

24. 給餌養殖緊急対策調査
(潜在的マイワシ代替餌料調査)

給餌養殖緊急対策調査 〔潜在的マイワシ代替餌料調査〕

増殖科 安 藤 裕 章

1 目 的

養魚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、マイワシの代わりにマイワシ以外の魚種の利用や、その他の利用可能な原料、例えば畜産加工残滓や水産加工残滓等を使用し養魚用飼餌料の開発を図る。

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

ブリを対象魚種とし、試験区にはマルソウダ加工残滓を混合したマッシュを使用したオレゴンタイプのモイストペレットを用い、市販マッシュを使用したオレゴンタイプのモイストペレットと生餌（冷凍マイワシ）を対照区として、海面小割網で長期飼育を行い、成長、餌料効率、健康度等を検討した。

A：餌料

市販マッシュとマイワシを5：5で配合したオレゴンタイプのモイストペレット区を5区、残滓添加マッシュとマイワシを5：5で配合しオレゴンタイプのモイストペレット区を6区、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区を7区とした。試験餌料の配合及び一般化学成分について表14に示した。

B：飼育

前述の養魚用餌料多様化試験と同様に行い、投餌量はほぼ飽食とした。

生残率についてはサンプリングや取り上げをしたものについては補正した。

C：測定及び測定方法

前述の養魚用餌料多様化試験と同様に行った。

4 結 果

A：生残率と成長

飼育試験における生残率の推移を図3に、成長を図4に示した。12月1日の終了時の生残率は5区95.9%、6区97.7%、7区95.4%で大きな差はなかった。開始時から8月25日までのへい死原因はほとんどが類結節症と一部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。

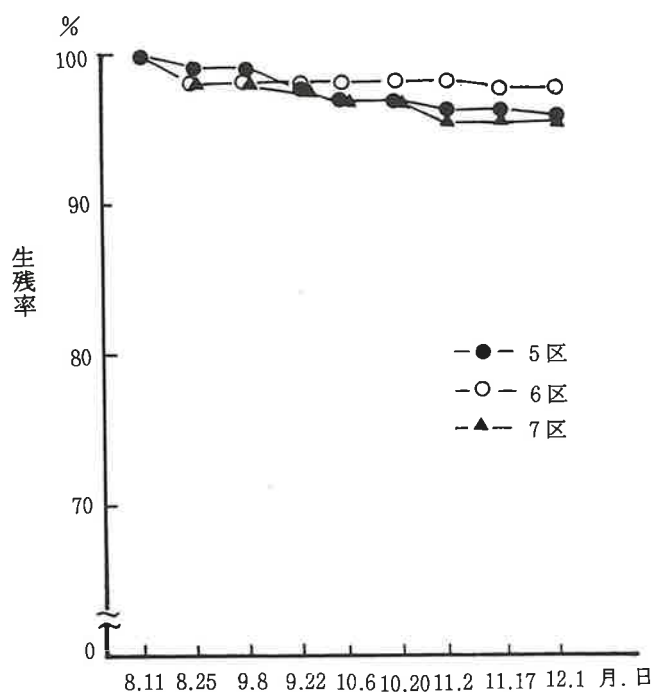


図3 生残率の推移

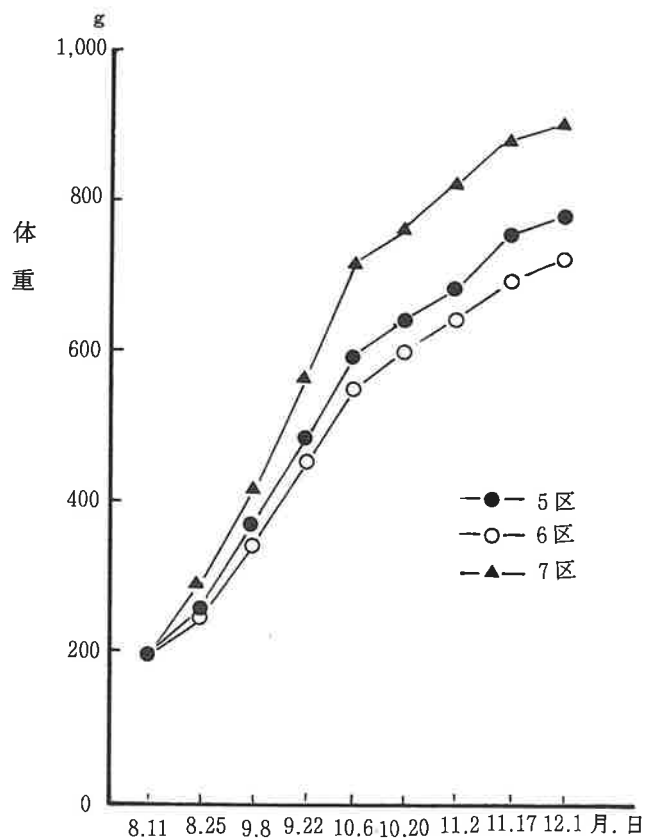


図4 成長の推移

表14 試験餌料及び一般化学成分 (単位: %)

	5区a	5区b	5区c	6区a	6区b	6区c	7区a	7区b	7区c
市販マッシュ*1	50	50	50						
残滓添加マッシュ*1				50	50	50			
生餌(マイワシ)	50	50	50	50	50	50	100	100	100
計	100	100	100	100	100	100	100	100	100
総合ビタミン剤*2							0.5	0.5	0.5
ビタミンE剤*3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1			
スクワラ肝油*4	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0			
乾物の一般化学成分 (%)									
粗蛋白質	59.8	54.9	64.7	55.4	50.8	60.1	61.9	43.7	85.3
粗脂肪	14.4	23.4	11.3	13.9	22.8	10.8	21.1	52.2	7.4
炭水化物	11.3	10.1	11.0	11.5	10.3	11.2	3.1	0.5	0.8
粗灰分	14.1	11.4	11.9	15.8	13.0	13.6	14.9	4.9	4.3
エネルギー量(Kcal)	4,159.4	4,625.3	4,123.5	3,927.0	4,398.4	3,882.1	4,560.3	6,156.5	4,452.9
c/p比	69.6	84.2	63.7	70.9	86.6	64.6	73.7	140.9	52.2

*1: 表15 参照 (丸紅飼料調整)

*2: ハマチート トレタタ (武田薬品工業・市販品)

*3: エンファート100 (エーザイ・市販品: 酢酸トコフェール100mg/1g)

*4: リン フィードオイルΩ (理研ビタミンK.K.・市販品)

5区a、6区a: マワシ・ワタ: 8月12日~11月4日に使用

5区b、6区b: マワシ・ワタb: 11月5日~11月17日に使用

5区c、6区c: マワシ・ワタc: 11月18日~11月30日に使用

7区a: マワシ・ワタ: 8月12日~11月1日に使用

7区b: マワシ・ワタb: 11月3日~11月18日に使用

7区c: マワシ・ワタc: 11月19日~11月30日に使用

表15 使用するマッシュの配合組成 単位：％

原材料の区分	原材料名	市販マッシュ	残滓添加マッシュ
動物性飼料	魚粉、(オキアミミール)* ¹	78	48
	マルソーダ加工残滓		30* ²
そうこう類	米ぬか油かす、(ふすま)* ¹	10	10
穀類	小麦粉、	3	3
	(アルファ化キャッサバでん粉)* ¹		
その他	アルファルファミル、りん酸カルシウム、	9	9
	飼料用酵母、肝臓粉末、		
	(ガーリック粉末)* ¹ 、(ケアカム)* ¹		
計		100	100

*1：()内の原材料は、原料事情等により使用しないことがある。

*2：魚粉の代替としてマルソーダ加工残滓を添加する(表16参照)。

成長については飼育開始時の平均体重は197.2g～198.4gで、時間の経過とともに徐々に差が大きくなり、飼育終了時の平均体重は5区が778.0g、6区が717.0g、7区が902.5gとなった。また、7区においてⅧ期に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17に、飼料効率の推移を表18に、蛋白質効率の推移を表19に、エネルギー効率の推移を表20に、栄養成分等の蓄積率を表21に示した。

日間給餌率を見ると、各区とも同じような増減傾向を示したが、どの期間においても6区が5区より若干大きな値を示した。

飼料効率は全期間を通算すると5区が36.1%、6区が31.1%、7区が38.0%と6区が低かった。

蛋白質効率も5区が0.62、6区が0.57、7区が0.62、エネルギー効率も5区が8.4%、6区が7.7%、7区が7.9%と同様の傾向であった。

栄養成分等の蓄積率は全期間通算すると蛋白質、エネルギーとも5区、7区が6区よりやや高く、脂肪は5区が35.4%とかなり高く、6区、7区が各々26.2%、27.6%と低い値となった。

C：魚体測定及び内臓測定

測定結果を表22に示した。

肥満度は開始時に13.7で、5、6区は中間時におおの16.2、16.6、終了時に17.6、17.1と徐々に増加し、7区は中間時に18.4と著しく高くなり、終了時に18.1と横ばいであった。

比肝重は開始時に1.05で、5、6区は中間時におおの1.29、1.24、終了時に1.89、1.72と徐々に増加し、7区は中間時に1.97と著しく高くなり、終了時に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5、6区が各々0.41%、0.45%と、7区の0.26%の2倍弱となり、終了時には5、6区が0.66%、0.81%と、7区の0.32%の2倍以上となった。

D：血液性状及び血清成分

血液性状の推移を表23に、血清成分の推移を表24に示した。

表16 マルソーダ加工残滓成分分析結果*¹

成 分	含 量
水分	1.15%
粗蛋白	59.19%
粗脂肪	12.71%
粗糖質	0.82%
粗灰分	23.73%
POV	37.39meq/kg
AV	4.14mg KOH/g

*1：平成5年1月22日分析

表 1 7 日間給餌率 (乾物換算) (単位: %)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月11日 ~ 8月25日)	2.88	3.09	3.55	26.9℃
II 期 (8月25日 ~ 9月 8日)	4.44	4.92	4.51	27.7
III 期 (9月 8日 ~ 9月22日)	4.38	4.87	4.32	26.7
IV 期 (9月22日 ~ 10月 6日)	3.50	3.98	3.86	25.2
V 期 (10月 6日 ~ 10月20日)	2.24	2.58	2.19	24.1
VI 期 (10月20日 ~ 11月 2日)	1.88	2.18	1.74	22.2
VII 期 (11月 2日 ~ 11月17日)	2.29	2.46	2.15	20.9
VIII 期 (11月17日 ~ 12月 1日)	1.88	2.12	1.64	19.1
全期間 (8月11日 ~ 12月1日)	2.93	3.26	3.01	
前半 (8月11日 ~ 10月 6日)	3.67	4.03	3.82	
後半 (10月 6日 ~ 12月 1日)	2.08	2.35	1.96	

表 1 8 飼料効率 (乾物換算) (単位: %)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月11日 ~ 8月25日)	64.2	49.5	72.4	26.9℃
II 期 (8月25日 ~ 9月 8日)	56.8	46.7	57.2	27.7
III 期 (9月 8日 ~ 9月22日)	45.0	42.6	50.6	26.7
IV 期 (9月22日 ~ 10月 6日)	40.2	33.7	43.2	25.2
V 期 (10月 6日 ~ 10月20日)	23.2	23.4	20.0	24.1
VI 期 (10月20日 ~ 11月 2日)	27.0	25.4	33.4	22.2
VII 期 (11月 2日 ~ 11月17日)	29.0	20.9	25.4	20.9
VIII 期 (11月17日 ~ 12月 1日)	10.3	10.9	5.6	19.1
全期間 (8月11日 ~ 12月1日)	36.1	31.1	38.0	
前半 (8月11日 ~ 10月 6日)	48.5	41.4	52.2	
後半 (10月 6日 ~ 12月 1日)	22.7	20.1	21.1	

表 1 9 蛋白質効率 (乾物換算)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月11日 ~ 8月25日)	1.12	0.93	1.17	26.9℃
II 期 (8月25日 ~ 9月 8日)	0.99	0.88	0.92	27.7
III 期 (9月 8日 ~ 9月22日)	0.78	0.80	0.82	26.7
IV 期 (9月22日 ~ 10月 6日)	0.70	0.63	0.70	25.2
V 期 (10月 6日 ~ 10月20日)	0.40	0.44	0.32	24.1
VI 期 (10月20日 ~ 11月 2日)	0.47	0.48	0.54	22.2
VII 期 (11月 2日 ~ 11月17日)	0.52	0.41	0.58	20.9
VIII 期 (11月17日 ~ 12月 1日)	0.16	0.18	0.07	19.1
全期間 (8月11日 ~ 12月1日)	0.62	0.57	0.62	
前半 (8月11日 ~ 10月 6日)	0.84	0.78	0.84	
後半 (10月 6日 ~ 12月 1日)	0.38	0.36	0.35	

表 2 0 I 期 - 効率 (乾物換算) (単位: %)

	5区	6区	7区	平均水温
I 期 (8月11日 ~ 8月25日)	14.9	12.1	15.9	26.9℃
II 期 (8月25日 ~ 9月 8日)	13.2	11.4	12.6	27.7
III 期 (9月 8日 ~ 9月22日)	10.4	10.4	11.1	26.7
IV 期 (9月22日 ~ 10月 6日)	9.3	8.2	9.5	25.2
V 期 (10月 6日 ~ 10月20日)	5.4	5.7	4.4	24.1
VI 期 (10月20日 ~ 11月 2日)	6.3	6.2	7.3	22.2
VII 期 (11月 2日 ~ 11月17日)	6.4	4.8	4.1	20.9
VIII 期 (11月17日 ~ 12月 1日)	2.5	2.8	1.2	19.1
全期間 (8月11日 ~ 12月1日)	8.4	7.7	7.9	
前半 (8月11日 ~ 10月 6日)	11.3	10.1	11.5	
後半 (10月 6日 ~ 12月 1日)	5.3	5.0	4.1	

表21 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	5 区	18.1	7.5	12.8
	6 区	16.1	6.5	11.4
	7 区	16.8	7.9	12.6
脂肪	5 区	43.3	28.1	35.4
	6 区	39.3	16.8	27.6
	7 区	48.3	8.4	26.2
I値キ*2	5 区	28.8	23.7	22.3
	6 区	25.9	11.1	18.4
	7 区	33.9	9.8	21.8

一尾当りの栄養成分等の蓄積量×100

*1：蓄積率＝

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値キ-の計算には体成分は総I値キ-値（蛋白質：5.65kcal/g、脂肪：9.40kcal/g）を、飼料は代謝I値キ-値（蛋白質：4.5kcal/g、脂肪：8.0kcal/g、炭水化物：2.8kcal/g）を用いた。

表22 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)	5 区	24.4±1.0	32.3±0.9	35.8±1.1
	6 区		31.7±1.3	34.0±1.3
	7 区		34.1±1.1	37.2±0.9
体重 (g)	5 区	199±23	549.1±59.0	812.8±102.1
	6 区		529.2±69.2	673.7±85.1
	7 区		726.5±60.6	935.9±78.6
肥満度	5 区	13.7±0.8	16.2±0.7	17.6±1.0
	6 区		16.6±1.3	17.1±0.5
	7 区		18.4±0.8	18.1±1.2
比肝重 (%)	5 区	1.05±0.08	1.29±0.06	1.89±0.22
	6 区		1.24±0.21	1.72±0.09
	7 区		1.97±0.19	2.28±0.31
全消化管 (%)	5 区	4.93±0.17	5.64±0.24	7.41±0.61
	6 区		5.76±0.74	7.29±0.25
	7 区		5.90±0.24	6.89±0.73
胃 (%)	5 区	1.44±0.10	1.01±0.09	0.92±0.10
	6 区		0.99±0.10	1.01±0.08
	7 区		0.99±0.09	0.90±0.06
腸管 (%)	5 区	0.49±0.04	0.41±0.04	0.66±0.14
	6 区		0.45±0.05	0.81±0.15
	7 区		0.26±0.08	0.32±0.11
幽門垂 (%)	5 区	1.12±0.20	1.90±0.21	2.96±0.54
	6 区		2.00±0.22	2.67±0.32
	7 区		1.86±0.13	2.37±0.34
比脾重	5 区	0.22±0.07	0.11±0.02	0.18±0.02
	6 区		0.11±0.01	0.14±0.02
	7 区		0.12±0.04	0.15±0.03

肥満度＝1,000×体重／(尾叉長)³

比肝重、全消化管、胃、腸管、幽門垂、比脾重は体重に対する百分率

血液性状については、個体差が大きく、時期的変動が見られるものの、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中間時に一部差異が見られるが、個体差も大きく、終了時には各区間に明確な差

表23 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)	5 区		13.4±0.5	13.1±0.4
	6 区	13.3±0.8	13.6±1.0	12.9±1.1
	7 区		16.0±1.0	13.2±1.1
H t (%)	5 区		60.7±6.4	46.7±5.3
	6 区	58.0±5.7	57.0±6.3	45.2±4.6
	7 区		69.1±4.4	47.5±4.2
R B C ($\times 10^4/\text{mm}^3$)	5 区		415±20	397±43
	6 区	413±25	437±47	385±40
	7 区		459±24	405±14
M C H (pg)	5 区		32.2±1.2	33.3±3.0
	6 区	32.2±0.4	31.3±1.5	33.7±0.8
	7 区		34.8±0.8	32.7±2.4
M C H C (%)	5 区		22.1±1.7	28.4±2.8
	6 区	23.0±1.3	24.0±1.8	28.7±0.7
	7 区		23.2±1.5	27.9±0.8
M C V (μ^3)	5 区		146±16	118±6
	6 区	140±7	131±8	117±2
	7 区		151±7	117±9

H b : ヘムグロビン量

M C H : 平均赤血球血色素量 $10 \times \text{H b} / \text{R B C}$

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

は見られない。

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25に示した。

全魚体において粗蛋白は各区とも19.5～21.1%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5区は10.6%、6区は10.7%と上昇し、7区は15.9%と急激に上昇し、終了時は5区、6区は各々12.7%、11.2%とやや上昇し、7区は15.0%とほぼ横ばいであった。グルコースについては開始時の0.6%から中間時には各区とも0.4%と若干低下が見られたが、終了時には5区1.4%、6区2.8%、7区2.4%と大きく増加した。

肝臓においては粗蛋白は開始時の17.8%から5区、6区は各々中間時16.0%、16.4%、終了時には15.2%、14.5%と徐々に低下し、7区では中間時12.8%、終了時12.0%へと大きく減少が見られた。粗脂肪については開始時の14.3%から中間時5区は19.0%、6区は18.7%と上昇し、終了時は各々18.4%、15.3%とやや低下した。7区は中間時35.1%、終了時33.1%と著しい上昇を示した。グリコーゲンについては開始時の0.1%から中間時には0.2～1.0%、終了時には2.6～3.6%と増加した。

表24 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)	5区		4.83±0.37	5.28±0.77
	6区	3.96±0.21	4.87±0.46	4.81±0.18
	7区		6.37±0.67	4.50±0.49
アルブミン (g/100ml)	5区		1.85±0.12	2.44±0.36
	6区	1.71±0.09	1.91±0.29	1.97±0.09
	7区		2.41±0.26	1.82±0.16
A/G比 (%)	5区		0.62±0.03	0.86±0.04
	6区	0.76±0.05	0.65±0.07	0.70±0.04
	7区		0.61±0.03	0.68±0.03
NEFA (mEq/l)	5区		0.89±0.13	0.37±0.20
	6区	0.67±0.06	0.72±0.10	0.51±0.16
	7区		0.82±0.11	0.51±0.25
トリグリセリド (mg/100ml)	5区		146±23	485±51
	6区	173±37	163±24	465±69
	7区		312±71	569±87
リン脂質 (mg/100ml)	5区		1,400±109	1,660±132
	6区	1,140±141	1,380±70	1,640±120
	7区		2,240±356	1,550±185
コレステロール (mg/100ml)	5区		475±51	554±67
	6区	400±43	456±36	543±46
	7区		731±143	528±70
Zn (μg/100ml)	5区		1,110±72	1,260±324
	6区	1,760±239	1,240±193	1,470±204
	7区		2,250±649	1,780±185
P (mg/100ml)	5区		95.3±15.9	38.1±12.4
	6区	189.0±23.5	218.0±51.4	47.0±9.0
	7区		170.0±22.7	42.0±13.4
Ca (mg/100ml)	5区		18.7±1.4	18.5±2.2
	6区	19.8±1.1	20.6±1.2	17.5±1.6
	7区		24.2±1.2	17.5±1.6

A/G比：アルブミン・ゲロブリン比

NEFA：遊離脂肪酸

トリグリセリド：中性脂肪

P：リン

Zn：亜鉛

Ca：カルシウム

表25 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	5区		65.4	64.2	肝 臓	水分	5区		61.0	59.3
		6区	70.4	66.1	64.8			6区	63.0	58.2	65.8
		7区		60.5	60.4			7区		48.1	50.6
	粗蛋白	5区		21.1	20.7		粗蛋白	5区		16.0	15.2
		6区	19.5	20.6	20.0			6区	17.8	16.4	14.5
		7区		19.7	20.3			7区		12.8	12.0
	粗脂肪	5区		10.6	12.7		粗脂肪	5区		19.0	18.4
		6区	6.7	10.7	11.2			6区	14.3	18.7	15.3
		7区		15.9	15.0			7区		35.1	33.1
	粗灰分	5区		3.1	2.9		粗灰分	5区		1.3	1.2
		6区	2.8	4.0	2.3			6区	1.4	1.3	1.4
		7区		2.7	2.8			7区		1.0	1.1
	カルコース	5区		0.4	1.4		ケリコケン	5区		0.2	2.6
		6区	0.6	0.4	2.8			6区	0.1	0.7	3.6
		7区		0.4	2.4			7区		1.0	3.3

5 考 察

成長を見ると5区、6区とも順調に成長したが、終了時には市販マッシュを用いた5区のほうが残滓添加マッシュを用いた6区より60gほど大きくなった。しかし、生餌の7区と比べるとかなり成長が遅かった。また、飼料効率、蛋白質効率、エネルギー効率を見ると5区と7区では7区がわずかに高いか、同じであるが、6区は若干低い値となっている。

さらに、栄養成分等の蓄積率についても蛋白質、脂肪、エネルギーともに6区が若干低い値になった。

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。

これらのことから、市販マッシュはマイワシ生餌と比べると成長においては若干劣るもの、それ以外の性能においてはほぼ同じと考えられる。また、残滓添加マッシュは市販マッシュと比べると成長においても飼料の性能においても劣っている。

このことからマルソーダ加工残滓は飼料原料として使用可能であるが、魚粉と比べると品質が劣る。

日間給餌率について見るとどの期間においても6区が5区より高く、投餌作業中においても常に6区のほうが餌食いが良いことが観察された。このことからマルソーダ残滓は摂餌促進効果を持つのではないかと考えられる。

オレゴンタイプモイストペレットの5、6区の腸管の重量比は生餌の7区の2倍以上であったが、この数値はシングルタイプモイストペレットで観察されたものとほぼ同じであった。これは飼料の植物成分の消化、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、マイワシ生餌区の結果は4年度と比較して、ほとんどの項目において劣った。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。