

東水試出版物通刊 No. 298

調査研究要報 No. 147

昭和54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

昭和55年8月

東京都水産試験場

目 次

A 飼育試験 I	
I まえがき	1
II 材料および方法	1
III 結 果	5
1. 飼育試験	5
2. 体型測定	5
3. 肥 満 度	9
4. 供試魚の体型および臓器重量測定結果	9
5. 血液性状	10
IV 考 察	16
V 要 約	18
B 飼育試験 II	19
I まえがき	19
II 材料および方法	19
III 結 果	22
1. 飼育試験	22
2. 体型測定	24
3. 供試魚の体型および臓器重量測定結果	25
4. 血液の性状	27
IV 考 察	30
V 要 約	31
VI 参考文献	32
C 飼育試験 III	
I まえがき	35
II 材料および方法	35
III 結 果	36
1. 飼育試験	36
2. 体型測定	36
IV 考 察	41

研究実施機関： 東京都水産試験場 奥多摩分場

研究担当者： 飼育試験Ⅰ 主任研究員 齊藤 実

主 事 井上 潔

” 山川 正己

” 河西 一彦

飼育試験Ⅱ 主任研究員 齊藤 実

主 事 山川 正己

” 池谷 文夫

飼育試験Ⅲ 主任研究員 西村 和久

主 事 齊藤 実

” 山川 正己

研究助言者： 養殖研究所 栄養代謝部長 能勢 健嗣

A 飼育試験 I

I まえがき

養魚飼料の蛋白源は、北洋白身魚粉に依存しているが、200カイリ時代に入り、漁獲量の規制を強いられつつある。今後予想される飼料原料の減量および価格変動に養殖業者間の不安は高まっている。そこで飼料原料を多様化する目的で畜産廃棄物、特にフェザーミールに焦点をあてて、昭和51年度より検討を行ってきた。本年は畜産廃棄物のフェザーミール、血粉について検討した。フェザーミール、血粉は蛋白含量が高いにもかかわらず、アミノ酸バランスが魚粉に比べアンバランスであるため、単一素材での利用には問題がある。これらの素材を組み合わせ、更には不足するアミノ酸の添加によりアミノ酸バランスを整え、魚粉との置換え試験を設定した。

II 材料および方法

1. 飼育期間：昭和54年7月10日～9月3日（56日間）給餌日数48日間
2. 供試魚：奥多摩分場産ニジマス0年魚、平均体重4.40g（範囲3.80～5.19g）1区30尾で試験区6区をduplicationとした。
3. 試験水槽：60×30×35（cm）硬質塩ビ水槽（水深25cm）12槽、1槽当り注水量4.8ℓ/min
4. 給餌量および測定方法：給餌は9時と16時の1日2回とし、毎回飽食量を与え、給餌量を記録した。但し、1週間に1日餌止めを行った。魚体の測定は2週間毎に実施した。測定方法は供試魚を麻酔させたのち、個体別に被鱗体長、体重（単位10^{mg}）を測定した。測定終了後供試魚を再収容した飼育水槽にマラカイトグリーン0.3ppm溶液を1時間滴下し、スレ等測定による魚体への影響を極力少くするように努めた。なお、飼育水槽の設置は図1のとおりである。

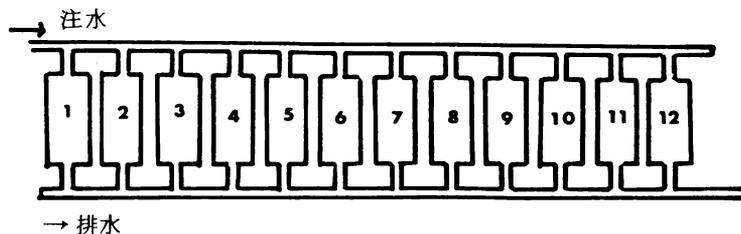


図1. 飼育水槽の配置と試験区

5. 試験水槽の水質環境
試験期間中の水質・水温を表1・2、図2に示した。

表 1. 期間中の水質

測定月日	項目 溶存酸素量 ppm	水量(一槽当り) ℓ/分
7月11日	8.2	4.8
31日	8.7	4.8
8月11日	8.6	4.8
31日	8.5	4.8
9月3日	8.3	4.8

表 2. 期間中の水温

月	平均水温(最低~最高)℃
7	14.9 (13.2~17.2)
8	15.8 (15.0~17.9)
9	15.8 (15.6~16.0)

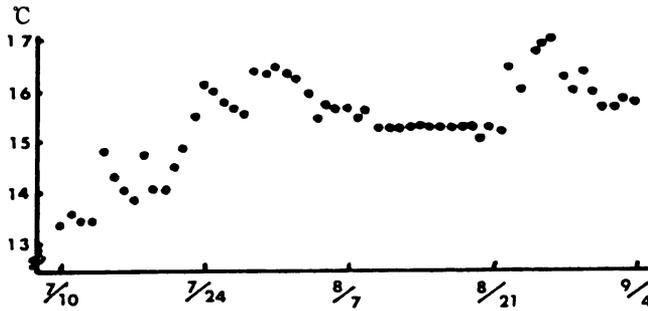


図 2. 試験期間中の日平均水温

6. 試験区分と飼料の配合組成

試験区分と飼料の配合組成(%)は表3に示すとおりである。

表 3. 試験区分と飼料の配合組成(%)

成分	区分	1	2	3	4	5	6
ホワイトフィッシュミール		71.4	55.5	39.7	23.8	23.8	0
フェザーミール		0	9.2	18.4	27.7	27.7	41.5
血粉		0	5.8	11.6	17.4	17.4	26.1
L-リジン塩酸塩		0	0.27	0.55	0.83	0.83	1.25
L-メチオニン		0	0.22	0.44	0.67	0.67	1.00
L-トリプトファン		0	0	0	0	0.25	0.38
ビタミン混合※1		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ミネラル混合※2		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
オイール※3		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
デキストリン		5.6	6.0	6.3	6.6	6.3	6.8
CMC※4		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

- ※ 1. The amount of vitamine in 4.5g of the mixture is equal to that contained in 9g of mixture reported by Malver (1957)
- ※ 2. U.S.P.XII. Salt mixture №2 with tracemetals reported by Halver (1957)
- ※ 3. Pallack liver oil ("Feed oil")
- ※ 4. Carboxy methl cellulose

飼料として用いたフェザーミール、血粉の必須アミノ酸は表4に示すとおりであり、この素材を41.5 : 26.1の割合で組み合せた。組み合せ素材の必須アミノ酸バランスは図3に示したとおりであり、メチオニン、リジン、トリプトファンが不足している。この不足分を補なうため、L-メチオニン、L-リジン塩酸塩、L-トリプトファンを表3に示すような割合で添加した。従って添加後の各試験区の飼料は図4に示したように、マスノスケの必須アミノ酸要求量を上廻った。なお、その値を表-5に示した。

表4. 必須アミノ酸含量 (g/100g)

アミノ酸 \ 原料名	白身魚粉	フェザーミール	血粉
アルギニン	4.31	5.12	3.33
ヒスチジン	1.57	0.43	3.79
イソロイシン	2.69	3.16	0.59
ロイシン	5.04	5.73	8.53
リジン	5.09	1.25	5.60
メチオニン	2.20	0.39	0.64
フェニールアラニン	2.65	3.24	4.50
スレオニン	3.03	3.32	2.70
トリプトファン	0.96	0.32	0.66
バリン	3.13	4.74	4.14
シスチン	0.73	4.65	0.75
チロシン	2.34	2.10	1.90
粗蛋白質%	63.02	81.2	81.5

(分析 養殖研究所 秋山)

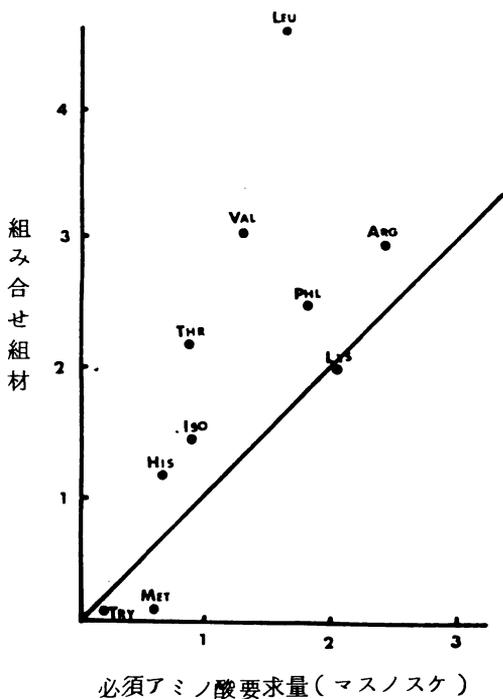


図 3. 組合せ素材のアミノ酸バランス

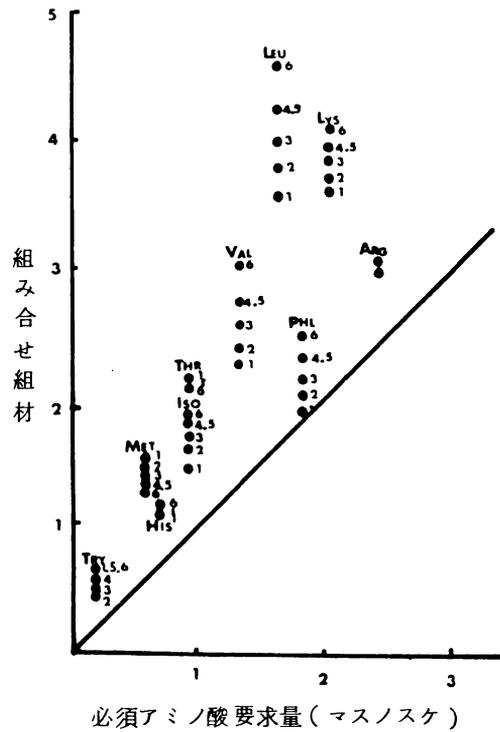


図 4. 各試験区のアミノ酸バランス
(図中の数字は試験区)

表 5. 試験区ごとの必須アミノ酸含量 (g/100g)

アミノ酸 \ 区分	1	2	3	4	5	6
アルギニン	3.07	3.06	3.04	3.02	3.02	3.00
ヒスチジン	1.11	1.13	1.14	1.15	1.15	1.17
イソロイシン	1.91	1.81	1.70	1.60	1.60	1.44
ロイシン	3.59	3.81	4.04	4.27	4.27	4.60
リジン	3.63	3.48	3.34	3.20	3.20	2.98
メチオニン	1.56	1.52	1.46	1.41	1.41	1.33
フェニールアラニン	1.88	2.03	2.17	2.31	2.31	2.52
スレオニン	2.15	2.14	2.12	2.11	2.11	2.08
トリプトファン	0.68	0.60	0.51	0.43	0.68	0.68
バリン	2.23	2.40	2.59	2.77	2.77	3.04
シスチン	0.52	0.89	1.24	1.59	1.59	2.13
チロシン	1.67	1.60	1.54	1.47	1.47	1.37

7. 飼料の調合

試験飼料は養殖研究所日野分室の施設を利用し、秋山技官の指導により作成した。調合は表3に示した配合割合を乳鉢で混合し、混合粉末100gに対して水45gを加えた。造粒は充分練ったあと、ガーリックプレスで直径2mmとし、真空凍結乾燥機で乾燥した。

8. 飼料の一般分析値(%)

試験に用いた飼料の一般分析値を表6に示した。

表6. 試験飼料の一般分析値

区分 \ 検査項目	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗灰分	粗繊維
1	4.12	48.38	13.49	18.71	1.70
2	3.26	51.63	13.12	16.24	1.54
3	2.69	55.75	12.99	13.07	1.63
4	3.55	57.06	12.61	9.99	1.77
5	3.17	58.25	12.37	9.93	2.04
6	4.96	62.06	11.92	5.42	2.22

分析 オリエンタル酵母工業

Ⅲ 結 果

1. 飼育試験

飼育結果をまとめて表7に、取上げ日ごとの平均体重の成長倍率を図5に示した。

取上げ日ごとの飼料効率を図6に、最終取上げ時の飼料効率を図7に示した。畜産廃棄物置換区は6.12区を除き80%前後の値を示した。

2. 体型測定

飼育試験終了時の体重頻度分布は図8に示したとおりである。どの区においても、バラツキが大きい。

飼育試験終了時の平均体重とその95%信頼帯を求め、図9に示した。飼料組成の同じ試験区の試験終了時の平均体重とその95%信頼帯は図10に示したとおりであり、1、7区に比べ畜産廃棄物置換区では全て成長が劣った。

表7. 飼育試験結果

区	分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
放養	尾数	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
放養	重量	130.75	133.56	134.95	126.65	128.69	131.42	132.62	128.73	134.17	135.00	133.48	135.64
放養	平均体重	4.36	4.45	4.50	4.22	4.29	4.38	4.42	4.29	4.47	4.50	4.45	4.52
取上	尾数	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	30	30
取上	重量	495.00	321.87	341.45	314.71	293.18	285.94	478.74	339.77	325.10	305.84	391.94	317.48
取上	平均体重	16.50	10.73	11.38	10.49	9.77	9.53	15.96	11.72	10.84	10.86	13.06	10.58
死亡	尾数	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
死亡	重量								7.44				
不明	尾数												
不明	重量												
原物	給餌量	404.76	267.89	273.38	260.12	239.42	230.26	402.10	289.23	261.59	263.02	315.05	254.98
増重	量	364.25	188.31	20.65	188.06	164.49	154.52	346.12	211.04	190.93	190.84	258.46	181.84
補正	増重量												
成長	倍率	37.84	24.11	25.29	24.86	22.77	21.76	36.11	27.32	24.25	24.13	29.35	23.41
生残	率	100	100	100	100	100	100	100	96.7	100	100	100	100
原物	飼料効率	9.00	70.3	7.55	7.23	6.87	6.71	86.1	7.30	7.30	7.26	8.20	7.13
補正	原物飼料効率								7.55				
成長	率	2.37	1.59	1.65	1.62	1.47	1.39	2.29	1.79	1.58	1.57	1.92	1.52
給餌	率	2.64	2.27	2.19	2.25	2.14	2.07	2.66	2.42	2.16	2.16	2.34	2.13
蛋白	効率	1.86	1.36	1.35	1.27	1.18	1.08	1.78	1.41	1.31	1.27	1.41	1.15

注) 1・7区、2・8区、3・9区、4・10区、5・11区、6・12区はそれぞれ、同じ飼料による飼育結果である。

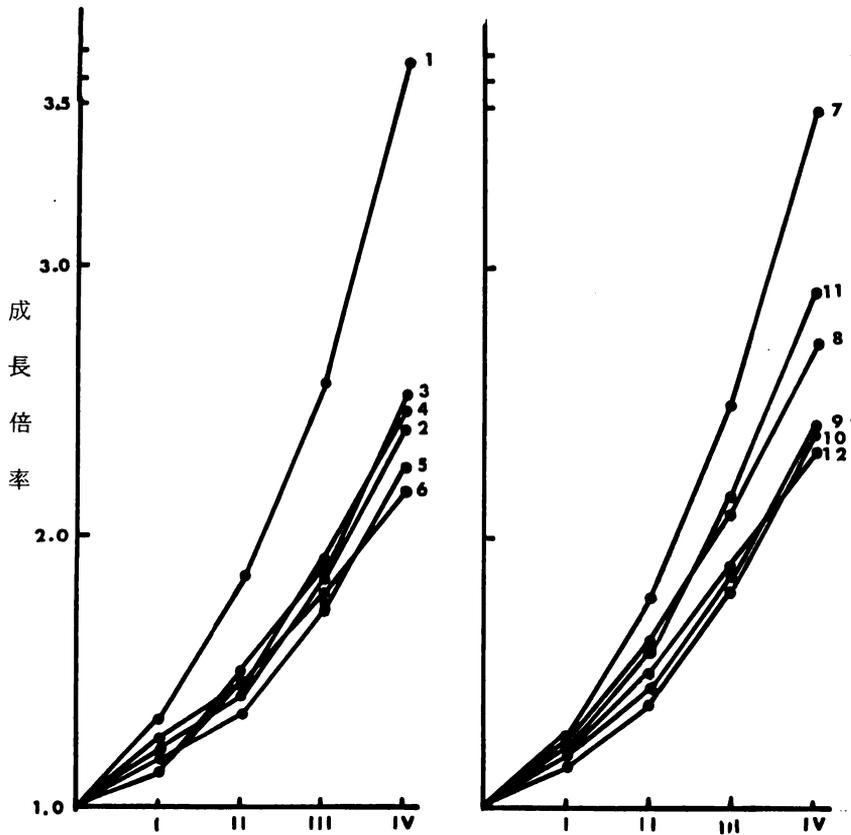


図 5. 平均体重の成長倍率の変化

(図中の数字は試験区、横軸は取上調査回数を示している。)

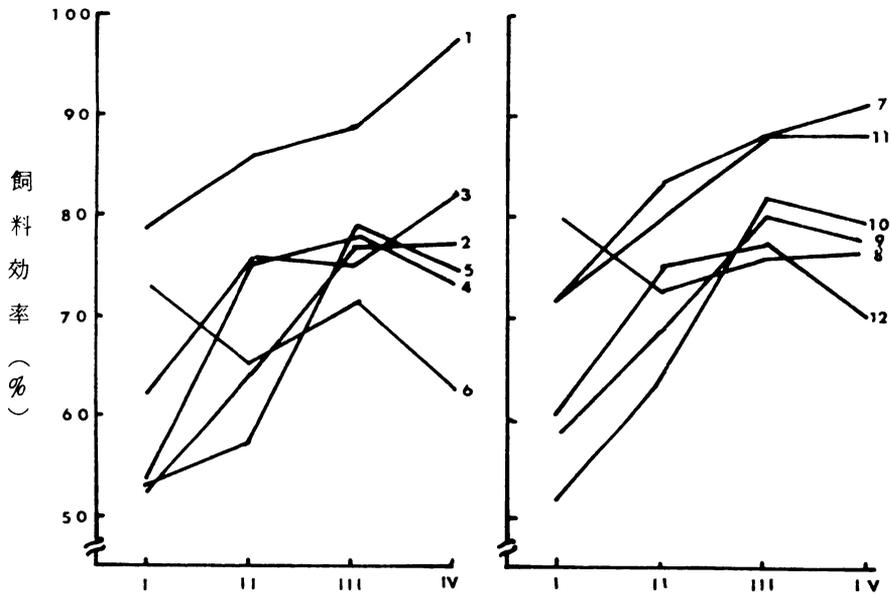


図 6. 飼料効率の変化

(縦軸は飼料効率、横軸は取上げ調査回数、図中の数字は試験区を示している。)

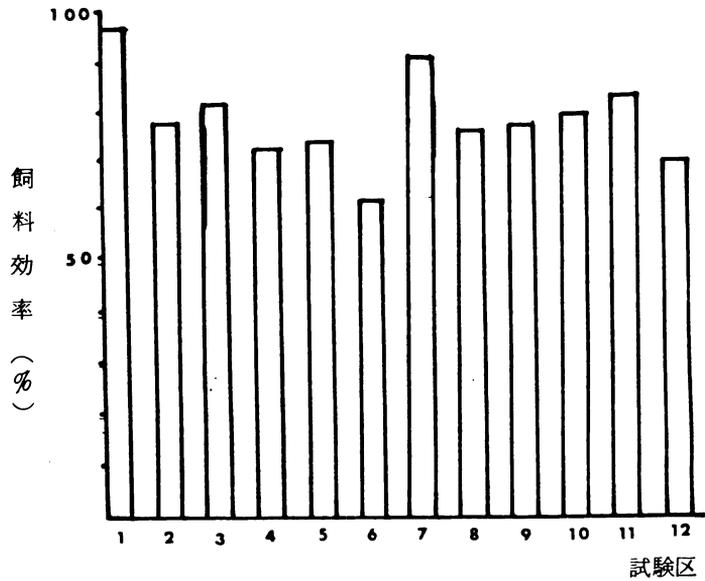


図7. 最終取上げ時の飼料効率

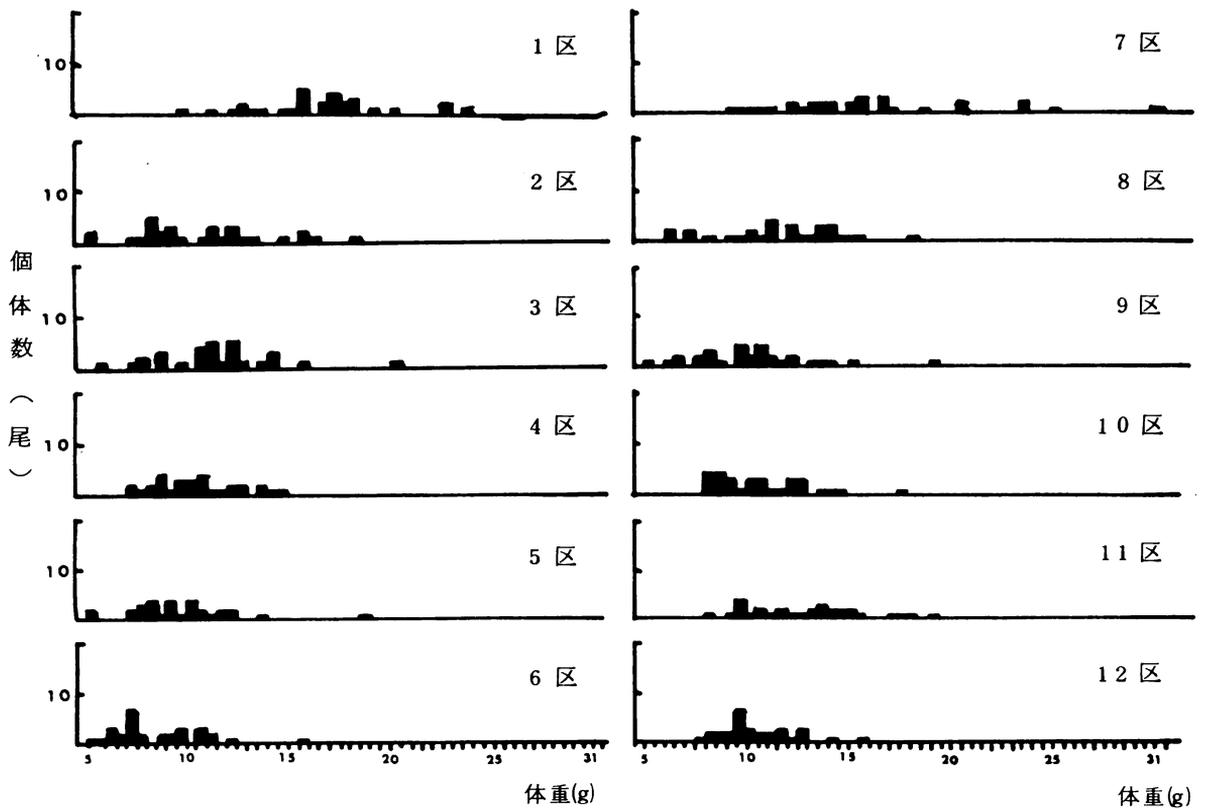


図8. 飼育試験終了時の体重頻度分布

3. 肥満度

飼育試験終了時における肥満度を試験区ごとに比較するため飼料組成の同じ区間の平均体重、平均体長を用いて、体重・体長関係を求めた結果 $BW = 2.09363 \times 10^6 \times BL^{3.4477}$ が得られた。そこで、肥満度を $CF = BW / BL^{3.4477} \times 10^6$ として求めると表8、図11のとおりである。体型の特別大きい1・7区は体型が他区と異なると考えられるので、これを除いて検討すると肥満度は成長率が飼料効率と近似傾向がみられた。

4. 供試魚の体型および臓器重量測定結果

飼育試験終了後各試験区毎に供試魚の体型および臓器重量を測定し、試験区間の差について検討した。

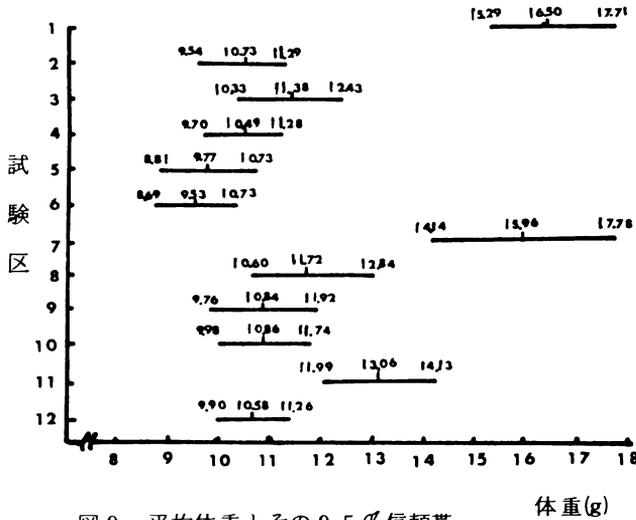


図9. 平均体重とその95%信頼帯

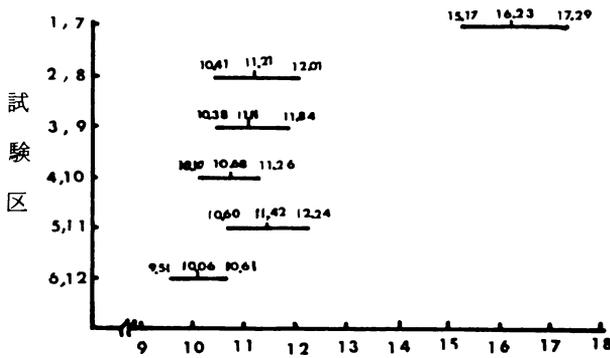


図10. 平均体重とその95%信頼帯

表8. 平均体重、平均体長及び肥満度(CF)

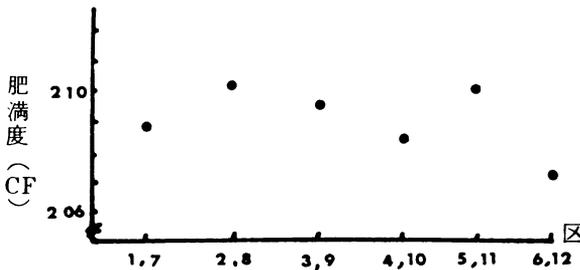


図11. 肥満度

区	BL	BW	$\frac{BW}{BL^{3.4477}} \times 10^6$
1, 7	996.8	16.23	2.088
2, 8	890.7	11.21	2.125
3, 9	892.2	11.11	2.095
4, 10	883.4	10.68	2.084
5, 11	898.7	11.42	2.100
6, 12	869.5	10.06	2.073

1) 方 法

- (1) 供 試 魚 各試験区より無作為に10尾抽出した。
- (2) 測定項目 体重 (B.W)・被鱗体長 (B.L)を測定後、解剖し、肝臓重量 (L.W)
・内蔵重量 (V.W、肝臓、心臓を除いたもの)を測定し、体重に対する比率
を求めた。

2) 結 果

測定結果を表9、図12に示した。内蔵重量比では5・11区が若干低く、また、肝臓重量比では1・7区、6・12区がやや高いようであるが大差は認められなかった。1・7区では内蔵重量比、肝臓重量比とも個体差が大きかった。

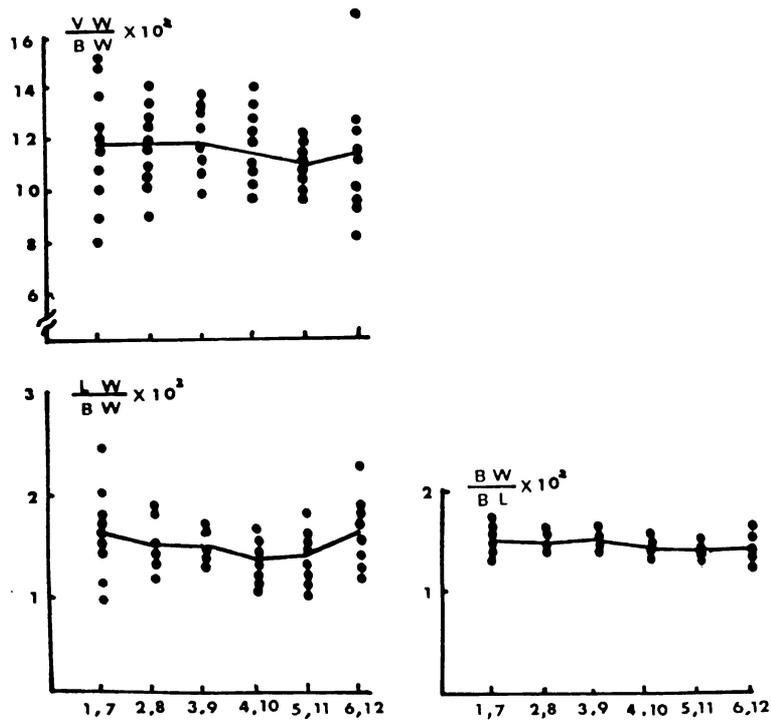


図12. 臓器重量比 (縦軸は方法の測定項目参照、横軸は試験区)

5. 血液性状

飼育試験終了後血液学的検査を実施し、試験区ごとに供試魚の健康診断を試みた。

1) 方 法

- (1) 供 試 魚 各試験区より無作為に10尾抽出した。
- (2) 採血方法 採血は尾柄部切断によった。あらかじめヘパリンコーティングした管に採血した血液について血液学的検査を行った。

表9. 各区供試魚の体重、体長、臓器重量比、肥満度

区	供試魚	BW 体 重 (g)	B L 被鱗体長 (cm)	VW 内臓重量 (g)	LW 肝蔵重量 (g)	$\frac{VW}{BW} \times 10^2$	$\frac{LW}{BW} \times 10^2$	$\frac{BW}{BL^3} \times 10^2$
1 • 7	1	19.15	10.7	2.26	0.27	11.80	1.41	1.56
	2	17.12	10.5	2.33	0.27	13.61	1.58	1.48
	3	16.53	10.2	1.43	0.15	8.65	0.91	1.56
	4	12.07	9.6	1.80	0.30	14.91	2.49	1.36
	5	13.31	9.5	1.98	0.27	14.88	2.03	1.55
	6	13.42	9.3	1.55	0.19	11.55	1.42	1.67
	7	24.58	11.5	2.40	0.40	9.76	1.63	1.62
	8	9.03	8.2	1.10	0.16	12.18	1.77	1.64
	9	15.01	10.2	1.69	0.25	11.26	1.67	1.42
	10	15.06	10.0	1.16	0.17	7.70	1.13	1.51
2 • 8	1	18.10	10.5	2.11	0.24	11.66	1.33	1.56
	2	11.23	9.3	1.41	0.13	12.56	1.16	1.40
	3	14.33	9.7	1.73	0.26	12.07	1.81	1.57
	4	13.00	9.4	1.81	0.18	13.92	1.38	1.57
	5	12.35	9.3	1.64	0.22	13.28	1.78	1.54
	6	10.40	8.9	0.89	0.15	8.56	1.44	1.48
	7	13.61	10.0	1.72	0.20	12.64	1.47	1.36
	8	10.67	9.1	1.19	0.16	11.15	1.50	1.42
	9	12.16	9.3	1.30	0.17	10.69	1.40	1.51
	10	11.71	9.5	1.21	0.18	10.33	1.54	1.37
3 • 9	1	10.64	9.0	1.22	0.15	11.47	1.41	1.46
	2	12.26	9.1	1.66	0.20	13.54	1.63	1.63
	3	11.37	9.0	1.24	0.18	10.91	1.58	1.56
	4	12.64	9.3	1.33	0.20	10.52	1.58	1.57
	5	10.56	8.9	1.38	0.17	13.07	1.61	1.50
	6	10.19	8.3	1.24	0.14	12.17	1.37	1.78
	7	10.95	8.8	1.42	0.16	12.97	1.46	1.61
	8	9.73	8.8	1.21	0.14	12.44	1.44	1.43
	9	10.71	9.0	1.17	0.14	10.92	1.31	1.47
	10	11.30	9.2	1.10	0.16	9.73	1.42	1.45

区	供試魚	BW 体 重 (g)	BL 被鱗体長 (cm)	VW 内臓重量 (g)	LW 肝臓重量 (g)	$\frac{VW}{BW} \times 10^2$	$\frac{LW}{BW} \times 10^2$	$\frac{BW}{BL^3} \times 10^2$
4 . 10	1	10.29	9.0	1.02	0.14	9.91	1.36	1.41
	2	9.47	8.8	0.90	0.10	9.50	1.06	1.39
	3	8.87	8.5	1.00	0.10	11.27	1.13	1.44
	4	10.32	8.9	1.44	0.15	13.95	1.45	1.46
	5	9.83	8.9	1.08	0.13	10.99	1.32	1.39
	6	11.24	9.1	1.41	0.14	12.54	1.25	1.49
	7	8.41	8.2	1.04	0.11	12.37	1.31	1.53
	8	7.98	8.0	0.97	0.13	12.16	1.63	1.56
	9	7.79	8.1	0.78	0.10	10.01	1.28	1.47
	10	12.23	9.4	1.33	0.18	10.87	1.47	1.47
5 . 11	1	11.39	9.4	1.33	0.12	11.68	1.05	1.37
	2	8.06	8.2	0.87	0.12	10.79	1.49	1.46
	3	7.55	7.9	0.85	0.14	11.26	1.85	1.53
	4	12.10	9.2	1.28	0.19	10.58	1.57	1.55
	5	11.78	9.3	1.43	0.17	12.14	1.44	1.46
	6	12.95	10.0	1.30	0.21	10.04	1.62	1.30
	7	9.25	8.8	0.95	0.11	10.27	1.19	1.36
	8	13.94	9.8	1.26	0.13	9.04	0.93	1.48
	9	10.54	9.1	1.24	0.14	11.76	1.33	1.40
	10	16.04	10.3	1.72	0.19	10.72	1.18	1.48
6 . 12	1	7.89	8.3	0.77	0.10	9.76	1.27	1.38
	2	8.18	8.2	0.90	0.11	11.00	1.34	1.48
	3	15.84	9.8	2.66	0.22	16.79	1.39	1.68
	4	11.94	9.3	1.33	0.22	11.14	1.84	1.48
	5	10.60	8.8	1.31	0.14	12.36	1.32	1.56
	6	8.16	8.2	0.69	0.14	8.46	1.72	1.48
	7	9.03	8.9	0.87	0.14	9.63	1.55	1.28
	8	8.98	8.3	0.89	0.16	9.91	1.78	1.57
	9	8.70	8.4	0.98	0.19	11.26	2.18	1.47
	10	15.70	10.2	1.92	0.24	12.23	1.53	1.48

(3) 血液学的検査等

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 (H b) : A・Oヘモグロビンメータにより測定した。

ヘマトクリット (H t) : 10,000 r.p.m 5分間遠心分離

平均赤血球色素量 (M C H) : $MCH(r.r) = \frac{Hb}{Rcc} \times 10$

平均赤血球容積 (M C V) : $MCV(\mu^3) = \frac{Ht}{Rcc} \times 10$

平均赤血球色素濃度 (M C H C) : $MCHC(\%) = \frac{Hb}{Ht} \times 100$

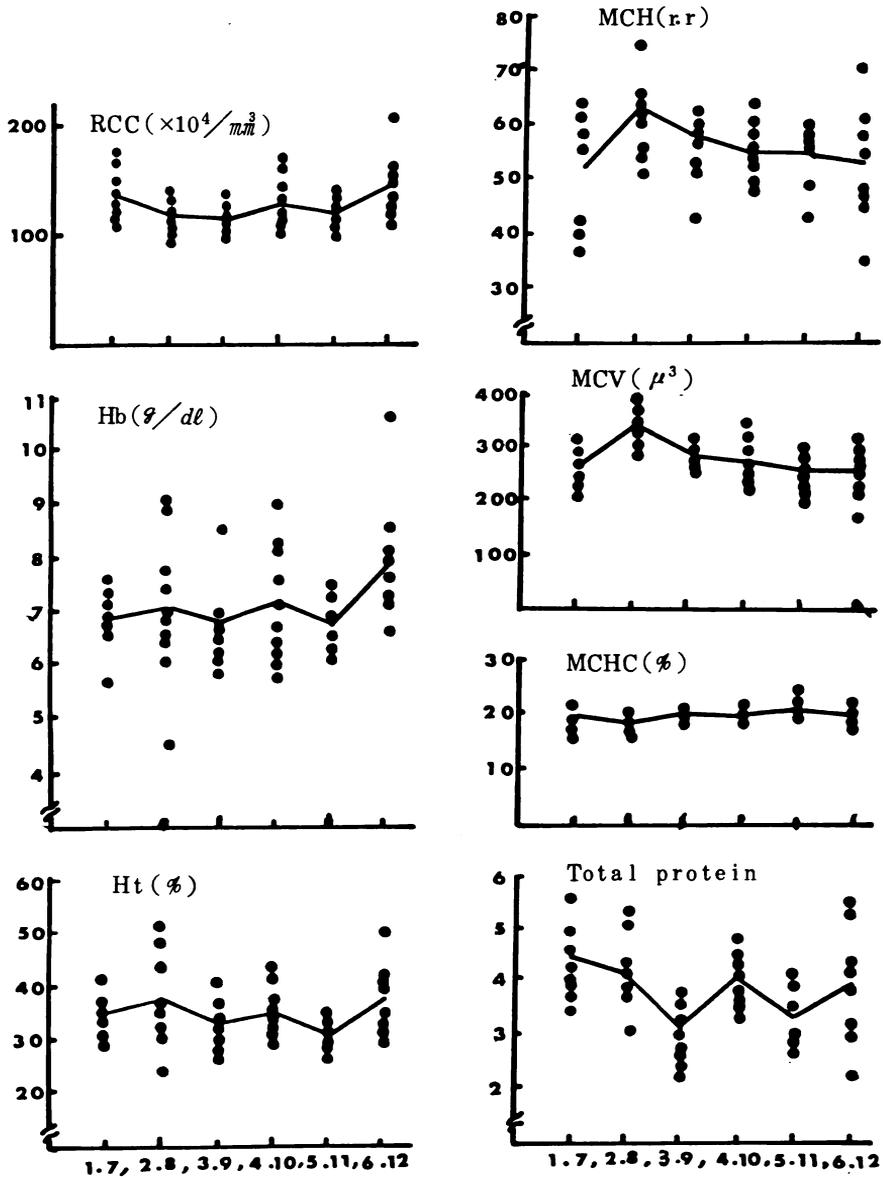


図13. 供試魚の血液性状 (血液学的検査結果)

縦軸は方法の血液学的検査の項参照、横軸は試験区

表 1 0. 各区供試魚の血液性状

区	供試魚	RCC × 10 ⁴ /mm ³	Hb g/dl	Ht %	MCH rr	MCV μ ³	MCHC %	総蛋白質 g/dl
1 • 7	1	153	6.7	37.6	43.8	245.8	17.8	4.4
	2	168	6.6	37.0	39.3	220.2	17.8	4.7
	3	138	7.2	40.2	52.2	291.3	17.9	5.6
	4	122	7.6	34.5	62.3	282.8	22.0	5.0
	5	128	6.7	37.0	52.3	289.1	18.1	4.1
	6	134	7.4	35.8	55.2	267.2	20.7	4.1
	7	138	5.6	30.1	40.6	218.1	18.6	4.0
	8	171	7.4	35.9	43.3	209.9	20.6	3.8
	9	112	6.6	31.2	58.9	278.6	21.2	4.3
	10	117	7.5	34.6	64.1	295.7	21.7	4.7
2 • 8	1	126	7.0	34.8	55.6	276.2	20.1	4.3
	2	119	7.8	43.0	65.5	361.3	18.1	4.4
	3	140	9.8	48.0	70.0	342.9	20.4	5.2
	4	—	4.5	24.9	—	—	18.1	4.2
	5	99	7.4	38.2	74.7	385.9	19.4	4.2
	6	106	6.0	33.8	56.6	318.9	17.8	3.6
	7	122	6.6	38.0	54.1	311.5	17.4	4.0
	8	100	6.5	36.5	65.0	365.0	17.8	3.1
	9	111	6.8	37.0	61.3	333.3	18.4	3.6
	10	139	9.0	51.1	64.7	367.6	17.6	5.4
3 • 9	1	118	6.8	35.0	57.6	296.6	19.4	3.4
	2	110	6.5	33.2	59.1	301.8	19.6	2.7
	3	117	6.7	34.1	57.3	291.5	19.6	2.6
	4	129	7.0	36.8	54.3	285.2	19.0	2.8
	5	137	8.5	41.0	62.0	299.3	20.7	3.2
	6	107	6.5	31.8	60.7	297.2	20.4	3.8
	7	122	6.4	32.4	52.5	265.6	19.8	3.6
	8	112	6.7	32.4	59.8	289.3	20.7	3.1
	9	104	6.2	28.7	59.6	276.0	21.6	3.0
	10	118	6.8	30.9	57.6	261.9	22.0	3.8

区	供試魚	RCC $\times 10^4/\text{mm}^3$	Hb g/dl	Ht %	MCH rr	MCV μ^3	MCHC %	総蛋白質 g/dl
4 ・ 10	1	118	7.6	37.2	64.4	315.3	20.4	4.0
	2	166	9.0	43.5	54.2	262.0	20.7	4.4
	3	122	7.2	32.3	59.0	264.8	22.3	3.6
	4	170	8.3	41.0	48.8	241.2	20.2	4.9
	5	144	8.2	37.0	56.9	256.9	22.2	4.5
	6	124	6.2	32.6	50.0	262.9	19.0	3.9
	7	134	5.8	30.9	43.3	230.6	18.8	3.8
	8	114	6.7	34.5	58.8	302.6	19.4	3.5
	9	115	6.1	32.0	53.0	278.3	19.1	4.3
	10	104	6.4	34.6	61.5	332.7	18.5	4.0
5 ・ 11	1	140	6.2	28.8	44.3	205.7	21.5	3.6
	2	116	6.5	28.0	56.0	241.4	23.2	4.0
	3	130	6.5	32.1	50.0	246.9	20.2	3.6
	4	108	6.4	29.7	59.3	275.0	21.5	3.0
	5	118	6.8	28.8	57.6	244.1	23.6	3.6
	6	127	7.4	32.9	58.3	259.1	22.5	2.8
	7	109	6.4	30.9	58.7	283.5	20.7	3.1
	8	124	7.0	33.5	56.5	270.2	20.9	3.0
	9	116	7.0	34.2	60.3	294.8	20.5	2.8
	10	132	7.3	35.5	55.3	268.9	20.6	4.2
6 ・ 12	1	209	7.6	37.5	36.4	179.4	20.2	4.0
	2	161	8.0	38.6	49.7	239.8	20.7	4.2
	3	170	10.6	50.6	62.4	297.6	20.9	5.1
	4	170	8.0	41.4	47.0	243.5	19.3	5.6
	5	139	8.1	42.1	58.3	302.9	19.2	4.4
	6	128	7.0	33.6	54.7	262.5	20.8	2.4
	7	150	7.2	35.4	48.0	236.0	20.3	3.0
	8	121	8.6	37.8	71.1	312.4	22.8	3.3
	9	130	7.1	32.0	54.6	246.2	22.2	4.2
	10	116	6.6	32.3	56.9	278.4	20.4	3.9

血しょう蛋白：ヘマトクリット測定後、蛋白計にて測定した。

2) 結果

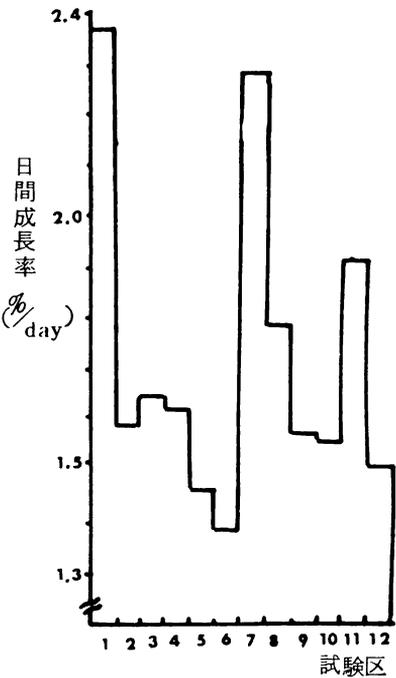
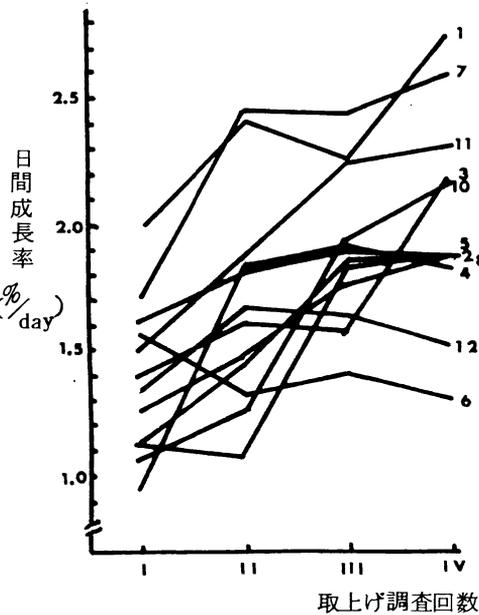
各区供試魚の血液性状は表10、図13に示した。赤血球数、ヘマトクリット値は各区とも大差が認められなかった。しかしヘモグロビン量は6・12区でやや高い結果が得られた。また、平均赤血球色素濃度(MCHC)はほとんど差がなかったが、平均赤血球色素量(MCH)、同容積(MCV)は2・8区において高い値が得られた。ヘモグロビン量、ヘマトクリット値とも2・

8区、6・12区では個体差が大きい。総蛋白量は3区、5区で低い値を得た。

IV 考 察

今回の飼育試験は畜産廃棄物のフェザミール、血粉の組み合わせ素材を用い魚粉との置き換え割合を変えて設定したが、魚粉を全く含まない飼料(6区、12区)でも異常摂餌やへい死はみられず、56日間の飼育が可能であり、内臓所見および血液性状に異常は認められなかった。日間成長率は図14、15に示したとおり、魚粉区(1区、7区)に比べ、組み合わせ素材では悪かったが、魚粉置き換え割合(34.5~78.7%)による顕著な差は認められなかった。

各試験区の
必須アミノ酸
含量は図4に
示したとおり、
マスノスケの
必須アミノ酸
要求量を上廻
っており、リ
ジン含量と日
間成長率との
関係は図16
に示したとお
りバラツキが



あるが、リジ 図14. 日間成長率の変化(図中数字は試験区)
ン含量の増加

図15. 飼育試験終了時の日間成長率

が日間成長率の上昇につながっているようである。この関係はメチオニンについても同様であった。トリプトファンについては図17に示したとおり、トリプトファン含量と日間成長率の関係ではバラツキが大きく不明瞭であった。

ロイシン/イソロイシン、バリン/イソロイシンの値はそれぞれ1・7区、1.87、1.17、2・8区、2.10、1.33、3・9区、2.38、1.52、4・5・10・11区、2.67、1.73、6・12区、3.19、2.11である。この値と日間成長率を比較すると図18に示したとおり、ロイシン/イソロイシンの値の増大にともない日間成長率は低下する傾向がみられた。この関係はバリン/イソロイシンの値についても同様であった。

素材として用いた血粉はイソロイシン0.59、ロイシン8.53(表4参照)でロイシン/イソロイシ

の値は1.4.4.6と極めて高かった。従って血粉の割合を低め、ロイシン/イソロイシンの値を魚粉なみにした飼料での検討も必要であろう。トリプトファン含量と日間成長率の関係は図17に示したが、トリプトファン含量0.68は1・7区、5・11区、6・12区があり、日間成長率に大きな差が

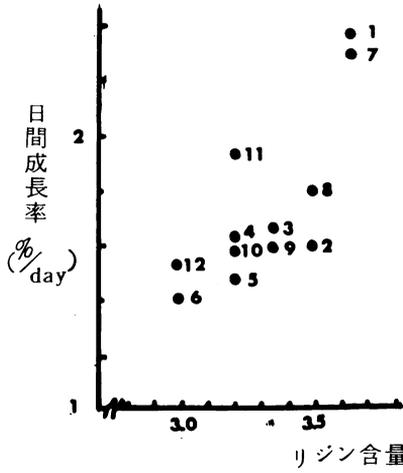


図16. リジン含量と日間成長率の関係 (図中の数字は試験区)

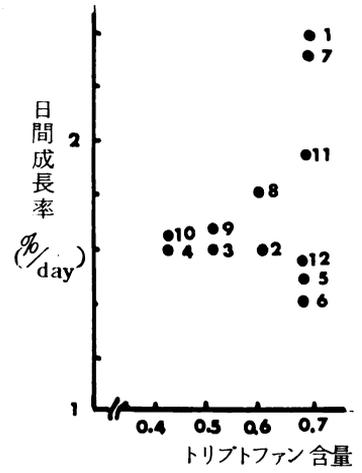


図17. トリプトファン含量と日間成長率の関係 (図中の数字は試験区)

見られた。なお、この傾向は図18と類似しているので、トリプトファン含量、ロイシン/イソロイシンの値と日間成長率との関係について検討した。ただし取扱いの便宜上、飼料組成の同じ試験区の日間成長率は平均値で検討した。(ロイシン/イソロイシン) - 1.87の値を x_1 、トリプトファンの量を x_2 とすると日間成長率 y は x_1 と x_2 の重回帰式 $y = -0.5044x_1 + 1.1504x_2 + 1.437$ で表わされ、重相関係数 $R^2 = 0.703$ と計算された。この結果よ

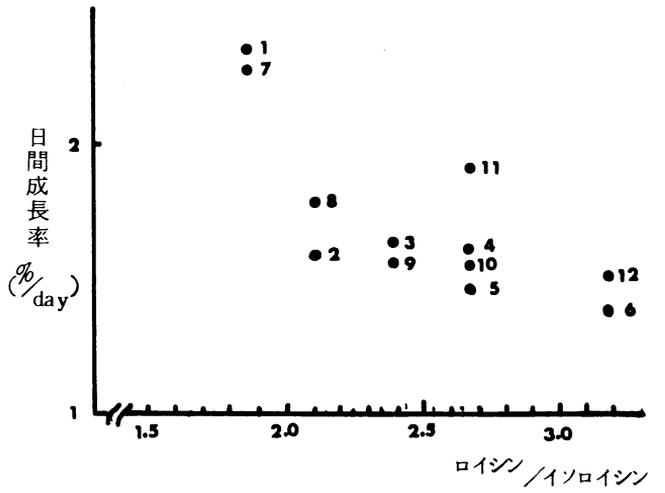


図18. ロイシン/イソロイシンの値と日間成長率との関係 (図中の数字は試験区)

り、ロイシンとイソロイシンの比が1.87より離れるに従い、日間成長率は低くなり、また、トリプトファンの含有量の増加が日間成長率を高める効果があるようである。

魚粉区の日間成長率は2.33(図15参照)であるが、魚粉区の日間成長率を100とした時、11区では82.4、8区では76.8と高い値を示す結果も得られており、組み合わせ素材実用化の可能性を示唆している。

日間給餌率は図19に示した。給餌量は飽食量を与えているが、組み合わせ素材を21.3%(2・8区)混ぜるだけでも日間給餌率は0.3%低下した。このことは魚にとって嗜好面で組み合わせ素材が負の影響

表 1 1. ロイシン/イソロイシン-1.87とトリプトファンと日間成長率の関係について

区	x_1 ロイシン/イソロイシン-1.87	x_2 トリプトファン含量	y 日間成長率
1. 7	0	0.68	2.36
2. 8	0.23	0.60	1.68
3. 9	0.41	0.51	1.62
4. 10	0.80	0.43	1.60
5. 11	0.80	0.68	1.72
6. 12	1.32	0.68	1.46

Σx_1	356	Σx_2	3.58	Σy	10.44
Σx_1^2	3.2434	Σx_2^2	2.1922	Σy^2	18.6664
\bar{x}_1	0.593	\bar{x}_2	0.597	\bar{y}	1.74
Sx_1^2	1.1311	Sx_2^2	0.0561	Sy^2	0.5008

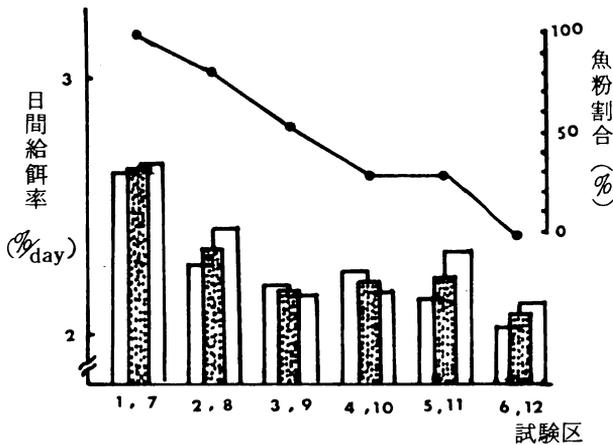


図 1 9. 日間給餌率

左縦軸に日間給餌率、横軸に試験区、
右縦軸に魚粉割合(%)、は平均を示す。

れず、内臓所見および血液性状の異常も認められなかった。

- 2) 魚粉区に比べ組み合わせ素材の日間成長率は悪かったが、魚粉置換割合(34.5~78.7%)による顕著な差は認められなかった。
- 3) リジン含量が増えるほど、日間成長率が良くなる傾向がみられた。
- 4) (ロイシン/イソロイシンの値)-1.87を x_1 、トリプトファンの量を x_2 、日間成長率 y とすると $y = -0.5044 x_1 + 1.1504 x_2 + 1.437$ の関係式が得られ(重相関係数 $R^2 = 0.703$) x_1 より値が大きくなるほど y は小さく、 x_2 が大きくなるほど y は大きくなる傾向がみられた。

響を与えていると考えられるので、餌付け時からの投餌を含め更に検討が必要である。

V 要 約

ニジマス0年魚を用いて、畜産廃棄物組み合わせ素材(フェザーミール、血粉)による魚粉置換割合を検討する飼育試験を行った。

- 1) 魚粉を全く含まない飼料(6・12区)でも、異常摂餌やへい死はみら

B 飼育試験Ⅱ

I ま え が き

飼育試験Ⅰでは畜産廃棄物のフェザーミールと血粉の組み合わせ素材に不足するアミノ酸を添加することにより、魚粉との置き換えがどの程度可能かをみる目的で飼育試験を行った。その結果組み合わせ組成によっては実用化の見通しを得た。後期試験ではフェザーミールのみを素材として用い、不足するアミノ酸の添加量を検討する。このうちリジン、メチオニンについてはすでに添加量が明らかになっているので、¹⁾本試験ではトリプトファンとヒスチジンの検討を行う試験を設定した。

II 材料および方法

1. 飼育期間：昭和55年3月7日～5月1日（56日間）給餌日数48日間
2. 供試魚：奥多摩分場産ニジマス0年魚 平均体重18.48g（範囲16.02～20.08g）1区20尾
で試験区6区を設け各区とも duplication とした。
3. 試験水槽：前期試験に同じ。
4. 給餌および測定方法：前期試験に同じ。
5. 試験水槽の水質環境

試験期間中の水質、水温を表1、2、図1に示した。

表1 期間中の水質（D.Oメーターによる）

測定月日	項目	溶存酸素量ppm	水量(一槽当り)ℓ/min
3月10日		9.7	4.8
20日		9.7	"
30日		9.8	"
4月10日		9.7	"
20日		9.7	"

表-2 期間中の水温

月	平均水温(最低-最高)℃	
3	7.8	6.5 ~ 9.2
4	8.3	6.4 ~ 10.1
5	9.0	8.8 ~ 9.1

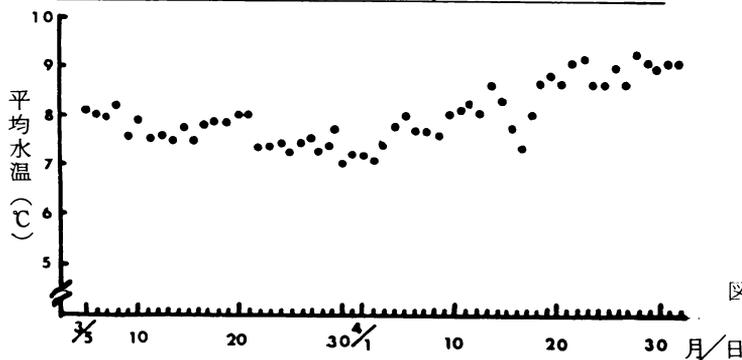


図1 試験期間中の日平均水温

6. 試験区分と飼料の配合組成

試験区分と飼料の配合組成(%)は表3に示すとおりである。

表3 試験区分と飼料の配合組成 (%)

成分	区	1・7	2・8	3・9	4・10	5・11	6・12
フェザーミール* ¹		50	50	50	50	50	50
δ-スターチポテト		10	10	10	10	10	10
デキストリン		21.6	21.5	21.4	21.3	21.5	21.3
フィードオイル		8	8	8	8	8	8
ミネラルミックス* ²		2	2	2	2	2	2
ビタミンミックス* ³		3	3	3	3	3	3
L-リジン塩酸塩		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
L-メチオニン		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
L-トリプトファン		0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3
L-フリーフォームヒスチジン* ⁴		0.6	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8

*¹ キッコーマン製 (C.P 92.4%)

*² U.S.P.XII 1/2 Salt mix+trace metals

*³ Halver (1957)

*⁴ free form

飼料として用いたフェザーミールの必須アミノ酸含量で表4に、リジン、メチオニン、トリプトファン、ヒスチジン添加後の各試験区飼料のアミノ酸含量を表5に示した。

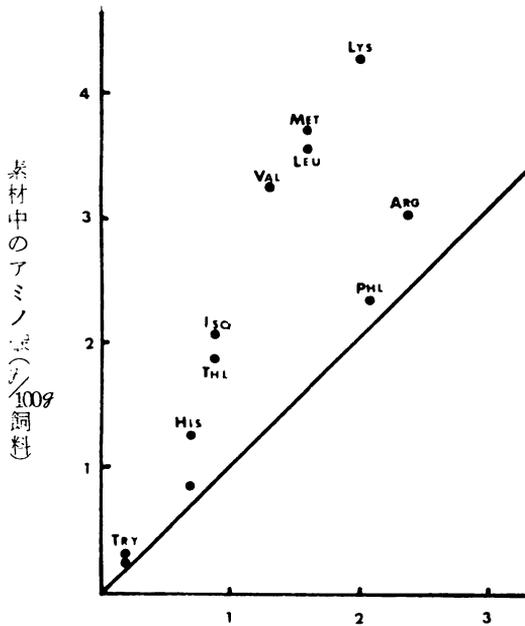
表4 フェザーミールの必須アミノ酸含量 (g/100g)

アミノ酸	原料名	フェザーミール	フェザーミール 50%中				
ア	ル	ギ	ニ	ン	6.60	3.05	
ヒ	ス	チ	ジ	ン	0.57	0.26	
イ	ソ	ロ	イ	シ	ン	4.52	2.09
ロ	イ	シ	ン	7.68	3.55		
リ	ジ	ン	1.57	0.73			
メ	チ	オ	ニ	ン	0.43	0.2	
フェ	ニ	ール	アラ	ニン	5.14	2.37	
ス	レ	オ	ニ	ン	4.06	1.88	
トリ	プト	ファン	0.37	0.17			
バ	リ	ン	6.80	3.14			
シ	ス	チ	ン	5.35	2.47		
チ	ロ	シ	ン	3.07	1.42		
粗	蛋	白	質	(%)	92.4		

(分析 養殖研)

表5 試験区ごとの必須アミノ酸含量 (g/100g)

アミノ酸	区分	1	2	3	4	5	6
アルギニン		3.05	左に同じ				
ヒスチジン		0.86	0.96	1.06	1.16	1.06	1.06
イソロイシン		2.09	左に同じ				
ロイシン		3.55					
リジン		4.28					
メチオニン		1.3					
フェニールアラニン		2.37					
スレオニン		1.88					
トリプトファン		0.37	0.37	0.37	0.37	0.27	0.47
バリン		3.14	左に同じ				
シスチン		2.47					
チロシン		1.42					



素材の必須アミノ酸バランスは図2に示したとおりであり、マスノスケの必須アミノ酸要求量を上廻った。

必須アミノ酸要求量(マスノスケ) (g/100g 飼料)

図2 素材のアミノ酸バランス

7. 飼料の一般分析値

試験に用いた飼料の一般分析値(%)は表6に示したとおりである。

表6 試験飼料の一般分析値 (単位 %)

項目	区分	1	2	3	4	5	6
粗蛋白質		50.0	50.6	51.1	50.6	51.1	51.1
粗脂肪		8.96	8.98	9.15	8.95	9.09	9.08
灰分		1.51	1.54	1.60	1.58	1.57	1.56
水分		9.16	8.86	8.84	8.72	8.92	8.64

(分析 養殖研)

Ⅲ 結 果

1. 飼育試験

飼育結果をまとめて表7に、取上げ日ごとの平均体重の推移を図3に示した。

表7 飼育結果

区 分	単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
放養尾数	尾	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
放養重量	g	374.54	369.19	364.90	369.39	375.41	373.20	373.30	361.77	370.19	366.98	364.04	372.15
放養平均体重	g	18.73	18.46	18.25	18.47	18.77	18.66	18.67	18.51	18.51	18.35	18.2	18.61
取上尾数	尾	20	20	18	20	16	20	20	19	17	20	16	18
取上重量	g	696.25	676.00	640.58	623.07	543.54	719.14	702.79	653.25	574.33	673.22	462.71	668.01
取上平均体重	g	34.81	33.80	35.59	31.15	33.97	35.96	35.14	34.38	33.78	33.66	28.92	37.11
死亡尾数	尾	0	0	2	0	4	0	0	1	3	0	4	2
死亡重量	g	-	-	62.42	-	93.90	-	-	19.29	66.76	-	66.25	53.37
不明尾数	尾												
不明重量	g												
原物給餌量	g	462.33	423.93	401.83	424.91	303.04	434.09	410.81	455.31	466.70	418.29	383.67	424.14
増重量	g	321.71	306.81	275.68	253.68	168.13	345.94	329.49	336.48	204.14	306.24	95.73	295.86
補正増重量	g	-	-	338.10	-	262.03	-	-	355.74	270.90	-	161.98	349.23
成長倍率	%	185.9	183.1	195.0	168.7	181.0	192.7	188.2	190.9	182.5	183.4	158.9	199.4
生残率	%	100.0	100.0	90.0	100.0	80.0	100.0	100.0	95.0	85.0	100.0	80.0	90.0
原物飼料効率	%	69.6	72.4	68.6	59.7	55.5	79.7	80.2	73.9	43.7	73.2	25.0	69.8
補正原物飼料効率	%	-	-	84.1	-	86.5	-	-	78.1	58.1	-	42.2	82.3
成長率	%/day	1.11	1.08	1.19	0.93	1.06	1.17	1.13	1.15	1.07	1.08	0.83	1.23
給餌率	%/day	1.59	1.49	1.46	1.56	1.19	1.47	1.41	1.43	1.79	1.48	1.71	1.49
蛋白効率		1.39	1.43	1.34	1.18	1.09	1.56	1.60	1.46	0.85	1.45	0.49	1.37

(注 試験区分の飼料組成は表3参照)

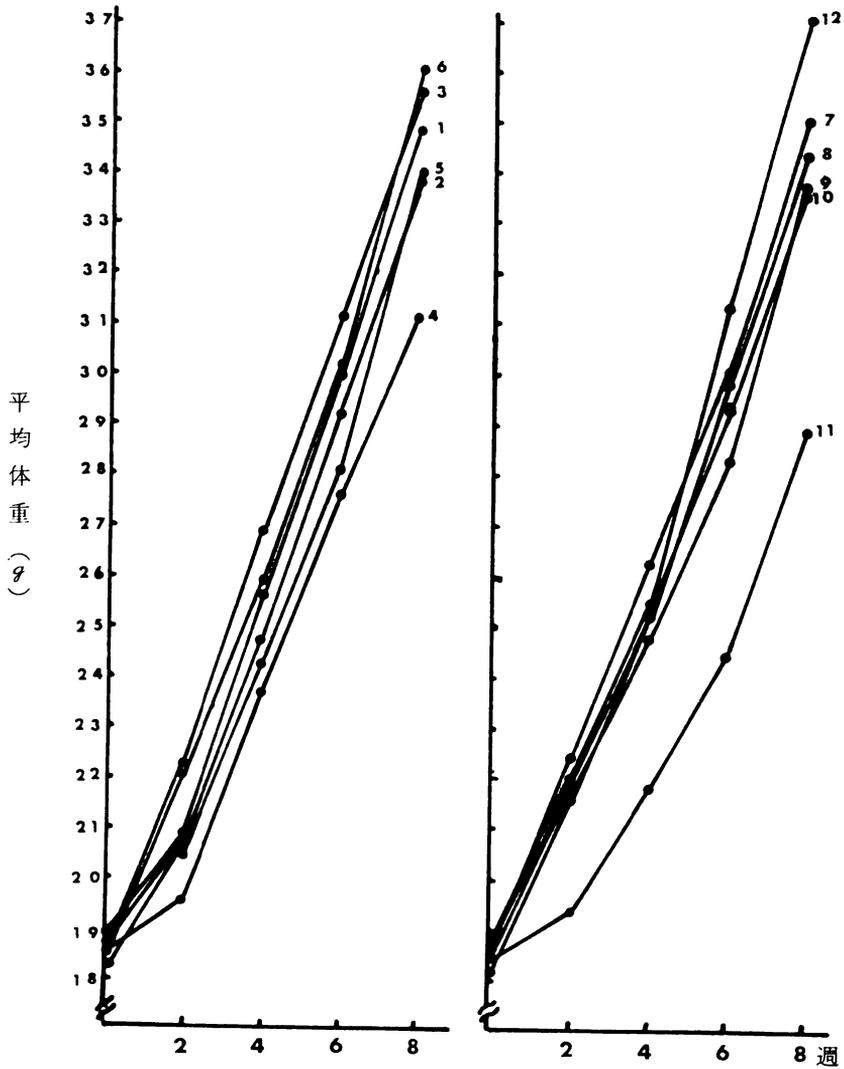


図3 平均体重の推移
(図中の数字は試験区を示した。)

最終取上げ時の原物飼料効率を図4に示した。各試験区の平均飼料効率は1・7区、2・8区、6・12区が70%以上を示し、5・11区が50%以下の低い値を示した。

歩留りについては4尾への死のみられた5・11区が80%、ついで3尾への死の9区が85%、2尾への死の3区、12区が90%、1尾への死の8区が95%で他の1、2、4、6、7、10区は100%であった。

各区の平均体重の推移は同一試験区内のバラツキが見られ、特に3・9区、4・10区および5・11区で大きかった。6・12区はバラツキも少く日間成長率も高かった。

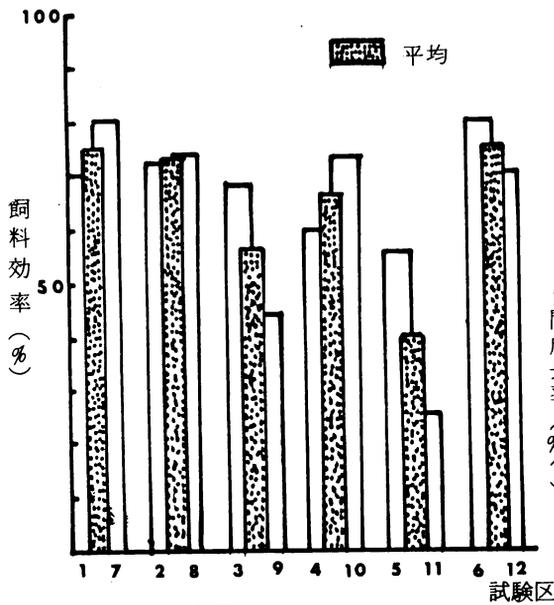


図4 各区の原物飼料効率

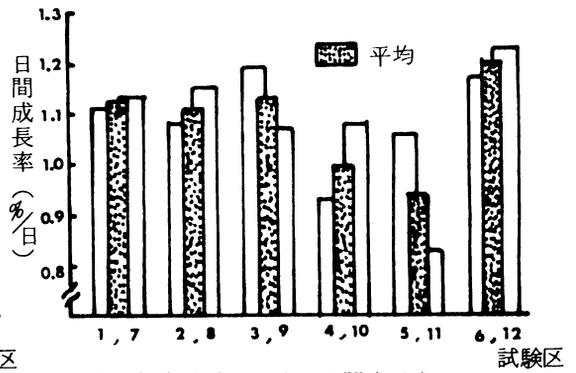


図5 飼育試験終了時の日間成長率

3・9区の飼料効率は平均で56%とあまり良くないが日間成長率では平均1.13%と6・12区の平均1.2%について良い成績である。

なお、蛋白効率は増重量での計算なので、へい死魚の多い区は悪くなっている。

2. 体型測定

飼育試験終了時の平均体重とその95%信頼帯を求め図6に示した。

体重は6、7、12区と11区の間には有意差があり、11区は明らかに小型であった。

変動係数をみると表8に示す

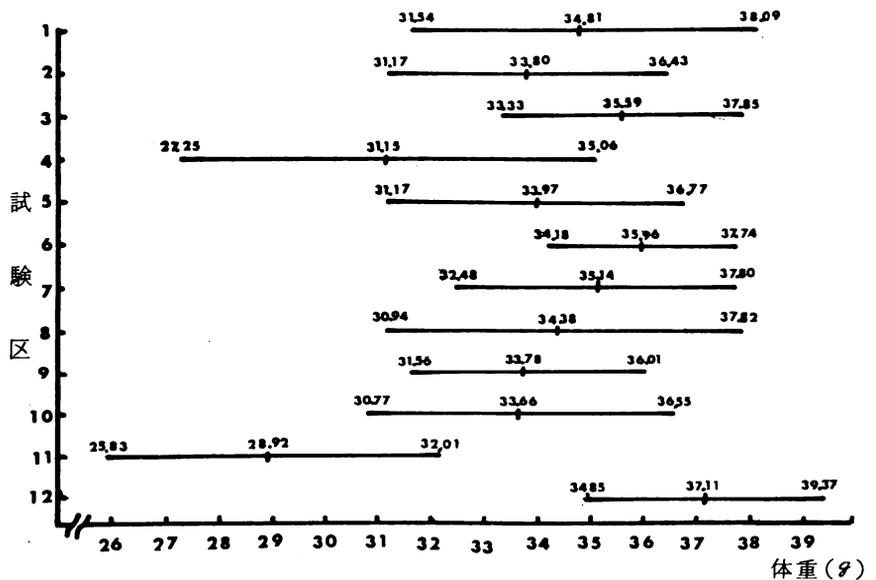


図6 平均体重とその95%信頼帯

とあり3、6、9、12区以外はバラツキが大きかった。(3・9区、6・12区は同飼料である。)

表8 各区の変動係数

区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
変動係数	20.1	16.6	13.4	26.8	17.3	10.6	16.2	21.3	13.9	18.4	22.4	12.9

3. 供試魚の体型および臓器重量測定結果

飼育試験終了後、同一飼料区内の1～6区について、供試魚の体型および臓器重量を測定し、試験区間の差について検討した。

1) 方法

- (1) 供試魚：各試験区より無作為に5尾抽出した。
- (2) 測定項目：体重(BW)、被鱗体長(BL)を測定後、解剖し肝臓重量(LW)、内臓重量(VW、肝臓、心臓を除いたもの)の体重に対する比率を求めた。

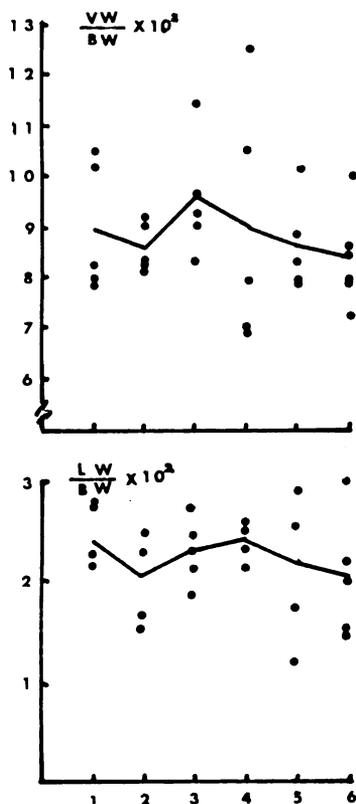


図7 臓器重量比

(縦軸は方法の測定項目参照 横軸は試験区)

2) 結果

測定結果を表9、図7に示した。

内臓重量比では3区が、肝臓重量比では1および4区が大きい値を示す傾向がみられた。

表9 各区供試魚の体重、体長、臓器重量比、肥満度

項目 区分	供試魚	BW 体重(g)	BL 被鱗体長(cm)	VW 内臓重量(g)	LW 肝臓重量(g)	$\frac{VW}{BW} \times 10^2$	$\frac{LW}{BW} \times 10^2$	$\frac{BW}{BL^3} \times 10^2$
1	1	40.37	14.4	3.25	1.11	8.01	2.75	13.5
	2	36.02	13.5	3.79	0.81	10.52	2.25	14.6
	3	42.62	14.7	4.35	0.92	10.21	2.16	13.4
	4	32.01	13.0	2.53	0.90	7.90	2.81	14.6
	5	36.00	13.7	2.97	0.81	8.25	2.25	14.0
2	1	37.25	13.3	3.38	0.55	9.07	1.48	15.8
	2	34.88	13.3	2.84	0.81	8.14	2.32	14.8
	3	39.07	14.1	3.61	0.65	9.24	1.66	13.9
	4	33.67	13.1	2.81	0.85	8.35	2.52	15.0
	5	35.72	13.5	2.93	0.82	8.20	2.30	14.5
3	1	37.00	13.1	3.58	0.80	9.68	2.16	16.5
	2	36.93	14.0	3.35	0.85	9.07	2.30	14.4
	3	40.90	14.1	3.80	1.00	9.29	2.44	14.6
	4	38.06	13.3	4.34	1.05	11.40	2.76	16.2
	5	36.31	13.5	3.03	0.69	8.34	1.90	14.8
4	1	35.86	13.6	4.50	0.92	12.55	2.57	14.3
	2	36.66	13.4	2.55	0.93	6.96	2.54	15.0
	3	38.40	13.2	3.06	0.99	7.97	2.58	16.7
	4	21.15	11.9	1.48	0.45	7.00	2.13	12.6
	5	39.28	14.3	4.13	0.91	10.51	2.32	13.4
5	1	29.66	12.7	3.01	0.76	10.15	2.56	14.5
	2	31.22	13.6	2.20	0.55	7.05	1.76	12.4
	3	41.65	14.3	3.30	1.22	7.92	2.93	14.2
	4	29.19	13.3	2.58	0.35	8.84	1.20	12.4
	5	35.27	13.9	2.94	0.90	8.34	2.55	13.1
6	1	34.68	13.8	2.76	1.05	7.96	3.03	13.2
	2	37.09	13.7	2.70	0.55	7.28	1.48	14.4
	3	29.79	12.9	2.98	0.46	10.00	1.54	13.9
	4	38.90	14.0	3.36	0.86	8.64	2.21	14.2
	5	31.30	12.8	2.67	0.64	8.53	2.04	14.9

4. 血液の性状

飼育試験終了後、血液学的検査を実施し、同一試験区内の1～6区について供試魚の健康診断を試みた。

1) 方法

- (1) 供試魚 各試験区より無作為に5尾抽出した。
- (2) 採血方法 採血は尾柄部切断によった。あらかじめヘパリンコーティングした管に採血した血液について血液学的検査を行った。

(3) 血液学的検査等

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により測定した。

ヘマトクリット (Ht) : 10,000 r.p.m 5分間遠心分離

平均赤血球色素量 (MCH) : $MCH (rr) = \frac{Hb}{RCC} \times 10$

平均赤血球容積 (MCV) : $MCV (\mu^3) = \frac{Ht}{RCC} \times 10$

平均赤血球色素濃度 (MCHC) : $MCHC (\%) = \frac{Hb}{Ht} \times 100$

血しょう蛋白 : ヘマトクリット測定後、蛋白計にて測定した。

2) 結果

各区供試魚の血液性状は表10、図8に示した。赤血球数、ヘモグロビン量は同じ傾向で3区が低い値を示した。ヘマトクリット値は1区が高く、他の区は大差がない。平均赤血球色素量および同濃度においては各区とも差がなかった。同容積においては1区が高い値を示した。なお、赤血球数、ヘモグロビン量においては個体差が大きい。総蛋白量は4、5、6区では比較的個体差が小さかった。

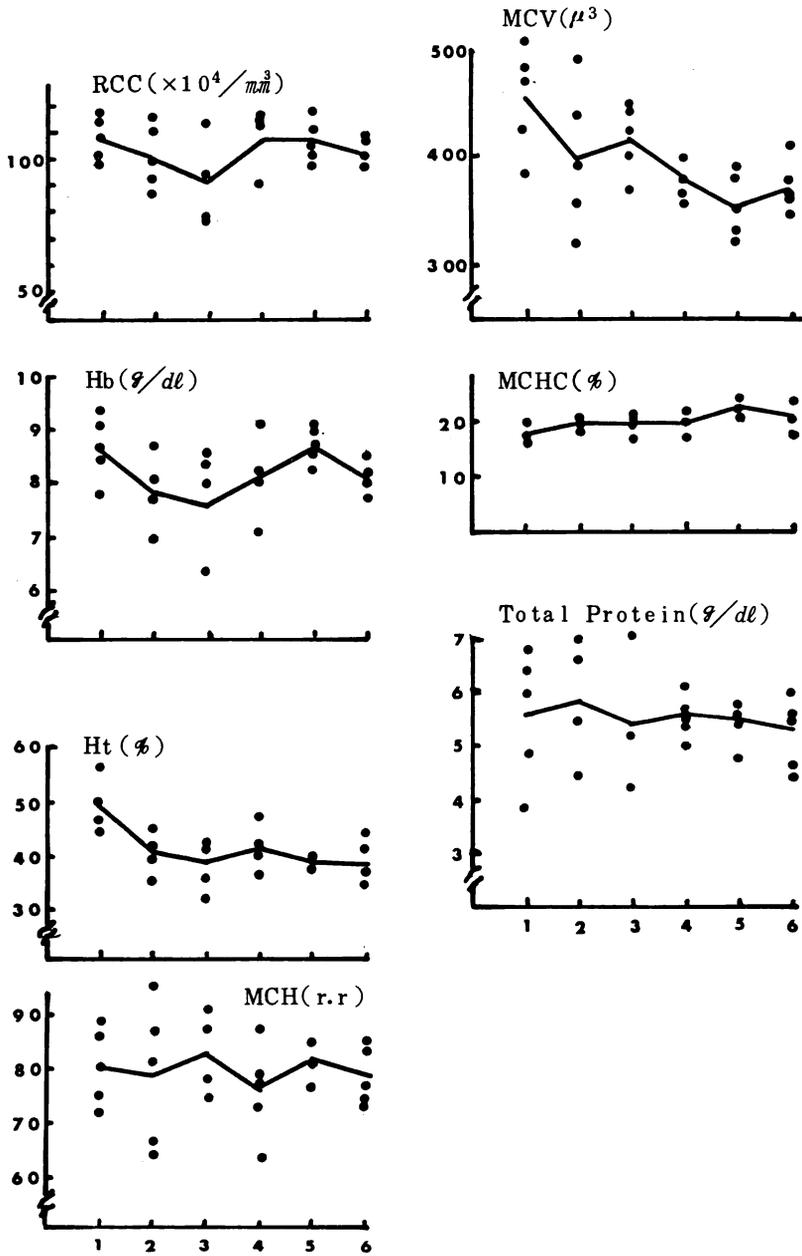


図-8 供試魚の血液性状 (血液学的検査結果)

縦軸は方法の血液学的検査の項参照 横軸は試験区

表 10 各区供試魚の血液性状

項目 区分	供試魚	RCC $\times 10^4 / \text{mm}^3$	H b g/d l	H t %	MCH r r	MCV μ^3	MCHC %	総蛋白量 g/d l
1	1	118	9.3	56	78.8	474.6	16.6	6.4
	2	108	7.7	46	71.3	425.9	16.7	6.0
	3	98	8.4	50	85.7	510.2	16.8	6.8
	4	102	9.0	50	88.2	490.2	18.0	3.8
	5	114	8.4	44	73.7	386.0	19.1	4.8
2	1	88	7.6	39	86.4	443.2	19.5	4.4
	2	110	6.9	35	62.7	318.2	19.7	5.8
	3	116	7.6	41	65.5	353.4	18.5	6.6
	4	99	8.0	39	80.8	393.9	20.5	5.4
	5	91	8.6	45	94.5	494.5	19.1	7.0
3	1	78	6.1	35	78.2	448.7	17.4	4.2
	2	92	8.0	41	87.0	445.7	19.5	7.0
	3	114	8.3	42	72.8	368.4	19.8	5.2
	4	77	6.3	31	81.8	402.6	20.3	5.2
	5	94	8.5	40	90.4	425.5	21.3	5.2
4	1	112	7.0	42	62.5	357.1	16.7	5.4
	2	112	8.0	41	71.4	366.1	19.5	5.7
	3	117	9.1	47	77.8	401.7	19.4	5.5
	4	105	8.1	40	77.1	381.0	20.3	6.1
	5	90	7.9	36	87.8	400.0	21.9	5.0
5	1	100	8.1	38	81.0	380.0	21.3	5.8
	2	106	8.6	37	81.1	349.1	23.2	5.7
	3	111	8.9	37	80.2	333.1	24.1	5.6
	4	99	8.4	39	84.8	393.9	21.5	5.3
	5	118	9.0	38	76.3	322.0	23.7	4.7
6	1	107	7.9	44	73.8	411.2	18.0	5.5
	2	108	7.9	41	73.1	379.6	19.3	6.0
	3	99	7.6	36	76.8	363.6	21.1	5.6
	4	98	8.1	34	82.7	346.9	23.8	4.4
	5	100	8.5	36	85.0	360.0	23.6	4.6

IV 考 察

フェザーミールは蛋白含量が高いにもかかわらず、アミノ酸バランスが魚粉に比べ著しくくずれているため、単一組材での利用には問題がある。従って本試験ではヒスチジンとトリプトファンの適正添加量を知る事を目的とし、フェザーミールに対する両アミノ酸の添加による成長を検討した。リジン、メチオニンについては適正添加量が報告されている¹⁾ので、これを基準に必要なレベルを添加した。

飼育試験中同じ飼料区である5・11区に各々4尾ずつのへい死が出現したが、他の区では特に異常は見られず56日間の飼育が可能であった。臓器重量比および一般血液性状についても各区において個体差によるバラツキがみられたが、これという異常は認められなかった。

今回の試験は日間成長率は最高で1.23と全般に低い成長率が得られたが、表2に示したように水温が6.5~10.1℃と低い時期であったことにより成長がやや劣ったのではないかと考えられる。それと前期でもふれたように畜産廃棄物の嗜好性も影響しているように思われる。

ヒスチジンのみを変化させた1・7、2・8、3・9および4・10区につきヒスチジン含量と日間成長率、日間給餌率および日間成長率と日間給餌率の関係を図9に示した。

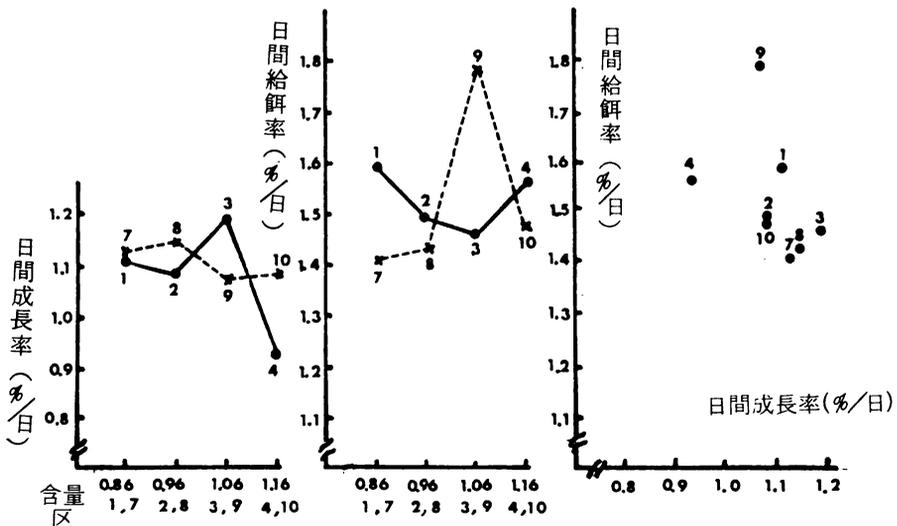


図9 ヒスチジン含量と日間成長率、日間給餌率、日間成長率と日間給餌率の関係 (図中数字は試験区)

ヒスチジン含量は0.86~1.16%の範囲であるが、成長にはヒスチジンはあまり影響していないようである。

トリプトファン含量と日間成長率、日間給餌率および日間成長率と日間給餌率の関係は図10に示すとおりである。

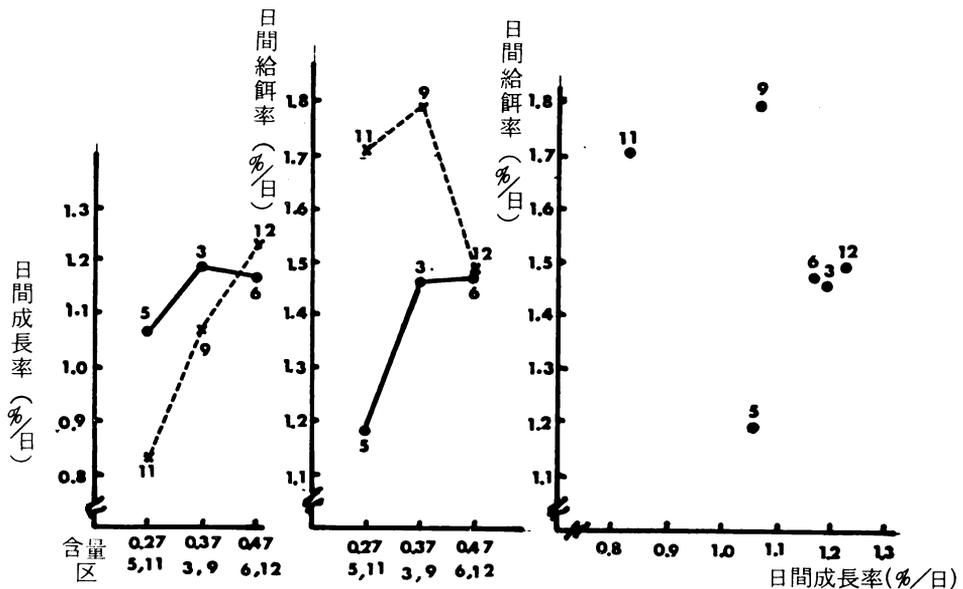


図10 トリプトファン含量と日間成長率、日間給餌率、日間成長率と日間給餌率 (図中数字は試験区)

トリプトファン含量と日間給餌率には顕著な関係はみられないが、含量が増加するにつれて日間成長率が高くなる傾向があり、添加量を増加させれば更に成長率が高まる可能性も考えられる。トリプトファン含量が少い5・11区において、へい死が多く見られたがこれがトリプトファンの不足に原因するかは不明である。

図4に示したように同じ飼料での平均飼料効率で70%以上を示した飼料区は1・7区、2・8区、6・12区の3区であった。これはフェザミール飼料でも飼料効率だけは北洋白身ミールに近い成績を示したものと考えられる。

今回の試験結果を総合してみると、ヒスチジンの飼料中の必要量はマスノスケの要求量が0.7%と報告されていること、および本実験で添加量を多くしても効果がほとんど見られなかったことからさらに少ない添加で充分であろうと思われる。

トリプトファンについては添加効果が認められ、本実験範囲ではまだ不足しているとも考えられ、含量で0.47%以上が必要ではないかと思われる。

V 要 約

ニジマス0年魚を用いて、畜産廃棄物のフェザーミールによる飼育試験を行った。

- 1) 必須アミノ酸のトリプトファンおよびヒスチジンの適正添加量を検討した。
- 2) トリプトファン含量は0.47%以上必要であろう。

- 3) ヒスチジンの添加量は0.8%以下で充分であろうと思われる。
- 4) 飼育試験中異常摂餌はみられず、56日間の飼育が可能であった。各区において内臓所見、一般血液性状にこれという異常は認められなかった。
- 5) フェザーミール飼料だけでも飼料効率は北洋白身魚粉に近い成績を示したものと考えられる。

VI 参考文献

- 1 富田政勝 フェザーミール飼料に不足するアミノ酸、特にメチオニン、リジンの添加量について。
(淡水区水産研究所 研修資料)

C 飼育試験Ⅲ

I まえがき

昭和52年度にフェザーミール・血粉・ミートボーンミールの組合せおよび、不足する必須アミノ酸添加による検討を行ったが、53年度は飼料原料として、ロットの変動するミートボーンミールを除いた組合せについて、飼育試験を実施した。

II 材料および方法

- 1) 飼育期間：昭和53年8月4日～9月14日（42日間）給餌日数39日
- 2) 供試魚：奥多摩分場産ニジマス0年魚、平均体重5.4g（範囲4.2～6.7g）
- 3) 試験水槽：55×35×35cmの硬質塩ビ水槽（水深25cm）、12槽1槽当り注水量7～8ℓ/min
- 4) 給餌量および測定方法：給餌は9時と16時の1日2回とし、毎回飽食量を与え、給餌量を記録した。測定方法は供試魚を麻酔させたのち、個体別に被鱗体重を測定した。
- 5) 飼育池の水質環境：試験期間中の水質・水温を表-1・2、図1に示した。

表-1 期間中の水質

月・日	溶存酸素	水 量
8月20日	— ppm	7.5 ℓ/分
9月10日	6.5	7.5

表-2 期間中の水温

月	平均	(最低～最高)℃
8月	19.3	(18.6～20.3)
9月	17.4	(16.3～19.1)

- 6) 試験区分と飼料の配合組成：試験区分と飼料の配合組成(%)は表3に示すとおりである。なお、11・12区は対照区として市販飼料の区（オリエンタル酵母KK、日本配合飼料KK）を設定した。

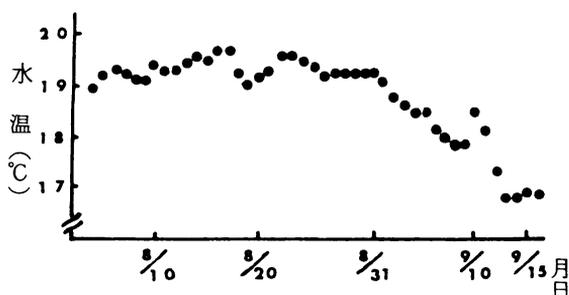


図1 試験期間中の日平均水温

表3 試験区分と飼料の配合組成

区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
フェザーミール	49.26	43.34	37.37	31.32	25.20	49.26	43.34	37.37	31.32	25.20
血粉	12.31	18.58	24.92	31.32	37.81	12.31	18.58	24.92	31.32	37.81
L-メチオニン	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
L-リジン	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Dextrin	14.42	14.08	13.71	13.56	12.99	13.42	13.08	12.71	12.56	11.99
ビタミンックス ①	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
ミネラルックス ②	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Oil ③	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
C.M.C ④	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

- ① The concentration of each vitamin was twice as much as that reported by Halvar (1957).
- ② U.S.P.XII, salt mixture No.2 supplemented with trace metals as reported by Halvar (1957).
- ③ Pallack liver oil purified by molecular distration.
- ④ Carboxy methl cellulose.

Ⅲ 結 果

1) 飼育試験

飼育結果をまとめて表4に、取上げ日ごとの平均体重の推移を図2表5に示した。摂餌は全区とも終始活発であったが、2区と7区は他区と異なって摂餌状況は敏感であった。

飼育結果を比較すると、取上げ日ごとの成長倍率は表5に示すとおりで12>11>8>9>2>6>5>1>10>3>4の順であった。

取上げ日ごとの飼料効率は図3に示すとおりで、変動が大きく特に2・3・4・5区については6週目に高い値が得られた。総合してみると図4に示すとおりで試験区では50%をこえたのは2・6・8・9区であった。

2) 体型測定

飼育試験終了後、各区について全数採取し、ただちに体長と体重を測定した。測定結果は表6、図5に示すとおりである。

各区の体長、体重を比較するために平均値の95%信頼帯を求めた(図5参照)。1~5区では各区とも平均体長・体重に有意差はないが、6~10区では8区は6区と10

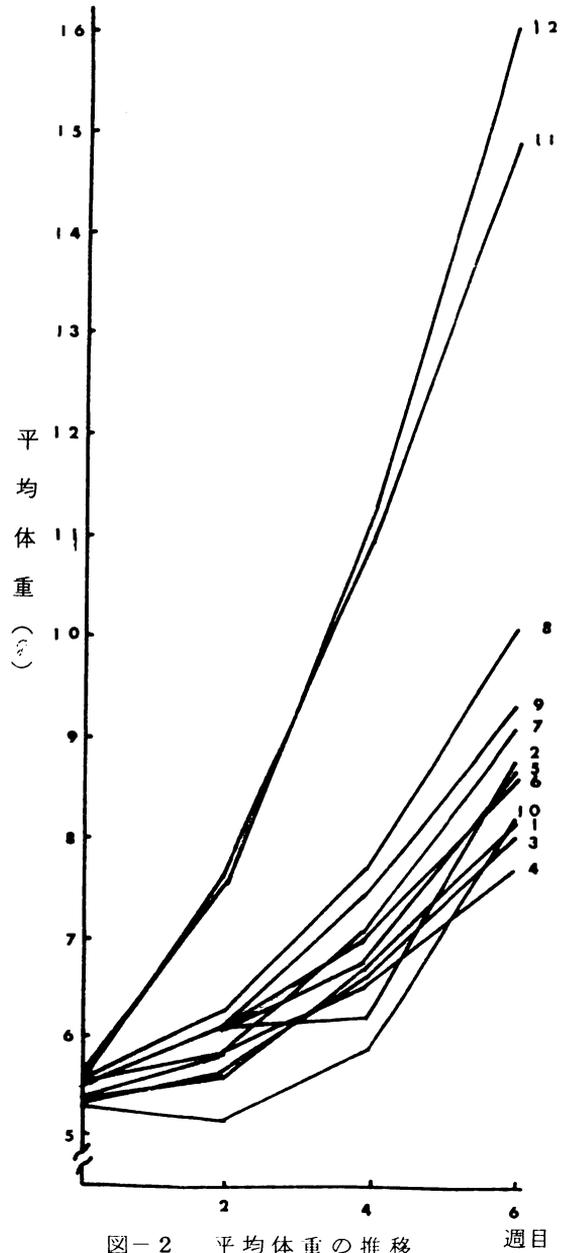


図-2 平均体重の推移

表-4 飼育試験結果

区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
放棄尾数(%)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
重量(g)	158.2	162.2	159.8	165.8	164.3	159.9	159.1	166.8	162.8	159.5	165.9	164.1
平均体重(g)	5.27	5.41	5.33	5.53	5.48	5.33	5.30	5.56	5.43	5.32	5.53	5.47
取上げ尾数(%)	29	30	27	27	30	30	26	29	30	26	30	30
重量(g)	237.2	264.3	217.7	208.4	252.7	258.5	237.2	292.0	280.0	213.7	446.7	481.9
平均体重(g)	8.18	8.81	8.06	7.74	8.71	8.62	9.12	10.07	9.33	8.22	14.89	16.06
死亡尾数(%)	1	0	3	3	0	0	4	1	0	4	0	0
重量(g)	6.0	-	14.3	17.0	-	-	18.3	4.9	-	20.9	-	-
原物給餌量(g)	179.20	185.22	164.60	157.18	189.42	197.65	187.84	227.05	216.31	164.07	354.25	397.04
増重量(g)	79.0	102.1	57.9	42.6	88.4	98.6	78.1	125.2	117.2	54.2	280.8	317.8
補正増重量(g)	85.0	-	72.2	59.6	-	-	82.1	130.1	-	75.1	-	-
成長倍率(%)	155.2	162.8	151.2	140.0	158.9	161.7	172.1	181.1	171.8	154.5	269.3	293.6
生残率(%)	96.7	100	90.0	90.0	100	100	86.7	96.7	100	86.7	100	100
原物飼料効率(%)	44.1	55.1	35.2	27.1	46.7	49.9	41.6	55.1	54.2	33.0	79.3	80.0
補正 " (%)	47.4	-	43.9	37.9	-	-	51.3	57.3	-	45.8	-	-
成長率(%/日)	1.05	1.16	0.98	0.80	1.10	1.14	1.29	1.41	1.29	1.04	2.36	2.56
給餌率(%/日)	2.38	2.11	2.78	2.95	2.36	2.28	3.10	2.56	2.38	3.15	2.98	3.20

表-5 取上げ日ごとの成長倍率

取上げ回数	区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1回目		0.96	1.12	1.05	1.05	1.11	1.12	1.10	1.13	1.12	1.05	1.37	1.40
2 "		1.13	1.02	1.18	1.13	1.12	1.17	1.22	1.24	1.22	1.21	1.45	1.47
3 "		1.40	1.42	1.21	1.18	1.29	1.24	1.28	1.29	1.25	1.22	1.36	1.43

表-6 測定時の体重範囲 (g)

区	測定時			放 養			第 1 回			第 2 回			第 3 回		
	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
1	4.3	6.2	5.27	4.2	6.8	5.15	2.9	9.0	5.84	3.9	13.5	8.18			
2	4.2	6.5	5.41	3.5	8.0	6.06	2.1	9.4	6.19	3.7	12.9	8.81			
3	4.5	6.2	5.33	3.4	7.4	5.62	4.2	9.8	6.65	4.4	11.6	8.06			
4	4.5	6.5	5.53	3.4	7.2	5.80	5.3	8.6	6.54	6.4	9.2	7.72			
5	4.6	6.7	5.48	4.3	7.9	6.06	4.6	11.0	6.76	6.3	15.2	8.71			
6	4.6	6.0	5.33	4.8	7.0	5.97	4.9	9.9	6.97	5.4	13.0	8.62			
7	4.5	6.1	5.30	4.5	6.8	5.83	4.9	9.5	7.10	4.5	12.5	9.12			
8	4.6	6.4	5.56	4.9	8.1	6.27	5.6	10.2	7.79	6.5	13.4	10.07			
9	4.5	6.4	5.43	4.4	7.5	6.09	4.7	10.1	7.44	5.8	13.0	9.33			
10	4.4	6.4	5.32	3.6	7.1	5.59	3.8	9.0	6.75	4.5	11.2	8.22			
11	4.5	6.2	5.53	5.8	9.5	7.56	7.7	14.0	10.95	10.1	19.3	14.89			
12	4.5	6.3	5.47	6.3	9.6	7.66	8.5	13.7	11.22	11.6	19.9	16.06			

区より良く、その他の区とは有意差がなかった。

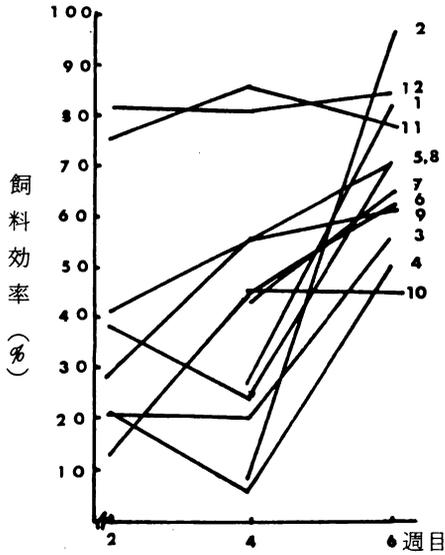


図-3 飼料効率の推移(数字は区分)

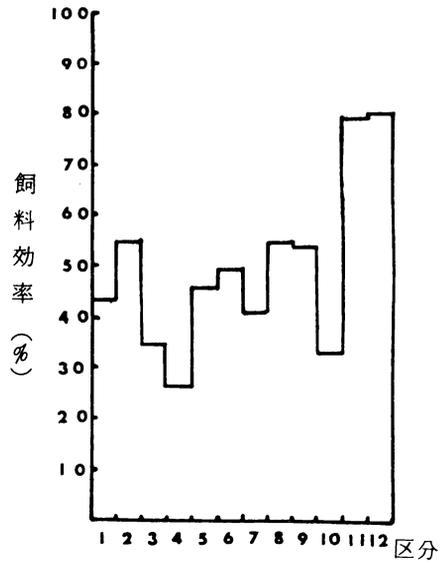


図-4 飼料効率

表-7 体長、体重の測定結果

区分	個体数	平均(mm)	分散	平均の95%信頼限界		肥満度	変動係数
1	29	81.38	27.18	79.40	83.36	1.52	33.39
2	30	82.70	48.64	80.10	85.30	1.56	58.81
3	27	80.59	38.17	78.15	83.03	1.54	47.36
4	27	80.15	13.98	78.67	81.63	1.50	17.44
5	29	82.41	32.40	80.25	84.57	1.56	39.31
6	30	81.07	29.52	79.04	83.10	1.62	36.41
7	26	83.35	32.24	81.06	85.64	1.43	38.68
8	29	85.48	24.19	83.61	87.35	1.60	28.30
9	30	83.70	21.18	81.98	85.42	1.57	25.31
10	26	80.35	27.68	78.22	82.48	1.56	34.45
11	30	97.50	33.22	95.35	99.65	1.61	34.08
12	30	99.20	52.86	97.06	101.34	1.66	33.12
1	29	8.18	3.98	7.42	8.94		48.70
2	30	8.81	5.02	7.97	9.65		56.95
3	27	8.06	4.02	7.27	8.85		49.83
4	27	7.72	0.73	7.38	8.06		9.51
5	29	8.71	3.93	7.96	9.46		45.15
6	30	8.62	3.41	7.93	9.32		39.58
7	26	9.12	4.38	8.27	9.97		48.03
8	29	10.07	3.76	9.33	10.81		37.96
9	30	9.33	3.26	8.66	10.00		34.96
10	26	8.22	3.37	7.48	8.96		41.05
11	30	14.89	5.63	14.00	15.78		37.79
12	30	16.06	5.03	15.22	16.90		31.33

リジン添加区との比較では、平均体長、体重について8区と3区、9区と4区には有意差が認められた。

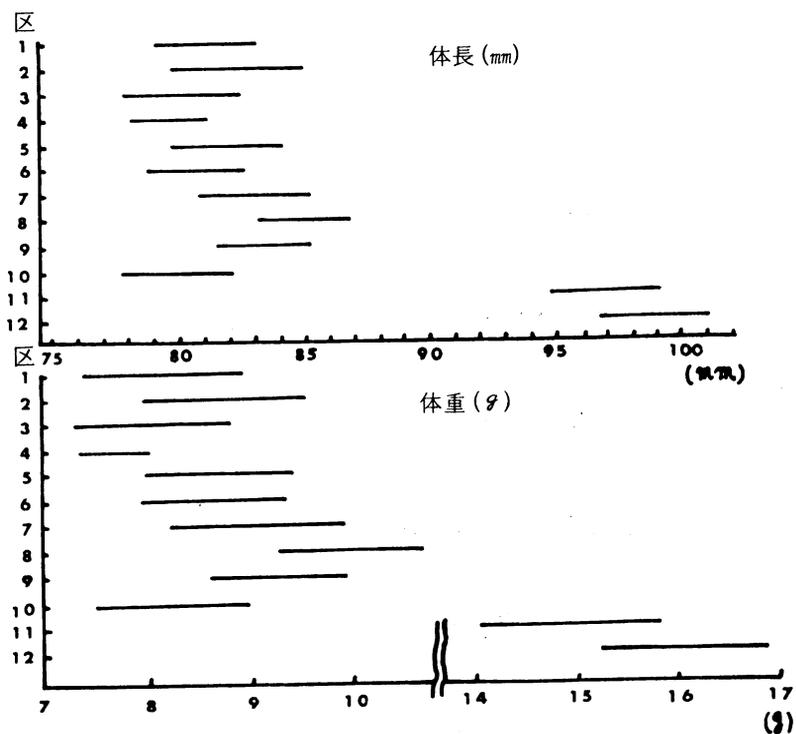


図-5 平均値の95%信頼帯

飼育試験開始時と終了時の頻度分布は図6に示したとおりであり、どの区においても終了時にはバラツキが多かった。

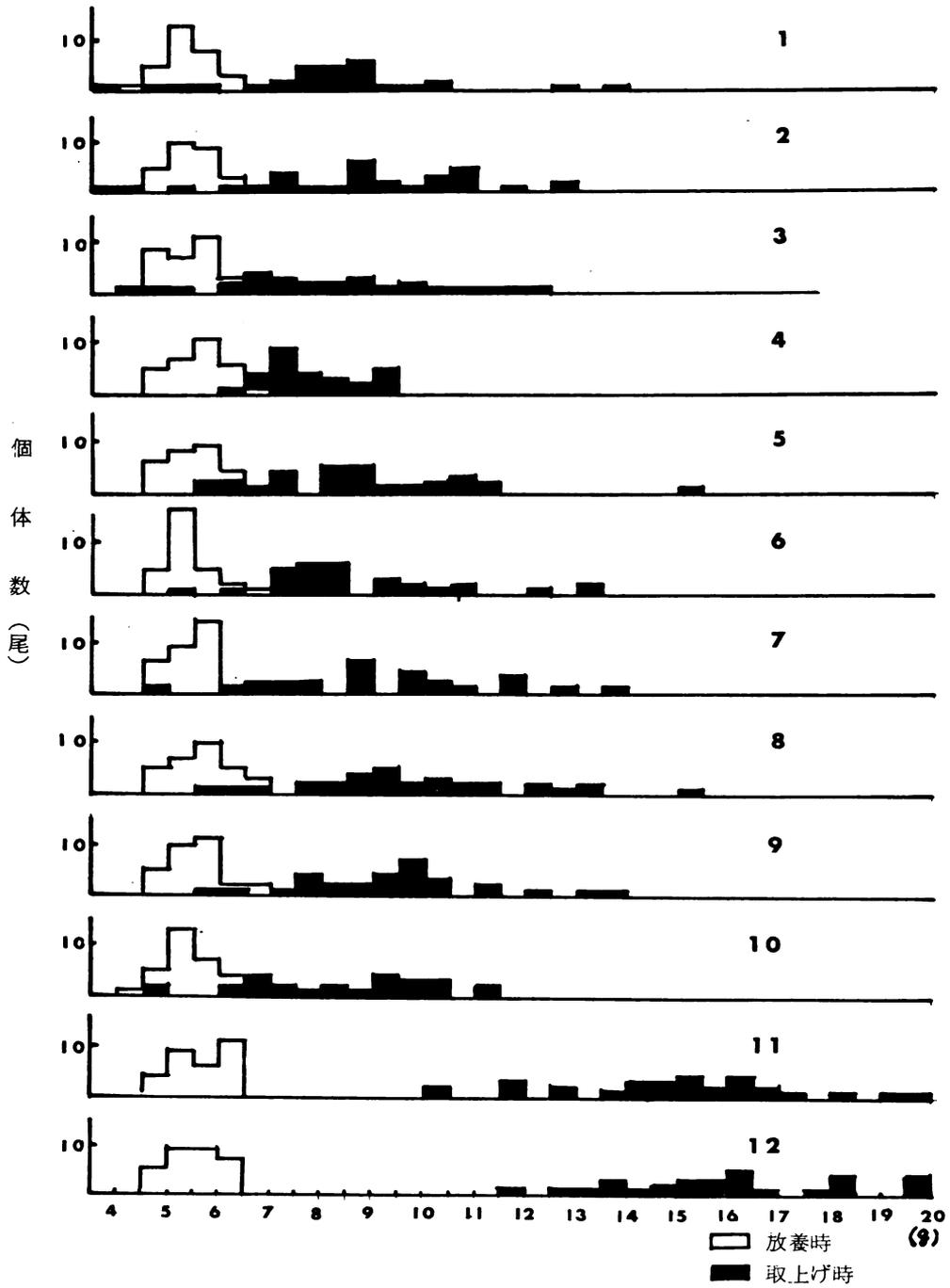


図-6 放養、取上げ時の体重頻度分布

Ⅳ 考 察

畜産廃棄物のフェザーミールと血粉の組み合わせ割合を変えた素材での飼育試験を行ったが、魚粉を全く含まない飼料でも異常摂餌（期間中に一部2区と7区がやや敏感な摂餌状況を示した。）や、へい死はみられず、42日間の飼育が可能であった。へい死魚については、当场において鰓病、せつそう病が出現していたので、これに罹病したもので飼料による影響とは考えられない死にかたであった。

日間成長率は試験区の1～10区においては2つの山がみられた。つまり、リジンを添加しない1～5区では2区の成長が一番良く、リジンを添加した6～10区では8区の成長が一番良く、全体では8区が良かった。

今回の試験区のアミノ酸含量は計算（「食品中のアミノ酸含量とその蛋白生物価」1972）によると、表8に示すとおりである。

表-8 必須アミノ酸含量

(g/100g)

アミノ酸 \ 区分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
アルギニン	3.23	3.09	2.94	2.78	2.64	3.23	3.09	2.94	2.78	2.64
ヒスチジン	0.83	1.09	1.36	1.62	1.88	0.83	1.09	1.36	1.62	1.88
イソロイシン	2.26	2.05	1.83	1.61	1.39	2.26	2.05	1.83	1.61	1.39
ロイシン	5.00	5.27	5.47	5.68	5.89	5.00	5.27	5.47	5.68	5.89
リジン	1.61	1.89	2.17	2.46	2.75	2.45	2.67	2.95	3.24	3.53
メチオニン	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95	0.87	0.89	0.91	0.93	0.95
フェニールアラニン	2.98	3.04	3.10	3.10	3.23	2.98	3.04	3.10	3.10	3.23
スレオニン	2.84	2.77	2.70	2.62	2.54	2.84	2.77	2.70	2.62	2.54
トリプトファン	0.40	0.41	0.42	0.44	0.45	0.40	0.41	0.42	0.44	0.45
バリン	3.77	3.68	3.70	3.66	3.62	3.77	3.68	3.70	3.66	3.62
シスチン	2.02	2.81	1.59	1.38	1.17	2.02	1.81	1.59	1.38	1.17
チロシン	1.60	1.56	1.53	1.49	1.45	1.60	1.56	1.53	1.49	1.45

各試験区のアミノ酸組成をマスノスケの必須アミノ酸要求量と比較すると図7に示すとおり、1・2区のリジン以外は全て要求量を満している。

リジン含量と日間成長率との関係を図8に示した。試験区1～5区と6～10区はリジン含量が異なるが、他のアミノ酸組成は1区と6区、2区と7区（以下同じ）とはそれぞれ同じ組成である。従って、リジンの添加により、1～5区の成長は日間成長率で、それぞれ+0.09、+0.13、+0.43、+0.59、

-0.06の差が生じ、6～9区でリジン添加量の多いほど日間成長率の増加が認められた。但し、リジン含量3.53と最も多い10区には添加効果のみられない結果となった。

この原因の一つとしてはロイシン、イソロイシン、バリン等の組成のアンバランスが考えられる。

Chanceらはロイシン、イソロイシンのアンバランスが成長低下をもたらすと述べている。

ロイシン/イソロイシンの比率を検討すると、飼料素材としては魚粉が1.78に対し、今回用いた素材のフェザーミール1.74、血粉13.97となり、血粉での値は非常に高い。1～5区のロイシン/イソロイシンの値は1区2.21、2区2.57、3区2.99、4区3.52、5区4.23であり、血粉含量の多い5区がその値も一番高くなっている。

また、バリン/イソロイシンの値も

1区1.67、2区1.80、3区2.02、4区2.27、5区2.60であった。

5区のリジン添加効果がみられなかった原因として、これらアミノ酸間のバランス調整も検討する必要がある。アミノ酸バランスより検討すれば、1・2区に9・10区なみのリジン添加を行えば、より高い日間成長率が期待出来そうである。

但し、魚粉区との日間成長率

をくらべると、図9に示したとおり、一番成績の良かった8区でも、魚粉区の半分にも達していない。従って、更に組合せ割合の検討、リジン等の添加率の検討を加え、より魚粉の成長に近い素材をつくり出す必要がある。

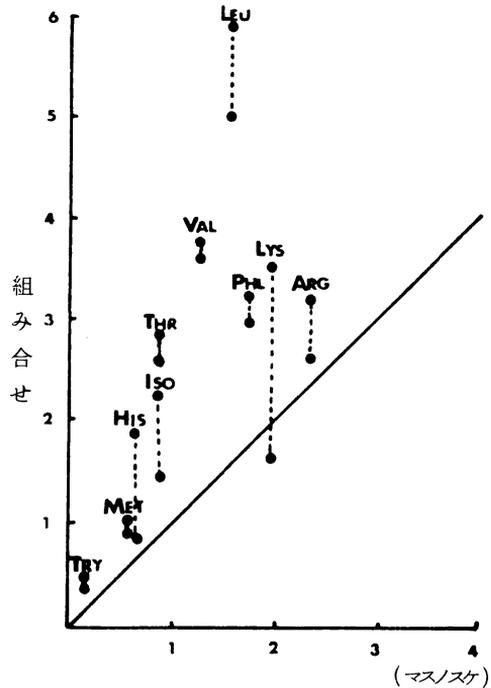


図-7 各試験区のアミノ酸バランス

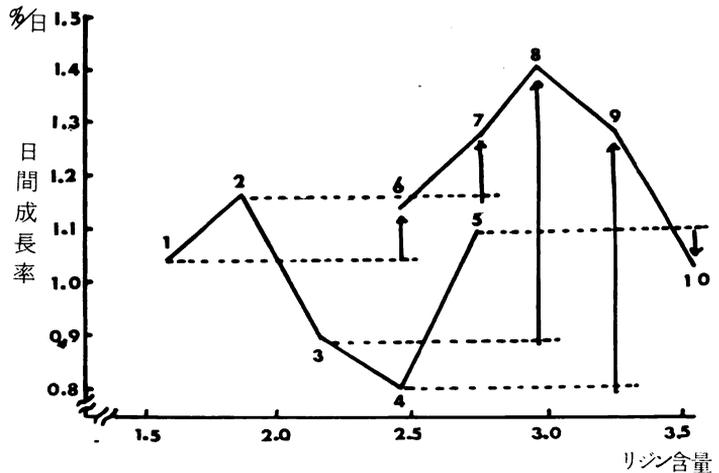


図-8 リジン含量と成長率の変化

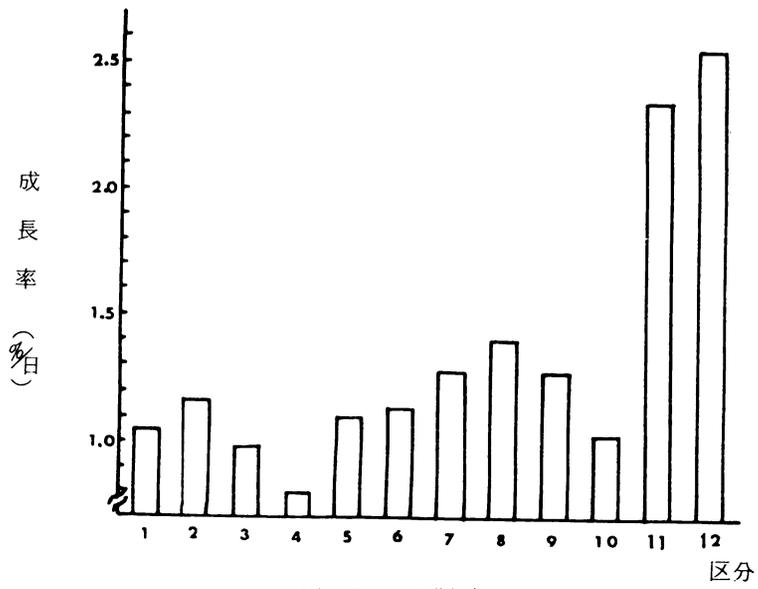


図-9 日間成長率

Publication of The Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station No.298

Memoir of the Tokyo Metropolitan

Fisheries Experiment Station No.147

昭和54年度	印刷物規格表第 2 類
指定調査研究総合助成事業	印刷番号(55)807
新飼料蛋白利用化研究報告書	刊行物番号 (I)186
(ニジマス)	
昭和55年8月31日発行	
編集・発行	東京都水産試験場 技術管理部
	〒125 東京都葛飾区水元小合町3374番地
	電話 (03) 600-2873
印刷所	株式会社 東 邦