

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

(カンパチ用配合飼料の開発)

増養殖対策科 渡辺 貢

野見湾のカンパチ養殖は生餌主体で行われており、漁場汚染が進んでいる。そこで高品質魚の安定生産が可能な漁場をつくり、漁業経営の改善を目指すため、飼料コストの削減と肉質改善効果も併せて期待される漁場環境負荷の少ない配合飼料の開発を行うとともに、漁場環境の改善効果を予測する。

そこで今回は安価かつ高品質なカンパチ用配合飼料を開発するための基礎的な知見を得るため、大豆油粕を配合した魚粉削減飼料を用いた試験を夏季および秋季に実施した。夏季の試験では免疫賦活物質を添加した魚粉半減飼料を、秋季の試験では摂餌量が低下する水温下降期に、より多くのエネルギーを摂取させるため脂肪含量を高めた魚粉半減飼料を調製して、それぞれの効果も検討した。

I 夏季飼育試験

目的

カンパチ0才魚を用いて、高水温期における魚粉削減飼料の栄養価を調べる。

方法

1) 試験飼料

表1に示すように今回設けた6試験区のうち試験区1～4で用いた試験飼料の組成は表2に、ビタミンおよびミネラル混合物の組成は表3のとおりで、それぞれ直径4.5mmおよび6mmの沈降性エクストルーダペレットを成形し試験に供した。

表1 試験区の内訳

試験区	飼料料の特徴	給餌方法
1区	抗病性付与、27%魚粉	飽食、1日1～2回
2区	抗病性付与、27%魚粉	制限給餌（給餌率表）
3区	27%魚粉	飽食、1日1～2回
4区	10%魚粉	飽食、1日1～2回
5区	市販EP	飽食、1日1～2回
6区	冷凍生餌（カタクチイワシ）	飽食、1日1～2回

また対照飼料として、試験区5では沿岸魚粉を主なタンパク質源とした市販配合飼料を、試験区6では冷凍生餌（カタクチイワシ）を適当な大きさに切断し、総合ビタミン剤を規定量添加したものを用いた。また魚病対策のため試験開始からビタミンC剤を、連鎖球菌症発生後の28日目からは強肝剤を全試験区で規定量添加した。

表2 試験飼料の組成

組成\試験区	1, 2	3	4
沿岸魚粉	27.00	27.00	10.00
大豆油粕	36.00	36.00	41.00
オキアミミール	3.00	3.00	10.00
血粉	2.00	2.00	5.00
Ｌ－リジン塩酸塩	0.50	0.50	
ＤＬ－メチオニン	0.30	0.30	
タラ肝油	12.00	12.00	12.00
α－澱粉	10.00	10.00	10.00
ビタミン混合	2.00	2.00	2.00
ミネラル混合	2.00	2.00	2.00
大豆レシチン	3.00	3.00	3.00
ペプチドグリカン	0.30		
カプサイシン	0.16		
小麦粉	1.74	2.20	5.00
計	100.00	100.00	100.00

表3 ビタミン混合およびミネラル混合の組成

Vitamin mixture (mg)		Mineral mixture (g)	
Thiamine-HCl	2.20	KH ₂ PO ₄	20.60
Riboflavin	2.20	Ca (H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O	30.90
Pyridoxine-HCl	2.30	Ca-lactate	14.10
Nicotinic acid	9.60	Fe-fumaric acid	8.00
Ca-pantothenate	7.20	Trace mineral	2.50
Inositol	60.00	α-Cellulose	23.90
Biotin	0.14	Total	100.00
Folic acid	2.40		
Choline chloride	300.00		
Cyanocobalamin	0.04	Trace mineral (g)	
Ascorbic acid*	9.20		
Vitamin A palmitate	1.10	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	35.30
α-Tocopherol	20.00	MnSO ₄ · 4H ₂ O	16.20
α-Cellulose	rest	CuSO ₄ · 5H ₂ O	3.10
Total	2000.00	CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.10
		KIO ₃	0.30
		α-Cellulose	45.00
		Total	100.00

*Added ascorbyl-2P-Mg as 9.2g of ascorbic acid

各区の試験飼料の分析値を表4に示す。試験区1～4で用いた飼料の粗タンパク質、粗脂肪、粗糖質および粗灰分含量は、それぞれ約45～47、16～18、22～25および8～9%であり大きな差異はなかった。一方試験区5および6では、粗タンパク質がそれぞれ約52および78%と高く、粗糖質は15および9%と低かった。また、飼料のエネルギー含量およびC/P比は、試験区1～5ではそれぞれ約4,000～4,300kcal/kgおよび84～91の範囲にあったが、試験区6ではそれぞれ約5,100kcal/kgおよび66であり前者との差異が認められた。

表4 試験飼料の分析値

試験区	1,2	3	4	5	6
粗タンパク質 (%)	46.8	46.2	44.6	51.8	78.2
粗脂肪 (%)	18.2	17.5	16.4	19.9	16.9
粗糖質 (%)	24.8	21.5	23.2	15.3	9.1
粗灰分 (%)	9.2	9.2	8.4	12.1	11.9
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4258	4080	3969	4347	5125
C/P ratio	91.0	88.4	89.0	84.0	65.6

試験飼料のアミノ酸組成を表5に示した。大豆油粕を配合した試験飼料のアミノ酸組成は、各アミノ酸で若干の差異がみられたものの、ほぼ類似していた。しかし試験区6の生餌は、リジンおよびアルギニン含量が他の配合飼料よりも高かった。

表5 試験飼料のアミノ酸組成

アミノ酸	試験区				
	1,2	3	4	5	6
アスパラギン酸	4.06	4.17	4.48	4.31	6.05
スレオニン	1.64	1.69	1.83	2.01	2.87
セリン	1.85	1.86	1.98	2.03	2.68
グルタミン酸	5.57	5.83	6.07	6.55	8.07
グリシン	2.11	2.16	2.13	3.06	3.95
アラニン	2.21	2.25	2.35	3.23	4.23
システイン酸	0.54	0.62	0.62	0.62	1.09
バリン	1.91	1.97	2.16	2.31	3.47
メチオニン	1.01	1.07	0.83	1.35	2.01
イソロイシン	1.59	1.64	1.66	1.98	2.76
ロイシン	3.31	3.38	3.73	4.36	5.21
チロシン	1.25	1.30	1.33	1.59	2.16
フェニルアラニン	1.84	1.93	2.12	2.12	3.08
リジン	3.41	3.46	3.21	3.56	5.49
ヒスチジン	1.26	1.28	1.36	1.54	3.07
アルギニン	2.57	2.65	2.75	2.83	4.03
プロリン	1.78	1.88	1.90	2.42	2.53
トリプトファン	0.49	0.49	0.50	0.48	0.77

2) 供試魚および飼育

供試魚として5月上旬に土佐湾で採捕された天然のカンパチ稚魚を試験開始まで市販の配合飼料で予備飼育したものをを用いた。平均体重約170gのカンパチ0才魚を120尾ずつ海面小割網生簀(3.2

×3.2×3.2m)6面に収容し、各飼料を週6日の割合で試験開始から15日目まで1日2回、それ以後は1日1回手撒きにより給与した。試験区1および3～6には飽食給餌を行い、試験区2には試験区1の飼料を水温別の給餌率表に基づき制限給餌した。飼育は平成13年7月26日から9月26日まで63日間(給餌41日)行い、試験開始から21および54日目に淡水浴を実施しハダムシを駆除した。試験期間中、魚体測定および淡水浴時には無給餌とし、また斃死魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。試験期間中の水温は25.6～30.9℃で推移した。

3) 測定

飼育試験の開始時、14、35、49日目および終了時に各試験区の総魚体重を測定し、また開始時、35日目および終了時に各試験区から10尾ずつ採集し全魚体、肝臓および血液の採取を行った。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の飼育成績を表6に、平均体重の推移を図1および終了時の飼育成績を図2に示した。

表6 飼育成績

試験区	1	2	3	4	5	6
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	14日目	95.0	95.0	98.3	94.2	93.3
	35日目	78.3	69.2	95.0	93.3	91.7
	49日目	78.3	69.2	95.0	92.5	91.7
	終了時	77.5	66.7	94.2	92.5	90.0
	終了時	77.5	66.7	94.2	92.5	90.0
平均体重 (g)	開始時	171.3	171.7	170.8	170.8	171.3
	14日目	225.0	219.7	238.1	225.2	265.2
	35日目	259.1	244.7	255.1	240.6	290.1
	49日目	323.5	313.8	318.8	288.9	354.2
	終了時	405.5	356.0	382.4	295.4	398.0
	終了時	405.5	356.0	382.4	295.4	398.0
飼料効率 (%)	開始時					
	14日目	60.2	57.6	75.3	63.9	92.8
	35日目	48.2	37.3	52.2	46.5	69.6
	49日目	53.9	50.7	58.6	50.9	72.8
	終了時	64.4	50.6	65.3	44.4	73.5
	終了時	64.4	50.6	65.3	44.4	73.5
日間摂餌率 (%)	開始時					
	14日目	3.16	2.94	3.11	3.02	3.21
	35日目	2.14	2.07	2.14	2.04	2.03
	49日目	2.05	1.83	2.07	1.95	1.90
	終了時	1.75	1.61	1.83	1.83	1.70
	終了時	1.75	1.61	1.83	1.83	1.70
日間成長率 (%)	開始時					
	14日目	1.94	1.75	2.35	1.96	3.08
	35日目	1.17	1.00	1.13	0.97	1.47
	49日目	1.26	1.20	1.23	1.05	1.42
	終了時	1.31	1.13	1.23	0.86	1.29
	終了時	1.31	1.13	1.23	0.86	1.29
タンパク質効率	開始時					
	14日目	1.29	1.23	1.63	1.43	1.79
	35日目	1.03	0.80	1.13	1.04	1.34
	49日目	1.15	1.08	1.27	1.14	1.41
	終了時	1.38	1.08	1.41	0.99	1.42
	終了時	1.38	1.08	1.41	0.99	1.42
エネルギー効率 (%)	開始時					
	14日目	14.10	13.50	18.40	16.10	21.40
	35日目	11.30	8.75	12.80	11.70	16.00
	49日目	12.60	11.90	14.30	12.80	16.80
	終了時	15.10	11.90	16.00	11.20	16.90
	終了時	15.10	11.90	16.00	11.20	16.90

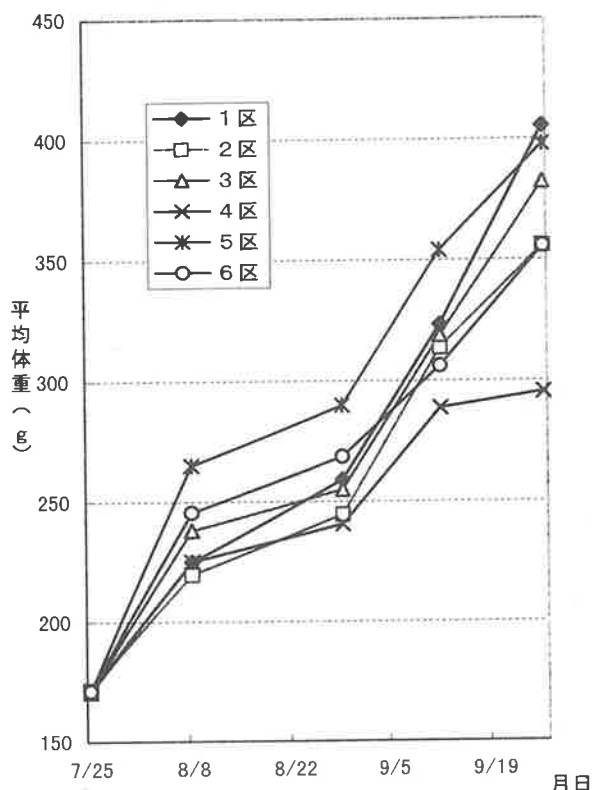


図1 平均体重の推移

試験開始後15日目頃から連鎖球菌症の発生により試験区1および2で供試魚の斃死がみられ、その他の試験区でも成長の遅滞が認められたものの、各試験区の供試魚は活発に摂餌してほぼ順調に成長した。上述の連鎖球菌症の発生により17日目から7日間無給餌としたため試験期間が予定より一週間延長となったものの、飼育期間を通じて各試験区における日間摂餌率には大きな差異はなかった。しかし成長には区間差が認められた。終了時の平均体重についてみると、最も多く大豆油粕を配合した飼料を与えた試験区4と他の試験区との間に大きな差異が認められた。また試験区4は飼料効率、日間成長率、タンパク質効率およびエネルギー効率も他の試験区に比べ大きく劣る傾向にあった。試験区1～3は、市販の配合飼料を用いた試験区5に対して飼料効率が低いことを除けば、ほぼ匹敵する飼育成績が得られた。

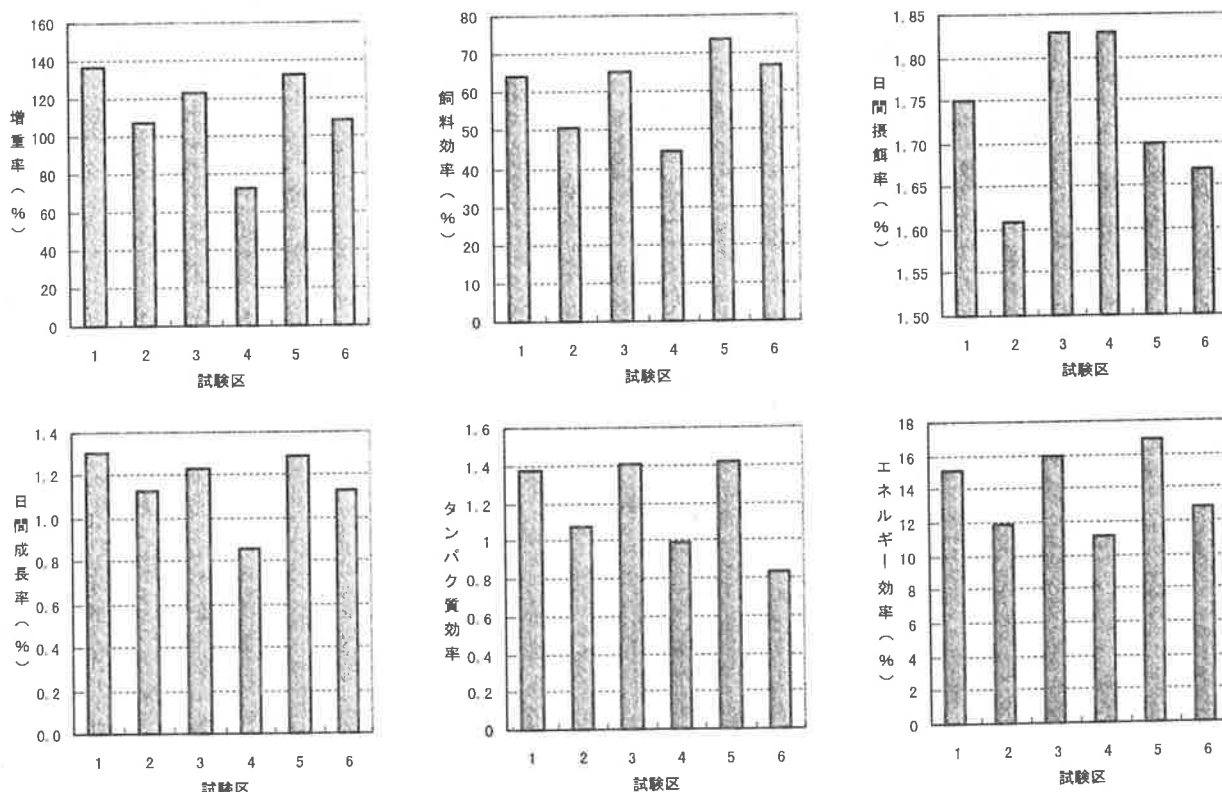


図2 終了時の飼育成績

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、35日目および終了時の血液性状を表7に、血清成分を表8に、また終了時の血液性状および血清成分を図3および4に示した。

表7 血液性状

試験区		1	2	3	4	5	6
	開始時	38.7±1.90					
Ht (%)	35 日目	38.6±2.15	41.3±2.31	40.0±4.56	37.8±12.6	42.8±3.66	45.4±3.42
	終了時	41.6±7.80	35.2±3.70	32.0±13.1	39.3±3.90	35.0±5.60	46.6±1.72
	開始時	11.2±1.73					
Hb (g/100ml)	35 日目	10.9±1.02	11.3±0.37	11.3±1.52	9.01±1.78	13.4±1.24	12.8±0.87
	終了時	11.0±0.73	10.2±1.38	10.5±1.80	10.4±0.83	9.86±1.10	13.4±1.07
	開始時	351±47.4					
RBC (10 ⁶ /μl)	35 日目	351±47.4	347±42.7	359±108	338±43.1	308±61.8	376±91.9
	終了時	351±47.4	347±42.7	359±108	338±43.1	308±61.8	376±91.9
	開始時	28.9±3.40					
MCHC (%)	35 日目	28.2±1.24	27.3±1.50	28.2±1.51	25.2±5.82	31.4±3.33	28.1±1.28
	終了時	27.1±4.04	29.0±1.98	37.1±13.3	26.5±1.84	28.4±2.13	28.7±1.68
	開始時	31.7±3.77					
MCH (pg)	35 日目	31.7±3.77	29.7±4.81	30.6±5.84	31.0±2.57	32.6±3.88	37.8±11.8
	終了時	31.7±3.77	29.7±4.81	30.6±5.84	31.0±2.57	32.6±3.88	37.8±11.8
	開始時	119±19.2					
MCV (μm ³)	35 日目	119±19.2	102±14.1	92±34.5	117±7.19	115±15.5	133±46.8
	終了時	119±19.2	102±14.1	92±34.5	117±7.19	115±15.5	133±46.8

平均±標準偏差 (n=5)

表8 血清成分

試験区	1	2	3	4	5	6	
	開始時	4.78±0.38					
総タンパク質 (g/100ml)	35日目	4.48±0.33	3.46±0.36	4.87±0.95	3.82±0.90	4.34±0.33	4.58±0.56
	終了時	4.57±0.33	4.04±0.18	4.22±0.13	3.54±0.34	4.90±0.67	4.54±0.57
	開始時	1.23±0.13					
アルブミン (g/100ml)	35日目	1.42±0.24	1.02±0.15	1.58±0.65	1.20±0.56	1.28±0.16	1.32±0.29
	終了時	1.12±0.08	1.10±0.07	1.12±0.04	0.54±0.11	1.20±0.23	1.14±0.13
	開始時	0.34±0.01					
A/G比	35日目	0.47±0.12	0.42±0.03	0.48±0.16	0.45±0.15	0.42±0.05	0.40±0.07
	終了時	0.33±0.01	0.37±0.02	0.36±0.02	0.35±0.02	0.32±0.04	0.34±0.02
	開始時	157±27.7					
トリグリセリド (mg/100ml)	35日目	93.4±17.0	66.4±16.5	117±30.5	76.6±16.2	104±22.8	70.8±12.5
	終了時	197±57.4	202±46.0	213±35.1	220±106	206±59.8	103±11.3
	開始時	210±48.2					
コレステロール (mg/100ml)	35日目	217±16.1	183±12.0	244±55.0	174±19.2	236±7.58	280±17.2
	終了時	273±23.2	246±13.7	274±39.0	220±17.2	255±35.5	297±33.5
	開始時	825±65.8					
リン脂質 (mg/100ml)	35日目	620±61.7	532±53.7	749±116	508±87.3	774±120	454±198
	終了時	927±296	738±310	1064±162	613±201	1064±174	655±257
	開始時	587±71.0					
遊離脂肪酸 (μEq/l)	35日目	378±49.0	327±42.1	412±82.6	484±228	493±47.2	406±99.7
	終了時	479±64.9	523±123	461±126	537±84.8	549±136	297±23.2
	開始時	182±169					
グルコース (mg/100ml)	35日目	180±47.0	157±30.0	175±58.0	160±10.0	155±25.8	193±14.0
	終了時	90.6±12.5	107±8.47	108±16.1	125±16.0	122±18.4	166±11.2
	開始時	15.7±1.59					
カルシウム (mg/100ml)	35日目	16.4±1.54	16.4±1.90	16.7±0.84	14.8±1.40	16.0±0.35	16.1±0.58
	終了時	16.0±0.58	16.1±0.70	16.8±0.38	17.0±1.37	17.2±0.58	15.2±1.65
	開始時	9.25±1.41					
無機リン (mg/100ml)	35日目	12.9±0.70	10.7±1.49	12.7±0.04	11.1±1.95	12.0±1.24	10.3±0.41
	終了時	10.8±2.13	9.60±0.98	11.6±2.32	10.7±1.85	11.0±2.52	10.7±1.91
	開始時	965±13.9					
亜鉛 (μg/100ml)	35日目	959±66.6	903±19.6	952±43.7	898±23.4	992±9.33	857±56.9
	終了時	985±14.5	956±34.1	965±47.9	773±86.6	1006±25.4	947±55.5

平均±標準偏差 (n=5)

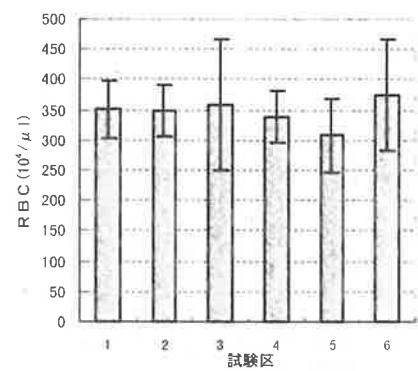
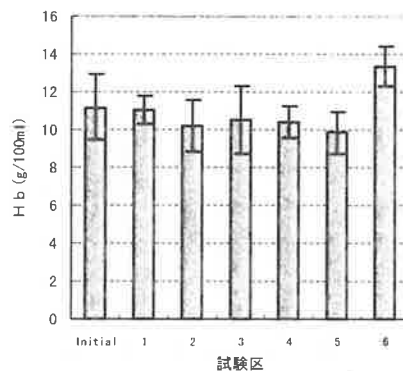
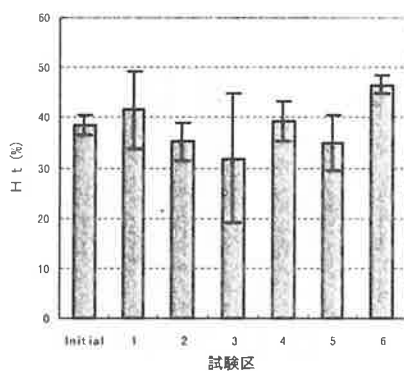


図3 終了時の血液性状

血液性状では、終了時の試験区6においてヘマトクリット値およびヘモグロビン含量が高いことを除き有意な区間差はほとんど認められなかった。血清成分では、35日目の試験区3のトリグリセリド含量が高いこと、および終了時の試験区6で遊離脂肪酸含量が低いことを除き有意な区間差はほとんど認められなかった。

3) 魚体成分

飼育開始時、35日目および終了時の全魚体と肝臓

の一般成分および比肝重値を表9に、終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を図5に示した。全魚体の一般成分では、35日目では他の試験区に比べ試験区1の粗タンパク質含量がやや低く、試験区5の粗脂肪含量が高いが、試験区6の粗脂肪含量は低かった。終了時においては、粗タンパク質の含量に大きな違いはみられないが、粗脂肪含量は試験区5で高く、試験区6で低かった。肝臓の一般成分では、いずれの試験区でも試験期間中に

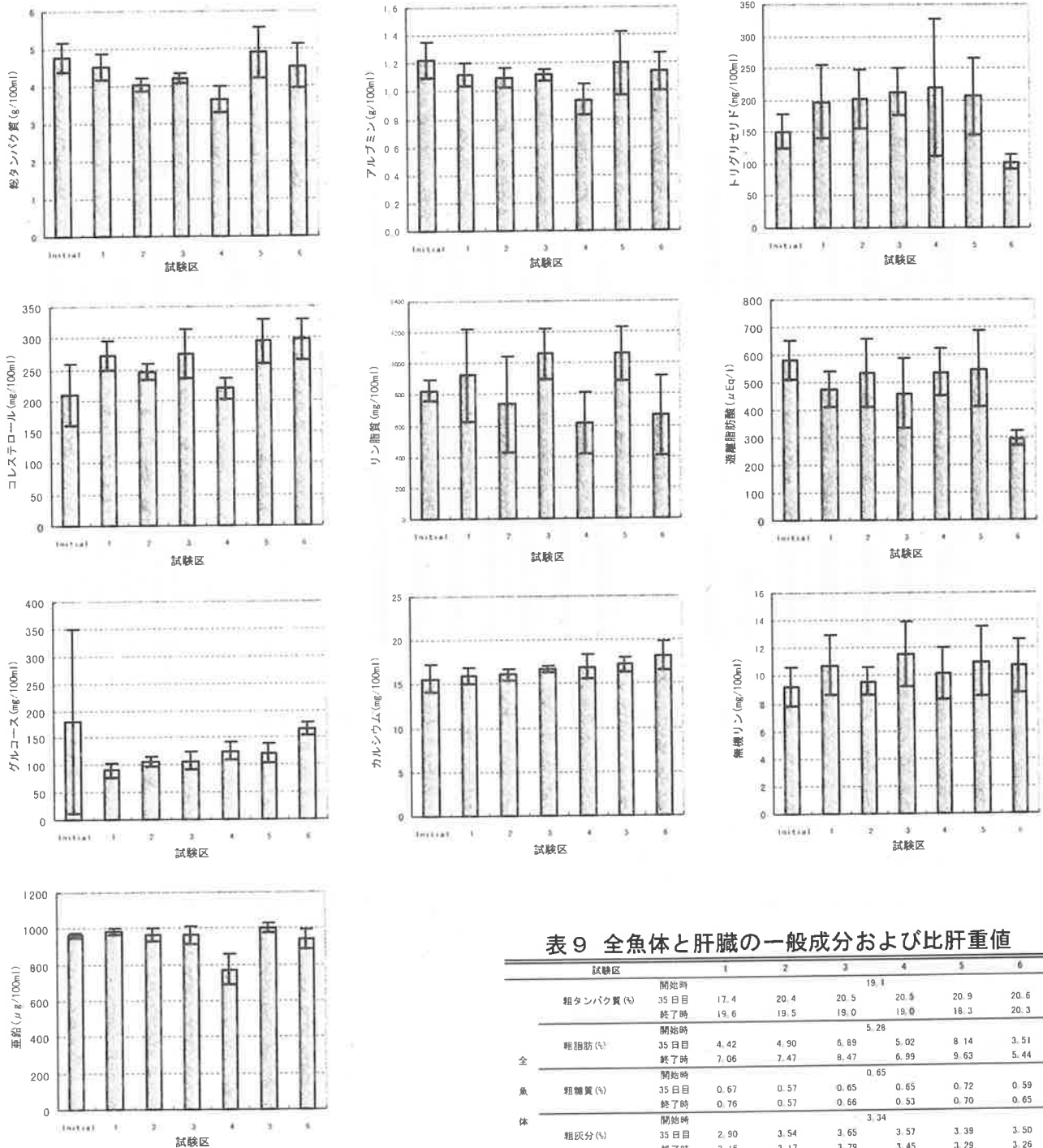


図4 終了時の血清成分

粗タンパク質含量が低下して粗脂肪含量が増加する傾向が認められた。粗脂肪含量は35日目の試験区5および6においてそれぞれ8.6および3.7%であり、終了時の試験区4および5で5.1および18.7%と区間差が大きかった。比肝重値についてみると、35日目では試験区5が高く、試験区6が低い値を示した。終了時では試験区5が高く、試験区6および4が低かった。

表9 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4	5	6
全魚体	開始時				19.1		
	粗タンパク質 (%)	17.4	20.4	20.5	20.9	20.9	20.6
	35日目	19.6	19.5	19.0	19.0	18.3	20.3
	終了時				5.28		
	粗脂肪 (%)	4.42	4.90	6.89	5.02	8.14	3.51
	35日目	7.06	7.47	8.47	6.99	9.63	5.44
	終了時				0.65		
	粗糖質 (%)	0.67	0.57	0.65	0.65	0.72	0.59
	35日目	0.76	0.57	0.66	0.53	0.70	0.65
	終了時				3.34		
	粗灰分 (%)	2.90	3.54	3.65	3.57	3.39	3.50
	35日目	3.15	3.17	3.79	3.45	3.29	3.26
	終了時				72.7		
肝	水分 (%)	73.2	72.9	73.0	73.8	69.4	73.7
	35日目	73.5	70.9	67.3	70.4	69.0	70.9
	終了時				14.6		
	粗タンパク質 (%)	12.2	12.1	12.9	12.2	10.5	14.3
	35日目	10.8	11.8	10.5	11.6	10.2	13.4
	終了時				9.79		
	粗脂肪 (%)	5.95	3.40	8.30	5.24	8.57	3.73
	35日目	14.50	10.60	15.80	5.14	18.70	8.53
	終了時				7.41		
	粗糖質 (%)	15.20	14.80	15.70	14.60	14.50	10.60
	35日目	10.40	11.00	12.70	9.56	11.30	9.77
	終了時				1.39		
臓	粗灰分 (%)	1.29	1.20	1.36	1.25	1.15	1.59
	35日目	1.27	1.39	1.39	1.46	1.09	1.50
	終了時				69.1		
	水分 (%)	68.5	69.1	68.0	71.2	66.7	71.8
	35日目	64.0	68.1	62.9	73.2	58.0	70.2
	終了時				1.64±0.31		
	比肝重値	1.33±0.06	1.27±0.32	1.58±0.18	1.45±0.09	2.10±0.21	1.16±0.11
	35日目	1.90±0.25	1.52±0.24	1.80±0.23	1.19±0.19	2.13±0.33	1.25±0.11
	終了時						

*平均±標準偏差 (n=5)

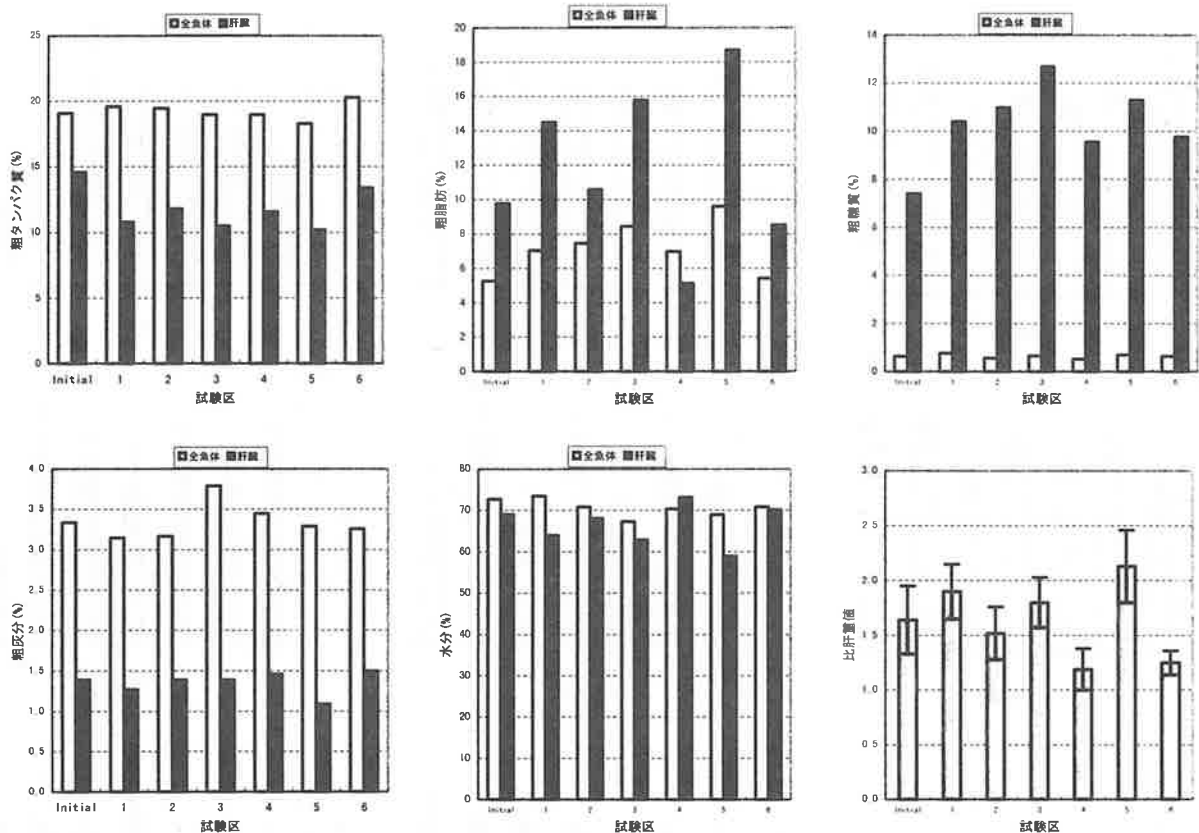


図5 終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

4) 栄養成分の蓄積率

栄養成分の蓄積率を表10に、終了時のそれを図6に示した。終了時におけるタンパク質の蓄積率は試験区1および3で高く、試験区5がそれに次いだ。また脂肪およびエネルギーの蓄積率は試験区5が最も高く、試験区3がそれに次いだ。一方試験区4および6はそのいずれもが低かった。連鎖球菌症による斃死が収まった35日目以降の試験区1および2における全ての蓄積率は、それ以前と比べて高く

なった。またその他の試験区においても35日目以降は脂肪の蓄積率が高くなった。

表10 栄養成分の蓄積率

試験区		1	2	3	4	5	6
タンパク質	35日目	13.5	19.9	26.5	25.1	31.8	20.1
	終了時	27.8	21.9	26.7	18.8	24.9	17.9
脂肪	35日目	4.05	7.21	30.60	12.30	44.30	1.00
	終了時	31.30	30.60	42.20	26.10	49.60	22.20
エネルギー	35日目	10.0	15.2	29.3	20.7	40.4	17.8
	終了時	29.8	25.9	34.1	22.1	38.0	22.4

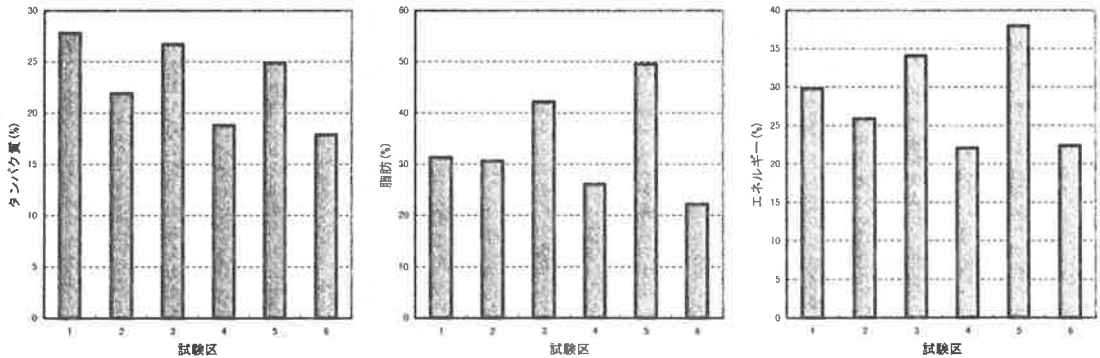


図6 終了時の栄養成分の蓄積率

考察

飼育期間が一週間延長となったが、試験期間中の日間摂餌率に大きな差異がみられないことから、大豆油粕を41%まで配合しても嗜好性を阻害しないと考えられた。各飼料を与えた供試魚の成長は、大豆油粕を41%配合した魚粉激減飼料を除いて生餌を上回り、市販の配合飼料に匹敵していた。血液性状および血清成分は、生餌および市販の配合飼料と比較して有意差がないか、または類似した値を示した。全魚体および肝臓の一般成分のうち水分、粗灰分、粗糖質および粗タンパク質含量は類似した値を示したが、粗脂肪含量は魚粉激減飼料を除き生餌より高い値を示し、市販の配合飼料と類似した値を示した。蓄積率も同様の傾向を示した。魚粉半減飼料を給与した試験区1および2で試験期間の後半の成長と蓄積率が急激に向上しているのは、15日目頃からの連鎖球菌症の最も被害が出た試験区なので症状が完治したのち飼料の栄養価が十分に発揮され急激な向上をしたと考えられ、本実験で使用した魚粉半減飼料は、市販の配合飼料と比べて栄養価が高いと判断される。

ブリにおいては飼料にペプチドグリカンを配合した場合、免疫増強効果が認められたとの報告があるが、今回の実験ではペプチドグリカンを配合した試験区で最も斃死魚が多く、その効果は認められなかった。免疫賦活物質は投与方法および投与量が適正でないとその効果が現れにくく、飼育環境にも大きく影響されるため今回の実験においては投与量および投与方法が適切でなかったとも考えられる。またトウガラシ粉末を配合した飼料を給与した試験区においてもハダムシの寄生を抑制する効果は小さかった。ハダムシの寄生は生餌を給与した試験区4が最も少なかったが、生餌を与えた供試魚では体表粘液が多かったためハダムシの寄生が少なかったと考えられる。

II 秋季飼育試験

目的

水温の低下する秋季のカンパチ養殖に適した魚粉

削減飼料を開発するための手始めとして、夏季飼育試験で使用した魚粉半減飼料のタラ肝油配合量を増量した高エネルギー・魚粉半減飼料をカンパチ0才魚に給与して、その栄養価を魚粉半減飼料、生餌および市販の配合飼料のそれらと比較した。

方法

1) 試験飼料

本実験では表11に示すように4試験区を設け、直径8mmの沈降性エクストルーダペレットを成形し試験に供した。それらの試験区で用いた飼料組成、一般成分およびエネルギー含量およびC/P比を表12および表13に示した。各試験区の試験飼料は、それぞれ夏季飼育試験で用いた試験区3の飼料と、その飼料にタラ肝油配合量を5%増量させた飼料、夏季飼育試験で用いた試験区5の市販の配合飼料および生餌（アジ類）を適当な大きさに切断し、総合ビタミン剤を規定量添加したものをを用いた。試験区2の飼料では、タラ肝油配合量の増量分は小麦粉およびデンプン配合量を減らすことで調製した。なお、ビタミンおよびミネラル混合物は、夏季飼育試験と同様のものを使用した。

表11 試験区の設定内容

試験区	飼料の特徴	給餌方法
1区	27%魚粉	飽食、1日1回
2区	27%魚粉、高脂肪	飽食、1日1回
3区	市販EP	飽食、1日1回
4区	冷凍生餌（アジ類）	飽食、1日1回

表12 試験飼料の配合組成（%）

組成\試験区	1	2
沿岸魚粉	27.00	27.00
大豆油粕	36.00	36.00
オキアミミール	3.00	3.00
血粉	2.00	2.00
レリジン塩酸塩	0.50	0.50
DL-メチオニン	0.30	0.30
タラ肝油	12.00	17.00
α-澱粉	10.00	7.20
ビタミン混合	2.00	2.00
ミネラル混合	2.00	2.00
大豆レシチン	3.00	3.00
小麦粉	2.20	0.00
計	100.00	100.00

表13 試験飼料の分析値

試験区	1	2	3	4
粗タンパク質 (%)	45.8	43.8	49.2	74.1
粗脂肪 (%)	17.6	21.0	19.1	14.3
粗糖質 (%)	23.3	22.4	19.2	1.9
粗灰分 (%)	9.6	9.2	11.2	13.9
エネルギー (kcal/kg dry diet)	4122	4279	4281	4535
C/P ratio	90.0	97.8	87.0	61.2

一般成分の分析値については表13に示すように、粗タンパク質含量は試験区3、1および2の順で約44～49%の間で低くなり、試験区4は74.1%と大きな差異が認められた。

粗脂肪含量は試験区1、3および2の順に約18～21%の間で高くなり、試験区4は14.3%と低かった。粗糖質含量は、試験区1および2で区間差はなかったが、試験区3および4ではそれぞれ19.2および1.9%と低く、試験区4では他区と比較して大きな差異が認められた。粗灰分は試験区2、1、3および4の順で約9～14%の間で高くなった。一般成分から算出したエネルギー含量およびC/P比では、試験区1～3で約4,100～4,200kcal/kgおよび約87～97%と大きな差異は認められず、試験区4では4,535kcal/kgおよび61.2%と差異が認められた。

各飼料のアミノ酸組成を表14に示した。試験飼料の各アミノ酸含量は、若干の差異がみられたものの市販配合飼料とほぼ類似していた。しかし生餌はリジンおよびアルギニン含量が配合飼料と比較して高い値を示した。

2) 供試魚および飼育

夏季飼育試験で使用したカンパチを供試魚として、試験開始までの25日間市販の配合飼料で予備飼育したのち試験に供した。飼育試験では平均体重約500gのカンパチ0才魚を100尾ずつ夏季飼育試験と同様の3.2×3.2×3.2mの小割網生簀4面に収容し、10月27日から12月21日までの56日間（給餌37日）飼育した。各試験区にはそれぞれの飼料を週6日間、1日1回飽食給与した。試験開始から18および46日目に淡水浴を実施しハダムシを駆除した。魚体測定および淡水浴時には無給餌とし、斃死魚は見つけ次第取り上げて体重を測定した。試験期間中の水温は23.2～15.2℃に低下していった。

3) 測定

開始時、14、28、42日目および終了時に各試験区の総魚体重を測定し、また開始時、28日目および終了時に各試験区から10尾ずつ採集し、全魚体、肝臓および血液を採取した。

表14 試験飼料のアミノ酸組成

アミノ酸	試験区			
	1	2	3	4
アスパラギン酸	4.17	4.11	4.31	6.36
スレオニン	1.69	1.96	2.01	3.00
セリン	1.86	1.87	2.03	2.84
グルタミン酸	5.83	5.97	6.55	8.77
グリシン	2.16	2.26	3.06	4.39
アラニン	2.25	2.36	3.23	4.30
システイン酸	0.62	0.57	0.62	1.17
バリン	1.97	2.01	2.31	3.34
メチオニン	1.07	0.89	1.35	2.08
イソロイシン	1.64	1.73	1.98	2.73
ロイシン	3.38	3.48	4.36	5.28
チロシン	1.30	1.34	1.59	2.13
フェニルアラニン	1.93	1.98	2.12	3.09
リジン	3.46	3.53	3.56	5.64
ヒスチジン	1.28	1.32	1.54	2.38
アルギニン	2.65	2.52	2.83	4.22
プロリン	1.88	1.87	2.42	2.73
トリプトファン	0.49	0.51	0.48	0.69

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の飼育成績を表15に、平均体重の推移を図7に示した。各試験区において42日目頃から撰

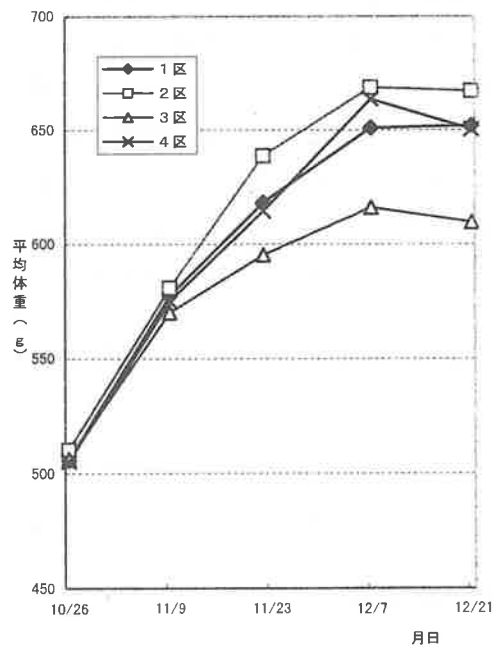


図7 平均体重の推移

表 15 飼育成績

試験区		1	2	3	4
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0	100.0	100.0
	14 日目	100.0	99.0	100.0	99.0
	28 日目	100.0	99.0	100.0	99.0
	42 日目	100.0	99.0	100.0	99.0
	終了時	100.0	99.0	100.0	99.0
平均体重 (g)	開始時	505.7	510.3	506.5	505.3
	14 日目	577.4	580.9	570.2	575.2
	28 日目	618.3	638.8	595.4	614.5
	42 日目	651.0	668.8	616.1	663.6
	終了時	652.0	667.2	609.6	650.4
飼料効率 (%)	開始時				
	14 日目	57.2	58.7	59.6	71.8
	28 日目	48.6	54.9	47.3	56.1
	42 日目	45.1	47.9	44.8	54.2
	終了時	42.6	44.3	40.0	46.5
日間摂餌率 (%)	開始時				
	14 日目	1.65	1.58	1.42	1.29
	28 日目	1.53	1.50	1.26	1.28
	42 日目	1.39	1.37	1.10	1.21
	終了時	1.13	1.12	0.90	1.01
日間成長率 (%)	開始時				
	14 日目	0.95	0.92	0.85	0.92
	28 日目	0.74	0.83	0.60	0.72
	42 日目	0.60	0.84	0.46	0.64
	終了時	0.46	0.49	0.34	0.46
タンパク質効率	開始時				
	14 日目	1.25	1.34	1.21	0.97
	28 日目	1.60	1.25	0.96	0.76
	42 日目	0.99	1.09	0.91	0.73
	終了時	0.93	1.01	0.81	0.63
エネルギー効率 (%)	開始時				
	14 日目	13.90	13.70	13.90	14.40
	28 日目	11.80	12.80	11.10	11.20
	42 日目	11.00	11.20	10.50	10.80
	終了時	10.30	10.40	9.36	9.30

餌料の低下と成長の遅滞が認められた。飼育期間を通じて各試験区における日間摂餌率には大きな差異はなかったが、成長には区間差が認められた。終了時の平均体重についてみると、市販の配合飼料を与

えた試験区 3 とその他の試験区との間に大きな差異がみられた。

また試験終了時の飼育成績を図 8 に示した。終了時の平均体重が小さかった試験区 3 では、飼料効率、日間成長率、タンパク質効率およびエネルギー効率も低かった。一方生餌を与えた試験区 4 では飼料効率では最も高かったものの、日間成長率、タンパク質効率およびエネルギー効率が低かった。また試験区 4 では、42 日目からの平均体重の減少が最も大きく、次に試験区 3 が大きかった。試験区 1 および 2 は市販の配合飼料を用いた試験区 3 に比べて高い飼育成績を示し、特に脂肪を多く配合した飼料を与えた試験区 2 でより高い飼育成績を示した。

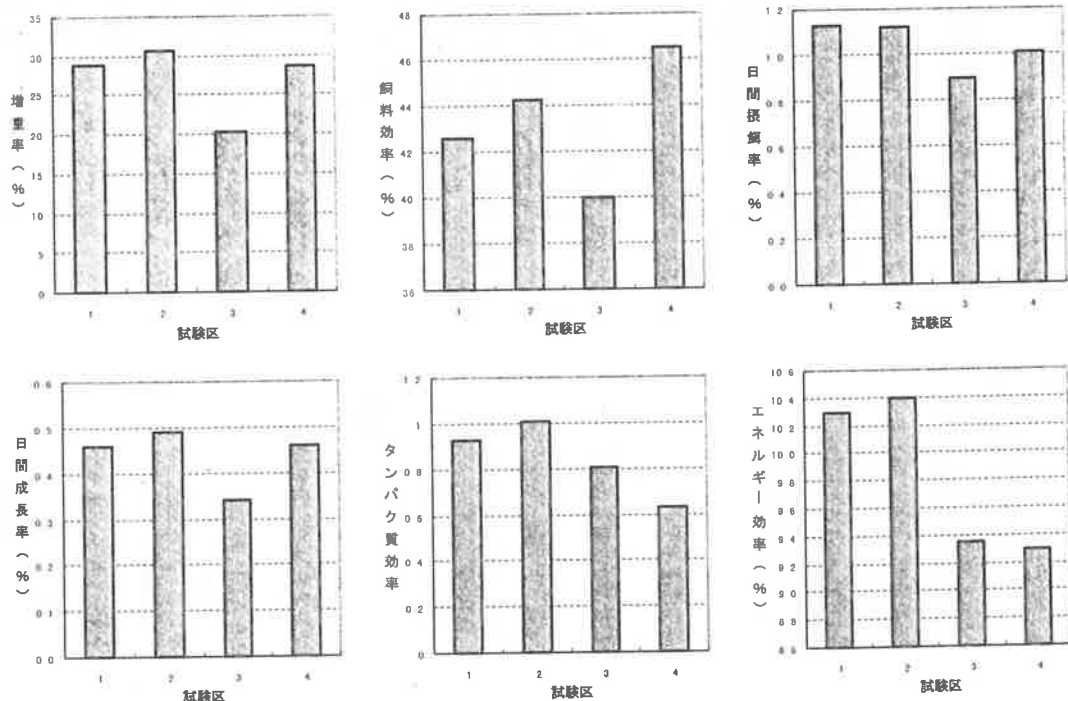


図 8 終了時の飼育成績

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、28日目および終了時の血液性状を表16に、また血清成分を表17に、さらに終了時の血液性状および血清成分を図9、10に示した。

血液性状に関しては、有意な区間差はほとんど認められなかった。血清成分についてみると、試験区4のアルブミン含量が高い傾向にあること、また終了時の試験区4において遊離脂肪酸含量が低いことを除き有意な区間差は認められなかった。

表 16 血液性状

試験区	1	2	3	4
Ht (%)	開始時 57.8±2.23 28日目 55.7±6.17 終了時 50.6±13.8	開始時 57.8±2.23 28日目 53.3±7.27 終了時 51.3±8.19	開始時 57.8±2.23 28日目 61.3±11.2 終了時 52.6±3.74	開始時 57.8±2.23 28日目 54.0±10.4 終了時 53.8±6.94
Hb (g/100ml)	開始時 16.6±0.63 28日目 15.1±2.87 終了時 17.1±2.76	開始時 16.6±0.63 28日目 14.6±3.09 終了時 16.1±2.25	開始時 16.6±0.63 28日目 16.1±2.95 終了時 16.5±0.72	開始時 16.6±0.63 28日目 15.1±3.02 終了時 16.8±2.17
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時 355±25.7 28日目 347±32.0 終了時 324±88.2	開始時 355±25.7 28日目 345±49.1 終了時 316±51.8	開始時 355±25.7 28日目 354±61.3 終了時 318±24.0	開始時 355±25.7 28日目 338±66.0 終了時 339±49.0
MCHC (%)	開始時 28.7±1.15 28日目 27.0±3.40 終了時 35.1±6.04	開始時 28.7±1.15 28日目 27.5±4.56 終了時 31.5±0.90	開始時 28.7±1.15 28日目 26.2±0.89 終了時 31.5±2.17	開始時 28.7±1.15 28日目 27.9±0.71 終了時 31.1±0.79
MCH (pg)	開始時 46.9±2.25 28日目 43.2±4.78 終了時 55.0±9.90	開始時 46.9±2.25 28日目 42.3±5.52 終了時 51.1±2.00	開始時 46.9±2.25 28日目 45.4±1.93 終了時 52.1±4.36	開始時 46.9±2.25 28日目 44.6±1.09 終了時 49.5±2.99
MCV (μm ³)	開始時 163±10.6 28日目 160±5.33 終了時 157±8.03	開始時 163±10.6 28日目 154±7.23 終了時 162±5.01	開始時 163±10.6 28日目 173±3.43 終了時 165±4.10	開始時 163±10.6 28日目 160±5.95 終了時 159±8.14

平均±標準偏差 (n=5)

表 17 血清成分

試験区	1	2	3	4
総タンパク質 (g/100ml)	開始時 4.03±0.21 28日目 4.33±0.46 終了時 4.38±0.37	開始時 3.90±0.34 28日目 4.34±0.21 終了時 4.38±0.10	開始時 3.90±0.34 28日目 4.38±0.10 終了時 4.13±0.52	開始時 3.90±0.34 28日目 5.10±0.48 終了時 4.40±0.67
アルブミン (g/100ml)	開始時 0.95±0.10 28日目 0.96±0.11 終了時 0.88±0.11	開始時 0.95±0.06 28日目 1.04±0.05 終了時 0.85±0.10	開始時 0.95±0.06 28日目 1.05±0.06 終了時 0.85±0.10	開始時 0.95±0.06 28日目 1.20±0.12 終了時 1.20±0.12
A/G比	開始時 0.31±0.03 28日目 0.29±0.01 終了時 0.29±0.01	開始時 0.32±0.02 28日目 0.32±0.02 終了時 0.27±0.02	開始時 0.32±0.02 28日目 0.32±0.02 終了時 0.25±0.02	開始時 0.31±0.03 28日目 0.31±0.03 終了時 0.34±0.03
トリグリセリド (mg/100ml)	開始時 202±77.2 28日目 353±97.7 終了時 353±97.7	開始時 170±109 28日目 351±144 終了時 351±144	開始時 137±7.85 28日目 247±108 終了時 247±108	開始時 122±14.0 28日目 228±46.1 終了時 228±46.1
コレステロール (mg/100ml)	開始時 252±4.55 28日目 237±21.0 終了時 237±21.0	開始時 283±28.9 28日目 248±31.4 終了時 248±31.4	開始時 294±19.6 28日目 237±35.9 終了時 237±35.9	開始時 400±30.2 28日目 297±20.3 終了時 297±20.3
リン脂質 (mg/100ml)	開始時 843±91.8 28日目 1063±121 終了時 1063±121	開始時 929±132 28日目 1041±156 終了時 1041±156	開始時 843±185 28日目 986±185 終了時 986±185	開始時 540±132 28日目 876±135 終了時 876±135
遊離脂肪酸 (μEq/l)	開始時 661±188 28日目 706±154 終了時 706±154	開始時 557±205 28日目 976±386 終了時 976±386	開始時 446±73 28日目 702±181 終了時 702±181	開始時 403±42 28日目 282±44.5 終了時 282±44.5
グルコース (mg/100ml)	開始時 114±18.7 28日目 118±15.5 終了時 118±15.5	開始時 108±16.7 28日目 114±21.7 終了時 114±21.7	開始時 110±15.9 28日目 94.0±12.1 終了時 94.0±12.1	開始時 129±9.59 28日目 90.3±7.80 終了時 90.3±7.80
カルシウム (mg/100ml)	開始時 15.0±0.75 28日目 15.6±1.12 終了時 15.6±1.12	開始時 15.2±0.50 28日目 14.7±0.77 終了時 14.7±0.77	開始時 15.5±0.31 28日目 14.5±0.66 終了時 14.5±0.66	開始時 16.6±1.06 28日目 15.0±1.23 終了時 15.0±1.23
無機リン (mg/100ml)	開始時 9.60±1.64 28日目 7.60±0.86 終了時 7.60±0.86	開始時 8.28±0.61 28日目 6.40±0.40 終了時 6.40±0.40	開始時 8.13±0.64 28日目 6.15±0.68 終了時 6.15±0.68	開始時 9.75±0.50 28日目 7.00±0.51 終了時 7.00±0.51
亜鉛 (μg/100ml)	開始時 921±4.37 28日目 893±6.18 終了時 893±6.18	開始時 975±11.7 28日目 965±36.3 終了時 965±36.3	開始時 985±23.3 28日目 760±124 終了時 760±124	開始時 870±117 28日目 699±82.3 終了時 699±82.3

平均±標準偏差 (n=5)

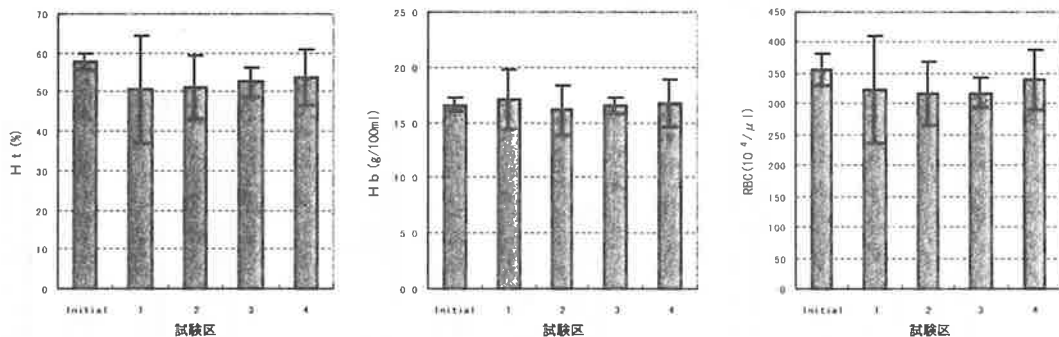


図 9 終了時の血液性状

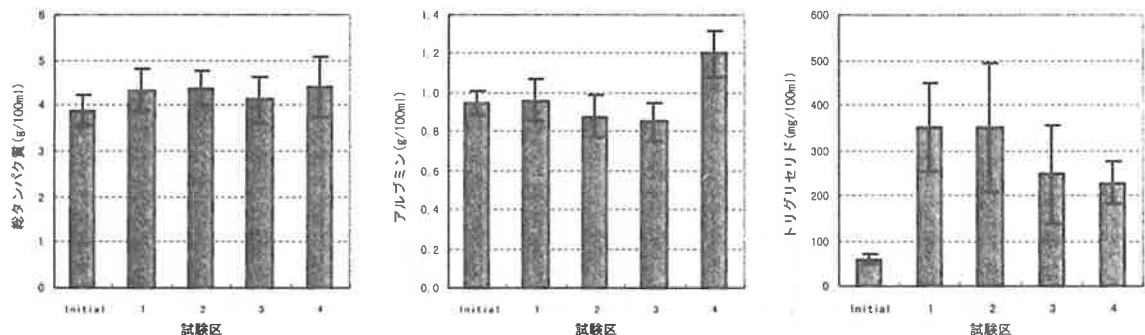


図10 終了時の血清成分

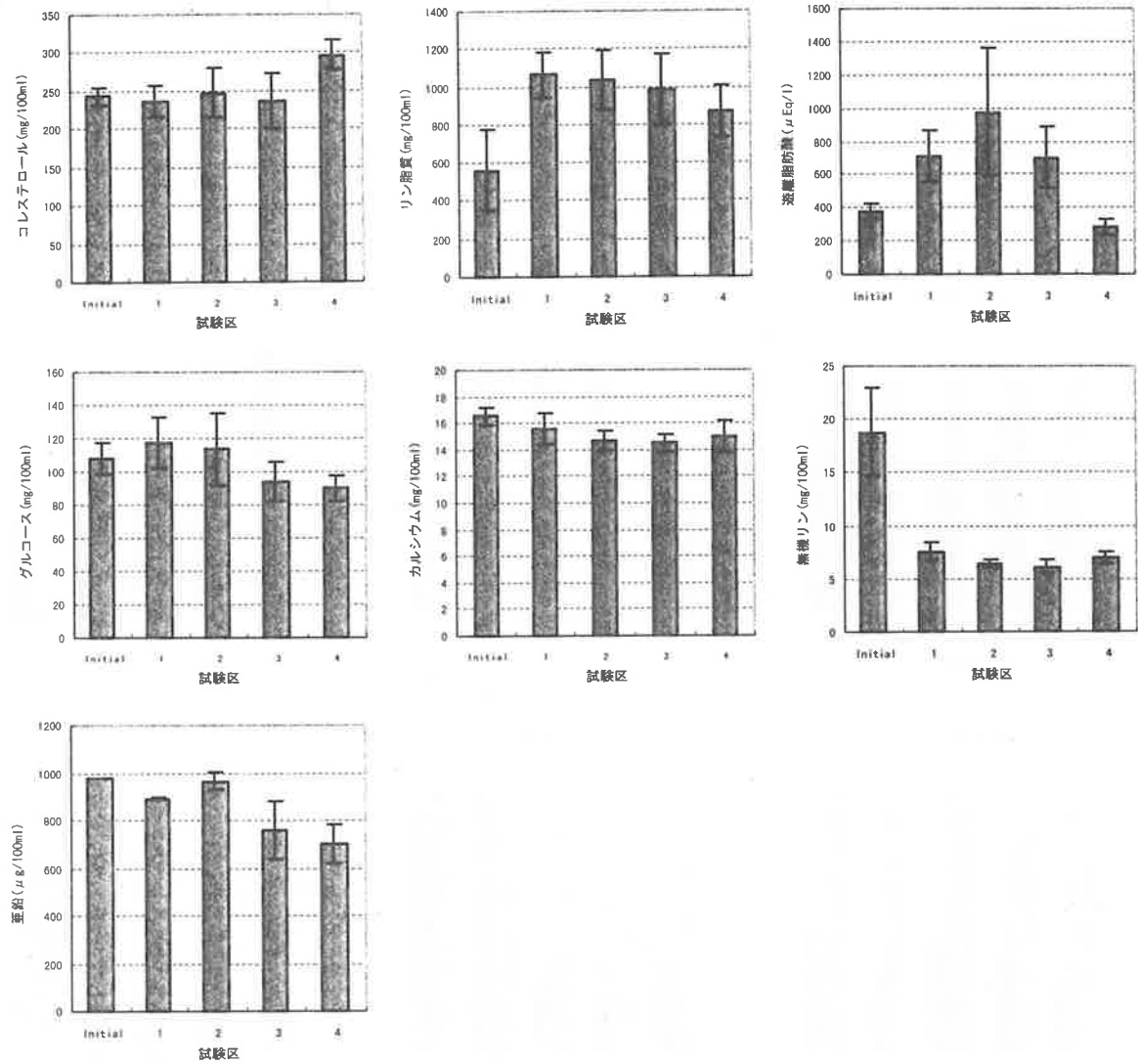


図10 (続き)

3) 魚体成分

飼育開始時、28日目および終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を表18に、また終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値を図11に示した。全魚体の一般成分については、試験区4の粗脂肪含量は低下する傾向を示し最も低く、試験区2では増加する傾向を示し最も高かった。その他の試験区では、開始時の値と類似し差異はみられなかった。また粗糖質、粗タンパク質、粗灰分および水分含量は、各試験区に大きな違いは認められなかった。

肝臓の一般成分では、いずれの試験区でも粗タンパク質および粗灰分は開始時と比較すると増加する傾向にあり、試験区4が最も高い値を示した。粗糖質は開始時と比較すると減少する

表 18 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2	3	4
全 魚 体	開始時			19.7	
	粗タンパク質 (%)	19.4	20.0	20.0	19.0
	28日目				
	終了時	19.4	19.5	19.3	19.3
	開始時			10.40	
	粗脂肪 (%)	11.70	11.20	11.50	9.06
	28日目				
	終了時	10.80	12.10	10.70	7.91
	開始時			0.66	
	粗糖質 (%)	0.63	0.66	0.56	0.60
	28日目				
	終了時	0.50	0.59	0.58	0.47
肝 臓	開始時			3.23	
	粗灰分 (%)	3.09	3.29	3.18	3.67
	28日目				
	終了時	3.01	3.49	3.18	3.38
	開始時			67.2	
	水分 (%)	67.1	66.7	63.6	69.1
	28日目				
	終了時	67.2	69.0	68.3	70.0
	開始時			10.8	
	粗タンパク質 (%)	13.00	9.93	11.30	14.80
	28日目				
	終了時	13.50	12.60	12.40	14.90
比 肝 重 値	開始時			10.4	
	粗脂肪 (%)	20.8	28.3	24.5	12.1
	28日目				
	終了時	20.5	19.8	19.2	10.4
	開始時			13.80	
	粗糖質 (%)	7.74	9.35	7.88	6.96
	28日目				
	終了時	5.56	6.48	5.51	5.23
	開始時			0.98	
	粗灰分 (%)	1.16	0.97	0.96	1.23
	28日目				
	終了時	1.29	1.52	1.08	1.63
比 肝 重 値	開始時			62.3	
	水分 (%)	60.8	54.1	57.4	67.4
	28日目				
	終了時	62.4	62.4	70.0	69.4
比 肝 重 値	開始時		1.89±0.39		
	28日目	1.58±0.22	2.09±0.23	1.75±0.31	1.36±0.13
	終了時	1.46±0.16	1.69±0.42	1.90±0.36	1.61±0.18

*平均±標準偏差 (n=5)

傾向にあり、試験区4、1、3および2の順で高い値を示した。粗脂肪含量は試験区4を除いて増加する傾向があり、28日目では試験区2が最も高く、終了時では各試験区は類似していた。試験区4は28日目で少し高くなるものの終了時では開始時と変

わらなかった。

比肝重値についてみると、28日目の試験区2が高かったことを除いて、有意な区間差は認められなかった。

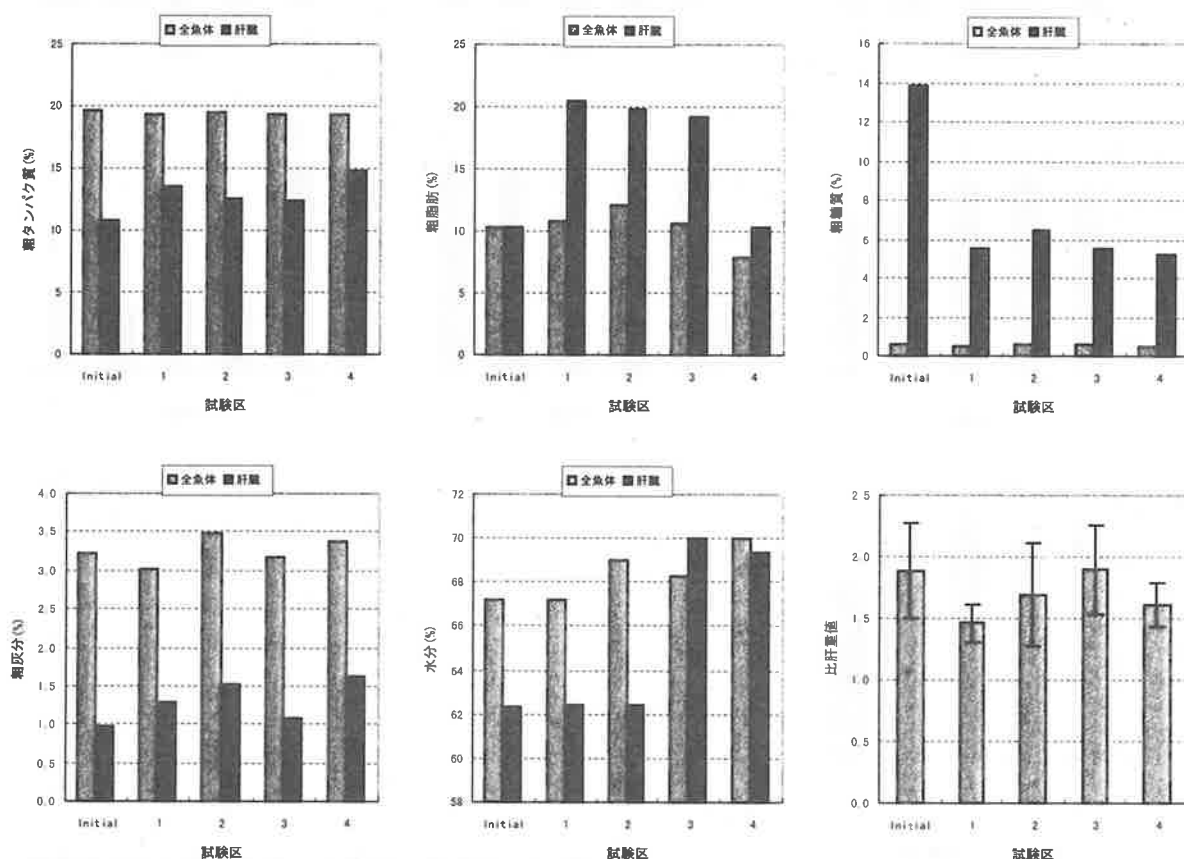


図11 終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

4) 栄養成分の蓄積率

栄養成分の蓄積率を表19に、終了時の栄養成分の蓄積率を図12に示した。

終了時におけるタンパク質、脂肪およびエネルギーの蓄積率は試験区2が最も高く、試験区1がそれに次いだ。試験区4では全ての蓄積率が最も低かった。28日目以降の全試験区におけるほとんどの蓄積率が低下傾向を示すなかで、試験区2の脂肪蓄積率はそれ以前と比べてやや高くなった。

表19 栄養成分の蓄積率

試験区		1	2	3	4
タンパク質	28日目	19.2	26.8	20.7	12.1
	終了時	17.3	19.0	14.4	11.3
脂肪	28日目	48.00	37.10	43.80	11.10
	終了時	29.80	37.70	25.10	-3.39
エネルギー	28日目	31.3	32.6	31.8	13.1
	終了時	22.9	28.4	19.9	8.5

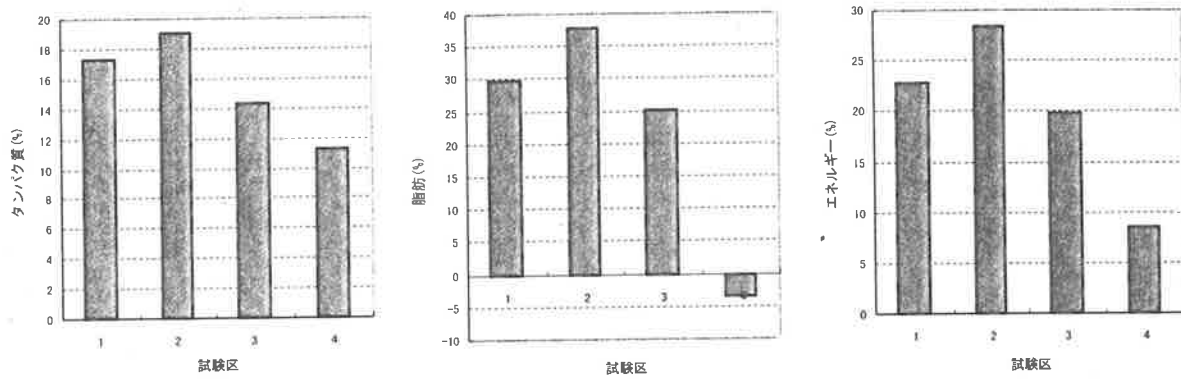


図12 終了時の栄養成分の蓄積率

考察

飼育期間中の日間摂餌率には差異がみられないことから夏季飼育試験と同様に魚粉半減飼料は嗜好性に優れていたと考えられる。成長は市販の配合飼料を給与した試験区3が最も低い値を示した。血清成分は生餌を給与した試験区4のリン脂質含量および魚体の脂肪含量が低い値を示した。これは生餌の脂肪含量が低かったためと考えられる。魚粉半減飼料と高エネルギー・魚粉半減飼料を比較すると、成長および魚体成分の粗脂肪含量、各蓄積率は高エネルギー・魚粉半減飼料が高い値を示した。水温下降期の摂餌量が低下する秋から冬季にかけては脂肪配合量の増加が成長に好影響を与えていることが示唆された。

総合考察

秋季飼育試験では、魚粉半減飼料および高エネルギー・魚粉半減飼料を与えた試験区1および2では市販の配合飼料を与えた試験区3と比べて高い飼育成績を示した。このことと夏季飼育試験における飼育期間の後半の急激な成長、蓄積率の向上からも

今回の魚粉半減飼料は市販の配合飼料より高い栄養価を有すると考えられる。

これらの結果は、ブリでの知見と同様に今回の飼育試験条件下においてもカンパチには飼料組成中に30～36%の大豆油粕を配合できることを示している。一方飼料中に41%配合した場合、生餌を給与したものよりも成長の劣ることが示された。

このようにカンパチは、生餌を使用しなくても配合飼料のみで十分に飼育できることが判り、その栄養価は生餌より上回っていた。また魚粉を削減して大豆油粕を36%配合した魚粉半減飼料では、魚粉を主体とした市販の配合飼料と同等の栄養価を示し、カンパチにおいても飼料中に36%程度大豆油粕を配合しても影響がないことが判った。

低水温対策としては、飼料組成中の脂肪配合量を5%程度増量することの有用性も示された。

今後は、カンパチ1才魚に対する魚粉半減飼料の栄養価を確かめるとともに、ペプチドグリカンやトウガラシ粉末の適正な投与量および投与法を検討する必要がある。