

## ブリ用ドライペレットにおける魚粉代替タンパク質 としての魚類残滓ミールの利用性

青木秀夫・田中真二・清水康弘・山形陽一\*<sup>1</sup>・舞田正志\*<sup>2</sup>・渡邊 武\*<sup>2</sup>

Potential of Scrap Fish Meal as Partial or Total Replacement of Fish Meal  
in Extruded Pellets for Young Yellowtail

Hideo AOKI, Shinji TANAKA, Yasuhiro SHIMIZU, Yoichi YAMAGATA,  
Masashi MAITA, and Takeshi WATANABE

### Abstract

The potential of scrap fish meal (SFM), produced from fish wastes as raw material, as partial or total replacement of fish meal in extruded high energy diets was studied with young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. In Expt. I, fish weighing about 130 g on average were fed the control fish meal diet and test diets containing SFM with or without soybean meal (replacing 50 % of fish meal) for 50 days. In Expt. II, fish weighing about 200 g were fed the control and non-fish meal diets containing SFM combined with or without other protein ingredients for 39 days.

Expt. I: There was no marked difference in growth rate and feed gain ratio between the control and SFM diet groups. The results of hemochemical assessments have indicated that fish fed the SFM diets were in good health condition, as well as the control group. These results have shown that 50 % of fish meal can be replaced by SFM in the diet for yellowtail without any ill effect.

Expt. II: Fish fed the SFM diets showed a slight reduction in growth and feed performance compared to the control group. Moreover, the health condition of fish fed the control diet was better than that of the fish fed the non-fish meal diet containing SFM with other proteins. A slightly poor feed performance induced by the total replacement of fish meal by SFM alone or with other proteins might be due to reduced dietary protein and energy levels and lack of some essential amino acids.

近年、わが国のマイワシ漁獲量の急減に伴って、海産養魚用配合飼料の主タンパク質源である魚粉の国内生産量も減少しており、魚粉の供給は海外からの輸入に頼らざるを得なくなっている。輸入魚粉への依存度が高くなれば国内への供給は世界的な魚粉の需給動向に大きく影響されることとなり、量的な確保はもちろん品質および価格の面でも不安定な要素が増大する。このような状況に対処するため、魚粉代替タンパク質の利用の検討が進められており、これまでの研究から大豆油粕、コーングルテンミール、ミートミールなどについては飼料原料としての配合許容量が報告されている (Watanabe *et al.*

1992, Viyakarn *et al.* 1992, 示野ら 1992, 1993, 渡邊ら 1995, Aoki *et al.* 1996, 1997)。ブリ用ドライペレット (Extruded pellet, 以下EP) における代替タンパク質の利用については、筆者らの研究により、大豆油粕を30% (魚粉代替率55%) 程度、また上述の3種類の原料を併用して47% (代替率62%) 程度配合でき、魚粉含量の半分以上を代替タンパク質に置き換えられることが明らかとなっている (Watanabe *et al.* 1992, Viyakarn *et al.* 1992, 渡邊ら 1995)。本研究では魚粉代替タンパク質源の探索の一環として、廃棄物の有効的な再利用 (リサイクル) の観点から、魚類の加工・調理残滓を原料に

\* 1 現所属：農林水産経営企画課

\* 2 東京水産大学資源育成学科

製造した残滓ミール (Scrap fish meal, 以下SFM) をとりあげ、ブリ用EPにおける利用性について検討した。

## 材料および方法

### 残滓ミール

本研究に供したSFMは、関東地方の魚市場や魚類加工事業場および魚小売店等から廃棄物として回収した魚類の非可食部 (主に魚頭部, 内臓, 骨, 鱗, 皮膚) を原料として製造したものである (三幾飼料工業株式会社製)。試験飼料 (試験 I) の原料に用いたSFM (タンパクレベル60%規格) の一般成分の分析値をTable 1に示す。

**Table 1.** Nutrient content (%) of the scrap fish meal (SFM) (Expt. I)

Crude protein	63.3
Crude lipid	7.6
Crude ash	21.4
Moisture	6.8

SFMの一般成分は、日本標準飼料成分表 (1995年版) に示されたタンパクレベルが60%の魚粉の成分値とほぼ

同程度であった。メーカーからの私信によると、SFMの一般成分は年間を通して安定しており、粗タンパク質含量は65%前後、粗脂肪含量は7~8%程度、粗灰分含量は20%前後で、アミノ酸組成についてもSFMと魚粉との間に大差はないとのことであった。

### 試験飼料

試験飼料の配合組成および一般成分の分析値をTable 2に示す。本研究では試験飼料の魚粉含量を変えて飼育試験を2回実施した。試験 I では、試験飼料の魚粉含量を35% (魚粉代替率50%) とした。魚粉含量が67%の飼料を対照区 (1区) とし、2区ではSFMのみを35%、3区ではSFM26%と大豆油粕10%を配合した飼料を用いた。試験 II では、魚粉を無配合とした試験飼料を用いた。対照区 (1区) の飼料は試験 I と同様とし、2区ではSFMのみを70%、3区ではSFM (35%) と大豆油粕、コーングテンミール、ミートミールおよびフェザーミールを併せて67%配合した飼料を用いた。これらの原料の他にバインダーとして小麦粉、ビタミン混合物、ミネラル混合物および脂質源としてタラ肝油をそれぞれ必要量配合した (米 1978, 竹田 1985)。なお、試験飼料はいずれも二軸エクストルーダーで製造したEPである。

**Table 2.** Composition of the experimental extruded pellets (EP) containing SFM for yellowtail

Ingredient(%)	Experiment I			Experiment II		
	Diet no.			Diet no.		
	1	2	3	1	2	3
Fish meal	67	35	35	67	0	0
Scrap fish meal	0	35	26	0	70	35
Defatted soybean meal	0	0	10	0	0	7
Corn gluten meal	0	0	0	0	0	10
Meat meal	0	0	0	0	0	10
Krill meal	0	0	0	0	0	5
$\alpha$ -Starch	8	8	8	8	10	10
Wheat flour	5	0	0	5	0	0
Vitamin mixture	} 7	{ 2	2	} 7	{ 5	5
Mineral mixture		{ 3	3		{ 3	3
Feed oil	13	17	17	13	12	15
<i>Nutrient contents determined (% as is basis)</i>						
Crude protein	46.0	44.2	45.5	45.0	42.6	41.8
Crude lipid	18.7	21.6	20.3	19.9	16.0	18.3
Crude ash	9.0	13.0	11.6	9.1	17.6	11.7
Moisture	9.1	6.3	5.8	8.7	9.8	9.3
<i>Dry matter basis(%)</i>						
Crude protein	50.6	47.2	48.3	49.3	47.2	46.1
Crude lipid	20.6	23.1	21.5	21.8	17.7	20.2
Crude ash	9.9	13.9	12.3	10.0	19.5	12.9

飼料の一般成分をみると、試験Ⅰでは試験飼料と対照飼料との間で粗タンパク質含量に大差はなかったものの、粗脂肪含量は試験飼料の方がやや高かった。一方、試験Ⅱに用いた試験飼料の粗タンパク質および粗脂肪含量はいずれも対照飼料に比べて低かった。試験Ⅱの試験飼料では試験Ⅰに用いた残滓ミールの一般成分値を参考にして対照飼料と同程度の粗タンパク質および粗脂肪含量となるように配合設計したが、SFM70%飼料（2区）の粗脂肪含量は16.0%で対照区（19.9%）との差が大きかった。これは、試験Ⅱに用いたSFMの粗脂肪含量がやや低かったためであると推察された。粗灰分含量については試験ⅠおよびⅡとも試験飼料の方が対照飼料に比べてやや高かった。

#### 供試魚および飼育条件

試験ⅠおよびⅡともに、飼育試験は三重県尾鷲湾内に設置した三重県水産技術センター尾鷲分場の海面小割生簀（3×3×3m）を用いて行った。両試験とも供試魚にはブリ *Seriola quinqueradiata* 0歳魚を用いた。給餌は1日1回午前中に行い、1週間に1～2日間無給餌の日を設けた。給餌量は供試魚の摂餌状態を観察してほぼ飽食量とした。各試験の供試魚の大きさ、飼育尾数、試験期間および水温範囲は次のとおりである。

試験Ⅰ：供試魚には、市販のブリ用EPを給餌して予備飼育した平均体重約130gのブリを用いた。飼育期間は1993年8月4日から10月17日までの75日間で、その間の試験飼料の給餌日数は50日間であった。各区の供試尾数は350尾とした。試験期間中の養殖場の水深2mの水温は21.8～27.3℃の範囲にあり、平均水温は24.2℃であった。

試験Ⅱ：供試魚は平均体重約200gのブリで、試験Ⅰと同様に試験開始前に市販のブリ用EPを給餌して予備飼育したものである。飼育期間は1994年8月8日から10月5日までの59日間で、給餌日数は39日間であった。試験開始時の各区の供試尾数は300尾とし、9月5日に飼育密度を調整するため各区より任意に供試魚を取り上げて245尾とした。試験期間中の水温は23.4～29.6℃で、平均水温は26.8℃であった。

#### 魚体測定および一般成分の分析方法

試験ⅠおよびⅡとも、試験開始時およびそれ以後3～5週間ごとに各区の全魚体重を測定して平均体重を算出した。また試験開始時および終了時に各区から5尾ずつ任意に取り上げて内臓諸器官（肝臓、胃、幽門垂、腸管）

の所見を観察するとともにその重量を測定し、体重比を求めた。試験Ⅱの終了時には取り上げた供試魚の筋肉（第一背鰭下の背肉）と肝臓の一般成分を分析した。水分は90℃乾燥法、粗タンパク質はセミマイクロケルダール法により定量した全窒素に6.25を乗じる方法、粗脂肪はエチルエーテル抽出法、粗灰分は550℃直接灰化法によって分析した。

#### 血液検査

試験ⅠおよびⅡの終了時にそれぞれ5尾および10尾ずつ各試験生簀から手網で任意にすくい上げ、ヘパリン処理したプラスチック製のシリンジ（注射針：19G）を用いて、心臓穿刺により採血した。採血後2時間以内にヘマトクリット値（Ht）を微量毛細管法によって測定するとともに、3000回転で15分間の遠心分離によって血漿を得た。また試験Ⅱではヘモグロビン量（Hb）もSLS法により測定した。血漿サンプルは-80℃で凍結保存し、適時、東京水産大学水族生理学研究室で血漿化学成分を既報（Watanabe *et al.* 1992）の方法によって測定した。

## 結 果

#### 飼育成績

飼育成績をTable 3に示す。

試験Ⅰ：供試魚の摂餌状態は全区とも良好で、SFMを原料として配合したことによって摂餌状態が悪化することはなかった。給餌量および日間給餌率にも各区の間に殆ど差はなかった。試験終了時の平均体重は、SFMのみを35%配合した飼料を用いた2区が352gと最も優れていたが、対照区（魚粉飼料区）で341g、3区で334gと3試験区の間で大差はなかった。増肉係数も2区が1.37と最も優れていたが、対照区で1.41、3区で1.47とほぼ同程度であった。試験期間中に各区に若干の死亡魚がみられたが、これらは主に腸球菌症によるものであった。

試験Ⅱ：各区の給餌量はほぼ同量であったものの、3区の摂餌状態は試験開始当初から他区に比べてやや劣る傾向がみられた。試験終了時の平均体重は、対照区が448gと最も優れ、次いで2区が401gで3区が390gと最も劣った。対照区の増重量を100%とした場合、2区および3区の増重量はそれぞれ86%および80%であった。増肉係数も成長と同様に対照区が最も優れ、2区および3区ではやや劣った。試験期間中にみられた死亡魚数は各

区とも1～2尾で死亡率は1%以下であった。

#### 内臓所見および臓器重量の体重比

測定結果をTable 4に示す。

試験Ⅰ：試験終了時に各区から取り上げた供試魚の外観および内臓の諸器官には、肉眼的に異常はみられなかった。臓器重量の体重比を区間で比較すると、肝臓の体重比は2区および3区がともに対照区より高く、両区とも対照区との間に有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた。胃の体重比は各区とも大差なかった。腸管の体重比は対照区

が他区より高かったが有意差は認められなかった。

試験Ⅱ：試験終了時に各区から取り上げた供試魚の外観および内臓の諸器官には、試験Ⅰと同様に肉眼的な異常はみられなかった。内臓諸器官のうち、肝臓の体重比は各区とも1.8%前後でほぼ同じであった。胃の体重比は2区が低く、対照区との間に有意差が認められた。幽門垂と腸管では対照区と2区との間に差はなかったが、3区は両区に比べて高い値を示しており腸管では対照区との間に有意差が認められた。

**Table 3.** Growth and feed gain ratio of yellowtail fed the experimental EP containing SFM in net cages

Diet no.	Av. body wt. (g)		Growth rate (%)	Feed gain ratio* <sup>1</sup>	Daily feed intake* <sup>2</sup>	Mortality (%)
	Initial	Final				
<i>Experiment I</i>						
<i>Aug. 4 ~ Aug. 24 (16 days feeding)</i>						
1	131.9	181.8	37.7	0.98	2.11	0.0
2	130.9	181.4	37.9	0.98	2.12	2.2
3	131.9	180.6	37.0	1.00	2.11	0.0
<i>Aug. 25 ~ Sep. 19 (15 days feeding)</i>						
1	181.8	256.4	40.8	1.19	2.91	0.9
2	181.4	256.4	41.1	1.21	2.98	0.3
3	180.6	248.7	37.5	1.29	2.96	0.3
<i>Sep. 20 ~ Oct. 17 (19 days feeding)</i>						
1	256.4	340.8	32.7	1.89	3.20	1.0
2	256.4	352.1	37.2	1.72	3.08	0.0
3	248.7	334.1	34.1	1.88	3.13	0.9
<i>All the period (50 days feeding)</i>						
1	131.9	340.8	155.9	1.41	2.75	1.9
2	130.9	352.1	163.2	1.37	2.68	2.5
3	131.9	334.1	151.7	1.47	2.75	1.3
<i>Experiment II</i>						
<i>Aug. 8 ~ Sep. 4 (21 days feeding)</i>						
1	213.0	322.7	50.9	1.33	2.57	0.0
2	204.2	297.0	45.4	1.61	2.83	0.0
3	204.0	291.1	42.0	1.74	2.87	0.0
<i>Sep. 5 ~ Oct. 5 (18 days feeding)</i>						
1	322.7	448.2	33.4	1.65	2.62	0.8
2	297.0	401.4	31.0	1.92	2.87	0.4
3	291.1	390.3	29.7	2.02	2.90	0.8
<i>All the period (39 days feeding)</i>						
1	213.0	448.2	92.2	1.47	2.59	0.7
2	204.2	401.4	82.2	1.75	2.85	0.3
3	204.0	390.3	76.6	1.87	2.88	0.7

\*<sup>1</sup> g feed / g weight gain.

\*<sup>2</sup> g / 100g body wt.

**Table 4.** Relative weights of digestive organs (%) from yellowtail fed the experimental EP containing SFM<sup>■</sup>

Diet no.	Liver	Stomach	Pyloric caeca	Intestine
<i>Experiment I</i>				
Initial	1.16±0.14	1.27±0.08	1.43±0.11	0.45±0.05
Final				
1	1.16±0.05	1.12±0.08	1.30±0.16	0.58±0.08
2	1.34±0.15	1.00±0.10	1.62±0.26	0.46±0.05
3	1.50±0.17	0.98±0.08	1.24±0.19	0.36±0.09
<i>Experiment II</i>				
Initial	1.42±0.10	1.21±0.05	1.80±0.17	0.66±0.04
Final				
1	1.78±0.18	1.05±0.05	1.86±0.16	0.35±0.05
2	1.82±0.12	0.99±0.04	1.88±0.44	0.34±0.03
3	1.77±0.21	1.02±0.09	1.94±0.16	0.45±0.04

\* Data are shown as mean ± standard deviation (n=5).

#### 筋肉および肝臓の一般成分

分析結果をTable 5に示す。筋肉の粗タンパク質含量は、各区とも約21%でほぼ同じであった。粗脂肪含量は筋肉および肝臓ともに飼料の粗脂肪含量が反映されており、対照区が高く2区がやや低かった。

#### 血液性状および血漿化学成分

分析結果をTable 6に示す。

試験Ⅰ：H t, ALP活性および糖、脂質、タンパク質の各代謝成分の測定値はいずれの区も殆ど正常の範囲にあった。対照区と試験区を比較すると、グルコースと尿素窒素については両区間に有意差が認められたが、

生理状態の異常を示すものではなかった。また3区のリン脂質および総コレステロールは他区よりやや低かった。

試験Ⅱ：H tおよびH bは各区とも正常の範囲に分布しており異常はみられなかった。血漿化学成分の各項目の測定値は、全区とも概ね正常の範囲にあった。対照区と試験区を比較すると、2区ではリン脂質、遊離コレステロールの脂質代謝成分が対照区に比べて有意に高かったものの、3区では逆に対照区より低かった。コレステロール・エステル比は、対照区が試験区に比べて有意に高かった。その他の項目では、3区のALP活性、グルコースおよび尿素窒素が他区よりやや高い傾向がみられた。

**Table 5.** Proximate composition (%) of dorsal muscle and liver from yellowtail fed the experimental EP containing SFM (Expt. II)<sup>■</sup>

Diet no.	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
<i>Dorsal muscle</i>				
1	69.6	21.4 (70.5)* <sup>2</sup>	6.2 (20.4)	1.4 (4.5)
2	71.4	21.0 (73.5)	4.2 (14.8)	1.4 (5.0)
3	71.0	21.0 (72.5)	5.3 (18.3)	1.3 (4.4)
<i>Liver</i>				
1	61.2	— <sup>3</sup>	18.2 (47.0)	1.3 (3.5)
2	66.6	—	13.7 (41.1)	1.3 (4.0)
3	65.0	—	16.1 (46.0)	1.2 (3.4)

\*<sup>1</sup> Samples from 5 fish were pooled for analysis.

\*<sup>2</sup> Figures in parentheses are values on dry matter basis.

\*<sup>3</sup> No data.

**Table 6.** Results of homechemical assessments in the yellowtail fed the experimental EP containing SFM<sup>1</sup>

		Experiment I (n=5)			Experiment II (n=10)		
		Diet no.			Diet no.		
		1	2	3	1	2	3
Av. body weight	(g)	356.1±68.0	325.3±42.4	306.8±9.4	409.7±35.1	373.4±49.1	367.5±65.3
Av. fork length	(cm)	29.5±1.3	28.7±1.0	28.1±0.3	29.5±0.9	28.3±1.5	28.6±1.6
Condition factor		13.7±0.9	13.8±0.5	13.8±0.7	5.9±0.6	16.4±1.1	15.5±0.5
Hepatosomatic index	(%)	1.2±0.1	1.4±0.2	1.2±0.1	1.7±0.2	1.5±0.2	1.6±0.3
Hematocrit	(%)	41.2±3.0	40.4±2.8	42.4±4.1	48.7±4.2	51.2±3.9	47.1±3.8
Hemoglobin	(g / 100ml)	— <sup>*2</sup>	—	—	10.6±1.2	10.9±0.5	10.9±0.7
Alkaline phosphatase	(IU / l)	105±10	105±11	106±32	144±34	146±29	165±29
Glucose	(mg / 100ml)	84±7 <sup>a</sup>	96±7 <sup>b</sup>	92±6 <sup>ab</sup>	145±18	142±25	153±20
Triglyceride	(mg / 100ml)	93±72	77±26	80±51	136±22 <sup>a</sup>	171±40 <sup>b</sup>	154±21 <sup>ab</sup>
Phospholipid	(mg / 100ml)	641±76	641±29	557±76	701±87 <sup>a</sup>	780±80 <sup>b</sup>	659±88 <sup>a</sup>
Total cholesterol	(mg / 100ml)	246±20 <sup>b</sup>	234±10 <sup>ab</sup>	210±27 <sup>a</sup>	275±32 <sup>b</sup>	270±31 <sup>b</sup>	225±31 <sup>a</sup>
Free cholesterol	(mg / 100ml)	98±12	97±5	85±15	95±11 <sup>a</sup>	108±10 <sup>b</sup>	92±12 <sup>a</sup>
Ester ratio	(%)	60.3±4.0	58.5±2.2	59.5±5.0	65.3±0.9 <sup>b</sup>	60.0±2.1 <sup>a</sup>	59.0±1.4 <sup>a</sup>
Urea nitrogen	(mg / 100ml)	15.0±1.5 <sup>b</sup>	11.9±1.9 <sup>a</sup>	11.7±1.9 <sup>a</sup>	17.4±2.2	17.9±2.7	19.1±2.1
Creatinine	(mg / 100ml)	0.86±0.45	0.92±0.20	0.88±0.13	1.40±0.29 <sup>b</sup>	1.18±0.11 <sup>a</sup>	1.16±0.11 <sup>a</sup>
Total protein	(g / 100ml)	2.90±0.16	2.96±0.17	2.70±0.26	3.46±0.31	3.69±0.28	3.37±0.40

<sup>\*1</sup> Data are shown as mean ± standard deviation. Figures in a row with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05) when analyzed using Duncan's multiple range test.

<sup>\*2</sup> Not determined.

## 考 察

試験 I における SFM 配合飼料区と対照区の飼育成績は同等であると評価できる。SFM 配合飼料区から取り上げた供試魚の臓器重量の体重比には対照区との間に有意差の認められる項目があったものの、いずれも正常の範囲にあるとみなされたことから供試魚の生理状態に問題は無いと考えられる。また血液検査の結果からも、SFM 配合飼料区の供試魚の生理状態は対照区と同様に正常であると判断された。これらのことから、ブリ用 EP の魚粉代替タンパク質原料として SFM を単独で、あるいは大豆油粕との併用でそれぞれ 35% 程度配合することは充分可能であると考えられる。ブリ 0 歳魚を用いて大豆油粕の有効性を検討した筆者らの研究では、大豆油粕を 30~40% 配合した EP で飼育した場合、供試魚の成長および増肉係数は魚粉飼料区に比べてやや劣ることをみている (Viyakarn *et al.* 1992)。これは、大豆油粕の粗タンパク質含量が 45% 程度と魚粉に比べて低く、大豆油粕の配合によって飼料のタンパク質およびエネルギーのレベルが低下したことによるものと推察された。しかし、大豆油粕を配合した飼料であっても他の代替タンパク質との併用配合によりタンパク質およびエネルギーレベルを魚粉飼料と同等とした場合には、魚粉飼料区との間で飼育成績に差は認められなかった (渡邊ら 1995)。これらのことから、試験 I における SFM 配合飼料区の飼育

成績が魚粉飼料区と差がなかったのは、供試した SFM の一般成分が魚粉とほぼ同じレベルであり、かつ、飼料のタンパク質およびエネルギーのレベルに差がなかったことによるものと考えられ、SFM35% 配合飼料は魚粉飼料と同等の栄養価を有していると判断された。

一方、試験 II において SFM 配合飼料区の飼育成績は魚粉飼料区に比べてやや劣った。この要因は、上述したように SFM 配合飼料のタンパク質および脂肪含量が魚粉飼料よりやや低かったためと考えられた。2 区では供試魚の筋肉および肝臓の粗脂肪含量が他区より低かったものの、血漿脂質成分のトリグリセリドおよびリン脂質の測定値は他区より全般に高かった。これは、飼料から摂取する脂質量が少ないため、貯蔵脂肪が血中に動員された結果と考えられる。このような供試魚の生理状態からも、2 区の飼料はエネルギー含量が不足していたと判断される。また 3 区の飼料で原料に用いたコーングルテンミール、ミートミールおよびフェザーミールは、魚粉に比べてリジン、メチオニン、トリプトファンなどの必須アミノ酸の含量が少ないことが知られている。このことから、3 区の飼料では一部の必須アミノ酸の不足によってタンパク質の栄養価が劣っていたのではないかと考えられた。供試魚の生理状態の面でも、3 区では生体の脂質代謝の状態をよく反映する項目であるといわれている総コレステロールおよびコレステロール・エステル比 (池田・舞田 1993) が対照区より有意に低かったことから、脂質代謝能 (肝機能) が対照区に比べてやや劣るこ

とが示唆された。さらに3区では試験開始当初から供試魚の摂餌状態がやや劣ることが観察されており、飼料に対する嗜好性の点でも問題があるのではないかと考えられた。したがって、ブリ用EPにおいてSFMを単独で、あるいは他の原料との併用によって魚粉を全て置き換える場合には、飼料の配合組成を見直してタンパク質とエネルギーのレベルおよび必須アミノ酸の含量を魚粉飼料と同程度として飼料の栄養価の改善を図る必要がある。

以上のように、SFMはブリ用EPの魚粉代替原料としてかなりの割合で有効に利用できることが明らかとなった。魚類残滓を飼料原料として利用することは、廃棄物の発生量の低減およびリサイクル利用の点で有意義である。全国の都市部で発生する魚類残滓はかなりの量になると考えられ、今後その有効な処理と利用が期待される。

## 要 約

ブリ用飼料 (EP) における魚粉の代替タンパク質源として、魚類の加工・調理残滓を原料に製造した魚類残滓ミール (SFM) の利用性を調べた。魚粉含量を35%とし、SFMを単独あるいは大豆油粕との併用で約35%配合 (魚粉代替率約50%) したEPを用いて平均体重約130gのブリを75日間飼育 (給餌日数50日間) した結果、供試魚の成長および増肉係数は魚粉飼料を用いた場合と同等で、血漿化学成分から評価した生理状態も良好であった。次にSFMを単独あるいは他の原料との併用で約70%配合し、魚粉を無配合としたEPを用いて平均体重約200gのブリを59日間飼育 (給餌日数39日間) した結果、供試魚の増重量は魚粉飼料区の80~86%で増肉係数もやや劣った。またSFM併用区の供試魚の生理状態は魚粉飼料区に比べてやや劣ると推察された。SFM配合区の飼育成績が劣ったのは、飼料のタンパク質およびエネルギーのレベルが魚粉飼料に比べて低かったこと、あるいはリジンなどの一部の必須アミノ酸の不足によりタンパク質の栄養価が劣ったことによると考えられた。以上の結果から、ブリ用EPでは魚粉含量の半分程度をSFMで置き換えられることが明らかとなった。またSFMを用いて魚粉含量の全てを置き換えるには飼料の配合組成を検討して栄養価の改善を図る必要があると考えられた。

## 文 献

Aoki, H., T. Watanabe, H. Tsuda, and H. Sakamoto (1996):  
Use of defatted soybean meal in a newly developed

high energy diet for red sea bream. *Suisanzoshoku*,  
**44** (3), 345-351.

Aoki, H., T. Watanabe, M. Furuichi, and H. Tsuda (1997):  
Use of alternative protein sources as substitutes for  
fish meal in red sea bream diets. *Suisanzoshoku*,  
**45** (1), 131-139.

池田弥生・舞田正志 (1993): 血液による養殖魚の健康  
診断II. 養殖, **30**(10), 106-108.

示野貞夫・細川秀毅・森江 整・竹田正彦・宇川正治  
(1992): ハマチ飼料に対する大豆油粕の配合. 水産増  
殖, **40**(1), 51-56.

示野貞夫・益本俊郎・藤田 卓・美馬孝好・上野慎一  
(1993): ブリ飼料における魚粉の代替タンパク質源,  
日水誌, **59**(1), 137-143.

竹田正彦 (1985): 海水魚飼料. 「養魚飼料」(米 康夫編),  
恒星社厚生閣, 東京, pp.111-122.

Viyakarn, V., T. Watanabe, H. Aoki, H. Tsuda, H. Sakamoto,  
N. Okamoto, N. Iso, S. Satoh, and T. Takeuchi (1992):  
Use of soybean meal as a substitute for fish meal  
in a newly developed soft dry pellet for yellowtail.  
*Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**(10), 1991-2000.

Watanabe, T., V. Viyakarn, H. Kimura, K. Ogawa,  
N. Okamoto, and N. Iso (1992): Utilization of soybean  
meal as a protein source in a newly developed soft  
dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi*,  
**58**(9), 1761-1733.

渡邊 武・青木秀夫・V. ウイヤカーン・舞田正志・山  
形陽一・佐藤秀一・竹内俊郎 (1995): ブリ用ソフトド  
ライペレットにおける魚粉代替タンパク質の併用配合  
による利用性. 水産増殖, **43**(4), 511-520.

米 康夫 (1978): 海水魚の必須脂肪酸と脂質の栄養価.  
「養魚と飼料脂質」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣,  
東京, pp.43-59.