

稚鯉の栄養に関する研究

第1報 餌料蛋白含有率の差異が稚鯉の成長及び 斃死率に及ぼす影響に就いて*

赤 築 敬 一 郎

Studies on Nutrient of Carp-fry.

1. Effect of Variations in Protein Content in Diet upon
Growth and Mortality of Carp-fry.

By

Keiichiro SYAZUKI

A culture of carp-fry was carried out for 4 $\frac{1}{2}$ months with a view to examine effects of protein content in diet on their growth and mortality. Composition and protein content of diet used in the experiment are shown in Table 2. The results obtained are as follows:

1. Proper content of protein in the diet was found 25%—50%. But more specifically, 40%—45% were the most favorable for carp-fry below 3 months and 25%—30% above 3 months in age.
2. The fry fed on 25%—50% of protein content have grown nearly the same, with feed-coefficient 2—3.
3. High mortality together with low growth rate was found when administered with diet with either more than 45% or less than 20% of protein content.
4. Effect of raw beef liver added at a 10 percent level on dry basis was recognized when fed on the diet having much protein (40%—50%) and it was remarkably evident in fry of younger stages.

緒 言

養魚池、稻田、溜池等に於ける稚鯉の育成は天然餌料で行うのが最も適当であつて、施肥、有害水中植物の駆除等の手段により天然餌料の増産が行われている。しかしその生産量には限度があり、限られた水面で多量の稚鯉を飼育するには人工餌料の補給が必要である。然し人工餌料を給与した場合は天然餌料のみの場合に比して成長、斃死等の点で劣る事が多数の飼育試験結果により指摘されており、これは明らかに魚類の栄養特に人工餌料の栄養化学的研究が不十分で不明のまゝ残されている部分が少くない為である。従来より魚類の栄養に関しては多数の業績が発表されているが、これらの多くは栄養的に不完全な餌料による研究或は比較的短期

* 水産講習所研究業績 第191号

問の飼育結果であつて、これらを直ちに実際の養魚上には適用し難い。

餌料蛋白含有率に関する既往の業績として、KNAUTHE は鯉の各年令に対する栄養率の標準を定め稚鯉には天然餌料の栄養率に近い0.5~0.8を適當とし¹⁾、関根・柿崎²⁾は河鱒、右田・花岡³⁾は金魚を用いて餌料蛋白含有量と魚体蛋白増生量との間には定量的な関係のある事を明らかにし、前者は体蛋白増生量が最大値を示す時の餌料蛋白含有率を42.5%、後者は63.67%とした。花岡・古川・小笠原⁴⁾は餌料栄養比の異なる場合の蛋白消化率を測定し、消化率及び体重増加より考へて餌料蛋白含有率の範囲は40%~60%が適當である事を提唱した。又松井・大島⁵⁾、右田・花岡・都筑⁶⁾、関根・柿崎²⁾等は蛋白に偏した餌料では斃死率の高い事を指摘し、更に関根⁷⁾、右田・花岡⁸⁾は餌料蛋白の経済的給与量に関する検討を行つた。一方MC CAY及び協同研究者等^{9)~12)}は鱒の栄養に関して詳細な検討を行い鱒の栄養には餌料蛋白含有率は25%で充分であり、それ以上に蛋白含量を多くしても成長は促進されず、却つて高蛋白餌料では斃死率が高くなる事を認め、又魚類の栄養には特殊栄養因子即ちFactor Hの必要な事を明らかにし乾燥餌料に新鮮な獸類内臓を添加すれば成長を促進させ高蛋白餌料による斃死を防止出来る事を認めた。

上記諸業績の示す通り魚類の栄養上適當な蛋白含有率は研究者により差異があり、又魚種及び年令により異なるものと思われるので、筆者は稚鯉の成育上適當な餌料蛋白含有率を明らかにする目的で蛋白含有率の異なる合成餌料及びこれに生牛肝を添加したものを用いて稚鯉の飼育試験を行つたので、茲にその結果を報告する。

材料及び方法

飼育実験は6月12日より10月27日までの4ヶ月半に亘つて行い、全期間を第1期、6月12日~7月12日、第2期、8月3日~10月27日の2期に分けた。第1期には孵化後3週間を天然餌料で飼育した平均体重0.11瓦の稚鯉を100尾ずつ、第2期には第1期の供試魚を引続き同一餌料で飼育したものを9~15尾ずつ実験に供した。

供試餌料はカゼイン、澱粉、酵母、塩類及び生牛肝を適當に配合したもので9試験区を設けた(第1及び第2表)。此等の餌料は給与前にカゼイン、澱粉、酵母及び塩類の混合物を少量

Table 1. Chemical composition of ingredients in diet used.

Material	Component	Moisture (%)	Percentage in dry matter			
			Crude protein	Crude fat	Crude ash	Nitrogen free extract
Raw beef liver		68.2	72.50	13.91	5.24	8.35
Yeast		10.4	46.19	1.29	6.98	45.54
Starch		17.4	0.50	0.00	0.22	99.28

の水で潤し、此れに生牛肝、バター及び肝油を添加しよく練合せて白色磁性皿に入れ実験槽底に静かに沈めた。バター及び肝油は3日毎に夫々5%及び1滴ずつ給与した。生牛肝は60%酒精に浸け冷蔵庫中で保存し1週間毎に新鮮物と取換へた。投餌量は2時間以内に食尽すように撰餌状態に応じて魚体重の3~10%の範囲で全区に同一量を毎日一回投与した。

飼育槽は40L容水甕を土中に埋め水量を30Lとして使用した。飼育水はプランクトンネットで濾過した池水を用い毎日約1/2量ずつ換水し、竹簧で覆つて水温を20~30°Cに保つた。尚

Table 2. Composition and protein content of the diet used.

Ingredients	No. of pond									
	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E	
Casein	70	70	50	50	30	30	15	15	0	
Starch	30	30	50	50	70	70	85	85	0	
Yeast	5	5	5	5	5	5	5	5	0	
Salt mixture *	5	5	5	5	5	5	5	5	0	
Raw beef liver	—	+**	—	+	—	+	—	+	100	
Content of protein (%)	58.95	60.31	46.32	48.94	25.56	30.24	16.66	22.24	72.50	

* McCollum's salt mixture No. 185

** Raw beef liver was supplemented at a 10 per cent level on dry basis.

甕底の糞、残餌等の沈澱物は毎日サイフホンを除き、15日毎に甕の清掃を行つた。

魚体重は供試魚を迅速に濾紙上に取揚げて水分を除き粗天秤上に乗せた水槽に入れて測定した。生存魚は10~15日毎、斃死魚は発見直後に秤量し、行方不明魚の体重は発見時と前回測重時との平均魚体重の平均値を採用した。全魚体重増重量、成長率、餌料係数等は斃死及び行方不明魚の体重を加へて算出した。

結果及び考察

I. 第 1 期

実験後10日目毎の生存尾数は第3表、10日及び30日後の飼育結果は夫々第4及び第5表に示す通りである。

Table 3. Number of fish alive during the 1st period.

Time on exp. (days)	No. of pond									
	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E	
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
10	94	94	100	100	100	99	97	97	98	
20	61	87	99	96	96	95	95	92	96	
30	4	11	31	95	92	90	86	86	93	

Table 4. Growth after 10 days in the 1st period.

No. of pond	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E
Average weight of fish alive (g)	0.162	0.183	0.166	0.170	0.143	0.141	0.138	0.141	0.155
Total increase in body weight (g)	5.00	7.06	5.66	6.00	3.30	3.00	2.76	3.07	4.45
Growth rate (%)	146	173	151	156	130	127	125	128	140
Mortality (%)	6	6	0	0	0	1	3	3	2
Feed coefficient *	2.01	1.56	1.90	1.83	3.33	3.55	3.99	3.58	2.47

* Total feed consumed was 11 grams.

斃死率 最初の10日間は斃死少く各区に大差はないが、A及びA'区はその後摂餌が不良となり15日目頃より斃死が顕著でA区は30日、A'区は40日後に全滅した。B区は20日後摂餌が悪くなり25日目頃より急激に斃死し始め30日後には69%の高斃死率を示した。その他の区は

Table 5. Growth after 30 days in the 1st period.

No. of pond	A	A'	B	B'	C	C'	D	D'	E
Average weight of fish alive (g)	—	—	0.171	0.192	0.163	0.166	0.146	0.150	0.208
Total increase in body weight (g)	—	—	6.30	8.13	5.21	5.42	3.50	4.37	9.53
Growth rate (%)	—	—	157	174	147	149	132	140	187
Mortality rate (%)	96	89	69	5	8	10	14	12	7
Feed coefficient *	—	—	5.24	4.06	6.34	6.09	9.43	7.55	3.46

* Total feed consumed was 33 grams.

5～14%の範囲で斃死の大部分が測重時の魚体の傷害に原因すると考えられるから飼育中の滅亡率は更に低率となるはずである。生牛肝添加効果は30%以下の低蛋白餌料区には殆ど認められないが、B区とB'区との斃死率に大差を生じた事から高蛋白餌料に対しては明らかに好影響が認められる。

成長 最初の10日間は各区とも順長な成長を示しA'区が最大、D区が最小で成長率は夫々173%及び125%、全増重量では夫々7.06g及び2.76gを示した。10日以後はE区を除いて各区とも成長が鈍り30日後にはE区が最大の成長を示し成長率及び全増重量は夫々187%及び9.53gで成長は蛋白含有率の大きい区ほど良好であつた。生牛肝添加効果は、高蛋白区では生牛肝添加による蛋白含有量の増率が僅少であるに拘らずA区とA'区との最初の10日間及びB区とB'区との30日間の成長に大差を生じた事から明らかに好影響が認められるが、低蛋白区では生牛肝添加により蛋白含有率がかなり増大するのでその効果は余り明かでない。

餌料係数 各区に同量を投餌したから餌料係数は全増重量に反比例し最初の10日間はA'区が最小、D区が最大で夫々1.56及び3.99を示し、30日間ではE区が最小、D区が最大で夫々3.46及び9.43となり最初の10日間に比べて各区の餌料係数2～3倍を示すが、これは10日以後の成長が低下した為である。

本実験の後半に於いて屢々鼻上げを認めたので20日後の換水前後の溶存酸素を毎日測定したが換水前後の溶存酸素量は夫々2mg/L以下及び7mg/L以上で換水前には明らかに溶存酸素が不足するのを認めた。亦昨年放養尾数を20尾ずつとして同一条件で予備実験を行い1ヶ月後にA、B及びC区の斃死率として夫々95%、40%及び10%、C区の成長率及び餌料係数として夫々200及び2.78なる結果を得ており、放養尾数を100尾とした本実験結果に比べてA区の斃死率はほぼ等しくC区の成長率が大きく10日以後にも成長の低下は認められなかつた。従つてA及びA'区の高斃死率は主に餌料蛋白含量の高率が原因となり、又各区の後半に於ける成長の低下は放養密度の過大によつて起つた鼻上げが主因であると推定される。飼育結果を総括的に見ればE区(生牛肝)が最良でB'区(カゼイン50%)がこれに次ぐ成績でA及びA'区が最悪であつた。然しE区が最高の蛋白含有率であるに拘らず最良の成績を示した点より高蛋白合成餌料でも生牛肝の添加量を増せば斃死を防止出来るものと考えられる。又E区とB'区との差は僅少であるから経済的には餌料蛋白含有率は約50%が幼少な稚鯉に対して適當である。

II. 第 2 期

実験後70日の飼育結果は第6表、又85日間の全魚体増重量及び成長率の変化は夫々第1及び第2図に示す通りである。

Table 6. Results obtained after 70 days in the 2nd period.

No. of pond	B	B'	C	C'	D	D'	E
Initial number of fish	9	10	13	15	15	11	10
Initial total weight of fish (g)	4.4	4.7	3.8	3.9	3.8	4.7	4.6
Initial average weight of fish (g)	0.49	0.47	0.29	0.26	0.25	0.43	0.46
Number of fish alive	5	7	11	12	12	10	7
Weight of fish alive (g)	14.8	17.5	17.1	16.6	11.2	14.8	14.8
Weight of dead fish (g)	3.7	3.9	0.7	1.8	1.0	0.3	2.4
Total weight of fish (g)	18.5	21.4	17.8	18.4	12.2	15.1	17.2
Total increase in body weight (g)	14.1	16.7	14.0	14.5	8.4	10.4	12.6
Mortality (%)	44.4	30.0	15.4	20.0	20.0	9.1	30.0
Growth rate (%)	420	455	468	470	321	321	373
Feed coefficient *	2.66	2.25	2.68	2.59	4.46	3.61	2.98

* Total feed consumed was 37.5 grams.

斃死率 B区が最高で44.4%，次いでB'及びE区の30%，最低はD'区の9.1%で，一般に高蛋白餌料ほど斃死率が高く，特にE区は70日以後は摂餌不良となり80日目頃より斃死が顕著で90日後に全滅した。生牛肝添加区は無添加区に比して斃死率が低いが第1期試験の様子が明らかでない。

成長 70日後の全魚体増重量はB'区が最大で16.7g，C，C'及びB区は殆んど差がなく14.0～14.5gでB'区に次ぎ，最小はD区の8.4gであった。第1期に最大値を示したE区は予想外に悪く12.6gに過ぎなかつた。

又70日後の成長率はC'区が最大で470%，D及びD'区が最小で321%であった。全増重量と成長率との順位に差が生じたのは最初の全魚体重が異なるためで初体重の小さい方が成長率が大きくなるから，この場合の成長の比較には成長率よりも全魚体増重量を採用する方が適當である。

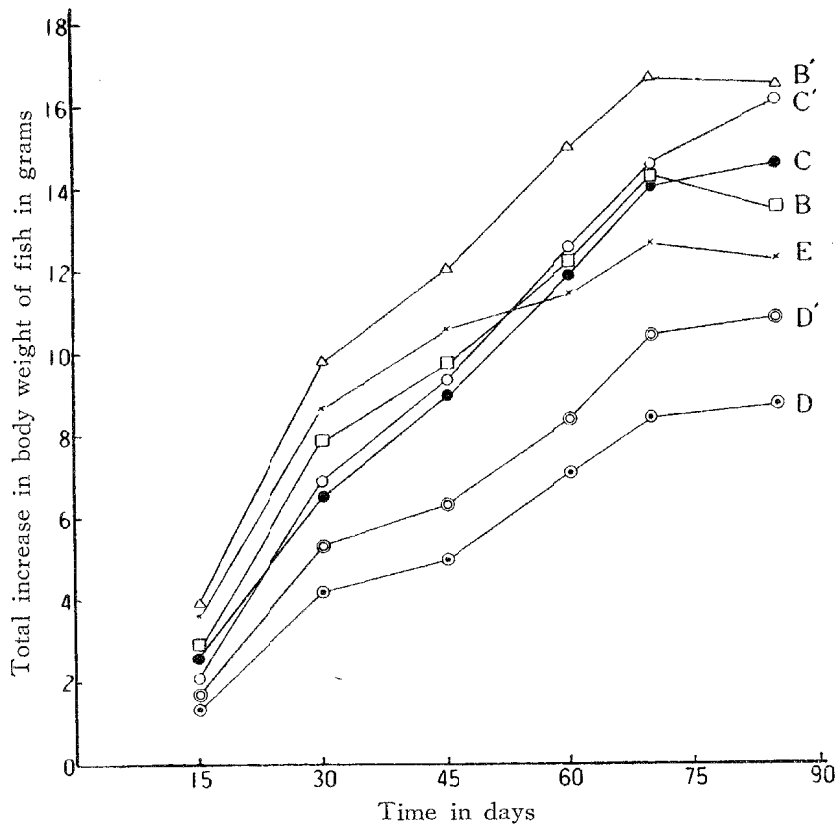


Fig. 1. Changes in total increase in body weight.

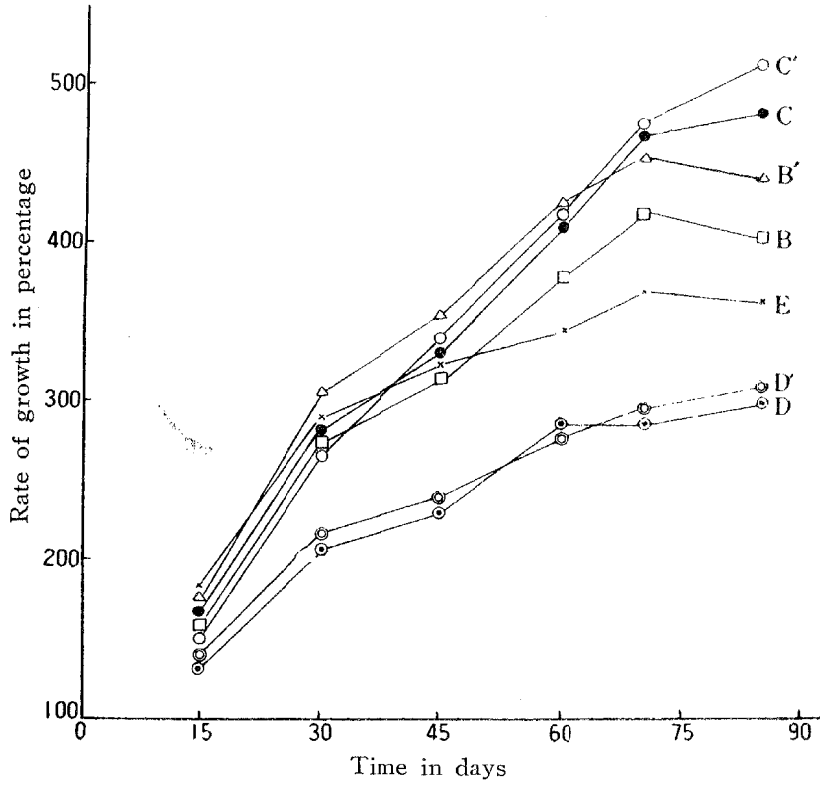


Fig. 2. Changes in rate of growth.

70日間の全魚体重増重量の変化はC, C'及びB区はほぼ等しくB'区は優りD及びD'区は劣る。E区は最初の1ヶ月間はB'区と同様な成長長を示すがその後成長は著しく劣下し、又B, B'及びE区の高蛋白餌料区は70日以後では成長を示さず却つて体重が減少する。成長率の変化は初魚体重が異なるため全魚体増重量の変化と多少の差異を示すがほぼ同様な傾向である。尚生牛肝添加効果は斃死率と同様に明らかでない。

次に生存魚だけの平均及び全魚体増重量の変化を示すと夫々第3及び第4図の通りとなり、第1及び第2図と比較してB,

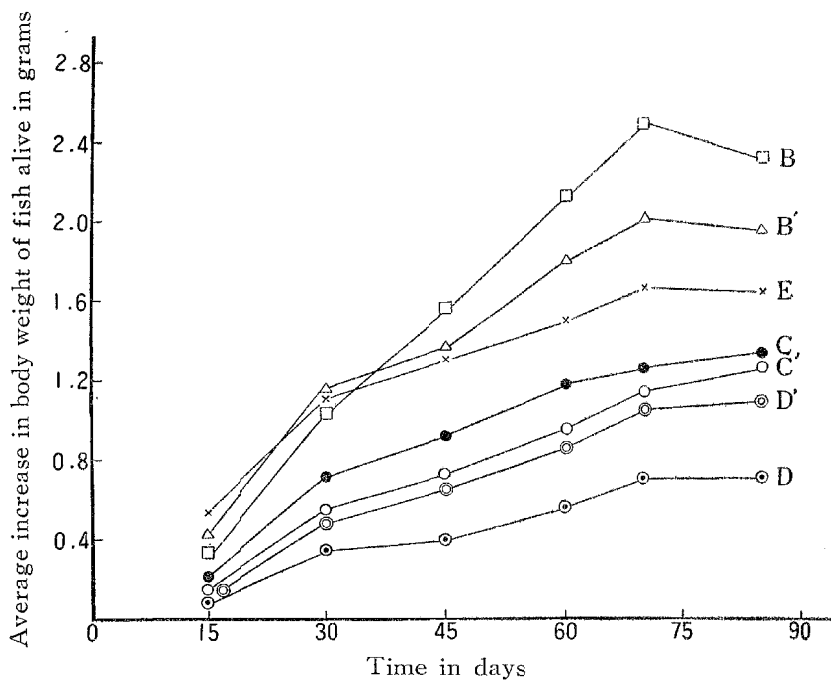


Fig. 3. Changes in average increase in body weight of fish alive.

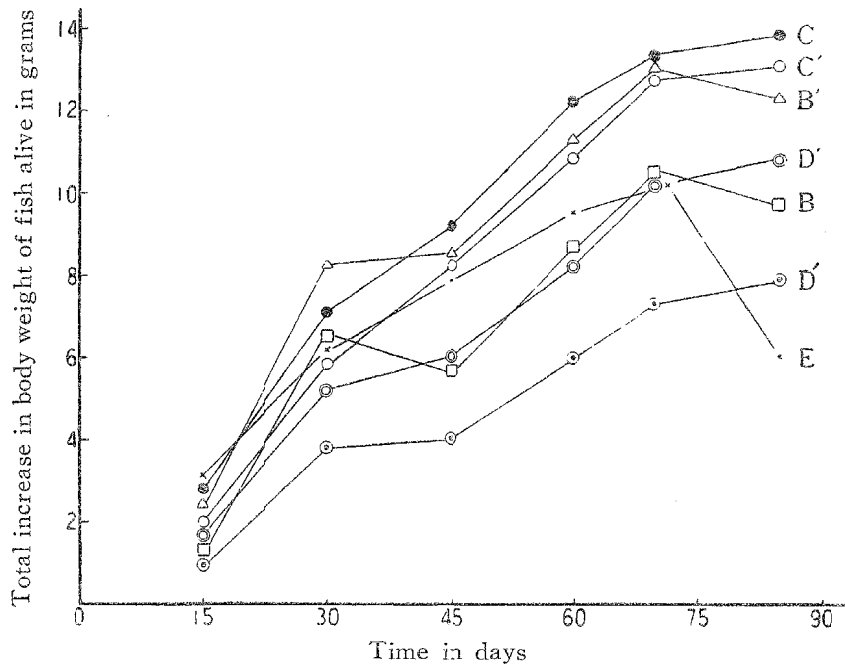


Fig. 4. Changes in total increase in body weight of fish alive

B'及びE区は平均増重量では成績が良く、全増重量では悪くなる。此の傾向は斃死率の最も高いB区で顕著に認められる。従つて斃死率の高い場合は生存魚だけで成長を比較するのは適切ではない。

餌料係数 70日間ではB'区が最小で2.25, D区が最大で4.66を示すが、最初の30日間及びその後の40日間の餌料係数は第7表に示す通り E, B及びB'区の高蛋白区は後半の値が大きくなり特にE区では著しい。その他の区では前後半の差は僅少で後半に於いてはC区が最小値を示した。

Table 7. Feed coefficients in the 2nd period.

Time (day)	No. of pond	B	B'	C	C'	D	D'	E	Total weight of diet (g)
0—30		2.40	1.92	2.76	2.76	4.36	3.53	2.18	18.75
30—70		2.97	2.68	2.60	2.40	4.57	3.68	4.69	18.75

第2期の結果を総括的に見れば餌料蛋白含有率25~50%の範囲では大差を認めないが、前半には50%, 後半には25%蛋白餌料が適当と思はれる。E区の1ヶ月以降の成長の低下並びにB, B'及びE区の70日以後の全魚体重の減小及び後半に於ける餌料係数の増大した原因は、後半に此等の区に残餌が屢々認められた点より見て稚鯉の食性が成長に伴い動物食から雑食に変化し高蛋白餌料が不適当になつた為であると推察される。又餌料蛋白含有率が25%~50%の範囲で全魚体増重量に大差が認められないのは、蛋白含有率の異なる場合には稚鯉の摂餌率、蛋白消化及び蓄積率に差がある為と考えられる。

摘 要

1. 蛋白含有率の異なる生牛肝添加及び無添加合成餌料で4ヶ月半に亘り稚鯉の飼育試験を

試みた。

2. 稚鯉の成育には餌料蛋白含有率は25%~50%の範囲が適当で、特に孵化後3ヶ月間は40%~45%、それ以後は25%~30%が最適であつた。

3. 餌料蛋白含有率が25%~50%の範囲では成長に大差がなく餌料係数は2~3であつた。

4. 45%以上の高蛋白餌料では斃死率が高く、20%以下の低蛋白餌料では成長が劣つた。

5. 生牛肝10%添加効果は45%~50%蛋白餌料に認められ、特に幼魚期に著しいが、60%及び30%以下の蛋白餌料では明らかでなかつた。

6. 生牛肝は孵化後3ヶ月間の幼鯉餌料として優良な成績を示すが、それ以後の稚鯉餌料としては不適當であつた。

終りに臨み御校閲を賜つた九州大学農学部富山哲夫教授に深甚な謝意を表する。

文 献

- 1) 富山哲夫：1940. 酵素化学工業全集，水産加工篇，餌料，東京.
- 2) 関根秀三郎・柿崎愼辞：1930. 人工餌料に関する研究，其一 蛋白及澱粉の餌料価値並餌料蛋白の利用率に着きて，水産試験場報告，**1**，143~154.
- 3) 右田正男・花岡 資：1938. 餌料蛋白の量と魚体蛋白の増生量との関係，I 餌料の熱量価一定にして栄養比の異なる場合，日本水産学会誌，**7**(2)，115~118.
- 4) 花岡 資・古川 厚・小笠原義光：1945. 魚類の栄養に関する研究，I 餌料栄養比の異なる場合の蛋白消化率，日本水産学会誌，**14**(5)，219~222.
- 5) 松井庄一・大島信夫：1935. 鯉による養魚餌料の研究，II 合成餌料に関する研究，水産試験場報告，**6**，202~220.
- 6) 右田正男・花岡 資・都筑 清：1937. 植物性養魚人工餌料試験，第1報 2，3 糖質の養魚人工餌料としての栄養価値，水産試験場報告，**8**，99~178.
- 7) 関根秀三郎：1931. 人工餌料に関する研究，其二 餌料蛋白の経済的最大限度に着きて，水産試験場報告，**2**，215~218.
- 8) 右田正男・花岡 資：1938. 餌料蛋白の量と体蛋白の増生量との関係，III 餌料蛋白の経済的給与量の決定，日本水産学会誌，**7**(4)，220~226.
- 9) MC CAY, C. M., BING, F. C. and DILLEY, W. E. : 1927. The effect of variations in vitamins, protein, fat, and mineral matter in the diet upon the growth and mortality of eastern brook trout., Trans. Amer. Fish. Soc., **57**, 240~249.
- 10) MC CAY, C. M., and DILLEY, W. E. : 1927. Factor H in the nutrition of trout, Trans. Amer. Fish. Soc. **57**, 250~260.
- 11) MC CAY, C. M., TITCOMB, J. W., COBB, E. W., CROWELL, M. F. and TUNISON, A. : 1930. The nutritional requirement of trout, Trans. Amer. Fish. Soc., **60**, 127~145.
- 12) MC CAY, C. M., TUNISON, A., CROWELL, M., TRESSLER, D. K., MCDONALD, S. P., TITCOMB, J. W. and COBB, E. W. : 1931. The nutritional requirements of trout and chemical composition of entire trout body., Trans. Amer. Fish. Soc., **61**, 58~82.