

# 養殖魚用配合飼料試験\*1

見奈美 輝彦・竹内 照文

人工配合飼料の開発は、養殖魚の品質向上や安定生産に有用であり、また環境保全の面からも重要である。そこで、本年度は昨年度に引き続き、ブリ、カンパチおよびマダイについて、育成用飼料開発に必要な基礎資料の集積を目的として、魚粉品質、代替油脂に関する試験を実施した。なお、本試験はMF-21(社団法人マリノフォーラム21)からの委託試験であり、飼料メーカー8社\*2の参加により行われた。

## I ブリ

### 目的

平成9, 10年度に実施した品質の異なる魚粉を用いた飼育試験では、<sup>1, 2)</sup>魚粉品質基準項目としてヒスタミン含量, VBN, POVなどが複合的に関与していることが示唆された。また、平成10年度では純タンパク質など新たな品質基準項目の検討も提案された。このため、本年度は昨年度と同様に魚粉の品質基準作成のため、ヒスタミン含量の異なる魚粉による飼育成績および魚体への影響を検討した。

### 材料および方法

**試験飼料** ヒスタミン規格の異なる4種類の魚粉により表1に示す試験区を設定し、それらを表2に示す配合でそれぞれ直径6mmおよび8mmの沈降性エクストルーダペレットを成形し試験に供した。表3に供試魚粉の分析値を示す。1, 2区の魚粉は指定されたヒスタミン規格値以下であったが、3, 4区は指定値を超えた劣化魚粉であった。各区の試験飼料

分析値を表4に示す。粗タンパク質含量は43.8~45.3%, 粗脂肪含量は15.3~16.7%の範囲にあり、DEは3,372~3,458kcal/kg, DE/DCPは88~92の

表1 試験区の設定

| 試験区 | 原料魚 | 購入規格<br>(ヒスタミン含量 ppm) |
|-----|-----|-----------------------|
| 1   | アジ  | 500                   |
| 2   | アジ  | 1,000                 |
| 3   | アジ  | 2,000                 |
| 4   | アジ  | 3,000                 |

表2 試験飼料の配合割合

| 原料名        | 配合割合(%) |
|------------|---------|
| 供試魚粉       | 42.0    |
| 大豆油粕       | 10.0    |
| コーングルテンミール | 12.0    |
| 魚油         | 16.0    |
| 小麦粉        | 9.98    |
| 澱粉         | 5.0     |
| ビタミンミックス   | 3.0     |
| ミネラルミックス   | 2.0     |
| APM        | 0.02    |
| 計          | 100.0   |

表3 魚粉の分析値

| 試験区           | 1    | 2    | 3     | 4     |
|---------------|------|------|-------|-------|
| 水分 (%)        | 10.0 | 10.3 | 11.0  | 9.0   |
| 粗タンパク質(%)     | 67.4 | 67.9 | 67.6  | 69.8  |
| 純タンパク質(%)     | 60.3 | 60.7 | 54.0  | 58.2  |
| 粗脂肪 (%)       | 7.7  | 8.0  | 6.5   | 6.1   |
| 粗灰分 (%)       | 14.9 | 13.8 | 14.9  | 15.0  |
| Ca (%)        | 3.14 | 2.84 | 2.76  | 3.38  |
| P (%)         | 2.21 | 2.12 | 2.20  | 2.40  |
| AV            | 14.4 | 14.7 | 27.7  | 17.0  |
| POV (meq/kg)  | 5.5  | 5.4  | 9.0   | 7.5   |
| VBN (mg/100g) | 100  | 110  | 190   | 140   |
| ヒスタミン(ppm)    | 123  | 221  | 3,491 | 5,305 |

\*1 養殖魚用配合飼料開発試験事業費による。

\*2 中部飼料株式会社, 日清製粉株式会社, 日本水産株式会社, 日本農産工業株式会社, 富士製粉株式会社, マルハ株式会社, 丸紅飼料株式会社, 日本配合飼料株式会社

表4 試験飼料の分析値

| 試験区            | 1    | 2    | 3    | 4    |
|----------------|------|------|------|------|
| 水分 (%)         | 8.8  | 9.2  | 8.2  | 8.4  |
| 粗タンパク質 (%)     | 44.0 | 43.8 | 45.3 | 45.3 |
| 粗脂肪 (%)        | 15.7 | 16.7 | 16.0 | 15.3 |
| 粗繊維 (%)        | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.6  |
| 粗灰分 (%)        | 9.4  | 9.3  | 9.6  | 10.1 |
| Ca (%)         | 1.60 | 1.37 | 1.76 | 1.66 |
| P (%)          | 1.45 | 1.47 | 1.63 | 1.58 |
| APM (ppm)      | 150  | 140  | 140  | 140  |
| ビタミンE(mg/100g) | 497  | 536  | 564  | 559  |
| DE (kcal/kg)   | 3372 | 3442 | 3458 | 3402 |
| DE/DCP         | 90   | 92   | 90   | 88   |
| AV             | 13.4 | 14.3 | 14.6 | 13.4 |
| POV (meq/kg)   | 8.4  | 13.5 | 20.9 | 11.7 |
| VBN (mg/100g)  | 40   | 50   | 50   | 60   |
| ヒスタミン(ppm)     | 57   | 643  | 932  | 1885 |
| ジゼロシン(ppm)     | 0.30 | 0.30 | 0.40 | 0.60 |

範囲にあった。なお、2区においては魚粉のヒスタミン含量と製造された飼料のヒスタミン含量には相関がみられず、飼料に使用された魚粉ロットが分析された魚粉と異なることも想定されたので、飼料中のヒスタミン含量を基準とした。

**飼育** 平均体重200gのブリ当才魚を110尾ずつ海面網生簀(3×3×3m)4面に収容し、各飼料を1日に1回、手撒きにより飽食量を給与(週1回および測定前日等は無給与)した。飼育は平成11年10月12日から12月13日まで62日間(給餌48日)行い、10月12日～11月19日(飼育38日、給餌29日)を1期、11月20日～12月13日(飼育24日、給餌19日)を2期とした。平均水温は1期21.6℃(26.0～18.4℃)、2期18.7℃(21.7～16.8℃)であった。

**測定** 魚体測定と魚体成分(筋肉、肝臓)は試験開始時と終了時に、また血液性状は終了時前日に測定した。

## 結 果

**飼育成績** 飼育期間中にノカルディア症の発生がみられたが、塩酸オキシテトラサイクリンを経口投与(10月21日～11月5日)して飼育を継続した。期間中最も摂餌活動が活発であったのは良質な魚粉を

使用した1区であり、他区間での差はみられなかった。飼育成績を表5に示した。通期の日間給餌率は2.97～3.26%、日間成長率は1.25～1.39%の範囲であり、また補正飼料効率は1区から順に60.5、56.1、55.2および52.9%と魚粉の品質順位に低下した。1、2期も同様な傾向がみられたことより、高ヒスタミン魚粉を使用した場合に飼料効率は低下することが確認された。試験終了時の平均体重は1区511g、2区476g、3、4区460gと飼料効率や摂餌状況の差を反映していた。

**魚体測定** 終了時に各区から20尾を取り上げ、外見上ノカルディア症による削瘦魚を除いて行った結果を表6に示した。比肝重値は開始時の0.94%に対して全区で増加したが、1区は1.52%と低く、他の3区の1.66～1.70%とは5%信頼限界で有意差が認められ、ヒスタミンの影響が推定される。

**魚体成分** 開始時に10尾、終了時に18尾を取り上げプールして行った結果を表7に示した。筋肉では3区の脂質が10.3%と他の3区の12.5～13.7%に比べやや低かったが、タンパク質と灰分には差はみられなかった。肝臓では1区のタンパク質が12.7%と他の3区の12.0%に比べやや高い以外には水分と脂質の差はみられなかった。またビタミンCは1区から順に3.1、3.0、2.9および2.5mg/100gと飼料中のヒスタミン含量の増加に伴い減少する傾向があるが、ビタミンEはヒスタミン含量とは無関係に62.1～91.1mg/100gの範囲であった。

**血液性状** 10尾について行った結果を表8に示した。各区にヘマトクリット値が低い個体が存在し、それが赤血球数、GOT、GPT、アミラーゼに異常値を示す場合が多かったが、これはノカルディア症の影響と推定される。

**胃壁剖検** 最もヒスタミンの影響が懸念される4区でも、肉眼上の異常は観察されなかった。

## 考 察

今回の結果も平成9、10年度と同様に、ヒスタ

表5 飼育成績

| 試験区                    |              | 1    | 2    | 3    | 4    |
|------------------------|--------------|------|------|------|------|
| 総魚体重<br>(kg)           | 開始時          | 22.5 | 21.8 | 22.4 | 22.2 |
|                        | 1期終了時        | 44.1 | 40.4 | 39.3 | 39.7 |
|                        | 2期終了時*       | 54.2 | 41.4 | 41.9 | 44.6 |
| 平均体重<br>(g)            | 開始時          | 204  | 198  | 203  | 201  |
|                        | 1期終了時        | 412  | 381  | 385  | 389  |
|                        | 2期終了時        | 511  | 476  | 460  | 460  |
| 斃死および<br>不明尾数<br>(尾)   | 1期           | 3    | 5    | 8    | 8    |
|                        | 2期           | 0    | 1    | 3    | 5    |
|                        | 通算           | 3    | 6    | 11   | 13   |
| 斃死および<br>不明重量<br>(kg)  | 1期           | 0.9  | 1.4  | 2.4  | 2.4  |
|                        | 2期           | 0    | 0.4  | 1.3  | 2.1  |
|                        | 通算           | 0.9  | 1.9  | 3.6  | 4.5  |
| 給餌量<br>(kg)            | 1期           | 32.9 | 32.7 | 32.2 | 32.5 |
|                        | 2期           | 21.8 | 16.7 | 15.0 | 18.3 |
|                        | 通算           | 54.7 | 49.4 | 47.2 | 50.8 |
| 増重量<br>(kg)            | 1期           | 21.7 | 18.7 | 17.0 | 17.5 |
|                        | 2期           | 10.5 | 7.2  | 5.5  | 4.9  |
|                        | 通算           | 32.2 | 25.9 | 22.4 | 22.4 |
| 補正増重量<br>(kg)          | 1期           | 22.6 | 20.1 | 19.3 | 19.9 |
|                        | 2期           | 10.5 | 7.6  | 6.8  | 7.0  |
|                        | 通算           | 33.1 | 27.7 | 26.1 | 26.9 |
| 飼料効率<br>(%)            | 1期           | 65.8 | 57.0 | 52.6 | 53.8 |
|                        | 2期           | 48.2 | 43.0 | 36.5 | 26.9 |
|                        | 通算           | 58.8 | 52.3 | 47.5 | 44.2 |
| 補正飼料効率<br>(%)          | 1期           | 68.6 | 61.5 | 60.0 | 61.1 |
|                        | 2期           | 48.2 | 45.6 | 45.0 | 38.5 |
|                        | 通算           | 60.5 | 56.1 | 55.2 | 52.9 |
| 日間給餌率<br>(%)           | 1期           | 3.41 | 3.63 | 3.60 | 3.63 |
|                        | 2期           | 2.23 | 2.19 | 1.91 | 2.17 |
|                        | 通算           | 2.97 | 3.26 | 3.06 | 3.17 |
| 日間成長率<br>(%)           | 1期           | 1.78 | 1.67 | 1.63 | 1.67 |
|                        | 2期           | 0.89 | 0.84 | 0.72 | 0.70 |
|                        | 通算           | 1.39 | 1.33 | 1.25 | 1.26 |
| 1期終了時の<br>淡水浴による<br>斃死 | 重量*2<br>(kg) | 0.4  | 6.2  | 2.9  | 0.0  |
|                        | 尾数           | 1    | 18   | 8    | 0    |

\*血液性状検査魚を含む。

\*2 1期の増重量に含まれる。

表6 魚体測定

| 試験区      | 開始時       | 終了時       |           |           |           |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          |           | 1         | 2         | 3         | 4         |
| 魚体重 (g)  | 202±29    | 507±67    | 485±52    | 443±56    | 461±59    |
| 尾叉長 (cm) | 23.8±1.3  | 31.1±1.3  | 30.2±1.0  | 29.7±1.0  | 30.1±1.1  |
| 肥満度      | 14.9±0.5  | 16.8±0.7  | 17.6±0.6  | 16.8±0.9  | 16.7±0.7  |
| 比肝重 (%)  | 0.94±0.19 | 1.52±0.29 | 1.70±0.27 | 1.69±0.28 | 1.66±0.28 |

表7 魚体測定

| 成分 | 試験区             | 開始時  | 終了時  |      |      |      |
|----|-----------------|------|------|------|------|------|
|    |                 |      | 1    | 2    | 3    | 4    |
| 筋肉 | 水分 (%)          | 70.0 | 64.5 | 64.3 | 66.1 | 63.0 |
|    | タンパク質 (%)       | 22.5 | 21.9 | 22.0 | 22.5 | 22.2 |
|    | 脂質 (%)          | 6.2  | 12.5 | 12.6 | 10.3 | 13.7 |
|    | 灰分 (%)          | 1.3  | 1.1  | 1.1  | 1.1  | 1.1  |
| 肝臓 | 水分 (%)          | 61.9 | 49.3 | 47.3 | 49.5 | 47.3 |
|    | タンパク質 (%)       | 16.1 | 12.7 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
|    | 脂質 (%)          | 18.1 | 36.2 | 38.4 | 35.9 | 38.1 |
|    | ビタミンC (mg/100g) | 3.0  | 3.1  | 3.0  | 2.9  | 2.5  |
|    | ビタミンE (mg/100g) | 124  | 62.1 | 77.0 | 91.1 | 72.9 |

表8 血液性状

| 試験区                         | 1         | 2         | 3         | 4         |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ヘマトクリット値                    | 41.2±3.4  | 42.2±5.5  | 40.1±4.4  | 38.5±2.8  |
| ヘモグロビン量 (g/dl)              | 10.6±1.0  | 10.7±2.2  | 12.0±1.4  | 11.4±1.1  |
| 赤血球数 (×10 <sup>4</sup> /μl) | 425±101   | 431±103   | 471±113   | 436±97    |
| 総タンパク質 (g/dl)               | 3.5±0.6   | 3.3±0.3   | 3.6±0.3   | 3.4±0.4   |
| グルコース (mg/dl)               | 119±31    | 116±21    | 107±12    | 106±19    |
| ALP (IU/l)                  | 44.1±13.1 | 38.7±8.8  | 44.4±28.0 | 38.4±9.6  |
| 尿素窒素 (mg/dl)                | 8.7±1.2   | 11.0±2.7  | 11.0±1.5  | 10.0±2.6  |
| アミラーゼ (IU/l)                | 310±200   | 235±66    | 312±219   | 221±76    |
| GOT (IU/l)                  | 44.4±48.9 | 29.8±14.9 | 8.6       | 68.5±80.7 |
| GPT (IU/l)                  | 12.7±7.2  | 10.9±4.0  | 8.1±0.3   | 42.2±85   |
| コレステロール (mg/dl)             | 290±53    | 278±63    | 157       | —         |
| トリグリセライド (mg/dl)            | 101±26    | 78±23     | 96±29     | 119±31    |

ミン含量の高い劣化した魚粉ほど成長が劣ることが確認された。高ヒスタミン魚粉を給与した試験区の比肝重値は低ヒスタミン魚粉区よりも有意に高かったが、血液性状や魚体成分には差がみられなかったことから、ヒスタミン含量が5,000ppm程度の魚粉を使用しても、短期間では成長に影響を与えるものの、魚体には大きな影響を与えることはないと言える。但し、今回は62日間の飼育であり、ヒスタミン含量の影響をみるためには長期の飼育が必要と思われる。

また、魚粉の分析値における純タンパク質含量をみると、4区はヒスタミン含量5,000ppm以上とかなり劣化した魚粉であるにもかかわらず、1～3区のヒスタミンの低い魚粉と大差なく、中でも3区(ヒスタミン含量約3,500ppm)が最も低いことか

ら、魚粉品質は純タンパク質含量だけでは規定できないと推定される。

## II カンパチ

### 目的

平成10年度<sup>2)</sup>は大豆油およびパーム油による魚油代替を検討した結果、カンパチ当才魚においては大豆油で添加魚油の2割および4割を代替しても魚油単独使用と遜色のない成長と飼料効率を示し、添加魚油の4割程度まで大豆油で代替できる可能性が示唆された。しかし、パーム油では添加魚油の4割を代替した試験区の成績が魚油単独使用に比較してやや劣る結果となり、パーム油における代替効果は再度確認の要ありと判断された。

一方、大豆油およびパーム油を添加した飼料の脂肪酸組成は、いずれの試験区においてもカンパチ筋肉の脂肪酸組成に反映されており、このことが食味にどのような影響を及ぼすのかを確認する必要性も生じた。このため、本年度はカンパチ2才魚を用い、大豆油およびパーム油による魚油代替試験を実施し、成長および食味への影響を検討した。

### 材料および方法

試験飼料 試験区の設定を表9に示す。1区は対照区として魚油（タラ肝油）のみを使用し、2区は添

表9 試験区の設定

| 試験区 | 代替油脂     | 代替率(%) | 備考          |
|-----|----------|--------|-------------|
| 1   |          | 0      | 対照区         |
| 2   | 大豆油      | 20     | 大豆油20%代替区   |
| 3   | 大豆油      | 40     | 大豆油40%代替区   |
| 4   | 大豆油+パーム油 | 20+20  | 大豆油+パーム油併用区 |

表10 試験飼料の組成(%)

| 試験区               | 1      | 2      | 3      | 4      |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|
| アジ魚粉（南チリ）         | 50.00  | 50.00  | 50.00  | 50.00  |
| 小麦粉               | 8.98   | 8.98   | 8.98   | 8.98   |
| 澱粉                | 5.00   | 5.00   | 5.00   | 5.00   |
| 大豆油かす             | 15.00  | 15.00  | 15.00  | 15.00  |
| ビタミン混合物（V. Cfree） | 3.00   | 3.00   | 3.00   | 3.00   |
| ミネラル混合物           | 2.00   | 2.00   | 2.00   | 2.00   |
| ビタミンC（APM）        | 0.02   | 0.02   | 0.02   | 0.02   |
| 魚油（タラ肝油）          | 16.00  | 12.80  | 9.60   | 9.60   |
| 大豆油               |        | 3.20   | 6.40   | 3.20   |
| パーム油              |        |        |        | 3.20   |
| 計                 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

表11 試験飼料の分析値

| 試験区               | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| 水分(%)             | 4.8   | 5     | 4.7   | 5.1   |
| 粗タンパク質(%)         | 41.9  | 42.1  | 42.0  | 42.1  |
| 粗脂肪(%)            | 22.2  | 21.9  | 21.9  | 21.5  |
| 粗繊維(%)            | 1.6   | 1.7   | 1.8   | 1.8   |
| 粗灰分(%)            | 10.0  | 10.0  | 10.0  | 10.0  |
| ビタミンC(APM)(mg/kg) | 198.8 | 204.8 | 222.3 | 206.5 |
| ビタミンE(mg/kg)      | 445.5 | 481.2 | 494.5 | 503.1 |
| DE(kcal/kg)       | 4197  | 4180  | 4182  | 4152  |
| DE/DCP            | 118   | 117   | 117   | 116   |

加油脂の20%を大豆油にて代替、3区は添加油脂の40%を大豆油にて代替、4区は大豆油とパーム油を併用し各々の油脂にて20%ずつ合計40%を代替した。表10に示す配合率で直径8mmおよび10mmの沈降性エクストルーダーペレットを作成し試験に供した。試験飼料の分析値を表11に示す。各区の粗タンパク質含量は41.9~42.1%、粗脂肪は21.5~22.2%の範囲にあり、成分上はほぼ均一な飼料に仕上がっていることが確認された。また、DEは4,150~4,200kcal/kg、DE/DCPは116~118の範囲にあった。

飼育 平均体重630gのカンパチ2才魚(人工種苗)を160尾ずつ海面網生簀(3×3×3m)4面に収容し、各飼料を1日に1回、手撒きにより飽食量を給与(週1回および測定前日等は無給与)した。飼育は平成11年5月11日から8月10日まで92日間(給餌72日)行い、5月11日~6月25日(飼育46日、給餌37日)を1期、6月26日~8月10日(飼育46日、給餌35日)を2期とした。平均水温は1期23.0℃(19.5~26.0℃)、2期27.1℃(25.0~28.5℃)であった。

測定 魚体測定と魚体成分(筋肉、肝臓)は試験開始時と終了時に、また血液性状は終了時前日に測定した。

### 結 果

飼育成績 各区の飼育成績を表12、また平均体重の推移を図1に示した。中間測定時の平均体重は代替油脂を添加した2~4区では、いずれも対照区である1区を上回り、最も優れた3区で995g、次いで2区(962g)、4区(952g)の順になり、1区は927gであった。一方、試験終了時の平均体重は1区が最も優れ1,336g、次いで3区(1,287g)>4区(1,271g)>2区(1,270g)の順となり、1期で最も劣った1区が2期では最も優れる結果となった。また、期間中の斃死尾数は2~4尾と少なく、試験は順調に推移した。

表12 飼育成績

| 試験区           |       | 1      | 2      | 3      | 4      |
|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 尾数<br>(尾)     | 開始時   | 160    | 160    | 160    | 160    |
|               | 1期終了時 | 157    | 159    | 159    | 160    |
|               | 2期終了時 | 157    | 156    | 157    | 158    |
| 総魚体重<br>(kg)  | 開始時   | 100.5  | 99.8   | 101.3  | 101.0  |
|               | 1期終了時 | 145.5  | 153.0  | 158.2  | 152.3  |
|               | 2期終了時 | 209.7  | 198.1  | 202.1  | 200.9  |
| 平均体重<br>(g)   | 開始時   | 628.1  | 623.8  | 633.1  | 631.3  |
|               | 1期終了時 | 926.8  | 962.3  | 995.0  | 951.9  |
|               | 2期終了時 | 1335.7 | 1269.9 | 1287.3 | 1271.5 |
| 斃死尾数<br>(尾)   | 1期    | 3      | 1      | 1      | 0      |
|               | 2期    | 0      | 3      | 2      | 2      |
|               | 通期    | 3      | 4      | 3      | 2      |
| 斃死率 (%)       |       | 1.9    | 2.5    | 1.9    | 1.3    |
| 斃死重量<br>(g)   | 1期    | 2,005  | 793    | 814    | 0      |
|               | 2期    | 0      | 3,348  | 2,282  | 2,223  |
|               | 通期    | 2,005  | 4,141  | 3,096  | 2,223  |
| 給餌量<br>(kg)   | 1期    | 78.6   | 75.4   | 76.0   | 76.3   |
|               | 2期    | 107.3  | 97.8   | 100.1  | 96.8   |
|               | 通期    | 185.9  | 173.2  | 176.1  | 173.1  |
| 補正増重量<br>(kg) | 1期    | 47.0   | 54.0   | 57.7   | 51.3   |
|               | 2期    | 64.2   | 48.4   | 46.2   | 50.8   |
|               | 通期    | 111.2  | 102.4  | 103.9  | 102.1  |
| 飼料効率<br>(%)   | 1期    | 57.3   | 70.6   | 74.9   | 67.2   |
|               | 2期    | 59.8   | 46.1   | 43.9   | 50.2   |
|               | 通期    | 58.7   | 56.8   | 57.2   | 57.7   |
|               | 通期指数  | 100.0  | 96.6   | 97.4   | 98.2   |
| 補正飼料効率<br>(%) | 1期    | 59.8   | 71.6   | 75.9   | 67.2   |
|               | 2期    | 59.8   | 49.5   | 46.1   | 52.5   |
|               | 通期    | 59.8   | 59.1   | 59.0   | 59.0   |
|               | 通期指数  | 100.0  | 98.9   | 98.6   | 98.6   |
| 成長倍率          | 1期    | 1.48   | 1.54   | 1.57   | 1.51   |
|               | 2期    | 1.44   | 1.32   | 1.29   | 1.34   |
|               | 通期    | 2.13   | 2.04   | 2.03   | 2.01   |
|               | 通期指数  | 100.0  | 95.7   | 95.6   | 94.7   |
| 日間摂餌率*<br>(%) | 1期    | 1.39   | 1.30   | 1.27   | 1.31   |
|               | 2期    | 1.31   | 1.21   | 1.21   | 1.19   |
|               | 通期    | 1.30   | 1.26   | 1.26   | 1.25   |
|               | 通期指数  | 100.0  | 97.0   | 96.9   | 95.7   |
| 日間成長率<br>(%)  | 1期    | 0.83   | 0.93   | 0.97   | 0.88   |
|               | 2期    | 0.79   | 0.60   | 0.56   | 0.63   |
|               | 通期    | 0.78   | 0.75   | 0.74   | 0.74   |
|               | 通期指数  | 100.0  | 95.9   | 95.5   | 94.4   |

\*飼育日数で算出

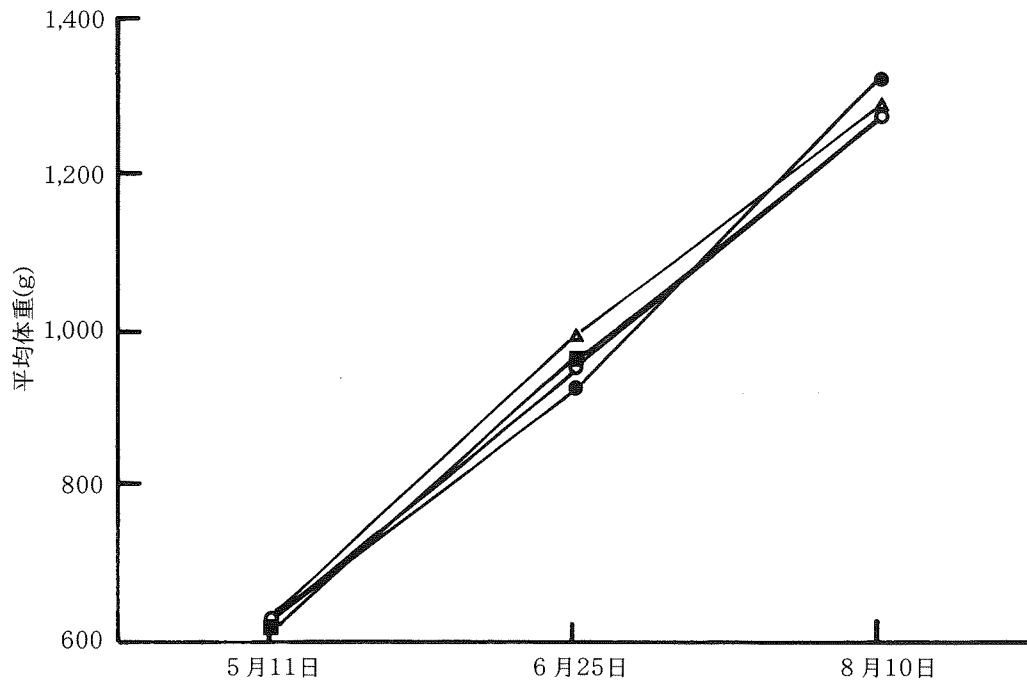


図1 平均体重の推移

● : 1区   ■ : 2区   ▲ : 3区   ○ : 4区

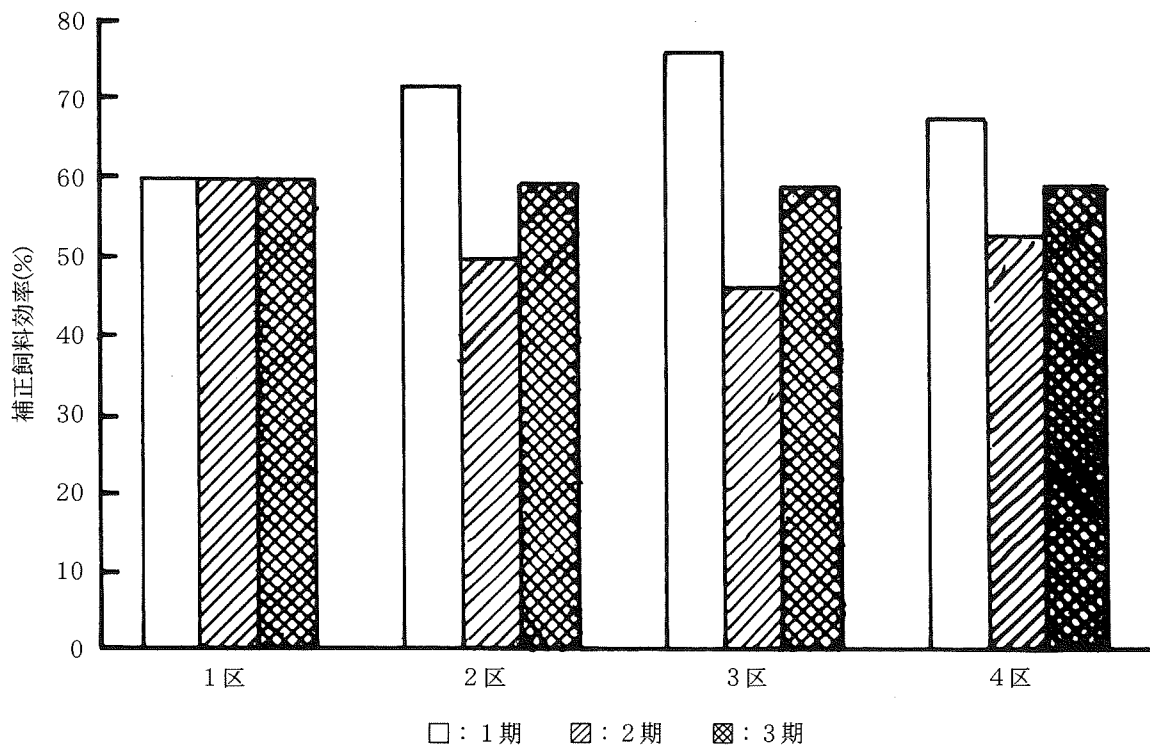


図2 補正飼料効率の推移

□ : 1期   ▨ : 2期   ▩ : 3期

補正飼料効率の推移を図2に示した。1期では代替油脂を使用した2~4区がいずれも1区を上回り、平均体重と同様の傾向を示した。一方、2期では1区が1期と変わらない安定した推移をみせたのに対し、2~4区では大幅な低下が認められ、その傾向は4区（パーム油）よりも2、3区（大豆油）で顕著になり、また代替率が大きいほど低下も大きかった。通期では1期と2期も差が相殺され、各区とも殆ど同等の数値を示した。

日間給餌率は各区とも1、2期を通じて顕著な差は認められなかったが、1区に比較して代替油脂を使用した2、3区では若干の低下が認められた。また、代替油脂の種類による差は認められなかった。

魚体測定 結果を表13に示した。肥満度は開始時に比較して顕著な変化を認めなかったが4区でやや低い値を示し、同様に比肝重も顕著な変化がみられなかったが3区でやや高い傾向にあった。

魚体成分 結果を表14に示した。筋肉では各区と

も開始時に比較して粗脂肪値の上昇がみられたが、3、4区は1、2区に比べ増加量が少ない傾向にあった。肝臓では筋肉と同様に、開始時に比較して粗脂肪値の上昇が認められ1区で顕著であった。また各区ともビタミンC、Eの減少が認められ、特にビタミンEの消耗が激しく開始時の約1/5程度にまで減少していた。

血液性状 各10尾について行った結果を表15に示したが、各区とも異常値は認められなかった。

## 考 察

摂餌状況は試験開始直後にやや食い渋りがみられたもののその後は良好となり、平均飼料効率も約60%を示すなど試験は順調に推移した。

添加魚油の20、40%を大豆油で代替した2、3区の成績は、魚油のみを使用した1区に比較してほぼ同等の数値を示し、昨年度の当才魚に引き続き2才魚においても大豆油の利用性は高いものと推察さ

表13 魚体測定

| 試験区      | 開始時        | 終了時          |              |              |              |
|----------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          |            | 1            | 2            | 3            | 4            |
| 尾数 (尾)   | 8          | 10           | 10           | 9            | 10           |
| 尾叉長 (cm) | 32.1±2.1   | 40.8±2.4     | 40.5±1.8     | 41.5±1.8     | 40.9±2.2     |
| 魚体重 (g)  | 607.0±91.1 | 1290.8±155.4 | 1257.0±161.5 | 1322.0±199.5 | 1238.0±182.5 |
| 肥満度      | 18.3±1.4   | 19.0±1.1     | 18.9±0.8     | 18.4±0.8     | 17.9±0.6     |
| 肝重 (g)   | 5.0±0.8    | 11.5±2.5     | 10.1±2.3     | 12.1±2.6     | 10.3±2.8     |
| 比肝重 (%)  | 0.8±0.1    | 0.9±0.1      | 0.8±0.1      | 0.9±0.3      | 0.8±0.2      |

表14 魚体測定

| 成分  | 試験区                | 開始時    | 終了時   |       |       |       |
|-----|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|     |                    |        | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 筋 肉 | 水分 (%)             | 69.0   | 65.0  | 65.0  | 67.1  | 67.3  |
|     | 粗タンパク質 (%)         | 21.8   | 20.6  | 20.7  | 20.6  | 21.1  |
|     | 粗脂質 (%)            | 7.3    | 12.5  | 12.3  | 10.2  | 9.9   |
|     | 粗灰分 (%)            | 1.9    | 1.7   | 1.9   | 1.8   | 1.7   |
| 肝 臓 | 水分 (%)             | 64.3   | 59.9  | 64.5  | 65.9  | 63.7  |
|     | 粗タンパク質 (%)         | 17.2   | 13.0  | 13.2  | 13.5  | 13.7  |
|     | 粗脂質 (%)            | 15.2   | 23.4  | 17.7  | 16.7  | 17.4  |
|     | 粗灰分 (%)            | 33     | 1.9   | 1.6   | 1.7   | 1.9   |
|     | 総アスコルビン酸 (mg/100g) | 30.97  | 13.09 | 19.35 | 18.62 | 15.68 |
|     | 総トコフェロール (mg/100g) | 158.80 | 37.80 | 15.20 | 26.50 | 35.20 |



表15 血液性状

| 試験区                         | 1          | 2           | 3           | 4          |
|-----------------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| ヘマトクリット値 (%)                | 41.1±3.1   | 40.5±8.6    | 35.1±9.8    | 40.7±7.9   |
| ヘモグロビン量 (g/dℓ)              | 9.7±1.1    | 8.6±2.7     | 8.3±2.8     | 8.8±1.7    |
| 赤血球数 (×10 <sup>4</sup> /μℓ) | 457.6±74.6 | 432.6±104.0 | 425.8±71.9  | 461.0±94.7 |
| 総タンパク質 (g/dℓ)               | 3.9±0.4    | 4.3±0.4     | 3.6±0.3     | 3.8±0.4    |
| グルコース (mg/dℓ)               | 129.1±21.8 | 124.5±7.2   | 127.5±18.1  | 143.7±32.4 |
| ALP (IU/ℓ)                  | 22.1±9.3   | 25.5±12.2   | 22.3±5.5    | 28.3±10.9  |
| 尿素窒素 (mg/dℓ)                | 9.1±1.2    | 8.3±1.6     | 9.7±0.8     | 9.9±1.8    |
| アミラーゼ (IU/ℓ)                | 37.9±19.0  | 32.4±17.1   | 29.4±10.6   | 24.7±13.3  |
| GOT (IU/ℓ)                  | 127.1±95.7 | 151.5±102.0 | 167.5±105.7 | 173.5±69.6 |
| GPT (IU/ℓ)                  | 19.0±7.9   | 40.3±35.9   | 55.7±101.2  | 60.0±104.0 |
| コレステロール (mg/dℓ)             | 261.0±51.7 | 274.6±20.7  | 227.6±24.7  | 244.4±27.7 |
| トリグリセライド (mg/dℓ)            | 48.1±11.1  | 39.1±17.1   | 52.4±12.7   | 52.9±14.0  |

れる。しかし、1期と2期の飼育成績に大きな逆転がみられたことから、長期飼育においては更なる検討が必要であろうと思われる。

昨年度当才魚で成長低下のみられたパーム油での40%代替については、半量を大豆油と組み合わせることにより改善されることが判明し、大豆油での40%代替と同等の成績を示した。更に、大豆油単独での代替よりも期間による成長差が少なく、これら植物油による魚油の代替においては1種単体よりも数種のコンビネーションにより、全体のバランスを整えた方が代替効果が高い可能性が示唆された。

また、最終測定における試食評価では、3、4区に高い評価が得られた。その理由としては、1区に比較して臭み（魚油臭）が少なく食べやすいとの意見が多く、添加油脂のコントロールにより品質改善が図れる可能性が示唆された。

### Ⅲ マダイ

#### 目 的

近年、マイワシ漁獲量の減少等により国産魚粉の生産が急減するなど、魚粉の価格は安定していない。魚油に関しても魚粉同様に、魚油供給量の減少および高騰の可能性が考えられる。そこで、価格不安定な魚油の代替源の利用に関する試験の一環として、魚油の代わりに大豆油を用いた試験を実施した。

#### 材料および方法

試験飼料 油脂源としてタラ魚油と大豆油を100:0の割合で添加したものを飼料1、75:25のものを飼料2、50:50のものを飼料3、25:75のものを飼料4として試験区を設定し、その配合組成を表16に示す。形状は直径約4mmのスチームドライベ

表16 試験飼料の配合組成(%)

| 試験区     | 1<br>魚油:大豆油<br>100:0 | 2<br>魚油:大豆油<br>75:25 | 3<br>魚油:大豆油<br>50:50 | 4<br>魚油:大豆油<br>25:75 |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| アジミール   | 50.00                | 50.00                | 50.00                | 50.00                |
| 大豆粕     | 15.00                | 15.00                | 15.00                | 15.00                |
| 小麦粉     | 22.50                | 22.50                | 22.50                | 22.50                |
| タラ魚油    | 7.00                 | 5.25                 | 3.50                 | 1.75                 |
| 大豆油     | —                    | 1.75                 | 3.50                 | 5.25                 |
| ビタミン混合物 | 3.00                 | 3.00                 | 3.00                 | 3.00                 |
| ミネラル混合物 | 2.50                 | 2.50                 | 2.50                 | 2.50                 |
| 計       | 100.00               | 100.00               | 100.00               | 100.00               |

表17 試験飼料の分析値

| ロット | 試験区          | 1       | 2       | 3       | 4       |
|-----|--------------|---------|---------|---------|---------|
| 1   | 粗タンパク質 (%)   | 44.99   | 44.41   | 44.35   | 44.35   |
|     | 粗脂肪 (%)      | 12.40   | 11.70   | 11.77   | 11.98   |
|     | 粗灰分 (%)      | 9.11    | 8.87    | 8.97    | 8.82    |
|     | 水分 (%)       | 10.57   | 11.73   | 11.93   | 12.12   |
|     | Σn-3HUFA (%) | 2.88    | 2.43    | 2.02    | 1.64    |
|     | DE (kcal/kg) | 3602.30 | 3525.99 | 3522.27 | 3533.86 |
|     | DE/CP        | 80.07   | 79.40   | 79.42   | 79.68   |
|     | DE/DCP       | 94.20   | 93.41   | 93.44   | 93.74   |
| 2   | 粗タンパク質 (%)   | 45.02   | 45.68   | 46.23   | 44.90   |
|     | 粗脂肪 (%)      | 12.00   | 12.37   | 12.39   | 12.37   |
|     | 粗灰分 (%)      | 9.32    | 9.22    | 9.51    | 9.24    |
|     | 水分 (%)       | 8.28    | 9.50    | 9.08    | 9.42    |
|     | Σn-3HUFA (%) | 2.61    | 2.33    | 2.02    | 1.64    |
|     | DE (kcal/kg) | 3622.62 | 3639.27 | 3658.15 | 3619.24 |
|     | DE/CP        | 80.47   | 79.67   | 79.13   | 80.61   |
|     | DE/DCP       | 94.67   | 93.73   | 93.09   | 94.83   |

表18 飼育成績

| 試験区         | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 収容尾数        | 165   | 161   | 165   | 125   |
| 斃死+取り上げ尾数   | 1     | 2     | 1     | 0     |
| 開始時平均体重 (g) | 100.8 | 102.1 | 102.3 | 98.9  |
| 終了時平均体重 (g) | 163.0 | 165.1 | 162.7 | 152.6 |
| 1尾当り増重量 (g) | 62.2  | 63.0  | 60.4  | 53.7  |
| 増重倍率        | 1.62  | 1.62  | 1.59  | 1.54  |
| 総給餌量 (g)    | 21420 | 21080 | 20740 | 19020 |
| 補正飼料効率 (%)  | 47.8  | 47.8  | 47.9  | 35.3  |
| 日間給餌率 (%)   | 1.28  | 1.28  | 1.24  | 1.57  |
| 日間成長率 (%)   | 0.61  | 0.61  | 0.59  | 0.55  |

ロットである。試験飼料の分析値を表17に示す。一般成分組成は、粗タンパク質が約45%、粗脂肪含量が約12%で差異はみられなかった。

飼育 平均体重100gのマダイ当才魚（人工種苗）を海面網生簀（3×3×3m）4面に収容し、各飼料を1日に1回、手撒きにより飽食量を給与（週1回および測定前日等は無給与）した。飼育は平成11年11月9日から平成12年1月24日まで77日間（給餌57日）行った。期間中の平均水温は17.3℃（12.4～21.8℃）であった。

測定 魚体測定と魚体成分（筋肉、肝臓）は試験開始時と終了時に、また血液性状は終了時前日に測定した。

## 結 果

飼育成績 飼育成績を表18、平均体重の推移を図3に示した。魚体重は各区とも1.5倍以上に増大していた。1尾当たりの増重量は、タラ魚油の添加割合の高い1、2区62.2、63.0gに対し、タラ魚油と大豆油を50：50配合した3区では60.4gと類似した値が得られたが、大豆油添加割合が高い4区では53.7gと低い値を示した。補正飼料効率は1～3区で約48%と良い成績が得られた。

魚体測定 各10尾について行った結果を表19に示した。肥満度は試験区によって若干のバラツキがみられるが、飼育成績との関連は認められなかった。

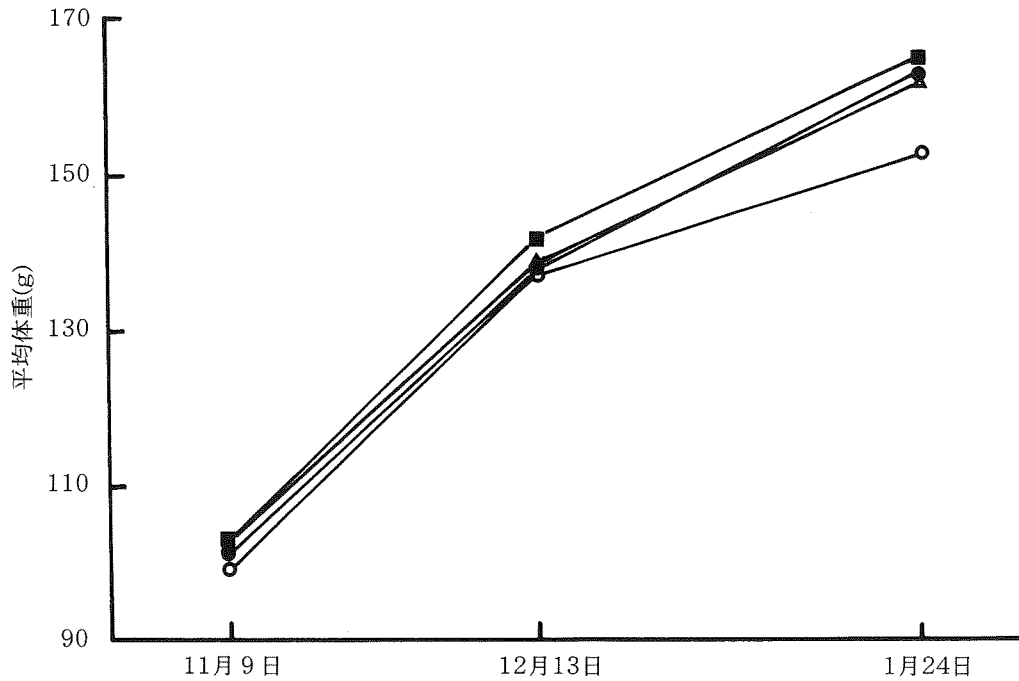


図3 平均体重の推移

● : 1区 ■ : 2区 ▲ : 3区 ○ : 4区

表19 魚体測定

| 試験区      | 開始時       | 終了時        |            |            |            |
|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|          |           | 1          | 2          | 3          | 4          |
| 魚体重 (g)  | 94.5±11.4 | 165.3±17.6 | 160.8±34.7 | 167.0±23.0 | 171.5±23.8 |
| 尾叉長 (cm) | 15.8±0.53 | 19.2±0.61  | 19.0±1.18  | 19.4±0.85  | 19.2±0.76  |
| 肥満度      | 24.0±1.14 | 23.4±1.32  | 23.4±1.60  | 22.9±1.96  | 24.2±1.61  |
| 肝臓重量 (g) | 2.1±0.45  | 2.9±0.58   | 2.9±0.48   | 3.0±0.46   | 3.0±0.54   |
| 比肝重      | 2.22±0.31 | 1.77±0.30  | 1.79±0.66  | 1.79±0.29  | 1.76±0.24  |

比肝重値はどの区も開始時より低い値を示し、また各区とも肝臓重量および比肝重値に大きな差異はみられなかった。

魚体成分 結果を表20に示した。筋肉ではどの項目も開始時と比較して大きな差はみられなかった。

肝臓では開始時と比べ、各区とも水分と粗タンパク質含量は増加していたが、粗脂肪と粗糖質含量は減少していた。また、ビタミンC含量は1～3区はほぼ同じような値で増加したが4区は減少であり、ビタミンE含量は各区とも差はあるが増加を示した。なお、終了時の肝臓は緑肝症のものが各区とも1～2尾ずつみられたが、これは水温低下による摂餌量

の減少などが原因ではないと思われる。

血液性状 各10尾について行った結果を表21に示した。ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、赤血球数、総タンパク質およびグルコースには著しい差異は認められなかったが、4区のGOTおよびGPT値が高かった。

### 考 察

今回の試験では、補正飼料効率は1～3区とも同様の値を示したことから、マダイ当才魚(100～150g)において飼料魚油の一部を大豆油に置き換え可能であることが分かった。また、大豆油の添加

表20 魚体成分

| 成分 | 試験区           | 開始時   | 終了時   |       |       |       |
|----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    |               |       | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 筋肉 | 水分 (%)        | 73.2  | 73.1  | 73.4  | 73.4  | 74.5  |
|    | 粗タンパク質 (%)    | 20.3  | 21.2  | 21.5  | 21.0  | 21.5  |
|    | 粗脂質 (%)       | 4.6   | 4.2   | 3.8   | 3.9   | 3.7   |
|    | 粗糖質 (%)       | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   | 0.4   |
| 肝臓 | 水分 (%)        | 60.0  | 70.0  | 70.9  | 71.2  | 70.9  |
|    | 粗タンパク質 (%)    | 10.4  | 12.2  | 12.4  | 12.7  | 12.4  |
|    | 粗脂質 (%)       | 17.3  | 9.5   | 8.8   | 9.1   | 10.1  |
|    | 粗糖質 (%)       | 15.3  | 9.7   | 9.4   | 8.0   | 8.0   |
|    | ビタミンC (mg/kg) | 46.0  | 51.0  | 50.0  | 50.0  | 45.0  |
|    | ビタミンE (mg/kg) | 243.0 | 303.1 | 291.7 | 324.6 | 309.0 |

表21 血液性状

| 試験区                         | 1          | 2          | 3          | 4           |
|-----------------------------|------------|------------|------------|-------------|
| ヘマトクリット値 (%)                | 31.5±7.4   | 34.1±4.0   | 31.6±2.0   | 29.4±5.0    |
| ヘモグロビン量 (g/dℓ)              | 4.6±0.5    | 4.9±0.6    | 4.6±0.4    | 4.7±0.6     |
| 赤血球数 (×10 <sup>4</sup> /μℓ) | 341±78     | 337±73     | 332±60     | 354±81      |
| 総タンパク質 (g/dℓ)               | 3.4±0.4    | 3.6±0.3    | 3.4±0.2    | 3.3±0.3     |
| グルコース (mg/dℓ)               | 58.1±6.1   | 62.5±27.2  | 54.3±9.8   | 58.7±9.8    |
| ALP (IU/ℓ)                  | 39.9±28.5  | 68.8±87.1  | 30.7±21.1  | 30.2±28.4   |
| 尿素窒素 (mg/dℓ)                | LOW        | —          | —          | LOW         |
| アミラーゼ (IU/ℓ)                | —          | —          | —          | LOW         |
| GOT (IU/ℓ)                  | 75.5±51.8  | 71.9±48.2  | 115.1±75.3 | 165.8±113.6 |
| GPT (IU/ℓ)                  | 36.2±63.8  | 729±101.8  | 64.4±138.6 | 102.9±144.6 |
| コレステロール (mg/dℓ)             | 177.6±16.6 | 214.9±22.9 | 198.1±26.6 | 193.8±27.0  |
| トリグリセライド (mg/dℓ)            | 129.6±50.7 | 144.6±28.3 | 151.3±41.9 | 135.4±29.6  |

割合の許容値については、本試験条件下では添加油中50%であった。今後は更に試験データを集積する必要がある。

## 文 献

- 1) 木村創 (1998)：ブリ育成用配合飼料開発試験。平成9年度和歌山県水産増殖試験場報告第30号，36-40。
- 2) 竹内照文 (1999)：ブリ育成用配合飼料開発試験。平成10年度和歌山県農林水産総合技術センター水産増殖試験場報告第31号，30-35。