

## 水質環境と魚類の成長 II

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	千葉, 健治
巻/号	28巻1号
掲載ページ	p. 10-16
発行年月	1980年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 水質環境と魚類の成長—II

池水の循環および濾材の有無が池水の水質とアユの成長に及ぼす影響

千葉 健 治

(東京大学農学部)

### はじめに

前報<sup>1)</sup>では循環濾過に井水の注水を併用してアユの飼育を試み、注水の少ない水槽では溶存酸素は低下、CODとアンモニア態窒素は増大し、アユの成長の劣ることを報告した。

循環濾過方式でアユを飼育している例は少なく<sup>2,3,4,5)</sup>、一般の養魚池ではこれに近い形として池水又はその排水を汲揚げ再度池へ落下させている例が多い。これは注水量を増大させ、曝気による酸素の溶入の増加、流速の増加とこれに伴う糞や残餌の除去に効果があると考えられているが、その実際の効果は明らかではない。

この池水又はその排水を汲揚げ、池へ再注水することは、循環濾過方式で濾材のない場合に相当すると考えられる。そこでアユ飼育の際、池水の循環および濾材の有無が池水の水質と魚の成長にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的として本実験を実施した。

本文に入るに先立ち、アユ飼育および水質分析に助力をいただいた東京大学水産実験所文部技官太田 豊、高瀬卓彦の両氏、並びに報文のとりまとめにあたり有益な批判をいただいた広島大学名誉教授中村中六博士に深謝いたします。

### 材料および方法

供試魚のアユ *Plecoglossus altivelis* (Temminck et Schlegel) はびわ湖産コアユで、昭和49年5月びわ湖より静岡県浜名湖畔にある東大水産実験所へ輸送し、以後飼育を続け平均体重 3.69 g (範囲 2.6~5.2 g) としたものを実験に供した。

飼育装置は前報<sup>1)</sup>の実験で用いたものと同一である。6面の飼育槽 (345×165×90 cm) を用い、水深は 50 cm とした。このうち3面には毎分 7.9 l、他の3面には毎分 1.9 l の割合で井水の注水を行った。これはそれぞれ約6時間、25時間に1回換水する割合である。それぞれの3面中1面は単に井水を注水するだけとし、他の2面は毎分 20 l の割合で循環を行った。このうち1面は濾材を用いず、他の1面のみに前報と同様 60×60×40 cm のビニロックフィルター (塩化ビニール繊維を集合圧縮したもの) を濾材に用いた。これら6面の水槽各々に3個ずつの分散器を設置し、毎分 18 l の通気を行った。

6面の水槽のうち、注水量の多い水槽には A、少ない水槽には B の符号を付し、注水のみ水槽は No. 1、循環併用水槽は No. 2、循環濾過併用水槽は No. 3 の番号を付した。したがって各水槽の飼育条件は第1表に示すようになる。

これら6面の水槽に供試魚を 500 尾ずつ収容し、昭和49年6月24日より8月5日まで6週間飼育を行った。途中3週間後の7月15日に各水槽より

第1表 飼育条件

水槽	濾材	循環濾過水量 l/min	井水注水量 l/min	1回の換水に要する時間 hr
A-1	—	0	7.9	6.0
A-2	無	20	7.9	6.0
A-3	有	20	7.9	6.0
B-1	—	0	1.9	25.0
B-2	無	20	1.9	25.0
B-3	有	20	1.9	25.0

100尾を取揚げ全長および体重の測定を実施した。この際飼育水のほとんど全部を換水した。

餌は前実験同様オリエンタル酵母社製配合飼料アユ用クランブル No. 2 を用いた。給餌量は給餌率7%を一応の目安とし、第1週は150g、第2、3週は増重を見込んでそれぞれ250、400gを1日の限度として積極的な摂餌行動のみられる間給餌を続けた。第4週以降は500gを限度とした。給餌は日曜を除き1日4回、9時、11時、14時および16時30分に行った。

水質環境要因として、水温、pH、溶存酸素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、アルカリ度および電導度については日曜を除く毎日午前9時に採水し測定分析を実施した。その他COD、ケイ酸、カルシウム、マグネシウムは原則として毎週2回分析を実施した。それぞれの分析法は前報<sup>1)</sup>と同様である。

## 結果および考察

### 1. 飼育成績

各水槽について放養時、3週後、6週後の平均体重およびこれから算出した日間成長率、給餌量、餌料効率、生残率などを第2表に示した。

各水槽での飼育は、前期3週間は順調に行われたが、後期3週間の後半にA-2、B-1、B-2 およびB-3水槽でエロモナス菌の感染による多量の死亡がおきた。このためこれらの水槽については6週後の測定値は参考値とするにとどめた。

日間成長率：3週間後の平均体重より算出した各水槽での日間成長率を比較すると、最高はA-3水槽の5.29%、最低はB-1水槽の3.67%で、その順位はA-3、A-2、B-3、A-1、B-2、B-3であった。

給餌量：A-1、A-2 およびA-3水槽では常に摂餌行動が活発でほぼ限度まで給餌することができた。このためこれら3水槽の3週間の給餌総量はほぼ同様であった。B-2 およびB-3水槽はこれら

第2表 飼育成績

飼育期間	水槽 No.	放養時平均体重 g	sd	取揚時平均体重 g	sd	日間成長率 %	給餌量 g	餌料効率 %	生残率 %
Jun. / 24 } Jul. / 15	A-1	3.69	1.376	10.01	2.861	4.87	4,788	65.8	100
	A-2	3.69	1.376	10.69	3.015	5.20	4,749	73.7	99.6
	A-3	3.69	1.376	10.90	3.339	5.29	4,740	75.9	99
	B-1	3.69	1.376	7.87	3.054	3.67	3,849	54.6	100
	B-2	3.69	1.376	9.82	3.284	4.77	4,673	65.3	100
	B-3	3.69	1.376	10.18	3.129	4.95	4,695	69.2	100
Jul. / 15 } Aug. / 5	A-1	10.01	2.861	14.79	4.855	1.88	6,857	35.0	92
	A-2	10.69	3.015	(13.49)	(3.905)	(1.11)	—	—	55.2
	A-3	10.90	3.339	16.58	5.147	2.02	6,859	41.6	93.5
	B-1	7.87	3.054	(10.55)	(2.853)	(1.41)	—	—	17.4
	B-2	9.82	3.284	(11.54)	(3.470)	(0.77)	—	—	7.4
	B-3	10.18	3.129	(12.84)	(3.600)	(1.11)	—	—	59.8
Jun. / 24 } Aug. / 5	A-1	3.69	1.376	14.79	4.855	3.36	11,645	47.7	92.0
	A-2	3.69	1.376	(13.49)	(3.905)	3.13	—	—	54.8
	A-3	3.69	1.376	16.58	5.147	3.64	11,599	55.6	92.6
	B-1	3.69	1.376	(10.55)	(2.853)	(2.53)	—	—	17.4
	B-2	3.69	1.376	(11.54)	(3.470)	(2.75)	—	—	7.4
	B-3	3.69	1.376	(12.84)	(3.600)	(3.01)	—	—	59.8

日間成長率は次式により算出  $W_E = W_S(1 + g)^t$  ここで  $W_E$  : 取揚時平均体重,  $W_S$  : 放養時平均体重,  $t$  : 飼育日数,  $100g$  : 日間成長率を示す。

3水槽よりやや少なかったが、両者の間ではほとんど差がなかった。B-1水槽のみが他より劣った。

餌料効率：3週後の平均体重から推定した増重量と給餌量とから餌料効率を推定した。その結果、最高はA-3水槽の75.9%、最低はB-1水槽の54.6%であった。各水槽の順位はA-3, A-2, B-3, A-1, B-2 および B-1 で、この順位は日間成長率の順位と一致した。

生残率：6月24日から7月15日までの前期3週間はA-2水槽で2尾、A-3水槽で5尾の死亡をみたのみで、他水槽は全く死亡魚がでなかった。しかし後期3週間の後半から死亡するものが出現し、特にB-2, B-1水槽で死亡率が82.6 および92.6%と著しく高く、A-2, B-3水槽が44.8%お

よび40.2%とこれに次ぎ、A-1, A-3水槽でははるかに低い8.0% および6.5%の死亡率がみられた。これらのすべてからエロモナス菌が検出され、死亡はこの感染によると思われる。特に注水量の少ないB群の水槽で死亡率の高いことは、環境と関連があるのではないかと考えられる。

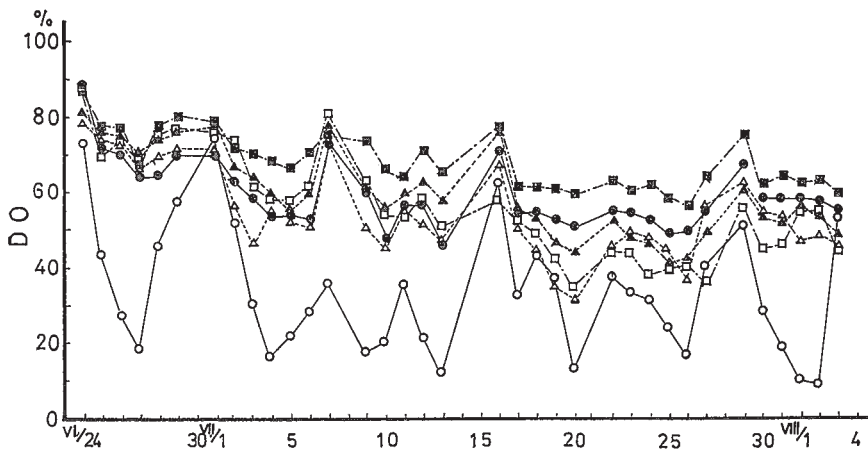
2. 飼育水の水質

測定を行った各項目について、それぞれの水槽の飼育期間中の最高および最低値を第3表に示した。これらの項目は、その変動の様式で漸減、漸増および不変の3種に大別できる。

pH および溶存酸素(以下DOと略記)は飼育期間の経過と共に低下した。すなわち、pH およびDOはそれぞれ初期7.5~7.6, 73~88%であっ

第3表 飼育水水質(最低値-最高値)

項目	水槽	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
W.T.	℃	23.9-25.6	23.9-25.9	23.8-25.9	23.5-26.2	23.6-26.9	23.6-26.5
pH		7.1-7.6	7.0-7.5	7.0-7.5	6.8-7.5	7.0-7.5	6.9-7.5
DO	%	44.5-87.4	42.2-81.1	56.2-87.8	9.9-74.5	31.4-78.7	34.0-88.2
NO <sub>2</sub> -N	ppm	0.010-0.038	0.030-0.185	0.030-0.162	0.033-0.665	0.050-1.400	0.136-2.700
NH <sub>4</sub> -N	ppm	0.17-0.61	0.16-0.76	0.14-0.62	0.71-3.30	0.65-6.50	0.74-3.15
アルカリ度	me/l	1.01-1.16	0.96-1.12	0.99-1.15	1.03-1.34	1.07-1.50	0.95-1.22
COD	ppm	0.49-2.11	0.03-2.39	0.03-2.64	0.76-2.31	0.62-4.55	0.32-4.29
SiO <sub>2</sub>	ppm	8.6-15.0	8.7-14.8	8.5-14.4	8.6-14.8	8.9-14.8	8.7-16.4
Ca	ppm	105.9-113.0	105.6-112.8	105.9-112.8	109.8-119.4	109.0-112.7	105.9-117.7
Mg	ppm	10.3-19.2	11.3-28.0	11.5-18.1	11.3-19.3	11.7-26.5	11.5-22.4



第1図 飼育期間中のDOの変動

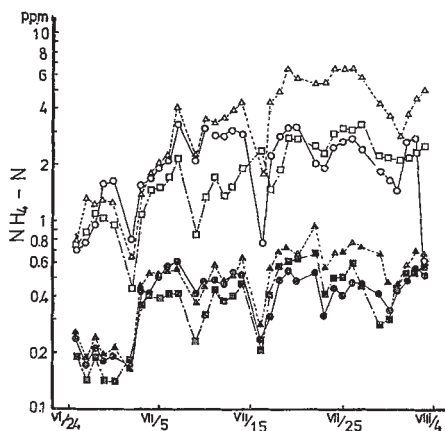
図中の記号●, ▲, ■, ○, △および□はそれぞれA-1, A-2, A-3, B-1, B-2 および B-3水槽を示す。

たが、終期には7.0~7.1, 10~58%となった(第1図)。pH および DO のいずれも一般的に注水量の多い A 群は B 群より高い値を示し、各群の中では No. 3>No. 2>No. 1 の関係があった。特に B-1 水槽では DO の低下が著しく20%以下となることもあった。

また DO には周期性が認められた。これは前報<sup>1)</sup> 同様日曜日無給餌としたことによるもので、各水槽とも月曜日の DO が前週末に比して高い値を示すためである。また月曜日以外でも DO の増加を認めることがあった。これは適宜水槽底の残餌・糞等を除去した翌日に一致した。その際の DO の増加は特に B-1 水槽で著しかった。残餌・糞等の堆積物の除去はそれによる酸素消費を減少させるため、飼育水の DO が増加すると考えられる。

アンモニア態窒素(以下  $\text{NH}_4\text{-N}$  と略記)、亜硝酸態窒素(以下  $\text{NO}_2\text{-N}$  と略記) および COD は、一般的には漸増し B 群は A 群より高い値を示した。

$\text{NH}_4\text{-N}$  は前期は漸増し、後期はほぼ一定の範囲を変動した(第2図)。A 群の3水槽は 0.15~0.90 ppm の範囲を変動し、3水槽間では大差はなかった。また B 群では多くの場合 No. 2>No. 3>No. 1 の順位となり、それぞれ最高値 6.50, 3.30, 3.15 ppm であった。特に後期の B-2 水槽は他水槽よりはるかに高い値を示した。



第2図 飼育期間中の  $\text{NH}_4\text{-N}$  の変動

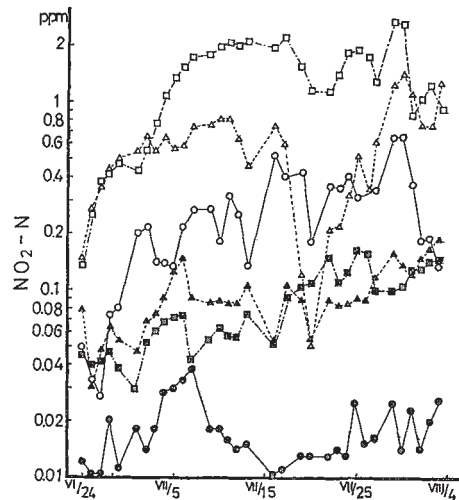
図中の記号 ●, ▲, ■, ○, △ および □ はそれぞれ A-1, A-2, A-3, B-1, B-2 および B-3 水槽を示す。

$\text{NO}_2\text{-N}$  は、A-1 水槽では 0.010~0.038 ppm と著しく低い値を示し、A-2 および A-3 水槽は 0.030~0.185 ppm の範囲を変動し、両水槽で大差なかった。B 群では A 群に比べはるかに高い値を示し、3水槽の順位は No. 3>No. 2>No. 1 となり、最高値はそれぞれ 2.70, 1.40 および 0.665 ppm を示した。A, B いずれの群でも注水のみ No. 1 水槽が最も低い値を示すことが多かった(第3図)。

COD は測定値の変動は大きい、大体漸増の傾向にあり、A 群は 0.03~2.64 ppm, B 群は 0.32~4.55 ppm の範囲を変動し、B 群がより高い値を示した(第4図)。A 群では3水槽に明瞭な差は認められないが、B 群では No. 2>No. 3>No. 1 の順位を示した。

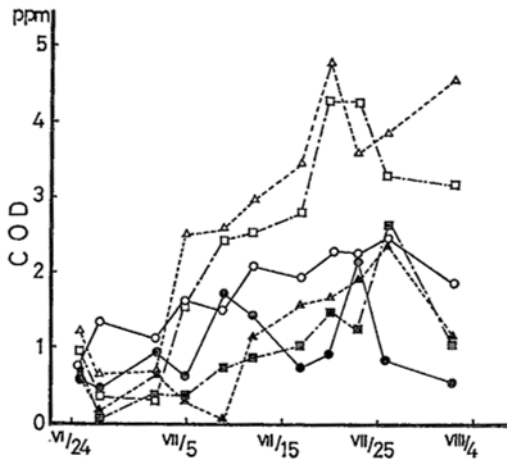
アルカリ度は不規則な変動を示し、増加又は減少の一定の傾向は認められなかった。注水量の多い A 群では変動中も 0.96~1.16 me/l と比較的小さく、前期と後期でも大きくは変化しなかった。一方、B 群は変動の幅も、またその値も大きく、B-2 水槽が最大で 1.07~1.50 me/l, 次いで B-1 水槽の 1.03~1.34 me/l, B-3 水槽は最低で 0.95~1.22 me/l であった。

その他の項目のケイ酸, カルシウム, マグネシ



第3図 飼育期間中の  $\text{NO}_2\text{-N}$  の変動

図中の記号 ●, ▲, ■, ○, △ および □ はそれぞれ A-1, A-2, A-3, B-1, B-2 および B-3 水槽を示す。



第4図 飼育期間中のCODの変動

図中の記号●, ▲, ■, ○, △および□はそれぞれA-1, A-2, A-3, B-1, B-2 および B-3 水槽を示す。

ウムおよび電導度などは、いずれも大きな変動もなく、濾材の有無、注水量の多少などとは関連は認められなかった。

これら水質分析を行った項目のうち、2つの項目の日々の測定値の間に正の相関が認められたものは、COD、アルカリ度、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の3項目のうちの相互で、負の相関が認められたのはこれら3項目とDOとの間であった。これらの相関はいずれの水槽でも例外なく認められ、特に注水量の少ないB群の水槽で顕著であった。

以上、水質各項目の変動について述べたが、飼育水の水質は通気、魚の呼吸・排泄、給餌等による種々の物質の飼育水への添加、または飼育水からの除去、濾過槽・水槽壁での微生物によるその分解・酸化、また井水注水によるそれらの希釈・補充などの総合されたものである。

注水量の多い程、希釈・補充が効果的に行われ、飼育水の水質は注水の水質に近似する。このためA, B 2群を比較すると、DOはA>Bとなる。これは、DOが飼育期間を通じ漸減の傾向にあり、通気量は魚や微生物の要求に対し十分でなく、また注水は70%程度のDOを含むことによると思われる。その他の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、COD等の蓄積される物質、また $\text{NH}_4\text{-N}$ の増大に伴ない増加のみられるアルカリ度などはB>Aとなる。

注水、循環併用および循環濾過併用の相違は注水量の多いA群では明確でないが、注水量の少ないB群では顕著にあらわれる。すなわち、注水のみではDOが低く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は高く、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は特に著しく低い値を示した。これに循環を併用すると、DOおよび $\text{NO}_2\text{-N}$ は多くなり、循環濾過とした場合は $\text{NO}_2\text{-N}$ は更に高い値となり、同時に $\text{NH}_4\text{-N}$ は低い値を示した。

DOが循環併用水槽で高いのは、おそらく循環水の落下による曝気が酸素の溶入に効果的に働くためであろうと考えられる。また $\text{NO}_2\text{-N}$ が循環濾過併用水槽で最も高いのは、濾材中の亜硝化菌の作用によるもので、循環併用水槽がこれに次ぐのは、この水槽の濾過槽には濾材はないが、ここに多少の沈澱堆積物が留り、これが濾材と同様に作用したものである。

### 3. 水質と成長

飼育条件と日間成長率・餌料効率：第5週の後半以降に大量の死亡がおきたため、前期週間の飼育結果についてのみ検討を加えると、一般的に言えば注水量の多い水槽で高い日間成長率・餌料効率を示した。しかし、A-1とB-3との間では日間成長率・餌料効率とも注水量の少ないB-3水槽の方が大であった。しかしながら、循環・濾過の有無などに関し同一条件でAB 2群を比較すると、いずれの場合でも注水量の多いA群がより高い値を示した。またそれぞれの群中で3水槽を比較すると、いずれの群でも循環濾過併用、循環併用、注水のみ順位となった。

水質と日間成長率・餌料効率：水質分析を行った各項目の前期3週間の全測定値の平均値をその水槽の代表値とし、日間成長率および餌料効率との関連を検討した。前期の各水槽の日間成長率、餌料効率および主要な水質項目の平均値を第4表に示した。表にみられるように日間成長率および餌料効率と関連が認められた項目は、DO、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、CODおよびアルカリ度であった。すなわち、DOの低下、また $\text{NH}_4\text{-N}$ 、CODおよびアルカリ度の増加と共に日間成長率・餌料効率の低下が認められた。しかしながら、前述のように $\text{NH}_4\text{-N}$ 、COD、アルカリ度およびDOなどは相互に関連



第4表 前期における日間成長率, 餌料効率および水質各項目の平均値

項目	水槽	水槽					
		A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
日間成長率	%	4.87	5.20	5.29	3.67	4.77	4.95
餌料効率	%	65.8	73.7	75.9	54.6	65.3	69.2
WT	°C	24.61	24.54	24.72	24.33	24.62	24.58
pH		7.31	7.30	7.34	7.06	7.19	7.17
DO	%	61.7	66.9	73.4	35.4	60.5	65.4
NH <sub>4</sub> -N	ppm	0.385	0.405	0.306	1.996	2.292	1.277
NH <sub>3</sub> -N	ppm	0.004	0.004	0.004	0.012	0.019	0.010
NO <sub>2</sub> -N	ppm	0.019	0.800	0.054	0.161	0.557	1.121
COD	ppm	0.96	0.47	0.50	1.42	1.30	1.36
アルカリ度	me/l	1.07	1.04	1.06	1.18	1.12	1.07

する項目であるため、どの項目が主たる原因であるかの判断はできない。単に見掛け上の関連にすぎない項目もあろう。

ここで A-1 および B-3 水槽に着目して、日間成長率・餌料効率に影響を与える要因について検討を試みてみる。A-1 水槽は B-3 水槽より井水注水量が多く、NH<sub>4</sub>-N, COD, アルカリ度などいずれもより低く、また pH および水温から算出される NH<sub>3</sub>-N<sup>6)</sup> も同様に低いにもかかわらず、その日間成長率・餌料効率は B-3 水槽より低い値を示した。一方 DO は途中逆転することはあるものの、多くの場合 B-3 水槽は A-1 水槽より高い値を示し、前期 3 週間の平均値では B-3 水槽が飽和度で 3.7% 高かった。DO はアユの摂餌・成長に大きく影響し、特に DO 約 50% 以下ではこれらは急激に低下するという<sup>7)</sup>。A-1 および B-3 水槽の DO は前期 3 週間は大略 90~50% の範囲を変動し、50% 以下となることは B-3 水槽では全くなく、A-1 水槽では 2 日のみであった。しかし実際には DO には日周変化があり、給餌回数を重ねると朝の測定値より飽和度で 20~30% 低下することが観察されているので、いずれの水槽でも 50% 以下となり得ることがあり、その機会は A-1 水槽の方がより多く、かつより低下したであろうと思われる。また A-1 水槽で観測された水質各項目の平均値、NH<sub>4</sub>-N 0.385 ppm, NH<sub>3</sub>-N 0.004 ppm, COD 0.96 ppm, アルカリ度 1.07 me/l は前報<sup>1)</sup> で日間成長率の低下をみた、NH<sub>4</sub>-N 2.5~3 ppm, NH<sub>3</sub>-N 0.008~

0.011 ppm, COD 3 ppm, アルカリ度 1.1 me/l に比して低く、これらが日間成長率、餌料効率の低下の主たる原因になるとは考えにくい。したがって A-1 水槽が B-3 水槽より日間成長率・餌料効率の劣る主要な原因は DO の低下にあると考えられる。

すべての水槽についてみても、DO, NH<sub>4</sub>-N, NH<sub>3</sub>-N, COD, アルカリ度などの平均値は B-1 水槽の DO を除いては前報<sup>1)</sup> の日間成長率、餌料効率の低下をみる限界値を越えてはいない。したがって、もしこれらの影響があったとしても大きくはなかったであろうと思われる。また第 4 表から読みとれるように DO のみはその順位と日間成長率・餌料効率の順位とが一致するが、他の要因はその順位と日間成長率等の順位とが必ずしも一致しない。

これらのことを考慮すると、前期 3 週間の水質の範囲、すなわち平均値で DO 35.4~73.4%, pH 7.06~7.34, NH<sub>4</sub>-N 0.306~2.292 ppm, NH<sub>3</sub>-N 0.004~0.019 ppm, NO<sub>2</sub>-N 0.019~1.12 ppm, COD 0.47~1.42 ppm, アルカリ度 1.04~1.18 me/l の範囲では、DO が最も日間成長率、餌料効率に影響を与えたであろうと考えられる。

本実験で目的とした飼育水の循環又は循環濾過の効果については、循環を併用すると単に注水した場合に比較し、循環水の落下による曝気が酸素の溶入に効果があり、DO をより高く保つことが

でき、また  $\text{NO}_2\text{-N}$  の増加が認められた。これは井水注水量の少ない場合特に顕著であった。また循環濾過を行うと、循環のみの場合に比べ  $\text{NO}_2\text{-N}$  の増加および  $\text{NH}_4\text{-N}$  の減少がみられ、濾材の存在が  $\text{NH}_4\text{-N}$  の酸化に効果的であることを示した。しかしながら水質と成長との関係では本実験で観測された範囲の水質では、DO の変動が最も大きく魚の成長に影響し、その他の項目の変動はそれ程影響を与えなかったものと考えられた。先に述べた A-1 および B-3 水槽の各水質項目と日間成長率・餌料効率とを比較した場合、B-3 水槽の方が注水量が少ないにもかかわらず DO が高く、このことが日間成長率・餌料効率の高いことに関係していると見られたことは、循環濾過の効果がよく注水量の不足を補っているものといえよう。

今後は DO の影響のない状態で、他の水質要因、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、COD などがどの程度の濃度になっても日間成長率・餌料効率に影響ないかを知ることが必要と考えられる。

## 要 約

1)  $345 \times 165 \times 90$  cm のコンクリート水槽 6 面を用い、注水量に毎分  $7.9$  l および  $1.9$  l の 2 段階を設け、各注水量について注水のみ、循環併用、循環濾過併用の 3 方式で、各水槽  $1.85$  kg のアユを収容し 6 週間の飼育を行った。

2) 各水槽とも前期 3 週間は異状なく飼育が行われたが、後期の第 5 週の後半より 6 面中 4 面にエロモナス菌の感染による大量への死がおきた。

3) いずれの水槽でも  $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、COD などは漸増し、また pH、DO は低下した。注水量の多い水槽は少ない水槽に比べ pH、DO は高く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、COD などは低い値を示した。いずれの注水量でも循環濾過併用水槽は循環併用水槽に比べ、DO および  $\text{NO}_2\text{-N}$  は高く、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は低い値を示した。Ca、 $\text{SiO}_2$ 、電導度な

どは注水量、循環の有無と関係なくほぼ一様の値を示した。

4) COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、アルカリ度のうちの 2 項目相互には正の、またこれら 3 項目と DO とは負の相関が認められた。

5) 前期 3 週間の結果では、日間成長率は一部に例外はあるが、注水量の多い水槽で高い値を示した。

6) いずれの注水量でも、日間成長率は循環濾過併用水槽が最も高く、次いで循環併用水槽、注水のみ水槽の順となった。

7) 日間成長率および餌料効率は COD、アルカリ度とは負の、DO とは正の相関が認められた。この中、DO が最も強く影響しているものと推定された。

8) 注水量が少なくても循環濾過を併用すると、注水量の不足を補い、より高い日間成長率を示す場合があった。

## 文 献

- 1) 千葉健治(1980)：水質環境と魚類の成長—I、井水注水量が循環濾過池の水質とアユの成長に及ぼす影響、本誌、28(1)、1-9.
- 2) 高橋哲夫外(1970)：アユの循環ろ過式養魚について、水産土木、6(2)、11-18.
- 3) 高橋哲夫外(1968)：循環ろ過方式によるアユ養殖試験、千葉県内湾水試内水面分場調査研究報告、1、58-64.
- 4) 大阪府淡水魚試験場(1977)：循環濾過飼育槽を用いたアユ用水高度利用試験、全国湖沼河川養殖研究会、第 1 回アユ養魚用水高度利用研究部会要録 7-8.
- 5) 大阪府淡水魚試験場(1978)：循環濾過飼育槽を用いたアユ用水高度利用試験—II、全国湖沼河川養殖研究会、第 2 回アユ養魚用水高度利用研究部会要録、11-13.
- 6) European Inland Fisheries Advisory Commission (1973)：Water quality criteria for European freshwater fish. Report on ammonia and Inland fisheries. Water Res. 7, 1011-1022.
- 7) 千葉健治(1973)：アユの成長に及ぼす溶存酸素の影響について、昭和 49 年度日本水産学会秋季大会講演要旨 58.