

Coregonus属の人工飼育に関する研究—III

養成用飼料のための2・3の試験

北沢 利美, 深津 鎮夫

Studies on Cultural Techniques of Coregonids—III

Several Experiments of Compound food

Toshimi KITAZAWA, Shizuo FUKATSU

長野県水産試験場佐久支場では、1975～1983年の間に *Coregonus peled* (以下、peledと記す) と *Coregonus laxaretus maraena* (以下、maraenaと記す) の発眼卵をチェコスロバキアまたはソ連から導入し、ふ化から成魚までの飼育試験を行ってきた¹⁾。また、1978年には、この導入卵から養成した親魚からの採卵が可能となり、それ以後、採卵とふ化に関する試験を行ってきた²⁾。さらに、1983年からは民間への種苗供給が可能となり、長野県下の養魚場で稚魚からの養殖が行われ、「シナノユキマス」の名前で出荷されている。1993年の県下の「シナノユキマス」生産量は約60 tで、主としてニジマス養殖業者が飼育している。これらの養魚場ではニジマスに準じた方法で養殖を行っており、養成用飼料もニジマス用配合飼料を用いている。今後、*Coregonus* 養殖を行っていくうえで、適正な養成用配合飼料を開発していくこと

は極めて重要である。本報では、*Coregonus* 属養成用配合飼料作成のための基礎資料を得るため、適正蛋白含有量と大豆粕利用の可能性、加熱全脂肪大豆粕の有効性および油脂の利用について試験を行ったので報告する。

1 適正蛋白含有量

Coregonus 属養成用飼料の適正蛋白含有量を求めた。

材料と方法

試験飼料は北洋魚粉を主たる蛋白質源として、対照区および魚粉の7.5%づつを小麦粉と置き換えて粗蛋白質量を27、31、35、43、47%にした計6区を設けた。粗脂肪量は8%に揃えるためにスケソウタラ肝油を3～5%の間で配合した。試験飼料の配合割合を表1に示した。

表1 試験飼料の配合割合と成分値

		(単位 %)					
		1区	2区	3区	4区	5区	6区
配 合 割 合	北洋魚粉	32.5	40.0	47.5	55.0	62.5	70.0
	小麦粉	37.5	30.3	23.1	16.0	8.8	1.6
	α-デンプン	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
	ビタミン混合*1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	ミネラル混合*1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	スケソウタラ肝油	5.0	4.7	4.4	4.0	3.7	3.4
成分 値*2	粗蛋白質	27.2	31.1	34.9	38.8	42.6	46.5
	粗脂肪	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	炭水化物	44.8	40.0	35.2	30.5	25.8	21.0

*1 M社製ニジマス用ビタミン混合およびミネラル混合

*2 日本標準飼料成分表(1980)により算出した

試験飼料は原料調整後、クランブルとして給餌した。供試魚は平均体重 4.0 ± 0.5 gのmaraena 0年魚を1試験区当たり40尾用い、1984年の7・8月に8週間の飼育試験を行った。飼育水槽は水容量50 lのポリエチレン製水槽を使用し、濾過した河川水を毎分3 l給水した。飼育期間中の水温は19~22℃であった。給餌量はニジマスの給餌率表により、3日目ごとにその量を増加し、3週間毎に供試魚の重量を測定して給餌量の補正を行った。飼料は1日分を4回に分けて与えた。試験終了時には各区の全体重量と個体重の測定を行った。また、各区の大きめの魚を6尾選び、その体形と血液性状を調べた。

結果と考察

摂餌状態は各区とも良好で、各区とも定めた給餌量を完全に摂餌し、粗蛋白質量による摂餌の差はなかった。飼育試験結果を表2に示した。尾数歩留まりは、1区が72.5%で最も悪く、他の5区は90%以上であった。1区の期間中の斃死は11尾であったが、このうち10尾はせつそう病によるものであった。飼料効率は飼料中の粗蛋白質量が高くなるに従って良い成績を示した。その飼料効率の差は1区と2区、2区と3区とでは各々約8%であるが、3区~6区では約6%で1区から3区の差に比べて少なかった。蛋白効率は1区~3区は230~240%であるが、4区から急激に低下し、6区は185%であった(図1)。蛋白含有率と飼料効率、蛋白含有率と蛋白効率の関係式および相関係数(r)は次のとおりであった。

飼料効率

1~3区 $Y = 2.130X + 6.215$ ($r = 0.9994$)
 3~6区 $Y = 0.524X + 61.583$ ($r = 0.9439$)

蛋白効率

1~3区 $Y = -0.907X + 262.188$ ($r = 0.9689$)
 3~6区 $Y = -3.963X + 365.487$ ($r = 0.9793$)

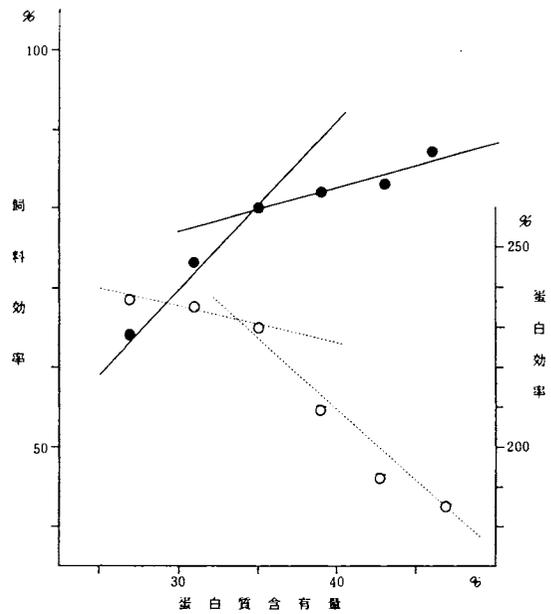


図1 蛋白質含有量に対する飼料効率と蛋白効率の関係

飼料効率と蛋白効率の直線式より粗蛋白質含有量の交点を求めると、飼料効率の直線式からは34.5%、蛋白効率の直線式からは33.7%であった。すなわち、粗蛋白質量が約34%で飼料効率、蛋白効率の変曲点があった。終了時に行った個体重測定の結果を表3に示した。平均体重は、3~6区の間には危険率1%で有意差がなく、4~6区は1および2区より有意に大きかった。また、供試魚の血液性状は1および2区でヘモグロビン量が低かったが、ヘマトクリット値、赤血球数では差がなかった。

これらの結果からmaraenaの適正蛋白質含有量は34%と

表2 飼育試験結果

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
開始時尾数(尾)	40	40	40	40	40	40
終了時尾数(尾)	29	40	39	36	38	38
尾数歩留(%)	72.5	100	97.5	90.0	95.0	95.0
開始時平均体重(g)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
終了時平均体重(g)	15.1	15.6	16.9	18.0	18.3	19.0
飼料効率(%)	64.0	72.8	80.4	81.7	82.7	86.8
蛋白効率(%)	237.4	235.2	230.3	209.3	192.2	185.0
成長率(%/日)	2.03	2.39	2.55	2.57	2.62	2.74
給餌率(%/日)	3.78	3.78	3.58	3.55	3.56	3.49

表3 終了時の個体重測定結果と平均値の差の検定

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
測定尾数(尾)	29	40	39	36	38	38
平均値(g)	14.7	15.0	16.3	17.3	17.7	18.4
標準偏差	5.4	5.0	4.9	4.8	4.1	4.7
最大値(g)	28.5	25.9	29.3	27.4	27.7	26.8
最小値(g)	3.8	2.8	5.6	5.3	9.0	9.3
平均体重の有意差検定*	a	a	ab	b	b	b

*符号が異なるのは有意差のあることを示す(危険率1%)

推定され、飼料の粗蛋白質量が34%以上の配合飼料では北洋魚粉を減じて小麦粉を増加させても、飼料効率、魚の成長および健康度にはほとんど差がなかった。現在 Coregonus 養殖に用いられているニジマス用配合飼料はその粗蛋白質量が45%程度ある。今回の試験結果から Coregonus に対してはニジマス用配合飼料より粗蛋白質量の低い配合飼料でもよいことが解った。

2 大豆粕の利用

Coregonus 養成用配合飼料としては、粗蛋白質量が34%以上であれば問題はないことが解り、粗蛋白質含有量の低い植物性原料の配合も可能となったので、植物性蛋白質源の利用について検討した。

材料と方法

植物性蛋白質源としては、飼料原料としてよく使われている大豆粕について試験を行った。試験飼料は粗蛋白質量を34%、粗脂肪量を8%とし、表4の割合で原料を配合した。即ち1区は対照区とし、2~6区は1区の北洋魚粉による粗蛋白質量のうち、5~15%を大豆粕による蛋白質で置き換えた。配合した飼料はクランブルに成形して給餌した。給餌量はニジマスの給餌率に準じたが、供試魚の摂餌状態により若干増減した。給餌は1日分を4回に分けて与えた。供試魚は平均体重 10.3 ± 0.8 gの maraena 0年魚を1区当たり30尾用い、1986年9月1日から8週間飼育試験を行った。飼育水槽は水容量50lのポリエチレン製水槽を使用し、ろ過した河川水を毎分3

表4 試験飼料の配合割合と成分値

		(単位 %)					
		1区	2区	3区	4区	5区	6区
配 合 割 合	北洋魚粉	45.5	37.9	34.1	30.3	26.5	22.7
	大豆粕	—	10.8	16.2	21.6	27.0	32.4
	小麦粉	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
	α-デンプン	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	ビタミン混合*1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	ミネラル混合*1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	スケソウタラ肝油	4.5	4.8	5.0	5.1	5.3	5.5
セルロース	10.6	7.1	5.3	3.6	1.8	—	
成 分 値	粗蛋白質	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
	粗脂肪	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

*1 M社製ニジマス用ビタミン混合およびミネラル混合

*2 日本標準飼料分析表(1980)により算出した

1 給水した。なお、飼育期間中の水温は10～17℃であった。

結果と考察

摂餌は1～5区は良好であったが、6区は他区に比較して明らかに劣った。また、飼育の途中から2～6区で摂餌していない魚が見られ、終了時の個体重測定ではほとんど成長していない個体が2～5区でそれぞれ各区1尾ずつと6区で4尾あった。しかし試験中の斃死は、1区で2尾、2区と3区で各々1尾ずつのみであった。飼育結果を表5に示した。飼料効率は大豆蛋白質の含有量が多くなるほど低下した。試験区間の飼料効率の差は1区と2区では2.2%の差であり、2区と3区では11.3%の差があった。また、3～6区はその差が7.1%で徐々に低くなる傾向を示した。蛋白効率は1区と2区では240%前後であったが、3～6区は200%前後で大豆蛋白質の含有量が高くなるに従って低くなる傾向を示した。

終了時に行った個体重測定の結果を表6に示した。1～5区の間では危険率1%で有意差は認められなかったが、6区と1～5区との間には有意な差が認められた。

これらの結果から、蛋白質含有量34%の飼料では北洋魚粉からの蛋白質含有量30%のうち5%を大豆粕の蛋白質に置き換えても、飼料効率、蛋白効率、魚の成長に差はないと考えられた。しかし、7.5%（3区）以上の置き換えでは、飼料効率、蛋白効率が明らかに低くなり、15%（6区）の置き換えでは成長も劣った。先に、適正蛋白質量を34%とした試験の配合率は魚粉48%、小麦粉23%であったが、今回の試験結果からは魚粉38%、大豆粕11%、小麦粉26%の配合割合の飼料でもmaraena養成には飼料効率、成長に大きな影響はなかった。この粗蛋白質量および配合割合は現在の市販飼料ではニジマス用配合飼料よりコイ用配合飼料に近いものである。1、2の試験結果からCoregonus養殖にはニジマス用配合飼料より低蛋白で価格の安いコイ用配合飼料でも飼料効率、成長が劣ることはないものと思われる。

表5 飼育試験結果

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
開始時尾数(尾)	30	30	30	30	30	30
終了時尾数(尾)	28	29	30	29	30	30
尾数歩留(%)	93.3	96.7	100	96.7	100	100
開始時平均体重(g)	10.2	10.1	10.4	10.5	10.5	10.2
終了時平均体重(g)	24.7	25.2	24.7	24.3	24.6	20.9
飼料効率(%)	88.0	85.8	74.5	70.7	71.6	67.4
蛋白効率(%)	236.7	241.0	219.1	197.7	210.6	198.3
成長率(%/日)	1.64	1.69	1.60	1.55	1.57	1.33
給餌率(%/日)	1.81	1.96	2.16	2.19	2.20	1.96

表6 終了時の個体重測定結果と平均値の差の検定

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
測定尾数(尾)	28	29	30	29	30	30
平均値(g)	24.7	25.2	24.7	24.3	24.6	20.9
標準偏差	3.63	4.08	4.91	4.53	5.09	6.28
最大値(g)	34.6	31.6	31.1	31.4	31.3	30.0
最小値(g)	19.6	11.4	7.6	7.2	7.9	7.1
平均体重の有意差検定*	a	a	a	a	a	b

*符号が異なるのは有意差のあることを示す（危険率1%）

3 大豆粕、加熱全脂肪大豆および油脂の利用

大豆蛋白質の配合原料として大豆粕と加熱全脂肪大豆を比較し、あわせて油脂の利用を検討した。

材料と方法

試験飼料は、北洋魚粉38%の区と、大豆粕11%または加熱全脂肪大豆11%添加区を設定し、それぞれにスケソウタラ肝油0、5、10%を添加する計9区を設けた。この試験飼料の配合内容は表7に示した。飼料はクランブルに成形して給餌した。給餌量はニジマスの給餌率に準じて決め、供試魚の摂餌状態により若干増減した。給餌は1日分を4回に分けて与えた。供試魚は平均体重18.3gのmaraena 0年魚を1区当たり17尾用い、1987年9月7日より8週間飼育試験を行った。飼育水槽は水容量50lのポリエチレン製水槽を使用し、濾過した河川水を毎分3l給水した。なお、飼育期間中の水温は10~15℃であった。

結果と考察

飼育期間中の摂餌状態は1、2および4区がその他の区に比較して若干悪かった。斃死魚は7区で1尾あったが、その他の区ではみられなかった。

大豆蛋白質の利用に関し、粗蛋白質量34%の大豆粕または加熱全脂肪大豆添加区は、両者とも先の1、2の試験と同様に飼料効率、蛋白効率、成長とも良好であった。大豆粕と加熱全脂肪大豆の比較では、他の配合原料比が同一である4区と7区、5区と8区、6区と9区のいずれの対比でも加熱全脂肪大豆の方が飼料効率、蛋白効率ともに良かった(表8)。しかし、終了時に行った個体重測定の平均値は、それぞれの区間で有意な差はなかった(表9)。この飼料効率の差は加熱全脂肪大豆に含まれる油を利用したことによるものと思われる。

スケソウタラ肝油の配合は配合率が高いほど飼料効率、蛋白効率および成長が良かった。スケソウタラ肝油無添加区の1区と5%添加の2区で飼料効率で17%の差があり、4区と5区で同14%、7区と8区で同12%の差となった。5%添加区と10%添加区の比較では、2区と3区で2%、5区と6区で1%、8区と9区で3%と差は小さかった。終了時に行った個体重測定の前平均値の差でも無添加の1区と2区(5%添加)・3区(10%添加)間、同4区と5・6区間、同7区と8・9区の間には危険率1%で有意な差が認められたが、5%添加の2区と10%添加の3区間、同5区と6区間、同8区と9区間には有意差はなかった。maraena養成ではスケソウタラ肝油の添加が飼料効率、成長に有効であり、その添加量は5%程度であると思われる。

表7 試験飼料の配合割合と成分値

(単位 %)

	1区	2区	3区	4区	5区	6区	7区	8区	9区
北洋魚粉	38	38	38	38	38	38	38	38	38
大豆粕	—	—	—	11	11	11	—	—	—
加熱全脂肪大豆	—	—	—	—	—	—	11	11	11
小麦粉	26	26	26	26	26	26	26	26	26
α-デンプン	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ビタミン混合*1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ミネラル混合*1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
スケソウタラ肝油	—	5	10	—	5	10	—	5	10
セルロース	21	16	11	10	5	—	10	5	—
成分値									
粗蛋白質	29.3	29.3	29.3	34.4	34.4	34.4	33.7	33.7	33.7
粗脂肪	3.3	8.3	13.3	3.5	8.5	13.5	5.4	10.4	15.4

*1 M社製ニジマス用ビタミン混合およびミネラル混合

*2 日本標準飼料分析表(1980)により算出した