

ホワイトフィッシュミールとブラウンフィッシュミールを使用した配合飼料により飼育されたサケ稚魚の成長と脂質含量の変化

伊藤二美男^{*1}・野本具視^{*2}

^{*1} 062-0922 北海道札幌市豊平区中の島2-2 さけ・ます資源管理センター増殖管理課

^{*2} 090-0018 北海道北見市青葉町6-8 さけ・ます資源管理センター北見支所

キーワード：飼料，ホワイトフィッシュミール，ブラウンフィッシュミール

はじめに

サケ・マス類の飼育に使用される配合飼料には、動物性蛋白質としてフィッシュミールが使用されている。フィッシュミールにはホワイトフィッシュミールとブラウンフィッシュミールがあるが、サケ稚魚飼育用配合飼料においては主としてスケトウダラを原料とするホワイトフィッシュミールを配合飼料の原料として使用してきた。

ホワイトフィッシュミールは、従来から漁獲直後に船上において鮮度の良い状態で処理され、さらにスチームドライ法の採用により魚類用の配合飼料原料として良好な品質を有しているフィッシュミールであった。これに対してブラウンフィッシュミールは、供給が開始された当初は漁獲された原魚をミールに加工するまでの処理が悪く、乾燥も直火型の乾燥機が多く用いられるなど低品質なフィッシュミールであった。配合飼料の開発当初には配合飼料に添加可能な抗酸化剤が存在しなかったこともあり、ブラウンフィッシュミールは魚類飼育用配合飼料原料には適さないとの評価を受けていた。

近年、ホワイトフィッシュミールの主原料であるスケトウダラの不漁により、ホワイトフィッシュミール価格が上昇する傾向にあり、それに伴い配合飼料価格も年々上昇する傾向を示している。飼育に使用する配合飼料の価格および供給量の安定を図ることは計画的な種苗生産を進める上で重要な要因である。ホワイトフィッシュミールの供給状況が安定した状況において、ブラウンフィッシュミールもサケ稚魚の飼育配合飼料の原料として使用することが可能であれば、配合飼料単価の引き下げも可能になる。

1977年*以降、ホワイトフィッシュミールに替わる動物性蛋白質として、ブラウンフィッシュミールについても様々な取り組みが行われ、フィッシュミールの品質については外山ら（1984）により検討されている。また、佐藤ら（1984）はブラウンフィッシュミールを用いた配合飼料でニジマスおよびコイを飼育し成長を検討した結果、対照区としたホワイトフィッシュミールを配合した飼料との差が認められなかったことを報告している。

しかし、従来の報告において使用されたブラウンフィッシュミールは、前述したとおり漁獲から加工までの原魚の鮮度及び乾燥方法等が、現在流通しているフィッシュミールとは処理方法や品質が大きく異なっている。現在流通しているブラウンフィッシュミールのサケ稚魚飼育用配合飼料への応用評価を行うにはさらなる検討が必要である。

本報告ではブラウンフィッシュミールとホワイトフィッシュミールを原料とするサケ稚魚飼育用配合飼料を製造し、サケ稚魚の飼育試験を行い、成長を比較した結果を報告する。

材料及び方法

供試魚 平成11年10月18日、斜里川に遡上したサケから採卵・受精した卵をふ化させたサケ稚魚を用いた。サケ稚魚は、斜里事業所において浮上まで管理された後、北見支所付属施設へ活魚輸送し試験に供した。

試験配合飼料 試験配合飼料はオリエンタル酵母工業株式会社において製造した。飼料Ⅰではホワイトフィッシュミールを、飼料Ⅱはペルー産ブラウンフィッシュミール、飼料Ⅲにはチリ産ブラウンフィッシュミールを飼料原料フィッシュミールとして使用した。各試験飼料の成分組成を表1に示した。試験配合飼料の総脂質含量は飼料Ⅰで6.2%、飼料Ⅱで6.9%、飼料Ⅲで6.5%であった。

表1. 試験飼料の成分組成

項目	飼料Ⅰ	飼料Ⅱ	飼料Ⅲ
魚粉	60%	60%	60%
小麦粉	25%	25%	25%
その他*	10%	10%	10%
プレミックス**	5%	5%	5%

* : その他10%の内訳（大豆かす4%、米糠2%、飼料酵母2.5%、大豆油1.5%）

** : プレミックス5%の内訳（各種ビタミン、ミネラル）

* 月刊アクアネット. 2001. 主原料としての魚粉の変遷. Vol. 4, No. 12.

供試魚の総脂質含量の定量 総脂質測定用の供試魚は、魚体測定時に100尾を抽出し、分析まで-80℃に冷凍保存した。総脂質はクロロホルム・メタノールを用いて Folch の方法を改変した吉中・佐藤 (1989) の方法で抽出後求めた。有意差の検定 各試験区の尾叉長、体重、肥満度について有意差を一元配置で Repeated measures を用いて検定した。

試験 I. 3種の試験飼料による飼育試験

飼育方法 さけ・ます資源管理センター北見支所付属施設において、飼料 I を与えた区（以下試験区 I）、飼料 II を与えた区（以下試験区 II）、飼料 III を与えた区（以下試験区 III）の3区を設定した。FRP 製飼育水槽（幅0.69 m、長さ3.40 m、面積2.346 m²）を用い、供試魚の収容尾数は12,330尾、注水量は30 L/分、飼育水深は38 cm とした。給餌率は体重の3%として各測定日に補正した。

試験期間 試験は3月6日から5月1日までの56日間実施した。

尾叉長、体重、総脂質含量の測定 10日毎に100尾について、尾叉長、体重を測定し肥満度（ $\text{体重} \div \text{尾叉長}^3 \times 1000$ ）を求めた。測定後の魚体について総脂質含量を測定した。

給餌方法 1日に体重の3%の重量の試験飼料を2回に分け給餌した。

試験 II. 3種の試験飼料で飼育した稚魚の飢餓試験

飢餓試験方法 試験 I の飼育試験終了後、試験区 I、試験区 II、試験区 III の稚魚を供試魚として、以後、飼料を与えず管理した。試験 I と同一の飼育水槽を用い、供試魚の各区の収容尾数は11,500尾、注水量は30 L/分、飼育水深は38 cm とした。

試験期間 試験は5月1日から6月1日までの30日間実施した。

尾叉長、体重、総脂質含量の測定 10日毎に100尾について、尾叉長、体重を測定し肥満度（ $\text{体重} \div \text{尾叉長}^3 \times 1000$ ）を求めた。測定後の魚体について総脂質含量を測定した。

結 果

試験 I. 3種の試験飼料による飼育試験

尾叉長、体重、肥満度の変化 飼育試験における尾叉長、体重、肥満度の変化を表2、図1に示した。飼育試験終了時には試験区 III が試験区 I、試験区 II より尾叉長、体重、肥満度において高い値を示した。尾叉長、体重、肥満度

の有意差を一元配置で Repeated measures を用いて検定したところ、試験区 I と試験区 III において有意差が認められた。

尾叉長は、飼育開始後、約1ヶ月まで各試験区ともほぼ同じ値を示し、その後差が生じてきた。給餌試験終了時まで、試験区 II と試験区 III の間には、差は殆ど無く、試験区 I の成長の遅れが目立った。

体重は、各試験区とも成長差が顕著に現れ、図1に示したとおり各試験区に成長差が約1旬開く結果となった。特に試験区 I と試験区 III とは、約2旬の開きがあった。

表2. 給餌試験期間中の魚体測定結果。() は標準偏差。

経過日数	月日	区分	尾叉長(cm)	体重(g)	肥満度
0日	3月6日	試験区 I	3.9 (0.14)	0.36 (0.040)	6.19 (0.516)
		試験区 II	3.9 (0.15)	0.35 (0.043)	6.17 (0.482)
		試験区 III	3.9 (0.15)	0.37 (0.044)	6.22 (0.591)
10日	3月16日	試験区 I	4.0 (0.17)	0.46 (0.071)	7.11 (0.664)
		試験区 II	4.0 (0.16)	0.44 (0.071)	6.82 (0.586)
		試験区 III	4.0 (0.15)	0.45 (0.061)	7.03 (0.578)
21日	3月27日	試験区 I	4.5 (0.23)	0.56 (0.094)	6.24 (0.472)
		試験区 II	4.5 (0.20)	0.56 (0.091)	6.14 (0.509)
		試験区 III	4.6 (0.24)	0.59 (0.102)	6.18 (0.470)
30日	4月6日	試験区 I	4.7 (0.27)	0.67 (0.123)	6.40 (0.408)
		試験区 II	4.7 (0.28)	0.70 (0.137)	6.46 (0.476)
		試験区 III	4.8 (0.24)	0.72 (0.124)	6.52 (0.462)
41日	4月17日	試験区 I	5.1 (0.35)	0.89 (0.184)	6.60 (0.415)
		試験区 II	5.2 (0.37)	0.93 (0.206)	6.58 (0.416)
		試験区 III	5.3 (0.32)	1.00 (0.182)	6.70 (0.377)
48日	4月24日	試験区 I	5.2 (0.34)	1.00 (0.201)	6.84 (0.495)
		試験区 II	5.4 (0.38)	1.09 (0.239)	6.85 (0.425)
		試験区 III	5.5 (0.36)	1.16 (0.234)	6.99 (0.479)
55日	5月1日	試験区 I	5.4 (0.39)	1.10 (0.234)	6.92 (0.479)
		試験区 II	5.5 (0.39)	1.21 (0.260)	7.15 (0.528)
		試験区 III	5.6 (0.40)	1.31 (0.276)	7.51 (0.583)

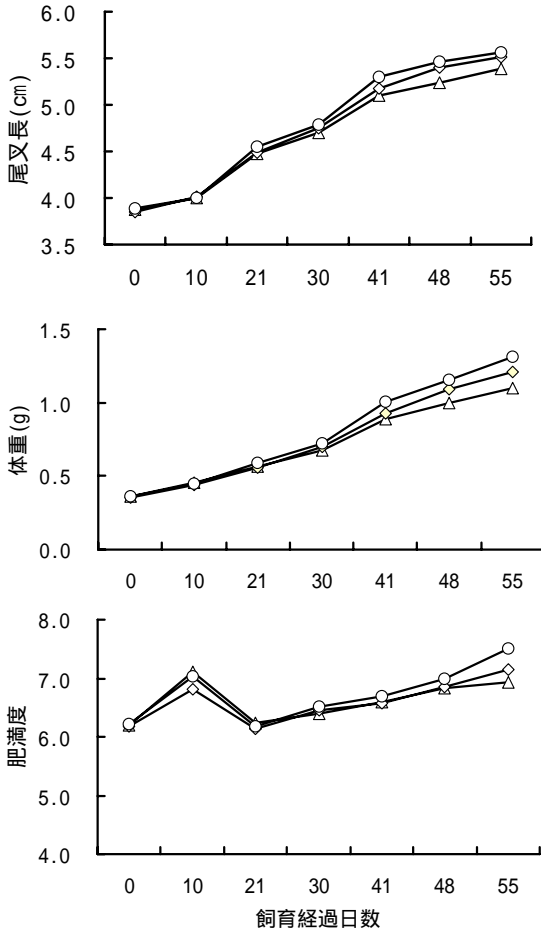


図1. 給餌試験期間中の尾叉長, 体重, 肥満度の変化. ○は試験区 I, ◇は試験区 II, △は試験区 III.

総脂質含量の変化 飼育試験中の脂質含量の変化を図2に示した。各試験区の変化は試験開始から30日目まで同様の変化を示し、41日目に試験区IIの減少、55日目に試験区IIIが増加している以外、各試験区とも変化に大きな差はなかった。

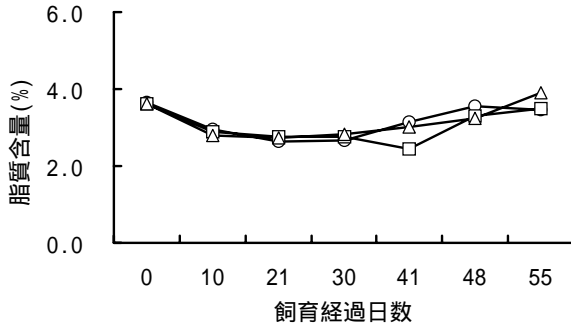


図2. 給餌試験期間中の脂質含量の変化。○は試験区 I，□は試験区 II，△は試験区 III。

試験 II. 3種の試験飼料で飼育した稚魚の飢餓試験

尾叉長、体重の肥満度の変化 各試験区の尾叉長、体重、肥満度の変化を表3、図3に示した。試験開始後、各区とも減少傾向を示し、試験終了時には尾叉長、体重において、各試験区とも同様の値を示した。

表3. 飢餓試験期間中の魚体測定結果。()は標準偏差。

経過日数	月日	区分	尾叉長(cm)	魚体重(g)	肥満度
0日	5月1日	試験区 I	5.4 (0.39)	1.10 (0.234)	6.92 (0.479)
		試験区 II	5.5 (0.39)	1.21 (0.260)	7.15 (0.528)
		試験区 III	5.6 (0.40)	1.31 (0.276)	7.51 (0.583)
11日	5月12日	試験区 I	5.3 (0.32)	0.93 (0.182)	6.16 (0.458)
		試験区 II	5.6 (0.35)	1.11 (0.226)	5.70 (0.435)
		試験区 III	5.5 (0.36)	1.08 (0.245)	6.25 (0.743)
21日	5月22日	試験区 I	5.3 (0.32)	0.86 (0.190)	5.59 (0.455)
		試験区 II	5.4 (0.38)	0.93 (0.211)	5.70 (0.440)
		試験区 III	5.5 (0.32)	0.97 (0.195)	5.65 (0.453)
31日	6月1日	試験区 I	5.4 (0.36)	0.83 (0.189)	5.18 (0.429)
		試験区 II	5.4 (0.33)	0.82 (0.181)	5.70 (0.446)
		試験区 III	5.4 (0.31)	0.84 (0.187)	5.24 (0.448)

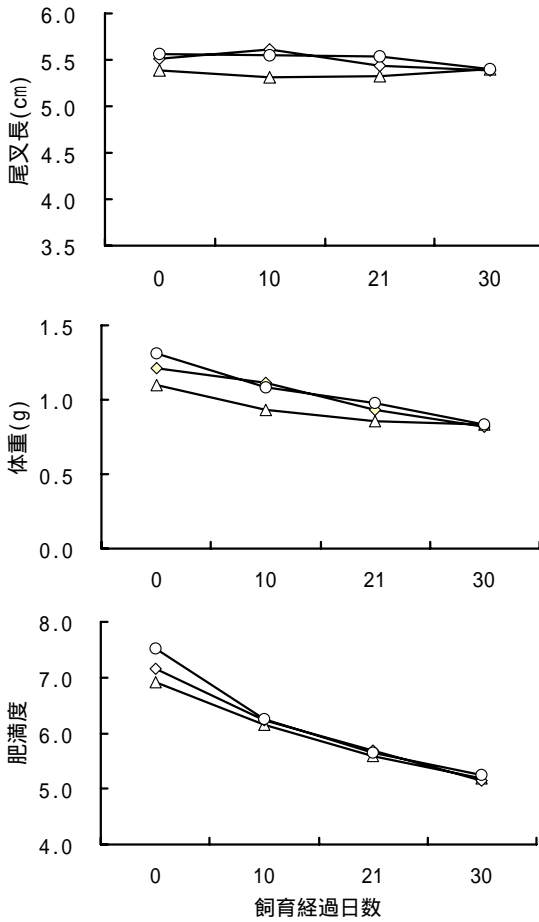


図3. 飢餓試験期間中の尾叉長, 体重, 肥満度の変化. ○は試験区 I, ◇は試験区 II, △は試験区 III.

総脂質含量の変化 試験中の脂質含量の変化を図4に示した。飢餓試験中も各試験区の変化に大きな差はなかった。

生存率 試験中の斃死尾数は、試験区 I が134尾、試験区 II が101尾、試験区 III が83尾となり、成長の最も良かった試験区 III の生存率が高い結果となった。

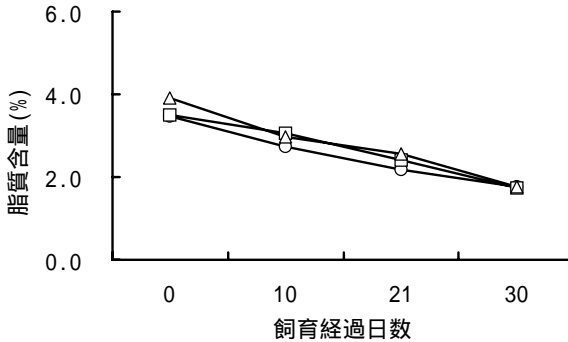


図4. 飢餓試験期間中の脂質含量の変化。△は試験区 I，□は試験区 II，◇は試験区 III。

考 察

本試験の飼育試験の結果から、ブラウンフィッシュミールを動物蛋白原料として製造した配合飼料は、ホワイトフィッシュミールを使用した配合飼料より良好な成長効果を示すことが明らかになった。ブラウンフィッシュミールはホワイトフィッシュミールより脂質含量が高いことが従来から指摘されている。本報告では試験飼料の製造時にミールの配合比率を各試験飼料とも同一の25%としたため、試験飼料の脂質含量がブラウンフィッシュミールを使用した試験区 III 試験区 II において試験区 I より0.5-0.7%高い値となった。飼育試験の終了時において試験区 III および試験区 II が試験区 I より良好な成長を示した理由は、飼育飼料中の高い脂質含量により、エネルギー源として使用される飼料中のタンパク質が節約された効果によるものと考えられる。

飼育試験に継続して実施した飢餓試験においてもブラウンフィッシュミールを原料とした配合飼料で飼育した稚魚が高い飢餓耐性を示した理由も飼育終了時に脂質の蓄積が高いことによると推定される。脂質はタンパク質や糖質の約2倍の熱量を有しており、飢餓時には脂質の蓄積は蛋白質の消費を抑制

する効果が大きく、飢餓耐性の向上に有効である。

近年ブラウンフィッシュミールの品質は向上し、安定した品質のミールが量的にも安定して供給される体制が確立されている。ブラウンフィッシュミールはホワイトフィッシュミールに比べて原魚の鮮度等により、製造されるミールに優劣が出やすいことが奥積ら（1983）により報告されている。特にブラウンフィッシュミールに含まれる遊離ヒスチジンやヒスチジンから生成されるヒスタミンが、サバの胃や腸管に著しい病変を起こすことが報告されている（大竹ら、1977）。配合飼料原料の動物蛋白として、ホワイトフィッシュミールをブラウンフィッシュミールに替えても、サケ稚魚の成長に悪影響がないことは本試験により明らかにされたと推定されるが、前述した遊離ヒスチジンを指標としての原料となるブラウンフィッシュミールの品質管理は不可欠である。原料となるブラウンフィッシュミール中のヒスチジン含量と成長の関連を明確にし、原料の品質基準を明確にすることも、ブラウンフィッシュミールを原料とする配合飼料の安全性を確保するためには不可欠と考える。

現状ではブラウンフィッシュミールの価格はホワイトフィッシュミールの50-70%程度であり、原料をブラウンフィッシュミールに変更することにより配合飼料の低価格化を図ることができる。

最後に、今回の試験結果により、飼料原料としてのブラウンフィッシュミールの利用は問題ないと考えるが、事業規模で実施した場合、飼育環境等の影響も把握する必要があると考え、今後は事業規模での実証試験を実施する必要がある。

謝 辞

試験飼料の作成について協力して下さったオリエンタル酵母株式会社植村稔氏、試験魚等の分析及びご指導戴いたさけ・ます資源管理センター調査研究課野村哲一氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 奥積昌世・外山健三・山中英明・長野正寛．1984．フィッシュミールの原料に存在するヒスタミン生成菌，日水誌，50(5)，883-888．
大竹茂夫・前田利真・福井公一．1977．サバにおけるヒスタミン代謝に関する生化学的研究，日水誌，43(4)，477-488．

- 佐藤秀一・竹内俊郎・渡辺 武・星 昌和・外山健三．1984．養魚飼料タンパク源としてのスクラップミールの栄養価，日水誌，50(12)，2077-2083．
- 外山健三・星 昌和・高嶋裕一・佐藤秀一・竹内俊郎・渡辺 武．1984．養魚用タンパク源としての沿岸スクラップミールの品質の化学的評価，日水誌，50(12)，2065-2075．
- 吉中禮二・佐藤守．1989．水産化学実験法．恒星社恒星閣，東京，136p．