

海面養殖業ゼロエミッション推進対策調査事業*

環境負荷低減型配合飼料開発試験

木村 創 ・ 上出 貴士

目 的

近年養殖魚の飼料は生餌からオレゴンタイプペレットにかわり最近ではスチームペレット (DP) , 渡邊ら¹⁾ によって開発されたエクストルーディペレット (EP) に変わりつつある。この飼料形態の変換により給餌のさいにみられる残餌や餌の流失は改善された。しかし養殖漁場の環境は悪化の一途をたどり赤潮・貧酸素水塊の発生・魚病の蔓延に悩まされている^{2), 3)}。この原因としては養殖魚が排泄する糞や尿から溶出する窒素とリンが想定される⁴⁾。このため飼料中に含まれる窒素やリンをできるだけ少なくするとともに魚が効率よく吸収できるようにすることが必要となる。

昨年度は魚粉主体の配合飼料へリン添加量を変えた試験飼料を用いて、リンの適正添加量並びに環境へのリンの負荷量を知ることが目的に試験を行った結果、それぞれの試験飼料間でマダイの成長差は認められず、リン添加量が多いほど環境負荷が大きくなることが明らかとなった。また個別試験についてはリンの必要量を知ることが目的にカゼインを主タンパク源とした精製飼料を用いてリンの必要量を推定しようとしたが、カゼインに含まれるリンが多かったことから明確な結果を得ることができなかった⁵⁾。

本年度は共通試験としてリンを多く含む魚粉の一部をリン含量の少ない大豆粕に置き換え、これに無機リンを添加してその効果を調べた。

1. 飼育試験

養殖漁業は生産性を向上させるために過密と過食

を基盤として行われてきた結果、漁場環境が悪化し、赤潮や貧酸素水塊の発生、魚病発生が日常化し、生産性の低下を招いている。この悪化の原因は養殖魚類の排出する糞や尿に含まれる窒素・リンが主な原因といわれている。また、魚価の低迷により養殖業は厳しい経営状態にある。

これらのことから、今後は安価で海域環境に配慮した窒素・リンの含有量の少ない飼料を開発する必要がある。今年度はリンを多く含む魚粉の一部を大豆粕に置き換え、この飼料に無機リンを添加してその効果を調べた。

材料および方法

供試魚：2003年に種苗生産され、6月16日から7月6日まで当研究所の海面生簀で市販のEP飼料を用いて中間育成後、7月7日にイリドウイルスのワクチンを接種し、その後9日間試験飼料4で予備飼育した平均体重38.4gのマダイ当歳魚を用いた。

試験飼料：表1に示す共通試験飼料1～4を用いた。飼料1は魚粉（アンチョビミール）を主体とした添加飼料、飼料2～4は魚粉の20%をリン含有量の低い大豆粕およびコーングルテンミールに置き換え、魚粉の配合量を低くした。これらの飼料には摂餌誘因のためにオキアミミールを5%、また大豆油を用いて脂質含量を5%増量した。飼料1と飼料2はリンを無添加とし、飼料3および飼料4には第一リン酸カルシウムをそれぞれ0.8、1.6%添加した。この結果、各飼料に含まれるリン含有量をみると飼料1は15.2mg/g、飼料2は10.5mg/g、飼料3は12.8mg/g、飼料4は15.1mg/gとなった。

*海面養殖業ゼロエミッション推進対策調査事業費による

表1 配合飼料組成並びに分析結果

	飼料1	飼料2	飼料3	飼料4
魚粉	50	30	30	30
オキアミミール	0	5	5	5
大豆粕	5	10	10	10
コーングルテンミール	5	14	14	14
小麦粉	19	20	19.2	18.4
脱脂米ぬか	5	—	—	—
タピオカ	3	3	3	3
第一リン酸カルシウム	0	0	0.8	1.6
ビタミン	2	2	2	2
Pフリーミネラル	1	1	1	1
魚油	10	10	10	10
大豆油	0	5	5	5
成分分析結果				
水分	7.1	6.2	6.6	6.1
粗蛋白	47.0	45.5	44.7	45.3
粗脂肪	14.1	17.9	18.4	17.7
粗灰分	10.9	8.2	8.6	9.2
リン	1.52	1.05	1.28	1.51

※単位は%である。

飼育試験：飼料ごとにDuplicationで合計8区設定し、各区300尾ずつを3×3×3mの網生け簀に収容した。試験飼料1を1区と5区、試験飼料2を2区と6区、試験飼料3を3区と7区、試験飼料4を4区と8区に給餌し、7月15日から11月3日まで飼育試験を実施した。給餌は月曜日から金曜日は朝・夕2回、土曜日は朝1回、日曜日は無給餌とした。なお、9月9日には試験飼料不足が想定されたことから各区210尾ずつに飼育尾数を減らし、試験を継続した。全重量測定は4週毎の8月11日、9月8日、10月7日、11月3日に行い、試験開始時と試験終了時には30尾ずつを、途中の測定時には10尾ずつを取り上げ個体毎の尾叉長と体重を測定し、肥満度を計算した。

魚体の成分分析：試験開始時並びに魚体測定を行ったときに各試験区から5尾を任意に取り上げ、その全てを混ぜてスライサーし、全魚体の一般成分並びにリン量を測定した。水分は常圧加熱乾燥法、タンパク質はケルダール法、脂肪はエーテル抽出法、灰分は直接灰化法、リンは比色分析法で行った。全魚体のスライスには東京海洋大学の佐藤秀一教授に依頼するとともに、分析は(財)日本冷凍食品検査協

会で行った。窒素とリンの負荷量は下記に示す式を用いて計算した。

$$(C \times P f - \frac{(B f \times P b f - B i \times P b i)}{(B f - B i)}) \times 100$$

C：増肉係数

Pf：飼料中の窒素もしくはリン含量 (%)

Bf：実験終了時の魚体重 (g)

Bi：実験開始時の魚体重 (g)

Pbf：実験終了時の魚体の窒素もしくはリン含量 (%)

Pbi：実験開始時の魚体の窒素もしくはリン含量 (%)

なお、魚体の窒素量はタンパク質の16%として計算した⁶⁾。

血液性状並びに血清成分検査：試験開始時と試験終了時に各区から10尾ずつ任意に取り上げ、個体毎にヘマトクリット値、ヘモグロビン量、赤血球数の血液性状を測定するとともに血清成分について測定した。血清成分は総タンパク質、グルコース、総コレステロール、トリグリセリド、アルカリフォスフォターゼ、アミラーゼ、尿素窒素、GOT、GPT、カルシウム、マグネシウム、リンについて富士ドライケム3500で測定した。

測定値は、ダンカンの新多重範囲検定法 (Duncan's new multiple range test, MRT, ダンカン法) により検定し、危険率 5% で有為差を判定した。

結果および考察

飼育成績：試験期間中の水温変化を図 1 に示す。試験開始から 8 月下旬までは平年よりやや低めに、それ以降はやや高めに推移した。

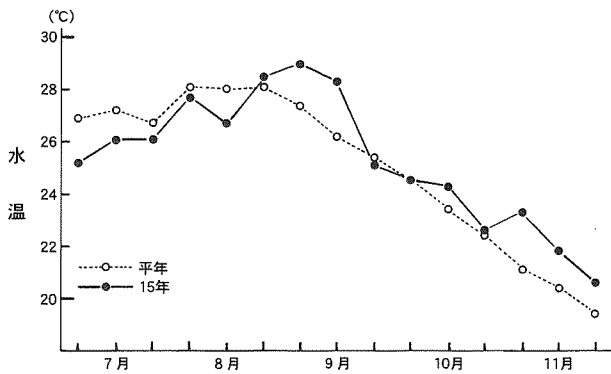


図 1 試験期間中における旬平均水温の推移

飼育成績を表 2 に、平均魚体重の推移を図 2 に示す。試験終了時の各区の平均体重は、飼料 1 を給餌した 1 区が 211.3g, 5 区が 216.8g, 飼料 2 を給餌した 2 区が 192.6g, 6 区が 192.4g, 飼料 3 を給餌した 3 区が 195.3g, 7 区が 192.3g, 飼料 4 を給餌した 4 区が 186.2g, 8 区が 189.0g となり、全期間

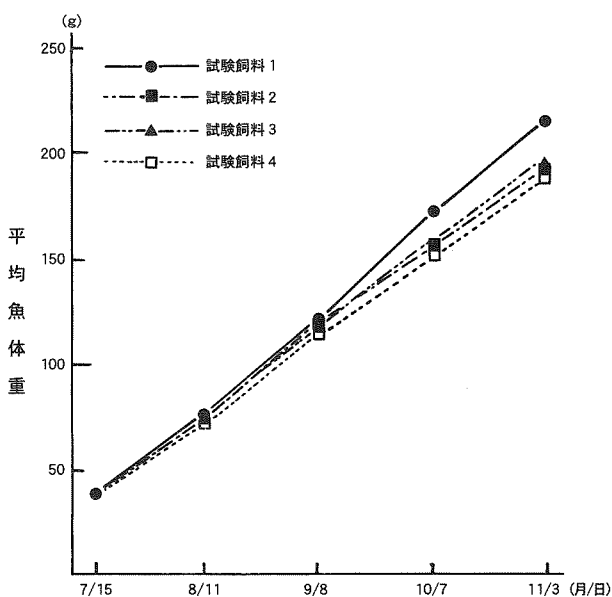


図 2 試験飼料別の平均魚体重の推移

を通じて飼料 1 が他の飼料に比較して有為に成長した ($P < 0.05$)。しかし、飼料 2~4 については各飼料間に有為な差は認められず、飼料 4 がやや成長の悪い結果となった。増重倍率についても試験終了時には成長と同じ傾向が認められ、飼料 1 が平均で 5.58 と他の飼料より有為に高くなった。増肉係数は飼料 1 で平均 1.40 と他の飼料に比較して有為に低く、飼料 2~4 の間では飼料 4 が平均 1.61 と飼料 2, 3 に比較して有為に高くなった ($P < 0.05$)。

以上のことから魚粉単独区では成長、増重倍率、増肉係数ともに良好であったが、リンの削減を目的に魚粉の一部を大豆粕やコーングルテンミールに置き換えた飼料では成長、増重倍率、増肉係数ともにやや不良で、特にリンを過多に添加した飼料 4 は成長、増肉係数ともに不良なことから魚粉削減飼料へのリン添加効果は明らかとならなかった。

また、図 3 に飼料別の肥満度の推移を示す。いず

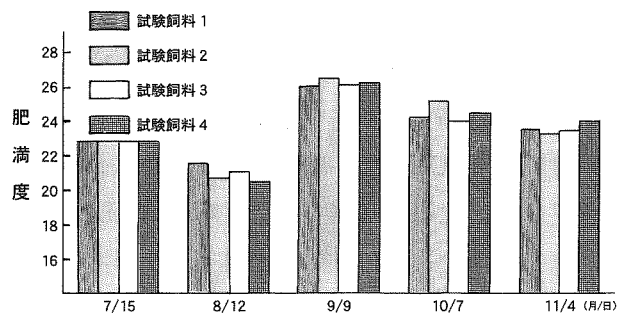


図 3 試験飼料別の肥満度の推移

れの飼料においても 7 月から 8 月にかけて 22.84 から 20.50~21.56 に低下するが、9 月にはいずれの飼料区においても 26 を超え、その後水温の低下とともに肥満度は低下し、試験終了時には 23.26~23.95 となった。しかし、各飼料間に有為な差は認められなかった。

魚体分析：魚体分析結果を表 3 に示す。一般成分は飼育期間が長くなるほど水分が 65% 前後から 59% 前後に減少し、脂質が 12% 前後から 17% 前後に増加する傾向が全ての試験飼料で観察された。しかし、試験飼料間の有為差は昨年同様いずれの時期においてもみられなかった。リンについては、試験開

表2 マダイ当歳魚の飼育成績

試験 飼料	区	供試 尾数	平均体重 (g)		日間給餌率 (%)	補正増重量 (g)	増重 倍率	給餌量 (g)	増肉係数 (乾物)	斃死 尾数
			開始時	終了時						
			1期		7月15日～8月11日			(給餌日数 24日)		
1	1	300	38.4	75.1 ^c	2.47	10,955.0	1.96 ^b	12,620	1.07 ^a	3
	5	300	38.4	75.4	2.51	11,081.5	1.96	12,900	1.08	1
2	2	300	38.4	75.4 ^b	2.50	11,044.5	1.96 ^{ab}	12,690	1.08 ^a	3
	6	300	38.4	73.0	2.47	10,328.1	1.90	12,270	1.11	3
3	3	300	38.4	72.4 ^{ab}	2.37	10,166.0	1.89 ^a	11,770	1.08 ^a	2
	7	300	38.4	72.0	2.32	10,029.6	1.88	11,450	1.07	3
4	4	300	38.4	71.9 ^a	2.39	9,932.8	1.87 ^c	11,650	1.10 ^a	7
	8	300	38.4	71.2	2.48	9,823.6	1.85	12,130	1.16	1
			2期		8月12日～9月8日			(給餌日数 23日)		
1	1	290	75.1	120.1 ^b	2.26	12,937.5	1.60 ^a	19,100	1.37 ^a	5
	5	292	75.4	120.0	2.23	12,978.6	1.59	19,100	1.37	2
2	2	290	75.4	116.6 ^a	2.22	11,803.8	1.55 ^a	18,200	1.45 ^a	7
	6	290	73.0	113.5	2.22	11,441.3	1.55	17,430	1.43	15
3	3	291	72.4	114.1 ^a	2.26	12,134.7	1.58 ^a	18,350	1.41 ^a	0
	7	290	72.0	113.4	2.22	11,799.0	1.58	17,560	1.39	10
4	4	285	71.9	112.5 ^a	2.36	11,205.6	1.56 ^a	17,910	1.50 ^a	18
	8	292	71.2	113.7	2.20	12,325.0	1.60	17,610	1.34	4
			3期		9月9日～10月6日			(給餌日数 20日)		
1	1	210	120.1	169.7 ^c	1.72	10,416.0	1.41 ^a	15,820	1.41 ^a	0
	5	210	120.0	172.4	1.72	11,004.0	1.44	15,950	1.35	0
2	2	210	116.6	154.3 ^a	1.83	7,917.0	1.32 ^a	15,510	1.84 ^b	0
	6	210	113.5	157.7	1.84	9,282.0	1.39	15,660	1.58	0
3	3	210	114.1	156.2 ^a	1.83	8,841.0	1.37 ^a	15,600	1.65 ^{ab}	0
	7	210	113.4	157.5	1.79	9,261.0	1.39	15,300	1.54	0
4	4	210	112.5	150.0 ^b	1.89	7,875.0	1.33 ^a	15,540	1.85 ^b	0
	8	210	113.7	151.9	1.86	8,022.0	1.34	15,470	1.81	0
			4期		10月7日～11月3日			(給餌日数 20日)		
1	1	200	169.7	211.3 ^b	1.56	8,320.0	1.25 ^a	17,890	2.00 ^a	0
	5	200	172.4	216.8	1.54	8,746.8	1.26	17,850	1.90	6
2	2	200	154.3	192.6 ^a	1.73	7,525.9	1.25 ^a	17,630	2.20 ^a	7
	6	200	157.7	191.4	1.73	6,638.9	1.21	17,780	2.51	6
3	3	200	156.2	195.3 ^a	1.73	7,702.7	1.25 ^a	17,910	2.17 ^a	6
	7	200	157.5	192.3	1.73	6,803.4	1.22	17,700	2.43	9
4	4	200	150.0	186.2 ^a	1.82	7,040.9	1.24 ^a	17,720	2.36 ^a	11
	8	200	151.9	189.0	1.75	7,382.9	1.24	17,740	2.26	2
			全期間		7月15日～11月3日			(給餌日数 87日)		
1	1	300	38.4	211.3 ^b	1.74	43,225.0	5.50 ^b	65,430	1.41 ^c	100
	5	300	38.4	216.8	1.73	44,064.8	5.65	65,800	1.39	106
2	2	300	38.4	192.6 ^a	1.88	38,010.3	5.02 ^a	64,030	1.58 ^{ab}	107
	6	300	38.4	192.4	1.86	38,038.0	5.01	63,140	1.56	106
3	3	300	38.4	195.3 ^a	1.84	38,754.3	5.09 ^a	63,630	1.53 ^a	106
	7	300	38.4	192.3	1.83	37,782.5	5.01	62,010	1.53	109
4	4	300	38.4	186.2 ^a	1.92	36,137.1	4.85 ^a	62,820	1.63 ^b	111
	8	300	38.4	189.0	1.86	37,499.4	4.92	62,950	1.58	102

各試験期間毎に同じ列で同じ上付き文字を持つものは各試験飼料間に有為差のないことを示す(P<0.05)。

表3 マダイ魚体分析結果

		水分 (%)	タンパク (%)	脂肪 (%)	灰分 (%)	リン (mg/100g)	
7月14日	開始時	69.9	17.4	8.1	4.2	740	
8月11日	飼料1	1区	65.4	17.5	12.2	4.6	810 ^a
		5区	65.1	18.0	12.0	4.9	890
	飼料2	2区	65.3	17.2	12.2	4.5	820 ^a
		6区	64.5	17.8	12.8	4.9	830
	飼料3	3区	65.4	17.9	11.8	4.9	840 ^a
		7区	65.8	17.7	12.4	4.1	770
	飼料4	4区	65.1	17.7	12.7	4.5	810 ^a
		8区	64.5	17.8	13.3	4.4	760
9月8日	飼料1	1区	61.1	18.0	16.1	4.3	820 ^a
		5区	61.5	18.0	14.9	4.7	870
	飼料2	2区	60.2	17.7	17.4	4.6	800 ^a
		6区	60.5	17.6	16.9	4.5	840
	飼料3	3区	60.7	18.0	16.5	4.7	860 ^a
		7区	60.2	17.9	16.7	5.1	900
	飼料4	4区	60.7	17.4	17.1	4.7	840 ^a
		8区	61.9	17.8	15.2	5.0	890
10月6日	飼料1	1区	60.3	18.2	16.7	4.7	840 ^b
		5区	60.8	18.2	16.6	4.3	820
	飼料2	2区	59.8	17.3	17.4	4.8	890 ^a
		6区	59.9	18.1	16.4	4.9	910
	飼料3	3区	60.1	17.9	17.6	4.3	830 ^c
		7区	60.9	17.5	16.7	4.8	860
	飼料4	4区	60.4	17.6	17.1	4.8	890 ^a
		8区	59.8	17.6	16.8	5.1	900
11月3日	飼料1	1区	59.2	18.3	17.7	4.4	880 ^a
		5区	60.3	17.9	17.0	4.7	860
	飼料2	2区	60.5	18.3	16.7	4.4	920 ^a
		6区	59.0	17.6	18.8	4.5	880
	飼料3	3区	59.5	17.8	17.7	4.9	920 ^a
		7区	58.2	17.7	19.4	4.6	850
	飼料4	4区	59.1	17.6	18.4	4.8	900 ^a
		8区	58.3	17.8	18.9	4.9	890

同じ分析日で同じ上付き文字を持つものは各試験飼料間に有為差のないことを示す(P<0.

始時には740mg/100gであったが、試験最終の11月3日には飼料1で平均870mg/100g、飼料2で900mg、飼料3で885mg、飼料4で895mgまで増加した。各飼料間で有為差が認められたのは10月6日だけであった。このときは飼料1区が平均で830mgと他の区に比較して有為に低く(P<0.05)、飼料2区がやや高い傾向を示した。

表4と図4に各試験期間並びに全期間を通じての

リン蓄積率の推移を示す。全ての飼料において魚体が大きくなるほどリンの蓄積率が悪くなった。全期間を通じてみるとリンを添加していない2区が高く、ついでリン量の少ない3区、リン含有量の多い1区と4区は低くなる傾向が認められた。各試験飼料間で有為差が認められたのは7月15日から8月11日の飼育期間と全期間であり、2区が有為に高く、1区と4区が他区と比較して有為に低くなった。全期間

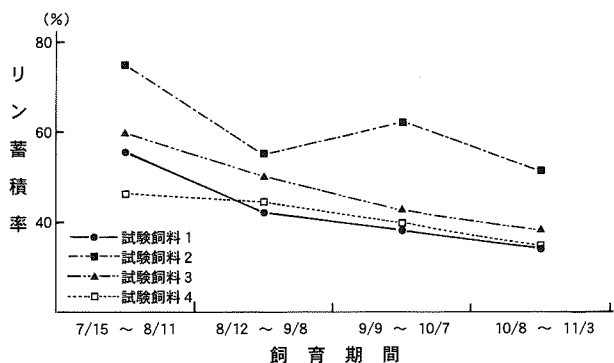


図4 試験飼料別のリン蓄積率の推移

を通じてのリン蓄積率は飼料1が 39.57 ± 0.42 、飼料2が 54.01 ± 1.54 、飼料3が 44.19 ± 3.01 、飼料4が 36.58 ± 0.49 となった。このことから飼料中にリンが少ない場合、マダイは積極的にリンを蓄積するが、リンを必要以上に与えても魚体内には残留せず、排泄されるものと推察される。

表5に窒素負荷量、表6にリン負荷量の推定値を示す。飼育期間全体を通じての窒素負荷量は飼料1が平均 88.3 kg/ton 、飼料2が 98.9 kg/ton 、飼料3

表4 試験中の各期間並びに全期間における魚体内におけるリン蓄積率

試験飼料	7/15~8/11	8/12~9/8	9/9~10/6	10/7~11/3	7/15~11/3
1	55.37 ± 5.29 ^{ab}	41.88 ± 5.43 ^a	37.87 ± 0.55 ^a	33.63 ± 0.64 ^a	39.57 ± 0.42 ^a
2	74.74 ± 0.22 ^c	55.01 ± 7.92 ^a	62.03 ± 9.52 ^a	51.12 ± 6.53 ^a	54.01 ± 1.54 ^c
3	59.69 ± 6.56 ^b	50.01 ± 6.61 ^a	42.36 ± 7.92 ^a	37.83 ± 7.57 ^a	44.19 ± 3.01 ^a
4	46.17 ± 5.87 ^a	44.20 ± 5.78 ^a	39.51 ± 0.61 ^a	34.25 ± 2.51 ^a	36.58 ± 0.49 ^b

同じ列の同じ上付き文字を持つものは各試験飼料間に有為差のないことを示す ($P < 0.05$)。

表5 マダイ養殖における窒素負荷量の推定 (7月5日~11月3日)

試験飼料	試験区	総給餌量 F	増肉係数 C	餌料中		終了時		開始時		負荷量 kg/ton
				窒素含量 Nf	魚体重 Bf	魚体重 Bi	魚体窒素 Nbf	魚体窒素 Nbi		
1	^c 1	273.5	1.41	22.14	211.3	38.4	2.93	2.78	89.321	
	5	275.3	1.39	22.29	216.8	38.4	2.86	2.78	87.274	
2	^a 2	269.6	1.58	20.92	192.6	38.4	2.93	2.78	97.608	
	6	267.6	1.56	20.77	192.4	38.4	2.82	2.78	98.202	
3	^{ac} 3	267.6	1.53	20.51	195.3	38.4	2.85	2.78	93.238	
	7	263.3	1.53	20.18	192.3	38.4	2.83	2.78	93.901	
4	^b 4	269.3	1.63	20.77	186.2	38.4	2.82	2.78	103.785	
	8	264.0	1.58	20.36	189.0	38.4	2.85	2.78	98.413	

各試験飼料の上付き文字が同じものは有為差のないことを示す ($P < 0.05$)

表6 マダイ養殖におけるリン負荷量の推定 (7月5日~11月3日)

試験飼料	試験区	総給餌量 F	増肉係数 C	餌料中		終了時		開始時		負荷量 kg/ton
				リン含量 Pf	魚体重 Bf	魚体重 Bi	魚体リン Pbf	魚体リン Pbi		
1	^a 1	273.5	1.41	4.16	211.3	38.4	0.88	0.74	14.933	
	5	275.3	1.39	4.18	216.8	38.4	0.88	0.74	14.355	
2	^b 2	269.6	1.58	2.83	192.6	38.4	0.92	0.74	8.710	
	6	267.6	1.56	2.81	192.4	38.4	0.88	0.74	9.096	
3	^c 3	267.6	1.53	3.43	195.3	38.4	0.92	0.74	12.190	
	7	263.3	1.53	3.37	192.3	38.4	0.85	0.74	13.124	
4	^d 4	269.3	1.63	4.07	186.2	38.4	0.90	0.74	18.095	
	8	264.0	1.58	3.99	189.0	38.4	0.89	0.74	17.188	

各試験飼料の上付き文字が同じものは有為差のないことを示す ($P < 0.05$)

が93.6kg/ton, 飼料4が101.1kg/tonとなり, 飼料4が他区に比較して有為に高く ($P < 0.05$), 飼料1が有為に低い値となった ($P < 0.05$). リンの負荷量は飼料4が平均で17.6kg/tonと最も多く, ついで飼料1が14.6kg/ton, 飼料3が12.7kg/ton, 飼料2が最も少なく8.9kg/tonとなり, 各飼料間に有為差が認められた ($P < 0.05$). 結果としては飼料中のリン量の多いほど負荷が高くなる傾向にあった.

血液性状並びに血清成分分析: 試験開始時と終了時の血液性状並びに血清成分分析結果を表7に示す. 試験開始時と終了時を比較するとヘモグロビン量, 赤血球数, グルコース量, 総コレステロール量, アミラーゼ活性は増加, トリグリセライド量, アルカリフォスファターゼ活性, 尿素窒素, カルシウム量, マグネシウム量, リン量は減少する傾向が認められた.

試験終了時の飼料間については有為差が認められたのはヘマトクリット値とマグネシウム量の2つの項目だけであった. ヘマトクリット値, マグネシウム量ともに飼料4が他の飼料より有為に低くなった.

リン量については飼料2~4で比較すると有為差は認められないものの, リンを多く添加するほど血清中のリン量は減少する傾向が認められた. この傾向は他の血清成分項目でも確認できた.

2. マダイ当才魚におけるリンの消化吸収率の測定

田辺湾における有機物負荷は養殖漁業の生産量に大きく関係していることが明らかにされている. 有機物負荷が過剰に加えられると赤潮や貧酸素水塊の出現や魚病の多発に悩まされることになるが, これは養殖魚の排泄した糞や尿から溶出する窒素やリンが主な原因とされている.

ここでは, マダイ当才魚を用いてリンの消化吸収率を明らかにした.

材料および方法

平均体重60g前後のマダイ当才魚を用いて, 表1に示した4種類の飼料に酸化クロムを添加し, リンの消化吸収率を測定した.

3日間試験飼料を与えて飼育したマダイを100尾採糞水槽に30尾ずつ収容し, 6時間後と12時間後に採糞した.

表7 試験終了時における血液検査結果

検査項目	単位	試験開始時	試験終了時			
			飼料1	飼料2	飼料3	飼料4
ヘマトクリット値	%	42.6 ± 4.00	41.2 ± 3.64 ^a	43.8 ± 4.02 ^c	40.4 ± 3.66 ^a	34.2 ± 3.72 ^b
ヘモグロビン量	mg/dl	4.1 ± 0.32	6.7 ± 0.63 ^a	6.9 ± 0.64 ^a	6.7 ± 0.64 ^a	6.6 ± 0.90 ^a
赤血球数	10 ⁴ /mm ³	360.6 ± 56.25	382.1 ± 35.17 ^a	385.4 ± 30.40 ^a	367.4 ± 41.75 ^a	365.3 ± 47.36 ^a
血漿タンパク量	g/dl	4.0 ± 0.33	4.1 ± 0.47 ^a	4.5 ± 0.63 ^a	4.2 ± 0.67 ^a	3.5 ± 0.35 ^a
グルコース	mg/dl	58.0 ± 15.70	67.5 ± 9.71 ^a	73.1 ± 21.71 ^a	75.8 ± 27.41 ^a	72.4 ± 16.10 ^a
総コレステロール	mg/dl	259.4 ± 28.57	301.3 ± 49.66 ^a	290.5 ± 51.56 ^a	283.1 ± 48.93 ^a	268.0 ± 54.00 ^a
トリグリセライド	mg/dl	146.4 ± 18.58	116.1 ± 56.80 ^a	123.2 ± 49.48 ^a	129.3 ± 45.05 ^a	145.1 ± 57.21 ^a
アルカリフォスファターゼ	U/l	235.0 ± 66.83	168.3 ± 64.52 ^a	174.9 ± 49.97 ^a	196.0 ± 76.79 ^a	148.5 ± 46.88 ^a
尿素窒素	mg/dl	9.6 ± 1.10	5.1 ± 1.02 ^a	5.7 ± 1.12 ^a	6.2 ± 1.36 ^a	5.5 ± 1.81 ^a
アミラーゼ	U/l	85.9 ± 21.55	114.7 ± 46.18 ^a	128.0 ± 50.92 ^a	104.1 ± 47.00 ^a	126.5 ± 43.45 ^a
GOT	U/l	30.9 ± 11.74	31.0 ± 17.88 ^a	22.0 ± 11.47 ^a	30.7 ± 23.35 ^a	27.4 ± 16.77 ^a
GPT	U/l	8.2 ± 2.15	7.5 ± 4.70 ^a	9.0 ± 6.15 ^a	10.7 ± 7.16 ^a	6.9 ± 4.05 ^a
カルシウム	mg/dl	16.3 ± 1.94	14.8 ± 0.96 ^a	14.4 ± 0.61 ^a	14.3 ± 0.74 ^a	13.5 ± 0.52 ^a
マグネシウム	mg/dl	2.4 ± 0.34	2.0 ± 0.28 ^{ab}	2.2 ± 0.28 ^{bc}	2.3 ± 0.36 ^c	1.9 ± 0.43 ^a
リン	mg/dl	19.9 ± 3.08	14.0 ± 1.78 ^a	15.0 ± 1.81 ^a	14.7 ± 1.04 ^a	13.6 ± 1.15 ^a

表中の数字は20尾の平均値±標準偏差

同じ行の同じ上付き文字を持つものは各試験飼料間に有為差のないことを示す ($P < 0.05$).

結果及び考察

飼料中、糞中の酸化クロム含有量並びにリン量を基にして計算した見かけの消化率を表8に示す。し

かし、結果にバラツキが大きく傾向を把握することはできなかった。今後、リンの消化率を求めるためには測定方法を含め計算方法等を見直す必要があると考えられる。

表8 各試験飼料における見かけの消化率

		クロム含有量(%)		リン含有量(%)		消化率 (%)
		飼料	糞	飼料	糞	
飼料1	6時間後	0.67	1.44	1.9	2.2	46.13
	12時間後	0.67	1.70	1.9	3.1	35.70
飼料2	6時間後	0.63	0.93	1.3	1.0	47.89
	12時間後	0.63	0.55	1.3	0.3	73.57
飼料3	6時間後	0.69	1.74	1.6	2.0	50.43
	12時間後	0.69	1.69	1.6	3.2	18.34
飼料4	6時間後	0.67	1.31	1.8	3.3	6.23
	12時間後	0.67	1.53	1.8	3.2	22.15

文 献

- 1) Takeshi Watanabe, Hiroshi Sakamoto, Masaharu Abiru and Juntaro Yamashita(1991): Development of New Type of Dry Pellet for Yellowtail. *Noppon Suisan Gakkaishi*, 57(5),891-897.
- 2) 竹内照文, 小久保友義, 内田卓志 (1977) : 田辺湾におけるGymnodinium mikimotoiの増殖域の環境特性と本種赤潮の発生環境, 日本水産学会誌, 63(2), 184-193.
- 3) 竹内照文, 芳養晴雄, 嶋本有志, 田中俊充 (2002) 田辺湾南部の養殖場における環境の推移と魚病発生状況. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告, 3, 11-16.
- 4) 平田八郎 (1994) : 環境調和型養殖システムの必要性—その理論と実際, 養殖, 31(11), 60-64.
- 5) 木村創・木下浩樹 (2003) : 海面養殖業ゼロエミッション推進対策事業, 環境負荷低減型配合飼料開発試験. 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場増養殖研究所報告, 35, 51-62.
- 6) 荻野珍吉 (1980) : 無機質, 「魚類の栄養と飼料」 (荻野珍吉編) 恒星社厚生閣, 東京, pp.236-241.