*, 7: 201-207.

Effect of dietary protein quality and aquacultural management on the gonadal development of cultured Grey mullet *Mugil cephalus* L.

Shyn-Shin Sheen and Geng-Lih Lu

ABSTRACT

Two feeding trials were conducted to determine the effects of dietary protein quality under two different salinities on the growth and gonadal development of cultured grey mullet, *Mugil cephalus*. Under 15 ppt salinity, 1-year grey mullets were fed six diets containing different fish meal/soybean meal ratio for seven months. The initial average body weight of 1-year mullets was 556 g. During growing season (July and September), mullets fed diet containing 40% red fish meal showed the best growth. However, mullets fed diet containing 54% soybean meal had the best growth during the reproductive season (November and December). Under freshwater, 1-year mullets were fed three diets containing different fish meal/soybean meal ratio for nine months. Diet I and diet J contained higher protein level (29%) than diet K (24%). 16,000 mullets were cultured in three ponds. Two ponds were supplied with diet I for six months, then diet K, and one pond was supplied with diet J for six months and then diet K. At the termination of the feeding trials, the average body weights of female mullets for three ponds were 1450, 1466 and 1494 g, respectively. The GSI of female mullets for three ponds were 11.9, 14.4 and 10.4, respectively.