

**23. 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

養魚用餌料の大半を占めるマイワシの資源量が減少傾向にあるため、今後、配合飼料化が進むものと考えられる。その際の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

養魚用餌料の原料として魚粉以外の蛋白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油粕の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い、4年度には大豆粕30%添加した飼料、及び魚粉の含量をより一層減少させるため、それにミートミール10%添加した飼料を用いて長期飼育試験を行った。

5年度はさらに実用化を目指し、餌料として大豆粕20%とミートミール20%を添加した配合飼料にフィードオイルの添加量を変えたものを使用し、ブリを対象魚種として、海面小割網で長期飼育を行い、成長、飼料効率、健康度等を検討した。

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、4区はモイストペレット、また、対照の7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外割で1区は10%、2区は15%、3区、4区は20%を、水を外割で1区は45%、2区は40%、3区、4区は35%添加した。モイストペレットは造粒した日も含めて8日以内に使用し、残ったものは廃棄した。

生餌のマイワシのロットが飼育終了約1ヶ月前と約10日前の2回変わり、脂肪含量が極端に変化した。

B：飼育

6月14日に養殖業者から平均体重7.0gのブリ稚魚4,000尾を購入し、8月3日までイカナゴに総合ビ

表1 試験飼料の配合組成 (単位: %)

	1 区	2 区	3 区	4 区	7 区 a	7 区 b	7 区 c
沿岸魚粉	40.0	40.0	40.0	40.0			
大豆油粕*1	20.0	20.0	20.0	20.0			
ミートミール	20.0	20.0	20.0	20.0			
α-コンスターチ	7.0	7.0	7.0	7.0			
ビタミン混合*2	3.0	3.0	3.0	3.0			
CaHPO ₄	3.0	3.0	3.0	3.0			
主要ミネラル混合*3	2.0	2.0	2.0	2.0			
微量ミネラル混合*4	0.5	0.5	0.5	0.5			
CMC-Na	3.6	3.6	3.6	3.6			
グアガム	0.5	0.5	0.5	0.5			
摂餌促進物質*5	0.4	0.4	0.4	0.4			
生餌 (マイワシ)					100	100	100
計	100	100	100	100	100	100	100
水	45	40	35	35			
スクワテラ肝油*6	10	15	20	20			
総合ビタミン剤*7					0.5	0.5	0.5
乾物の一般化学成分(単位: %)							
粗蛋白質	49.5	47.2	45.1	45.1	61.9	43.7	85.7
粗脂肪	16.4	20.3	23.8	23.8	21.1	52.2	7.4
炭水化物	21.2	20.2	19.3	19.3	3.1	0.5	0.8
粗灰分	12.9	12.3	11.7	11.7	14.9	4.9	4.3
エネルギー量(kcal)	4,133.1	4,313.6	4,473.9	4,473.9	4,560.5	6,156.5	4,452.9
c/p 比	83.5	91.4	99.2	99.2	73.7	140.9	52.0

〔1, 2, 3, 4 区の飼料は丸紅飼料(株)製造〕

*1: ロ-フ・ロミール(昭和産業: 108℃・30分間加熱)

*2: 表2のとおり

*3: 表3のとおり

*4: 表4のとおり

*5: L-フ・ロリン:L-アラニン:5-IMP-(Na)=354:232:414

*6: リケン フィート・オイルΩ(理研ビタミンK.K.)

*7: ハマチエート・フォルテ・タケタ(武田薬品工業)

7 区 a: マイワシ・ロット a: 8月12日~11月1日に使用

7 区 b: マイワシ・ロット b: 11月3日~11月18日に使用

7 区 c: マイワシ・ロット c: 11月19日~11月30日に使用

タミン剤を添加した餌で予備飼育を行い、4日から10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と馴致飼育した。8月11日に選別、区分けを行い、各区220尾で飼育試験を開始し、12月1日に終了した。小割網は3.4m×3.4m×3.5mのものを使用した。

投餌は開始時から10月5日まで通常1日2回、10月7日以降1日1回とし、日曜日と網替え日は投餌を休んだ。ただし、8月12日、13日は赤潮のため、10月28日はマリンサワーの薬浴のため投餌を休んだ。また、8月14日、16日は赤潮のため、9月3日は台風のため1日1回の投餌となった。

投餌量は1区、2区、3区、7区はほぼ飽食給餌とし、4区は1区とエネルギー量がほぼ等しくなる量とした。I期においては赤潮発生のため14日間で16回しか投餌できず給餌率が低くなった。

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。

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15日から17日までアンピシリン（Pb）、6月18日から22日までフロルフェニコール（FF）、6月27日から7月2日までFF、7月7日から13日までFF、7月20日から24日までFFを、7月30日から8月3日までFFを投薬した。

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。

C：測定及び測定方法

飼育試験開始時の8月11日、25日、9月8日、22日、10月6日、20日、11月2日、17日、終了時の12月1日に計数、及び総魚体重の測定を行い、開始時の8月11日、中間時の10月6日、終了時の12月1日にサンプリングを行い、その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、及び肝臓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（RBC）は電気抵抗検出法、ヘモグロビン濃度（Hb）はシアン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。

血清成分はダイナボット社の生化学自動分析システムVPスーパーを用いて、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）、カルシウム（Ca）の含量を測定した。

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。

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	675,000IU
ビタミンD ₃ 油	60,000IU
酢酸dl- α -トコフェロール	29.340g
メチオン亜硫酸水素ナトリウム	2.567g
硝酸チアミン	0.800g
リボフラビン	1.467g
塩酸ピリドキシン	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-ビオチン	0.047g
イノシトール	56.340g
L-アスコルビン酸*1	49.010g
賦形物質（セルロース）	（残量）
合計	1,000.000g

*1：コーティング剤使用

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：ヘプタヒドロキシ鉄（I-サライ、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

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。

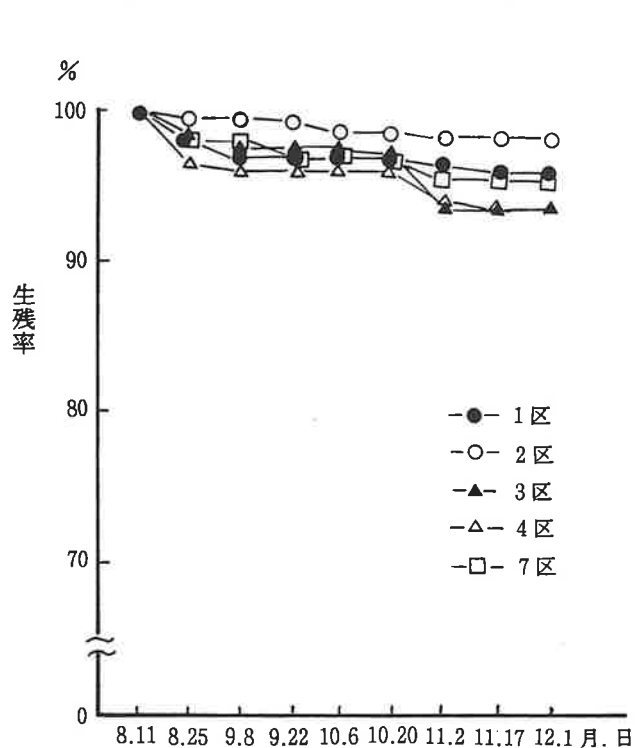


図1 生残率の推移

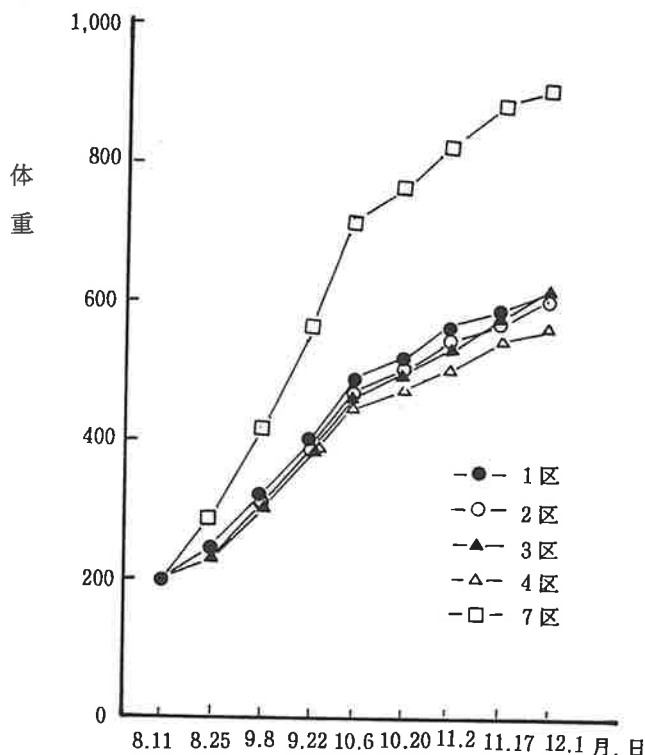


図2 成長の推移

飼育試験終了時の生残率は1区95.9%、2区98.2%、3区93.4%、4区93.5%、7区95.4%と良好であった。1、2、3、4、7区ともに飼育開始時から8月25日までの斃死原因はほとんどが類結節症で、一部は赤潮によるものであった。10月下旬の斃死はヘテラキシネとベネデニアによるものであったが、マリンサワーの薬浴により斃死はなくなり、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196.9gから198.4gの範囲で、飼育終了時にはモイストペレットの1区は616.5g、2区は601.9g、3区は616.6g、4区は563.9g、マイワシ生餌の7区は902.5gとなった。モイストペレット区では4区の成長がやや劣ったが、1、2、3区の間には大きな差はなかった。しかし、生餌区と比べるとモイストペレット区はいずれもかなり成長が劣った。また、7区ではⅧ期において成長の急激な鈍化が見られた。

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。

日間給餌率は1区、2区、3区については全期間を通じて3区が高く、2区、1区と低くなっていた。7区は高水温の前半においては3.82%、水温が下がった後半は1.96%と半減した。

飼料効率は全期間を通算すると1区は29.1%、2区は25.3%、3区は20.2%と順次低くなり、4区は27.6%と1区よりやや低く、生餌区の7区は38.0%と一番高い値となった。しかし、7区においてⅧ期に5.6%と極端な低下が見られた。

表5 日間給餌率（乾物換算）

単位：%

	1区	2区	3区	4区	7区	平均水温
I期（8月11日～8月25日）	2.95	3.42	4.01	2.84	3.55	26.9℃
II期（8月25日～9月8日）	4.21	4.87	5.78	4.13	4.51	27.7
III期（9月8日～9月22日）	4.49	4.91	6.95	4.34	4.32	26.7
IV期（9月22日～10月6日）	3.58	4.39	6.10	3.62	3.86	25.2
V期（10月6日～10月20日）	2.36	2.71	3.55	2.28	2.19	24.1
VI期（10月20日～11月2日）	2.11	2.49	3.03	2.13	1.74	22.2
VII期（11月2日～11月17日）	2.45	2.87	3.71	2.53	2.15	20.9
VIII期（11月17日～12月1日）	2.34	2.87	3.57	2.38	1.64	19.1
全期間（8月11日～12月1日）	3.10	3.59	4.53	3.04	3.01	
前半（8月11日～10月6日）	3.63	4.21	5.49	3.55	3.82	
後半（10月6日～12月1日）	2.33	2.75	3.42	2.34	1.96	

表6 飼料効率（乾物換算）

単位：%

	1区	2区	3区	4区	7区	平均水温
I期（8月11日～8月25日）	50.3	30.7	26.4	35.1	72.4	26.9℃
II期（8月25日～9月8日）	45.2	42.5	32.0	45.8	57.2	27.7
III期（9月8日～9月22日）	33.7	34.0	24.9	37.2	50.6	26.7
IV期（9月22日～10月6日）	41.3	31.7	23.0	33.9	43.2	25.2
V期（10月6日～10月20日）	15.7	15.0	11.9	17.3	20.0	24.1
VI期（10月20日～11月2日）	31.2	25.0	16.1	20.8	33.4	22.2
VII期（11月2日～11月17日）	9.4	10.4	14.6	19.4	25.4	20.9
VIII期（11月17日～12月1日）	14.9	14.7	14.2	10.6	5.6	19.1
全期間（8月11日～12月1日）	29.1	25.3	20.2	27.6	38.0	
前半（8月11日～10月6日）	41.0	34.8	25.9	37.9	52.2	
後半（10月6日～12月1日）	16.8	15.6	14.1	16.8	21.1	

表7 蛋白質効率（乾物換算）

	1区	2区	3区	4区	7区	平均水温
I期（8月11日～8月25日）	1.016	0.651	0.585	0.779	1.170	26.9℃
II期（8月25日～9月8日）	0.914	0.901	0.709	1.016	0.924	27.7
III期（9月8日～9月22日）	0.681	0.721	0.553	0.825	0.817	26.7
IV期（9月22日～10月6日）	0.835	0.672	0.509	0.751	0.698	25.2
V期（10月6日～10月20日）	0.316	0.318	0.264	0.383	0.324	24.1
VI期（10月20日～11月2日）	0.631	0.530	0.357	0.460	0.539	22.2
VII期（11月2日～11月17日）	0.189	0.219	0.324	0.431	0.581	20.9
VIII期（11月17日～12月1日）	0.302	0.311	0.314	0.234	0.070	19.1
全期間（8月11日～12月1日）	0.589	0.535	0.448	0.611	0.617	
前半（8月11日～10月6日）	0.829	0.737	0.574	0.840	0.844	
後半（10月6日～12月1日）	0.340	0.331	0.314	0.372	0.349	

表8 I-値-効率（乾物換算）

単位：%

	1区	2区	3区	4区	7区	平均水温
I期（8月11日～8月25日）	12.2	7.1	5.9	7.9	15.9	26.9℃
II期（8月25日～9月8日）	10.9	9.9	7.1	10.2	12.6	27.7
III期（9月8日～9月22日）	8.2	7.9	5.6	8.3	11.1	26.7
IV期（9月22日～10月6日）	10.0	7.3	5.1	7.6	9.5	25.2
V期（10月6日～10月20日）	3.8	3.5	2.7	3.9	4.4	24.1
VI期（10月20日～11月2日）	7.6	5.8	3.6	4.6	7.3	22.2
VII期（11月2日～11月17日）	2.3	2.4	3.3	4.3	4.1	20.9
VIII期（11月17日～12月1日）	3.6	3.4	3.2	2.4	1.2	19.1
全期間（8月11日～12月1日）	7.0	5.9	4.5	6.2	7.9	
前半（8月11日～10月6日）	9.9	8.1	5.8	8.5	11.5	
後半（10月6日～12月1日）	4.1	3.6	3.2	3.8	4.1	

表9 栄養成分等の蓄積率*1

(単位：%)

項 目	区	前半 (8/11-10/6)	後半 (10/6-12/1)	全期間 (8/11-12/1)
蛋白質	1区	17.7	7.1	12.4
	2区	15.5	6.1	10.7
	3区	12.0	5.1	8.6
	4区	18.2	4.4	11.3
	7区	16.8	7.9	12.6
脂肪	1区	23.8	1.4	12.5
	2区	19.7	4.6	12.0
	3区	14.7	2.7	8.7
	4区	18.8	16.2	17.5
	7区	48.3	8.4	26.2
エネルギー*2	1区	20.8	5.4	13.1
	2区	18.3	5.8	11.9
	3区	14.2	4.3	9.2
	4区	19.8	10.6	15.2
	7区	33.9	9.8	21.8

*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：エネルギーの計算には体成分は総エネルギー値（蛋白質：5.65kcal/g、脂肪：9.40kcal/g）を、飼料は代謝エネルギー値（蛋白質：4.5kcal/g、脂肪：8.0kcal/g、炭水化物：2.8kcal/g）を用いた。

蛋白質効率においても同様の傾向で1区、2区、3区と順次低下し、4区が1区よりやや高く、7区が一番高い値となった。

エネルギー効率においても同様の傾向で1区、2区、3区と低下し、4区が1区と2区の間で、7区が一番高い値となった。また、前半は区間によって5.8～11.5%と大きな差が見られたが、後半は3.2～4.1%と差が小さくなった。

栄養成分等の蓄積率は全期間通算すると蛋白質は1区から3区へと低下し、4区が1区と2区の間で、7区が一番高かった。脂肪、エネルギーとも1区から3区へと低下し、4区が1区より高く、7区が一番高かった。また、前半と後半を比較すると蛋白質、脂肪、エネルギーとも前半が高く、後半に著しい低下が見られ、特に脂肪については1区は前半の28.8%から後半の1.4%へ、7区は48.3%から8.4%へと著しい低下が見られた。しかし、唯一4区の脂肪のみは前半と後半でほとんど差が見られなかった。

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13.7で、中間時には1、2、3、4区が14.8～15.6%とやや上昇し、7区が18.4%と非常に高くなった。終了時には1、2、3、4区は15.3～16.8とさらに上昇し、7区は18.1と横ばいであった。

比肝重は開始時に1.05%で、中間時には1、2、3、4区が1.23～1.50%とやや上昇し、7区が1.97%と高くなった。終了時には1、2、3区は1.64～1.69とさらに上昇し、4区は1.22と横ばいで、7区は2.28%とさらに高くなった。

腸管の重量比は飼育開始時の0.49%が、中間時には1、2、3、4区が0.51～0.60%、7区は0.26%となり、終了時には1、2、3、4区が0.80～0.98%で、7区の0.32%と比べて非常に大きく、3倍前

表10 魚体測定及び内臓測定

		8月11日	10月6日	12月1日
尾叉長 (cm)	1区	24.4±1.0	30.8±0.6	33.3±1.2
	2区		31.2±0.8	32.9±1.6
	3区		30.7±1.2	33.9±1.3
	4区		30.6±1.4	32.5±1.3
	7区		34.1±1.1	37.2±0.9
体重 (g)	1区	199±23	456.9±31.0	621.4±82.6
	2区		456.6±40.4	578.5±82.6
	3区		443.0±57.8	601.0±100.5
	4区		426.4±67.3	547.8±91.0
	7区		726.5±60.6	935.9±78.6
肥満度	1区	13.7±0.8	15.6±0.6	16.8±0.9
	2区		15.0±0.4	16.2±0.7
	3区		15.2±0.6	15.3±1.1
	4区		14.8±0.8	15.8±1.1
	7区		18.4±0.8	18.1±1.2
比肝重 (%)	1区	1.05±0.08	1.23±0.16	1.64±0.16
	2区		1.24±0.05	1.69±0.10
	3区		1.50±0.21	1.64±0.14
	4区		1.25±0.04	1.22±0.22
	7区		1.97±0.19	2.28±0.31
全消化管 (%)	1区	4.93±0.17	6.44±0.61	7.12±0.59
	2区		6.02±0.18	7.56±0.70
	3区		6.32±0.29	7.45±0.53
	4区		6.10±0.33	6.36±1.00
	7区		5.90±0.24	6.89±0.73
胃 (%)	1区	1.44±0.10	1.14±0.11	1.12±0.16
	2区		1.15±0.08	1.18±0.19
	3区		1.13±0.06	1.18±0.15
	4区		1.14±0.07	1.07±0.22
	7区		0.99±0.09	0.90±0.06
腸管 (%)	1区	0.49±0.04	0.60±0.10	0.92±0.11
	2区		0.59±0.07	0.89±0.12
	3区		0.55±0.05	0.98±0.22
	4区		0.51±0.07	0.80±0.13
	7区		0.26±0.08	0.32±0.11
幽門垂 (%)	1区	1.12±0.20	2.07±0.20	2.41±0.33
	2区		2.10±0.15	2.51±0.40
	3区		1.97±0.15	2.49±0.39
	4区		2.18±0.31	2.32±0.24
	7区		1.86±0.13	2.37±0.34
比脾重 (%)	1区	0.22±0.07	0.09±0.02	0.20±0.04
	2区		0.10±0.03	0.22±0.05
	3区		0.10±0.02	0.21±0.02
	4区		0.09±0.01	0.28±0.20
	7区		0.12±0.04	0.15±0.03

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

後になった。

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、Hb、Ht、RBCとも7区がやや高い傾向は見られるものの、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個体差がかなり大きかったが、トリグリセライドは1区から3区へと

表11 血液性状の推移

項 目	区	8月11日	10月6日	12月1日
H b (g/100ml)	1 区	13.3±0.8	12.9±0.9	12.6±0.3
	2 区		13.3±0.7	11.5±1.5
	3 区		13.2±0.9	12.5±0.6
	4 区		13.5±0.2	12.8±0.4
	7 区		16.0±1.0	13.2±1.1
H t (%)	1 区	58.0±5.7	53.7±3.5	41.9±2.7
	2 区		52.1±3.6	36.9±7.1
	3 区		53.5±3.3	43.0±2.8
	4 区		57.7±3.5	43.4±2.0
	7 区		69.1±4.4	47.5±4.2
R B C ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	1 区	413±25	424±30	352±20
	2 区		423±42	323±58
	3 区		418±41	368±27
	4 区		437±13	387±31
	7 区		459±24	405±14
M C H (pg)	1 区	32.2±0.4	30.5±0.7	35.8±1.7
	2 区		31.4±1.4	36.1±3.0
	3 区		31.6±1.2	34.2±2.3
	4 区		31.0±0.8	33.4±2.4
	7 区		34.8±0.8	32.7±2.4
M C H C (%)	1 区	23.0±1.3	24.1±1.5	30.1±1.4
	2 区		25.5±0.9	31.6±2.8
	3 区		24.6±0.8	29.2±1.9
	4 区		23.5±1.3	29.7±1.5
	7 区		23.2±1.5	27.9±0.8
M C V (μ^3)	1 区	140±7	127±7	119±5
	2 区		123±6	114±5
	3 区		128±7	117±4
	4 区		132±6	112±4
	7 区		151±7	117±9

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 : ヘマトクリット値

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

 $10 \times \text{H t} / \text{R B C}$

やや増加傾向が見られ、7区は著しい増加が見られた。また、コレステロールも1区から3区へとやや増加傾向が見られた。リンは開始時189.0mg/100mlから中間時98.0~145.0mg/100mlへ、終了時には42.0~50.0mg/100mlへと減少が見られた。

E : 魚体成分の一般分析

全魚体および肝臓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は各区とも18.7~20.6%と時期的にもほとんど変動がなく、各区間の差も小さい。粗脂肪については開始時の6.7%から中間時1区は8.3%、2区は9.5%、3区は10.6%と上昇し、終了時は各々6.9%、8.7%、9.1%と中間時よりやや低下したが、どちらの時点でも1区から3区へと高くなっている。4区は各々9.5%、12.1%と上昇し、7区は15.9%、15.0%と大きく上昇した。また、それに伴って水分含量が増減した。グルコースについては開始時の0.6%から中間時には0.3~0.5%と若干低下が見られたが、終了時には1、2、3区が2.0~3.3%と大きく増加し、4区が0.8%と若干増加し、7区は2.4%とこれも大きく増加した。粗灰分についてはあまり大きな変化はなかった。

肝臓においては粗蛋白は開始時の17.8%から1、2、3、4区とも中間時以降13.7~15.5%と若干の

表12 血清成分の推移

項 目	区	8月11日	10月 6日	12月 1日
総蛋白 (g/100ml)	1区	3.96 ± 0.21	4.61 ± 0.53	4.90 ± 0.69
	2区		4.45 ± 0.65	4.96 ± 0.50
	3区		5.14 ± 0.48	5.22 ± 0.35
	4区		5.40 ± 0.92	5.07 ± 0.77
	7区		6.37 ± 0.67	4.50 ± 0.49
アルブミン (g/100ml)	1区	1.71 ± 0.09	1.65 ± 0.20	1.72 ± 0.18
	2区		1.58 ± 0.17	1.85 ± 0.18
	3区		1.86 ± 0.14	2.02 ± 0.15
	4区		1.89 ± 0.24	2.00 ± 0.26
	7区		2.41 ± 0.26	1.82 ± 0.16
A/G比 (%)	1区	0.76 ± 0.05	0.56 ± 0.05	0.55 ± 0.05
	2区		0.56 ± 0.05	0.59 ± 0.01
	3区		0.57 ± 0.02	0.63 ± 0.01
	4区		0.54 ± 0.05	0.66 ± 0.08
	7区		0.61 ± 0.03	0.68 ± 0.03
NEFA (mEq/l)	1区	0.67 ± 0.06	0.92 ± 0.21	0.96 ± 0.26
	2区		0.96 ± 0.10	0.73 ± 0.04
	3区		1.72 ± 0.42	0.73 ± 0.30
	4区		1.75 ± 0.49	0.92 ± 0.25
	7区		0.82 ± 0.11	0.51 ± 0.25
トリグリセライド (mg/100ml)	1区	173 ± 37	280 ± 135	202 ± 15
	2区		188 ± 21	232 ± 54
	3区		313 ± 86	268 ± 68
	4区		591 ± 304	383 ± 88
	7区		312 ± 71	569 ± 87
リン脂質 (mg/100ml)	1区	1140 ± 141	1,360 ± 155	1,640 ± 102
	2区		1,320 ± 119	1,760 ± 185
	3区		1,660 ± 257	1,940 ± 195
	4区		1,720 ± 288	1,710 ± 193
	7区		2,240 ± 356	1,550 ± 185
コレステロール (mg/100ml)	1区	400 ± 43	423 ± 31	484 ± 35
	2区		396 ± 69	519 ± 86
	3区		463 ± 83	575 ± 81
	4区		458 ± 83	488 ± 49
	7区		731 ± 143	528 ± 70
Zn (μg/100ml)	1区	1,760 ± 239	1,680 ± 56	1,780 ± 368
	2区		1,430 ± 292	1,580 ± 374
	3区		1,590 ± 257	1,660 ± 212
	4区		1,720 ± 389	1,850 ± 306
	7区		2,250 ± 649	1,780 ± 185
P (mg/100ml)	1区	189.0 ± 23.5	145.0 ± 33.4	50.0 ± 11.6
	2区		105.0 ± 22.4	44.0 ± 10.9
	3区		137.0 ± 18.0	42.0 ± 10.6
	4区		98.0 ± 21.9	44.3 ± 9.3
	7区		170.0 ± 22.7	42.0 ± 13.4
Ca (mg/100ml)	1区	19.8 ± 1.1	19.7 ± 2.6	17.7 ± 2.1
	2区		17.9 ± 2.6	18.1 ± 1.7
	3区		20.8 ± 2.0	19.4 ± 0.9
	4区		22.3 ± 5.1	18.9 ± 2.2
	7区		24.2 ± 1.2	17.5 ± 1.6

A/G比：アルブミン・グロブリン比

NEFA：遊離脂肪酸

トリグリセライド：中性脂肪

P：リン

Zn：亜鉛

Ca：カルシウム

表13 全魚体、肝臓の一般分析 (%)

	項 目	区	8月11日	10月6日	12月1日		項 目	区	8月11日	10月6日	12月1日
全 魚 体	水分	1区	70.4	68.3	67.5	肝 臓	水分	1区	63.0	66.2	64.5
		2区		66.8	66.3			2区		63.0	65.6
		3区		65.9	68.5			3区		58.8	65.8
		4区		66.2	66.5			4区		60.0	68.6
		7区		60.5	60.4			7区		48.1	50.6
	粗蛋白	1区	19.5	20.5	20.5		粗蛋白	1区	17.8	15.5	15.1
		2区		20.4	19.9			2区		15.1	14.8
		3区		20.3	19.3			3区		13.7	14.5
		4区		20.6	18.7			4区		14.8	14.7
		7区		19.7	20.3			7区		12.8	12.0
	粗脂肪	1区	6.7	8.3	6.9		粗脂肪	1区	14.3	12.2	12.8
		2区		9.5	8.7			2区		17.2	13.9
		3区		10.6	9.1			3区		22.1	13.6
		4区		9.5	12.1			4区		21.6	12.4
		7区		15.9	15.0			7区		35.1	33.1
	粗灰分	1区	2.8	3.3	1.3		粗灰分	1区	1.4	1.5	1.3
		2区		3.4	2.5			2区		1.3	1.5
		3区		2.7	2.6			3区		1.1	1.3
		4区		3.8	3.3			4区		1.3	1.4
		7区		2.7	2.8			7区		1.0	1.1
	グリコーゲン	1区	0.6	0.4	3.7		グリコーゲン	1区	0.1	2.9	4.9
		2区		0.5	4.0			2区		1.5	2.3
		3区		0.4	2.0			3区		2.0	3.1
		4区		0.3	0.8			4区		1.6	2.1
		7区		0.4	2.4			7区		1.0	3.3

低下が見られ、7区では12.8%、12.0%へと減少が見られた。粗脂肪については開始時の14.3%から中間時1区は12.2%と減少し、2区は17.2%、3区は22.1%と上昇し、終了時は各々12.8%、13.9%、13.6%と開始時よりやや低下した。中間時は1区から3区へと約5%づつ高くなっていたが、終了時には大きな差はなかった。4区は中間時21.6%と大きく上昇し、終了時12.4%と大きく低下した。7区は中間時35.1%、終了時33.1%と著しい上昇を示した。水分は脂肪量の増加、減少に伴って減少、増加を示した。グリコーゲンについては開始時の0.1%から中間時には1.0~2.9%、終了時には2.1~4.9%と増加した。

5 考 察

今回の16週間の飼育において飽食給餌の1、2、3区を比較すると、成長には大きな差は見られなかったが、フィードオイルを多く添加するほど、日間給餌率が高くなり、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率はともに低下し、また、栄養成分等の蓄積率においてもフィードオイルを多く添加するほど、蛋白質、脂肪、エネルギーとも低下傾向が見られ、飼料の性能が悪くなった。餌のC/P比は70~80程度が良いと言われているが、今回の場合もフィードオイル10%添加の1区が良好で、それ以上のオイル添加は不要であると思われる。

制限給餌の4区は等エネルギー給餌の1区や、同じ餌の3区と比べ成長はやや悪いが、飼料効率とエネルギー効率は1区よりやや低い程度で、3区よりも高く、また、蛋白質効率は1区より高く、さらに、栄養成分等の蓄積率においては、蛋白質は1区よりやや低い、3区より高く、脂肪、エネルギーについては1区より高い。これらのことから同じ餌の場合は、一般的に言われるように制限給餌のほうが飽食給餌よりも効率が良かった。また、等エネルギー給餌の場合は今回の乾物換算で脂肪含量16.4%の1区の餌と23.8%の4区の餌とで成長に若干の差はあるが、餌の効率の面からは大きな差はないと言える。

なお、7区においてⅧ期に成長の鈍化や、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率の極端な低下が見

られたのはマイワシのロットが変わり、餌の脂肪含量が7.4%、C/P比が52.0と極端に低くなったためと思われる。

魚体の一般分析において全魚体の粗脂肪含量で1～3区が中間時に上昇し、終了時にやや低下が見られたが、それと異なって4区は中間時、終了時へと徐々に増加が見られた。これは栄養成分等の蓄積率で1、2、3区が前半高く、後半著しく低下したのに反して、4区では前半と後半でほとんど変化しなかったためと思われる。

5年度においても3年度、4年度同様、投餌の際、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、これ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。

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、あるいは水分の吸収に対する適応現象と考えている。

なお、5年度は例年に比べ試験魚のブリの成長が悪く、4年度の結果と比較して、ほとんどの項目において劣り、特にモイストペット区が顕著であった。これは長雨が続き、雨量が多く、また、日照時間が極端に少なかったという本年度の異常気象が原因と考えられる。

