

# クロレラ添加飼料によるアユ養成試験※

伊 東 正 夫 ・ 高 橋 晋 ・ 里 井 晋 一

## はじめに

アユ養魚の飼料に関して従来多くの試験が実施されており、現在では、養魚業者は一般に魚粉を主体とした、クランブル状、又はペレット状の配合飼料を使用しているのが通常である。河川に棲む天然アユは「水アカ」とよばれるらん藻・矽藻等の藻類を摂餌しているが、藻類の一種で単細胞の緑藻であるクロレラは、良質な蛋白質を50%~60%も含み、各種のビタミン類の含有量も豊富であると報ぜられている。近年このクロレラは、生産方法の改革によって、任意に、大量に、安定的に培養されるようになって来たので、アユ養成用の配合飼料にこれを添加した場合の飼料効果を検討するため、添加量を変えた配合飼料でアユの養成試験を実施し、成長、飼料効率、健康度、食味等について若干の知見を得たので、その結果を報告する。

本試験の実施に際し、種々の御教示をいただいた駒沢女子短期大学、東秀雄教授ならびに、東海区水産研究所、竹内昌昭技官、又試験材料を提供された日本クロレラ株式会社に対し、深く感謝の意を表す。

## 試験方法

- (1) 試験場所 彦根市八坂町2138の3 滋賀県水産試験場
- (2) 試験期間 昭和47年6月2日から昭和47年9月20日まで  
このうち昭和47年6月5日から昭和47年8月8日までを前期の成長試験、昭和47年8月9日から昭和47年8月29日までを後期の成長試験とした。
- (3) 試験区 試験飼料区3区の他に、関連試験として市販飼料区を加え併せて4区を並行して実施した。飼料配合割合および一般分析値の必要分を第1表に示した。

第1表 飼料配合組成表

試験区 飼料原料	1区	2区	3区	4区
北洋魚粉	65%	61%	54%	市 販 ア ユ 飼 料
クロレラ	0	5	15	
小麦粉	29	29	29	
コーンスターチ	4	3	0	
ミネラル	1	1	1	
ビタミン	1	1	1	
水分	9.64	6.25	6.37	
粗蛋白質	47.5	47.2	47.3	———

注1 水分量の測定は100~110Cでの常圧加熱乾燥法による算出

注2 粗蛋白質は日本クロレラk.k宮之原氏による資料

※「水産増殖クロレラ研究会」の共同研究の一環として実施したものである。

(4) 試験池の条件	池の形状	長方形
	池の大きさ (m)	2.0×5.0×0.64 (水深)
	水面積 (m <sup>2</sup> )	10
	水容量 (m <sup>3</sup> )	6.4
	注水量 (ℓ/sec)	0.8
	換水率 (回/Hour)	0.45
	水源の種類	地下水
	水温 (℃)	18~21
(5) 供試魚	種苗の種類	琵琶湖 安曇川産
	最大体長 <sup>*</sup> (cm)	6.79 <sup>*</sup> sample 50尾中
	最小体長 <sup>*</sup> (cm)	5.31
	平均体長 <sup>*</sup> (cm)	6.07
	最大体重 <sup>*</sup> (cm)	3.54
	最小体重 <sup>*</sup> (cm)	1.55
	平均体重 (gr)	2.53
	放養密度 (尾/m <sup>2</sup> )	79

#### (6) 投餌方法

給餌回数は原則として、午前、午後の1日2回（日曜日は午前のみ1回）とした。方法は魚の摂餌状況を観察しながら、飼料が池底に落ちて無駄にならないように、又、風の強い時風上から投餌するように心懸け、各区ともおよそ15分間程度を目安に飽食するまで投与した。

#### (7) 魚体測定

##### I) 成長試験について

平均体重の測定は給餌日数21日目毎に行った。その方法は全尾数をとりあげ、全重量を測定して、平均体重を算出した。

なお48日目に1区と3区から各30尾ずつ試食試験用に供したので、各々の尾数と重量を事故死として取扱った。

63日目に全尾数を計数したところ不明尾数が多く現われたので、64日目から各区の全尾数を一定になるように間引いて飼育を継続し、63日目までを前期、64日目以降を後期の試験とした。

##### II) 健康度について

成長試験終了後も引続き各試験区の飼料で飼育し、8月30日と9月20日の2回血液性状を調べた。採血は生魚の心臓部位よりあらかじめヘパリン処理を施した注射器によって行った。

ヘマトクリット値は、佐久間製作所製ヘマトクリット遠心機を使用し、 $1.2 \times 10^4$  RPM, 5分間遠心沈降させたものの値である。

血清蛋白はTUKASAの蛋白屈折計で測定し、血色素量はザーリーの血色素計を使用した。

### Ⅲ) 品質について

最終取揚時(体長12.48cm ~ 15.92cm, 体重33.46g ~ 65.96g)に場職員および関係者30余名を対象に各区5尾づつ計20尾を配布し、試食テストを行い、アンケート回答を求めた。

又、中間取揚時には、各区の魚の体色、形姿等の特徴、相違を観察した。

## 結果と考察

### (1) 成長試験

飼育成績の結果を第2表および第3表にまとめた。

第2表 飼育結果表-①(前期)

NO	試験区		1(対照)	2(5%)	3(15%)	4(市販)
	項目					
1	総 体 重 (g)	1日目	2.000	2.000	2.000	2.000
		21 "	5.350	5.640	5.460	5.580
		42 "	11.100	11.300	11.500	11.700
		63 "	18.400	19.150	18.700	20.500
2	平 均 体 重(g)	1 "	2.53	2.53	2.53	2.53
		21 "	6.79	7.16	6.93	7.10
		42 "	14.32	14.66	14.88	15.16
		63 "	25.00	25.16	25.34	26.83
3	総 尾 数 (尾)	1 "	790	790	790	790
		21 "	788	788	788	786
		42 "	775	771	773	771
		63 "	719	741	712	691
4	斃 死 尾 数(尾)	1~21	2	2	2	4
		22~42	⑬+0	⑰+0	⑬+2	⑮+0
		43~63	*③⑤+3	⑥+4	*③⑤+0	⑥+1
		全期間	④⑧+5	②③+6	④⑧+4	②①+5
5	斃 死 重 量(g)	1~21	7.9	3.5	7.0	13.8
		22~42	⑧⑧⑦+0	⑫①.⑦③+0	⑨①.①⑨+15.5	①①①.⑤①+0
		43~63	*⑤①①.⑦①.⑥+8.1①	⑧⑦.9⑥+108.0	*⑤9①.⑦④.4①+0	⑨①.9⑥+26.0
		全期間	⑥59.8⑦+88.9	②09.68+111.5	⑦54.49+22.5	①97.4①+39.8
6	不明尾数(尾)	18	20	26	73	
7	不明重量(g)	247.77	276.90	362.31	1071.64	

○印内は  
事故死  
\*印48日目に  
試食に供した  
もの

NO	項目	試験区				
		1. (対照)	2. (5%)	3. (15%)	4. (市販)	
8	死亡率 (%) 日	1~21日	1.2	1.2	1.2	2.4
		22~42日	0	0	1.2	0
		43~63日	1.8	2.5	0	0.6
		全期間	1.1	1.3	0.9	1.1
9	増重量 (g)	1~21日	3357.90	3643.50	3467.60	3593.80
		22~42日	5838.27	5781.72	6145.59	6226.50
		43~63日	7952.60	8045.96	7864.40	8916.96
		全期間	17396.54	17748.08	17839.30	19808.90
10	原物給餌量 (g)	1~21日	4333.0	5142.2	4808.5	4859.2
		22~42日	7172.9	7273.2	7262.9	7502.0
		43~63日	11394.0	12556.4	12182.0	12870.5
		全期間	22899.9	24971.8	24253.4	25231.7
11	乾物給餌量 (g)	1~21日	3915.3	4820.8	4502.2	4355.3
		22~42日	6481.4	6818.6	6800.3	6778.8
		43~63日	10295.6	11771.6	11406.0	11535.8
		全期間	20692.3	23411.1	22708.5	22615.2
12	給餌蛋白量 (g)	1~21日	2058.18	2447.69	2274.42	—
		22~42日	3407.13	3462.04	3435.35	—
		43~63日	5142.15	5976.85	5762.09	—
		全期間	10877.45	11886.58	11471.86	—
13	成長率 (%) 日	1~21日	4.69	4.94	4.78	4.89
		22~42日	3.47	3.31	3.55	3.53
		43~63日	2.41	2.50	2.31	2.67
		全期間	3.52	3.59	3.55	3.69
14	飼料効率 (%)	1~21日	85.76	75.58	77.01	82.52
		22~42日	90.08	84.79	90.37	91.85
		43~63日	77.24	68.35	68.95	77.30
		全期間	84.07	75.81	78.56	87.59
15	蛋白効率 (%)	1~21日	163.15	148.85	152.46	—
		22~42日	171.35	167.00	178.89	—
		43~63日	154.66	134.62	136.49	—
		全期間	159.93	149.31	155.50	—
16	給飼率 (%) 日	1~21日	2.02	2.36	2.28	2.17
		22~42日	1.56	1.72	1.68	1.65
		43~63日	1.59	1.83	1.74	1.68
		全期間	1.79	2.01	1.93	1.76

第3表 飼育結果表-2 (後期)

NO	試験区	1 (対照)	2 (5%)	3 (15%)	4 (市販)
	項目				
1	総体重 64日目	15.355	15.506	15.758	17.800
	(kg) 84日目	25.600	25.700	26.750	30.800
2	平均体重64日目	2.559	2.584	2.626	2.967
	(g) 84日目	4.252	4.298	4.451	5.159
3	総尾数 64日目	600	600	600	600
	84日目	602	598	601	597
4	斃死尾数64~84日	1	1	0	6
5	斃死重量(g) "	4.60	2.90	0	269.7
6	不明尾数 "	+3	-1	+1	+3
7	不明重量(g) "	-10.217	+3.441	-35.39	-12.189
8	斃死率 (%/日) "	0.8	0.8	0	4.8
9	増重量 (g) "	10188.8	10257.4	10956.6	13147.8
10	原物給餌量(g) "	13878.0	14684.8	15272.8	16071.6
11	乾物給餌量(g) "	12540.2	13767.0	14299.9	14405.0
12	給餌蛋白量(g) "	6592.05	6989.96	7224.03	—
13	成長率 (%/日)	2.43	2.41	2.52	2.61
14	飼料効率(%) "	81.25	74.51	76.62	91.27
15	蛋白効率(%) "	15.456	14.674	15.167	—
16	給餌率 (%/日) "	1.52	1.65	1.64	1.41

(注) 不明重量 =  $\frac{\text{開始時平均体重} + \text{終了時平均体重}}{2} \times \text{不明尾数}$

○斃死率 =  $\frac{\text{斃死魚数}}{\text{総尾数}} \times \frac{1}{\text{飼育日数}} \times 100$

△増重量 = 取揚量 + 斃死重量 + 不明魚推定重量 - 放養量

＝成長率 =  $\frac{\text{Iog最終時の体重} - \text{Iog放養時の体重}}{\text{飼育日数}} \times \text{loge}10 \times 100$

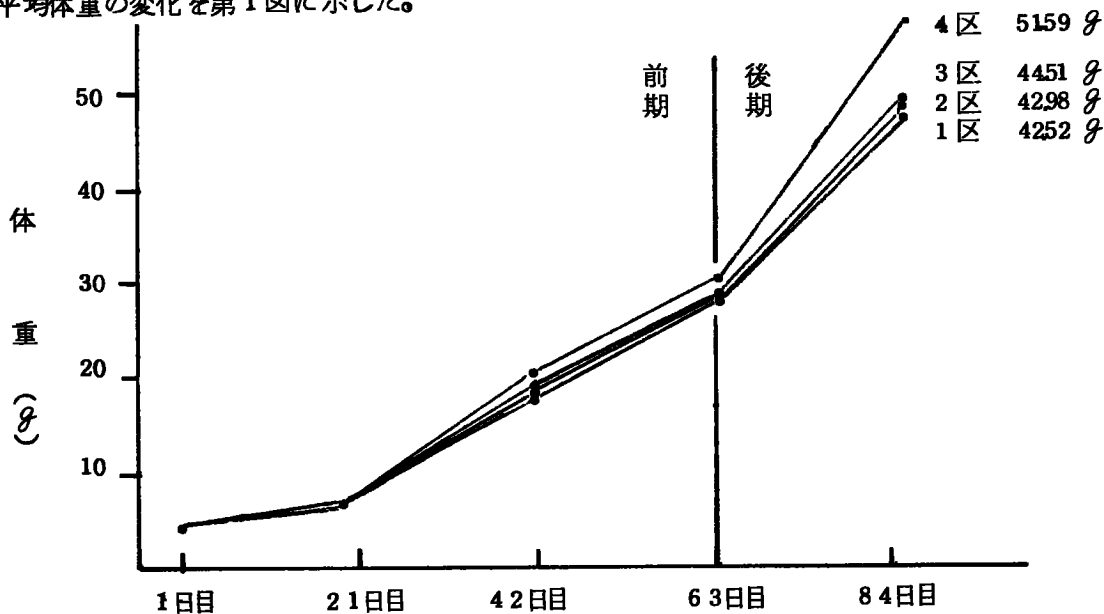
△飼料効率 =  $\frac{\text{増重量}}{\text{乾物給餌量}} \times 100$

△蛋白効率 =  $\frac{\text{増重量}}{\text{給餌蛋白量}} \times 100$

△給餌率 =  $\frac{\text{乾物給餌量} \times \text{Iog}(1 + \text{成長率})}{\text{増重量}} \times \text{loge}10$

前期飼育終了時(63日目)の全尾数測定において、不明尾数が各区とも多く現われたが、これは放養時の平均体重が2.53gと小型であったことや、ばらつきの大小など供試魚に起因してい

るのではないかと考えられる。  
平均体重の変化を第1図に示した。



第1図 平均体重の変化

今回の試験区（クロレラ添加0%区，5%区，15%区）では，投飼84日目（平均体重42g～45g）の時点で，殆んど差がなく，僅かずつではあるが添加量の多い程まさっている。このことから15%程度のクロレラ添加での飼料では，成長に支障を及ぼすことはないものと考えられる。

63日目から市販飼料区の伸び率が良くなっているが，これは魚体の大型化に対応して他の試験区より1号サイズ程度大きめのクランブルを投与したため，飼料の無駄がなかったためではなからうかと考えられる。

成長率についてはクロレラ添加区は対照区と同等，もしくはそれ以上の成績であった。

飼料効率は，試験区（0%，5%，15%区）内では，前期は75.81～84.07，後期は74.51～81.25の範囲内であって試験区間には大差はなく，投飼技術の優劣等の要因によるものと考えられる。蛋白効率も飼料効率と同様の傾向を示した。

クロレラ添加飼料に対するアユの嗜好法については，投飼開始時から各区共に活発に摂餌し，全期間を通じて飼料のサイズにかかわりなく，正常に摂餌し嫌忌の状態は認められなかった。

死亡率については，1区，2区，3区とも前期，後期を通じ1%前後であり，飼料由来によるものとは考えられない。市販飼料区で後期の21日間に4.8%の死がみられたが，その原因については飼料組成等不明のため何とも言えない。試験期間中，魚病の発生による障害はなかったが，飼育密度の高い，或は河川水使用などの実業的規模での飼育環境下における試験も試みる必要があろう。

## (2) 健康度について

健康度の指標を得るため，飼育試験終了後2回に亘り血液性状を調べた。結果を表4，表

5にまとめた。

表4 血液検査結果(1)

(平均値)

項目	試験区	1 区		2 区		3 区		4 区	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
8月	体 長 (cm)	15.18	14.99	14.92	14.79	15.65	15.52	15.57	15.65
30日	体 重 (g)	48.51	46.71	46.15	46.82	53.05	53.30	47.39	51.86
	肥満度 ‰	13.87	13.87	13.90	14.47	13.84	14.26	12.55	13.55
測定	血 球 比	117:1	113:1	97:1	102:1	79:1	94:1	62:1	75:1
	血球数 <sup>1</sup> /mm <sup>3</sup>	2092 ×10 <sup>4</sup>	175.64 ×10 <sup>4</sup>	1080 ×10 <sup>4</sup>	1400 ×10 <sup>4</sup>	1924 ×10 <sup>4</sup>	1628 ×10 <sup>4</sup>	804 ×10 <sup>4</sup>	2530 ×10 <sup>4</sup>
	ヘマトクリット値%	42.4	40.0	47.8	37.0	42.0	29.8	41.4	43.0
	血清蛋白%	7.50	8.18	6.38	5.96	6.72	6.90	7.56	7.98
	血色素量% <sup>*</sup>	88	65	—	72	68	50	58	60
	採血尾数	3	3	3	3	3	3	3	3

\* ザーリ法で測定

表5 血液検査結果(2)

(平均値)

項目	試験区	1 区		2 区		3 区		4 区	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
9月	体 長 (cm)	15.69	16.03	15.92	14.72	16.13	15.89	16.79	15.32
20日	体 重 (g)	49.13	57.89	50.70	45.96	51.63	54.43	56.02	52.45
	肥満度 ‰	12.72	14.05	12.57	14.41	12.30	13.57	11.84	14.59
測定	血 球 比	83:1	173:1	73:1	104:1	109:1	117:1	99:1	130:1
	血球数 <sup>1</sup> /mm <sup>3</sup>	1524 ×10 <sup>4</sup>	1532 ×10 <sup>4</sup>	1432 ×10 <sup>4</sup>	1552 ×10 <sup>4</sup>	1740 ×10 <sup>4</sup>	1316 ×10 <sup>4</sup>	1980 ×10 <sup>4</sup>	1440 ×10 <sup>4</sup>
	ヘマトクリット値%	56.0	49.6	50.3	47.9	53.7	52.8	57.8	59.0
	血清蛋白	8.5	8.4	7.5	8.0	7.8	8.2	9.9	10.2
	血色素量	—	—	—	—	—	—	—	—
	採血尾数	4	4	4	4	4	4	3	3

表4, 表5の結果から各区分での大きな数値の差はなく, 又本試験では病魚の発生がなかったため, 病魚の血液との比較は出来なかった。健康魚の標準値が確立されていない現段階では, この数値から健康度について考察することは出来ない。魚体の外観上からは試験期間中各区共健康であった。

(3) 品質について

クロレラ添加飼料でのアユ、特に15%添加区のもの、生殖腺の発達する時点において体色および鱗に黄色味を増し、天然アユに類似する傾向がみられた。特に卵色には黄色味が顕著に現われた。

食味、香味についてのアンケート結果を表6に示す。

表6 食味アンケート結果※

試験区 項目		1 区	2 区	3 区	4 区
		(対照)	(5%)	(15%)	(市販)
肉し ま のり	やわらかい	7名	11名	7名	5名
	普通	9	5	9	11
	かたい	3	3	3	3
食 味	旨い	8	10	9	8
	普通	6	6	8	8
	まずい	3	3	2	3
香 味	特有のものあり	3	5	6	2
	普通	8	8	6	9
	特有のものなし	8	6	7	8
油	多い	2	3	2	0
	普通	5	5	6	12
	少ない	12	11	11	7

※アンケート回答19名

アンケート回答結果から、食味、香味についての試食に顕著な特徴はみられないが、全体的にみて、2区、3区の、クロレラ添加区が無添加区より好評のようである。

ま と め

クロレラを添加した配合飼料で、アユを飼育した結果、次のことが明らかとなった。

- (1) 増重量においてクロレラ15%添加飼料は、対照区、5%添加飼料区より僅かに良好な結果を得た。
- (2) 飼料効率、蛋白効率は対照区よりやや劣ったが、飼料の優劣を論ずる程の差は生じなかった。
- (3) クロレラ添加飼料に対するアユの嗜好性に特に問題はない。
- (4) 成魚は体色、鱗、卵に黄色味を帯び外観的には健康に成育した。
- (5) 食味、香味等についての試食テストでは、クロレラ添加飼料での養成アユは全体に好評であった。

参 考 文 献

- 1) 伏木省三 前川孝志・野村稔：固形飼料によるアユの飼育試験-1 固形飼料と練餌との飼料効率の比較について、滋賀県水産試験場研究報告(21)1~6(1968)



- 2) 伏木省三・前川孝志・野村稔： 固形飼料によるアユの飼育試験－Ⅱ 鮮魚を主体とした練餌の置餌と固形飼料の生長比較などについて， 滋賀県水産試験場研究報告（22）  
1～8（1969）
- 3) 伏木省三・松本清雄： 新飼料開発研究－Ⅰ 石油酵母利用化に関する研究， 滋賀県水産試験場研究報告（23）1～10（1971）
- 4) 尾崎久雄： 魚類生理学講座－Ⅰ 血液・循環 緑書房（1968）
- 5) 佐野徳雄： 魚類血液学の水産への応用 4) 養殖魚の血液性状 日本水産学会誌  
29（12）1113～1118（1963）