

アユの種苗生産に関する研究

アユ仔魚期の飼育用水について

※
森茂寿・石井重男

最近のアユの人工種苗生産技術の向上には飛躍的なものがある。特に飼育用水に海水が採用されるようになって、その安定性は著しく向上した感がある。

海水の緩衝作用による飼育水の安定性、又初期飼料としてのシオミズツボワムシ(*Brachionus plicatilis* O.F.MULLER)の大量培養が可能となった等の利点から、海水飼育の優位性が強調されている現況にある。しかし一方淡水飼育においても、最高、歩留り32.7%, 2690^{Nos}生産という報告¹⁾もあり、必ずしも、淡水飼育が海水飼育に劣るとは限らない。徳島水試¹⁾の淡水、汽水、海水飼育の比較飼育では、顕著な差は認められていない。又伊藤¹⁾も初期歩留りが少々海水区で高い傾向があるが、顕著に良好であるという確認はないと述べている。

従って本試験では、最近の種苗生産技術の向上を背景として、又本県の如き内陸県にお

ける海水飼育の不便と経費の削減を勘案し、アユ(*Plecoglossus altivelis* TEMMINCK et SCHLEGEL)の仔魚期の飼育用水として、淡水と塩水を比較するとともに、塩分濃度及び添加塩類の削減がどの程度まで可能かについても同時に追求した。

試験の方法

供試卵は、岐阜市鏡島地内、合渡橋上流の産卵場で、かけ釣漁法によって採捕された親魚を、試験地まで運搬し、乾導法により、人工受精を行なった。

採卵は、昭和45年10月16日に実施し、第1表、第2表の試験方法に、したがった。

種卵は、発眼までは、水温15℃の流水中で管理し、発眼卵は、ふ化予定日の前日に飼育池(止水)へ移収し、ふ化させた。

※ 羽島試験地 岐阜県羽島市桑原町

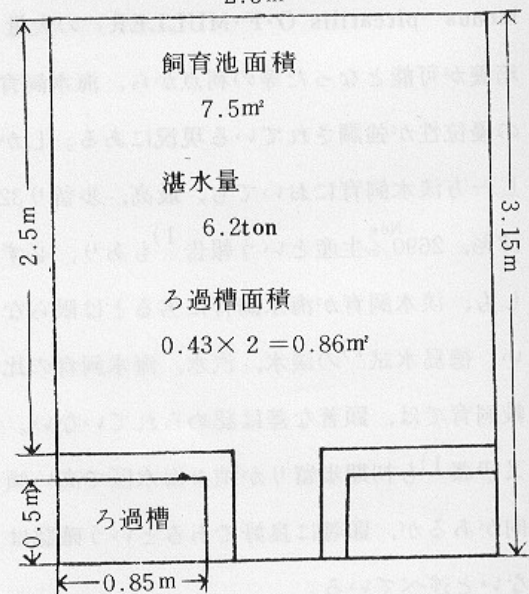
第1表 種卵に関する事項

項目	池番号	A — 1	A — 2	A — 3	A — 4	A — 5
採 卵 月 日		10・18	10・18	10・16	10・16	10・16
フ 化 月 日		11・2	11・2	10・31	10・31	10・31
フ 化 水 温 (℃)		15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
フ 化 率 (%)		80	80	80	80	80
消毒の方法・回数		マラグリ ^{60分} 30分 発眼まで毎日	左に同じ	左に同じ	左に同じ	左に同じ
フ化までの水管理		流水—止水	流水—止水	流水—止水	流水—止水	流水—止水
フ化仔魚の大きさ(mm)		6～7	6～7	6～7	6～7	6～7

第2表 飼育環境条件に関する事項

項目	池番号	A — 1	A — 2	A — 3	A — 4	A — 5
用 水 の 区 分		NaCl+MgCl ₂ +CaCl ₂	左に同じ	希釈海水	淡 水	NaCl+CaCl ₂
用水添加物濃度		アレン人口海水より 上記のみ1/10量	アレン人口海水より 上記のみ1/10量	Cl 5 %	—	アレン人口海水より 上記のみ1/10量
放 養 尾 数 (尾)		25,000	25,000	36,000	36,000	36,000
放養密度(尾/ℓ)		4.8	4.8	6.9	6.9	6.9

第1図 飼育池の概要



使用した飼育池5面は、昭和45年9月に完成したもので、各池とも面積、構造は、同じである。この飼育池は、緑色硬質ビニール波板天蓋の室内に設けられた第1図に示すようなコンクリート製で、各飼育池にエアーリフト方式による循環ろ過槽を、2個所設け、更に水温保持のために、飼育池の中に硬質ビニールパイプを通し、温水を循環させる間接加温方式による加温施設を設けた。ろ過槽の構造は、逆洗用の細孔をあけた硬質ビニールパイプを最底部に配管し、その上に、径4cm内外の石灰岩の碎石と径2cm内外の花崗岩の碎石を、底から約70cmまでの高さに入れたもので、飼育池1面の、ろ材の重量は、平均 800

kgである。ろ材は、前述の逆洗装置を利用し、ブローポンプからの空気泡によって、定期的に洗滌した。

飼育用水は、初期は、第2表に示した各塩分濃度の飼育用水とした。中、後期は、各区とも淡水で、171mの掘さくの井戸水を使用した。初期の水質は、第3表、第4表に示すとおりである。なお、濃縮海水は、愛知県幡豆郡吉良町吉田、愛知塩業組合より購入した。用水の使用法は、初期は、ふ化後10日間までは完全な止水とし、それ以後は、循環ろ過槽をか働させた。中、後期は、循環ろ過に併用して、淡水を注入し、順次、流水飼育とし

表3 用水の種類

項目	飼育用水	
	淡水(井水)	濃縮海水
W.T (°C)	16.8	
PH	7.7	
Cl (mg/ℓ)	6.2	67.3
Alkalinity (mg/ℓ)	0.956	4.94
EDTA硬度(mg/ℓ)	37.5	20834
Ca (mg/ℓ)	9.38	1491
Mg (mg/ℓ)	3.4	4157
NH ₄ -N (mg/ℓ)	0.08	0.01
NO ₃ -N (mg/ℓ)	※ Tr	0.091
NO ₂ -N (mg/ℓ)	Tr	0.06
PO ₄ -P (mg/ℓ)	0.18	0.024
SiO ₂ (mg/ℓ)	13.4	1.5
全鉄 (mg/ℓ)	Tr	Tr
Fe ⁺⁺ (mg/ℓ)	Tr	Tr

※Tr……Trace

表4 アレン人口海水組成

添加物	量 (g/ℓ)
NaCl	28.2
MgCl ₂	2.6
KCl	0.8
CaCl ₂	1.2
MgSO ₄	3.5
NaHCO ₃	0.2

た。ろ過槽の循環ろ過量は、全飼育期間を通じて一定で、1池当り、約40 $\frac{1}{2}$ minにした。

照度は、飼育池の水面上1.3mに黒色ゴース布、および、不透明な緑色布の開閉自在のカーテンを二重に張り、天候により、初期は、500~1,000Lux、中期は、2,000~5,000Lux、後期は、5000Lux以上に調整した。夜間照明は、飼育仔魚の初期生残と成長の向上を目的として、伊藤ら²⁾の成果から、青色の蛍光灯(40W)を使用し、各池の中槽部の水面上0.6mに、1灯設置した。照明時間は、飼育池の水面照度が、約200Lux以下になった時点で(普通は16:00頃)、点灯し、5時間後の21時までとした。点灯期間は、ふ化後7日目から93日目までの間点灯した。

餌料は、動物プランクトンとして、シオミズツボムシ(*Brachionus plicatilis* O・FM ULLER)、タマミジンコ(*Moina macrocopa* STRAUS)、アルテミア(*Artemia salina*)を用い、人工飼料としては、けい卵黄、配合飼料、鮮魚のミンチ肉を使用した。シオミズツボムシ、タマミジンコは、付設の培

養池（30ton 池 6 面，60ton 池 2 面）で，O 社製の“みじんこ用餌料”を使用して培養したものを，プランクトンネットで間引いて給餌した。

アルテミアは，シスコ産を用いた。配合飼料は，I 社，O 社，N 社，K 社の 4 社の飼料を併用し，鮮魚は，小ブナを使用した。

飼育池の水質管理は，水温については，毎日午前10時，PH，DO， $\text{NO}_2\text{-N}$ ， $\text{NH}_4\text{-N}$ については，隔日に測定した。PH測定には，PHメーターD5型（日立製）を使用し，DO， $\text{NO}_2\text{-N}$ ， $\text{NH}_4\text{-N}$ は，JISKO102の方法により測定した。

結 果

採卵について；使用した雌の平均体重は，63gであったが，実際の採卵にあたっては，すでに半数以上，放卵しているものもあり，平均1尾当りの採卵数は，13,000粒であった。受精に用いた雌と雄の比率は1：1であり，採卵，ふ化成績は，第5表の通りである。

飼育経過について；各試験区は，10月16日採卵した長良川産を，各池36,000尾放養，合計216,000尾の飼育予定であったが，当初，A

－1とA－2の飼育用水として，NaCl＋苦汁を，A－1には，アレンの人工海水の $\frac{1}{4}$ 量の濃度，A－2には，アレンの人工海水の $\frac{1}{4}$ 量の濃度になるように添加した所，両区とも，ふ化直後より死亡し，なかには，ふ化以前に死亡した卵もみられた。特に，A－1は全滅し，A－2においても極少数しか生残がみられず，試験を続行することは全く不可能となった。そこで，この2面を第1表，第2表，に示すように変更した。飼育用水の水質は，第4表，採卵，ふ化成績は，第5表に示す。変更後は，各池とも順調であった。

ふ化後60日目頃にいたり，A－3の飼育用水が，わずかではあるが白濁し始めた。並行して行なった別試験³⁾で，飼育用水を淡水に移行したほうが安全であることが実証されたので，全池の淡水化を行なった。淡水化は，ふ化後60日目より， $1\frac{1}{\text{min}}$ の注水を行ない，比重計算により，7～12日間で淡水としたが，淡水化による死亡はみられなかった。

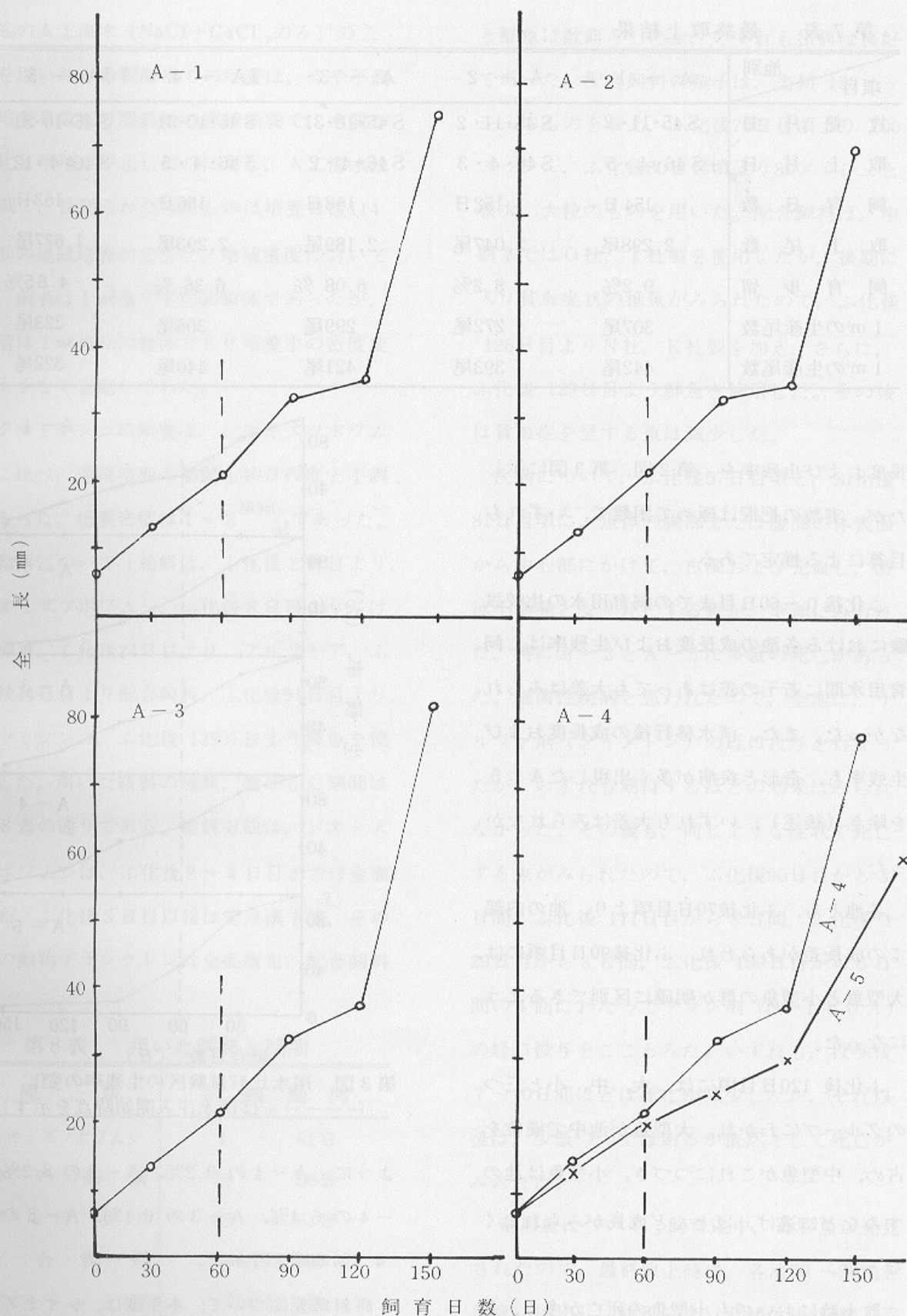
ふ化後120日目頃より，貧血症状の稚魚がみられたので，鮮魚を使用した。

ふ化後152～163日目に，最終取上げを行ない，第7表の結果を得た。

成長および生残について；飼育期間中の成

第5表 採卵・フ化成績

採卵月日	雌親数	着卵数	発眼卵数	発眼率	フ化尾数	備 考
10月16日	50 尾	60 万粒	27 万粒	45 %	21.6 万尾	長 良 川 産
10月18日	7	10	6	60	5	長 良 川 産
計	57	70	33		26.6	



第2図 用水比較試験区の成長度の変化
(-----は淡水注入開始時点を示す)

第7表 最終取上結果

項目 \ 池別	A — 1	A — 2	A — 3	A — 4	A — 5
放 養 月 日	S 45・11・2	S 45・11・2	S 45・10・31	S 45・10・31	S 45・10・31
取 上 月 日	S 46・4・5	S 46・4・3	S 46・4・2	S 46・4・5	S 46・4・12
飼 育 日 数	154日	152日	153日	156日	163日
取 上 尾 数	2,298尾	2,047尾	2,189尾	2,293尾	1,677尾
飼 育 歩 留	9.2%	8.2%	6.08 %	6.36 %	4.65%
1 m ² の生産尾数	307尾	272尾	299尾	306尾	223尾
1 m ³ の生産尾数	442尾	393尾	421尾	440尾	322尾

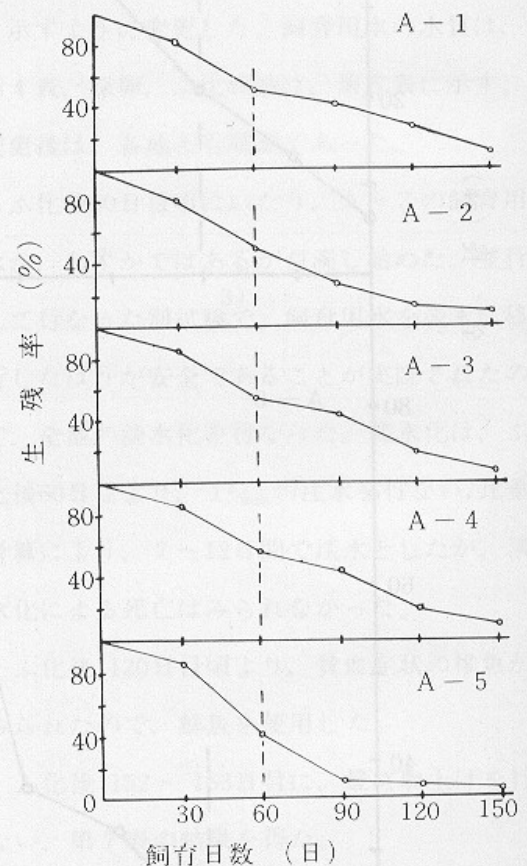
長度および生残率を、第2図、第3図に示したが、実数の把握は極めて困難で、いずれも目算による推定である。

ふ化後0～60日目までの飼育用水の比較試験における各池の成長度および生残率は、飼育用水間に若干の差はあっても大差はみられなかった。また、淡水移行後の成長度および生残率も、奇形と疾病が多く出現したA-5を除き（後述）、いずれも大差はみられなかった。

各池とも、ふ化後70日目頃より、池の内部での成長差があらわれ、ふ化後90日目頃には、大型魚と小型魚の群が明確に区別できるようになった。

ふ化後120日目頃には、大、中、小と三つのグループにわかれ、大型魚が池中で優位を占め、中型魚がこれにつづき、小型魚は池のすみなどに逃げ、ほとんど成長がみられなくなった。

取上時においても小型魚の死亡が多く、最終取上時の生残率は、第7表からあきらかな



第3図 用水比較試験区の生残率の変化
(-----は淡水注入開始時点を示す)

ように、A-1の9.2%、A-2の8.2%、A-4の6.4%、A-3の6.1%、A-5の4.7%の順となった。

餌料培養について；本年度は、シオミズツボムシの培養水にCl5%の希釈海水とCl

5‰の人工海水 (NaCl+CaCl₂のみ) の二種を用いた。希釈海水での培養は、やや不調で培養日数30日間前後の連続培養で、水質が悪化し増殖が停止したのに対し、人工海水は順調で、長期にわたったものは培養日数114日間の連続培養ができた。増殖密度においても、前者は1ml当り平均40個体であったが、後者は1ml当り70個体であり培養中の密度変化も少なく安定していた。

タマジシンコの培養は、シオミズツボムシに比べ、連続培養の期間も40日程度と不調であった。培養密度は1~2^{NOS}/_{ml}であった。

給餌について；給餌は、ふ化後2日目より、シオミズツボムシ、ふ化後8日目より、けい卵黄、ふ化後24日目より、アルテミア、ふ化後44日目より配合飼料、ふ化後51日目より、タマジシンコ、ふ化後129日目より鮮魚を使用した。用いた餌料の種類、給与した期間は第8表の通りである。給餌方法は、シオミズツボムシは、ふ化後2~4日目までは全面散布、ふ化後5日目以後は定点滴下法³⁾、その他の動物プランクトンは全面散布、配合飼料

と鮮魚は散餌としたが、いずれも摂餌は良好であった。配合飼料の粒子は、当初150メッシュのものを与え、ふ化後70日目頃より100メッシュ、ふ化後80日目頃より80メッシュと順次、大粒のものをを用いた。配合飼料は、中期まではO社、I社製を使用した。後期に入り貧血症状の稚魚がみられたので、ふ化後126日目よりN社、K社製を加え、さらに、ふ化後129日目より鮮魚を使用した。その後は貧血症を呈する魚は減少した。

疾病について；ふ化後57日目頃と、ふ化後81日目頃に、魚体の胸部または腹部の体表面から中心部にかけて、白濁および充血し、游泳不活発となり死亡する魚が、全池にみられた。特にA-2とA-5に多数の死亡があった。細菌性疾病と思われたので、全池に、サルファ剤 (ダイメトン) の経口投与を行なったが、いずれも期待するほどの効果はみられなかった。その後も、同じような症状で死亡する魚がみられたので、ふ化後90日目から3日間、ふ化後111日目から3日間、ふ化後129日目から3日間、ふ化後139日目から6日間の4回にわたってフラン剤 (Nf-180A) の経口投与をこころみた。いずれも、投与後7~10日間ほどは死亡が減少したが、それ以後は、少数づつではあるが依然として死亡がみられた。

奇形魚について；飼育途中、奇形魚が発見されたので、最終取上時に、各池70~90尾を任意に抽出し、吻不完全、背鰭欠損、背鰭不完全、尾鰭不完全、吻不完全+背鰭欠損、吻不

第8表 用いた餌料と期間

種 類	給 餌 期 間
シオミズツボムシ	1 ~ 61日
け い 卵 黄	13 ~ 50日
ア ル テ ミ ア	25 ~ 61日
配 合 飼 料	44日以 後
タ マ ジ シ ン コ	77日以 後
生 餌	129日以 後

第9表 奇形出現頻度 (%)

池番号	吻不	背損	背不	尾不	吻不背損	吻不背不	吻不尾不	背損尾不	背不尾不	吻不背損尾不	吻不背不尾不	奇形率	正常率
A-1	5.7	0	1.4	20.0	0	1.4	10.0	2.9	10.0	1.4	0	51.8	47.2
2	10.0	0	5.7	30.0	0	0	0	4.3	10.0	0	0	60.0	40.0
3	5.7	5.7	14.3	17.1	0	0	0	2.9	2.9	1.4	0	50.0	50.0
4	2.2	11.1	7.8	24.5	1.1	0	0	7.8	3.3	0	0	57.8	42.2
5	1.4	0	5.7	45.8	0	0	5.7	0	5.7	0	1.4	65.7	34.3

完全+背鰭不完全, 吻不完全+尾鰭不完全,
背鰭欠損+尾鰭不完全, 背鰭不完全+尾鰭不
完全, 吻不完全+背鰭欠損+尾鰭不完全, 吻
不完全+背鰭不完全+尾鰭不完全の11項目に
ついて調査した。

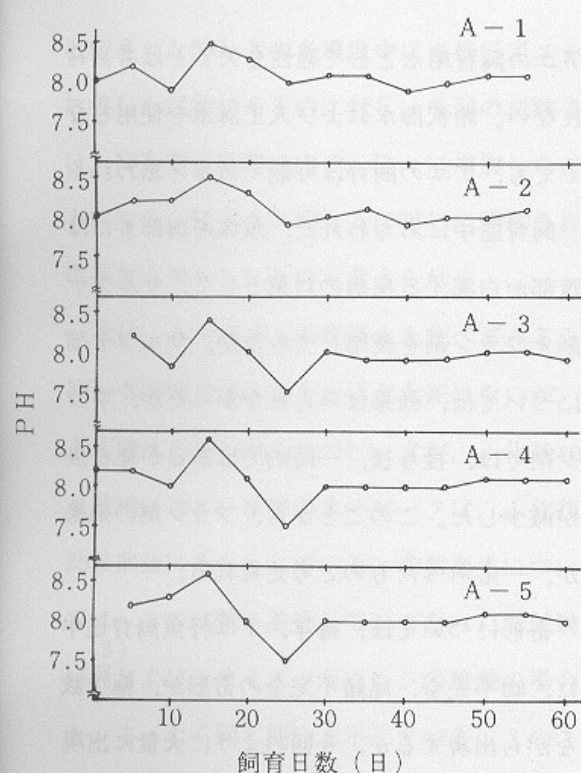
各池毎の奇形出現頻度を求めると第9表の
ようになり, 奇形出現率は, A-5の65.7%,
を最高に, A-2の60.0%, A-4の57.8%,
A-1の51.8%, A-3の50.0%と, いずれ
の試験区とも, 調査尾数の半数または半数以
上をしめた。奇形の出現種類数は, A-1の
8種類, A-3とA-4の7種類, A-5の
6種類, A-2の5種類であった。また, 表
からあきらかのように, A-5の45.8%, A
-2の30.0%, A-4の24.5%, A-1の20
.0%, A-3の17.1%と尾鰭不完全の奇形が,

非常に多く出現した。

水質について; ふ化後0~60日目までの水
質の変化を第10表に示した。水温は, ボイラ
ーによる間接加温により, 各池とも18~20℃
に保たれ, 日週変化も極めて少なかった。P
Hは, 飼育池が新造コンクリートであるため
第4図に示すとおり, PH値が毎日少しずつ上
昇した。従ってPH値が8.0以上になった場合
のみ, $\frac{1}{2}$ または $\frac{1}{4}$ の濃度のBristol液を添加
し調整した。DOは, 第5図に示すとおり, 循
環ろ過の使用により常時80%以上の酸素があ
り, アユの飼育には充分であった。NO₂-N
は, 第6図に示す。図からあきらかのように
A-4のNO₂-Nはほとんど検出されなかつ
た。またA-1, A-2, A-3, A-5の

第10表 フ化後0~60日目までの水質の変化

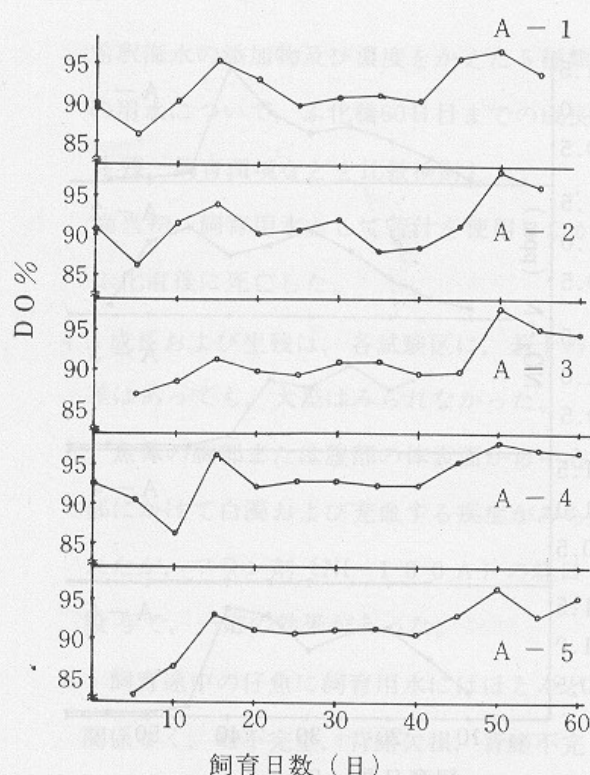
池番号	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
PH	7.9~8.5	7.9~8.5	7.5~8.4	7.5~8.6	7.5~8.6
DO (%)	86.0~96.6	86.4~98.1	86.9~97.8	86.4~97.8	82.2~96.4
NO ₂ -N (ppm)	0.042~1.48	0.10~1.11	0.05~1.09	0.002~0.04	0.06~1.39
NH ₄ -N (ppm)	0.08~0.34	0.04~0.28	0.06~0.39	0.02~0.13	0.04~0.09



第4図 用水比較試験飼育時のPHの変化

NO₂-Nの変化には大差はなく、A-1の1.48ppmを最高に、いずれもアユの24時間TL_mを大中に上まわる値を示したが、アユ仔魚には異常はみられなかった。NH₄-Nは、A-3の0.39ppmが最高で、各区とも、アユ飼育には支障はなかった。

次に、淡水化後の測定結果は、第11表の通



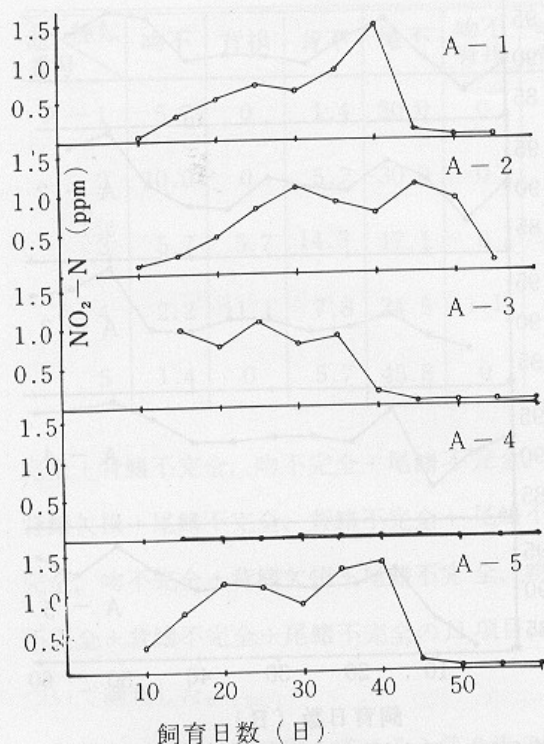
第5図 用水比較試験飼育時のDOの変化

りである。水温は、注水量の増加と、ボイラー加温の中止により、水源と同じ15~16℃となった。PHは、注水量の増加にともない、水源と同じく、7.7となった。DOは、エアレーションにより80~90%の酸素が確保でき問題はなかった。NO₂-N、NH₄-Nは、ほとんど検出されなかった。以上のように、淡水化後

第11表 淡水化後の水質の変化

項目	池番号	A - 1	A - 2	A - 3	A - 4	A - 5
PH		7.7~ 8.0	7.7~ 8.0	7.6~ 8.0	7.7~ 8.1	7.6~ 7.9
DO (%)		78.2~97.0	80.7~97.0	76.0~97.6	81.3~ 100.7	88.1~95.5
NO ₂ -N (ppm)		※ Tr~ 0.06	Tr~ 0.15	Tr~ 0.11	Tr~ 0.07	Tr~ 0.11
NH ₄ -N (ppm)		Tr	Tr	Tr	Tr	Tr

※TrTrace



第6図 用水比較試験飼育時の $\text{NO}_2\text{-N}$ の変化

の水質にはまったく問題はみられなかった。

考 察

アユ採苗の生産費の軽減をはかるため、ふ化後60日目までの飼育用水について比較検討した。

成長および生残については、ほとんど大差はみられなかった。したがって、今回の試験のみで結論づけることはできないが、いずれも

アユの飼育用水として適性を欠くとは考えられない。希釈海水および人工海水を使用しなくても、アユの飼育は可能であると思われる。

飼育途中にあらわれた、魚体の胸部または腹部が白濁する疾病の対策として、サルファ剤とフラン剤を使用してみたが、サルファ剤については、効果はみられなかったが、フラン剤では、投与後、一時的ではあるが死亡魚が減少した。このことから、フラン剤の効果が、一応あったものと考えられる。

奇形については、毎年、アユ仔魚飼育途中に、吻不完全、尾鰭不完全の奇形が、極少数ながら出現するが、今回のように大量に出現したのは初めてである。特に今回は、背鰭欠損という、新しい奇形が、飼育用水に関係なく出現したことである。背鰭欠損については、⁴⁾高見らの報告があるが、これとまったく同じ症状と思われる。本試験地においては、奇形魚の大量発生自体、新しい事例であり、この成因に関しては不明な点が多く、今後に残された研究課題である。

水質については、水温、PH、DO、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ について測定を行なったが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 以外には、問題はみあたらなかった。

人工海水、希釈海水、淡水について $\text{NO}_2\text{-N}$ を比較すると、あきらかに淡水がよいことを物語っている。

人工海水、希釈海水、の飼育途中における、⁵⁾伊藤らの、アユ仔魚のTLm値を大巾に上まわる値が記録されたが、アユ仔魚には影響は出なかった。この原因としては、伊藤らは既に

設定された $\text{NO}_2\text{-N}$ の各濃度中に直接仔アユを放養した試験であるのに対し、今回の試験では、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は飼育地内で、除々に増加したことになる。仔アユは $\text{NO}_2\text{-N}$ に対し、馴致され、抵抗性を増大したものと考えられる。

次に、人工海水と希釈海水を比べてみると $\text{NO}_2\text{-N}$ の値自体にはそれほど大差はないが、人工海水の $\text{NO}_2\text{-N}$ の値のピークが、ふ化後40日前後に比し、希釈海水のピークは、ふ化後25日前後にあらわれている。希釈海水については、この試験と並行しておこなった別試験³⁾11例およびシオミズツボワムシの培養の場合と、まったく同じ傾向を示している。このことから、希釈海水は早く汚染されると考えられる。 $\text{NO}_2\text{-N}$ からみた場合、飼育用水には、淡水が一番よく、ついで人工海水がよいように思われる。

要 約

1. アユ仔魚期の飼育用水として、淡水と塩水の有利性について比較検討した。又塩水の場合、塩分濃度及び添加塩類についても追求した。
2. 供試魚は、昭和45年10月16日に長良川より採捕した親魚から採卵し、ふ化させた仔魚 216,000尾。又再試験用として、10月18日採卵、ふ化させた仔魚（長良川産）50,000尾を用いた。
3. 初期飼育用水として、淡水と人工海水、

希釈海水の添加物及び濃度をかえた5種類の用水について、ふ化後60日目までの成長生残、飼育環境などを比較検討した。

尚当初、飼育用水として苦汁を使用したか、ふ化直後に死亡した。

4. 成長および生残は、各試験区に、若干の差はあっても、大差はみられなかった。
 5. 魚体の胸部または腹部の体表面から中心部にかけて白濁および充血する疾症がみられたが、フラン剤（Nf-180A）の経口投与で、一応の効果があつた。
 6. 飼育途中の仔魚に飼育用水にはほとんど関係なく、吻不完全、背鰭欠損、背鰭不完全、尾鰭不完全、および、その複合奇形、計11種類の奇形が出現した。奇形出現率は、いずれの試験区とも調査尾数の半数以上をしめ、奇形の種類の中では、尾鰭不完全の奇形が、一番多く出現した。
 6. 水質については、水温、PH、DO、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ について測定を行なったが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 以外、問題はなかった。飼育途中で $\text{NO}_2\text{-N}$ の24時間の TLm 値を上まわる値が記録されたが、アユ仔魚にはまったく影響はなかった。
 7. この試験のみで、結論をだすのは問題であるが、今回、使用した飼育用水はいずれも仔魚飼育用としての不適性はみられず、中でも淡水が良成績を得たことは注目に値することでもあり、再検討を要する問題でもある。
- 最後に、本研究の飼育管理の日常作業に、献身的に協力された。岐阜県魚苗生産委員会

職員、後藤勝秋、有岡久利、高木時夫の諸氏に厚く謝意を表します。

文 献

- 1) 伊藤隆, 1971; アユ種苗の人工生産に関する研究—LXX, アユの人工採苗技術の現状と問題点, アユの人工養殖研究, 第1号, 三重県立大学水産学部, 淡水増殖学研究室, より引用した。
- 2) 伊藤隆, 岩井寿夫, 古市達也, 位田俊臣, 1967; アユ種苗の人工生産に関する研究—XXIII, 人工ふ化仔魚の初期生残および成長に対する夜間一時照明の効果, 木曾三川河口資源調査報告, №. 3, pp 131~190。
- 3) 岐阜県魚苗生産試験調査委員会, 1970; アユ, アマゴ人工種苗生産試験調査報告書, №. 2
- 4) 伊藤隆, 岩井寿夫, 古市達也, 1967; アユ種苗の人工種苗生産に関する研究—XXXI, 拡張式循環ろ過飼育池による人工ふ化仔魚から稚アユの人工養殖, 木曾三川河口資源調査報告, №. 3, pp 541~666。
- 5) 高見東洋, 立石健, 宇都宮正, 1969; アユの種苗生産に関する研究—VII, 海水飼育におけるアユ稚

仔の疾病について, 山口内海水試調研業績, 18(2), pp79~88。

- 6) 伊藤隆, 岩井寿夫, 古市達也, 1967; アユ種苗の人工生産に関する研究—LII, 淡水魚の人工ふ化仔魚の各種水質要素に対する抵抗性, 木曾三川河口資源調査報告, №. 4, 上, pp 1163~1170