

鯖魚全年體成份及脂肪酸的變化與 鯖溶漿混合黃豆粉飼料對草蝦成長之影響

蔡慧君·王文政·彭昌洋·林志洋

Yearly Change in Chemical Composition and Fatty Acids of Mackerel (*Scomber japonicus*), and Effect of Soybean Powder-Mixed Mackerel Soluble on the Growth of Grass Prawn (*Penaeus monodon*)

Huey-Jine Chai, Wen-Cheng Wang, Chang-Yang Perng
and Chin-Yang Lin

The yearly change in chemical composition of mackerel periodically (*Scomber Japonicus*) sampled from the Su-Ao area from July 1987 to June 1988 was analyzed. The maximum size was observed between June and August (body weight 571.87-670.74 g, and fork length 34.66-35.77 cm), and also was the maturity (13.46-14.66 Kg/m³). Irrespective of the size, the ratio of muscle, viscera and other portions including the head, bone, fin and tail to the total were 54.20-63.70 %, 4.80-12.20 % and 24.10-41.00 %, respectively, on weight basis.

The content ranges of moisture, ash, crude fat and crude protein in a year were 72.17-76.97 %, 1.44-2.01 %, 1.11-14.57 %, 11.80-33.19 % respectively. The rate of change was highest for the crude fat content. The content of each component was different in various sampling portions. Higher contents of crude fat and ash were found in the viscera, and crude protein will found in the muscle. The contents of saturated and unsaturated fatty acid in the muscle were 207.17-38.58 mg and 286.50-35.27 mg per gram of crude fat, while in the viscera, the contents were 28.12 -106.44 mg and 27.27-152.23 mg per gram of crude fat, respectively. When the group of mackerel migrated toward areas with lower temperature from October to December, the content of unsaturated fatty acid was increased continuously, especially in December, the highest in the whole year (286.50 mg / g crude fat). During the period of spawning and migration, from January to April, the mackerel moved toward areas with higher temperature and its content of unsaturated fatty acid decreased gradually.

The ratios of the sum of C18-acids and C18-enoics to the sum of eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) were 3.06-0.66 % and 4.15-0.75 % in the muscle and viscera respectively.

Even though there was no significant difference between the stability of frozen-dried and hot air-dried soybean powder mixed mackerel soluble (SPMS) in the water, the feeding test showed that grass prawn (*Penaeus monodon*) fed with the diet containing the frozen-dried SPMS grew better than the one fed with hot air-dried SPMS or the control (without SPMS). The protein intake, growth rate, feed efficiency rate and protein efficiency ratio of the former were 16.29 g, 2.76 %, 14.19 and 0.18 respectively. Both the stability in the water and the effect on the growth of grass prawn were better in carrageenan-coated, frozed-dried SPMS diet, compared with the frozen-dried SPMS diet alone, being able to replace 40 % of fish meal. It can be a new protein source of artificial diet for feeding grass prawn.

前 言

本省水養產殖業由於種苗繁殖及養殖技術不斷改進，成長迅速，已成為本省漁業主體。依據1984漁業年報⁽¹⁾統計，產量達台灣地區總漁獲量的三分之一。基於本省高密度的養殖，使用人工配合飼料已逐漸取代以往用鮮餌或天然餌料的養殖方式。

人工配合飼料的蛋白源，一般採用魚粉，所佔配合飼料的比例在30—70%之間，因此開發新的蛋白源不但可以減少對進口魚粉的依賴性，而且可以降低飼料成本，實為當前重要課題。

本所曾利用黃豆粉混合魚溶漿作為草蝦⁽²⁾、黑鯛⁽³⁾配合飼料之蛋白源取代部份魚粉，其取代量分別是30%及40%，添加量佔總配合飼料量的10—15%，主要應用於大宗草蝦配合飼料，此項技術獲得相當的成效，業已推廣給業者。若以脫脂黃豆粉混合魚溶漿飼料鰻魚⁽⁴⁾⁽⁵⁾，其餌料係數為3.22—3.35，而對照組的白魚粉養鰻飼料為2.57，效果雖較差但死亡率卻較低，若將脫脂黃豆粉粒度由40目(mesh)提高至60目，並添加適量(20%)的魚粉，則餌料係數可提高至2.87。據劉⁽⁶⁾等以分離黃豆蛋白(soybean protein isolate powder)吸附鰻魚溶漿，餌料係數略低0.02，幾可作為魚粉的代用品。

鯖魚為本省大宗洄游性魚類，尤以蘇澳地區產量最豐盛，佔全省總量的80—90%⁽⁷⁾，故本實驗定期至蘇澳區採樣，分析鯖魚全年體成分之變化及探討鯖魚溶漿混合黃豆粉取代部份魚粉飼育草蝦的可行性。

材料與方法

一、試驗材料及設備：

(一)材料：

1. 原料：

- (1)每月定期至蘇澳區採購生鮮冰藏之鯖魚(現撈)。
- (2)草蝦：購自宜蘭養殖戶，其體長約7—9公分，體重約8—9克，置放於200升玻璃水族箱中，用市售草蝦飼料馴餌2週後，秤量分組進行飼育試驗。

2. 試驗用藥品皆為試藥特級品。

3. 飼料用單元材料：

魚粉、烏賊粉、蝦殼粉、葡萄糖、維生素混合物、礦物質混合物、膽固醇等係採購市售飼料廠用原料，而鮫內臟中和油(neutralized viscera oil)則由實驗室自行調製備用。

4. 黏着劑(binding agent)及包被劑(coating agent)包括：黏化澱粉(α -starch)，經

甲基纖維素 (carboxymethyl cellulose, CMC)，玉米蛋白 (zein)，紅藻膠 (carrageenan)。

(一)設備：

1. 氣相層析儀 (gas chromatograph)：美製 varian 廠牌，3700 型。
2. 造粒設備：混合機、絞肉機、篩板孔徑均為 2 mm。

二、試驗方法：

(一)鯖魚全年體成份之測定：

將樣品攜回實驗室後立即測量體重、體長、肌肉及內臟重，然後再採肌肉及內臟部份進行分析，包括：

1. 一般成份測定—包括水分、灰分、粗脂肪和粗蛋白，前三者依中國國家標準⁽⁸⁾法，後者係依克氏定氮法等規定方法測定之。
2. 脂肪酸組成的測定—各取一定量的樣品加入 30 毫克標準脂肪酸 (internal standard, C13:0) 後進行脂質的抽出⁽⁹⁾及脂肪酸甲酯化⁽¹⁰⁾，再以氣相層析儀進行分析，其分析條件：用 3 m × 1/8 不銹鋼管柱，充填劑為 15 % DEGS on chrom W.AW 80/100，FID 溫度 260°C，注射口溫度 240°C，管柱初溫 140°C，維持 2 分鐘，升溫條件為 5°C/min，管柱終溫 220°C；氮氣、氬氣、及空氣流速分別為 30 ml/min，30 ml/min，300 ml/min，使用此等條件可在 40 分鐘完成分析。將所得層析圖中脂肪酸的波峯 (peak) 濃度代入下列公式：

脂肪酸含量 (mg FFA/g crude fat)：

$$\frac{(\text{各脂肪酸波峯濃度} / \text{C13:0 濃度}) \times \text{C13:0 稱取克數 (g)}}{\text{樣品稱重 (g)} \times \text{該樣品粗脂肪含量 (\%)}}$$

(二)鯖魚溶漿飼料單元之製備及其安定性之測定：

1. 鯖魚溶漿製備流程^{(11) (12)}：

鯖魚內臟剝碎均質後調整 pH 至 4.5，在 50°C 水浴鍋中保溫 24 小時，隨即取出進行離心，離心後取上層液，調整其 pH 至 7.0，即為鯖魚溶漿 (mackerel soluble)。

2. 另取已過 60 目 (mesh) 篩網之黃豆粉和上述鯖魚溶漿依 6 : 4 之比例混合後，再分別以 50°C、70°C、90°C 熱風乾燥及凍結乾燥等處理，製得各種不同鯖魚溶漿混合黃豆粉 (soybean powder mixed mackerel soluble, SPMS)。採各種不同條件的 SPMS 取代草蝦飼料配方 (表 7-8) 中之部份魚粉，進行溶失率之測定，比較其在水中之安定性。

3. 溶失率測定方法：

分別稱取定量樣品承放於金屬製漏籃內，後將漏籃放入 500 毫升燒杯內，承裝 150 毫升蒸餾水，每隔 1 小時取出漏籃烘乾稱重至恒量，全部實驗時間為 4 小時，計算方法如下：

$$\text{溶失率 (dissolution rate)} = \frac{W_0 - W_s}{W_0} \times 100 \%$$

W_0 ：飼料乾重 (g)。

W_s ：定時間內溶失之殘餘飼料乾重 (g)。

4. 飼料粘着劑穩定性 (stability) 的測定：

採相同草蝦飼料配方，分別加入黏化澱粉及羥甲基纖維素作為黏着劑，製成飼料後測其溶失率以作為黏着劑穩定性的比較。

(三)飼料包被 (coating) 方法：

1. 玉米蛋白包被流程⁽¹³⁾：

取玉米蛋白 25 公克
 ↓ 加 250 毫升的 60 % 乙醇溶液
 溶 解
 ↓ 取凍乾之 SPMS 單元 40 克
 混 合
 於 40°C 下乾燥 24 - 48 小時
 ↓
 磨粉過篩 (60 目)
 ↓
 成 品

2. 紅藻膠包被流程⁽¹⁴⁾ :

取紅藻膠 5 克及 SPMS 單元 95 克
 ↓ 在 85°C 下加水混合
 冷 却
 ↓
 凍結乾燥
 ↓
 磨粉過篩
 ↓
 成 品

所製成的成品，以黏化澱粉為粘着劑配成飼料，測其溶失率比較其安定性。

(四) 飼料製造過程：

採各飼料單元以混合機充分混合約 20 分鐘，加入適量水繼續混合，然後取出飼料團經絞肉機擠壓成飼料條，再經 50°C 熱風乾燥後揉斷飼料，即為草蝦人工配合飼料。

(五) 草蝦飼育試驗：

採前述原料(2)草蝦，經 2 週馴餌後，用上述試驗條件中穩定性最好的 SPMS 單元及粘着劑製成草蝦人工飼料，進行草蝦飼育試驗。

每缸中有 6 尾草蝦，試驗三重覆。每日投餌量為草蝦體重之 5 %，分上午及下午兩次投餌，每日吸掉底部之排泄物，每週換水 2 次，於每週一測量體重及體長，計算各組飼料之蛋白質攝取量 (protein intake)，飼料係數 (feed efficiency)，蛋白效率比 (protein efficiency ratio) 及成長率 (growth rate) 以比較不同 SPMS 單元組成之飼料對草蝦成長的影響。其計⁽¹⁵⁾算方法如下：

蛋白質攝取量 (g) = 投餌量 (g) × 飼料乾重蛋白量 (粗蛋白量 % / 飼料乾重 %)

飼料效率 = 攝餌量 (g) / 每週增重 (g)

蛋白效率比 = 增重 (g) / 蛋白質攝取量 (g)

成長率 (%) = (試驗後重 (g) - 試驗前重 (g)) / 試驗前重 (g) × 100 %

結果與討論

一 鯖魚全年體成分及脂肪酸組成測定結果：

(一) 全年體成分之變化：

自民國 76 年 7 月起至 77 年 6 月止，每月定期至蘇澳區漁會採取鯖魚樣品冰藏攜回實驗室測

定體重、體長(頭部至尾叉長)、肌肉重、內臟重其結果如表 1。體重、體長依月別之不同而有明顯的變動,在 6—8 月時不論體重、體長都為極大值分別是 571.87—670.74g, 34.66—35.77 cm, 就肥滿度 (maturity, Kg/m³) 仍以 6—8 月之 13.46—14.66 Kg/m³ 為最高峯。

就全年分析鯖魚的肌肉部份約佔全肉重的 54.2—63.7%, 內臟重佔全肉重的 4.8—12.20% (內臟部份包括魚卵), 其他部份(頭、骨、鰭及尾)則佔 41—24.10%。若將肌肉視為可食部份 (edible portion), 內臟與其他部份視為不可食部份 (inedible portion) 則前者佔 54.2—63.7%, 後者為 26.90—53.20% 與蘇⁶⁹分析日本花鯖之可食部份為 61.1%, 不可食部份佔 38.9% 結果相近, 而當魚體型越大則肌肉部份所佔比例亦相對提高。

鯖魚體組成份之變化如表 2, 水分含量 72.12—76.97%, 灰分含量 1.44—2.01%, 粗脂肪含量 1.11—14.57%, 粗蛋白含量 11.80—33.91%, 其中以粗脂肪變化為最劇烈。依富士川⁶⁷分析韓國真鯧之脂質分布時提出, 同種魚種體脂肪含量因季節、年齡、生殖腺熱度及營養狀態等有很大變動。而脂肪含量和水分之增減呈負相關, 此由表 2 可明顯看出, 粗脂肪含量在 2 月時最低僅為 1.11%, 而水份含量高達 76.20%, 反之在 6—8 月粗脂肪含量最高, 此時肥滿度亦最大, 而水分含量則較低。又依 Green⁶⁸研究鯉魚之水分接近產卵期時增加, 卵磷脂 (lecithin) 及蛋白質漸減。而據陳⁷¹等研究鯖魚每月 1—4 月洄游至本省近海產卵, 由表 2 中可發現在 1—4 月時粗脂肪含量為全年的最低值。

圖 1—4, 魚體一般組成份依月別及部位之不同而異, 其組成份亦因漁場、漁期的變動而變⁶⁹。綜合圖 1—4 及表 3, 內臟含粗脂肪及灰分的量較高, 而肌肉部份含較高的粗蛋白質量。

(二) 脂肪酸組成⁶⁹之分析:

依月別及採樣部位之不同, 脂肪酸(飽和與不飽和脂肪酸總和)亦有明顯的變化如圖 5。在表 4—5 所示, 肌肉部份每克粗脂肪含 207.15—38.58 毫克的飽和脂肪酸及 286.50—35.27 毫克不飽和脂肪酸, 而內臟部份則每克粗脂肪含 106.44—28.21 毫克飽和脂肪酸及 152.23—27.27 毫克不飽和脂肪酸。在圖 6 上可看出鯖魚體內不飽和脂肪酸的含量(包括單烯酸, monoenoic 和多烯酸, polyenoic)自 9 月~翌年 1 月都較飽和脂肪酸高, 此期係因水溫較低, 生物體為適應環境故體內不飽和脂肪酸量相對增加。鯖魚在 1—4 月的產卵洄游期由低溫低塩朝向高溫高塩移動, 而在完全空卵時係朝低溫移動⁷¹。是故, 在表 4—5 上可看出 10—12 月鯖魚體內不飽和脂肪酸逐漸增加, 此時鯖魚向低溫移動。而以 12 月不飽和度達最高值(每克粗脂肪中含 286.5 mg 的脂肪酸)。在 1—4 月為鯖魚產卵期, 朝向高溫移動, 此時不飽和脂肪酸的量則遞減。

在鯖魚脂肪酸組成中, 以 C16:0、C18:0、C18:1、C20:5、C20:6 等含量較豐, 其中又以 C18:0、C18:1、C20:5、C22:6 含量最高, 將十八碳酸及十八碳烯酸 (C18:1 + C18:2 + C18:3) 的和與二十碳五烯酸 (C20:5, EPA) 及二十二碳六烯酸 (C22:6, DHA) 的和相比, 如表 6 所示, 在肌肉部份為 3.06—0.66, 在內臟部份則為 4.15—0.75。由此可見在鯖魚肌肉及內臟之脂肪酸組成, 以十八碳酸及十八碳烯酸的量較二十碳五烯酸及二十二碳六烯酸高。

二、鯖溶漿飼料單元之穩定性及草蝦飼育成果:

凍乾處理的 SPMS 單元依表 7~8 飼料配方, 分別以黏化澱粉及羧甲基纖維素為粘着劑配成飼料後, 測其溶失率結果見表 9, 以黏化澱粉為粘着劑在水中之溶失率為 17.81—27.77%, 羧甲基纖維素為 21.06—30.59%, 前者的安定性優於後者。故以黏化澱粉為試驗用粘着劑。

用黏化澱粉為粘着劑, 將凍結乾燥, 50°C、70°C、90°C 的熱風乾燥及分別以玉米蛋白和紅藻膠包被之 SPMS 單元製成人工飼料後測其溶失率結果, 如表 10 所示, 未添加 SPMS 單元的對照組 (A 組) 其溶失率為 18.25—23.06% 較其他各組高, 顯示對照組在水中穩定性較差。添加凍結乾

燥 SPMS 經包被處理者其溶失率較未經包被處理者低，其中以紅藻膠包被處理的溶失率為 9.24 - 18.70 % 較玉米蛋白處理者溶失率為 15.77 - 27.25 % 較優。再依不同乾燥條件而言，無論是熱風乾燥或凍結乾燥，兩者的溶失率無明顯的不同。以 70°C 熱風乾燥處理者溶失率 14.85 - 23.87 % 較 50°C 溶失率 15.67 - 28.72 % 及 90°C 溶失率 16.17 - 28.20 % 低，表示 70°C 乾燥者在水中安定性較好。

故綜合上述結論，用黏化澱粉作為草蝦人工飼料的粘着劑，將未添加 SPMS 單元為 A 組（對照組），凍結乾燥及經紅藻膠包被處理再凍乾，70°C 熱風乾燥及經紅藻膠包被處理再 70°C 乾燥之 SPMS，依表 7 - 8 製成草蝦人工配合飼料之 B、C、D、E 各組，組間一般成分含量測定結果如表 8 所示，粗脂肪 6.57 - 7.97 %，粗纖維 0.21 - 1.02 %，塩酸不溶物 0.35 - 0.70 %，粗蛋白在各組的含量相近為 38.26 - 39.52 %，水分則以凍乾處理者 D、E 2 組為 9.44 - 9.33 % 較其他組 11.43、12.80、12.35 % 低。

草蝦飼育 5 週，各組間體重 (g)、體長 (cm)、肥滿度 (Kg/m^3) 之變化如表 11，在體重、體長上各組變化不明顯，唯以 D、E 2 組體型較大，而在肥滿度上則以 C、D 2 組較為豐滿。測量每週體重增加量 (g) 及成長速率 (%) 之變化，如表 12，D、E 2 組平均每週體重增加量為 3.60 及 2.75 g 優於 A、B、C 3 組的增加量 1.95、1.56、0.75 g。在成長速率上可明顯看出仍以 D、E 2 組為 3.26 及 2.76 %，較 A、B、C 3 組 2.18、2.11 及 2.18 % 有較快速的成長。而在 A、B、C 3 組中則以 B 組的成長速率最為緩慢。

由體重變化可計算投餌量及蛋白質攝取量，餌料效率及蛋白效率，在表 13 上可看出，D、E 2 組的攝餌量 (feed intake) 分別是 42.54 g，37.96 g，蛋白質攝取量 (protein intake) 是 18.19 g、16.29 g 高於 A、B、C 3 組。其餌料係數，D、E 2 組為 11.84、14.19 低於 A、B、C 3 組 15.31、19.14 及 25.82。蛋白效率 D、E 2 組為 0.21 及 0.18 仍較 A、B、C 3 組 0.14、0.13 及 0.14 為優。

綜觀草蝦飼育結果，草蝦餵食添加凍乾 SPMS 單元之飼料，無論該單元是否經包被處理，皆有較高的成長速率，蛋白攝取量及較低的餌料效率，表示該草蝦的成長情形優於未添加 SPMS 單元的對照組及添加 70°C 熱風乾燥之 SPMS 單元者。由上述實驗結果，筆者等認為鱈魚溶漿混合黃豆粉的凍結乾燥處理可取代 40 % 的魚粉來飼育草蝦，成為草蝦飼料的新蛋白源。

至於凍乾處理者飼料對草蝦成長影響優於熱風乾燥者，可能經凍結乾燥處理 SPMS 單元在飼料製造過程破壞性較少，品質保存較好。而經包被處理單元的飼料 (D 組) 其飼育效果優於未經包被處理單元的飼料，則因包被處理者在水中安定性較好 (此亦可由溶失率較少來證明)，相對使草蝦有充分時間攝食，所以有較好的成長情形。在整個實驗過程中，其餌料係數偏高，可能與此次蝦體的健康情形有關。

表1 蘇澳區鯖魚的體重、體長、肌肉重、內臟重之分析

Table 1 Analysis of body weight, fork length, maturity, weight and ratio of muscle and viscera of mackerel caught in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

Month	Body weight (g)		Fork length (cm)	Maturity (kg/m ³)	Weight of muscle (g)		Weight of viscera (g)		B/B.W. (%)	
	B.W.				A	A/B.W. (%)	B	B/B.W. (%)		
1987										
July	581.55 ± 67.72*		34.66 ± 1.02	13.97	342.76 ± 38.38	58.94	58.21 ± 11.20	10.01		
Aug.	670.74 ± 62.66		35.77 ± 1.29	14.66	410.79 ± 45.99	61.24	65.11 ± 11.57	9.71		
Sep.	198.55 ± 19.53		25.44 ± 0.88	12.06	110.73 ± 12.50	55.77	17.82 ± 5.18	8.98		
Oct.	269.17 ± 23.60		27.86 ± 0.78	12.45	171.32 ± 101.89	63.65	14.10 ± 2.61	5.24		
Nov.	127.04 ± 16.80		22.38 ± 1.05	11.33	75.12 ± 12.18	59.13	6.12 ± 1.26	4.82		
Dec.	298.24 ± 70.38		29.14 ± 1.79	12.45	187.94 ± 43.91	63.02	15.75 ± 4.83	5.28		
1988										
Jan.	266.60 ± 23.15		27.90 ± 0.69	12.28	157.20 ± 19.21	58.96	19.70 ± 2.74	7.39		
Feb.	261.12 ± 55.14		28.46 ± 1.86	11.33	150.36 ± 34.54	57.58	24.66 ± 8.17	9.44		
Mar.	485.33 ± 70.85		32.77 ± 1.46	13.79	263.25 ± 33.97	54.24	59.23 ± 17.64	12.20		
Apr.	513.34 ± 47.51		38.52 ± 6.31	8.98	306.94 ± 25.78	57.79	39.55 ± 8.23	7.70		
May	513.34 ± 47.51		34.62 ± 1.21	12.37	314.94 ± 50.75	61.36	41.55 ± 11.01	8.09		
June	571.87 ± 65.73		34.89 ± 1.31	13.46	361.92 ± 45.81	63.29	34.13 ± 5.12	5.97		

* Mean ± Standard deviation.

a Weight of muscle / Body weight.

b Weight of viscera / Body weight.

表2 鯖魚一般成份的變化(自1987年6月至1988年7月)
 Table 2 Chemical composition of mackerel caught
 in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

Month	Moisture	Ash	Crude fat (%)	Crude protein
1987				
July	72.44±2.94*	1.54 ± 0.31	5.41 ± 0.23	18.37 ± 1.06
Aug.	64.02±8.44	1.99 ± 0.14	14.57 ± 0.58	17.68 ± 1.10
Sep.	75.13±1.97	1.74 ± 0.53	5.09 ± 1.04	11.80 ± 4.24
Oct.	73.34±2.57	2.01 ± 0.27	3.26 ± 1.71	20.59 ± 1.17
Nov.	76.96±0.92	1.49 ± 0.12	1.79 ± 0.61	17.34 ± 0.69
Dec.	72.12±1.87	1.67 ± 0.40	4.49 ± 1.43	21.13 ± 2.47
1988				
Jan.	73.78±2.43	1.68 ± 0.17	2.70 ± 1.17	20.84 ± 1.49
Feb.	76.20±2.38	1.75 ± 0.17	1.11 ± 0.55	18.11 ± 1.12
Mar.	73.29±4.07	1.60 ± 0.11	2.03 ± 1.00	33.91 ± 2.52
Apr.	75.92±2.23	1.85 ± 0.52	1.30 ± 0.39	16.61 ± 1.93
May.	76.97±1.52	1.79 ± 0.34	1.22 ± 0.14	15.41 ± 1.46
June	73.36±3.97	1.44 ± 0.16	3.38 ± 0.28	17.73 ± 3.42

* Mean ± Standard deviation.

表3 蘇澳地區鯖魚體組成份分析表

Table 3 Chemical composition of muscle and viscera of mackerel caught in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

Month	Portion	Moisture	Ash	Crude fat (%)	Crude Protein
1987					
July	M*	71.72 ± 1.07*	1.24 ± 0.11	2.80 ± 1.50	23.21 ± 1.23
	V	73.15 ± 4.80	1.84 ± 0.50	8.01 ± 3.10	13.53 ± 0.89
Aug.	M	68.83 ± 1.54	1.46 ± 0.11	6.61 ± 1.66	23.05 ± 0.66
	V	59.20 ± 15.35	2.52 ± 0.71	22.53 ± 9.98	12.31 ± 1.53
Sep.	M	74.62 ± 1.04	1.17 ± 0.07	3.03 ± 1.22	15.43 ± 3.61
	V	75.64 ± 2.90	2.31 ± 0.99	7.15 ± 0.86	8.17 ± 4.86
Oct.	M	73.47 ± 1.04	1.54 ± 0.08	0.77 ± 0.56	23.65 ± 1.06
	V	73.20 ± 4.10	2.47 ± 0.46	5.75 ± 2.86	17.52 ± 1.27
Nov.	M	76.15 ± 0.21	1.48 ± 0.08	0.67 ± 0.43	22.80 ± 0.90
	V	77.76 ± 1.62	1.50 ± 0.15	2.90 ± 0.79	18.77 ± 0.48
Dec.	M	72.28 ± 0.78	1.57 ± 0.14	0.94 ± 0.67	23.34 ± 0.77
	V	71.95 ± 2.96	1.76 ± 0.65	8.03 ± 2.18	18.92 ± 4.17
1988					
Jan.	M	72.48 ± 1.43	1.42 ± 0.17	1.26 ± 0.56	24.73 ± 1.33
	V	75.10 ± 3.42	1.94 ± 0.17	4.14 ± 1.77	16.95 ± 1.65
Feb.	M	73.84 ± 2.96	1.65 ± 0.15	0.46 ± 0.22	20.02 ± 1.11
	V	78.55 ± 1.79	1.84 ± 0.18	1.76 ± 0.87	16.19 ± 1.12
Mar.	M	73.78 ± 4.42	1.42 ± 0.05	0.54 ± 0.21	32.60 ± 3.22
	V	72.79 ± 3.72	1.78 ± 0.17	3.51 ± 1.79	35.22 ± 1.82
Apr.	M	75.36 ± 0.95	1.48 ± 0.49	0.43 ± 0.14	23.14 ± 0.64
	V	76.48 ± 3.50	2.21 ± 0.55	2.17 ± 0.63	10.08 ± 3.21
May	M	75.50 ± 1.53	1.57 ± 0.25	0.60 ± 0.08	17.54 ± 5.60
	V	78.44 ± 1.51	2.00 ± 0.42	1.84 ± 0.19	13.28 ± 2.35
June	M	72.70 ± 1.53	1.44 ± 0.10	1.14 ± 0.97	22.02 ± 0.53
	V	74.01 ± 6.42	1.43 ± 0.22	5.62 ± 4.59	13.43 ± 6.31

* M : Muscle ; V : Viscera.

Mean ± Standard deviation.

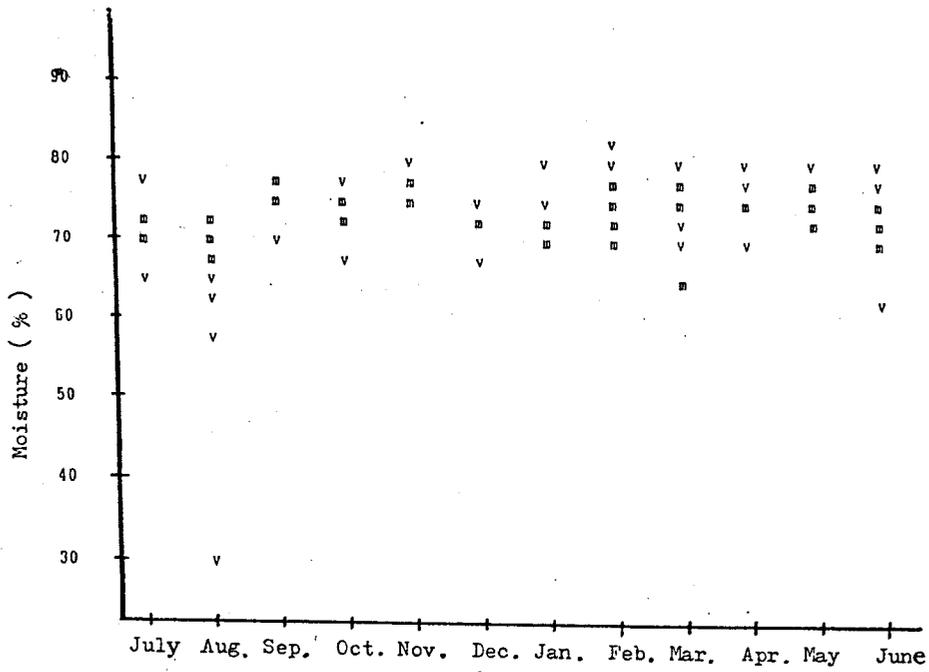


圖1 鯖魚肌肉和內臟水分變化

Fig.1 Change in moisture content of muscle and viscera of mackerel from July 1987 to June 1988 (M:Muscle, V:Viscera).

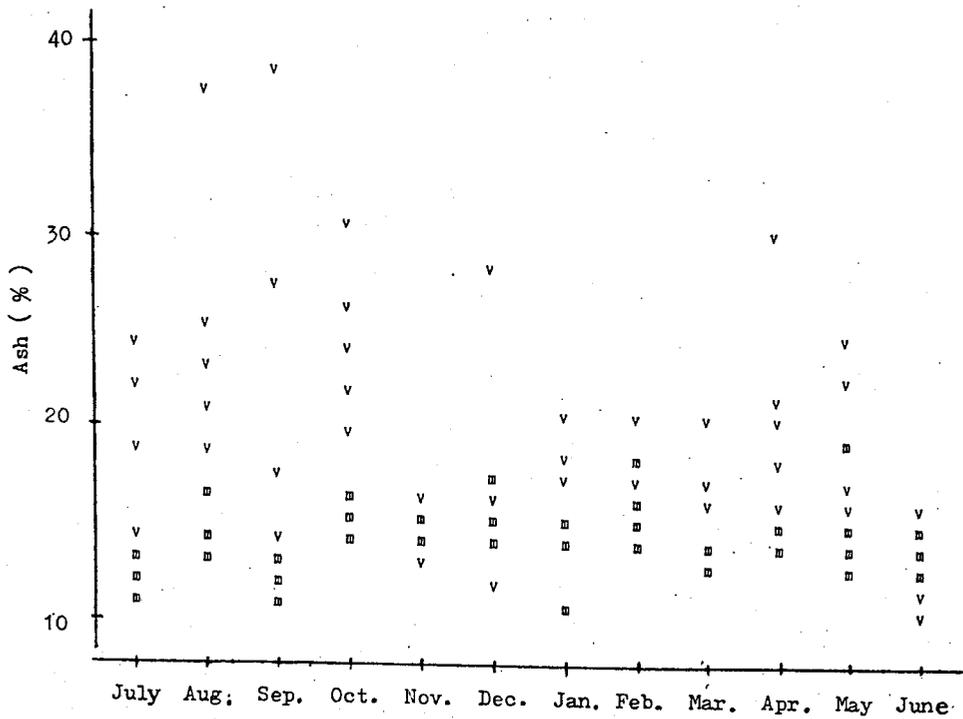


圖2 鯖魚肌肉和內臟灰分變化

Fig.2 Change in ash content of muscle and viscera of mackerel from July 1987 to June 1988 (M:Muscle, V:Viscera).

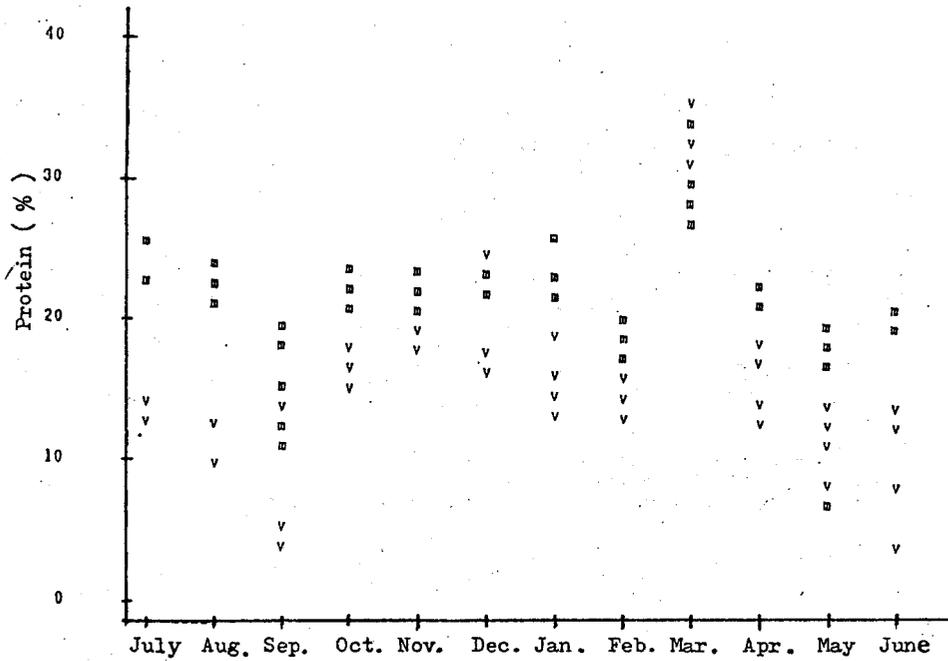


圖3 鯖魚肌肉和內臟粗脂肪變化

Fig. 3 Change in crude fat content of muscle and viscera of mackerel from July 1987 to June 1988 (M: Muscle, V: Viscera).

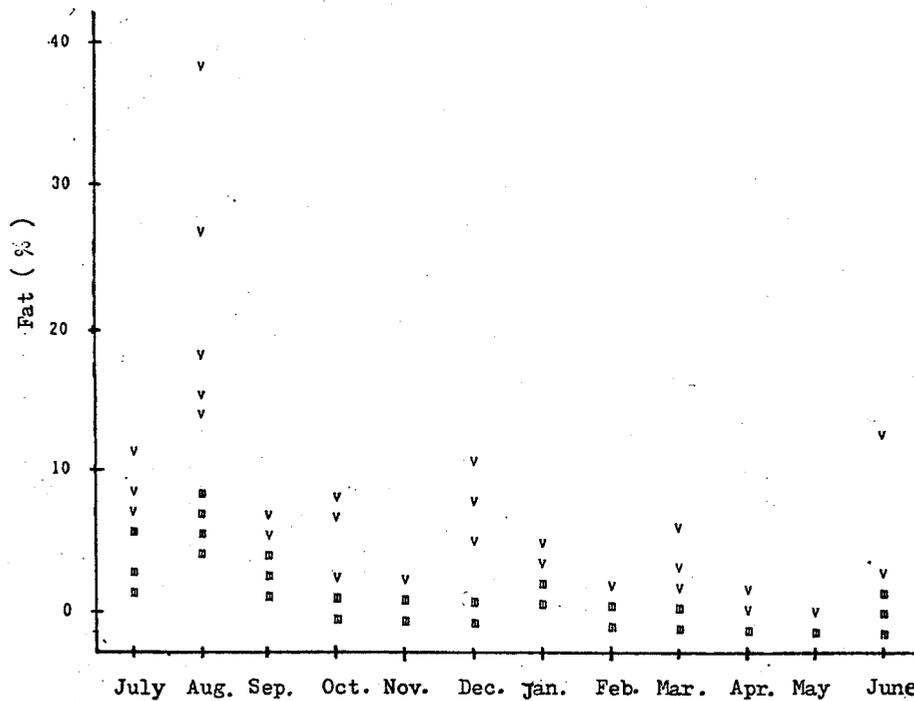


圖4 鯖魚肌肉和內臟粗蛋白之變化

Fig. 4 Change in crude protein content of muscle and viscera of mackerel from July 1987 to 1988 (M: Muscle, V: Viscera).

表4 鯖魚肌肉和內臟脂肪酸組成(1987年7月至12月)

Table 4 Fatty acid component of muscle (M) and viscera (V) of mackerel caught in Su-Ao district from July to December 1987.

Fatty acids*	July		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.		Dec.	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
C14:0	2.96	5.08	4.12	3.07	4.71	4.18	7.77	4.67	3.78	7.73	12.74	3.80
C15:0	0.92	1.76	1.39	0.97	1.24	1.15	2.77	1.54	1.50	3.57	3.83	1.36
C16:0	17.02	38.62	28.85	17.92	21.99	20.15	44.99	29.52	37.65	52.02	96.93	15.79
C16:1	2.50	—	—	—	5.73	4.78	11.79	5.91	2.52	11.34	19.13	2.46
C17:0	7.63	5.18	4.10	3.01	2.77	3.15	7.36	3.92	6.67	8.98	10.13	2.96
C18:0	15.26	36.02	20.84	15.27	10.61	8.43	23.46	13.51	38.88	29.20	71.68	16.65
C18:1	1.75	2.72	5.32	1.07	15.62	13.71	27.29	18.21	4.78	52.12	93.20	6.87
C18:2	0.72	1.78	1.71	0.91	1.97	1.72	4.08	1.97	2.01	17.96	7.16	1.47
C18:3	0.09	0.96	—	—	1.09	0.95	3.27	1.45	0.72	4.20	4.16	1.29
C20:0	2.23	1.41	1.13	0.70	0.84	0.75	2.54	1.11	1.60	3.67	3.19	1.17
C20:1	3.27	1.38	0.95	0.75	1.06	0.97	2.82	1.56	0.65	3.27	4.82	1.30
C20:2	9.62	2.55	3.08	2.35	2.58	2.53	5.03	2.96	9.22	6.89	15.74	2.20
C20:3	0.47	0.82	0.60	0.42	0.54	1.09	—	—	—	—	2.74	—
C20:4	0.95	—	—	—	0.31	0.40	1.41	0.94	0.24	1.99	2.43	0.69
C20:5	10.15	12.61	8.24	5.97	8.19	6.18	11.50	7.60	12.92	15.70	37.47	7.92
C22:0	0.26	0.89	0.71	0.19	2.15	1.07	1.01	0.53	0.19	1.27	8.65	2.03
C22:1	1.40	4.34	4.08	2.39	3.04	3.24	6.14	6.96	6.17	10.90	11.67	3.28
C22:2	2.58	1.13	0.54	0.39	0.62	1.24	2.53	1.75	0.26	1.13	1.59	0.72
C22:3	0.68	1.65	1.36	0.79	0.93	0.76	0.60	1.02	2.68	1.92	1.63	5.67
C22:4	1.09	2.43	2.41	1.18	1.33	1.33	4.55	2.57	3.15	4.54	8.58	1.07
C22:6	8.27	20.87	22.54	11.05	10.34	10.11	21.48	14.76	28.57	27.71	76.22	2.30
Saturated	42.40	88.96	61.14	41.23	44.31	38.88	89.90	54.80	90.27	106.44	207.15	43.66
Monoenoic	8.92	8.44	10.35	4.21	25.45	22.70	48.22	32.64	48.22	54.71	128.82	13.91
Polyenoic	26.35	44.80	40.38	23.06	29.92	26.31	54.45	35.21	49.77	75.15	157.68	25.33

* mg FFA/g crude fat

表5 鯖魚肌肉和內臟脂肪酸組成(1988年1月至6月)
 Table 5 Fatty acid component of muscle (M) and viscera (V) of mackerel caught in Su-Ao district from January to June 1988.

Fatty acids*	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June	
	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V
C14:0	3.17	3.71	3.76	1.10	1.81	5.80	1.28	1.98	12.16	1.57	2.60	3.55
C15:0	2.03	1.36	1.33	0.76	0.85	1.98	0.91	1.39	46.50	2.76	3.10	6.49
C16:0	23.62	24.77	29.82	29.29	19.28	44.17	28.56	27.61	52.28	5.58	19.36	32.28
C16:1	4.48	4.64	4.89	4.91	3.62	12.50	3.02	4.84	21.48	9.80	4.97	6.64
C17:0	4.08	4.24	3.10	3.10	2.56	6.54	2.49	3.77	32.83	6.42	3.74	2.95
C18:0	21.58	16.91	36.70	13.10	9.83	25.35	18.41	11.45	22.39	9.80	18.22	10.89
C18:1	11.67	16.53	11.84	25.22	16.02	35.77	20.99	19.21	23.27	10.75	10.78	24.45
C18:2	2.01	2.06	1.98	2.95	3.51	6.71	2.11	4.64	3.40	1.25	1.15	2.67
C18:3	2.37	2.21	1.00	1.09	1.63	2.72	1.52	0.71	3.27	1.63	1.01	3.26
C20:0	1.72	1.53	1.35	1.58	1.41	3.89	1.03	0.69	2.42	1.54	2.14	2.29
C20:1	1.44	1.91	8.76	4.08	1.76	6.40	2.02	1.62	2.50	1.30	2.64	1.89
C20:2	4.11	4.68	5.13	1.68	2.83	3.17	1.57	0.75	2.95	1.76	3.86	4.19
C20:3	—	1.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30
C20:4	1.36	0.74	1.05	0.92	1.56	1.27	4.94	0.74	2.65	0.52	0.98	1.30
C20:5	7.99	8.74	13.71	10.10	7.76	14.39	7.98	8.78	13.12	5.01	8.15	8.86
C22:0	0.63	0.64	4.94	8.98	2.84	10.66	7.09	7.10	—	0.58	4.24	3.65
C22:1	5.52	4.86	5.27	1.24	4.62	3.70	4.69	1.93	16.79	5.90	2.50	7.38
C22:2	2.94	1.19	4.16	0.80	0.76	1.42	—	0.46	1.55	0.43	2.94	1.40
C22:3	—	1.80	0.68	1.55	0.74	5.25	1.57	1.57	7.81	—	1.76	0.28
C22:4	0.52	2.87	2.88	2.60	3.05	4.32	3.67	3.68	2.34	0.95	1.76	0.84
C22:6	18.72	13.00	45.18	26.69	24.52	54.61	56.32	34.51	3.24	0.63	3.25	1.78
Saturated	58.63	53.16	81.00	85.04	38.58	73.04	59.77	53.99	168.58	28.21	53.40	62.20
Monoenoic	23.21	27.94	30.76	35.45	26.02	58.37	30.72	27.66	64.04	27.75	20.89	40.36
Polyenoic	40.47	33.81	75.77	20.02	46.36	93.86	79.68	55.14	150.33	12.18	24.86	24.88

* mg FFA/ g crude fat

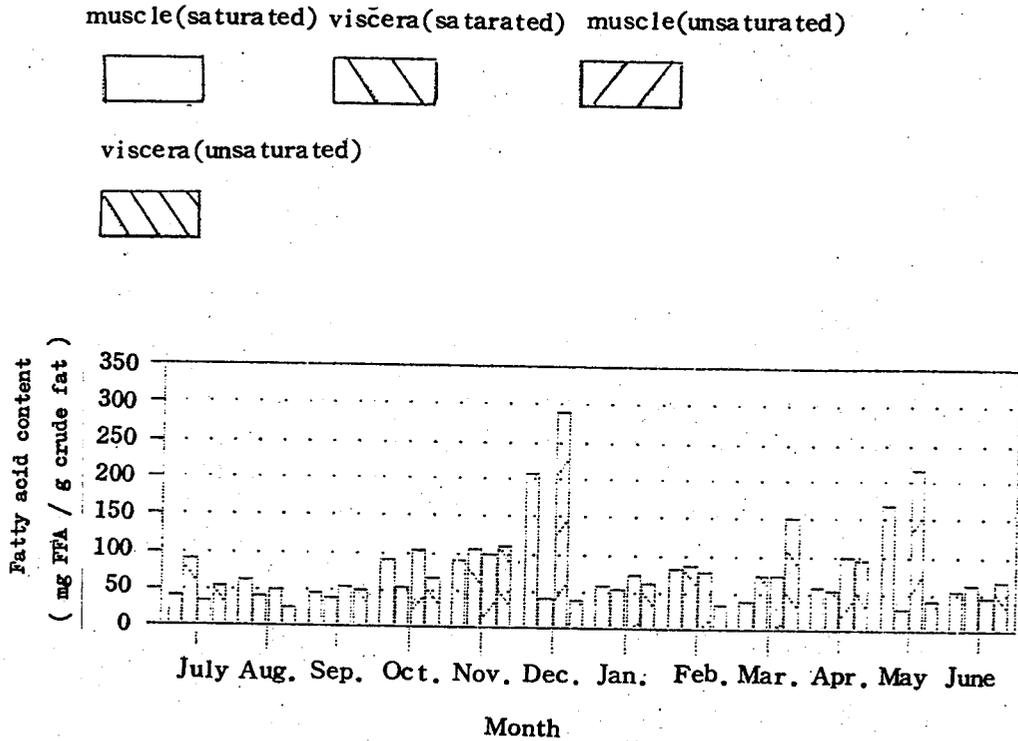


圖5 鯖魚肌肉和內臟脂肪酸組成之年變化
 Fig. 5 Fatty acid component and content of muscle and viscera of mackerel caught in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

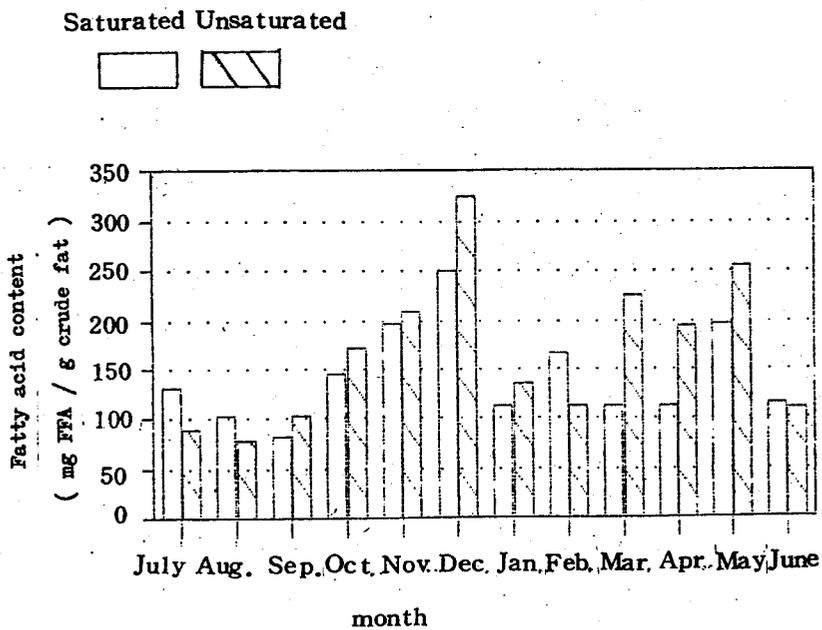


圖6 鯖魚脂肪酸組成之分析 (自1987年7月至1988年6月)
 Fig. 6 Analysis of fatty acid component and content of mackerel caught in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

表6 蘇澳地區鯖魚肉質與內臟脂肪酸之分析表
 Table 6 Analysis of fatty acid content of muscle and viscera of mackerel caught in Su-Ao district from July 1987 to June 1988.

Month	Muscle (mg FFA / g crude fat)			Viscera (mg FFA / g crude fat)		
	Oleic ser.* (A)	EPA+DHA (B)	A/B	Oleic ser.* (A)	EPA+DHA (B)	A/B
1987						
July	17.60	16.76	1.05	39.26	37.38	1.05
Aug.	27.52	30.78	0.89	17.24	17.02	1.01
Sep.	29.29	20.52	1.42	24.27	16.92	1.43
Oct.	58.11	32.98	1.76	28.91	23.55	1.22
Nov.	44.20	41.48	1.06	103.47	43.40	2.38
Dec.	156.72	113.69	1.37	29.79	8.63	3.45
1988						
Jan.	32.52	26.71	1.21	37.71	21.73	1.73
Feb.	50.93	58.88	0.86	42.54	39.78	1.06
Mar.	61.68	69.00	0.89	29.29	32.28	0.90
Apr.	43.02	64.29	0.66	32.77	43.29	0.75
May	50.11	16.36	3.06	23.42	5.64	4.15
June	22.78	11.40	1.99	43.47	10.63	4.08

* Oleic series = C18:0 + C18:1 + C18:2 + C18:3

表7 草蝦人工飼料基礎配方
 Table 7 Composition of basal diet.

Component	Ratio (%)
Glucose	2.7
Sucrose	5.0
α -starch	15.0
Rice bran	3.7
Squid meal	20.0
Glucosamine	0.8
Cholesterol	0.5
Na-citrate	0.3
Na-succinate	0.3
Squid viscera oil	2.5
Mineral mixture	2.0
Vitamin mixture	2.0

表 8 草蝦人工飼料配方及化學成分

Table 8 Chemical composition and formula of artificial diet (%) for grass prawn.

	Diet code				
	A	B	C	D	E
Diet formula					
Basal diet	55	55	55	55	55
Fish meal	45	25	25	25	25
SPMS*	—	20	20	20	20
Chemical composition					
Moisture	11.43	12.80	12.25	9.44	9.33
Crude protein	38.26	39.52	38.91	38.73	38.90
Crude fat	7.89	7.35	7.97	6.57	6.79
Crude fiber	1.02	0.47	0.24	0.35	0.21
Ash	8.74	8.93	9.10	8.82	8.65
HCl insoluble	0.60	0.47	0.70	0.56	0.35

* : A-Fish soluble only.

B-Hot air-dried SPMS at 70°C coated with carrageenan.

C-Hot air-dried SPMS at 70°C without coating.

D-frozen-dried SPMS coated with carrageenan.

E-frozen-dried SPMS without coating.

表 9 不同黏著劑之飼料溶失率之比較

Table 9 The dissolution of soluble protein powder by different binding agents.

Binding agent	1	Dissolution rate (%)		
		2	3	4
α -starch	17.81	22.98	25.52	27.77
Carboxymethyl cellulose (CMC)	21.06	25.67	26.02	30.59

表 10 不同方法吸附之鯖溶漿之溶失率
 Table 10 Dissolution rate of soybean powder mixed mackerel soluble,(SPMS) prepared by different methods.

Preparation	Dissolution rate (%)			
	1	2	3	4
	(hr)			
Control*	18.25	21.02	21.22	23.06
frozen -dried				
Without coating	17.69	22.96	25.58	27.04
Coated with carrageenan	9.24	12.28	15.91	18.70
Coated with zein	15.77	19.36	22.25	27.25
Hot air-dried				
at 50°C	15.67	24.17	26.72	27.82
at 70°C	14.85	19.52	21.83	23.87
at 90°C	16.17	23.14	24.93	28.20

* : Fishmeal powder only.

Binding agent : α -starch.

表 11 草蝦餵食不同飼料體重、體長、肥滿度的變化
 Table 11 Change in body weight (g), body length (cm) and maturity (Kg/m^3) of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Period (weeks)	Diet code				
	A	B	C	D	E
Body weight					
Initial	5.76±0.90*	5.45 ± 1.15	5.51 ± 0.72	6.09±1.89	5.57 ±1.81
1	5.84±1.26	5.59 ± 1.26	5.70 ± 1.09	6.21±2.21	5.67 ±1.96
2	5.98±1.21	5.77 ± 1.36	5.86 ± 0.95	6.48±2.12	5.85 ±1.97
3	6.09±1.29	5.89 ± 1.32	5.97 ± 0.99	6.73±1.94	6.04 ±2.01
4	6.16±1.59	5.96 ± 1.14	6.00 ± 0.96	6.74±2.08	6.26 ±2.44
5	6.28±1.22	6.05 ± 1.07	6.12 ± 1.07	7.15±1.54	6.38 ±1.00
Body length					
Initial	9.71±0.60	9.52 ± 0.65	9.58 ± 0.55	9.86±1.05	9.50 ±1.10
1	9.83±0.70	9.70 ± 0.75	9.75 ± 0.65	10.01±1.00	9.72 ±1.00
2	9.84±0.90	9.62 ± 0.75	9.60 ± 0.45	10.07±1.00	9.79 ±0.85
3	9.86±0.70	9.76 ± 0.65	9.63 ± 0.50	10.12±1.10	9.81 ±1.20
4	9.77±1.05	9.90 ± 0.85	9.63 ± 0.60	10.10±1.10	9.91 ±1.10
5	9.72±0.54	10.10 ± 0.65	9.75 ± 0.50	10.18±1.02	10.11 ±1.00
Maturity					
Initial	6.29	6.32	6.27	6.35	6.50
1	6.15	6.12	6.15	6.19	6.17
2	6.28	6.48	6.62	6.35	6.43
3	6.35	6.34	6.68	6.49	6.40
4	6.61	6.14	6.72	6.74	6.43
5	6.84	5.87	6.60	6.78	6.17

* Values were derived from triplicate data and represented as mean ± standard deviation.

表 12 草蝦每週增重及成長速率
 Table 12 Weekly body weight gain and growth rate of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Period (weeks)	Weight gain (g)					Growth rate (%)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	1.20	1.82	2.66	2.04	1.70	1.39	2.57	3.45	1.97	1.80
2	2.10	2.34	2.44	4.59	3.06	2.40	3.22	3.06	4.35	3.17
3	3.00	1.56	1.54	4.25	3.23	3.34	2.08	1.88	3.86	3.25
4	1.05	0.91	0.42	3.57	3.74	1.15	1.19	0.50	3.12	3.64
5	2.40	1.17	1.68	3.57	2.04	2.60	1.49	2.00	3.01	1.92
Mean	1.95	1.56	1.75	3.60	2.75	2.18	2.11	2.18	3.26	2.76

表 13 草蝦飼食不同飼料之投餌量，蛋白質攝取量，餌料效率及蛋白效率。
 Table 13 Feed intake, protein intake, feed efficiency rate and protein efficiency ratio of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Period (weeks)	Feed intake (g)					Protein intake (g)				
	A	B	C	D	E	A'	B	C	D	E
1	24.19	24.80	27.00	26.24	33.14	10.45	11.24	11.97	15.50	14.22
2	24.53	25.43	27.93	36.95	33.74	10.60	11.53	12.38	15.80	14.47
3	25.12	26.25	28.71	38.56	34.81	10.85	11.90	12.74	16.49	14.93
4	25.58	26.80	29.52	40.04	35.94	11.05	12.14	12.97	17.13	15.42
5	25.87	27.12	29.40	41.29	37.25	11.18	12.29	13.04	17.66	15.98
6	26.38	27.53	29.99	42.54	37.96	11.39	12.48	13.30	18.19	16.29
	Feed efficiency rate					Protein efficiency ratio				
1	20.44	13.97	12.50	18.11	19.85	0.09	0.16	0.21	0.13	0.12
2	11.96	11.22	11.77	8.40	11.38	0.15	0.20	0.19	0.28	0.20
3	8.53	17.18	18.99	9.42	11.13	0.22	0.13	0.12	0.25	0.22
4	24.64	29.80	70.00	11.57	9.96	0.08	0.07	0.03	0.20	0.13
5	10.99	23.53	17.85	11.92	18.61	0.17	0.09	0.13	0.20	0.13
6	15.31	19.14	25.82	11.88	14.19	0.14	0.13	0.14	0.21	0.18

摘 要

自1987年7月至1988年6月定期至蘇澳區採樣並分析鯖魚全年體成分的變化。在6—8月時，鯖魚體型最大(體重為571.87—670.74克，體長34.66—35.77公分)肥滿度亦達最高值為13.46—14.66 Kg/m³。而且不論魚體大小，鯖魚肌肉部份佔總肉重的54.2—63.7%，內臟部份佔總肉重的4.8—12.2%，其他部份(頭、骨、鰭、尾)佔21.1—41.0%。

全年一般成分經分析後，水分含量72.12—76.97%，灰分為1.44—2.01%，粗脂肪含量1.11—14.57%，粗蛋白含量11.80—33.91%，其中以粗脂肪變化為最劇烈。各成分間因採樣部位不同有所差異，內臟部份含較高的粗脂肪和灰分，肌肉部份係粗蛋白質含量較高。在肌肉部份每克粗脂肪含207.15—38.58毫克飽和脂肪酸及286.50—35.27毫克不飽和脂肪酸，內臟部份每克粗脂肪含28.21—106.44毫克飽和脂肪酸及27.27—152.23毫克不飽和脂肪酸。在10—12月，鯖魚魚群朝向低溫移動，魚體含不飽和脂肪酸的量亦逐漸增加，以12月時不飽和脂肪酸含量為全年中最高(236.5 mg FFA/g crude fat)。1—4月為鯖魚產卵洄游期，朝向高溫移動，其不飽和脂肪酸的含量則遞減。

十八碳酸和十八碳烯酸(C18:1、C18:2、C18:3)之和與二十碳五烯酸(EPA)和二十二碳之烯酸(DHA)之和相比，其比值在肌肉部份為3.06—0.66，在內臟部份為4.15—0.75。

用黃豆粉混合鯖魚溶漿(soybean powder mixed mackerel soluble, SPMS)經凍結乾燥者及熱風乾燥者在水中安定性並無顯著差異，但在草蝦飼育結果，以添加凍結乾燥的SPMS單元之飼料，草蝦(*Penaeus monodon*)成長情形較熱風乾燥及未添加SPMS單元的對照組好，其蛋白攝取量(protein intake)是16.29克，成長率(growth rate)2.76%，餌料係數(feed efficiency rate)14.19，蛋白效率(protein efficiency ratio)0.18。而經紅藻膠包被處理之凍乾SPMS單元製成飼料後，不論在水中的安定性或對草蝦生長的影響皆比凍乾之SPMS單元者為優，是故以黃豆粉混合鯖魚溶漿經凍乾處理者可取代40%的魚粉作為草蝦人工飼料的新蛋白質來源。

謝 辭

本報告得以順利完成，承蒙本系系主任王文亮先生、張士軒先生悉心指導改正，葉蕙玲小姐及馮貢國先生熱心協助，謹此致謝。

參考文獻

1. 台灣省漁業局(1984). 中華民國台灣地區漁業年報。
2. 賴永順、王文政、葉蕙玲(1986). 草蝦人工配合飼料製造試驗—魷溶漿混合烘焙分離黃豆蛋白飼料對草蝦成長之影響。台灣省水產試驗所試驗報告, 41, 131—139.
3. 王文政、葉蕙玲、賴永順(1986). 黑鯛配合飼料之製造。台灣省水產試驗所試驗報告, 41, 113—124.
4. 賴永順、王文政、劉輝男(1973). 利用黃豆粉為養鰻配合飼料可行性之研究。台灣省水產試驗所試驗報告, 31, 345—362.
5. 賴永順、余廷基、劉輝男、柯榮權、王文政(1980). 利用黃豆粉為養鰻配合飼料可行性之研究—II。台灣省水產試驗所試驗報告, 32, 429—437.
6. 劉輝男、王文政(1981). 鰻魚飼料改進試驗。台灣省水產試驗所試驗報告, 33, 493—498.
7. 陳宗雄、王克鍊、黃四宇(1978). 鯖魚魚況與海況關係之研究。台灣省水產試驗所試驗報告, 30, 281—289.

8. 中國國家標準。一般食品類—水分、灰分、粗脂肪之檢驗法。CNS 5033 , 5034 , 5036.
9. 邱思魁 (1979). 數種深海魚類脂質之研究。國立海洋學院碩士論文。
10. William, E. S. (ed.) (1984). Official Methods of AOAC, 513 - 514. Washington, D. C., USA.
11. 王文亮、駱秋燕 (1987). 利用微生物酵素液化血合肉試驗。台灣省水產試驗所試驗報告, 43 , 75 - 90.
12. 黃蔭樾、陳錫秋 (1970). 酵素和 pH 對魚溶漿鮮度的影響。中國水產, 222 , 15 - 18.
13. Kanazawa, A., Teshima, S. I., Sasada, H., and Rahman, S. A. (1982). Cultiv of the prawn larvae with micro-particulate diets. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 48(2) , 195 - 199.
14. Teshima, S. I., and Kanazawa, A. (1983). Effect of several factors on growth and survival of the prawn larval reared with microparticulate diets. Bull. Japa.Soc.Sci. Fish, 49(12) , 1893 - 1896.
15. 荻野珍吉 (1983). 魚類之營養和飼料, 吳清熊編, 133 - 138 , 國立編譯館。
16. 蘇和傑 (1963). 水產化學, 7 - 16 , 一文出版社。
17. 富士川 (1933). 朝鮮總督府水試 1931 年事業報告。
18. 野中順三丸、橋本茅郎、高雄豐滙、須山三山 (1970). 水產原料の特性—魚體の大小, 部位による成分の差異。水產食品學, 4 - 10 , 恒星社厚生閣。東京。日本。
19. 露木英勇 (1985). 赤身魚の脂質の EPA。食品工業, 28(18) , 53 - 59.