

**19. 養魚用餌料多様化検討調査
(養魚用餌料多様化試験)**

養魚用餌料多様化検討調査 〔養魚用餌料多様化試験〕

増殖科 安 藤 裕 章

1 目 的

養魚用餌料の安定供給，及び養殖環境の改善のため，多獲性魚類以外の餌を開発することを目的とし，大豆油粕等の植物性蛋白の有効利用を図るとともに代替餌料としての可能性を検討する。その中で高知県水産試験場は実用化のための検討の部分を担当する。

2 担当者

高知県水産試験場

増殖科 科長 山 中 弘 雄
主任研究員 安 藤 裕 章

3 方 法

養魚用飼料中の蛋白原料として通常魚粉を利用しているが，代替原料として大豆油粕を選定し，その利用を目的として試験を行った。平成2年度までのブリ稚魚を用いた試験結果から水槽における短期飼育では大豆粕の10－30％の添加が可能であったことから，実用化のため3年度には，20－30％添加した飼料を用いて海面小割網におけるブリ稚魚の長期飼育試験を行った。引き続き，4年度には大豆油粕30％添加した飼料，及びより魚粉の含量を減少させるため，それにミートミールを15％添加した飼料を用いて長期飼育試験を行った。

A：飼料

試験飼料には沿岸魚粉，コーンスターチ，及びスケトウダラ肝油を主成分とし，それに大豆油粕等を添加した実用化飼料を用いた。試験飼料の配合組成及び一般化学成分については表1に示した。1区，2区，3区はモイストペレット，4区はドライペレットとし，また，対照の5区はマイワシの冷凍切身に市販の総合ビタミン剤を添加したものをを用いた。

モイストペレットの造粒にあたってはフィードオイルを1区，2区，3区に外割で各々10％添加し，水を外割で1区については40％，2区，3区については45％添加した。モイストペレットは造粒した日も含め8日以内に使用し，残ったものは廃棄した。

4区のドライペレットはフィードオイルを外割で10％添加した後，3日以内に投餌した。

表1 試験飼料の配合組成

(単位: %)

	1区*7	2区*7	3区*7	4区*8	5区*9
沿岸魚粉	71.1	48.1	34.1	48.1	
大豆油粕	0	30	30	27	
ミートミール			15		
粉末魚油		3	2	3	
α -コンスターチ	17	7	7	7	
乳化剤				3	
ビタミン混合*1	3	3	3	3	
CaHPO ₄	2	2	2	2	
主要ミネラル混合*2	2	2	2	2	
微量ミネラル混合*3	0.5	0.5	0.5	0.5	
CMC-Na	3.5	3.5	3.5	3.5	
ゲアガム	0.5	0.5	0.5	0.5	
摂餌促進物質*4	0.4	0.4	0.4	0.4	
生餌(マイワシ)					100
計	100	100	100	100	100
スクワラ肝油*5	10	10	10	10	
総合ビタミン剤*6					0.5

乾物の一般化学成分(単位: %)

粗蛋白質	48.1	46.1	45.6	45.9	59.4
粗脂肪	15.9	16.6	16.3	15.8	22.6
炭水化物	17.6	15.2	14.4	15.2	3.8
粗灰分	13.0	12.1	12.2	11.8	12.5
1kg当り量(kcal)	3926.9	3832.6	3756.0	3755.3	4584.4
c/p比	81.7	83.1	82.3	81.8	77.2

〔1,2,3,4区の飼料は高知大学処方・丸紅飼料(株)製造〕

*1:表2のとおり *7:モイストペレット区

*2:表3のとおり *8:ドライペレット区

*3:表4のとおり *9:生餌区

*4: L-プロリン:L-アロニン:5-IMP-(Na)=354:232:414

*5: リン フォスファトリウム (理研ビタミンK.K.)

*6: マチエート・フォルテ・カダ (武田薬品工業)

B: 飼育

6月9日に養殖業者から平均体重3.8gのブリ稚魚2,000尾を購入し、7月14日までイカナゴで予備飼育を行い、15日から28日までにイカナゴを用いたオレゴンタイプモイストペレットから1区の完全配

合モイストペレットへと馴致飼育した。7月29日に選別、区分けを行い、各区250尾で飼育試験を開始し、11月18日に終了した。小割は3.4m×3.4m×3.5mのものを使用した。

8月6日に赤潮のため一部の小割に大量斃死が発生し、各区の飼育尾数が大きく異なったため、8月10日に計数、計量を行い、各区の飼育尾数を調整した。1, 2, 3, 4区は一部取り上げ、220尾とし、5区は216尾のままとした。

生残率はサンプリングや、取り上げたものについては補正して計算した。

投餌は開始時から10月19日まで通常1日2回、10月21日以降1日1回とし、投餌量は各区とも毎回飽食給餌とした。日曜日と網替え日は投餌をしなかった。その他、8月4日、8日、18日は台風のため、8月6日、7日は赤潮のため投餌をしなかった。また、8月5日は赤潮のため、8月10日は赤潮による大量斃死の影響を調査するための緊急の網替えと計数、計量のため、9月21日は消化率の測定のため、9月29日は強風のため投餌は1日1回とした。

表2 ビタミン混合 (TH-4 処方)

ビタミン類	含量(g/1000g)
ビタミンA油	875,000IU
ビタミンD ₃ 油	60,000IU
酢酸dl- α -トコフェロール	29.340g
ナジオン亜硫酸水素ナトリウム	2.567g
硝酸チミン	0.800g
リボフラビン	1.467g
塩酸ビリトキシン	0.800g
ニコチン酸アミド	2.381g
D-パントテン酸カルシウム	4.667g
塩化コリン	194.700g
葉酸	0.800g
シアノコバラミン	0.011g
d-セチン	0.047g
イノシトール	56.340g
L-アスコルビン酸*1	49.010g*2
賦形物質(セルロース)	(残量)
合計	1,000.000g

*1: ユーティン® 剤使用

*2: ドライペレット用には196.040gとした

表3 主要ミネラル混合 (T-4 処方)

ミネラル	含量(g/1,000g)
燐酸二水素カリ(KH ₂ PO ₄)	206g
乳酸カルシウム	141g
リン酸二水素カルシウム	309g
複合アミノ酸鉄*1	200g
賦形物質(セルロース)	残量
合計	1,000g

*1: アプロフェル(エーザイ, Fe:9%)

表4 微量ミネラル混合 (O-1 処方)

ミネラル	含量(g/1,000g)
硫酸マンガン MnSO ₄	12.50g
塩化コバルト CoCl ₂ ・6H ₂ O	0.10g
硫酸銅(結晶) CuSO ₄ ・5H ₂ O	4.00g
硫酸亜鉛(無水) ZnSO ₄	19.97g
ヨウ素酸カリウム KIO ₃	0.30g
デキストリン	900.00g
賦形物質(セルロース)	(残量)
合計	1,000.00g

網替えはほぼ2週間に1回とし、同時に計数、計量を行った。

なお、購入したブリ稚魚に類結節症が見られたので、予備飼育中の6月9日から14日まで塩酸オキシテトラサイクリン(OTC)、6月19日から23日までフロルフェニコール(FF)、6月29日から7月3日までオキシリン酸、7月3日から5日までOTC、7月6日から11日までFFを、馴致飼育中の7月18日から22日までFFを、飼育試験中の8月11日から15日まで、および、22日から25日までFFを投薬した。

C: 測定及び測定方法

飼育試験開始時、8月10日、26日、9月9日、22日、10月7日、20日、11月4日、18日に計数及び総体重の測定を行い、開始時、中間時の9月22日、及び終了時の11月18日にサンプリングした試験魚については魚体重、尾叉長、及び各組織重量の測定、血液性状及び血清成分の測定、全魚体、肝臓、及び筋肉の一般化学成分の測定を行った。

血液性状、血清成分、一般化学成分の測定方法は以下のとおりである。

血液性状は日本光電工業製CELLTAC(MEK5105)を使用し、赤血球数(RCB)は電気抵抗検出法、ヘモグロビン濃度(Hb)はシアノメトヘモグロビン法、また、ヘマトクリット値(Ht)は波高値積分法により測定した。

血清成分については総蛋白質、アルブミン、遊離脂肪酸(NEFA)、トリグリセライド、リン脂質、コレステロール、亜鉛(Zn)、リン(P)の含量を和光純薬工業の臨床検査用キットを用いて測定し、遊離アミノ酸についてはGoodwin¹⁾の変法を用いた。

一般化学成分の測定については、水分及び粗灰分は常法、粗蛋白質はセミマイクロケルダール法、粗脂肪はエーテル抽出法、グルコースはフェノール硫酸法、グリコーゲンはアントロン法を用いた。

なお、これらの測定にあたっては高知大学の協力を仰いだ。

4 結 果

A: 生残率と成長

飼育試験中の生残率の推移を図1に、成長を図2に示した。飼育試験終了時の生残率は1区89.2%、2区88.7%、3区89.0%、4区88.9%、5区81.9%であったが、各区ともに飼育開始時から8月10日までの斃死原因はほとんどが赤潮によるもので、一部が類結節症であった。8月11日から9月9日までの斃死は大部分が類結節症によるもので、それを除くと各区とも生残率に大きな差はなかった。

成長については飼育開始時の各区の平均体重は131gから134gの範囲で、飼育終了時まで順調に成長したが、モイストペレットの1区784g、2区694g、3区686g、ドライペレットの4区709gを比べると飼料によって100gほどの体重差が見られた。また、マイワシ生餌の5区983gと比べると配合飼料区はいずれもかなり成長が劣った。

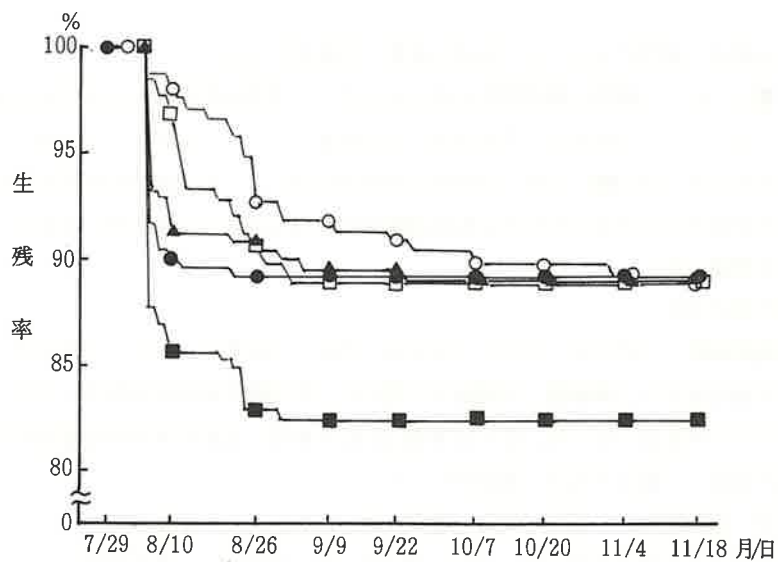


図1 生存率の推移

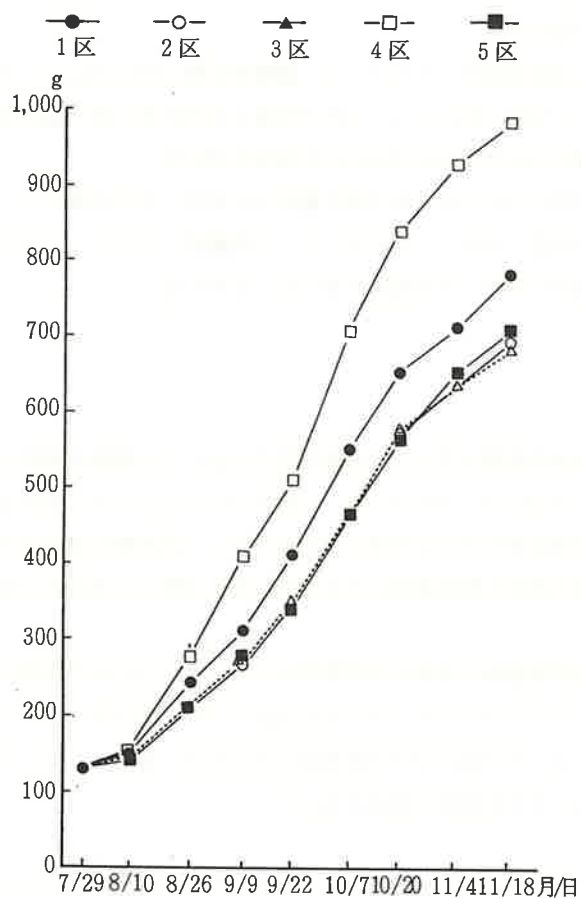


図2 成長

● 1区 ○ 2区 ▲ 3区 ■ 4区 □ 5区
 —●— —○— —▲— —■— —□—

B：飼料効率等

飼育試験における給餌状況を表5に、飼料効率等の推移を表6に、蛋白質効率の推移を表7に、エネルギー効率の推移を表8に、栄養成分等の蓄積率については表9に示した。

I期において赤潮の発生と台風のため12日間で9回しか投餌できず給餌率が低くなった。

飼料効率は全期間を通算すると4区は57.2%、1区は56.1%と高く、2区45.9%、3区は44.3%で、生餌区の5区は39.4%と低かった。

蛋白質効率とエネルギー効率においても同様の傾向で1、4区が高く、2、3区がそれに次ぎ、5区が最も低い。

栄養成分等の蓄積率については全期間を通算すると蛋白質は4区が25.0%と高く、1区が22.3%、2、3区は20%前後で、5区が13.0%と著しく低い。脂肪は1区が58.4%と著しく高く、4区が44.6%とやや高く、2区が36.3%、3区が31.8%で、5区が28.8%と一番低い。エネルギーは1区が37.6%、4区が34.9%と高く、2、3区が各々28.7%、26.6%で、5区が22.8%と著しく低い。

表5 日間給餌率（乾物換算）

	1区	2区	3区	4区	5区	単位：% 平均水温
I期（7月29日～8月10日）	2.10	1.87	1.97	2.02	2.52	27.8
II期（8月10日～8月26日）	3.27	3.82	3.90	2.88	5.18	26.4
III期（8月26日～9月9日）	3.16	4.04	3.91	2.96	5.67	27.3
IV期（9月9日～9月22日）	2.95	3.58	3.69	2.52	5.14	27.6
V期（9月22日～10月7日）	2.77	3.38	3.56	2.61	4.44	25.1
VI期（10月7日～10月20日）	2.61	3.03	3.10	2.52	4.08	23.7
VII期（10月20日～11月4日）	1.88	2.27	2.31	2.18	2.36	22.9
VIII期（11月4日～11月18日）	1.73	1.96	2.07	1.75	1.93	21.0
全期間（7月29日～11月18日）	2.04	2.31	2.45	1.87	3.07	

表6 飼料効率（乾物換算）

	1区	2区	3区	4区	5区	単位：% 平均水温
I期（7月29日～8月10日）	32.8	24.1	18.5	29.2	16.2	27.8
II期（8月10日～8月26日）	90.4	62.2	66.0	80.1	67.8	26.4
III期（8月26日～9月9日）	54.6	41.1	42.3	64.3	48.1	27.3
IV期（9月9日～9月22日）	70.5	53.7	52.9	69.1	33.1	27.6
V期（9月22日～10月7日）	70.2	58.6	54.5	75.5	47.8	25.1
VI期（10月7日～10月20日）	50.2	52.0	50.6	58.3	32.1	23.7
VII期（10月20日～11月4日）	30.9	30.5	27.6	43.9	29.1	22.9
VIII期（11月4日～11月18日）	38.4	30.7	25.3	33.7	20.0	21.0
全期間（7月29日～11月18日）	56.1	45.9	44.3	57.2	39.4	

表7 蛋白質効率（乾物換算）

	1区	2区	3区	4区	5区	単位：% 平均水温
I期（7月29日～8月10日）	1.011	0.807	0.618	0.663	0.947	27.8
II期（8月10日～8月26日）	1.880	1.348	1.448	1.746	1.141	26.4
III期（8月26日～9月9日）	1.134	0.891	0.927	1.402	0.810	27.3
IV期（9月9日～9月22日）	1.465	1.166	1.146	1.506	0.557	27.6
V期（9月22日～10月7日）	1.460	1.272	1.195	1.644	0.805	25.1
VI期（10月7日～10月20日）	1.044	1.127	1.111	1.271	0.541	23.7
VII期（10月20日～11月4日）	0.643	0.661	0.606	0.956	0.489	22.9
VIII期（11月4日～11月18日）	0.798	0.666	0.554	0.735	0.337	21.0
全期間（7月29日～11月18日）	1.167	0.996	0.972	1.246	0.664	

表8 エネルギー効率(乾物換算)

	1区	2区	3区	4区	5区	平均水温
I期(7月29日～8月10日)	12.4	9.7	7.5	8.1	12.3	27.8
II期(8月10日～8月26日)	23.0	16.2	17.6	21.3	14.8	26.4
III期(8月26日～9月9日)	13.9	10.7	11.3	17.1	10.5	27.3
IV期(9月9日～9月22日)	17.9	14.0	13.9	18.4	7.2	27.6
V期(9月22日～10月7日)	17.9	15.3	14.5	20.1	10.4	25.1
VI期(10月7日～10月20日)	12.8	13.6	13.5	15.5	7.0	23.7
VII期(10月20日～11月4日)	7.9	8.0	7.4	11.7	6.3	22.9
VIII期(11月4日～11月18日)	9.8	8.0	6.7	9.0	4.4	21.0
全期間(7月29日～11月18日)	14.3	12.0	11.8	15.2	8.6	

単位: %

表9 栄養成分等の蓄積率*1

(単位: %)

項目	区	前半 (7/29-9/22)	後半 (9/22-11/18)	全期間 (7/29-11/18)
蛋白質	1区	29.3	18.6	22.3
	2区	23.0	19.0	20.4
	3区	23.8	17.9	19.9
	4区	30.8	22.5	25.0
	5区	17.0	10.7	13.0
脂肪	1区	57.0	58.9	58.4
	2区	29.6	39.8	36.3
	3区	33.5	30.9	31.8
	4区	41.8	46.1	44.6
	5区	27.1	29.7	28.8
I初キ*2	1区	41.9	35.2	37.6
	2区	27.7	29.2	28.7
	3区	30.0	24.8	26.6
	4区	37.8	33.8	34.9
	5区	24.9	21.6	22.8

*1: 蓄積率 = $\frac{\text{一尾当りの栄養成分等の蓄積量} \times 100}{\text{一尾当り日平均摂餌量の累積量中の栄養成分等の量}}$

*2: I初キの計算には体成分は終I初キ値(蛋白質: 5.65kcal/g、脂肪: 9.40kcal/g)を、飼料は代謝I初キ値(蛋白質: 4.5kcal/g、脂肪: 8.0kcal/g、炭水化物: 2.8kcal/g)を用いた。

C: 魚体測定及び内臓測定

測定結果を表10に示した。

肥満度は開始時に 14.7 で、中間時に 1, 5 区が 16.5 ~ 16.6 とやや上昇し, 2, 3, 4 区が 14.1 ~ 14.9 ほとんど変わらなかった。終了時には生餌の 5 区が 19.0 と非常に高くなり, 配合飼料の 1 区は 16.5 と横ばい, 2, 3, 4 区 16.2 ~ 17.0 とやや上昇した。

比肝重については終了時に生餌の 5 区のみが 1.84% とやや高く, 配合飼料区は 1.37 ~ 1.52% となった。

腸管の重量比は飼育開始時の 0.65% が終了時には生餌の 5 区は 0.22% と開始時の 1/3 となり, 配合飼料の 1, 2, 3, 4 区が 0.62 ~ 0.77% と変わらず, 生餌の 5 区と比べて非常に大きな差となった。

D: 血液性状及び血清成分

血液性状の推移を表11に, 血清成分の推移を表12に示した。

血液性状については, 時期的変動が見られ, 個体差が大きいが, Hb, Ht, RBC と 5 区がやや高い値を示した。しかし, どの測定時においても各区間の差は小さく, 正常値の範囲内と思われる。

血清成分については各項目とも若干の変動は見られるが, 個体差も大きく, 各区間に大きな差異は認められない。

E: 魚体成分の一般分析

全魚体, 肝臓及び筋成分の一般分析の結果を表 13 に示した。

全魚体において粗蛋白, 粗灰分, グルコースは時期的にもほとんど変動がなく, 各区間の差も小さかった。粗脂肪については 2, 3, 4 区は開始時の 6.4% から中間時の 9% 前後, 終了時の 11%

表 10 魚体測定及び内臓測定

		7月29日	9月22日	11月18日
尾 叉 長 (cm)	1区	21.3 ± 0.45	29.4 ± 1.25	36.1 ± 1.1
	2区		27.8 ± 0.87	33.9 ± 1.3
	3区		29.2 ± 0.90	34.0 ± 1.5
	4区		28.6 ± 0.96	34.1 ± 1.3
	5区		31.6 ± 1.25	36.6 ± 1.4
体 重 (g)	1区	141.8 ± 9.4	424.9 ± 51.7	778.4 ± 90.8
	2区		323.3 ± 35.8	664.5 ± 86.4
	3区		364.0 ± 39.0	643.1 ± 95.8
	4区		328.4 ± 35.2	671.7 ± 67.9
	5区		522.0 ± 61.7	930.1 ± 83.4
肥 満 度	1区	14.7 ± 0.91	16.6 ± 0.71	16.5 ± 1.1
	2区		14.9 ± 0.91	17.0 ± 0.5
	3区		14.6 ± 0.77	16.2 ± 0.9
	4区		14.1 ± 0.71	17.0 ± 1.0
	5区		16.5 ± 0.83	19.0 ± 1.1
比 肝 重 (%)	1区	1.59 ± 0.32	1.69 ± 0.23	1.50 ± 0.14
	2区		1.17 ± 0.17	1.37 ± 0.11
	3区		1.16 ± 0.22	1.42 ± 0.13
	4区		0.95 ± 0.12	1.52 ± 0.18
	5区		1.37 ± 0.14	1.84 ± 0.27
全 消 化 管 (%)	1区	6.13 ± 0.67	6.30 ± 0.54	6.31 ± 0.48
	2区		5.31 ± 0.39	6.05 ± 0.24
	3区		5.30 ± 0.74	6.18 ± 0.49
	4区		4.98 ± 0.32	7.18 ± 0.49
	5区		4.28 ± 0.46	5.70 ± 0.44
胃 (%)	1区	1.48 ± 0.09	1.08 ± 0.14	0.88 ± 0.08
	2区		1.08 ± 0.09	1.00 ± 0.08
	3区		1.10 ± 0.13	1.01 ± 0.06
	4区		1.11 ± 0.15	1.11 ± 0.20
	5区		1.00 ± 0.05	0.81 ± 0.08
腸 管 (%)	1区	0.65 ± 0.06	0.64 ± 0.13	0.62 ± 0.06
	2区		0.63 ± 0.09	0.75 ± 0.10
	3区		0.59 ± 0.11	0.77 ± 0.22
	4区		0.65 ± 0.12	0.62 ± 0.17
	5区		0.28 ± 0.04	0.22 ± 0.04
幽 門 垂 (%)	1区	1.43 ± 0.22	2.07 ± 0.28	2.24 ± 0.16
	2区		1.79 ± 0.28	2.11 ± 0.14
	3区		1.62 ± 0.24	2.13 ± 0.30
	4区		1.78 ± 0.34	2.27 ± 0.48
	5区		1.09 ± 0.22	1.83 ± 0.32

肥満度 = $1,000 \times \text{体重} / (\text{尾叉長} \times (\text{尾叉長}) \times (\text{尾叉長}))$

比肝重、全消化管、胃、腸管、幽門垂は体重に対する百分率

前後へと約5%の増加であり、水分も開始時から終了時にかけて約5%減少した。しかし、5区の粗脂肪は開始時の6.4%から中間時は11.2%へ、終了時には15.3%と著しく増加し、その代わり水分が70.1%から64.9%、61.9%へと減少が見られた。1区も同様に粗脂肪が開始時の6.4%から10.9%、15.0%と増加し、水分が70.1%から65.5%、63.0%へと減少した。

肝臓において粗蛋白は各区とも大きな変動は見られず、粗脂肪は2、3区とも開始時12.6%、中間時に約18%に上昇し、終了時に14~17%とやや低下した。4区は開始時の12.6%から中間時に15.0%、終了時に20.8%と上昇した。1区は開始時の12.6%が中間時に25.2%に上昇し、終了時に16.7%と低下した。5区は開始時の12.6%が、中間時に30.6%と著しく上昇し、終了時に30.0%と横ばいとなった。

グリコーゲンについては3区を除き、各区とも変動が大きい。1区は開始時の2.0%が中間時に3.3%と上昇し、終了時には6.2%と著しく上昇した。2、4、5区は開始時2.0%が中間時に0.3%と低下し、終了時には各々4.0%、2.7%、3.5%に上昇した。

筋肉においては粗蛋白とグリコーゲンは各区とも大きな変動はない。粗脂肪については2、3、4区は開始時の1.8%が中間時に約3~4%とやや上昇し、終了時には約6~7%と上昇した。

表 1 1 血液性状の推移

項 目	区	7月29日	9月22日	11月18日
H b (g/100ml)	1区	12.5±0.6	14.7±0.4	13.7±0.7
	2区		14.0±0.3	13.2±0.5
	3区		14.6±0.3	12.5±1.3
	4区		13.8±0.1	12.4±0.4
	5区		14.8±0.4	14.7±0.4
H t (%)	1区	50.8±5.8	58.4±1.9	47.5± 2.7
	2区		59.4±2.6	44.0± 2.0
	3区		57.0±5.3	46.8±11.9
	4区		57.7±4.5	41.4± 1.9
	5区		65.9±7.8	49.5± 2.8
R B C ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	1区	385±26	411±24	399±20
	2区		441±19	383±18
	3区		439±26	399±98
	4区		422±20	357±14
	5区		490±35	417±15
M C H (pg)	1区	32.5±0.8	33.4±1.7	34.5±1.3
	2区		31.7±1.0	34.5±0.6
	3区		33.4±1.8	32.5±6.1
	4区		32.8±1.6	34.8±0.4
	5区		30.3±1.4	35.3±0.5
M C H C (%)	1区	24.7±2.1	25.2±1.0	29.0±0.3
	2区		23.5±1.1	30.0±0.9
	3区		25.8±2.3	27.7±5.4
	4区		24.1±1.9	30.1±0.8
	5区		22.6±2.2	29.7±0.9
M C V (μ^3)	1区	132± 9	133± 5	119± 6
	2区		135± 7	115± 2
	3区		130± 6	117± 4
	4区		137± 7	116± 3
	5区		134± 7	119± 3

H b : ヘモグロビン量 M C H : 平均赤血球色素量 $10 \times \text{H b} / \text{R B C}$ H t : ハマトクリット値 M C H C : 平均赤血球色素濃度 $100 \times \text{H b} / \text{H t}$ R B C : 赤血球数 M C V : 平均赤血球容積 $10 \times \text{H t} / \text{R B C}$

1, 5区は開始時の1.8%が中間時に各々7.9%, 7.3%と著しく上昇し、終了時には8.5%, 10.7%へとさらに上昇した。

5 考 察

今回の16週間の飼育において大豆油粕30%添加モイストペレットの2区とドライペレットの4区、及び大豆油粕30%とミートミール15%添加モイストペレットの3区とも異常なくほぼ同じような傾向で順調に成長した。しかし、これらの三区を大豆油粕無添加モイストペレットの1区と比べると若干成長が劣り、マイワシ生餌の5区と比べると大きな差となった。この生餌区と大豆油粕無添加区との差は3年度より小さくなったが、生餌区と大豆油粕を添加した配合飼料区との差は3年度より大きくなった。

3年度は大豆油粕無添加区と添加区との間に成長の差は見られなかったもので、この点で4年度は異なっている。この原因として3年度は制限給餌を行ったのに対し、4年度は飽食給餌であったことが考えられる。

生餌の5区は栄養成分等の蓄積率が低いにもかかわらず、成長が良かった。これは日間給餌率が高

表 1.2 血清成分の推移

項 目	区	7月29日	9月22日	11月18日
総蛋白 (g/100ml)	1区	3.32±0.41	4.28±0.33	4.10±0.48
	2区		4.14±0.24	3.85±0.57
	3区		4.81±0.52	4.55±0.60
	4区		4.12±0.22	4.06±0.42
	5区		5.56±0.88	4.49±0.60
アルブミン (g/100ml)	1区	1.38±0.20	1.69±0.07	1.50±0.12
	2区		1.67±0.14	1.39±0.17
	3区		1.93±0.11	1.61±0.21
	4区		1.71±0.09	1.45±0.13
	5区		2.16±0.30	1.67±0.18
A/G比 (%)	1区	0.72±0.07	0.65±0.05	0.58±0.04
	2区		0.68±0.03	0.63±0.05
	3区		0.68±0.06	0.55±0.05
	4区		0.71±0.07	0.55±0.03
	5区		0.71±0.03	0.60±0.06
F A A (mg-N/100ml)	1区	13.8±1.7	12.4±2.1	11.5±1.1
	2区		14.0±0.8	12.7±0.8
	3区		14.1±1.9	12.6±1.6
	4区		13.5±0.6	13.1±0.6
	5区		12.8±1.0	12.6±1.3
N E F A (mEq/l)	1区	1.64±1.57	0.66±0.11	0.71±0.10
	2区		0.76±0.03	0.57±0.17
	3区		0.87±0.22	0.64±0.12
	4区		0.75±0.06	0.62±0.20
	5区		0.66±0.07	0.50±0.09
トリグリセライド (mg/100ml)	1区	180±40	139±31	336±102
	2区		153±18	286±226
	3区		204±48	334±153
	4区		132±41	347±151
	5区		200±25	190±32
リン脂質 (mg/100ml)	1区	911±118	950±115	1,652±165
	2区		898±119	1,485±295
	3区		1,053±193	1,305±286
	4区		954±43	1,603±101
	5区		1,276±165	1,448±133
コレステロール (mg/100ml)	1区	286±29	308±32	406±33
	2区		329±28	307±71
	3区		340±55	312±69
	4区		322±22	363±19
	5区		456±84	374±27
Z n (μg/100ml)	1区	1,259±93	1,381±189	1,275±209
	2区		1,363±145	1,393±255
	3区		1,520±251	1,517±285
	4区		1,641±270	1,377±267
	5区		1,833±295	1,767±111
P (mg/100ml)	1区	34.7±9.2	21.8±4.4	18.3±10.2
	2区		19.5±1.6	12.9±2.3
	3区		27.0±8.0	13.4±2.6
	4区		20.1±4.3	13.9±3.0
	5区		21.3±6.5	16.5±3.6

A/G比：アルブミン・グロブリン比

N E F A：遊離脂肪酸

Z n：亜鉛

F A A：遊離アミノ酸

トリグリセライド：中性脂肪

P：リン

表1.3 全魚体、肝臓、筋肉の一般分析 (%)

項目	区	7月29日	9月22日	11月18日	項目	区	7月29日	9月22日	11月18日	項目	区	7月29日	9月22日	11月18日
水分	1区		65.5	63.0	水分	1区		54.8	59.6	水分	1区		68.1	67.0
	2区		68.1	65.1		2区		63.2	61.6		2区		72.3	69.1
	3区	70.1	67.9	65.4		3区		63.5	62.7		3区	73.1	70.7	68.2
	4区		68.0	65.3		4区			55.6		4区		71.5	69.0
	5区		64.9	61.9		5区			52.2		5区		69.0	65.8
粗蛋白	1区		20.2	19.5	粗蛋白	1区		13.3	13.9	粗蛋白	1区		23.1	22.6
	2区		20.3	20.2		2区			14.5		2区		23.7	23.6
	3区	19.6	20.6	20.5		3区	14.4	15.2	14.0		3区	23.1	23.5	23.7
	4区		20.4	20.1		4区		13.0	13.6		4区		23.7	23.8
	5区		20.8	19.8		5区		14.4	12.8		5区		23.0	22.6
粗脂肪	1区		10.9	15.0	粗脂肪	1区		25.2	16.7	粗脂肪	1区		7.9	8.5
	2区		8.4	11.8		2区		17.9	14.3		2区		2.9	5.9
	3区	6.4	9.0	10.7		3区	12.6	18.2	17.4		3区	1.8	4.1	7.0
	4区		8.5	11.3		4区		15.0	20.8		4区		3.5	6.4
	5区		11.2	15.3		5区		30.6	30.0		5区		7.3	10.7
粗灰分	1区		3.5	3.2	粗灰分	1区		1.0	1.3	粗灰分	1区		1.2	1.2
	2区		3.3	3.0		2区		1.4	1.4		2区		1.4	1.3
	3区	3.4	2.6	3.1		3区	1.3	1.4	1.5		3区	1.7	1.4	1.2
	4区		2.9	2.7		4区		1.4	1.3		4区		1.4	1.4
	5区		2.7	2.7		5区		1.1	1.1		5区		1.3	1.2
グルコース	1区		0.8	0.5	グルコース	1区		3.3	6.2	グルコース	1区		0.4	0.4
	2区		0.7	0.6		2区		0.3	4.0		2区		0.7	0.5
	3区	0.7	0.6	0.6		3区	2.0	1.2	1.8		3区	0.6	0.7	0.5
	4区		0.6	0.6		4区		0.3	2.7		4区		0.6	0.4
	5区		0.7	0.6		5区		0.3	3.5		5区		0.7	0.5

いところから、飽食給餌のため大量に餌を食べることによって、蓄積率の低いのを補い、体重が増加したと考えられる。そのため飼料効率等が著しく低くなった。

配合飼料区を比較すると飼料中の蛋白質含量、脂肪含量、及びエネルギー量に大きな差がないにもかかわらず、1区の成長がかなり良かった。その原因は終了時の魚体の一般分析結果から各区の粗蛋白含量はほとんど変わらないにもかかわらず1区の粗脂肪含量が高くなり、脂肪の蓄積率も著しく高くなったためと考えられる。

ドライペレットの4区については日間給餌率が著しく低いにもかかわらず成長も他の大豆粕添加モイストペレットの2区、3区と変わらず、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率、栄養成分等の蓄積率もすべて非常に良好ということで、モイストペレットの2区、3区とはやや異なった傾向を見せている。

5区の肥満度、比肝重が高いのは全魚体及び肝臓の脂肪含量が高いためと考えられ、4区の比肝重がやや高くなったのも肝臓の脂肪が増加したためと考えられる。また、そのために4区と5区の肝臓の粗蛋白が相対的に低下したと思われる。

配合飼料の1、2、3、4区の腸管の重量比が高くなったことは飼料の植物性成分の消化、吸収に対する適応現象と考えている。

4年度においても3年度同様、配合飼料区は生餌区に比べ摂餌性が悪く、投餌時間に数倍を要したので、今後これからの飼料を実用化するためには摂餌性の向上を図る必要がある。

大豆粕30%添加した2区と大豆粕30%にミートミール15%を添加した3区は生餌と比べると成長は劣るものの異常なく成長し、両者の成長、飼料効率等に大きな差は見られない。このことから大豆粕とミートミールを併用することにより魚粉の半分以上を代替原料に置き換えることは可能である。

6. 参考文献

- 1) J.F.Goodwin: Clin. Chem., 14, 1080-1090 (1968).

