

東水試出版物通刊 No. 264

調査研究要報 No. 122

昭和50年度 指定調査研究総合助成事業

新飼料蛋白利用化研究報告書

(ニジマス)

昭和51年3月

東京都水産試験場

昭和50年度 新飼料 白利用化研究报告書 (ニジマス) 正誤表

頁	行	誤	正
2	表3 成分上3	エタノール酢化酵母	メタノール酢化酵母
6	表6 アミノ酸上6	フェニルアラニン	フェニールアラニン
11	上3	比較すると	比較すると
11	下8	否定せらるるをえない。	否定せざるをえない。
12	上2	意味は	意味は

昭和50年 指定調査研究総合助成事業 新飼料 白利用化研究

目 次

I 飼育試験	1
II 供試魚血液の生化学的検査	7
III 昭和49年度継続飼育魚の個体測定	12

研究実施機関 : 東京都水産試験場 奥多摩分場

研究担当者 : 主任研究員 原 武 史 (現・淡水区水産研究所)

主 事 村 井 衛

” 井 上 潔

” 斎 藤 実

” 加 藤 憲 司

I 飼育試験

前年度は2種類のアルコール発酵酵母を用い、蛋白質として魚粉との代替率について飼育試験を行ない、その供試魚について生化学的検査を実施したところ、アルコール発酵酵母を多く給餌した区の供試魚に貧血の傾向が見られた。蛋白質として、そのアミノ酸組成を魚粉と比較すると、ほとんどのアミノ酸の含有量が低いことが分った。またミネラル成分を比較すると、カルシウム、リンの含有量が極端に低いことが分った。炭化水素発酵酵母飼料では、含硫アミノ酸であるシスチンおよびカルシウムを添加すると、ニジマスに対して効果のあることが知られている。

したがって、今年度は成長促進および貧血防止の観点からシスチン、およびカルシウム・鉄混合物をアルコール発酵酵母飼料に添加して、その効果について検討した。

方法

- 1 試験場所 東京都水産試験場 奥多摩分場
- 2 供試魚 当场産 ニジマス 1年魚
- 3 飼育期間 昭和50年7月11日～11月13日 (126日間)
- 4 飼育池の条件 7.45×1.50×0.55(m)を上下に2分して用いた。水深は28.5(cm)であった。池の配置は図1.に示す通りである。

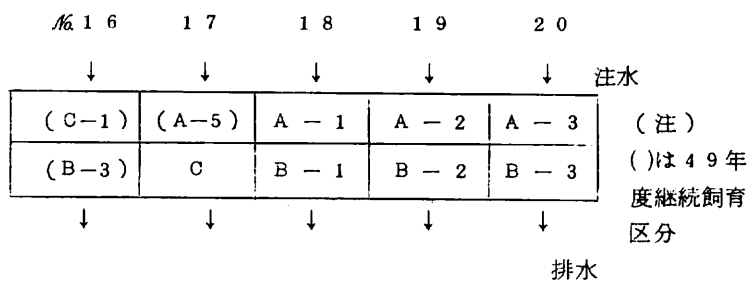


図1. 飼育池の配置

5. 飼育池の環境条件 飼育池の水質、水温などを表1.2.に示した。

表1. 飼育池の水質、水量、溶存酸素量

飼育池	項目	水温 (C)	D ₅ O (P.P.m)	飽和度 (%)	水量 (l/sec)
No 16	注水	13.0	12.0	112	—
"	排水	13.0	11.9	110	4.0
No 20	注水	13.0	12.1	113	—
"	排水	13.0	12.0	112	4.0

表 2. 飼育池の月別最高最低水温(℃)

	7月	8月	9月	10月	11月
最 高	19.6	20.4	19.6	17.0	13.4
最 低	14.2	15.0	15.2	12.1	9.2

6. 試験区分と飼料の配合組成

試験区分と飼料配合組成(%)を表3.に示した。

表 3. 試験区分と飼料配合組成(%)

成 分 \ 区 分	C	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
北 洋 魚 粉	68	34	34	34	34	34	34
エタノール資化酵母		37	37	37			
エタノール資化酵母					39	39	39
小 麦 粉	12	12	12	12	12	12	12
α-スターチ	18	15	14	14.4	13	12	12.4
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
シスチン			1			1	
Ca・Fe混合※				0.6			0.6
スケソウ肝油	5	5	5	5	5	5	5

1. 飼料の粗たん白質含有量が約45%としてその半分が酵母からのたん白質になるようにした。

2. スケソウ肝油は外割添加とした。

(※) カルシウム・鉄混合物は次の割合で調製した。

炭酸カルシウム：クエン酸第2鉄=9：1

7. 飼料の一般分析値と硬度

飼料の一般分析値と硬度は表 4.の通りである。

表 4. 飼料の一般分析値(%)と硬度(kg)

区 分	水 分	粗たん白質	粗 脂 肪		粗 灰 分	炭水化物	硬 度
			(1)	(2)			
C	5.79	48.30	5.40	4.58	15.14	29.69	0.55
		51.27	5.73	4.86	16.07	31.51	
A-1	5.51	47.87	3.61	4.60	10.67	31.69	4.18
		50.66	3.82	4.87	11.29	33.54	
A-2	6.17	47.70	3.41	4.95	10.83	31.69	3.50
		50.84	3.63	5.28	11.54	33.77	
A-3	7.59	46.42	3.48	4.69	11.02	31.69	4.52
		50.23	3.77	5.08	11.93	34.29	
B-1	7.31	46.90	3.22	4.18	9.82	29.69	5.27
		50.60	3.47	4.51	10.59	32.03	
B-2	7.90	46.24	3.50	4.69	10.09	30.83	5.41
		50.21	3.80	5.09	10.96	33.47	
B-3	8.91	45.59	3.68	4.47	10.36	29.98	5.95
		50.05	4.00	4.91	11.37	32.91	

(オリエンタル酵母工業(株) 分析)

- (注) 1. 下段は乾物換算値を示す。
 2. 粗脂肪(1)はエーテル抽出による値を示す。(2)は酸分解後メタノール・クロロフォルム抽出による値を示す。
 3. 硬度は木屋式硬度計による $n=50$ の平均値を示す。(加圧軸 $\phi 5$ mm使用)

結 果

飼育試験は20日間給餌を行い、翌日餌止めをして、取り上げ調査を行った。各区ともに試験期間中の摂餌は活発であり、残餌は認められなかった。

飼育試験の結果は表 5.の通りである。生残率は各区ともに95%以上であり、へい死魚は試験期間の前期に多くみられたが、病気の発生は観察されなかった。給餌量は供試魚の体重

と水温によって10日ごとに補正を行なった。飼料効率は対照区で80.6%であったが、シスチン、カルシウム・鉄混合物の添加区では素材に関係なく、低い値となった。成長率は飼料効率に比例していたが、対照区が最も高かった。給餌率は1.23から1.28の間であった。成長を平均体重の推移でみると、図2のように飼料効率に比例して対照区が最もよく、次いで無添加区となり、エタノール、メタノール資化酵母ともにシスチン、カルシウム・鉄混合物の添加効果は認められない結果となった。

表 5. 飼 育 試 験 結 果

区 分		C	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
放 養 尾 数		120	120	120	120	120	120	120
電 量	g	12,550	12,140	12,260	11,890	12,190	12,000	11,900
平均体重	g	104.6	101.2	102.2	99.1	101.6	100.0	99.2
取 上 尾 数		119	119	115	117	117	118	117
電 量	g	45,000	40,480	36,470	35,900	39,880	39,660	37,700
平均体重	g	378.2	340.2	317.1	306.8	340.9	336.1	322.2
死 亡 尾 数		1	1	5	2	3	4	3
電 量	g	217	180	745	310	493	452	458
不 明 尾 数		0	0	0	-1	0	+2	0
電 量	g				179		378	
原 物 給 餌 量	g	40,249	36,575	35,856	34,937	37,004	36,694	35,726
同 種 類 別 内 訳	P	38,300	34,810	34,130	33,250	35,200	34,910	34,030
	O	1,949	1,765	1,726	1,687	1,784	1,784	1,696
増 重 量	g	32,450	28,340	24,210	24,010	27,690	27,660	25,800
補 正 増 重 量	g				2,380		2,728	
成 長 倍 率	%	361.6	336.2	310.3	309.6	335.5	336.1	324.8
生 残 率	%	99.2	99.2	95.8	97.5	97.5	98.3	97.5
原 物 飼 料 効 率	%	80.6	77.5	67.5	68.7	74.8	75.4	72.2
補 正 原 物 飼 料 効 率	%				68.1		74.4	
成 長 率	%/day	1.01	0.96	0.89	0.89	0.96	0.96	0.93
給 餌 率	%/day	1.26	1.23	1.26	1.28	1.26	1.26	1.27
蛋 白 効 率	%	175.4	170.0	148.7	155.6	167.7	171.4	166.3

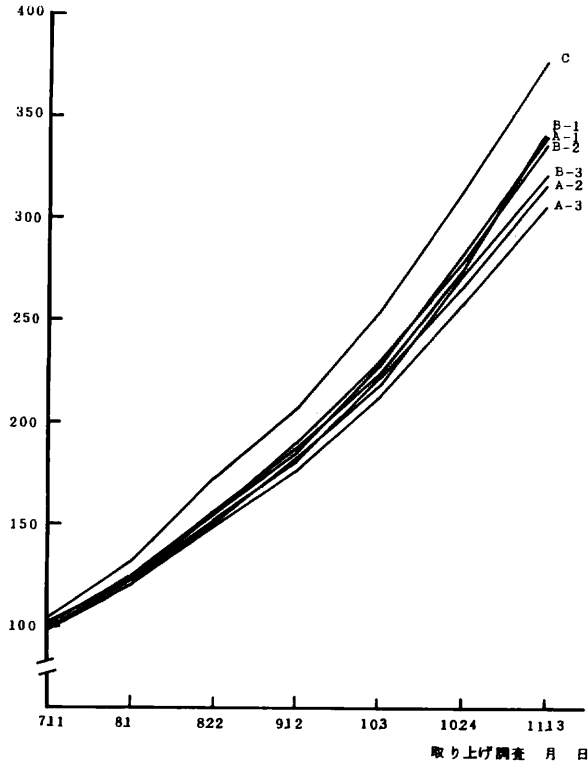


図 2. 平均体重の推移

各区の原物飼料効率と蛋白効率を図 3. に示した。蛋白効率は原物飼料効率とほぼ同じような傾向を示したが、エタノール酵母区ではシスチン添加区、カルシウム・鉄混合物添加区での著しい低下が認められ、今後この原因について究明する必要がある。

参考までに魚粉とアルコール発酵酵母のアミノ酸含有量を表 6 に、ミネラル含有量を表 7 に示した。アルコール発酵酵母は魚粉に比較してアミノ酸含有量が低く、またメタノール発酵酵母の方がエタノール発酵酵母よりも低い値を示している。ミネラルについては、魚粉と比較して、両酵母ともに低い値を示しているが、カルシウム含量は極端に低かった。

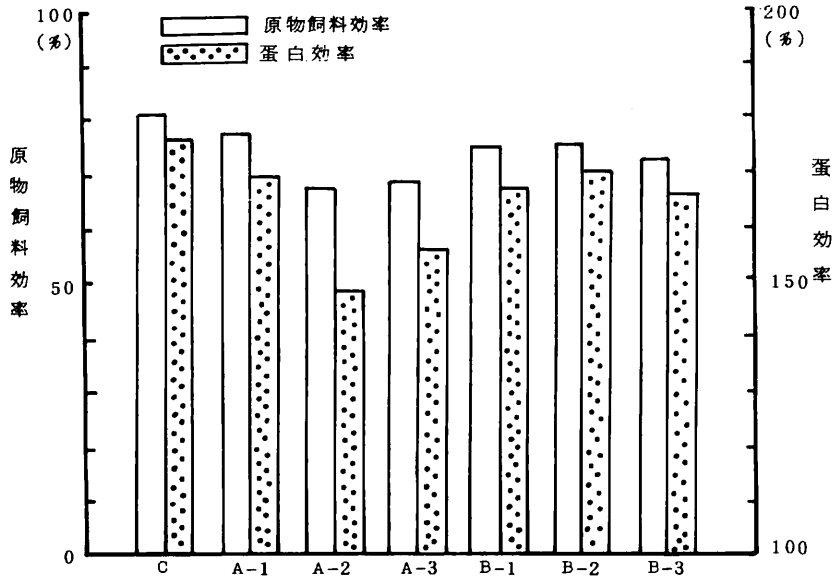


図 3. 原物飼料効率と蛋白効率

表 6. 原料のアミノ酸含有量(%)

原料 アミノ酸	魚 粉	エタノール 資化 酵母	メタノール 資化 酵母
イソロイシン	2.88	2.76	2.04
ロイシン	4.86	4.09	2.81
リジン	5.22	4.56	3.07
メチオニン	1.80	0.95	0.40
シスチン	0.81	0.34	0.98
フェニルアラニン	2.60	2.39	1.80
チロシン	2.07	2.03	1.43
スレオニン	2.86	2.76	2.05
トリプトファン	—	0.75	0.63
バリン	3.43	2.95	2.20
アルギニン	4.14	2.56	1.83
ヒスチジン	1.71	1.08	0.77
アラニン	4.41	3.25	2.79
アスパラギン酸	6.12	5.31	3.97
グルタミン酸	9.00	8.76	3.93
グリシン	4.86	2.62	1.93
プロリン	2.88	2.03	1.38
セリン	2.79	2.56	1.94
粗蛋白質	68.0	58.0	53.2

(注) 魚粉のアミノ酸含有量は、第1出版刊：食品中のアミノ酸含量とその蛋白生物価(昭和47年)による。

表 7. 原料のミネラル含有量

成分	原料	魚粉	エタノール 資化酵母	メタノール 資化酵母
粗灰分	(%)	22.0	8.67	7.11
Ca	(%)	7.8	0.02	0.02
P	(%)	3.6	1.68	0.38
Mn	(P.P.m)	14.3	—	7.05

(注) 魚粉のミネラル含有量は、養賢堂：飼料学（昭和49年）による。

II 供試魚血液の生化学的検査

健康度判定の1つの方法として、飼育試験終了後、各区の供試魚を用いて、人間等の陸上動物で一般に行なわれている血液学的検査および生化学的検査を応用し、供試魚の健康度判定を試みた。

〔方法〕

1. 供試魚 各試験区とも6尾
2. 採血 キュピエ氏管からヘパリンコーティングした注射筒によって採血し、直ちに血液学的検査を行なった後に遠心分離して血漿とした。

3. 血液学的検査

赤血球数(RCC) トーマ血球算定盤により計数した。

ヘモグロビン(Hb) A.Oヘモグロビンメーターによって測定した。

ヘマトクリット(Ht) 10.000γ.P.m 5分間速心した。

平均赤血球色素量(MCH)

$$MCH(\gamma\gamma) = \frac{Hb}{RCC} \times 10 \quad \text{によって算出した。}$$

平均赤血球容積

$$MCV(\mu^3) = \frac{Ht}{RCC} \times 10 \quad \text{によって算出した。}$$

平均赤血球色素濃度

$$MCC(\%) = \frac{Hb}{Ht} \times 100 \quad \text{によって算出した。}$$

4. 生化学的検査 和光純薬梯製の臨床検査用キットを用いた。

総蛋白質、トリグリセライド、遊離脂肪酸(NEFA)、リン脂質、総コレステロール、鉄(Fe)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、リン(P)

結果

供試魚の血液学的検査および生化学的検査の結果は、最高値、最低値、平均値でまとめて図4.に示した。血液学的検査について、対照区とアルコール資化酵母区を比較してみると、RCCでは差が見られないが、Hb、Htは低下している。一方、血液の生化学的検査では、脂質成分に差がみられ、NEFA、トリグリセライド、コレステロールは対照区に比較してアルコール資化酵母区では低下している。これに対して、無機質では鉄が低下している以外には、マグネシウム、カルシウム、リンでは差がみられなかった。

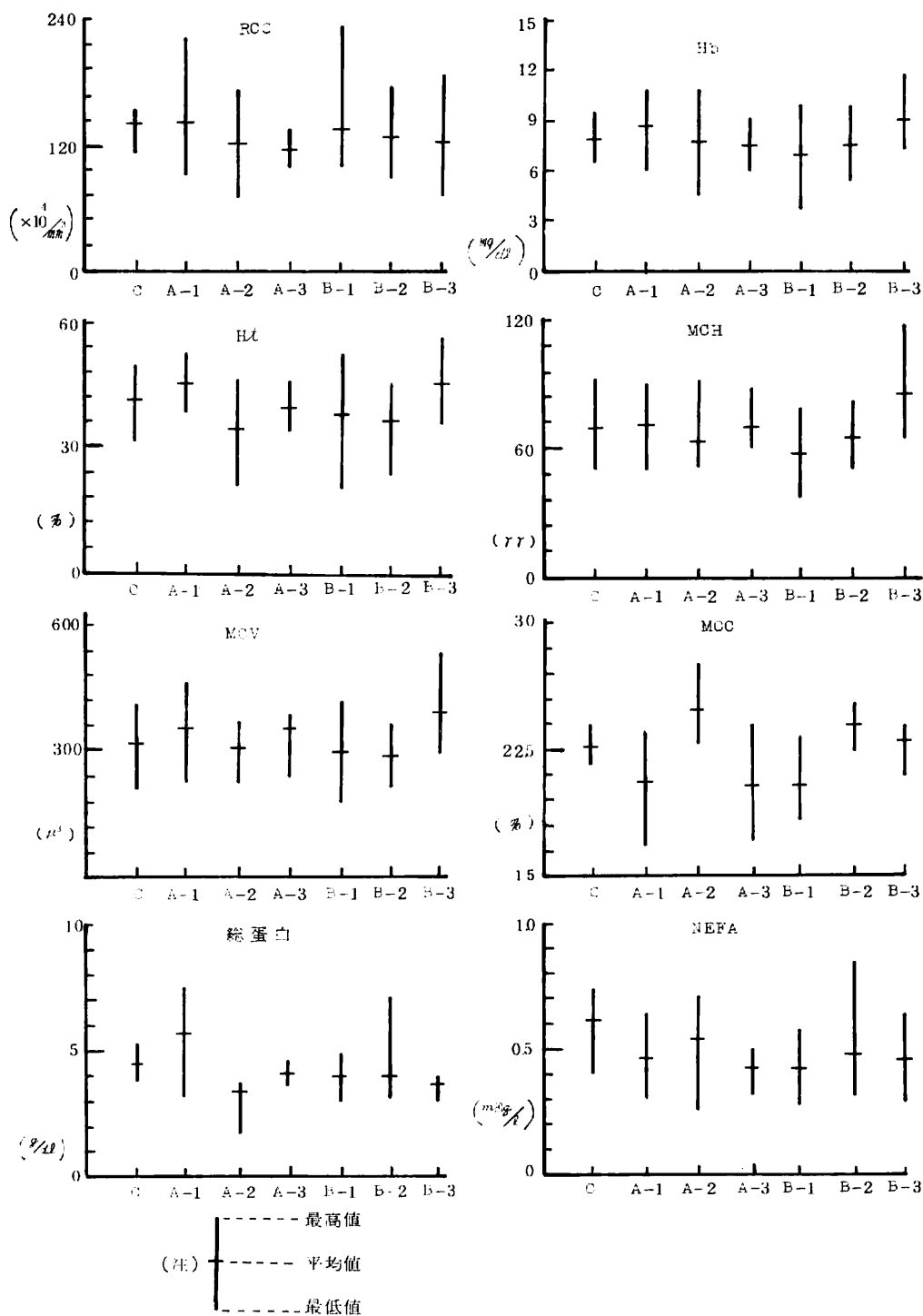


図4(1) 供試魚血液の生化学的検査結果

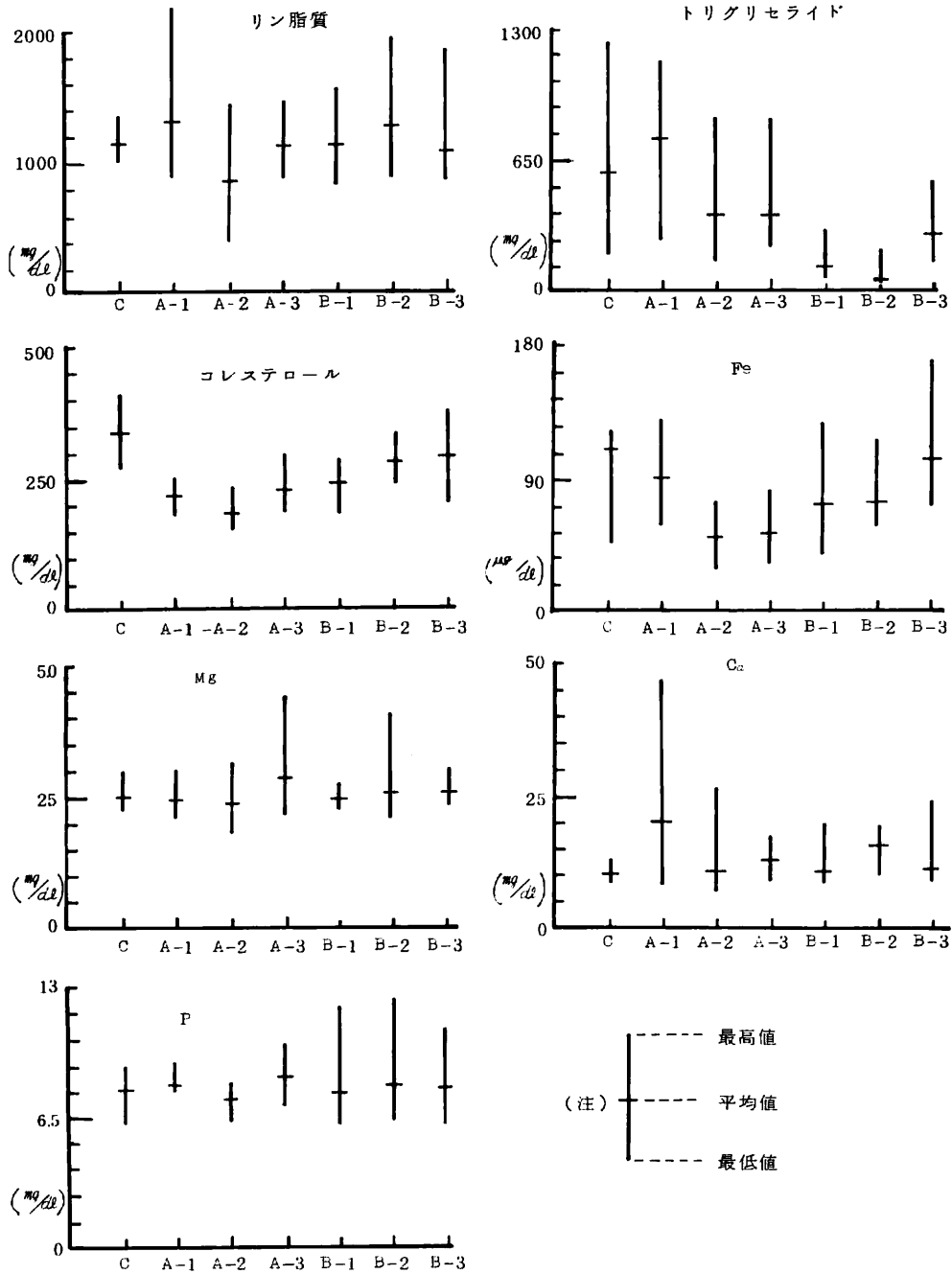


図4(2) 供試魚血液の生化学的検査結果

総合考察

炭化水素資化酵母を蛋白源として飼育した場合には、シスチンやカルシウムを添加することによって、ニジマスの成長を促進する効果があることが知られているが、今回の試験では、アルコール資化酵母は素材に関係なく、いずれも対照区に任較すると成長、飼料効率ともに低く、シスチン、カルシウム、鉄混合物添加による改善効果は期待できないと考えられる。しかし、アミノ酸の添加によって飼料効果を改善するためには、アミノ酸の単体添加だけではなく、必須アミノ酸のバランスを考慮に入れて、添加効果を試験すべきであろう。また今後の研究によってミネラルの必要量が明らかになれば、アミノ酸組成ばかりでなくミネラルの組成までも考慮して試験を行う必要も出てくるであろう。

今回使用した飼料の硬度についてみると、アルコール資化酵母の配合率はほぼ同じであるにもかかわらず、素材によって硬度に差がみられ、メタノール資化酵母の方が硬度が増す。これは素材による差なのか、製品の加工による差なのか明らかではない。飼料の硬度が摂餌や飼育成績に大きな影響を与えるならば、原料、加工過程での改良も必要であろう。

魚類血液の生化学的検査結果については、現在、魚類におけるデータが少なく、正常値の範囲も明らかでないので、生化学的検査結果を診断に応用するためには、人間等陸上動物における診断基準を参考にしなければならない。血液検査では、対照区と比較してアルコール資化酵母区ではHb、Htの低下および鉄含有量の低下から貧血の傾向にあることが考えられる。また脂質成分についてみると、リン脂質を除いたすべての項目で低い値を示していることから栄養不良が想定される。血漿中の無機成分についてみると、カルシウム、リン、マグネシウムはほとんど差がみられないが、カルシウム・鉄混合物を添加したエタノール資化酵母区では血漿中の鉄含量で比較すると効果はみられなかったのに対し、メタノール資化酵母区では効果がみられ、素材によって異なる結果となった。しかしながら、その差はわずかであること、および飼育成績とも併せて考えると、カルシウム・鉄混合物の添加効果も否定せざるをえない。血液の生化学的検査に人間用の診断用キットを使用することは多くの問題を含んでいると思われるが、現段階では、いろいろの方法による測定値が集積されることが望ましく、しかる後に、魚における測定条件の吟味等を行なうべきであろう。

今年度の結果から、アルコール資化酵母を蛋白源として、ニジマスを飼育する場合に、シスチンやカルシウム・鉄混合物を添加することによっては飼育成績を改善することはできないことが明らかである。しかしながら、アルコール資化酵母のみを蛋白源としてニジマスを飼育しなければならない事態は当分考えられないが、魚粉を使わない飼料を開発するという当初からの目標への研究は続けられるべきであろう。アルコール資化酵母はニジマスの蛋白

源の一つとして使用することはできるが、安全性の問題が解決されない以上は実用化に進むことはできず、中間報告会の結論にもあるように、現段階では飼育試験を継続する意義は少ないと言える。

要 約

ニジマス1年魚を用い、蛋白源としてエタノールおよびメタノール資化酵母を蛋白量で半分になるよう配合し、シスチンを1%、カルシウム・鉄混合物を0.6%添加して飼育試験を行い、また血液検査ならびに生化学的検査を行ったところ、次の事項が明らかとなった。

1. シスチン1%の添加による増重効果は認められない。
2. カルシウム・鉄混合物0.6%の添加による増重効果は認められない。
3. アルコール資化酵母の素材によって飼料の硬度に差が見られる。
4. 血液検査によるとアルコール資化酵母区ではHb、Htの低下がみられる。
5. 生化学的検査によると、アルコール資化酵母区では脂質成分含量の低下がみられる。

Ⅲ 昭和49年度継続飼育魚の体型測定および血液検査、解剖所見

昭和49年度に行った飼育試験区分のうち、C-1(対照区)、A-5(エタノール資化酵母75%区)、B-3(メタノール資化酵母45%区)の3区分について飼育を継続したが、中間報告会における申し合わせに従って、昭和51年1月14日に取上げて体型測定、血液検査、解剖所見を行った。

方 法

1. 供試魚 各区からそれぞれ、♂3尾、♀3尾を含む計10尾を用いた。
2. 体型測定 体重(B.W)、被鱗体長(B.L)
3. 内臓測定 肝臓(L.W)、腎臓(K.W)、脾臓(S.W)心臓(H.W)
生殖腺(G.W)、内臓(上記測定以外の臓器、(V.W))、
上記臓器の重量を測定し、体重に対する比率を求めた。
4. 血液検査 赤血球(RCC)、ヘモグロビン(Hb)、ヘマトクリット(Ht)
5. 解剖所見 臓器重量測定時に肉眼で観察した。

結 果

測定および検査結果は表1に示した。各臓器重量の体重に対する比率をみると、対照区に比較してアルコール資化酵母飼育群では肝比重が小さくなっている以外にはほとんど差はみ

られなかった。また、血液検査の結果では、対照区と比較してエタノール資化酵母区ではR R C C、H b、H tともに低くなっているのに対して、メタノール資化酵母区ではR C Cの低下がみられた。解剖所見では、臓器の形状、色調ともに対照区と比較して差はみられなかったが、アルコール資化酵母区、対照区ともに肝臓に灰白色した斑状の部分がみられた個体もあったので、ブアン固定して保存した。

昭和49年度の結果からも明らかなようにアルコール資化酵母を蛋白源として飼育すると、魚粉との代替率が高くなるほど貧血の傾向がみられ、今年度の検査結果からみても昨年と同様の状態が回復しているとは考えられない。

表 1 49年度継続飼育魚体型測定結果および血液性状、解剖所見

	Sex	BW (g)	BL (cm)	LW/BW×10 ²	KW/BW×10 ²	SW/BW×10 ³	HW/BW×10 ³
C-1-1	♂	1695	44.7	1.62	1.09	0.71	2.36
2	♂	1743	44.1	1.39	2.05	1.15	2.12
3	♂	1240	41.1	1.77	1.15	1.53	2.90
4	♀	1277	37.5	2.80	0.74	0.78	2.11
5	♀	1281	42.2	1.96	0.71	0.70	1.33
6	♀	1540	41.1	1.90	0.71	0.79	1.10
7	♂	1211	40.8	1.21	0.91	0.74	1.57
8	♀	1485	43.2	1.61	0.68	0.40	1.68
9	♀	1086	39.1	0.67	0.61	0.37	1.66
10	♀	1583	43.2	1.60	0.52	0.38	1.52
平均値		1414	41.7	1.65	0.92	0.72	1.84
A-5-1	♀	1198	40.7	1.01	0.62	0.17	1.50
2	♂	1009	39.3	1.16	1.08	0.89	2.58
3	♂	937	37.5	1.22	1.01	0.96	2.13
4	♀	1275	40.6	1.60	0.64	0.47	1.49
5	♀	823	36.6	0.90	0.74	0.24	1.46
6	♂	907	37.4	1.08	0.93	0.77	1.76
7	♂	1146	40.1	1.38	0.95	0.96	1.57
8	♀	985	38.1	2.50	0.94	0.51	1.62
9	♂	1236	41.2	1.14	0.87	0.65	2.18
10	♀	994	37.5	1.53	0.87	0.60	1.41
平均値		1051	38.9	1.35	0.87	0.62	1.77
B-3-1	♂	1539	44.3	1.18	1.06	0.91	2.01
2	♂	1725	45.7	1.18	0.99	1.04	2.26
3	♂	1769	45.1	1.54	1.02	0.96	1.75
4	♀	1594	44.1	0.75	0.57	0.19	1.44
5	♀	1385	42.4	1.60	0.64	0.29	1.44
6	♀	1234	41.2	1.26	0.50	0.73	1.62
7	♂	1827	46.5	1.35	0.84	0.77	1.59
8	♂	1345	42.5	1.87	1.35	2.38	2.01
9	♀	1357	41.2	1.75	0.57	0.22	1.55
10	♀	1623	43.7	1.44	0.52	0.37	1.54
平均値		1539	43.7	1.39	0.81	0.79	1.72

$VW/BW \times 10^3$	$GW/BW \times 10^3$	$BW-GW/EL^3 \times 10^2$	$RCC \times 10^6 / m^3$	Hb (mg/dl)	Ht (%)	判 検
4.17	32.98	1.84	143.6	12.9	56.5	異常なし
3.33	33.96	1.96	182.4	10.8	51.8	"
2.70	12.18	1.76	164.0	11.1	48.9	"
3.57	152.12	2.04	133.6	7.9	43.8	肝臓に灰白色斑状部分
3.29	140.98	1.46	149.2	9.5	42.5	異常なし
4.17	129.16	1.93	114.4	7.8	43.3	"
4.30	32.45	1.73				"
2.70	18.92	1.81				"
1.83	234.44	2.24				"
3.40	206.57	1.56				肝臓に灰白色斑状部分
3.35	99.40	1.83	147.9	10.0	47.8	
2.00	205.68	1.41	108.4	7.2	31.9	異常なし
3.03	35.98	1.60	141.6	11.5	42.1	"
3.55	37.14	1.71	142.8	10.9	45.7	"
2.82	185.65	1.55	98.8	6.7	33.9	"
2.11	238.52	1.28	120.4	7.2	—	"
3.31	32.52	1.68	162.4	10.3	41.0	"
4.00	33.68	1.72				"
4.02	210.76	1.41				肝臓に灰白色斑状部分
3.34	42.88	1.69				異常なし
3.14	163.88	1.58				"
3.13	118.67	1.56	129.1	9.0	38.9	
2.18	27.55	1.72	154.4	13.3	56.1	異常なし
2.82	32.64	1.75	155.6	13.7	52.3	"
3.37	43.47	1.84	158.4	13.5	59.4	"
2.79	148.06	1.58	107.2	9.3	—	"
4.14	161.73	1.52	113.6	9.3	45.6	"
1.81	191.78	1.41	124.4	9.4	45.2	"
3.67	25.56	1.77				"
4.14	50.48	1.66				"
3.50	149.82	1.65				"
2.09	216.14	1.52				肝臓に灰白色斑状部分
3.05	104.69	1.64	135.6	11.4	51.7	

昭和50年度 指定調査研究総合助成事業
新飼料蛋白利用化研究報告書
(ニジマス)

印刷 昭和51年3月5日
発行 昭和51年3月5日

編集 東京都水産試験場 技術管理部
電話(600)2873

発行 東京都水産試験場
(〒125)東京都葛飾区水元小合町3,374番地
電話(03)(600)2871~3

東京都総務局総務部文書課登録
印刷物規格表、第2類
印刷物番号、(50)3177
刊行物番号、(K)98

印刷所

原口印刷株式会社
電話(561)1441~3