

ブタ血粉添加餌料によるマダイの飼育実験—I\*<sup>1</sup>

ブタ血粉添加餌料による長期飼育実験

原 研治・山本龍太郎\*<sup>2</sup>・石原 忠Nutritive Effect of Pig Blood as a Protein Source  
in Diet for Red Sea Bream—I  
(Experiment of Long Period Feeding)

Kenji HARA, Ryutarō YAMAMOTO and Tadashi ISHIHARA

Studies on the nutritive effect of the dried powder from pig blood in the culture of fish were attempted, aiming at the protein efficiency of the blood as protein source, in which protein content as dry matter is widely known to be high.

Red sea breams were divided into four groups and reared by the following four different diets over a 241-day period: group 1; minced sardine, group 2; minced sardine containing commercial compound food (1: 0.25, W/W), group 3; minced sardine containing pig blood-powder (1: 0.25), group 4; minced sardine containing commercial compound food and pig blood-powder (1: 0.125: 0.125).

There was no significant differences between four groups as to the blood hemoglobin content, hematocrit value, plasma protein content, plasma cholesterol content and glutamic oxaloacetic transaminase activity of plasma. The groups 3 and 4 showed good growth and higher feed efficiency than groups 1 and 2, but with low protein efficiency of group 3.

近年、我が国の水産業においては資源の減少、沿岸漁業の衰微、さらに領海 200 カイリの問題も加わり、水産生物の増養殖業の重要性が高まっている。このうち、魚類養殖業における餌料の問題は経営経費及び栄養学上の両面から非常に重要である。海産魚の養殖には多獲性の魚類を生餌の状態を用いているか、または海産魚用配合餌料を用いているが、海産魚は一般に高タンパク餌料を要求するため、餌料経費が経営経費を圧迫しているのが現状である。これらのことより安価なタンパク質餌料の確保が要求されている。一方、国民の食生活の向上に伴い、各地の食肉加工センターでの獣肉の一次処理が増大し、それに伴い獣血液が多量に放出され廃液として処理されている。そこで、この獣血液の高タンパク性に注目し、海産魚の養殖餌料への利用を目的として本実験を計画した。すなわち、現在海産魚の養殖餌料として広く使用されているマイワシ及び市販配

合餌料の一部をブタ血粉で置き換えて、マダイを飼育し、ブタ血液の養魚餌料としての有効利用の可能性を検討した。

## 実験方法

## 供試魚

1978年に長崎市水産種苗センターでふ化したマダイ *Pagrus major* の平均体重約 40g のものを用いた。これを同センターの小割生けす (3×3×3m, 24節) に放養し、7日間マイワシ、マサバ及びビカナゴを与えて予備飼育した後、飼育実験に供した。

## 試験区及び飼育方法

試験区を4区設けた。1区(生餌料区)は生餌料としてマイワシのみを与え、2~4区はマイワシを1区の半量に減らし、減量した生餌料重量の1/4

\* 1, 昭和54年度日本水産学会春季大会 講演要旨集, p. 129.

\* 2, 現所属: 京都府宮津市上1567-1, 京都府立水産高等学校

量の市販配合餌量（2区，配合餌料区），ブタ血粉（3区，血粉区），及び配合餌料とブタ血粉の等量混合物（4区，混合餌料区）をマイワシに混ぜて与えた。各区 200 尾を網生けす（3×3×3m）に放養し，9月19日から翌年5月16日まで（241日間）飼育実験を行なった。マイワシは長崎県漁連より入手し，-25℃に保管し，適時挽肉にして用いた。配合餌料にはマダイ育成用（日本農産工業製，みちしおマッシュ）を用いた。ブタ血粉は，長崎市食肉加工センターより入手した鮮血をミキサーにてホモジナイズした後，30分間煮沸し，これを天日乾燥し，ついで粉碎し水分含有量約 10% に調整したものを用いた。給餌は30日目までは朝夕2回，それ以後は午後2時に1回であった。日間給餌率は生餌料重量換算（配合餌料及び血粉の各 1g は生餌料 4g に相当するとした）で，9月19日～23日（5日間）は魚体重の 20%，9月24日～10月17日（24日間）は 15%，10月18日～29日（12日間）は 10%，10月30日～11月20日（22日間）は 5%，11月21日～12月30日（40日間）は 3%，12月31日～3月10日（71日間）は 1%，3月11日～5月16日（67日間）は 3% であった。

#### 血液諸成分の分析及び GOT 活性の測定

採血は午前中の投餌前に行なった。各区より，10～12尾を取り揚げ，MS-222（三共製薬）で麻酔した後，ヘパリン処理した注射器を用いてキュービュ管より採血した。血漿タンパク質量，ヘモグロビン量（Hb），ヘマトクリット値（Ht），赤血球数（RBC），血漿トリグリセライド量，血漿コレステ

ロール量の測定は前報（1）に従った。血漿 GOT（glutamic oxaloacetic transaminase）活性は和光純薬工業のトランスアミナーゼ測定キット（TS テストワコー）を用いて測定した。

#### 魚体の諸成分の分析

肝臓の脂肪及びグリコーゲンの定量は各区10尾を1検体とした。脂肪量は粗乾燥試料を調製後ソックスレー抽出法により測定した。グリコーゲンの定量は Sam の方法（2）によった。魚筋肉のチアミン含量の測定は，各区5尾5検体を用い前報（3）に準じた。その他，魚体重に対する肝臓重量の割合及び内臓全重量の割合は各区10尾10検体として測定した。

#### 餌料中の栄養成分の分析

各餌料中のタンパク質量はケルダール法，脂肪量は前記同様，灰分は直接灰化法及び水分は 105℃ で常圧加熱乾燥法により求めた。

### 実験結果

#### 各試験区に与えた餌料の栄養成分分析結果

マイワシ，配合餌料及び血粉の分析結果を Table 1 に示した。血粉のタンパク質含量は配合餌料の約2倍であった。一方，脂肪，灰分及びその他の成分（タンパク質，脂肪及び灰分量を差し引いた残り，主に糖質及び繊維質）は血粉が配合餌料より著しく少なかった。これらの分析値より，各試験区に投与した餌料の栄養成分含量とカロリーを湿重量物（総重量を水で調整したと仮定した）100g 当

Table 1. Chemical component in sardine, commercially available compound food and pig blood powder.

Materials	Chemical component (%)				
	Crude protein	Crude fat	Ash	Other	Moisture
Sardine	16.5	7.8	3.3	1.0	71.4
CCF* <sup>1</sup>	43.1	4.3	16.8	26.1	9.7
Blood powder	83.5	0.3	4.2	1.5	10.5

\*1, Commercially available compound food

Table 2. Chemical component in experimental diets of each group

Experimental diets	Chemical component (%)					
	Crude protein	Crude fat	Ash	Other	Moisture	Cal/100g
Group 1* <sup>1</sup>	16.5 (57.7) * <sup>5</sup>	7.8	3.3	1.0	71.4	140.2
Group 2* <sup>2</sup>	13.6 (53.1)	4.4	3.8	3.8	74.4	109.2
Group 3* <sup>3</sup>	18.7 (73.3)	3.9	2.2	0.7	74.5	112.7
Group 4* <sup>4</sup>	16.2 (63.3)	4.2	3.0	2.2	74.4	111.4

\*1, Sardine ; \*2, Sarsine: CCF: Water=1 : 0.25 : 0.25;

\*3, Sardine: Blood powder: Water=1 : 0.25 : 0.25;

\*4, Sardine: CCF: Blood powder: Water=1 : 0.125 : 0.125 : 0.25

\*5, ( ) ; Percentage in dry matter

りで計算すると Table 2 のようになる。タンパク質量は1区の生餌料区と比較し、2区の配合餌料区が低く、3区の血粉区が高かった。脂肪量は1区が最も高く、他の3区の約2倍であり、そのため餌料100g 当りのカロリーは1区が他の区に比べ高かった。

成長、餌料効率、タンパク効率及びカロリー効率  
各区の平均体重の変化を飼育環境水温の変化と併せて Fig.1 に示した。また100日目及び241日目に

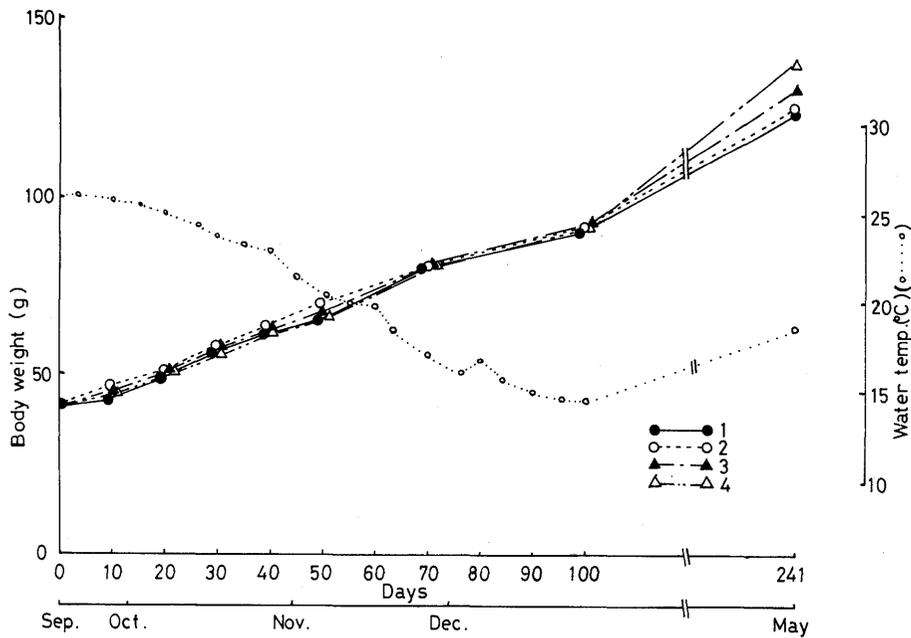


Fig. 1. Change of average body weight.

Table 3. Feeding results of red sea bream.

(A) 0-100 days (Sep. 19, 1978-Dec. 28, 1978)

Group	Average weight Start End	body (g) Gain	Total intake (g/ Fish)	Fatness* <sup>1</sup>	Feed efficiency* <sup>2</sup> (%)	Protein efficiency ratio* <sup>3</sup>	Calorie efficiency ratio* <sup>4</sup>
1	40.6 89.6	49.0	376.4	22.6	13.0	0.79	9.3
2	40.6 91.4	50.8	391.8	22.9	13.0	0.95	11.8
3	40.9 92.6	51.7	387.9	22.4	13.3	0.71	11.8
4	40.9 91.4	50.5	383.1	22.3	13.2	0.82	11.9

(B), 0-241 days (Sep. 19, 1978-May. 16, 1979)

1	40.6 122.7	82.1	545.0	23.4	15.1	0.91	10.7
2	40.6 124.2	83.6	556.5	22.0	15.0	1.10	13.8
3	40.9 130.3	89.4	552.6	22.9	16.2	0.89	14.3
4	40.9 136.6	95.7	547.8	22.8	17.5	1.08	15.7

\*1 Body weight (g)×10<sup>3</sup>/ Fork length (cm<sup>3</sup>)\*2 Gain weight (g)×10<sup>2</sup>/ Total intake (g)

\*3 Gain weight (g)/ Total intake protein (g)

\*4 Gain weight (g)×10<sup>2</sup>/ Total intake calorie (Cal)

おける増重量, 餌料効率, タンパク効率及びカロリー効率を Table 3 に示した。なお, 平均体重は総重量と総尾数から求めた。また投餌量は生餌料換算重量である。100日目までの飼育結果では, 増重量は3区が最も高かったが, 最も低い1区との差は3.7gであり, 有意な差ではなかった。従って, 餌料効率にもほとんど差はなかった。しかし, タンパク効率は成長がわずかに良かった3区が最も低く, 2, 4区が高かった。カロリー効率は2, 3, 4区はほぼ同じであったが, 1区は低かった。241日目の結果では, 投餌量は全区ほぼ同じであったが, 増重量では3, 4区が1, 2区より明らかに高かった。従って餌料効率も3, 4区が1, 2区より高くなった。タンパク効率は100日目の結果と同傾向で, 1, 3区

が低く, 2, 4区がわずかに高かった。カロリー効率も100日目の結果と同様2, 3, 4区に比べ1区が明らかに低かった。

#### Hb 量, Ht 値及び赤血球数

血液の Hb 量, Ht 値及び赤血球数の測定結果を Fig. 2~4 に示した。Fig. 2 より明らかのように, Hb 量の変化には各区間に傾向的な差はなかった。Ht 値 (Fig. 3) は実験初期に3, 4区が高く, 1区がやや低かったが, 40日目以降は各区間にあまり差はなかった。赤血球数 (Fig. 4) は50日目までは2区の20日目の値が低かったことを除けば各区間にさしたる差はなかった。70日目には3区が低値を示したが, 最終日では各区に差はなかった。

血漿のタンパク質量, コレステロール量,  
 トリグリセライド量及び GOT 活性  
 血漿のタンパク質, コレステロール及びトリグリ  
 セライドの定量結果を Fig. 5~7 に示した。血漿

タンパク質量 (Fig. 5) は40日目までは3, 4区が  
 若干高かったが70日目及び100日目には1区が高くな  
 った。しかし最終日の値は各区間に差はなかった。  
 血漿コレステロール量 (Fig. 6) は各区にはほぼ同傾

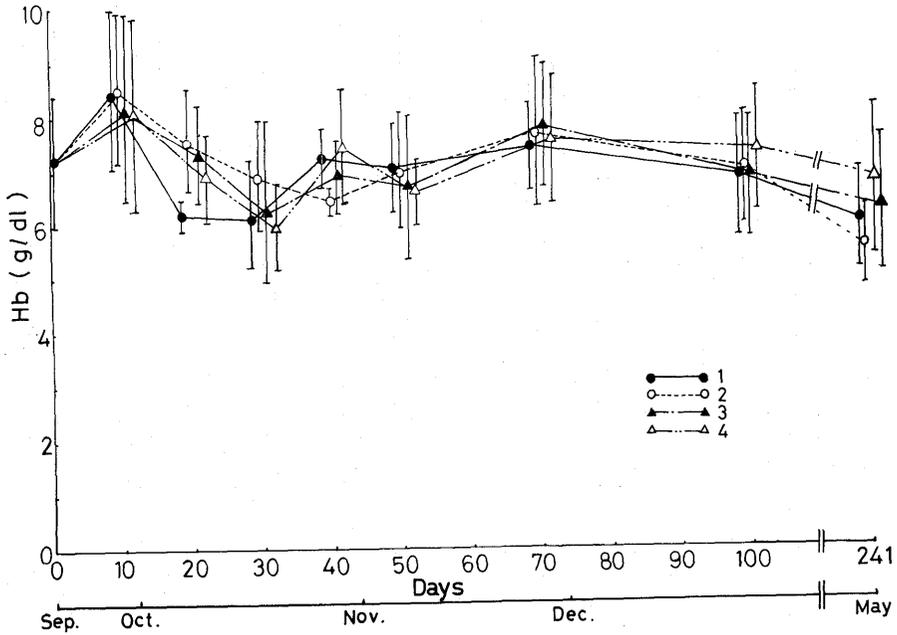


Fig. 2. Change of hemoglobin content in blood of red sea bream. (Mean±S.D).

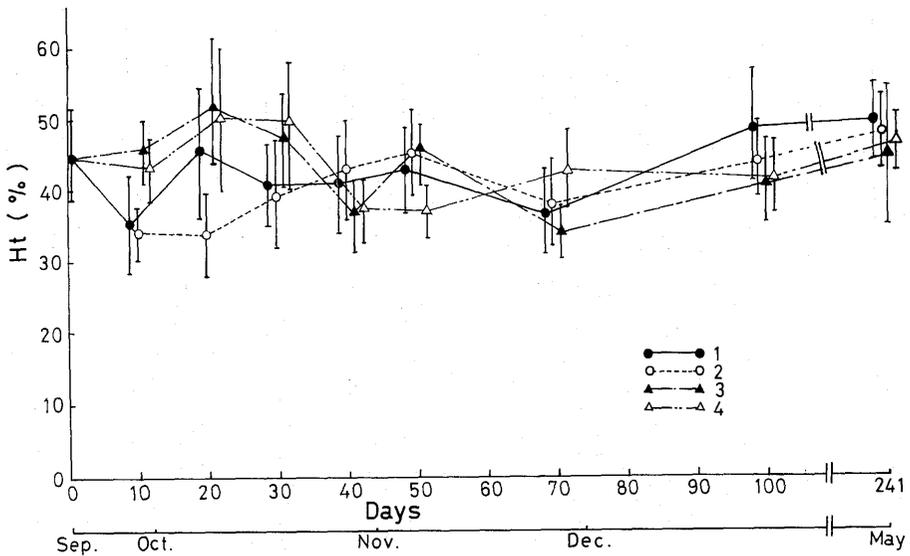


Fig. 3. Change of hematocrit value of sea bream (Mean±S.D).

向の変動はあったが、各区間には傾向的な差はなかった。血漿トリグリセライド量 (Fig. 7) は50日目までは3, 4区が1, 2区より高かったが、100日目以降は各区間に差はなかった。血漿 GOT 活性

の測定結果は図示していないが、各区とも平均値で21~67 Karmen unit 内の変動であり、かつ各区間に傾向的な差は認められなかった。

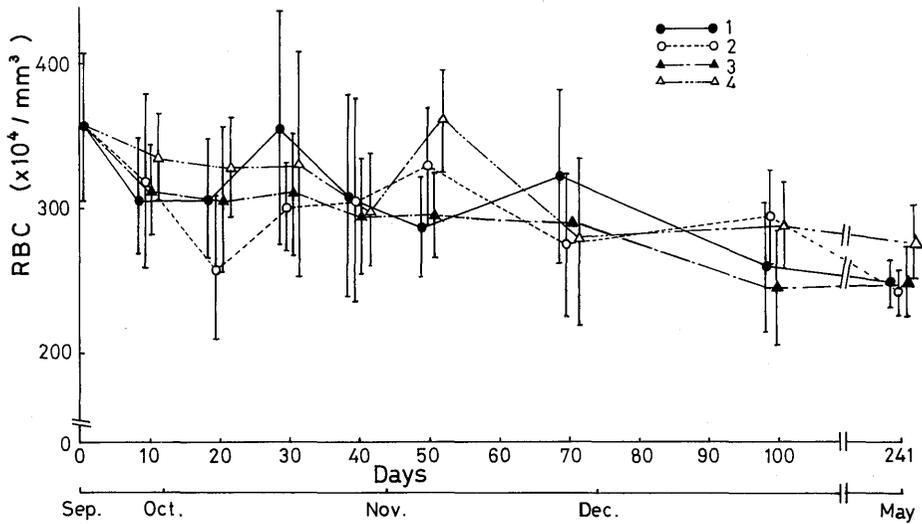


Fig. 4. Change of red blood cell count of red sea bream (Mean $\pm$ S.D.).

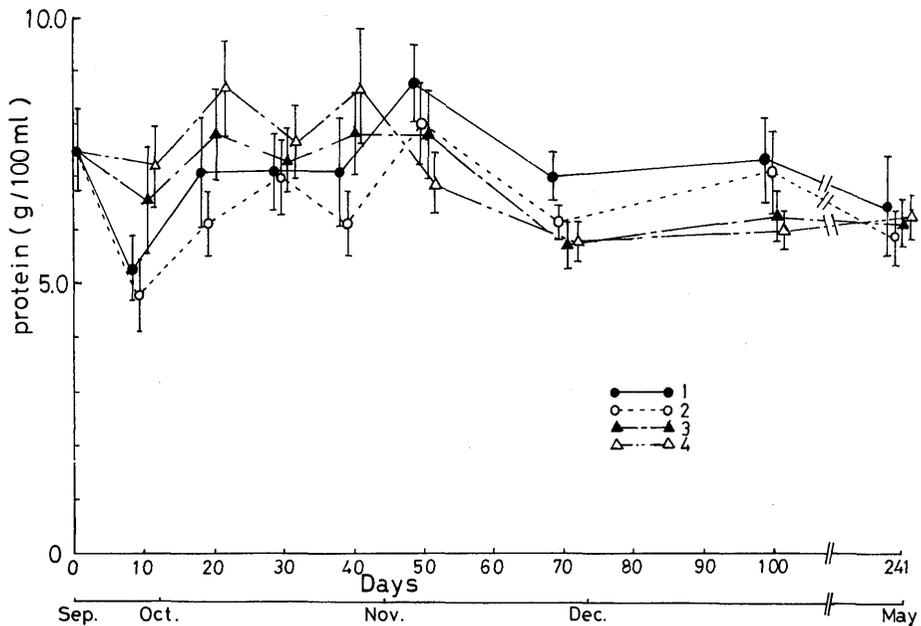


Fig. 5. Change of protein content in plasma of red sea bream (Mean $\pm$ S.D.).

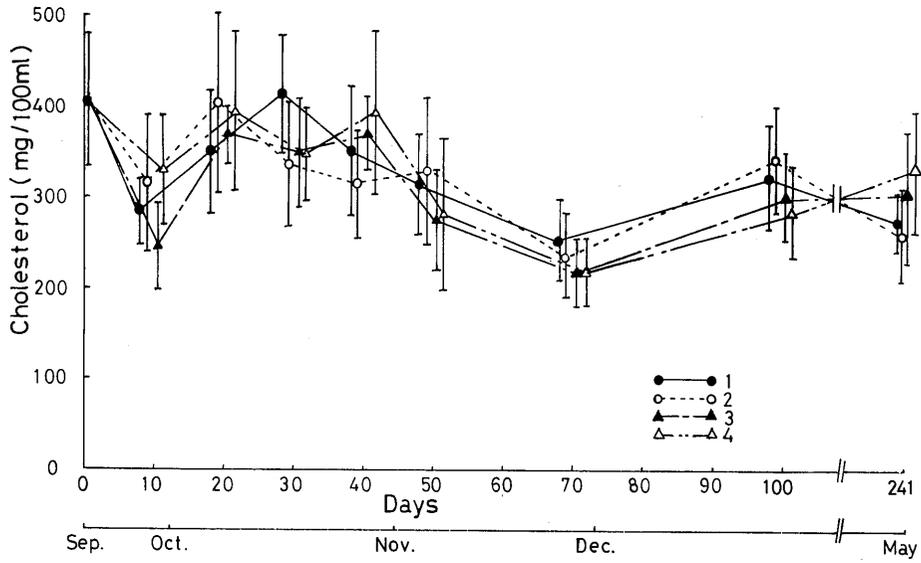


Fig. 6. Change of cholesterol content in plasma of red sea bream (Mean±S.D).

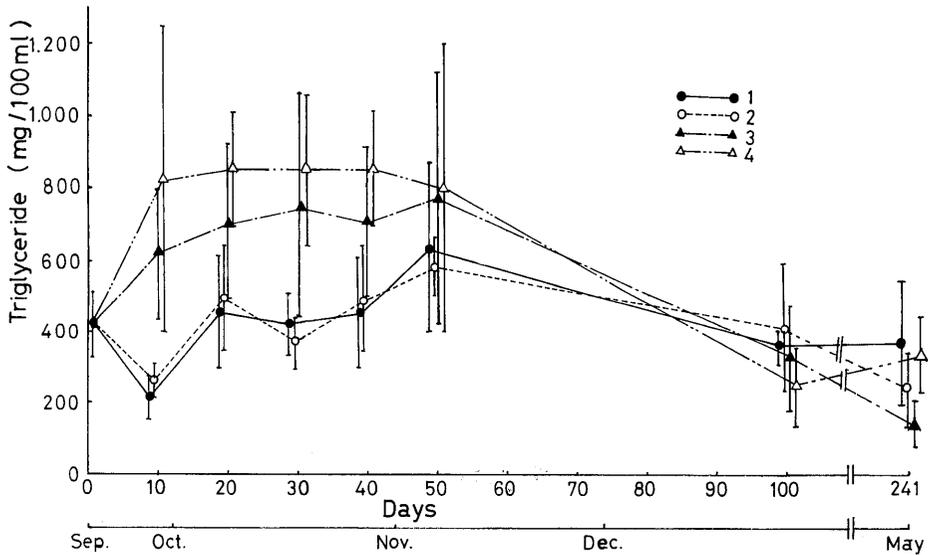


Fig. 7. Change of triglyceride content in plasma of red sea bream (Mean±S.D).

筋肉チアミン量及び肝臓のグリコーゲン量と脂肪量  
 筋肉チアミンの定量結果を Fig. 8 に示した。25  
 日目の値では1区が最も低く、3区が最も高かった。  
 しかし、70日目以降の値は各区間に差はなかった。

肝臓のグリコーゲン量及び脂肪量は図示していない  
 が、全期間を通じ、前者は各区4.2~6.9%、後者は7.  
 6~10.3%の範囲にあり、いずれも各区間に傾向的  
 な差はなかった。

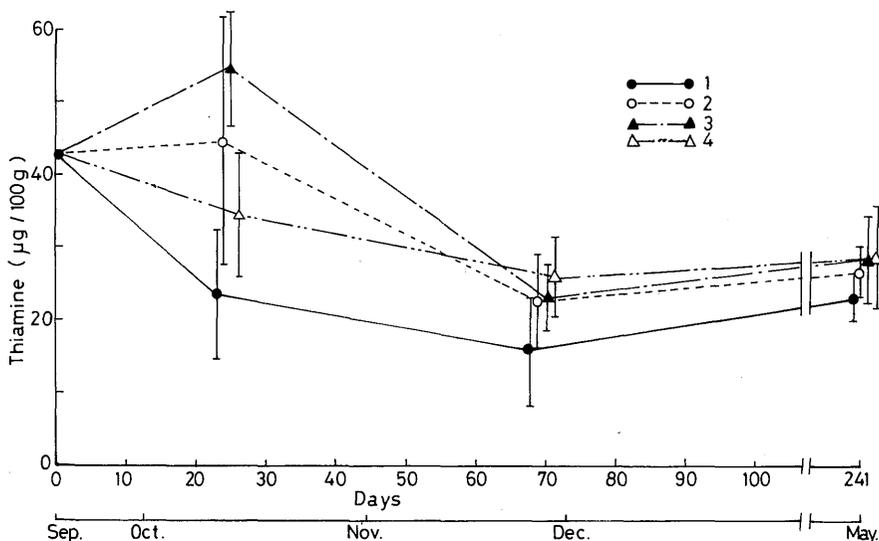


Fig. 8. Change of thiamine content in ordinary muscle of red sea bream (Mean±S.D.).

#### 肥満度，魚体重に対する肝臓及び全内臓重量の割合

肥満度〔魚体重 (g×10<sup>3</sup>) / 尾叉長 (cm<sup>3</sup>)〕の測定結果は図示していないが，各区各回ごとの平均値は22.0～25.4の範囲にあった。各区とも冬期に低くかったが，各区间にはほとんど差はなかった。なお100及び241日目の肥満度は Table 3 に示した。また，肝臓及び全内臓重量の魚体重に対する比は図示していないが，成長に伴い減少する傾向が認められた。しかし，各区间にほとんど差はなかった。その他，魚体を開腹し諸臓器を外観的に観察したが，異常が認められた魚体はなかった。

#### 考 察

生餌料 (マイワシ) の50%をも減らし，その分をブタ血粉で置き換えた (減量した生餌料重量の1/4量のブタ血粉) 血粉多量添加餌料を用い241日間のマダイの飼育実験を行ない，血粉の餌料としての有用性を検討した。比較対照のために生餌料のみと生餌料の50%を市販配合餌料で置き換えた試験区及び配合餌料と血粉の等量混合物で置き換えた試験区を設けた。

241日間の飼育期間中，全試験区とも摂餌行動や遊泳行動に異常が認められた魚体はなく，外観的には全試験区ともほぼ健康に成育したと判断できた。

次に血液性状検査 (Hb 量, Ht 値, 赤血球数) の値から各区の健康状態を比較した。各区の各回ごとの平均値は，Hb 量は 5.5～8.5g/100ml, Ht 値は34～51%，赤血球数は 240～360×10<sup>4</sup>/mm<sup>3</sup> の範囲内で変動していた。これらの値は既報の文献値 (4-7) から判断して正常域値内にあるとみなせた。またこれらの値には各区间に特に問題になるような差は認められなかった。次に，実験結果の項には示していないが，各個体ごとの血液性状検査の値より，貧血性状検査の指標となる Wintrobe (8) の赤血球平均恒数 (平均赤血球色素量 = Hb 量×10 / 赤血球数, 平均赤血球容積 = Ht 値×10 / 赤血球数, 平均赤血球色素濃度 = Hb 量×10<sup>2</sup> / Ht 値) を求め各区の比較を行なった。そのうち，平均赤血球色素量の各区各回ごとの平均値は 19～30×10<sup>-12</sup>g の範囲にあり，各区とも既報の文献値 (4-7) より一般にやや高値であった。また平均赤血球容積は 121～200μ<sup>3</sup>，平均赤血球色素濃度は12～24%の範囲内で変動していた。これらの値の各区の変動には季節的または成長に伴うと考えられる変化が認められたが，各区间に傾向的な差はなく，かつ，これらの恒数より貧血症状を呈していると判定される検体は認められなかった。

血漿タンパク質量の各区各回ごとの平均値は 5.2～8.7 g/100 ml の範囲で変動しており，異常値は認められなかった。一方，血漿トリグリセライド量

は、飼育初期の50日目までは血粉区と混合餌料区が明らかに高値を示した。この飼育初期における差は、餌料中の脂肪量とは逆関係であり、その原因は不明である。

普通肉中のチアミン量は飼育初期に差が認められ、生餌料区が低値を示した。これは、生餌料のみではマイワシ中のチアミンナーゼ(9)により内因性のチアミンがかなり分解されており、結果的にチアミンの摂取量が低下しているためと考えられる。また70日目以降は各区間の差が少なくなったが、これは摂餌量が少なかったためと考えられる。

以上、主に血液中の諸成分の分析結果より血粉添加餌料を投与した場合の良否について検討した結果、生餌料の50%を血粉で置き換えた餌料でもさした問題は無いと推察した。血粉単独餌料による飼育実験は行なっていないが、血粉区(3区)のタンパク質効率は低かった(Table 3)。このことにより、仮に血粉単独餌料で飼育すればタンパク質効率はさらに低下すると考えられる。従って、タンパク質の有効利用の観点より血粉単独餌料は良い方法とは考えられない。1~4区の餌料中のタンパク質含量は、無水物換算で各々57.7, 53.7, 73.3, 63.3%(Table 2)であった。このうち、3, 4区の値はマダイ餌料の適正タンパク質含量である40~56%(10, 11)を越えていた。特に3区の餌料はタンパク質含量が非常に高かった。このことが、3区のタンパク質効率が低かった(Table 3)原因と考えられる。ブタ血粉のマダイ餌料としての有効利用をさらに詳細に検討するためには、上記の点を考慮し、ブタ血粉添加によるタンパク質含量を40~60%の範囲に調整した餌料による飼育実験が必要であると考

える。これに関しては次報で報告する。

本研究経費の一部は長崎市からの依頼研究費によった。また、研究の遂行に当り種々御協力いただいた長崎市水産種苗センター所長久原俊之氏並びに所員の皆様に深く感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 石原 忠・原 研治・中山英則・保田正人 (1978). 日水誌, 44, 653-657.
- 2) Sam, S. Seymour, D. and Edward, M. (1950). *Arch. Biochem.*, 25, 191-200.
- 3) 石原 忠・保田正人 (1974). 日水誌, 40, 671-674.
- 4) Sakamoto, S. and Yone, Y. (1976). *R. Fish. Res. Lab. Kyusyu University*, 3, 53-58.
- 5) Sakamoto, S. and Yone, Y. (1978). *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 44, 223-225.
- 6) Sakamoto, S. and Yone, Y. (1978). *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 44, 231-235.
- 7) Sakamoto, S. and Yone, Y. (1978). *J. Fac. Agr. Kyusyu University*, 23, 63-69.
- 8) 金井 泉・金井正光 (1975). 臨床検査法提要, 金原出版, 東京, p. V31-33.
- 9) 石原 忠・紀成尚志・保田正人 (1973). 日水誌, 39, 55-59.
- 10) 山口正男 (1978). タイ養殖の基礎と実際, 恒星社厚生閣, 東京, p. 116-119.
- 11) Yone, Y. (1976). *R. Fish. Res. Lab. Kyusyu University*, 3, 87-101.