

魚類の成長に対するクロレラの効果

The Effects of Chlorella on the Growth of Fish

東	秀	雄	Hideo	Higashi
尾	崎	直	Naomi	Ozaki
中	溝	昭	Shōhei	Nakamizo
加	賀	清	Kiyotaka	Kagaya
岡	部	隆	Ryūshi	Okabe

緒 言

クロレラについては古くから研究され、わが国でも約20年前から大量生産に関する多くの研究報告がある¹⁾²⁾³⁾。またクロレラの栄養価、有効成分に関する研究も相当多いが現在のところクロレラの生産量はまことに微々たるもので乾物換算すれば年間精々200~300トンといわれる※¹。クロレラはすぐれた蛋白質を多量に含み、多種類のビタミン類を豊富に含有し、かつ色々な有効成分の存在することが多数報ぜられている。しかしこのようなクロレラの価値が認められてはいても現実にその価値に応じた利用の途がひらかれた事例はまことに少ない。すなわちクロレラが微生物の発育を促進するためにかんがりのクロレラが使用され、また一部医薬品として売られている程度である。能率的なクロレラの大量生産の企業化はまだ行われてはいない※²。したがって市販されている乾燥クロレラは非常に高価で1kg当り数千円~数万円もする。このような高価なものであってはとてども食糧としては使えない。

魚類の飼料としてクロレラを給与した事例は著者らの研究以前にもある。今から15~20年前に当時生産されたクロレラ粉末を配合飼料に添加し、これを淡水魚に給与し飼育したところ、特にクロレラがすぐれている結果は得られず、クロレラを養魚用配合飼料に添加することが沙汰やみになった。これらの試験結果も学術研究誌には発表されていないようである。

近年になって魚の飼料としてクロレラが取りあげられたのはアユのふ化直後の稚魚の飼料としてシ

※¹ 日本クロレラ株式会社宮之原氏の推算

※² 汚水処理その他の技法でクロレラを生産し利用することは研究がある

オツボウムシの生産にクロレラを使用することである。このような方法でアユの稚魚の飼料とする試験は岡山県水産試験場その他の県の水産試験場で試験され、稚アユの成長に効果をあげている。しかし稚魚に摂取されるクロレラの量はそれほど大量ではない。

近年クロレラのタンク培養の技術が著しく向上し炭素源として酢酸を使用すればクロレラの生産費は著しく低減されることが確められた。もしクロレラを多量に使用する途が開かれればクロレラの大量生産が経済的に可能となる。

著者らはクロレラを魚類養殖の配合飼料に添加した場合の飼料効果を知るために本研究を始めた。著者らにこの研究を着手するように説得されたのは元宇都宮大学教授中村延生蔵博士である。著者らは最初、飼育が比較的容易なコイを試験魚とし配合飼料にクロレラを添加して飼育試験を行ったがクロレラを添加せるものは対照に比して常に成長がよいことが認められた。次にアユを試験魚としてクロレラを配合飼料に添加して成長試験を行ない顕著な効果を得たのでここに報告する。

実験および考察

〔I〕 コイに関する試験

1 第1回試験

(1) 試験方法

i) 試験魚 1970年7月24日東京都水産試験場より入手した平均体重1.5gのコイ(0年魚)約200尾を駒沢女子短期大学屋外池(1.8m×3.65m×0.7m 水深0.4m)に入れコイ用配合飼料(日本配合飼料株式会社製品)をねり餌にして給餌し飼育した。このコイの中から魚型の大小分布が各区同様になるように50尾ずつ、1区当り総重量80gのコイを分け、3区を設けた。

ii) 飼育試験期間 1970年8月16日より10月16日まで62日間。

iii) 飼育方法 飼育は屋内水槽で行った。すなわち各区それぞれ約34ℓの水(循環濾過式、注水量1ℓ/min)を入れた55ℓ容ガラス水槽内に供試コイを放ち、1970年10月よりは常時通気を行った。水温は投込式電熱器にサーモスタットを取りつけたものを使用して調節した。水は井戸水または水道水をイオン交換装置に通したものをを用いた。

試験用配合飼料は表1の割合で調製した。各区飼料のタンパク質含有量は1区38.3%、2区39.8%、3区37.4%であった。

供試クロレラ粉末は往年のクロレラ粉末と非常に性状が異っており、濃緑色で抹茶のような芳香を有し、食べて不快臭味を感じない。これは純粹のクロレラをタンク培養後、遠心分離してから噴霧乾燥したものである。これを密封し、冷暗所に保存した場合は製造直後のものとその性状はほとんど変わらない。この供試クロレラの諸成分含量は表2の如くである。給餌量は全尾数の重量を全区について合計し、その3等分の8%を1日当りの給餌量として各区に与えた。従って給餌量は成長後の体重差

表1 飼料組成

	1区 (クロレラ6%)	2区 (クロレラ12%)	3区 (対 照)
市販配合飼料	75.2%	70.0%	80.0%
α-スターチ	18.8%	17.6%	20.0%
クロレラ	6.0%	12.0%	0%

備考1 市販配合飼料は日清精粉株式会社の養鰻成魚用配合飼料を用いた。

2 供試クロレラ粉末は日本クロレラ株式会社から提供されたものである。

表2 供試クロレラの一般組成 (無水物換算100g 当り)

粗タンパク質	50.0g
粗脂肪	9.6%
可溶性無窒素物	26.1%
粗繊維	8.8%
灰分	5.9%
クロロフィル	1.3%
プロビタミンA	35.800 IU
トコフェロール	13mg
ユビキノン	14.6%

とは無関係に各区同等である。ただし飼育中斃死魚のあった場合には斃死尾数に応じて給餌量の補正を行った。また給餌量は次回の体重測定時までは同一量とした。給餌方法は各区とも1日分の給餌量の約1/3ずつを朝、昼、夕の3回に分けてその都度水を加えてねり餌として与えた。各区とも授餌状況は非常によく、給餌後5分以内に飼料を食べおえた。授餌の際、少量の飼料が水中に分散するが、その量は給餌量の数%に過ぎないことを予備試験において確認しておいた。

iv) 体重測定 15日目に最初の体重の測定を行ったがその次からは30日ごとに測定した。各区ごとに供試魚を秤量し、尾数で除して平均体重を算出した。この体重測定作業によりコイに幾分のショックを与えるが翌日の授餌状態を観察すると、授餌状態は体重測定前と変わらず、授餌は活発であった。

(2) 試験結果

第1回試験の結果は表3, 表4, 図1の通りである。飼育の初期は1区 (クロレラ6%区) が他の区よりわずかに成長がよかったが、その後クロレラを添加せる1区および2区 (クロレラ12%区) が3区 (対照区) より成長が幾分良好となり、末期に到って2区>1区>3区という成長順位となった。

表3 コイ試験結果(第1回前期)1970. 8.16~9.1.

	1 区	2 区	3 区
放養重量	80 g	80 g	80 g
放養尾数	50 尾	50 尾	50 尾
平均体重	1.6 g	1.6 g	1.6 g
取揚重量	305 g	308 g	301 g
取揚尾数	50 尾	50 尾	50 尾
平均体重	6.1 g	6.2 g	6.0 g
給餌量	234 g	234 g	234 g
増重量	225 "	228 "	221 "
増重率	3.81	3.85	3.76
餌料効率	96.1	97.4	94.4
増肉係数	1.04	1.03	1.05

備考 水温 20°C~26°C

pH 7.0~7.2 DO 75 ~ 85%

循環水 1ℓ/min

図1 第1回試験

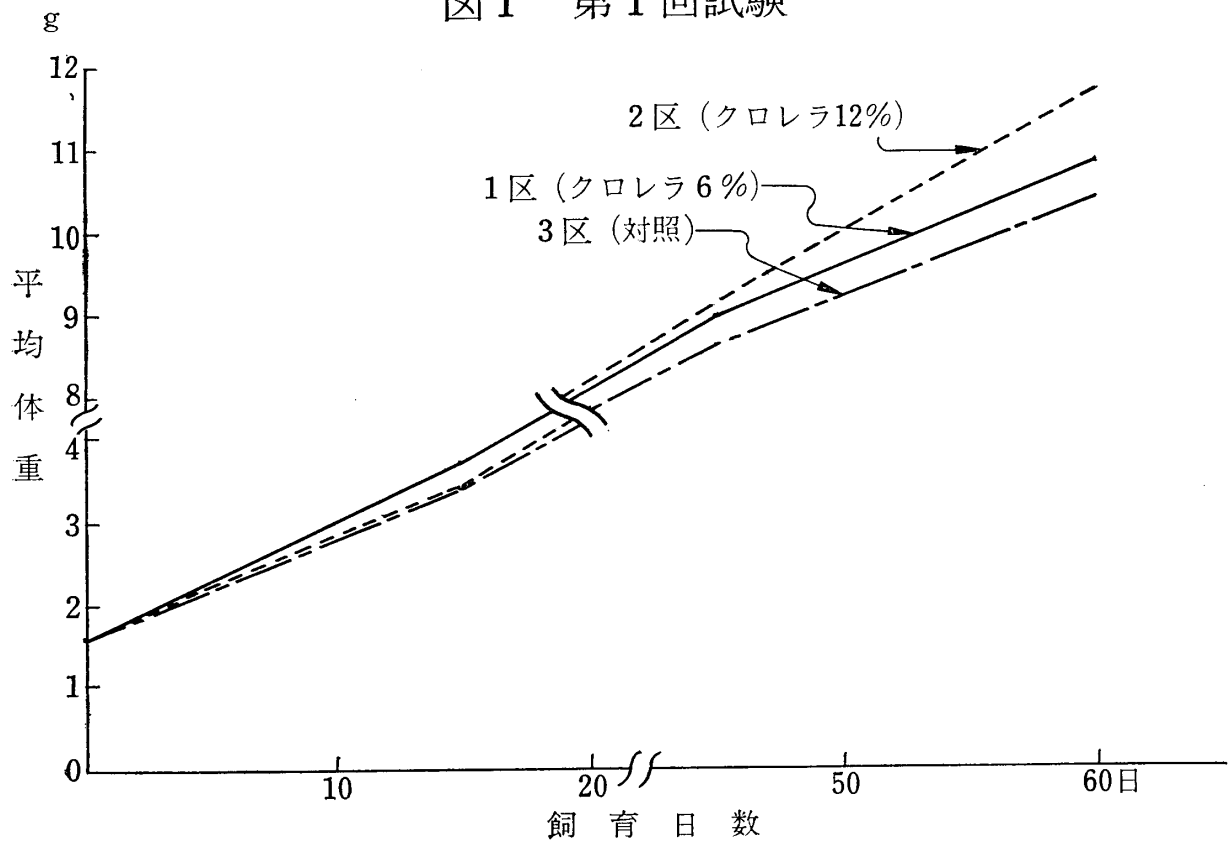


表4 コイ試験結果(第1回後期)1970. 9.16~10.16

	1 区	2 区	3 区
放 養 重 量	305 g	308 g	301 g
放 養 尾 数	50 尾	50 尾	50 尾
平 均 体 重	6.1 g	6.2 g	6.0 g
取 揚 重 量	541 g	581 g	512 g
取 揚 尾 数	50 尾	50 尾	49 尾*
平 均 体 重	10.8 g	11.7 g	10.4 g
給 餌 量	450 g	450 g	450 g
増 重 量	236 "	276 "	221.4 "
増 重 率	1.77	1.90	1.73
餌 料 効 率	52.44	61.33	49.20
増 肉 係 数	1.90	1.63	2.03

備 考 水 温 17°C~23°C

pH 7.0~7.2

DO 75~85%

循環水 1ℓ/min

* 3区は1尾—10.6g 斃死

2 第2回試験

(1) 試験方法

i) 供試魚 第1回飼育試験終了後なお飼育を継続していたが、その後間もなく通気および給水事故のため、2区(クロレラ12%区)に16尾、3区(対照区)に37尾の斃死魚を生じた。そこで、生存数の最も少い3区と尾数、総重量および魚型の大小分布が各区同様になるように1区および2区よりそれぞれ12尾ずつを選び、それぞれ1区および2区とし、これに対照の3区を加えて第1回の試験の場合と同様にして1区(クロレラ6%区)、2区(クロレラ12%区)、3区(対照区)となし、飼育実験を行った。この飼育実験を第2回試験[A]とする。第2回試験[A]に各12尾を用いた1区および2区の残りの魚より、各区からそれぞれ22尾ずつを選び、やはり第1回試験の場合と同様にそれぞれ1区(クロレラ6%区)、2区(クロレラ12%区)と区分し試験を行った。この試験を第2回試験[B]とする。従って第2回試験[B]の場合には対照区がない。

ii) 飼育期間 第2回試験[A]: 1970年11月1日より1971年1月12日まで73日間、第2回試

験〔B〕：1970年11月1日より1971年2月17日までの109日間である。

iii) 飼育方法 第1回試験の場合と同様である。

iv) 体重測定 原則として30日目ごとに体重を測定した。測定方法は第1回試験の場合と同様である。

v) 血液性状 第2回試験〔A〕および〔B〕の試験終了時に試験魚の一部について血液の性状を測定し、魚の健康状態判定の資料とした。

採血にあたっては、魚の尾部を切断し出血する血液を採取した。測定項目および測定方法は次の通りである。

a. 赤血球数 常法により算定した。

b. ヘマトクリット値 毛細管法によった。

c. 血漿タンパク質濃度 手持ちタンパク計(屈折計)を使用してその目盛の読みをそのまま用いた。従って得られた値(g/d l)は、今回のような魚の血液の場合には相対的なものである。

(2) 試験結果

第2回の試験結果は表5, 6, 7, 8, 9および図2, 3の通りである。

表5 コイ試験結果(第2回〔A〕前期) 1970.11. 1~12.1

	1 区	2 区	3 区
放 養 重 量	87.5 g	88.0 g	86.0 尾
放 養 尾 数	12 尾	12 尾	12 尾
平 均 体 重	7.3 g	7.3 g	7.2 g
取 揚 重 量	143 g	148 g	122 g
取 揚 尾 数	12 尾	12 尾	12 尾
平 均 体 重	11.9 g	12.3 g	10.2 g
給 餌 量	118.5 g	118.5 g	118.5 g
増 重 量	55.0 "	60.0 "	36.0 "
増 重 率	1.64	1.68	1.42
餌 料 効 率	46.83	50.63	30.37
増 肉 係 数	2.13	1.98	3.29

備 考 水温 18°C~24°C

pH 7.0 ~ 7.2

DO 75 ~ 85%

循環水 1ℓ/min

表6 コイ試験結果(第2回[A]後期) 1970.12.1~1971. 1.12

	1 区	2 区	3 区
放養重量	143 g	143 g	122 g
放養尾数	12 尾	12 尾	12 尾
平均体重	11.9 g	12.3 g	10.2 g
取揚重量	215 g	228.9 g	188.5 g
取揚尾数	12 尾	12 尾	12 尾
平均体重	17.9 g	19.1 g	15.5 g
給餌量	281 g	281 g	281 g
増重量	72 "	80.9 "	66.5 "
増重率	1.50	1.55	1.52
餌料効率	25.62	28.78	23.66
増肉係数	3.98	3.47	4.22

備考 水温 17°C~23°C

pH 7.0 ~ 7.2

DO 75 ~ 85%

循環水 1ℓ/min

図2 第2回試験 [A]

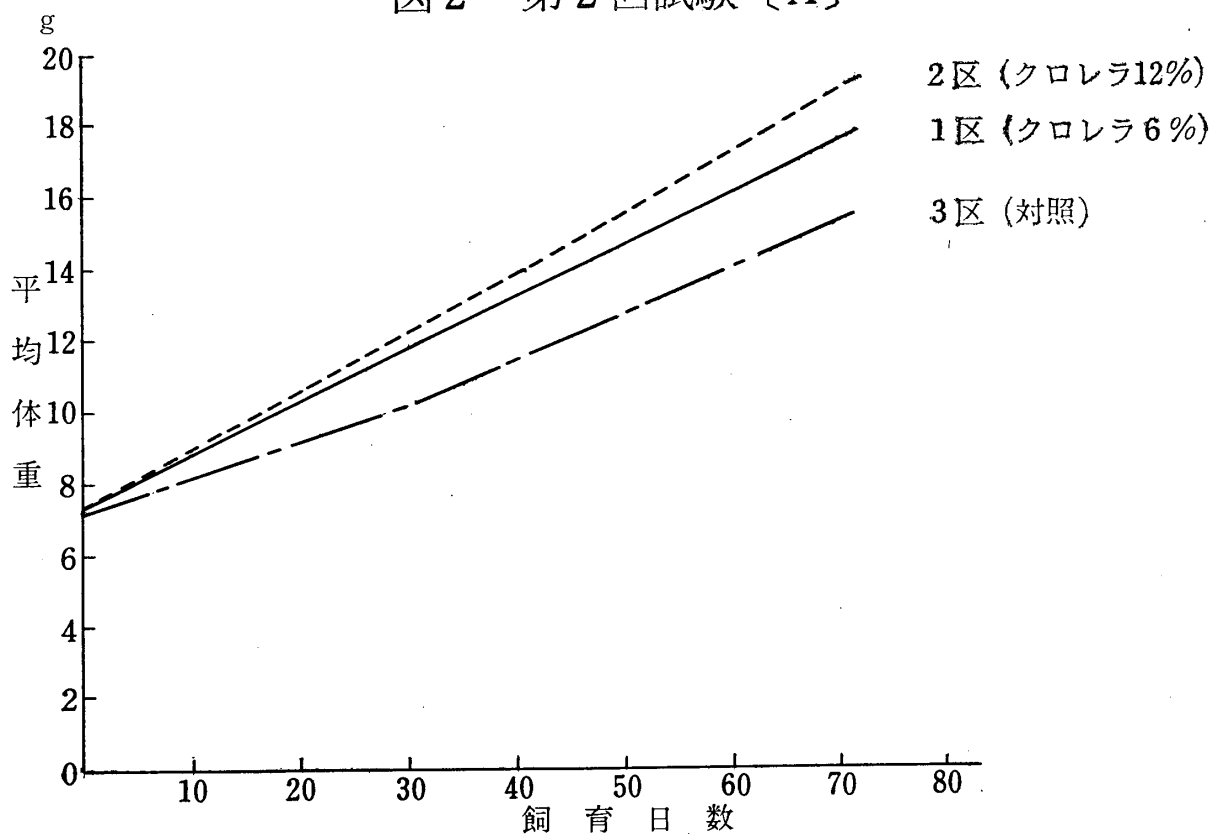


表7 コイ試験結果(第2回[B]前期) 1970.11. 1~1970.12. 1

				1 区		2 区	
放	養	重	量	334.5	g	332	g
放	養	尾	数	22	尾	22	尾
平	均	体	重	15.2	g	15.1	g
取	揚	重	量	647	g	651	g
取	揚	尾	数	22	尾	22	尾
平	均	体	重	29.4	g	29.6	g
給	餌	量		705	g	705	g
増	重	量		312.5	"	319.0	"
増	重	率		1.93		1.96	
餌	料	効	率	44.32		45.24	
増	肉	係	数	2.26		2.21	

備考 水温 17°C~23°C

pH 7.0 ~ 7.2

DO 75 ~ 85%

循環水 1ℓ/min

図3 第2回試験[B]

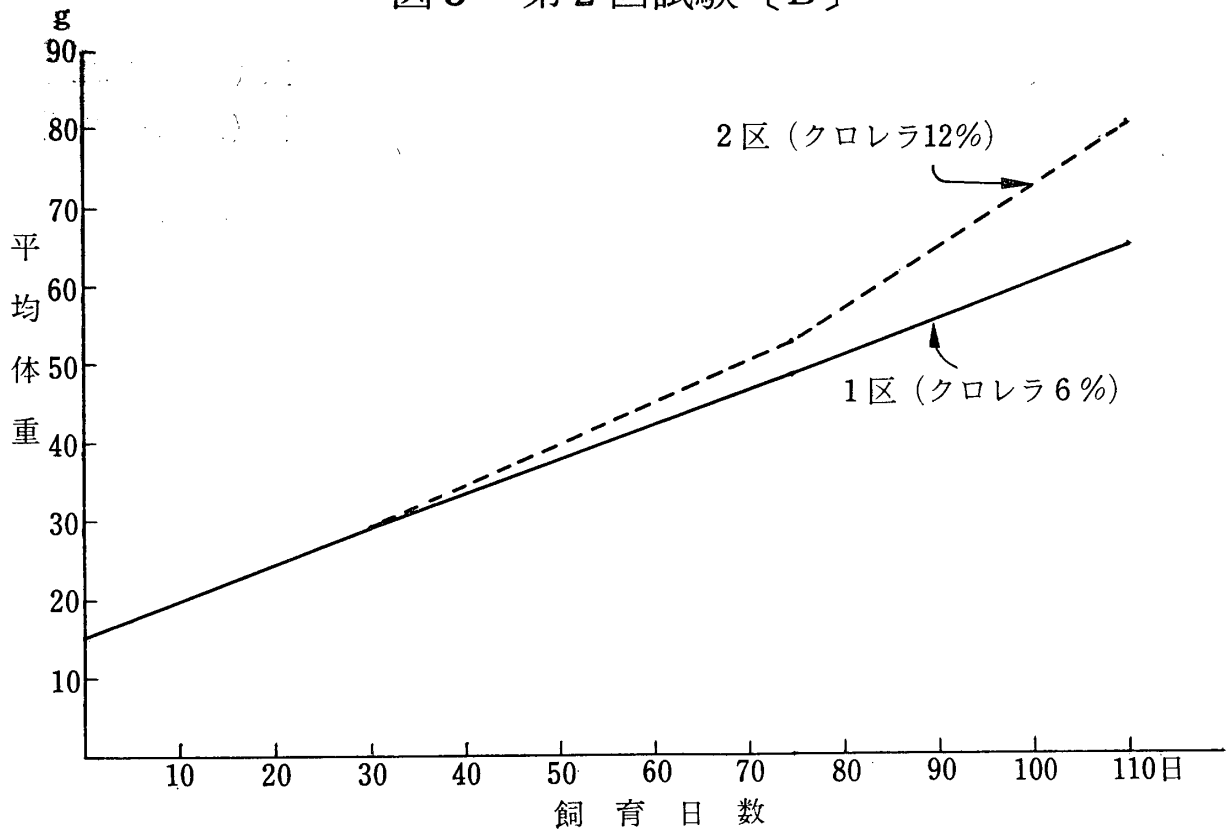


表8 コイ試験結果(第2回[B]中期) 1970.12. 1~1971. 1.17

				1 区		2 区	
放	養	重	量	647	g	651	g
放	養	尾	数	22	尾	22	尾
平	均	体	重	29.4	g	29.6	g
取	揚	重	量	1095	g	1183	g
取	揚	尾	数	22	尾	22	尾
平	均	体	重	49.8	g	53.7	g
給	餌	量		1485	g	1485	g
増	重	量		448	"	532	"
増	重	率		1.69		1.81	
餌	料	効	率	30.16		35.82	
増	肉	係	教	3.30		2.79	

備考 水温 19°C~23°C
 pH 7.0 ~ 7.2
 DO 75 ~ 85%
 循環水 1ℓ/min

試験[A]に於いては飼育期間を通じてクロレラ投与の2つの区が対照区より成長が明らかに良好であった。またクロレラ12%区と6%区とでは大差はないが前者の方が後者より幾分良好のようである。また試験[A]終了時に於いてクロレラ6%区とクロレラ12%区の試験魚の胸ビレおよび尾ビレが黄褐色を呈しているのが見られ、特にクロレラ12%の試験魚の尾ビレでは最もこれが著しかった。(図4参照)

試験[B]においては初期を除き飼育期間を通じてクロレラ12%区の方がクロレラ6%区より成長がすぐれ、特に後半においてはその差が顕著であった。

コイの第2回試験[A]における血液性状は表10に示す通りである。

赤血球数は、大型魚においてはクロレラ6%区が他の2区に比べて有意に小であり、小型魚においては6%区が他の2区に比べて大なる値を示している。ヘマトクリット値には大型魚、小型魚とも各区間に違いは認められない。血漿タンパク質濃度は、大型魚の場合クロレラ12%区が他の2つの区に比べて有意に小であるが、小型魚の場合には各区間の相違は明らかではない。

血漿の色は、大型魚の場合、クロレラ12%区が最も黄色が濃く、6%区がこれにつき、対照区はほとんど無色であった。一方小型魚の場合にはクロレラ投与区においても着色はあまり見られなかった。

3 第3回試験

(1) 試験方法

i) 供試魚 第2回試験終了後も試験〔B〕の各区はなお血液性状，その他の試験に供試した残りの魚を各区同様の飼料により継続して飼育していたが，魚体が大きくなり過ぎたため，大型水槽（130ℓ容水槽に100ℓの飼育水）に切り換え，各区同程度の大きさの個体の中からそれぞれ8尾ずつを選び，さらにその両者を同型同大の個体4尾ずつの2区に分け，それぞれ一方は今まで飼育した飼料で飼育し，他方はクロレラを含まない基本飼料のみで飼育した。

第3回試験開始まで6%クロレラ飼育を行っていたもののうち，第3回の試験開始よりクロレラ投与を停止したものを6-0区，クロレラ6%を継続して投与したものを6-6区，第3回試験開始まで12%クロレラ飼育を行っていたもののうち，第3回試験開始より投与を停止したものを12-0区，クロレラ12%を継続して投与したものを12-12区と呼ぶこととする。

ii) 飼育期間 1971年4月1日より1971年4月30日までの30日間。

iii) 飼育方法 大型水槽にて上記4区をそれぞれ第1回および第2回試験の場合と同様の方法で飼育した。

表12 第3回コイ試験結果 1971. 4. 1~1971. 4. 30

	6-0区	6-6区	12-0区	12-12区
放 養 重 量	333 g	333 g	441 g	441 g
放 養 尾 数	4 尾	4 尾	4 尾	4 尾
平 均 体 重	83.2 g	83.2g	110.2 g	110.2 g
取 揚 重 量	56.8 g	605 g	756 g	778 g
取 揚 尾 数	4 尾	4 尾	4 尾	4 尾
平 均 体 重	142.0 g	151.2 g	189.0 g	194.5 g
給 餌 量	510 g	510 g	660 g	660 g
増 重 量	235 "	272 "	315 "	337 "
増 重 率	1.71	1.82	1.72	1.76
餌 料 効 率	46.1	53.3	47.7	51.1
増 肉 係 数	2.17	1.88	2.10	1.96

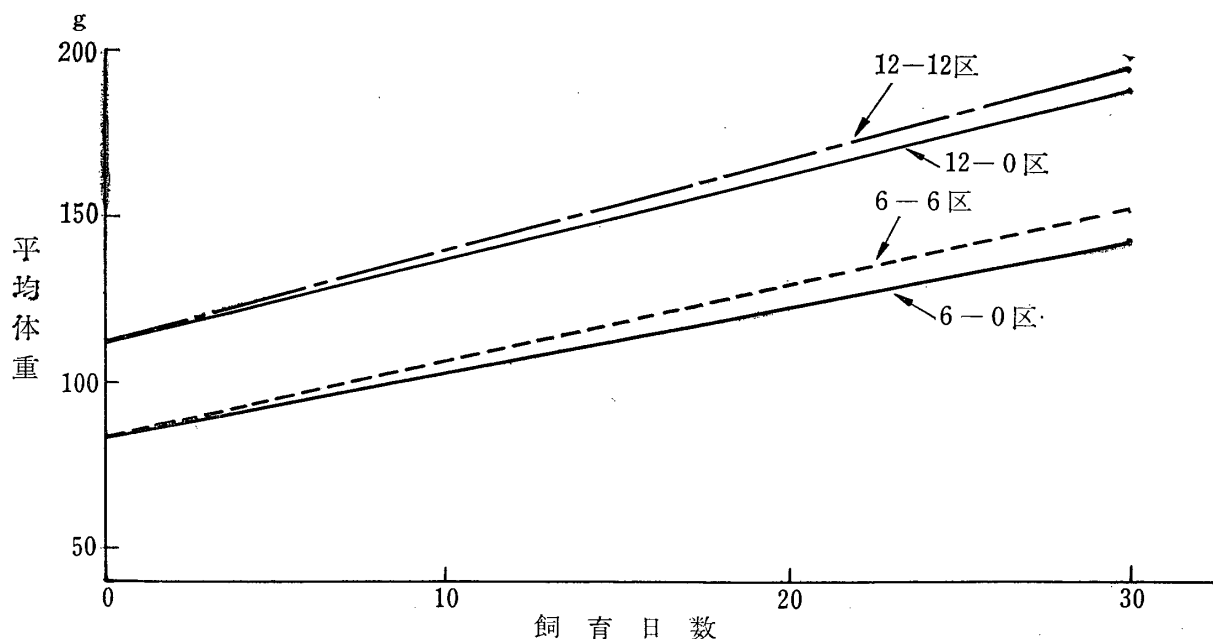
備 考 水 温 19°C~23°C

pH 7.0~7.2

DO 75~85%

循環水 1ℓ/min

図6. 第3回試験



iv) 体重測定 30日間飼育したものを取揚げ体重測定を行ない、1尾当りの平均体重を算出した。

(2) 試験結果

第3回試験の結果を表12, 図6に示した。

クロレラを投与した6-0区および12-0区より、投与を継続した6-6区および12-12区の方がそれぞれ成長がすぐれ、日数の増加とともにその差は大となった。

第1回, 第2回, 第3回の成長試験を通じ体重5g前後まではクロレラ6%区がクロレラ12%区および対照区よりわずかにすぐれた傾向にあるが, その後は, 対照区に比して両クロレラ区とも成長が良好となり, 成育段階が進むにつれてその効果が大きくなる。またその場合, 12%区の方が6%区より一層成長が大であったがその原因として

- a. クロレラを添加することにより飼料中のタンパク質含量が高くなる。
- b. 飼料中のアミノ酸組成が改善される。
- c. クロレラに含まれるビタミン類による効果がある。
- d. クロレラにコイの成長を促進する未知の有効成分が有る。

などが考えられる。しかし, 供試市販配合飼料はビタミン類の含量も多く, 魚類の成長に必要とする普通の有効成分は充分含まれている。したがって上記の原因と考えられるもののうち, a~cの原因は考えにくい。そこでdの原因, すなわち, クロレラにコイの成長を促進する未知の有効成分があるかどうかという問題が残る。

この問題についてクロレラにコイの成長を促進する有効成分が含まれているかどうかを確かめる第1段階として著者らはまず有効成分が脂溶性であるか否かを確かめることにした。クロレラ乾燥物から脂質を抽出するには、常法すなわち、精製エーテルで抽出せんとしても非常に抽出し難い。著者らは乾燥クロレラ粉末をメタノールとヘキサンで交互にくり返えし抽出することとし、かくして抽出された物質（厳密にはメタノールおよびヘキサン可溶物）はきわめて粘稠な油状物である。供試クロレラ粉末の粗脂質（メタノール、ヘキサン可溶物）含量は10.6%であった。著者らはこの粗脂質と残渣についてコイの成長促進効果を確かめることにし、飼育試験を行い、成長を比較したが粗脂質を給与した区は他の区に比しいずれも成長が劣っていた。しかしこの試験は更に吟味の上、別に報告する。

〔II〕 アユに関する試験

1 第1回試験

(1) 試験方法

i) 供試魚 1971年4月27日静岡県天竜川河口で採捕され、静岡県水産試験場浜名湖分場で1週間蓄養されたものである。この小アユの体重は1~3gで尾数は約1,200尾であった。1971年5月4日にこの小アユを浜名湖分場より本学まで運び外池に移した。運搬による損耗は約15%であった。外池のアユは環境になれるにしたがって配合飼料（オリエンタル酵母株式会社より提供されたもの）により予備飼育を行い試験魚とした。

ii) 試験期間 予備飼育 1971年5月4日より5月20日（17日間）、第1回アユ試験 1971年5月20日より7月8日（50日間）

iii) 飼育方法 飼育試験は2回にわけて行った。第1回試験は幼アユから若アユの初期までの成長を、第2回試験は若アユから抱卵初期までの成長を観察することにした。本研究の条件ではアユの飼育は非常にむずかしかった。すなわち飼育池に流入させる水量および水質の問題がある。できるだけ少量の水道水、井戸水でアユを飼育するとなると循環式飼育法をとることになり、このことは飼料残渣、排泄物による水質の汚濁となる。このようにめぐまれない環境であったが、試験は予期以上

表13 第1回アユ試験飼料組成および一般成分

	1区 対 照	2区 クロレラ
アユ用飼料粉末	100 %	90 %
ク ロ レ ラ	0 %	10 %

* 1区、2区それぞれに理研フィードオイルを外割10%加えた。

* アユ用飼料粉末はオリエンタル酵母株式会社製、内容（ホワイトフィッシュミール、酵母、脱脂大豆、ルーサンミール、小麦粉、ビタミン、ミネラル）

一般成分（無水物換算）%

	1区 対 照	2区 クロレラ
粗タンパク	56.3	55.7
粗脂肪	6.2	6.6
粗繊維	1.9	2.6
粗灰分	11.4	10.8

表14 アユ第1回試験結果

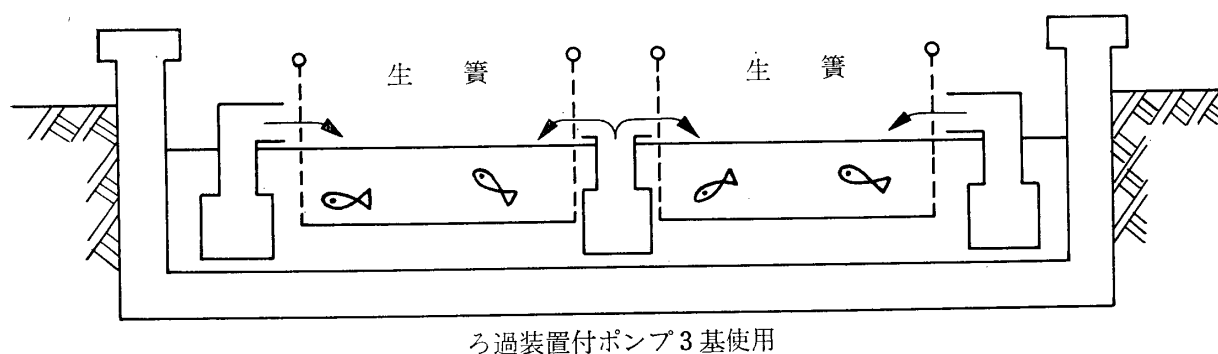
	対 照 区	クロレラ区
放養尾数	210 尾	210 尾
平均体重	2.8 g	2.8 g
取揚尾数	129 尾	174 尾
平均体重	8.3 g	15.0 g
$\frac{\text{取揚時体重}}{\text{放養時体重}}$	3.02	5.44
斃死尾数	68 尾	22 尾
斃死魚重量 (平均体重)	376 g (5.5g)	98 g (4.5g)
不明尾数	13 尾	14 尾
不明魚重量 (平均体重)	72 g (5.5g)	125 g (8.8g)
給餌量	3319 g	7094 g
増重量	940 g	2254 g
増重率	3.02	5.44
増肉係数	3.52	3.14

の成果をおさめた。アユの飼育設備は屋外の外池に図7のように2個の網生簀を入れ、ろ過槽付ポンプ3基を使用し通気を充分行いながら少量の水を流入せしめた。水道水を流入させるときは相当するチオ硫酸ナトリウムを添加した。試験用のアユは平均体重2.75gのもの210尾づつを2つの網生簀に入れ、対照区のアユにはオリエンタル酵母株式会社のマス飼付粉末飼料のみを、クロレラ混合区にはこの配合飼料90%にクロレラ粉末10%を混合したものを給与した。対照区に使用したマス用配合飼料の組成、対照区の配合飼料の飼料配合および一般成分分析結果を表13に示した。給餌量ははじめ1日につき魚体重の8%とし、成長を見込んで漸次増加していったが、途中で対照区の摂餌状況が不良となったため、以後は各区食べ残しがない程度で給餌した。

(2) 試験結果

第1回試験結果は表14の通りである。第1回アユ試験ではクロレラ区のアユの方が成長は顕著にす

図7. 試験池



池容積 1.8m×3.65m×0.7m 水深40cm
 生簀容積 1.4m×1.1m×0.6m 水深35cm
 水温 17℃～22℃

ぐれていたが、特記すべきことは飼育日数が経過するにつれて摂餌状況に著しい差があらわれたことである。両試験区とも飼料粉末に適當の水を加えて練りペースト状にして給餌したが、クロレラ区は活発に競争するようにして餌に集って摂餌し短時間に餌をたべつくしたが、対照区のアユは摂餌が不活発で所定の飼料をたべつくすまでの時間が長くかかった。

2 第2回試験

(1) 試験方法

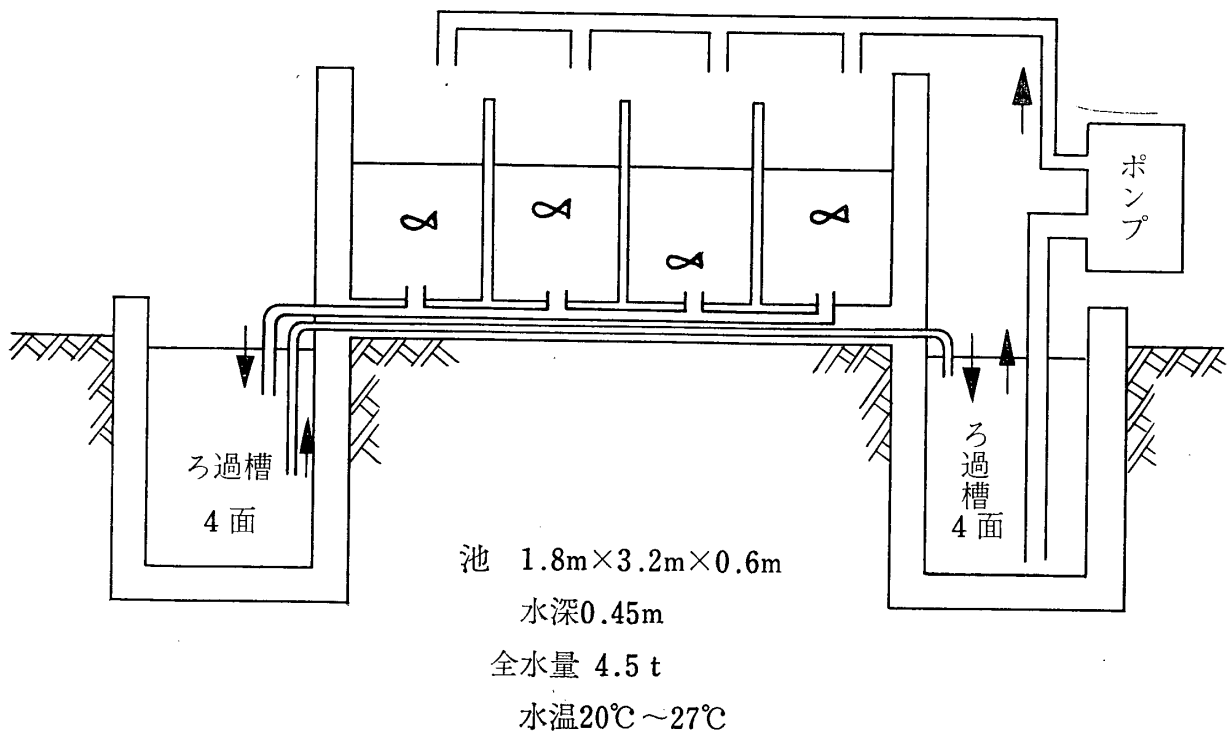
i) 供試魚 第1回試験を行った2区うちのクロレラ混合区を試験後、さらにクロレラ1%混合のオリエンタルマス用飼付粉末を適宜投与し蓄養していたものを試験魚に供した。

ii) 試験期間 1971年7月29日より1971年9月8日(42日間)

iii) 飼育方法 第1回試験後蓄養していた供試魚を、各区とも総重量および魚体の大小分布が同様になるように2つの区を作成、マッシュのクロレラ10%区(M10区)、マッシュのクロレラ1%区(M1区)とし、それぞれマッシュの飼料を与えた。クロレラ0%の対照区を設けなかったのは供試魚がすべて第1回試験で10%のクロレラ混合飼料を給与されていたことにより、クロレラ0%の飼料では摂餌が著しく悪かったためである。また第1回試験の際、試験用生簀の外側に放養され、マス用粉末飼料*を給与したグループから各区とも総重量および魚体の大小分布が同様になるように2つの区を設けた。これをクランブルのクロレラ10%区(C10区)とクロレラを含まないクランブル区(C0区)とし、それぞれクランブルの飼料を与えた。以上の各区にする給餌要領は第1回の場合と同様である。試験用池は図8に示すような屋外コンクリートろ過槽池(1.8m×3.2m×0.6m、水深0.45m、全水量約3.5トンの循環槽)をコンクリート板で4区に仕切り試験した。ポンプにより各区に均等になるように常時水を循環し、水質の悪化を防ぐとともに、各区に通気を行った。試験期間の水温は20~27°Cである。給餌方法はマッシュの場合、調製後試験池の内面と同じ青色の皿に少量ずつ塗りつけ、クランブルの場合は少量ずつ散布し、それぞれ1日3回に分け給餌した。クランブルは1971年7月にオリエンタル酵母株式会社にて新規調製したものを使用した。

(2) 試験結果

図8 試験池



*オリエンタル酵母株式会社

表15 アユ第2回試験結果

	マッシュ区		クランブル区	
	M10区	M1区	C10区	C0区
放 養 重 量	500 g	500 g	500 g	500 g
放 養 尾 数	27 尾	27 尾	34 尾	34 尾
平 均 体 重	18.5 g	18.5 g	14.7 g	14.7 g
取 揚 重 量	850 g	650 g	390 g	370 g
取 揚 尾 数	23 尾	18 尾	16 尾	16 尾
平 均 体 重	37.0 g	36.2 g	24.4 g	23.1 g
斃 死 及 び 不 明	4 尾	9 尾	18 尾	18 尾
給 餌 量	2986 g	2500 g	1544 g	1544 g
増 重 量	432 g	392 g	161 g	137 g
増 重 率	2.00	1.96	1.66	1.57
増 肉 係 数	6.90	6.37	9.56	11.26

第2回試験は表15の如くである。第2回試験でクロレラ区と対照区の成長の差が僅少であったのは成長後期であったためかも知れない。アユの成長速度は飼育季節により大差があるから将来更にこれらの点を考慮に入れて追試する必要がある。

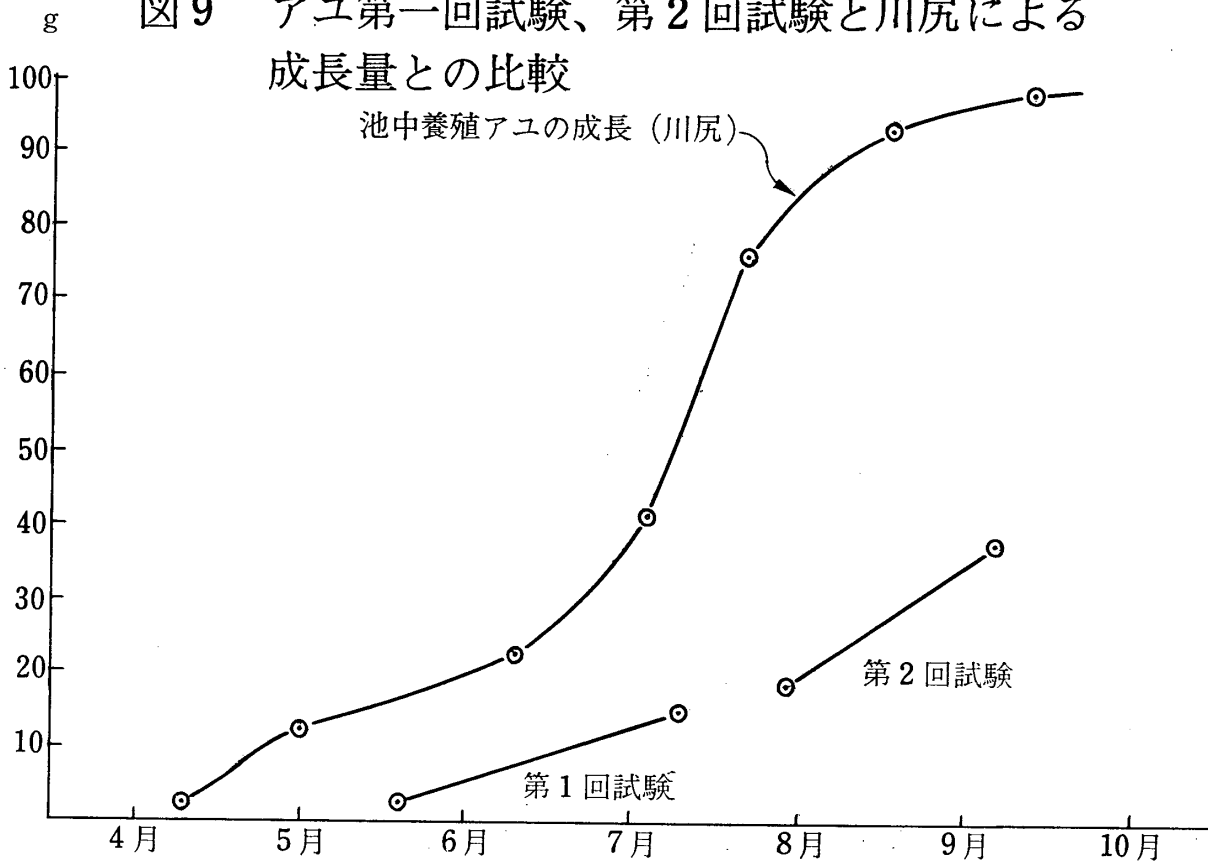
46年度に行ったアユの試験結果と川尻が行ったアユの飼育試験結果⁴⁾とを比較して見たのが図9である。川尻の飼育試験では6月の末から7月半ばまでの期間が最も成長良好であった。この川尻の結果が普遍的なものであれば、著者らの2回にわたる飼育試験ではこの最も成長良好な期間の飼育試験が抜けたことになる。第2回飼育試験では上記のように成長の差は僅かであったが飼育されたアユの外観には著しい差が見られた。すなわち10%クロレラ添加区の外観は天然アユと全く同様に体色も天然アユと全く区別がつかない。一方1%クロレラ添加区ではその色調が淡く、白っぽい感じすなわち普通の養殖アユの外観と同様であった。

3 血液性状

アユについては第1回および第2回の飼育試験終了時に、試験魚の一部について血液の性状を測定した。試験方法はコイの場合と同様である。

結果を表16に示す。第1回の結果では、赤血球数を除いてヘマトクリット値、血漿タンパク質濃度の

図9 アユ第一回試験、第2回試験と川尻による成長量との比較



いずれもクロレラ投与区の方が対照区より大なる値を示し、とくに血漿タンパク質濃度は検定の結果両者の間に高度の有意差が認められた。さらに第2回の結果をみると、マッシュ区(M区)とクランブル区(C区)との間には一定の傾向はみられないが、マッシュ区のクロレラ1%区(M1区)より10%区(M10区)の方が、またクランブル区のクロレラ無添加区(C0区)よりクロレラ10%区(C10区)の方が、マッシュ区の血漿タンパク質濃度を除いたすべての項目において大なる値を示している。なお興味あることとして、アユの場合にはコイと異って、クロレラ投与区においても血漿に着色が認められなかった。以上の結果から、アユに対するクロレラの投与は、血液性状においても良好な結果をもたらし、健康上益するものがあったと考えられる。

以上昭和45年度、46年度にわたってコイ、アユを試験魚として飼料にクロレラを添加した場合の成長効果を報告したが、この種の魚に対しては明らかに成長を促進する作用が認められた。この試験の結果は産業的見地から重要な示唆を与えるものと思う。クロレラが成長を促進するような因子を含むとしたら、その有効成分の本体を明らかにしかつ魚類以外の動物にいかなる影響を与えるかも吟味する必要があるように思える。

表16 アユの血液性状（第1回，第2回試験）

	区 別	供試尾数	平均体重 (g)	赤血球数 ($10^4/\text{mm}^3$)	ヘマトク リット値	血漿タンパク 質濃度(g/dl)
第 1 回	1区(対 照)	15*	7.5	$480 \pm 29^{\text{a}}$	46.9 ± 7.0	7.68 ± 1.26
	2区(クロレラ)	15*	15.7	451 ± 69	48.5 ± 6.7	9.58 ± 1.35
第 2 回	M 10 区	8	37.4	395 ± 55	43.8 ± 7.5	8.53 ± 0.98
	M 1 区	8	35.9	393 ± 37	40.3 ± 4.2	8.98 ± 0.93
	C 10 区	7	24.7	438 ± 63	43.9 ± 6.7	9.35 ± 1.20
	C 0 区	8	23.2	407 ± 58	39.8 ± 6.5	8.18 ± 1.97

* 赤血球数の場合は各10尾を供試

a) 標準偏差

要 約

コイおよびアユを試験魚として市販配合飼料のみによって飼育した場合と配合飼料にクロレラを添加した飼料によって飼育した場合とを比較し次の結果が得られた。

(1) コイの場合は市販配合飼料にクロレラを6%および12%添加すると成長を促進し，かつ12%添加の方が6%添加よりもすぐれている傾向がみられた。

(2) アユの場合は初期の飼育ではクロレラを添加することは，対照に比べ著しく成長が良好であった。ただし夏期においては飼料にクロレラを10%添加した区と対照区ではその差はほとんどがなかった。

(3) コイ，アユとも飼料に6~12%のクロレラを添加して飼育した魚は体表面が緑色をおび天然の魚に近似した外観を呈した。

(4) 血液性状の試験結果からは飼料にクロレラを添加した魚の方が，とくにアユの場合において，より健康上好ましい傾向にあった。

(5) 市販の魚類養殖用配合飼料にクロレラを適当に添加すればコイ，アユの成長，体質改善に効果が期待できる。

本研究に際し供試魚につき配慮をいただいた東京都水産試験場，静岡県水産試験場に，また配合飼料を提供された日清製粉株式会社，オリエンタル酵母株式会社，日本配合飼料株式会社に感謝します。

後記 著者らのクロレラに関する研究はその後もつづけているが、これらの研究が契機となって昨年「水産増殖クロレラ研究会」がつくられた。本研究会は魚類、貝類などの飼料としてクロレラを使用した場合の成長、健康などにおよぼすクロレラの効果について、大学、水産研究所、県水産試験場の研究者が協力して研究する組織である。本研究会に関する事務は日本クロレラ株式会社がを行い、本研究会のメンバーの必要とする試料（クロレラなど）は本研究会が提供することになった。

文 献

- 1) 田宮博, 森村裕次: 応用微生物研究所シンポジウム第1集, P. 190 (1960)
- 2) 武智芳郎: クロレラ—その基礎と応用—学習研究社 (1971)
- 3) 農林水産技術会議: 飼料としてのクロレラ, 技術会議調査資料45 (1966)
- 4) 川尻稔: 日水誌, 105, 103 (1949)

図 4

コイの尾ビレ(第2回試験(A))

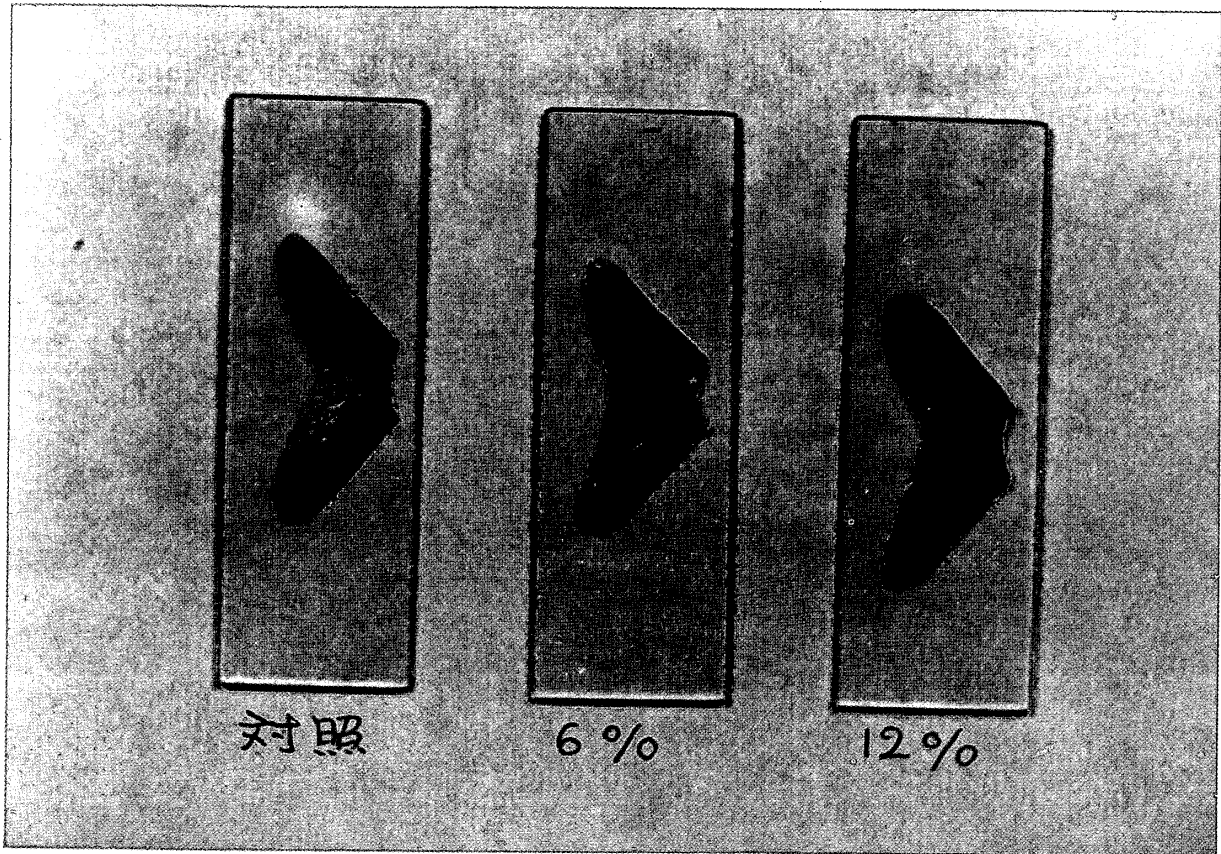


図 5

コイの血漿の色(第2回試験(B))

