

コイ用飼料原料の蛋白質源および糖質源 としての飼料価値について

Utilization of Animal and Plant Materials as Protein and Carbohydrate Sources of Diet for Carp

深津鎮夫 土橋豊一

Shizuo FUKATSU and Toyochi TSUCHIHASHI [

養鯉用配合飼料の原料は、従来から、北洋魚粉、大豆粕、小麦粉、脱脂米ぬか等が主として使用されてきている。このうち、主要蛋白質源である北洋魚粉は、配合飼料の普及により需要が増加している一方、200カイリ漁業専管水域の設定に伴い、北洋魚粉の供給悪化が予想された。このため北洋魚粉に代る蛋白質源を探索するとともに、魚粉自体の節約を図ることが緊急な課題となっている。安価で資源的に多い蛋白質源としては、サバあるいはイワシなどを原料とした沿岸魚粉、畜産廃棄物のフェザーミールおよび血粉、または、植物性原料として大豆粕等が考えられる。本実験では、これらの飼料原料の効率的利用を検討するとともに、糖質および脂質のエネルギー源としての有効性および蛋白質節約効果について検討を加え、更に、糖質源としてマイロの利用に着目し、コイに対する飼料効果をみた。

報告に先立ち、本研究の計画にあたっては有益な御助言をいただき、さらに原稿の御校閲をいただいた水産庁東海区水産研究所竹内昌昭博士、水産庁養殖研究所能勢健嗣博士に深く感謝します。なお、本研究の一部は昭和53～56年度水産庁指定調査研究で実施したものである。

実験1. 数種魚粉の飼料効果

北沢ら(1977)は沿岸魚粉をコイに与えて試験した結果、従来使用されていた北洋魚粉よりも、良い飼育結果を得たことを報告している。しかし、沿岸魚粉は原料魚種の構成・産地、更に製造法によって品質が著しく異なり、特に魚粉中の酸化油の魚への影響が懸念されている。従って、本実験では約20種の沿岸魚粉の中から、原料魚種・製法・産地等の異なる魚粉5種を選び、北洋魚粉との比較試験をおこなった。

材料および方法

表1に示した6種の魚粉をそれぞれ主要蛋白質源とし、飼料の蛋白質量が31%前後になるように調整した試験飼料で、コイ1年魚を12週間飼育した。各試験飼料の配合割合および一般成分値を表2に、供試魚粉の分析値を表3に示した。試験飼料はメーカーに依頼して3mmのペレットに成型し、自動給餌器を用いて供試魚に与えた。

飼育施設として、諏訪湖に設置した網生簀(2.7m×2.7m×1.0m=7.3m³)6面を用い、各生簀には選別した平均体重75gの1年魚を40kg収容し、1979年7月2日から9月25日まで12週間の給餌試験を実施した。給餌量はコイ用網生簀給餌率表(栗原1966)に準拠し、1日分を4回に

表1. 供試魚粉の種類と原料魚

魚粉の種類	原料魚	製法の相異点
北洋魚粉	スケソウタラ	工船ミール
沿岸魚粉 A	イワシ ソリュブル大量添加(釧路)	スチームドライヤー
同 B	イワシ ソリュブル添加(釧路)	バーナー乾燥
同 C	イワシ55% サバ17.7% スケソウ雑魚 残さい32.3%のソリュブル添加(釧路)	スチームドライヤー
脱脂魚粉	サバ	
輸入魚粉	サバ(エクアドル)	

表2. 試験飼料の配合割合と一般成分値

(%)

試験魚粉の種類		1区 北洋	2区 沿岸A	3区 沿岸B	4区 沿岸C	5区 脱脂	6区 輸入
配合割合	魚粉	41	42	42	40	36	40
	小麦粉	16	16	16	16	16	16
	でん粉	31	31	31	31	61	31
	ミネラル混合	1	1	1	1	1	1
	ビタミン混合	1	1	1	1	1	1
	リン酸ソーダ	2	2	2	2	2	2
	スケソウタラ肝油	4	3	3	2	6	2
セルロース	4	4	4	7	7	7	
成分値	水分	5.7	5.6	4.4	4.6	7.7	5.5
	粗タンパク質	31.7	30.2	30.5	31.3	31.4	31.6
	炭水化物	40.7	43.2	43.6	43.2	42.1	42.1
	粗脂肪	6.6	6.7	6.5	6.1	6.7	6.2
	粗灰分	11.3	10.5	8.7	9.8	8.4	8.5

注) 成分分析はオリエンタル酵母工業による。

表3. 供試魚粉の分析値

(%)

魚粉の種類	北洋	沿岸A	沿岸B	沿岸C	脱脂	輸入
水分	9.3	6.8	9.7	7.0	10.2	8.7
粗蛋白質	65.1	66.1	65.3	67.1	75.4	68.6
粗脂肪	7.0	8.2	8.8	10.7	1.0	11.1
粗灰分	20.5	17.5	13.3	16.7	13.7	12.8
過酸化価	73	30	38	23	35	7

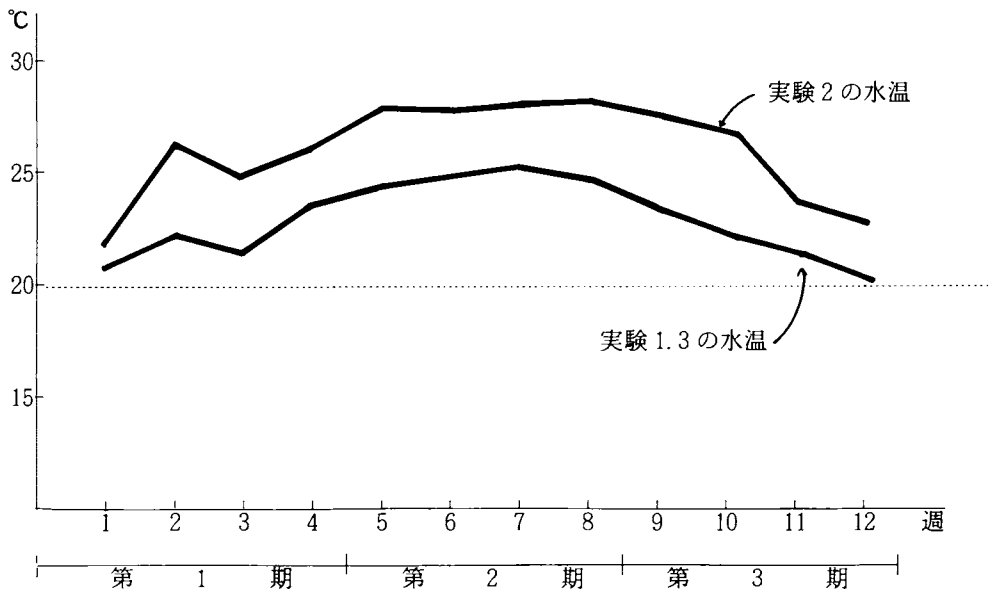


図1. 各実験における試験池の週平均水温（午前10時水面下20cmで測定）

分けて与えた。なお、土曜の午後と日祭日は無給餌とした。飼育期間中は4週間毎に総魚体重量の計測をおこない、全期間を第1期（1～28日目）第2期（29～56日目）第3期（57～85日目）に区分し、それぞれの期間毎に平均体重、飼料効率等を算出した。期間中の生簀表層水温は図1に示したが、ほぼ20～25℃であった。なお、飼育実験終了時において、各区の供試魚から平均体重に近い魚を5尾ずつ選び、血液性状を調べた。

結果および考察

飼育試験の結果を表4に示した。飼料効率についてみると、第2期（56日目）までは各区の間にはあまり大きな差は見られなかったが、第3期（56～85日目）においては、1区（北洋魚粉）は2～6区に比べて17～25%の低下が見られた。更に、1区は第3期目に死魚が増加していることを考慮すると、今回用いた北洋魚粉には問題があったと思われる。通算の増重倍率および飼料効率を各区分間で比較すると、北洋魚粉はいずれの沿岸魚粉（2～6区）より明らかに劣る結果を示した。今回使用した5種類の沿岸魚粉区のいずれにおいても斃死魚は少なく、12週間飼育後の供試魚の血液性状も表5に示したとおりで、特に不健康と思われる個体は見られなかった。

今回の沿岸魚粉の選定に当っては、特に見かけ上の品質が悪いもの（沿岸BおよびC）もあえて選定したが、約3ヶ月間の飼育の結果、いずれも北洋魚粉より好成績を示し、魚の健康に対する悪影響は認められなかった。北沢ら（1977）がおこなった実験においても、ほぼ同様な結果を示しており、沿岸魚粉はコイ用配合飼料の原料として、十分に利用できると思われる。

表4 飼育試験結果

試 験 区		1 区 北 洋	2 区 沿 岸 A	3 区 沿 岸 B	4 区 沿 岸 C	5 区 脱 脂	6 区 輸 入
供 試 尾 数 (尾)	開始時	5 3 3	5 3 3	5 3 3	5 3 3	5 3 3	5 3 3
	終了時	5 1 7	5 2 6	5 2 7	5 3 3	5 2 3	5 2 1
総 重 量 (kg)	開始時	4 0.0	4 0.0	4 0.0	4 0.0	4 0.0	4 0.0
	終了時	2 1 1.8	2 2 7.8	2 2 5.0	2 3 7.7	2 3 6.1	2 3 8.2
平均体重 (g)	開始時	7 5	7 5	7 5	7 5	7 5	7 5
	28日目	1 5 5	1 5 1	1 4 6	1 5 4	1 5 3	1 5 7
	56日目	2 9 8	2 9 5	2 9 2	3 0 5	3 0 9	3 1 0
	85日目	4 1 0	4 3 2	4 2 7	4 4 6	4 5 1	4 5 7
死 魚 数 (尾)	第 1 期	0	1	1	0	2	2
	2	2	2	2	0	5	6
	3	1 4	4	3	0	3	4
	計	1 6	7	6	0	1 0	1 2
給 餌 量 (kg)	合 計	1 9 7.5	1 9 5.7	1 9 4.9	1 9 6.6	1 9 6.6	1 9 7.5
飼 料 効 率 (%)	第 1 期	1 0 5.7	1 0 0.5	9 4.5	1 0 4.2	1 0 3.0	1 0 8.2
	2	9 8.9	1 0 1.9	1 0 3.5	1 0 6.0	1 0 7.3	1 0 3.7
	3	7 1.4	8 9.8	8 8.5	9 3.5	9 3.1	9 6.1
	通 算	8 9.1	9 6.6	9 5.5	1 0 0.5	1 0 0.6	1 0 1.5
成 長 倍 率 (倍)	通 算	5.4 7	5.7 6	5.6 9	5.9 5	6.0 1	6.0 9

*死魚の重量を含む

表5 供試魚の血液性状

(上段 平均値、下段 範囲)

区 分	体 重 (g)	肥 満 度 (W/L ³ ×10 ³)	ヘモクロビン量 (g/dl)	ヘマトクリット (%)	血 球 数 (万/mm ³)	血 清 蛋 白 (%)	
開 始 時	6 5 (58~80)	2 5.5 (24.1~27.3)	-	4 3 (36 ~ 49)	1 7 1 (151~201)	4.0 (3.5~4.6)	
終 了 時	1 区	4 4 6 (320~585)	2 5.7 (23.4~30.2)	7.3 (4.4~9.1)	3 5 (31 ~ 38)	1 3 4 (113~160)	4.3 (4.0~5.0)
	2 区	4 5 1 (365~520)	2 5.9 (23.2~28.1)	7.6 (7.2~ 8.0)	3 5 (32 ~ 39)	1 4 7 (128~159)	4.6 (3.8~5.5)
	3 区	4 3 2 (325~615)	2 6.4 (25.0~28.0)	8.5 (5.1~10.3)	4 0 (34 ~ 44)	1 3 7 (123~156)	4.7 (4.4~5.1)
	4 区	3 9 2 (325~495)	2 4.8 (23.5~26.8)	9.1 (7.2~12.6)	3 6 (30 ~ 41)	1 3 5 (124~145)	4.4 (3.9~4.7)
	5 区	4 8 6 (375~610)	2 5.1 (22.6~28.1)	9.1 (7.2~ 9.7)	4 0 (36 ~ 43)	1 4 3 (128~157)	4.8 (4.6~5.0)
	6 区	4 5 2 (325~545)	2 5.9 (23.4~26.6)	9.6 (8.6~11.6)	4 2 (39 ~ 45)	1 3 9 (129~151)	5.0 (4.8~5.2)

注) 検体数は開始時10尾、終了時は各区5尾

実験2 糖質および脂質利用による蛋白質の節約効果

コイは炭水化物または脂質をエネルギー源として有効に利用するといわれており（荻野1976、大前1977）、魚の消費エネルギーをこれらに求めれば、蛋白質源の節約を図ることができると考えられている。本実験では、糖質および脂質の有効性を知るため、高蛋白質および低蛋白質飼料について、 α 化バレイショでん粉、およびスケソウタラ肝油のコイにおける利用効率を調べた。

材料および方法

沿岸魚粉を蛋白源とし、蛋白質量は38%と29%の二つのレベルを設定した。それぞれのレベルについて炭水化物および脂質の含有割合を変えて、6種の飼料を作成した。いずれの飼料もカロリー量はほぼ一定となるように調整し（表6）、スケソウタラ肝油の多量吸着のため多孔性の浮餌とした。試験は諏訪湖に設置した網生簀でおこなった。網生簀の水面部分は囲い網の網目を細かくして浮餌の流失を防ぎ、また、給餌は手散きでおこなったほかは、実験1の方法と同じである。供試魚は体重105g前後のコイ1年魚を各区35kgあて用い、試験期間は1978年6月28日から9月18日まで実施した。期間中の水温は図1に示すように20~27°Cの範囲であった。

表6 試験飼料の原料組成と一般成分値

試験区		7区	8区	9区	10区	11区	12区
配合割合	沿岸魚粉	5.9	5.9	5.9	4.1	4.1	4.1
	小麦粉	0	0	0	1.6	1.6	1.6
	α -でん粉	3.7	2.7	1.8	3.8	3.1	2.1
	セルローズ	0	6	1.1	0	4	1.0
	ビタミン混合	1	1	1	1	1	1
	ミネラル混合	1	1	1	1	1	1
	第1リン酸ソーダ	2	2	2	2	2	2
スケソウタラ肝油	0	4	8	1	4	8	
計		100	100	100	100	100	100
一般成分	粗蛋白質	38.4	38.4	38.4	29.1	29.1	29.1
	炭水化物	35.2	25.7	17.1	46.7	40.0	30.5
	粗脂肪	4.1	8.1	12.1	4.3	7.3	11.3
カロリー量 (kcal/100g)		331.3	329.3	330.9	341.9	342.1	340.1

注) 一般成分は次により算出した。

原料	粗蛋白質	炭水化物	脂肪
沿岸魚粉(釧路ミール)	65%		7%
小麦粉	15.3	66%	2.6
α -でん粉		95	
スケソウタラ肝油			100

Kcal は蛋白質 4 炭水化物 4 脂肪 9 により計算した。

結果および考察

飼育試験結果を表7に示した。高蛋白質群の通算飼料効率 α は9区を除いては105%前後であり、低蛋白質群では群間の差はほとんど認められず100%前後であった。低蛋白質群は高蛋白質群に比較して、飼料効率そのものはやや低下したが、蛋白効率は約1.2~1.3倍上昇し、低蛋白にすることにより、蛋白質が魚体の増重に効率的に使用されたことを示している。

飼料のカロリー量を一定にして、 α でん粉とスケソウタラ肝油の比率を変えた場合、低蛋白質飼料ではその比率を変えても飼料効率はほぼ同一であったが、高蛋白質飼料では肝油が多いとその飼料効率は低下する傾向を示した。すなわち、高蛋白質飼料の場合は、同一カロリーレベルならば脂質よりも炭水化物の方が有効であるという結果を得た。

表7 飼育試験結果

項 目		7 区	8 区	9 区	10 区	11 区	12 区
供試尾数 (尾)	開始時	331	336	323	328	336	344
	終了時	320	315	315	306	327	334
総重量 (kg)	開始時	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
	終了時	160.2	156.1	150.2	148.7	154.9	152.3
平均体重 (g)	開始時	105.7	104.2	108.4	106.7	104.2	101.7
	28日目	205.2	204.9	203.8	197.9	194.6	186.5
	56日目	338.3	334.5	330.7	327.8	320.1	308.7
	84日目	500.6	495.6	476.8	485.9	473.7	456.6
死魚数 (尾)	全期	8	7	8	2	8	3
給餌量 (kg)	全期	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6	119.6
	第1期	113.1	114.8	104.8	102.8	103.4	99.7
飼料効率 (%)	*1 2	109.6	103.8	102.0	101.0	103.8	102.8
	3	101.6	99.8	90.4	95.5	98.6	97.1
	通算	106.9	104.7	97.7	99.0	101.5	99.6
蛋白効率 (%)	*2 通算	278	273	255	340	349	342
成長倍率 (倍)	通算	4.74	4.75	4.40	4.55	4.55	4.49

*1 死魚、不明魚推定重量を含む

*2 増重量を蛋白質給与量で割った数値

表8 供試魚の体形及び血液性状

区 分	体 重 (g)	肥 満 度 ($W/L^3 \times 10^3$)	内臓重量比 (%)	ヘマトクリット (%)	赤血球数 (万/mm ³)	血清蛋白 (%)	
開 始 時	115	27.0	9.7	40.5	160	4.7	
終 了 時	7区	467	24.3	9.8	39.6	146	4.1
	8区	517	25.4	8.8	45.2	158	4.0
	9区	458	25.2	7.9	44.6	145	4.0
	10区	486	25.5	8.6	39.8	127	4.0
	11区	532	25.3	10.7	39.4	133	4.0
	12区	480	25.2	10.3	41.0	137	4.2

注) 開始時は10尾平均、終了時は各区5尾平均

竹内ら(1979)は蛋白質含量を31~32%とし、可消化エネルギー量を等しくした飼料を用い、炭水化物と脂質のエネルギー源としての有効性について検討した結果、コイではどちらを主なエネルギー源に用いても成長に対する効果に差がないことを明らかにし、コイ飼料ではエネルギー源として脂質よりも炭水化物を用いた方が経済的であると報告している。本実験においても、低蛋白飼料群では α でん粉とスケソウトラ肝油のカロリー量当りの飼料効果は同じであった。高蛋白飼料群では、高脂質区(9区)で飼料効率が低下したが、過去の試験でも経験しているように、供試魚が大きい場合、多量の油の添加により摂餌状況がやや悪化する傾向にあり(長野水指1974)、本実験においても第3期に摂餌が不活発となり、その結果が飼料効率に影響したと思われる。なお、飼育試験終了時の供試魚の体形および血液性状は、低蛋白飼料群の赤血球数がやや低い傾向にあったが、特に悪い状態とはいえないと思われた。

炭水化物と油脂類のカロリー当りの価格を比較した場合、油脂類の方が高い傾向にあるので、エネルギー源としては炭水化物の方が経済的に有利であり、炭水化物による蛋白質の置換えにより、飼料効率はやや低下するものの、低蛋白飼料の使用は可能と思われ、蛋白質資源を節約するうえにおいて有効であろう。

実験3 糖質源の検討

実験2において、コイは糖質と脂質をエネルギー源として共に良く利用しうることを明らかにし、また糖質の方が経済的に有利と判断した。本実験では、糖質源として何が適当な飼料原料であるのかを検討した。コイにおける β でん粉の消化率は、 α でん粉より劣る(邱ら1975)ことが明らかにされているが、配合飼料をペレット化した場合のでん粉の α 化程度は、さほど大きくはないと考えられる。そこで、実用的見地から生でん粉の有効性を明らかにすることを目的とし、小麦粉より価格が安く畜産用として多量に供給されているマイロに着目して、 α でん粉を対照とし、 α 化したマイロおよび生マイロのコイにおける飼料効果を見た。

材料および方法

試験飼料の配合割合を表9に示した。これらの飼料はペレットミル(生田式)で、径3mmのペレットに成型した。試験は諏訪湖に設置した網生簀(7.3m²)4面を用い、各区とも平均体重75gの1年魚を40kg收容し、1979年7月2日から9月25日まで12週間実施した。給餌方法、試験期間中の魚体重の測定、水温等は実験1と同じである。

表9 試験飼料の配合内容

(%)

区 設	定 基	分 準	13 区 α でん粉	14 区 β 小 麦	15 区 α マイロ	16 区 β マイロ
魚		粉	41	41	41	41
小	麦	粉	22	47	22	22
α	で ん	粉	25			
α	化 マ イ	ロ			25	
生	マ イ	ロ				25
セ	ル ロ ー	ス	2	2	2	2
ビ	タ ミ ン	混 合	1	1	1	1
ミ	ネ ラ ル	混 合	1	1	1	1
第 1	リ ン 酸	ソ ー ダ	2	2	2	2
スケ	ソウタラ	肝油粉末油脂	6	6	6	6
	計		100	100	100	100

注) 使用原料は次のとおり

α でん粉 (ばれいしょでん粉)
 α 化マイロ
 生マイロ (粉砕) } アメリカ産
 粉末油脂 (油脂分70%)

表10 飼育試験結果

項 目		13 区 α でん粉	14 区 β 小 麦	15 区 α マイロ	16 区 β マイロ
供 試 尾 数 (尾)	開 始 時	533	533	533	533
	終 了 時	524	527	526	527
総 重 量 (kg)	開 始 時	40.0	40.0	40.0	40.0
	終 了 時	219.2	222.8	224.6	218.3
平 均 体 重 (g)	開 始 時	75	75	75	75
	28 日 目	149	151	151	151
	56 日 目	289	287	294	297
	85 日 目	418	423	427	414
死 魚 数 (尾)	全 期 計	9	6	7	6
給 餌 量 (kg)	全 期 計	191.7	194.7	191.7	185.7
飼 料 効 率 (%)	第 1 期	97.5	100.7	100.5	100.5
	2	99.1	95.9	100.7	102.1
	3	88.3	90.2	91.7	88.5
	通 算	94.5	94.5	97.1	99.6
成 長 倍 率 (倍)	通 算	5.57	5.64	5.69	5.52

* 死魚の重量を含む

結果および考察

飼育試験結果は表10に示したが、各区の体重の増加、弊死率、飼料効率は特に差が認められず、また、飼育中の摂餌状況も各区共良好であった。実験終了時の供試魚の血液性状（表11）は、16区（ β -マイロ）は他区に比べて良好であり、15区（ α -マイロ）に5尾中1尾貧血の魚が見られたものの、他の4尾には貧血の徴候は認められなかった。この試験結果から、コイに小麦粉あるいはマイロを給与するにあたっては前以って α 化する必要はないものと判断される。

従来の諏訪湖で多く用いられている養鯉用配合飼料には炭水化物源として小麦粉と脱脂米ぬかが多く使用されていたが、小麦粉のみの14区と粉碎マイロを配合した16区の飼料効率は、ほぼ同等だったことから判断して、マイロはコイ用配合飼料の原料として使用できると考えられ、マイロを使用することにより、より経済的な配合飼料の製造が可能と思われる。

表11 供試魚の血液性状

区 分	体 重 (g)	肥 満 度 ³ (W/L ³ × 10)	ヘモグロビン量 (g/dl)	ヘマトクリット (%)	血 球 数 (万/μl)	血 清 蛋 白 (%)
開 始 時	6 5 (58~80)	2 5.5 (2.41~2.73)	—	4 3.2 (36~49)	1 7 1 (151~201)	4.0 (3.5~4.6)
終 了 時	13区 3 8 7 (335~410)	2 4.4 (2.33~2.53)	8.4 (7.0~9.8)	3 4.4 (25~41)	1 4 8 (115~174)	3.7 (3.1~4.2)
	14区 3 6 3 (305~420)	2 5.5 (2.41~2.80)	6.4 (4.3~7.8)	3 1.2 (28~34)	1 3 3 (122~142)	3.5 (3.0~3.7)
	15区 4 0 0 (320~515)	2 4.6 (2.33~2.59)	7.6 (2.0~11.2)	3 1.2 (13~44)	1 3 3 (71~185)	3.6 (2.9~4.0)
	16区 4 3 1 (370~525)	2 6.0 (2.37~2.89)	8.7 (7.3~9.9)	3 8.2 (35~41)	1 6 3 (150~179)	4.0 (3.4~4.8)

注) 各区の検体数は開始時10尾 終了時5尾

実験4. フェザーミールおよび血粉の利用化

コイ用配合飼料の蛋白質源は、魚粉を主体とし、大豆粕、コーングルテンミール、トルラ酵母等が使用されている。大豆粕は安定した供給と比較的高い蛋白含有率からみて、その有効利用は望ましいが、これまでの結果から、多量の添加は問題があり、10%程度までの配合は可能とされている（水産庁主催指定調査研究報告会1967）。コーングルテンミールは生産量が少なく、また、トルラ酵母は多く配合するとペレットが固くなる等の問題点が指摘されている。魚粉に代る新蛋白質源の開発は依然考えられており、畜産廃棄物であるフェザーミールと血粉が近年注目されているが、コイについての報告は少ない。本実験ではこれらの原料がコイにおいて有効に利用されるかどうかを検討した。

フェザーミールと血粉の蛋白質含有量は、それぞれ83%と高いが、それぞれのアミノ酸組成は互に補足し合う傾向が見られ、例えばリジンはフェザーミールに少なく、血粉に多いという特徴をもっている（日本標準飼料成分表1975）。従って、それぞれの原料を6:4で混合すれば、アミノ酸バランスはやや改善されるが、それでも魚粉のアミノ酸組成に比較して、リジンとメチオニンが

なり低下するので、結晶アミノ酸の添加を試みた。また、長野、群馬等のコイの生産地では古くからサナギを与える習慣があり、サナギのアミノ酸組成は魚粉に近いので、サナギを併用したときのフェザーミールと血粉の利用効果について検討した。

材料および方法

試験飼料は表12とおりである。魚粉を40%含有する飼料を対照(17区)とし、18区はフェザーミールと血粉6:4の混合物(以下F B混合物と略す)を10%だけ魚粉と置換え、19区はF B混合物の役割を知るため、その同量のセルロースと置換えた。20区はF B混合物を20%、21区および22区は対照区に比べて不足するリジンとメチオニンを結晶アミノ酸で補足したが、21区ではカゼインでコーティングした結晶アミノ酸を、22区では硬化油でコーティングしたアミノ酸を用いた。これらの試験飼料の他に、給餌に際しては日間給餌量の30%に相当する部分はサナギペレットを与えた。サナギペレットを含めた飼料のアミノ酸計算値(日本標準飼料成分表による)は表13のとおりである。これらの飼料を用いコイ1年魚を70日間飼育した。

表12 試験飼料の配合割合^{*1}

(%)

区 分 設 定 規 準	17 区 対 照	18 区 フェザー 10%	19 区 フェザー の 役 割	20 区 フェザー 20%	21 区 アミノ酸 (カゼイン)	22 区 アミノ酸 (硬化油)
沿 岸 魚 粉	40	30	30	20	20	20
フェザーミール	—	6	—	12	12	12
血 粉	—	4	—	8	8	8
小 麦 粉	25	25	25	25	25	25
マ イ ロ	15	15	15	15	15	15
グルテンミール	10	10	10	10	10	10
トルラ酵母	5	5	5	5	5	5
セルロース			10			
L-リジン HCl					^{*2} 0.6	^{*3} 1.26
L-メチオニン					^{*2} 0.37	^{*3} 0.78
ビタミン混合 ^{*1}	1	1	1	1	1	1
ミネラル混合 ^{*1}	1	1	1	1	1	1
第1リン酸ソーダ	2	2	2	2	2	2
食 塩	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
プロピオン酸ソーダ	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
飼 料 の C・P	40:4	42:2	33:9	44:1	44:1	44:1
サナギを含めたC.P.	41:8	43:0	37:3	44:4	44:4	44:4

(注) ^{*1} この試験飼料の他にサナギペレットを7:3の割合で給餌した。なおサナギペレットはサナギ70%、小麦30%の組成である。

^{*2} L-リジンHCl及びL-メチオニンをカゼインでコーティングしたもので成分含有量は70%

^{*3} L-リジンHCl及びL-メチオニンを硬化油脂でコーティングしたもので成分含有量は33.3%

^{*1} ビタミン混合及びミネラル混合はコイ用市販配合飼料に通常使用しているもの

表13 試験飼料のアミノ酸組成^{*1}

アミノ酸	コイの最低 要求量 ^{*2}	17区 フェザー 対 照	18区 フェザー 10%	19区 フェザー の 役 割	20区 フェザー 20%	21区 アミノ酸 添 加	22区 アミノ酸 添 加
アルギニン	1.6	2.26	2.36	1.95	2.49	2.49	2.49
グリシン		1.69	1.52	1.43	1.43	1.43	1.43
ヒスチジン	0.8	0.96	1.13	1.84	1.29	1.29	1.29
イソロイシン	0.9	1.52	1.53	1.36	1.55	1.55	1.55
ロイシン	1.3	3.08	3.33	2.79	3.57	3.57	3.57
リジン	2.2	2.45	2.30	2.07	2.15	2.45	2.45
メチオニン	0.8	0.88	0.79	0.76	0.70	0.88	0.88
シスチン		0.39	0.52	0.35	0.65	0.65	0.65
フェニルアラニン	1.3	1.70	1.82	1.55	1.94	1.94	1.94
チロシン		1.72	1.77	1.59	1.83	1.83	1.83
スレオニン	1.5	1.46	1.50	1.28	1.55	1.55	1.55
トリプトファン	0.3	0.49	0.49	0.45	0.50	0.50	0.50
バリン	1.4	1.61	1.85	1.42	2.10	2.10	2.10
セリン		1.52	1.43	1.34	1.35	1.35	1.35

*1 試験飼料とサナギペレットを7:3で混合した時のアミノ酸の計算値。

この計算は日本標準飼料成分表(1975年版)による。

*2 コイのアミノ酸要求量は能勢(1979)による。

試験水槽は、水容量68ℓのプラスチック水槽を用い、水温24°Cの地下水を1面当たり毎分2.5～3.0ℓ注水し、各水槽とも通気をおこなった。体重30～50gのコイ1年魚を1水槽当り30尾入れ、3mmペレットに成型した試験飼料とサナギペレットを混合して与えた。給餌は栗原(1966)の給餌率表の80%量を1日分とし、4回に分けて与えた。なお、土曜日の午後と日曜日は無給餌とした。供試魚は2週間毎に計量し、給餌量の補正と飼料効率算出の参考にした。飼育中の水温は全期間を通じて24±1°Cであった。

結果および考察

飼育試験結果を表14に示した。魚粉をF B混合物により10%または20%置換した飼料では、その飼料効率は対照区と比べ、それぞれ2.4% (18区) および5.8% (20区) 低下した。しかし、F B混合物をセルロースに置換した19区に対しては、18区はその飼料効率が9.3%上昇した。従って、この飼料効率の上昇部分の9.3%はF B混合物によるものと解釈できるであろう。また、対照区の飼料効率は19区に対して11.7%高く、18区に対する値9.3%と比較すれば、F B混合物は魚粉に対して0.8 (9.3÷11.7=0.8) の飼料効果を有すると推察される。なお、20区においてもF B混合物が魚粉に比べて0.8の飼料効果を有するとすれば、魚粉20%+F B混合物20%は魚粉36%の配合に相当すると考えられる。17～20区の飼料効率と飼料中の魚粉含有率およびF B混合物含有率×0.8の和との関係を示すと図2のようになり、17区と19区の点を結ぶ線上に18および20区の値が分布した。すなわち、コイはF B混合物を利用し得るが、その飼料効果は魚粉の80%に相当すると思われる。

リジンとメチオニンの補足については、21、22区の増重倍率、飼料効率に見られるように、い

れの処理においても添加効果は認められなかった。青江ら（1970）によれば、コイの場合は結晶アミノ酸の混合物をそのまま用いるとほとんど成長が認められないという。コイの腸内における結晶アミノ酸の吸収を遅らせる目的で、カゼインまたは硬化油脂でコーティングしたが、どちらも効果は認められず、コイ飼料へのアミノ酸添加方法については更に検討する必要がある。

表14 飼育試験結果

区 分 設 定 基 準		17 区 対 照	18 区 フェザー 10%	19 区 フェザー の 役 割	20 区 フェザー 20%	21 区 アミノ酸 (カゼイン)	22 区 アミノ酸 (硬化油)
尾 数 (尾)	開始時	30	30	30	30	30	30
	終了時	30	26	29	28	30	30
魚 重 量 (g)	開始時	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160	1.160
	終了時	5.400	4.540	4.700	4.800	4.850	4.800
平均体重 (g)	開始時	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7	38.7
	終了時	180.0	174.6	162.1	171.4	161.7	160.0
死 魚 数		0	1	1	0	0	0
飛出し魚数		0	3	0	2	0	0
給 餌 量 (g)	合 計	4.536	4.383	4.446	4.491	4.455	4.437
飼 料 効 率 [※] 蛋 白 効 率 (%)	通 算	93.5	91.1	81.8	87.7	82.8	82.0
	通 算	224	212	220	196	187	185
成 長 倍 率	通 算	4.65	4.51	4.19	4.43	4.18	4.13

表15 供試魚の血液性状（試験終了時）（上段 平均値，下段 範囲）

区 分	体 重 (g)	肥 満 度 (W/L ³ ×10)	ヘマトクリット (%)	血 球 数 (万/mm ³)	血 清 蛋 白 (%)
17 区	181 (168~200)	26.1 (25.0~28.3)	46 (44~50)	184 (170~196)	4.2 (4.0~4.3)
18 区	173 (140~194)	26.7 (25.7~28.3)	43 (38~47)	182 (163~205)	4.2 (4.0~4.4)
19 区	175 (140~232)	25.9 (24.5~29.4)	40 (37~46)	165 (146~185)	3.5 (3.0~4.3)
20 区	168 (134~200)	27.4 (25.8~29.5)	41 (39~42)	171 (160~187)	4.3 (4.0~4.8)
21 区	175 (145~200)	26.1 (24.1~28.3)	35 (30~41)	154 (126~197)	4.2 (3.6~4.6)
22 区	158 (137~175)	28.6 (27.5~32.4)	40 (35~46)	163 (142~175)	3.6 (3.0~4.0)

注) 検体数は各区 5尾

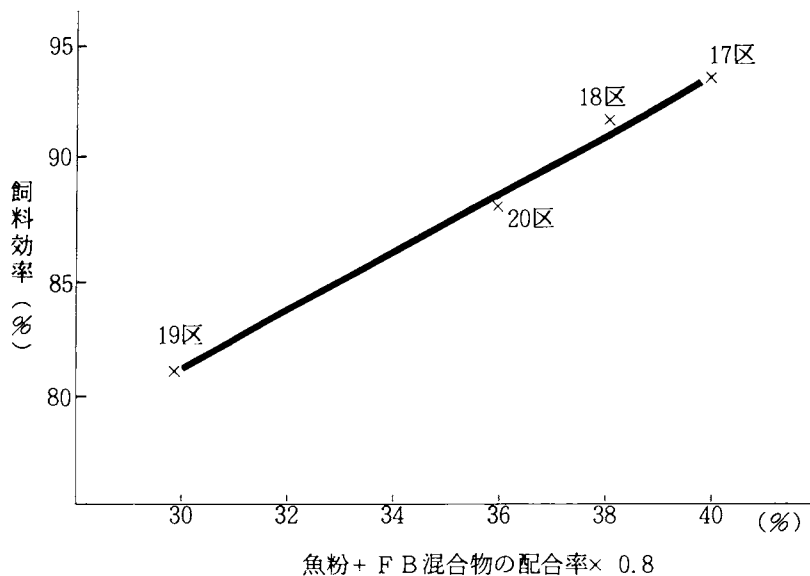


図2. 魚粉等の配合率と飼料効率の関係

実験5. 大豆粕の飼料効果

魚粉の代替蛋白質源としては、品質および供給の安定している大豆粕か、前記の畜産廃棄物等の利用が考えられる。過去において、脱脂大豆の飼料効果が検討されたが、脱脂大豆の配合割合が増加するにしたがって、飼料効率は低下することが報告されている(栃木水試 1966、長野水試 1966)。現在、多くの市販配合飼料に大豆粕が組入れられているが、配合割合は比較的少ないようであり、大豆粕を多く配合した場合の効果については明確でない。本実験では、魚粉の一部代替えとしての大豆粕の飼料効果と加熱処理による効果向上を目的として再検討をおこなった。

麻生(1966)はコイを用い、熱処理条件の異なる脱脂大豆を10および20%加えて飼育したところ、低温処理区は発育不良の傾向が見られたとしている。よって、実験Aでは畜産用として用いられている飼料用大豆粕とこれを高温加熱処理したときのコイにおける飼料効果の比較をおこない、更に加熱処理が充分におこなわれていると思われる大豆粉(きな粉)の飼料としての利用の可能性を検討した。また、実験Bとして、魚粉と置換したとき大豆粕の利用限界を調べた。

(実験A) 大豆粕の熱処理効果

材料および方法

大豆粕の加熱処理の必要性および大豆粉の飼料効果を検討するため、北洋魚粉を対照とし、その2分の1を飼料用大豆粕に置換したもの、および加熱処理の異なる大豆粕または大豆粉を配合した5種類の試験飼料を作成した(表16)。それらの試験飼料でコイ1年魚を飼育して、飼育成績を比較した。試験飼料は径3mmのペレットに成型し、給餌した。試験生簀は2.7m×2.7m×1m(7.3m³)の大きさのもの6面を湖に設置し、これに1面当り40kgの供試魚を入れ、1980年6月23日から9月16日までの12週間飼育した。飼育期間中は4週間毎に総魚体重を計測し、それぞれの期間毎に平均体重、飼料効率等を算出した。

給餌は日曜日を除き1日4回自動給餌器を用いておこなった。給餌量は網生簀給餌率表(栗原1966)に準じた。期間中の週平均水温は20.5~24.2°C(図3)であった。飼育実験終了後供試魚の

中から各区5尾ずつ平均体重に近い魚を選び、その魚の血液性状を調べた。

表16 試験飼料の配合内容と成分量

(%)

区 分	23 区	24 区	25 区	26 区	27 区	28 区
北 洋 魚 粉	4 1	2 3	2 3	2 3	2 2	2 5
大 豆 粕 ^{※1}		2 3	2 3	2 3	2 2	
大 豆 粉 ^{※2}						2 5
小 麦 粉	2 6	2 6	2 6	2 6	2 6	2 6
で ん 粉	2 0	1 5	1 5	1 5	1 5	1 5
添 加 剤 ^{※3}	5	5	5	5	5	5
スケソウタラ肝油	4	5	5	5	5	2
セルロース	4	3	3	3	5	2
分 粗 蛋 白	3 3.1	3 2.8	3 1.4	3 1.9	3 2.1	3 1.9
析 粗 脂 肪	6.9	7.4	7.1	7.2	7.2	1 0.3
値 炭 水 化 物	3 9.5	3 7.5	3 6.9	3 8.5	3 6.5	3 9.4

※1 大豆粕の加熱処理は次のとおり

24区 : 飼料用大豆粕

25区 : 大豆粕を170°Cで5~6秒加熱処理

26区 : 大豆粕を200°Cで "

27区 : 大豆粕を225°Cで "

※2 大豆を225°Cで処理し、粉にしたもの(キナ粉)

※3 ミネラル混合2%、ビタミン混合1%、第1リン酸ソーダ2%

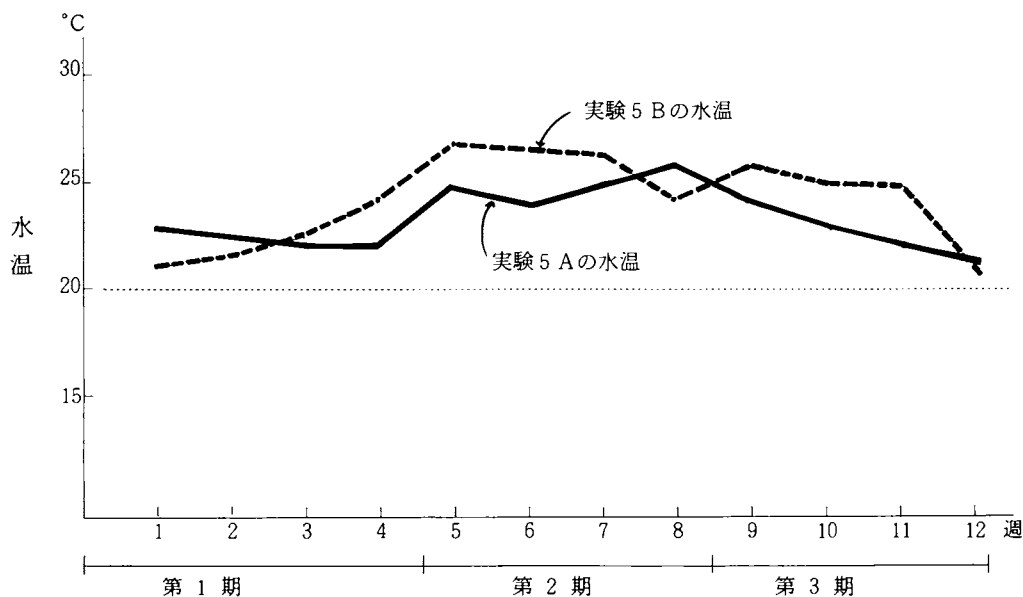


図3 各実験における試験池の週平均水温

(午前10時水面下20cmで測定)

結果および考察

飼育試験の結果を表17に示した。通算飼料効率は対照区の109.8%に対して、24、26および28区は、いずれも104%前後であり、25および27区はそれぞれ100%であった。すなわち、大豆粕を魚粉の2分の1置換することによって、その飼料効率は約6%低下した。25、27区は他の大豆粕区より更に低下したが、この2つの試験区の飼料効率が低下した原因は不明である。

大豆粕を高加熱処理することによって、その飼料効果を高めようとしたが、飼料効率の向上は認められず、現在の飼料用大豆粕の処理温度で成長阻害要因は除去されていると思われた。また、大豆を加熱した後に粉碎した大豆粉(きな粉)の飼料効率は、飼料用大豆粕と同じであり、特に飼料効率の向上は認められなかった。しかし大豆粉は脂肪の含有量が多いことを考慮すると、魚粉の低減に伴う脂肪の減少を補う面から考えれば飼料用大豆粕より有用と思われる。

なお、摂餌状況は各区とも良好で、大豆粕を23%加えても摂餌状況が悪化することはなかった。また、斃死率は26区が2.1%であったが、これを含めて各区とも死魚数は少なく、試験終了時の供試魚の血液性状も特に異常は認められなかった。

表17 飼育試験結果

試験区 設定基準		23区 魚粉	24区 飼料用 大豆粕	25区 大豆粕 170°C	26区 大豆粕 200°C	27区 大豆粕 225°C	28区 大豆粉 225°C
尾数 (尾)	開始時	422	425	431	429	426	427
	終了時	412	419	424	415	419	417
重量 (kg)	開始時	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
	終了時	250.2	235.1	229.8	234.4	228.5	235.3
平均体重 (g)	開始時	94.8	94.1	92.8	93.2	93.9	93.7
	28日目	198.8	190.6	187.9	189.0	187.5	189.4
	56日目	384.4	365.7	354.0	362.4	358.8	361.5
	85日目	607.3	561.1	542.0	564.8	545.3	564.3
死魚数 (尾)	全期	5	2	2	9	3	5
斃死率 (%)	"	1.2	0.5	0.5	2.1	0.7	1.2
給餌量 (kg)	全期	194.0	190.1	190.1	190.1	190.1	190.1
飼料効率 [*] (%)	第1期	127.2	119.0	118.8	119.2	115.5	118.8
	2	115.7	110.4	106.0	109.6	108.0	108.7
	3	99.2	92.3	89.9	94.7	88.1	95.5
	通算	109.8	103.5	100.8	104.4	100.0	104.4
成長倍率 (倍)	通算	6.41	5.96	5.84	6.06	5.81	6.02

* 死魚および不明魚の推定重量を含む

表18 供試魚の血液性状（試験終了時）（上段平均値、下段範囲）

試験区	体重 (g)	肥満度 ₃ (W/L × 10)	ヘマトクリット (%)	血球数 (万/mm ³)	血清蛋白 (%)
23 区	5 7 2 (5 0 0~6 4 5)	2 6. 6 (2 3. 7~2 9. 7)	3 6 (3 0~5 1)	1 2 3 (1 0 4~1 4 0)	3. 6 (3. 3~4. 0)
24 区	5 4 6 (4 2 0~6 3 0)	2 7. 9 (2 5. 6~3 0. 3)	3 3 (2 7~4 3)	1 3 9 (1 0 0~2 0 8)	4. 0 (3. 6~4. 2)
25 区	5 2 7 (4 7 0~6 2 5)	2 8. 2 (2 5. 2~2 9. 4)	3 9 (3 3~4 7)	1 5 5 (1 3 4~1 8 8)	4. 6 (4. 4~4. 7)
26 区	5 2 8 (4 3 0~6 7 0)	2 6. 0 (2 4. 2~2 8. 0)	4 1 (3 8~4 3)	1 5 1 (1 2 8~1 8 9)	4. 2 (3. 6~4. 6)
27 区	5 4 4 (4 5 5~6 5 5)	2 5. 5 (2 3. 3~3 0. 2)	4 1 (3 9~4 6)	1 3 6 (1 1 7~1 6 7)	4. 2 (3. 7~4. 5)
28 区	5 3 7 (5 2 0~5 7 0)	2 7. 5 (2 4. 7~3 2. 2)	3 8 (3 5~4 4)	1 5 8 (1 3 4~1 7 8)	3. 8 (3. 2~4. 4)

注) 検体数は各区 5尾

(実験B) 配合飼料における大豆粕の利用限界

材料および方法

コイ飼料における大豆粕の配合限界を知るため、沿岸魚粉40%を含む飼料を対照とし、魚粉を5%ずつ段階的に減量して、その代り大豆粕を7%ずつ増すことによって、蛋白質量を一定にした5種類の飼料を作成した(表19)。これらの試験飼料で、コイ1年魚を飼育し、その飼料効果を検討した。試験飼料は径3mmのペレットに成型し、実験Aと同様の試験方法でコイを飼育した。

表19 試験飼料の配合内容と成分量 (%)

区 分	29 区	30 区	31 区	32 区	33 区	34 区
沿 岸 魚 粉	4 0	3 5	3 0	2 5	2 0	1 5
大 豆 粕	0	7	1 4	2 1	2 8	3 5
小 麦 粉	2 6	2 6	2 6	2 6	2 6	2 6
で ん 粉	2 3	2 2	2 0	1 9	1 7	1 4. 5
添 加 剤*	5	5	5	5	5	5
スケソウタラ肝油	2. 5	3	3. 5	3. 5	4	4. 5
セルロース	3. 5	2	1. 5	0. 5	0	0
分 析 値						
粗 蛋 白	3 1. 2	3 1. 2	3 1. 4	3 0. 8	3 0. 5	3 1. 1
粗 脂 肪	6. 5	6. 8	7. 3	7. 9	7. 2	7. 5
炭 水 化 物	4 2. 2	4 3. 3	4 2. 7	4 1. 9	4 2. 3	4 0. 9

* ミネラル混合2%、ビタミン混合1%、第1リン酸ソーダ2%

試験期間は1981年6月15日から9月14日までの13週間で、飼育期間中の週平均水温は図3に示したが、202～252℃であった。なお、当試験途中の第4～5週目に、全区の供試魚にエラグサレ病が発生したため、第5週目にサルファ剤を5日間経口投与した。この間各区共8～14尾(2.0～3.5%)の斃死が認められた。

結果および考察

エラグサレ病により供試魚の一部が斃死したが、エラグサレ病以外で斃死した魚は各区とも2%以下で、大豆粕の多い区でも斃死数が多いということにはなかった。また、摂餌状況は各区とも良好で、大豆粕の配合による影響はなかった。

飼育試験の結果を表20に、大豆粕の配合率と飼料効率の関係を図4に示した。

表20 飼育試験結果

試験区	大豆粕の配合率	29区 0%	30区 7%	31区 14%	32区 21%	33区 28%	34区 35%
尾数 (尾)	開始時	401	410	408	411	394	400
	終了時	380	388	387	394	368	372
重量 (kg)	開始時	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0
	終了時	237.3	240.7	241.4	231.5	226.2	211.9
平均体重 (g)	開始時	112.2	109.8	110.3	109.5	114.2	112.5
	35日目	225.9	221.8	226.7	218.9	224.7	213.2
	63日目	410.4	407.4	416.0	394.4	409.2	387.1
	91日目	624.5	620.4	623.8	587.6	614.7	569.6
死魚数 (尾)	※1 第1期	15	15	12	14	17	20
	2	0	1	0	1	1	4
	3	1	1	1	2	1	0
	計	16	17	13	17	19	24
斃死率 (%)	通算	4.0	4.1	3.2	4.1	4.8	6.0
給餌量 (kg)	全期	204.7	204.2	204.7	204.2	198.5	192.3
飼料効率 (%)	※2 第1期	100.6	101.6	104.1	99.3	95.0	88.3
	2	95.7	98.3	99.4	93.6	95.0	93.0
	3	95.0	97.1	93.9	88.9	92.1	86.8
	通算	96.5	98.5	98.1	92.9	93.8	89.4
成長倍率 (%)	通算	5.57	5.65	5.66	5.37	5.38	5.06

※1 第1期はエラグサレ病による斃死

※2 死魚および不明魚の推定重量を含む

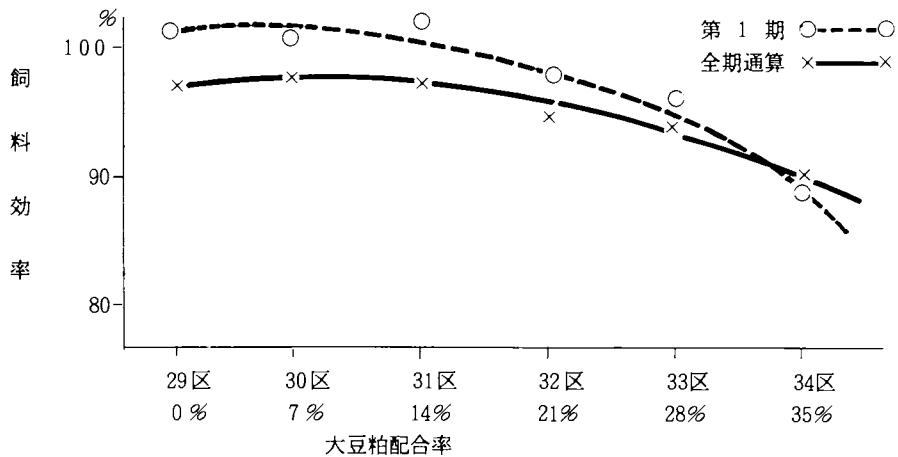


図4 大豆粕の配合率と飼料効率の関係

表21 供試魚の血液性状 (試験終了時) (上段平均値, 下段範囲)

試験区	体重 (g)	肥満度 (W/L ³ × 10)	ヘモグロビン (g/dl)	ヘマトクリット (%)	血球数 (万/mm ³)	血清蛋白 (%)
29区	710 (570~842)	29.5 (27.8~32.5)	8.3 (7.8~8.9)	41 (36~46)	146 (134~155)	4.6 (4.2~5.0)
30区	655 (545~780)	28.4 (25.6~30.1)	8.2 (7.4~9.5)	39 (35~44)	144 (122~159)	4.8 (4.2~5.3)
31区	661 (550~765)	28.8 (26.5~32.5)	7.7 (7.0~8.2)	39 (36~44)	138 (131~143)	4.7 (4.2~4.9)
32区	627 (490~775)	28.5 (25.0~31.1)	8.0 (7.5~9.2)	40 (35~43)	146 (134~164)	5.0 (4.3~5.7)
33区	602 (535~710)	27.1 (25.3~28.4)	6.9 (6.4~7.5)	35 (32~37)	127 (109~143)	4.4 (4.3~4.5)
34区	558 (435~622)	26.9 (24.8~30.8)	5.5 (4.6~6.2)	30 (24~36)	109 (91~126)	4.2 (3.9~4.5)

注) 検体数は各区 5尾

魚粉を減じて大豆粕を加えた30、31区の飼料効率は、対照区より良好な成績であり、また、大豆粕を28%加えた33区は、対照区に比べてその飼料効率はやや低下した程度であった。しかし、大豆粕を35%加えた34区は飼料効率で7%、体重増加率で10%悪かった。すなわち、大豆粕の配合率が21%以上では、飼料効率が低下する傾向が認められた。また、試験終了時の供試魚の血液性状を表21および図5に示したが、33区は29~32区よりヘモグロビン量、ヘマトクリット値、赤血球数ともに低く、34区は更に悪化する傾向にあり、大豆粕の高い配合率による長期飼育では問題があると思われる。

実験AおよびBの結果を合せて考察すれば、現在の飼料用大豆粕は高加熱処理しても、飼料効率の向上は見られず、また、配合率が7%と14%の区では魚粉と同等の飼料効果を示していることが

ら、再度の加熱処理の必要性は認められなかった。また、実験Bの結果から判断すれば、大豆粕の配合率17%近くまでは魚粉並の成績が得られると思われ、また、飼料効率がやや低下するが、魚粉を節約するうえにおいて25%近くまでは使用可能と思われる。しかし、これ以上転換した飼料で長期飼育するとコイの血液性状に影響が現れると思われた。

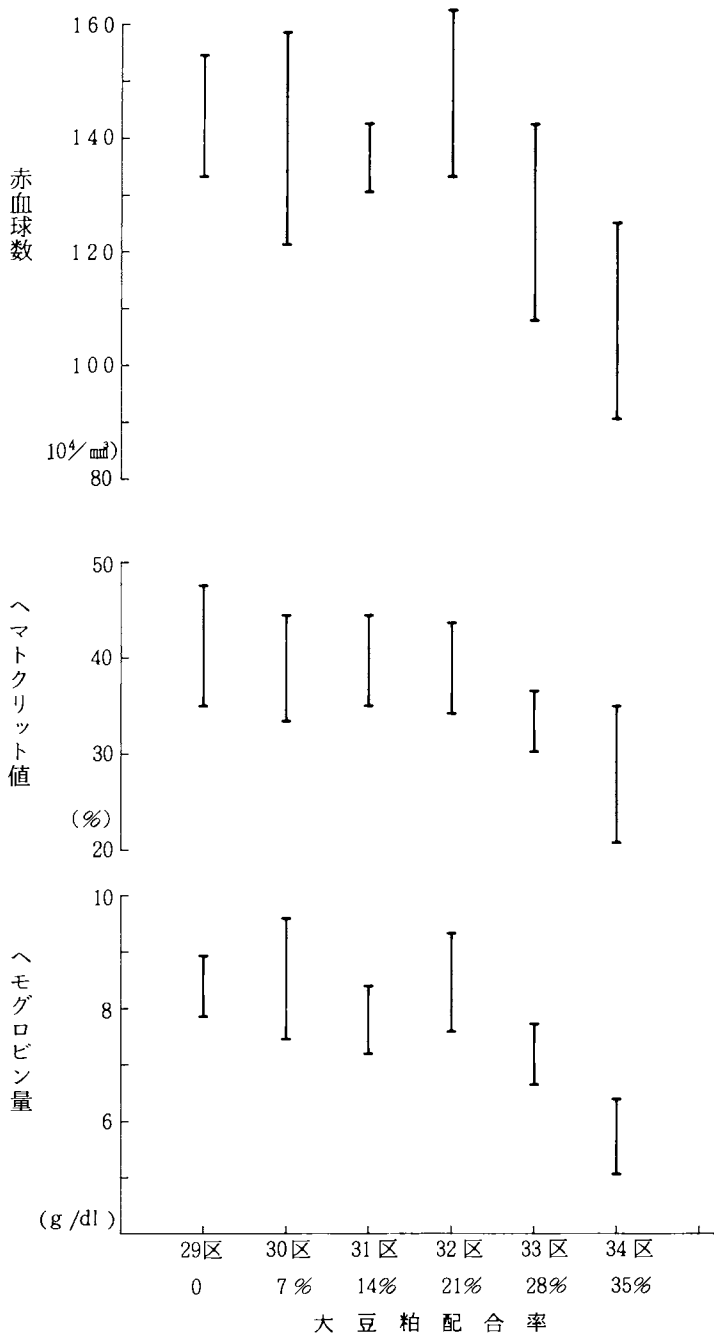


図5 大豆粕の配合率と供試魚の血液性状

ま と め

コイ飼料の蛋白質源を節約するため、コイ用配合飼料の各種原料価値について検討をおこなった。従来より、蛋白質源として使用されている北洋魚粉と比較して、イワシ、サバを原料とする沿岸魚粉の飼育成績が良好であったことから、北洋魚粉に代って沿岸魚粉の使用は可能と判断された。これにより、北洋魚粉の需給状況緩和の一助となろう。しかし、魚粉そのものの節約には、蛋白含有量の削減と魚粉に代る蛋白質源の検討が必要となる。蛋白質の削減には利用可能なエネルギー源を十分に補給することが重要であることから、エネルギー源としての効率を糖質と脂質で比較した。その結果、 α デンプンとスケソウタラ肝油はそれぞれ単位カロリー量当り同じ飼料効果を示し、価格面を考慮すると、糖質の方が有利と判断された。また、配合飼料をペレット化した場合、 α でん粉と生小麦粉は同じ飼料効果が得られ、ペレット飼料の場合は α 化の前処理工程を経る必要性はないと思われる。同様に、粉碎した生マイロは飼料用小麦粉と同じ飼料効果を示し、粉碎マイロはカロリー源として充分使用できるものと判断された。

魚粉に代る蛋白質源としては、フェザーミールと血粉の利用を試みるとともに、大豆粕についても再検討をおこなった。フェザーミールと血粉の6:4の混合物の飼料効果は、魚粉の飼料効率の約80%に相当すると推定されたが、魚粉との大幅な置換は成長率および飼料効率の低下をもたらし、少量の置換にとどめるのが望ましい。フェザーミールと血粉の混合物はリジンとメチオニンが不足しており、これらの結晶アミノ酸をカゼインまたは硬化油でコーティング処理し、要求量を充すよう添加したが、その効果は認められなかった。フェザーミール・血粉混合物の飼料効率を向上させるためには別な検討が必要となろう。

一方、飼料用大豆粕については、すでに脱脂に伴う熱処理工程を経ており、今回の実験では更に高温加熱処理をおこなっても効果は認められなかった。大豆粕は魚粉との置換において、大豆粕の配合率が17%近くまでは、魚粉と変らぬ飼育成績が得られたことから、大豆粕による魚粉の削減はかなりの程度可能と考えられた。フェザーミールと大豆粕を比較した場合、いずれもリジンとメチオニンが少ないが、フェザーミールは粗蛋白質量は多いものの、他の必須アミノ酸についても過剰および不足が見られ、現状においては大豆粕の方が有利と思われる。

今回の実験により、大豆粕の大幅な配合は、飼料効率はやや低下するものの25%近くまでの配合が可能であることが明らかにされ、飼料中の魚粉配合率をかなり低下させることが可能となった。今後、蛋白質のアミノ酸バランスを考慮しつつ、更に低蛋白飼料の開発が必要となろう。低蛋白質化に伴って増加する蛋白質以外の可消化エネルギー供給源としては、マイロの使用は有望であり、小麦粉への依存度を上げることなく、蛋白質源の節約が可能と思われる。また、大豆粉(きな粉)と大豆粕の比較において、その飼料効率は同等であったが、魚粉の削減はそれに含まれる脂肪分を減少させることになり、大豆粉の利用は脂質の補給としての価値があると思われた。

文 献

- 青江 弘・増田 績・阿部勲雄・斉藤孝士・豊田俊子・北村佐三郎(1970): コイのアミノ酸要求に関する研究VIII アミノ酸飼料による飼育実験, 日水誌 36(4), 407-413.
北沢利美・土橋豊一・大前浩美・佐藤竹治・中村 淳・中島美代子(1977): コイ飼料への各種魚粉の利用化について 長野水指研報 飼料, 69-72.
栗原伸夫(1966): コイの網生養育における給餌率について. 水産増殖13(4), 197-203.
麻生和衛(1966): 脱脂大豆と棉実粕の魚類による生物試験. 水産増殖 臨時号6, 97-108.
長野水指(1966): 昭和41年度指定調査研究総合助成事業報告書
" (1974): 昭和49年度 同 上

能勢健嗣(1979): Summary report on the requirements of essential amino acids for carp. Finfish nutrition and fishfeed technology, Fisch. Hamb. Berlin(GFR), Vol. 1, 145-156.

荻野珍吉・邱景雲・竹内俊郎(1976): ニジマスおよびコイにおける蛋白質の利用とエネルギー源. 日水誌 42(2) 213-218.

大前浩美(1977): コイ飼料の脂質に関する試験. 長野水指研報 飼料, 45-58.

邱景雲・荻野珍吉(1975): コイにおけるでん粉の消化率. 日水誌41(4), 465-466.

竹内俊郎・渡辺武・荻野珍吉(1979): コイ用飼料におけるエネルギー源としての炭水化物と脂質. 日水誌 45(8), 977-982.

栃木水試(1966): 昭和41年度指定調査研究総合助成事業報告書