

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、飼料コストの削減も併せて期待される漁場環境負荷の少ない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0才魚で夏季および秋季に、1才魚で長期飼育試験を実施した。

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至適C/P比を調べる。

方法

1) 試験飼料

本実験では表1に示すように6区を設け、それぞれ粒径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。その試験飼料の組成は表2、ビタミンおよびミネラル混合物の組成は表3のとおりである。また、魚病対策のため試験開始からビタミンC剤を全区で規定量添加した。

表1 試験区の内訳

試験区	飼料の特徴	設定C/P比	給餌方法
1区	魚粉24%、脂肪5%	75	飽食、1日1回
2区	魚粉24%、脂肪10%	85	飽食、1日1回
3区	魚粉24%、脂肪15%	95	飽食、1日1回
4区	魚粉27%、脂肪5%	75	飽食、1日1回
5区	魚粉27%、脂肪10%	85	飽食、1日1回
6区	魚粉27%、脂肪15%	95	飽食、1日1回

表2 試験飼料の組成

組成\試験区	1	2	3	4	5	6
沿岸魚粉	24.0	24.0	24.0	27.0	27.0	27.0
大豆油粕	32.0	32.0	32.0	36.0	36.0	36.0
オキアミミール	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0
レーリジン	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
レーメチオニン	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
魚油	5.0	10.0	15.0	5.0	10.0	15.0
α-澱粉	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
ビタミン混合物	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
ミネラル混合物	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
小麦粉	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
α-セルロース	18.1	13.1	8.1	10.0	5.0	0.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

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。用いた飼料の粗タンパク質は1～3区で34.7～35.9%、4～6区で39.9～42.9%とそれぞれ大きな差異はなかった。粗脂肪は1～3区の順に6.1～15.0%の範囲内で高く、4～6区も7.4～15.7%の範囲内で順に高かった。粗糖質および粗灰分含量は、全区とも約23～27、および6～9%の範囲にあり大きな差異はなかった。また、飼料のエネルギー含量およびC/P比は、1～6区ではそれぞれ2,820～3,840kcal/kgおよび約76～99の範囲にあった。

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 (%)	34.7	35.7	35.9	39.9	40.8	42.9
粗脂肪 (%)	6.1	12.8	15.0	7.4	12.7	15.7
粗糖質 (%)	27.4	24.8	25.7	23.3	23.7	23.4
粗灰分 (%)	7.4	7.7	6.0	8.2	8.2	8.7
エネルギー (kcal/kg dry diet)	2820	3330	3540	3040	3520	3840
C/P ratio	81.2	93.2	98.5	76.2	86.2	89.5

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250gのカンパチ0才魚を120尾づつ海面小割網生簀(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1日1回手撒きにより全区で飽食給与した。飼育は平成14年7月16日から9月9日まで56日間（給餌40日）行い、試験開始から3、17、31および45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23.9～30.9℃で推移した。

3) 測定

飼育試験の開始時、14、28、42日目および終了時に各区の全尾数を取り上げ総魚体重を測定し、また開始時、28日目および終了時に各区から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5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5 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	100.0
	14日目	98.3	100.0	100.0	98.3	98.3	97.5
	28日目	98.3	100.0	99.2	96.7	98.3	96.7
	42日目	98.3	100.0	99.2	96.7	98.3	96.7
	終了時	98.3	100.0	99.2	95.0	98.3	95.8
平均体重 (g)	開始時	248.3	249.1	248.8	252.4	248.7	250.3
	14日目	240.2	254.1	260.7	258.6	264.4	281.2
	28日目	257.6	290.2	307.3	300.5	312.6	317.9
	42日目	299.0	336.3	356.2	336.8	376.1	369.1
	終了時	357.9	384.4	444.8	405.6	429.2	433.5
飼料効率 (%)	開始時						
	14日目	-37.0	13.5	27.2	16.0	32.1	57.5
	28日目	9.0	35.3	45.1	38.4	46.5	49.2
	42日目	24.6	42.3	47.9	40.0	53.7	53.6
	終了時	33.4	46.3	55.6	47.5	54.9	56.2
日間摂餌率 (%)	開始時						
	14日目	0.67	1.05	1.22	1.08	1.36	1.43
	28日目	1.38	1.54	1.66	1.61	1.74	1.72
	42日目	1.71	1.64	1.77	1.70	1.78	1.69
	終了時	1.83	1.60	1.78	1.70	1.68	1.66
日間成長率 (%)	開始時						
	14日目	-0.23	0.14	0.33	0.17	0.43	0.82
	28日目	0.13	0.54	0.75	0.62	0.81	0.84
	42日目	0.44	0.70	0.84	0.68	0.97	0.91
	終了時	0.64	0.76	1.00	0.83	0.95	0.95

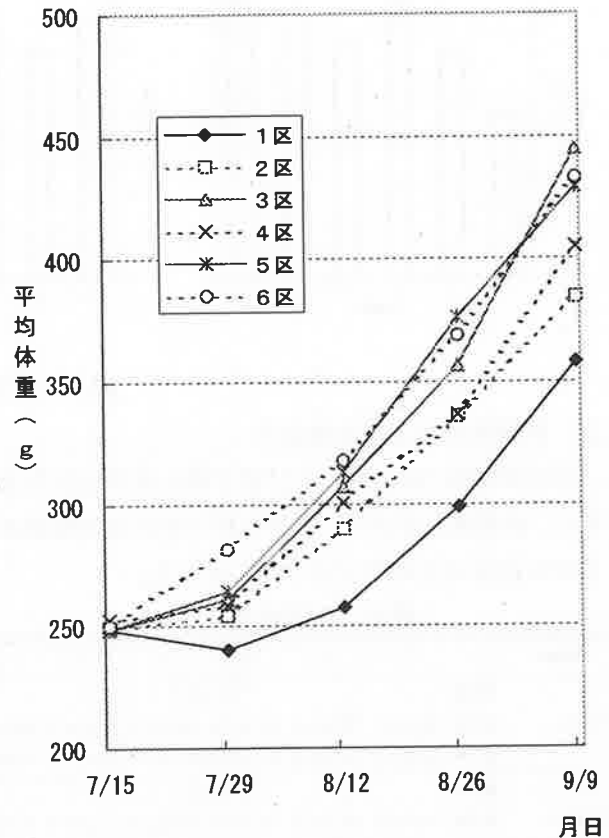


図1 平均体重の推移

表中の数値はその時点までの通算の値で、試験開始後14日目までに各区で小割網からの飛び出しと思われる不明魚が確認され、また飼育期間中の斃死魚に関しては1区で1尾、4および6区で2尾ずつであった。試験期間を通じて各区の供試魚は活発に摂餌してほぼ順調に成長し、各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、終了時の平均体重についてみると、脂肪を多く配合した飼料を与えた3および6区で好成績が得られ、粗タンパク質および粗脂肪含量が最も少なかった1区との間に大きな差異が認められた。また1区は飼料効率、日間成長率も他の試験区に比べ大きく劣る傾向にあった。

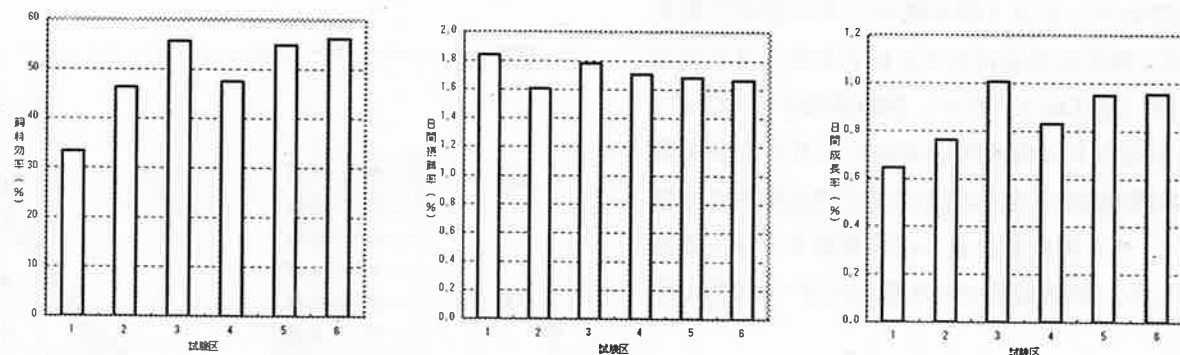


図2 終了時の飼育成績

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時、28日目および終了時の血液性状を表6に、血清成分を表7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6 血液性状

試験区	1	2	3	4	5	6
開始時						
HCT (%)	59.5±6.7	59.9±8.4	64.4±3.6	64.0±3.8	62.6±4.5	68.1±4.8
28日目						
HGB (g/dl)	15.9±0.8	14.8±2.2	16.3±0.8	16.0±0.6	15.3±0.4	16.3±0.8
終了時						
RBC (10 ⁴ /μl)	412±16	406±38	423±28	417±34	406±31	431±26
開始時						
MCHC (%)	26.9±2.6	24.6±0.8	25.3±1.9	25.0±0.7	24.6±1.5	23.9±1.0
28日目						
MCH (pg)	38.6±1.1	36.3±2.4	38.5±1.4	38.5±2.2	37.8±2.4	37.9±2.4
終了時						
MCV (μm ³)	144±14	147±9	152±11	154±7	154±11	158±11
開始時						
PLT (10 ⁴ /μl)	5.6±4.3	7.5±9.5	2.5±1.5	5.4±6.5	8.3±3.0	13.0±5.4
終了時						

平均±標準偏差 (n=5)

表7 血清成分

試験区	1	2	3	4	5	6
開始時						
総タンパク質 (g/100ml)	3.4±0.3	3.7±0.6	4.0±0.3	3.7±0.5	3.8±0.4	4.2±0.4
28日目						
アルブミン (g/100ml)	1.3±0.1	1.4±0.3	1.5±0.1	1.3±0.2	1.4±0.2	1.6±0.1
終了時						
トリグリセリド (mg/100ml)	99±21	99±13	118±20	133±67	123±38	133±20
開始時						
コレステロール (mg/100ml)	174±24	193±30	245±22	194±37	206±15	234±12
28日目						
リン脂質 (mg/100ml)	453±110	533±105	745±75	483±113	638±98	722±99
終了時						
グルコース (mg/100ml)	70±30	53±27	113±45	95±15	103±48	122±15
開始時						
無機リン (mg/100ml)	35.0±7.0	38.4±5.6	34.2±7.3	31.1±8.6	31.5±9.5	31.9±2.2
28日目						
亜鉛 (μg/100ml)	1604±290	1610±509	2045±932	1222±594	1676±591	2400±266
終了時						

平均±標準偏差 (n=5)

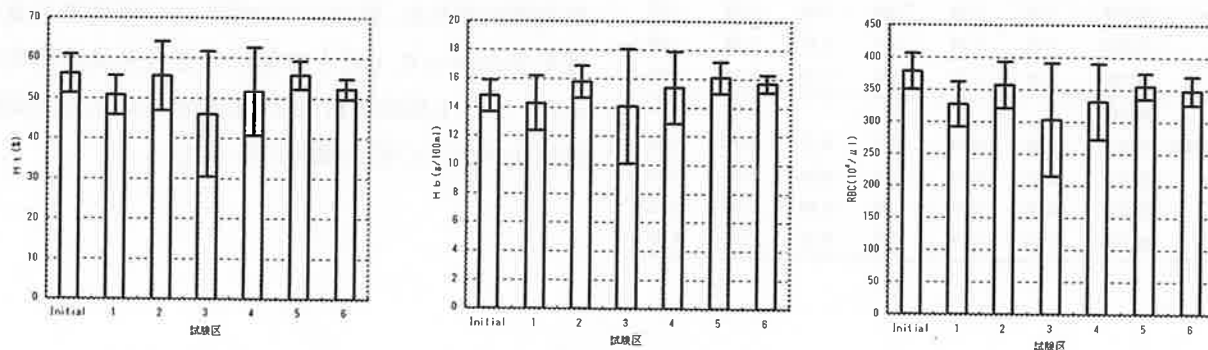


図3 終了時の血液性状

終了時の血液性状では有意な区間差はほとんど認められなかった。血清成分では終了時の3区で総タンパク質、アルブミン、トリグリセリド、コレステロールおよび亜鉛含量が他の試験区に比べてやや高いこと、またグルコースが4区で低い傾向であった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、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8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。終了時の全魚体の一般成分では6、3、5、2、4および1区の順で粗脂肪含量が高かった。終了時の肝臓の一般成分では全区で試験期間中に粗タンパク質含量が低下していた。粗脂肪含量は2区を除いて開始時より増加する傾向が認められ、終了時

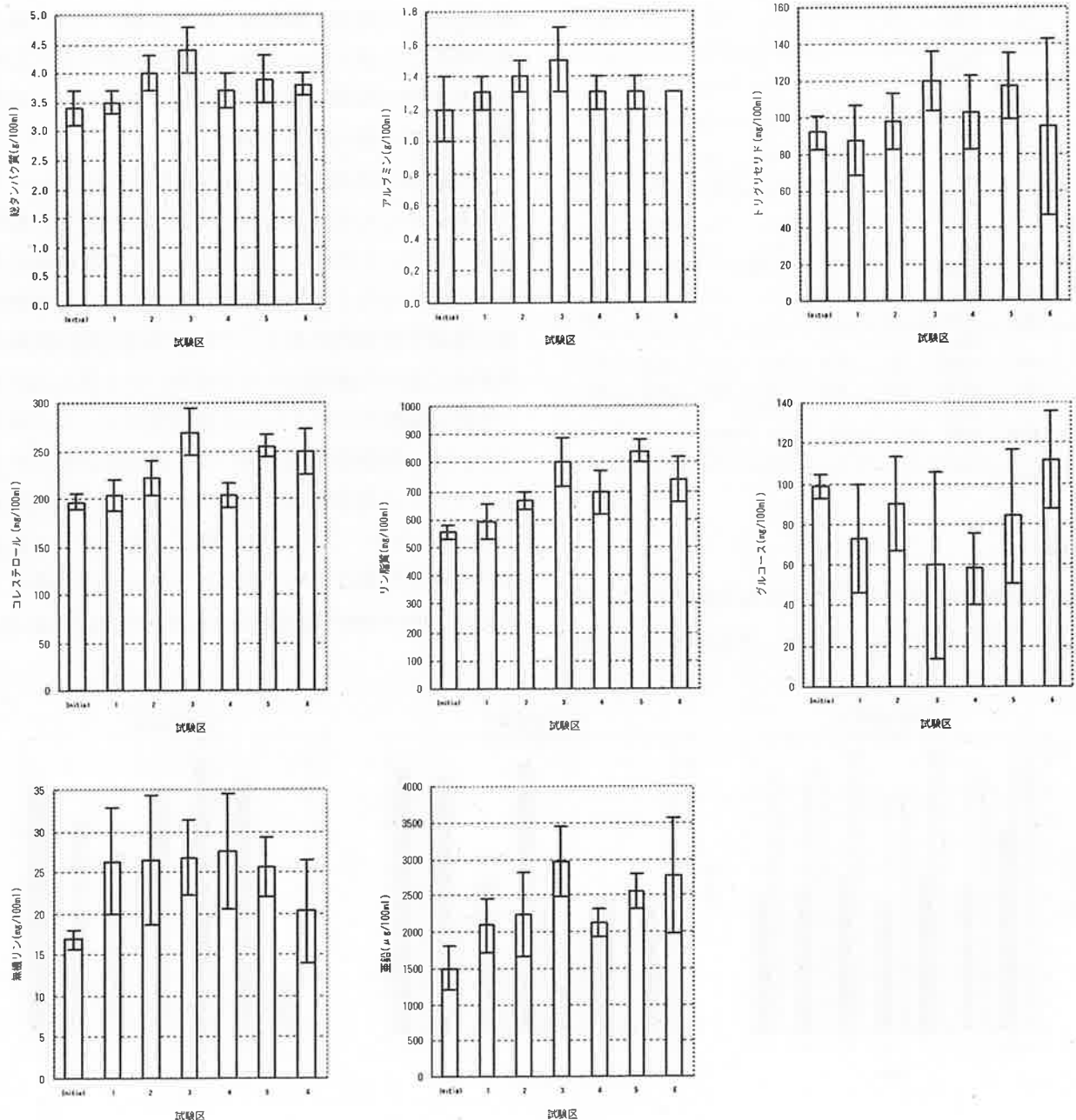


図4 終了時の血清成分

の2および3区で3.8および18.3%と区間差が大きかった。比肝重値についてみると、終了時では3区が高く、2および4区が低かった。

表8 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						
粗タンパク質 (%)	19.4	18.6	18.9	19.6	19.0	19.9
粗脂肪 (%)	4.6	5.7	7.5	6.4	5.9	7.9
粗灰分 (%)	3.9	3.7	3.8	3.3	3.5	3.3
水分 (%)	71.6	71.7	70.0	70.6	71.5	68.7
粗タンパク質 (%)	11.8	11.7	10.6	14.3	12.6	12.2
粗脂肪 (%)	3.6	5.7	14.4	5.8	14.0	14.8
グリコーゲン (%)	7.0	6.5	6.1	2.9	3.6	3.6
粗灰分 (%)	1.3	1.2	1.2	2.1	1.3	1.2
水分 (%)	73.7	71.2	63.9	72.6	65.9	64.4
比肝重値	1.07±0.15	1.18±0.36	1.54±0.24	0.75±0.21	1.10±0.13	1.20±0.17
肝臓						
粗タンパク質 (%)	10.6	11.4	9.6	11.4	10.3	9.9
粗脂肪 (%)	9.2	3.8	18.3	10.2	17.4	18.0
グリコーゲン (%)	8.5	9.2	7.9	6.2	7.2	8.4
粗灰分 (%)	1.0	1.2	1.1	1.2	1.0	1.0
水分 (%)	66.0	70.8	61.0	67.4	65.0	59.5
比肝重値	1.54±0.40	1.41±0.18	2.10±0.24	1.45±0.07	1.87±0.04	1.85±0.32

*平均±標準偏差 (n=5)

考察

飼育試験期間中の各区における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36%ま

で配合しても嗜好性を阻害しないと考えられた。各飼料の一般成分の分析値では全区で粗タンパク質含量が当初予定していたよりも約5%低かったが、各飼料を与えた供試魚の成長は飼料中の粗タンパク質および粗脂肪含量が最も低かった1区で劣ったものの、ほぼ順調に推移していった。血液性状は飼育開始28日後および終了時とも全区で有意差はみられなかった。血清成分は終了時の4区においてグルコース含量が低いことを除き有意差がないか、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、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2区を除き各飼料中の粗脂肪含量に相関した値を示し、比肝重値も同様の傾向がみられた。

最初に用いた粒径4.5mmのものは各区でいくらか水面に浮くものがみられ、これは各飼料毎の物性が異なっていたためと考えられる。このため最も浮上率の高かった1区では摂餌行動によって小割網の外に逸散する飼料が多く、これが飼育初期の飼料効率が低くなった要因の一つではないかと考えられる。

今回は飼料中の粗タンパク質含量のレベルが同じであれば、粗脂肪含量が高いほど好成績が得られる結果となり、夏季の高水温時期における魚体重250～450gのカンパチ0才魚の適正な粗タンパク質および粗脂肪含量はそれぞれ35%と15%で、至適C/P比は、90～100の範囲内にあるものと考えられる。

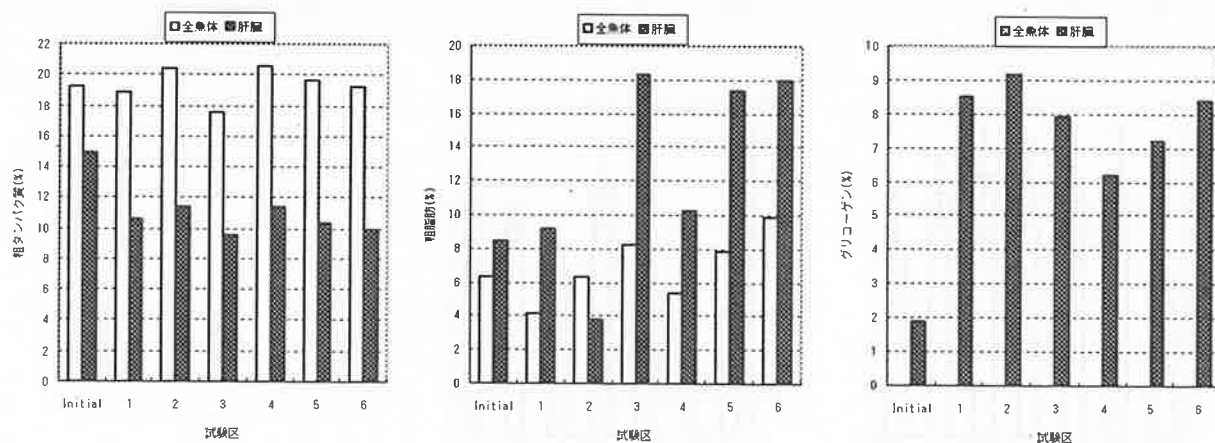


図5 終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

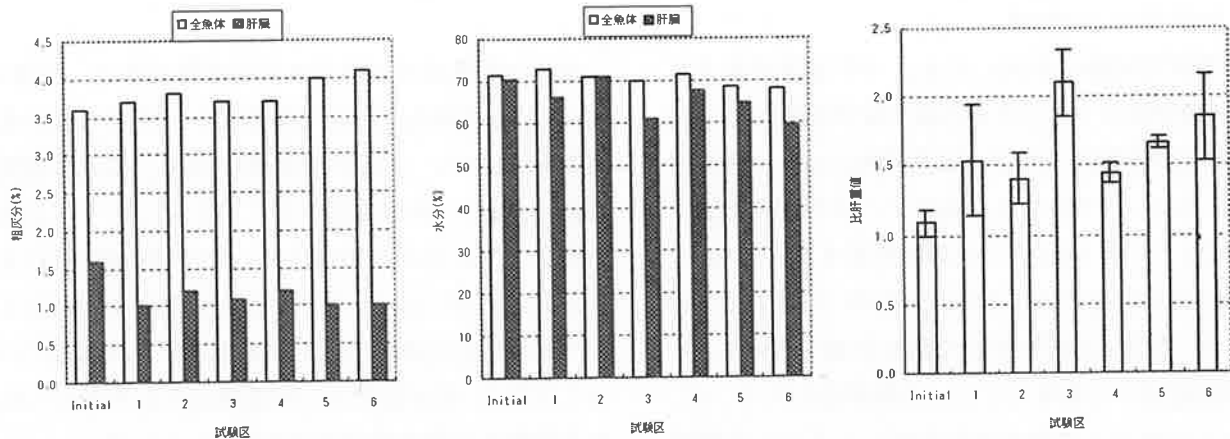


図5 (続き)

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C/P比の魚粉削減飼料を開発するため、夏季飼育試験で用いた飼料のうち好成績の得られたものを再検討し、カンパチ0才魚に給与した。

方法

1) 試験飼料

本実験では表9に示すように4区を設け、粒径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。

表9 試験区の設定内容

試験区	飼料の特徴	給餌方法
1区	蛋白40%、脂肪10%	飽食、1日1回
2区	蛋白40%、脂肪15%	飽食、1日1回
3区	蛋白45%、脂肪10%	飽食、1日1回
4区	蛋白45%、脂肪15%	飽食、1日1回

表10 試験飼料の配合組成(%)

組成\試験区	1	2	3	4
沿岸魚粉	27.0	27.0	27.0	27.0
大豆油粕	36.0	36.0	36.0	36.0
オキアミミール	5.0	5.0	5.0	5.0
小麦グルテン	0.0	0.0	10.0	10.0
レージン	0.5	0.5	0.6	0.6
レーメチオニン	0.3	0.3	0.4	0.4
魚油	10.0	15.0	10.0	15.0
α-澱粉	10.0	10.0	0.0	0.0
ビタミン混合物	2.0	2.0	2.0	2.0
ミネラル混合物	2.0	2.0	2.0	2.0
小麦粉	2.2	2.2	2.0	2.0
α-セルロース	5.0	0.0	5.0	0.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0

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10および表11に示した。各区の試験飼料は夏季飼育試験で用いた5、6区の飼料を基本とし、それぞれ粗タンパク質を若干高めたものを用いた。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。

一般成分の分析値については表11に示すように、粗タンパク質含量は1、2区は約40%で、3、4区では約48%と差異が認められた。

表11 試験飼料の分析値

試験区	1	2	3	4
粗タンパク質(%)	40.0	40.1	48.7	47.9
粗脂肪(%)	13.4	18.2	14.8	17.7
粗糖質(%)	19.1	19.3	15.5	13.6
粗灰分(%)	8.7	9.1	8.8	9.3
エネルギー (kcal/kg dry diet)	3640	4030	3990	4120
C/P ratio	90.9	100.5	82.0	86.0

粗脂肪含量は1、3区は約13~15%であり、2、4区は約18%であった。粗糖質含量は、1および2区で区間差はみられなかったが、3および4区ではそれぞれ15.5および13.6%と若干低い値であった。粗灰分は全区で約9%であった。また一般成分から算出したエネルギー含量は、全区で3,640~4,120kcal/kgと大きな差異は認められなかったが、C/P比は約82~101と差異が認められた。

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41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808 gのカンパチ0才魚を80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22日から12月16日までの56日間（給餌38日）飼育した。各区にはそれぞれの飼料を週6日間、1日1回飽食給与を基本とした。試験開始から3、17、31および45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24.0～14.7℃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区の全尾数を取り上げ総魚体重を測定し、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。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の飼育成績を表12に、平均体重の推移を図6に示した。

表12 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	98.7	100.0	100.0	100.0
	28日目	98.7	100.0	100.0	100.0
	42日目	98.7	100.0	100.0	100.0
	終了時	98.7	100.0	100.0	100.0
平均体重 (g)	開始時	807.9	808.8	807.9	808.8
	14日目	888.9	903.0	916.3	953.8
	28日目	943.0	954.8	981.5	1012.4
	42日目	987.3	993.1	999.4	1052.6
	終了時	981.0	1008.7	1016.6	1063.0
飼料効率 (%)	開始時				
	14日目	44.6	54.4	60.6	72.4
	28日目	39.8	45.9	53.4	59.0
	42日目	38.4	42.4	46.5	51.8
	終了時	30.1	36.2	41.8	43.9
日間摂餌率 (%)	開始時				
	14日目	1.48	1.44	1.48	1.62
	28日目	1.36	1.28	1.29	1.35
	42日目	1.26	1.17	1.18	1.20
	終了時	1.17	1.10	1.05	1.10
日間成長率 (%)	開始時				
	14日目	0.68	0.78	0.89	1.17
	28日目	0.55	0.59	0.69	0.79
	42日目	0.47	0.48	0.50	0.62
	終了時	0.34	0.39	0.40	0.48

表中の数値はその時点までの通算の値で、飼育19日目から周期的に訪れた寒波による現場水温の急激な低下に伴い、各区の摂餌量の低下と成長の遅滞が認められた。飼育期間を通じて各区における日間摂餌率には大きな差異はなかったが、飼料効率および日間成長率では4、3、2、1区の順に低い値となり、区間差が認められた。終了時の平均体重についてみると、各区间で大きな差異はみられなかった。また試験終了時の飼育成績を図7に示した。

終了時の平均体重が小さかった1区では飼料効率、日間成長率も低かった。一方、4区では飼料効率、日間成長率ともに最も高かった。また1区では42日目から終了時にかけて平均体重が減少し、他の3区も成長が鈍化した。

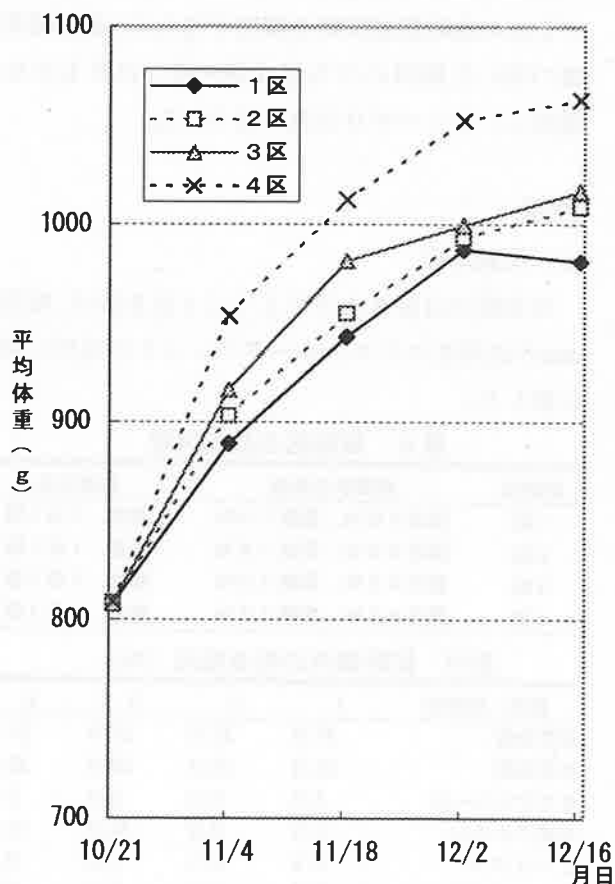


図6 平均体重の推移

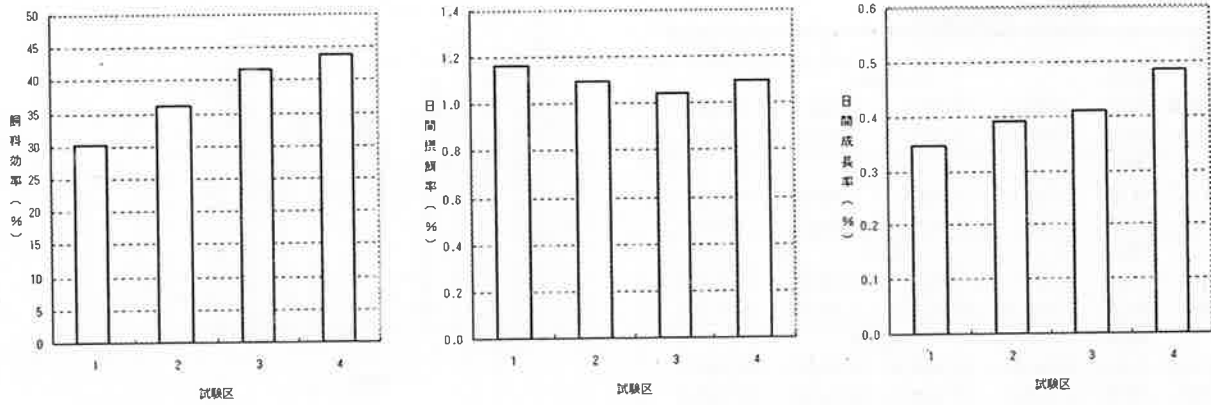


図7 終了時の飼育成績

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13に、また血清成分を表14に、さらに終了時の血液性状および血清成分を図8、9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、終了時のグルコースが3区で高く、1区で低い傾向にあることを除き有意な区間差は認められなかった。

表13 血液性状

試験区	1	2	3	4
開始時				
HCT (%)	52.0±5.8	53.8±7.6	52.5±8.2	53.0±3.3
終了時				
HCT (%)	45.7±9.1	50.0±2.8	48.1±13.0	49.1±4.6
開始時				
HGB (g/dl)	16.9±1.5	14.0±4.2	12.8±2.5	14.8±1.4
終了時				
HGB (g/dl)	14.5±2.8	16.6±1.1	15.7±3.5	15.9±1.1
開始時				
RBC (10 ⁴ /μl)	343±36	355±51	337±66	359±28
終了時				
RBC (10 ⁴ /μl)	328±59	344±20	316±88	323±35
開始時				
MCHC (%)	32.6±1.7	26.3±8.3	24.9±6.1	28.0±3.2
終了時				
MCHC (%)	32.7±7.5	33.1±1.4	33.1±2.2	32.5±1.1
開始時				
MCH (pg)	49.3±0.9	40.0±12.9	39.4±11.1	41.5±5.5
終了時				
MCH (pg)	45.1±9.0	48.2±0.5	50.4±3.8	49.6±2.5
開始時				
MCV (μm ³)	151±6	151±6	157±8	148±8
終了時				
MCV (μm ³)	139±8	145±5	152±2	152±8
開始時				
PLT (10 ⁴ /μl)	2.5±0.9	3.0±2.8	3.6±2.0	5.5±4.6
終了時				
PLT (10 ⁴ /μl)	7.6±10.1	2.6±1.0	3.4±1.6	3.1±1.6

平均±標準偏差(n=5)

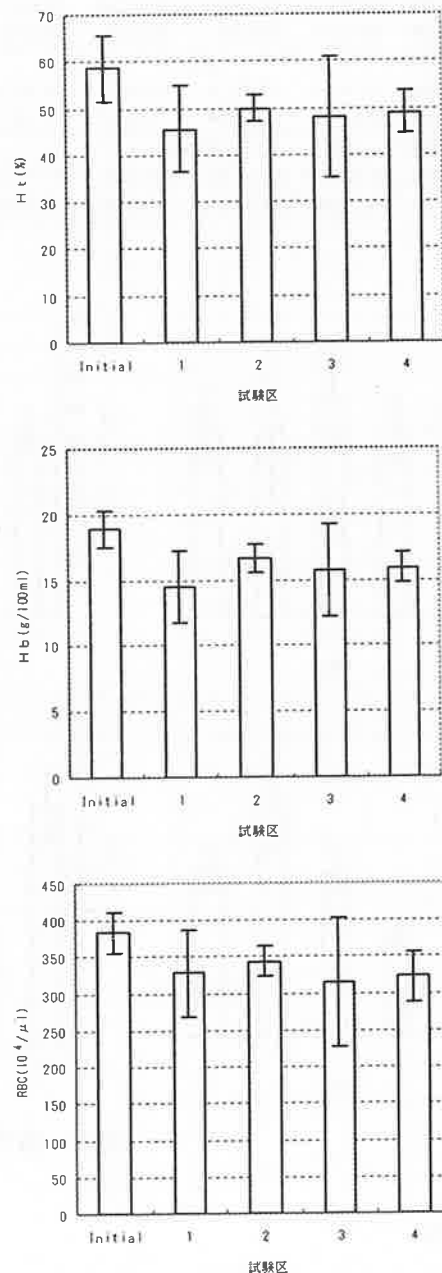


図8 終了時の血液性状

表14 血清成分

試験区		1	2	3	4
	開始時	5.0±0.2			
総タンパク質	28日目	4.2±0.3	4.3±0.5	4.2±0.1	4.6±0.4
(g/100ml)	終了時	4.3±0.3	3.7±0.2	3.8±0.4	4.4±0.5
	開始時	1.6±0.1			
アルブミン	28日目	1.3±0.1	1.3±0.1	1.3±0.0	1.4±0.1
(g/100ml)	終了時	1.3±0.1	1.1±0.1	1.2±0.2	1.3±0.1
	開始時	85±21			
トリグリセリド	28日目	114.8±47.1	109.6±25.3	210.4±104.3	115.6±25.3
(mg/100ml)	終了時	75.0±12.9	88.4±20.8	77.2±30.3	76.4±14.5
	開始時	302±24			
コレステロール	28日目	299.8±28.9	314.0±43.4	250.4±24.2	326.4±42.8
(mg/100ml)	終了時	317.4±31.9	359.2±26.2	293.8±36.6	417.4±38.7
	開始時	788±99			
リン脂質	28日目	1015.9±69.3	1058.6±134.9	944.5±51.3	1095.9±177.0
(mg/100ml)	終了時	892.4±128.4	1085.4±67.5	849.4±74.7	1185.7±144.5
	開始時	87±36			
グルコース	28日目	104.6±13.9	89.2±18.7	94.6±19.4	89.4±17.6
(mg/100ml)	終了時	62.2±7.6	98.8±12.4	140.8±27.4	99.8±12.0
	開始時	27.1±3.9			
無機リン	28日目	13.7±2.4	12.8±1.8	16.5±3.1	15.5±1.3
(mg/100ml)	終了時	16.3±1.7	13.1±3.0	17.2±3.2	18.2±3.3
	開始時	2120±455			
亜鉛	28日目	1784.9±473.7	2258.0±344.3	1614.1±362.3	2077.1±44.6
(μg/100ml)	終了時	1863.7±146.2	2226.4±273.4	1361.2±590.7	1734.5±225.1

平均±標準偏差 (n=5)

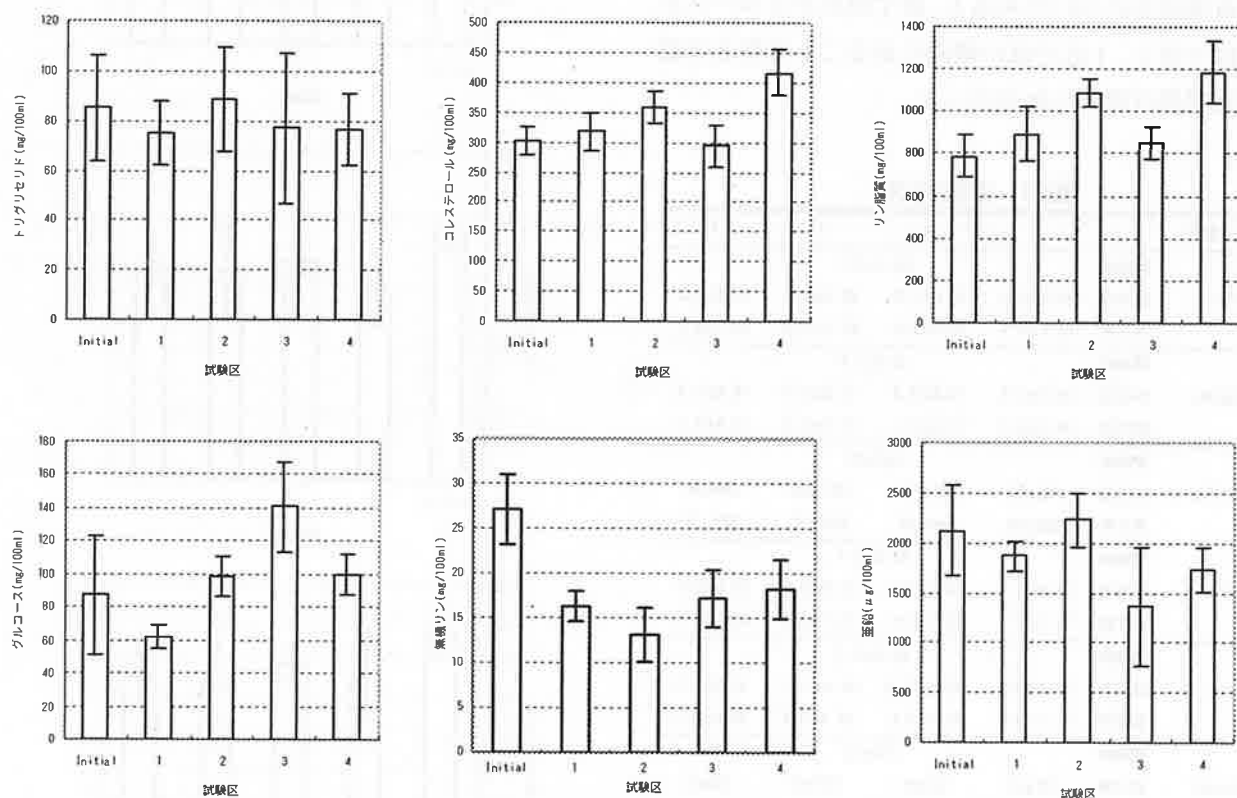


図9 終了時の血清成分

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15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10に示した。全魚体の一般成分について各区の終了時に

おける粗タンパク質、粗脂肪、粗灰分および水分含量は、開始時の値と類似し差異はみられなかった。

表15 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	19.8			
	粗タンパク質 28日目	19.7	19.5	19.9	20.2
	(%) 終了時	18.3	19.3	19.3	18.9
	開始時	12.1			
	粗脂肪 28日目	11.7	13.4	12.0	13.1
	(%) 終了時	11.3	13.3	13.0	13.3
	開始時	3.3			
	粗灰分 28日目	4.0	3.3	3.6	3.1
	(%) 終了時	3.0	3.0	2.8	3.4
	開始時	65.2			
肝臓	水分 28日目	65.6	64.6	65.2	64.4
	(%) 終了時	67.3	64.8	64.4	64.8
	開始時	9.9			
	粗タンパク質 28日目	10.0	9.9	10.1	9.8
	(%) 終了時	10.9	11.2	10.0	11.1
	開始時	26.3			
	粗脂肪 28日目	26.1	28.8	30.1	27.8
	(%) 終了時	20.1	19.6	27.1	24.7
	開始時	7.0			
	グリコーゲン 28日目	5.9	5.7	6.8	5.4
比肝重値	(%) 終了時	4.7	4.0	2.7	3.6
	開始時	0.9			
	粗灰分 28日目	0.8	0.9	0.8	0.9
	(%) 終了時	1.1	1.1	1.0	1.0
	開始時	52.9			
	水分 28日目	56.0	53.7	51.3	54.7
	(%) 終了時	60.5	61.5	56.7	56.9
	開始時	1.96±0.23			
	28日目	1.84±0.24	1.96±0.27	2.25±0.40	2.14±0.26
	終了時	1.53±0.21	1.60±0.15	1.68±0.41	1.52±0.23

*平均±標準偏差 (n=5)

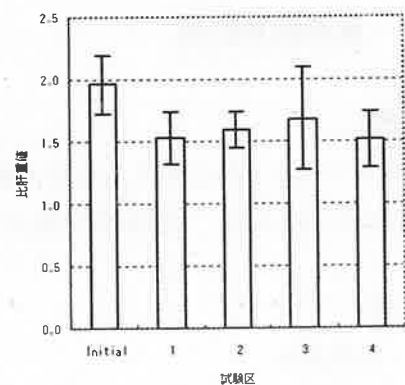
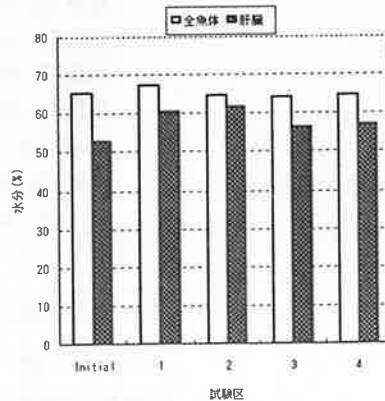
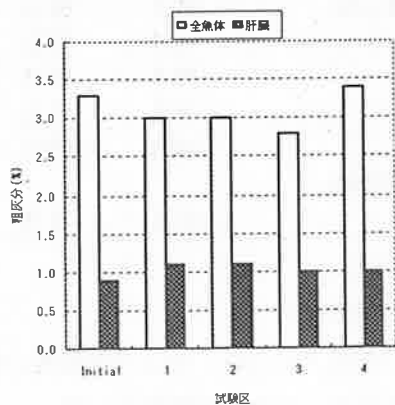
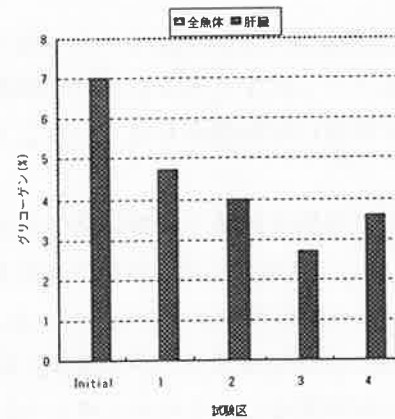
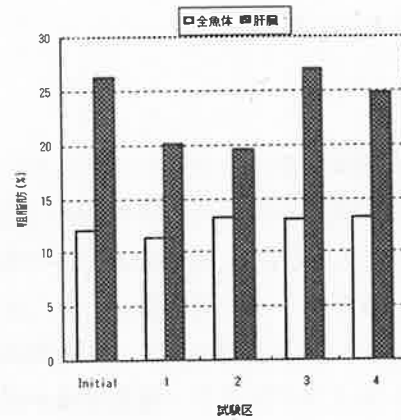
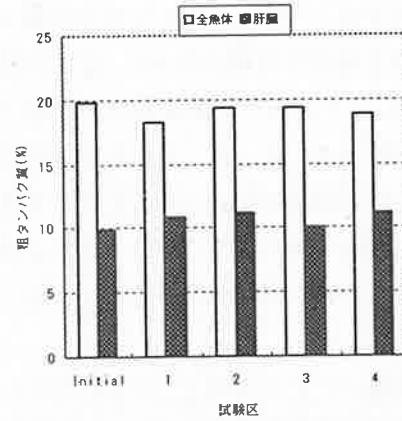


図10 終了時の全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

肝臓の一般成分では、いずれの区でも水分含量は開始時と比較すると増加する傾向にあり、2区が最も高い値を示した。グリコーゲン開始時と比較すると減少する傾向にあり、1、2、4および3区の順で高い値を示した。粗脂肪含量は3区を除いて開始時より減少する傾向があり、終了時では1および2区で減少幅が多く、4区は開始時と変わらなかった。

終了時の比肝重値についてみると、いずれの区も開始時に比べて低下する傾向がみられたが、有意な区間差は認められなかった。

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。成長は飼料中の粗タンパク質および粗脂肪含量が最も低かった1区が最も低い値を示した。血清成分は飼料中の粗脂肪含量が低かった1および3区のリン脂質含量が低い値を示した。

また、前年度の試験結果で示唆されてい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確認された。

秋季飼育試験も夏季飼育試験と同様の傾向がみられ、飼料中の粗タンパク質および粗脂肪含量が多いほど、飼料効率、日間成長率が高い値を示した。そして、魚体重800～1,000gのカンパチ0才魚における至適C/P比は85前後にあるものと考えられる。

Ⅲ 長期飼育試験

目的

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ために、長期飼育試験を実施した。

方法

1) 試験飼料

前年度に0才魚を用いた夏季飼育試験で良好な成績が得られた試験飼料を基本として粒径12mmの

沈降性エクストルーダペレットを成形し、1才魚での飼育試験を実施した。表16に示すように今回設けた2つの試験区で用いた飼料組成は表17に示した。なお、ビタミンおよびミネラル混合物は0才魚での飼育試験と同様のものを使用し、また生餌には総合ビタミン剤を規定量添加したものをを用いた。

両飼餌料の一般成分の分析値は表18に示すとおりで、粗タンパク質および粗脂肪は2区が高く、粗糖質および粗灰分は1区が高かった。一般成分から算出したエネルギー含量は3,800および4,850kcal/kg C/P比は92.3および75.4で、ともに両区で差異が認められた。

表16 試験区の内訳

試験区	飼餌料の特徴	給餌方法
1区	27%魚粉	飽食、1日1回
2区	冷凍生餌（アジ類）	飽食、1日1回

表17 試験飼料の組成

組成\試験区	1
沿岸魚粉	27.00
大豆油粕	36.00
オキアミミール	5.00
L-リジン	0.50
D-メチオニン	0.30
魚油	10.00
α-澱粉	10.00
ビタミン混合	2.00
ミネラル混合	2.00
α-セルロース	5.00
小麦粉	2.20
計	100.00

表18 試験飼餌料の一般成分

試験区	1	2
粗タンパク質 (%)	41.2	64.3
粗脂肪 (%)	17.4	19.5
粗糖質 (%)	19.8	14.0
粗灰分 (%)	9.2	1.8
エネルギー (kcal/kg dry diet)	3800	4850
C/P ratio	92.3	75.4

2) 供試魚および飼育

前年度に購入し生餌（アジ類）および市販配合飼料併用で越冬させたカンパチを供試魚とした。

飼育試験では平均体重840gのカンパチ1才魚を80

尾ずつ3.2×3.2×3.2mの小割網生簀2面に収容し、5月8日から12月17日までの224日間（給餌166日）飼育した。両区にはそれぞれの飼餌料を週6日間を基本として、1日1回午前中に飽食給与した。試験開始から2週間毎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。

3) 測定

試験開始から4週間毎に両区の全尾数を取り上げ総魚体重を測定し、また開始時、8週目、16週目、24週目および終了時に両試験区から10尾ずつ採集し、血液性状、血清成分、全魚体の一般成分を測定した。

結果

1) 飼育成績

飼育期間中の平均体重の推移を図11に示した。飼育期間中の水温は、8月の30.9℃を最高に漸次低下し12月には最低14.5℃まで低下した。1区の成長は2区と比較して飼育初期から劣る傾向がみられたが、水温の低下が進むほど両区の体重差は大きくなった。飼育試験終了時の平均体重は、1区の2,464gに比べて2区は3,357gで、試験飼料区の成長が明らかに劣っていた。

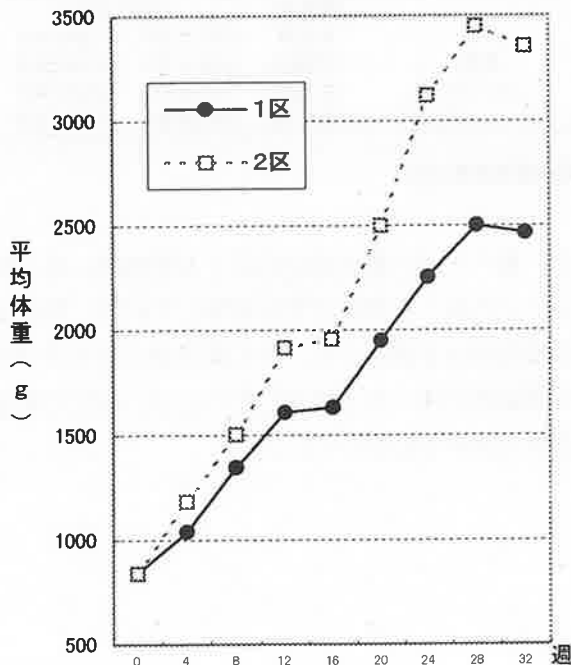


図11 平均体重の推移

表19にその時点までの通算の飼育成績を示した。

飼育期間中は魚病の発生もみられず順調に推移していった。飼育初期に両区で不明魚があったが、これは小割網生簀から飛び出したものと考えられる。飼育期間中の斃死は1区の1尾のみであり、試験飼料に餌付かなかった痩身魚であった。摂餌は両区とも水温低下に伴い鈍化し、11月中旬より給餌頻度を減少せざるを得なくなり、終了時の平均体重は両区とも28週目よりも減少していた。両区の摂餌を比較すると、乾物換算による日間摂餌率でみると1区がやや優れていたが、飼育終了時の成長差は飼料効率や日間成長率にも明らかな差として示された。タンパク質効率で両区に差はみられなかったが、エネルギー効率については飼育初期に1区が高かったものの、16週目以降は2区が高くなり、終了時では明らかな差が認められた。

表19 飼育成績

試験区		1	2
生残率 (%)	開始時	100.0	100.0
	8週目	98.8	98.8
	16週目	97.5	98.8
	24週目	96.3	98.8
	終了時	96.3	98.8
平均体重 (g)	開始時	839.9	840.0
	8週目	1344.9	1502.3
	16週目	1631.0	1958.5
	24週目	2251.9	3118.4
	終了時	2463.5	3357.0
飼料効率 (%)	開始時		
	8週目	59.4	70.2
	16週目	43.5	57.8
	24週目	44.0	66.7
	終了時	40.4	61.6
日間摂餌率 (%)	開始時		
	8週目	1.96	2.04
	16週目	1.92	1.78
	24週目	1.73	1.42
	終了時	1.48	1.18
日間成長率 (%)	開始時		
	8週目	0.83	1.01
	16週目	0.57	0.71
	24週目	0.54	0.69
	終了時	0.44	0.54
タンパク質効率	開始時		
	8週目	1.40	1.09
	16週目	1.03	0.90
	24週目	1.05	1.04
	終了時	0.97	0.96
エネルギー効率 (%)	開始時		
	8週目	15.63	14.48
	16週目	11.46	11.91
	24週目	11.59	13.75
	終了時	10.63	12.71

2) 血液性状および血清成分

飼育開始時および8週間毎の血液性状を表20に、また、血清成分を表21に示した。

表20 血液性状

試験区	1	2
HCT (%)	開始時	56.1±12.8
	8 週目	59.5±6.3
	16 週目	66.2±3.8
	24 週目	53.4±8.0
	終了時	47.1±5.8
HGB (g/dl)	開始時	15.1±3.4
	8 週目	14.7±1.4
	16 週目	19.2±1.5
	24 週目	16.5±1.9
	終了時	16.4±1.3
RBC (10 ⁴ /μl)	開始時	336±82
	8 週目	343±36
	16 週目	407±36
	24 週目	329±54
	終了時	345±29
MCHC (%)	開始時	27.0±0.8
	8 週目	24.7±1.0
	16 週目	29.0±0.9
	24 週目	31.1±1.5
	終了時	35.0±3.5
MCH (pg)	開始時	45.2±1.0
	8 週目	42.8±1.3
	16 週目	47.3±1.1
	24 週目	47.8±0.5
	終了時	47.5±1.6
MCV (μm ³)	開始時	167±5
	8 週目	173±4
	16 週目	163±7
	24 週目	162±9
	終了時	136±14
PLT (10 ⁴ /μl)	開始時	5.8±6.5
	8 週目	8.7±2.7
	16 週目	6.4±9.2
	24 週目	4.5±4.6
	終了時	3.2±4.5

平均±標準偏差 (n=5)

終了時の血液性状に関しては、有意な差異はほとんど認められなかった。また終了時の血清成分についてみると、1区がトリグリセリド、コレステロール、リン脂質およびグルコースが2区に比べてやや高い傾向であったことを除き有意な差異はほとんど認められなかった。

3) 魚体成分

飼育開始時、8週毎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22に示した。終了時の全魚体の各成分および比肝重値について、有意な差異は認められなかった。終了時の肝臓についてみ

表21 血清成分

試験区	1	2
総タンパク質 (g/100ml)	開始時	3.7±0.3
	8 週目	4.9±1.1
	16 週目	4.3±0.1
	24 週目	4.6±0.1
	終了時	4.2±0.4
アルブミン (g/100ml)	開始時	1.1±0.1
	8 週目	1.6±0.3
	16 週目	1.3±0.1
	24 週目	1.4±0.1
	終了時	1.3±0.1
トリグリセリド (mg/100ml)	開始時	91±33
	8 週目	89±23
	16 週目	121±22
	24 週目	90±38
	終了時	94±14
コレステロール (mg/100ml)	開始時	292±46
	8 週目	334±55
	16 週目	246±21
	24 週目	259±36
	終了時	398±74
リン脂質 (mg/100ml)	開始時	661±126
	8 週目	990±218
	16 週目	795±67
	24 週目	804±207
	終了時	1213±126
グルコース (mg/100ml)	開始時	87±8
	8 週目	96±18
	16 週目	50±15
	24 週目	82±24
	終了時	84±32
無機リン (mg/100ml)	開始時	8.8±1.7
	8 週目	10.7±2.2
	16 週目	22.5±5.8
	24 週目	14.7±6.3
	終了時	13.7±3.0
亜鉛 (μg/100ml)	開始時	1445±250
	8 週目	2212±304
	16 週目	1764±392
	24 週目	1625±415
	終了時	1646±381

平均±標準偏差 (n=5)

ると、粗タンパク質含量は両区とも開始時に比べ減少していたが、粗脂肪含量は増加しており、特に2区の増加割合が高かった。また終了時のグリコーゲンも開始時に比べると増加していたが、両区で有意な差異は認められなかった。

表22 全魚体と肝臓の一般成分および比肝重値

試験区		1	2
全魚体	粗タンパク質 (%)	開始時	18.1
		8週目	20.8
		16週目	18.7
		24週目	18.4
		終了時	19.4
	粗脂肪 (%)	開始時	8.9
		8週目	10.2
		16週目	13.4
		24週目	15.6
		終了時	14.6
	粗灰分 (%)	開始時	3.2
		8週目	1.7
		16週目	4.1
		24週目	3.1
		終了時	3.4
	水分 (%)	開始時	69.9
		8週目	67.4
		16週目	64.6
		24週目	63.1
		終了時	63.4
肝臓	粗タンパク質 (%)	開始時	16.4
		8週目	14.0
		16週目	12.7
		24週目	13.0
		終了時	13.5
	粗脂肪 (%)	開始時	10.5
		8週目	17.8
		16週目	16.4
		24週目	16.6
		終了時	14.1
	グリコーゲン (%)	開始時	1.1
		8週目	1.5
		16週目	4.8
		24週目	4.2
		終了時	5.1
	粗灰分 (%)	開始時	1.3
		8週目	1.0
		16週目	1.2
		24週目	1.3
		終了時	1.6
	水分 (%)	開始時	69.0
		8週目	63.6
		16週目	62.4
		24週目	63.4
		終了時	66.0
比肝重値 [*]	開始時	0.99±0.11	
	8週目	1.18±0.09	1.08±0.06
	16週目	1.08±0.09	1.16±0.14
	24週目	1.09±0.09	1.03±0.16
	終了時	1.05±0.12	1.09±0.15

^{*}平均±標準偏差 (n=5)

考察

飼育期間中の乾物換算による日間摂餌率では1区のほうがやや高かったため、魚粉を半減した試験飼料でも嗜好性に優れていたものと考えられた。しかし飼料効率、日間成長率では生餌を給与した2区に劣り、終了時の平均体重で893gの差がついた。こ

れは1区に用いた試験飼料中の粗タンパク質および粗脂肪含量が2区の生餌に比べて低かったためではないかと考えられる。今回用いた試験飼料の組成と粒径では、当初予定していた15%まで魚油を配合することができず、また原料として用いた魚粉のタンパク質含量が低かった可能性も考えられた。また、2区に給与した冷凍生餌は解凍後魚体サイズに合わせた大きさに切断したため細片や残餌がほとんど出なかったことも、1区に比べて飼料効率および日間成長率が高かった要因ではなかったかと考えられる。

飼育開始後12～16週目の高水温時期には両試験区とも日間摂餌率が若干低下し、成長の停滞する傾向がみられた。ブリでも高水温時期の成長鈍化が知られているが、今回の場合は水温上昇のみならず魚体サイズの増大により摂餌遊泳が活発となったことにより給餌時の底網の上昇と側網の変形で、給与した飼餌料が網外に逸散したのではないかと考えられた。このため、17週目以降は小割網生簀の沈子を倍量とし前述の現象を防止した結果、その後の飼育成績は改善された。

今回の結果からカンパチ0才魚で得られた飼料組成を基に、1才魚に対しても魚粉半減飼料を春季から秋季まで単独給与して飼育し、平均体重2.5kgサイズまで成長させることができた。しかしながら、成長および摂餌性に関しては養殖現場で常用されている生餌に比べ劣ることが判明した。これは、今回用いた試験飼料のエネルギー含量およびC/P比について生餌との差異が認められたことも一因ではないかと考えられるため、今後は0才魚とは異なる主要栄養素の組成を検討する必要がある。

IV 食味試験

1才魚を用いた長期飼育試験終了時に、給与した飼餌料の違いによる肉質の差をみるため食味試験を実施した。

方法

飼育試験終了時の12月17日に両区からそれぞれ4尾ずつサンプリング（平均体重1区：2580g、2区：3075g）して即殺後冷蔵保存し、翌々日の48時

間後に刺身にして水試職員を主とするパネラーにアンケート調査した。各品質の基準として5段階の点数評価（非常に良い：5，良い：4，普通：3，やや悪い：2，悪い：1）とした。

結果および考察

アンケートの調査結果は図12に示した。

1) 回答者数

男性29人、女性14人の計43人で、年代は50代21人（48.8%）、ついで40代8人（18.6%）、30代7人（16.3%）、20代7人（16.3%）であった。

2) 外観（色、つや）

刺身表面の色やつやといった外観では、生餌で飼育した2区は配合で飼育した1区に比べて脂が多くのおつており白っぽく見えたことから、透明感のある1区が良いと答えた者が44.2%と多かった。パネラー全員による5段階評価の平均点数は1区が4.05、2区が3.86であった。

3) 脂ののり具合

試験終了時点で魚体の大きかった2区のほうが脂ののりが良いと答えた者が55.8%で、1区の2倍以上であった。5段階評価の平均点数は1区が3.81、

2区が4.14であった。

4) 旨味

旨味については、どちらともいえないと答えた者も含めて三様に分かれたが、1区が良いと答えた者がやや多かった。5段階評価の平均点数は1区が3.98、2区が3.88であった。

5) 歯ごたえ

物性面で1区のほうが2区よりも硬く、60.5%のパネラーが1区が歯ごたえが良いと答えた。5段階評価の平均点数は1区が4.12、2区が3.60であった。

6) 総合評価

品質の善し悪しについて総合的に評価してもらったところ、1区のほうが良いと答えた者が62.8%で2区の2倍以上であった。試験魚の平均魚体サイズに約500gの差があったものの、最近のヘルシー志向も相まって2区の脂ののり具合が多いと判断されたためやや低い評価となり、1区のほうが高く評価されたものと考えられる。

以上の結果から、5段階評価の平均点数はいずれの評価項目も4点前後の高いレベルとなっており、配合飼料給与による育成魚でも生餌給与魚と遜色のない品質であることが判った。

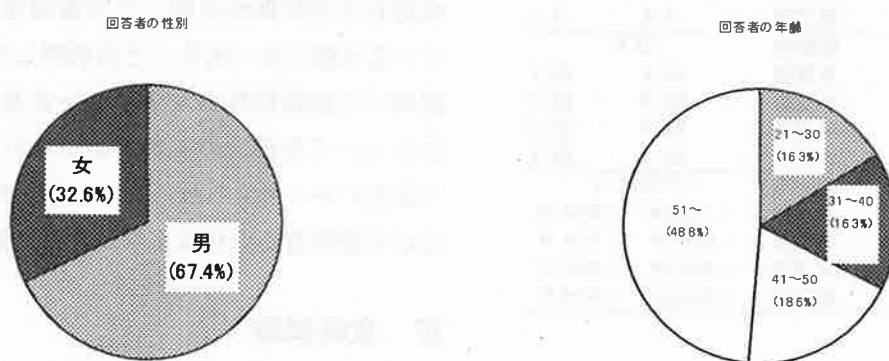


図12 食味アンケート調査結果

カンパチ用配合飼料の開発と漁場環境改善効果の予測

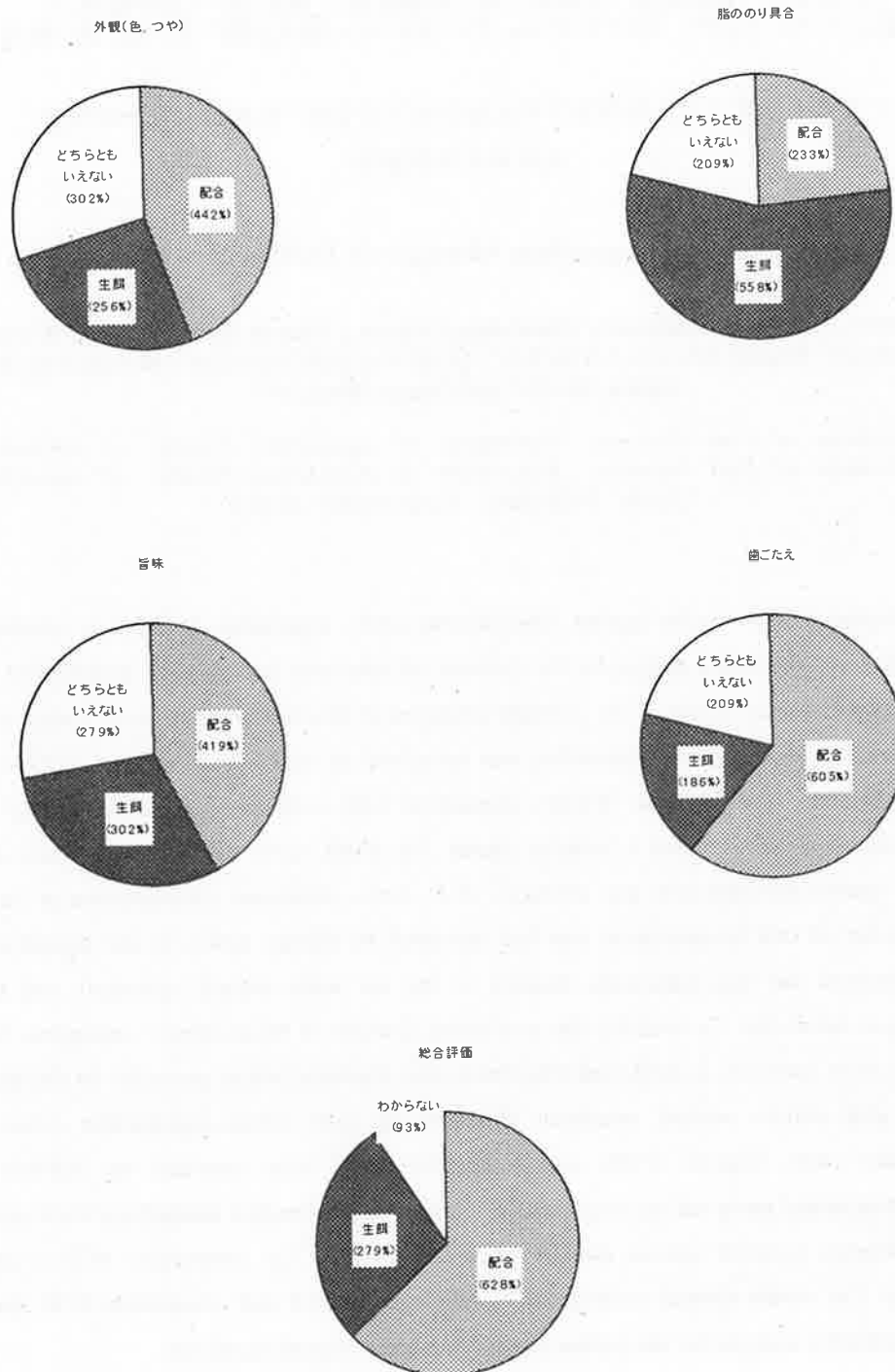


図 1 2 (続き)