

アユふ化仔魚の飼育実験—I

鈴木規夫・片瀬悦雄・成岡俊男

河川放流用、養殖用種苗としてアユ稚魚の需要は年々増大しているにもかかわらず神奈川県下の海産稚アユの採捕量は昭和38年の1,000万尾を最高に次第にその採捕量は減少している。さらに相模湾に流入する主要河川である相模川、酒匂川ともに河口堰の設置が計画され河川流水の大部分は水道用水として取水されるため相模湾に流入するアユ仔魚が減少し、相模湾の海産稚アユ資源が減少することが充分予想される。この対策としてはアユ種苗の池中養殖による生産とふ化仔魚の相模湾への放流が考えられる。

アユ稚魚の人工ふ化飼育については古くから試みられているが、近年三重大学、岐阜水試、静岡水試等を中心とした一連の研究により種苗生産技術の問題点が種々明らかにされている。これらの報告によると仔魚の成長と生残には水温と餌料が主な要因となり水温については $13\sim 14^{\circ}\text{C}$ 以上を必要とし、餌料については岐阜水試¹⁾伊藤他²⁾³⁾⁴⁾・大上⁵⁾がツボウムシが初期餌料として有効であることを報告し、笠原他⁶⁾は煮熟鶏卵が初期餌料として利用出来ることを報告している。

当場では神奈川県企業庁の委託により昭和40年度から人工ふ化仔魚による種苗生産についての研究に着手した。すでに前報⁷⁾で昭和40年12月から41年2月までの飼育実験の中間報告を行なったが、本報では前報に合せて昭和40年12月から41年5月の実験終了までの期間についての飼育結果を報告する。このため昭和41年2月までの各資料は前報と重複している。

材 料 と 方 法

供試卵とふ化仔魚

前報⁷⁾で述べたように供試卵は昭和40年11月26日に相模川で採捕した親魚から採卵し、12月15日にふ化した。採卵数は22,100粒で卵径は平均 1.03 mm であった。ふ化池で発眼した卵はふ化前日までに17,700粒が生残し、ふ化前日に飼育池に移し、飼育池内でふ化させた。飼育池に移した卵の推定値17,700粒が全てふ化したと思われるので、実験開始時の仔魚数は17,700尾となる⁷⁾。又飼育池の水体積 18.0 m^3 に対して実験開始時の放養密度は 1.0 尾/l であった⁷⁾。

飼 育 池

温室内のコンクリート製 $7.5\times 4.0\times 1.0\text{ m}$ で水深は 0.6 m 、水体積は 18.0 m^3 である。

用 水 と 水 温

用水はふ化からふ化後82日目まで止水としたが漏水、池底の堆積物の除去等のために減少する水量を湧水で補充した。ふ化後83日から半流水($10\sim 15\text{ l/min}$)とし、124日からは $20\sim 30\text{ l/min}$ の湧水を注水し、流水で飼育した。

飼育期間中は連続通気し、保温のためにパイプヒーターで加温した。実験期間内の水温の旬平均値を表1に示す。各日の水温の最高値は5月10日の 20.1°C 、最低値は1月21日の 10.2°C であった。

用水の水質は溶存酸素 $7.1\sim 13.2\text{ mg/l}$ 、アンモニア性窒素痕跡 $\sim 1.4\text{ mg/l}$ 、 $\text{pH } 7.2\sim 8.4$ であった。

餌 料

1) 初 期 餌 料

アユのふ化仔魚に対する初期餌料としてツボウムシが有効であることが報告されているので¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾、 99 m^2 のコンクリート池及び 460 m^2 の底が泥土の止水池に配合肥料、乾燥鶏糞を施肥し、ツボウムシ及びプランクトン甲殻類の培養を行なった。コンクリート池では培養後10日目頃からツボウムシ(*Brachionus urceolaris*)が急激に増殖したが、初めからフクロウムシ(*Asplanchna sieboldi*)が混入し、アユ仔魚のふ化後10日目には67.4%がフクロウムシになり、21日目には全くツボウムシは見られず全てフクロウムシであった。

餌料の種類及び給餌した期間は表2に示すようにふ化後2日目から26日目まではツボウムシ、フクロウムシを

表 1 アニ稚魚飼育池の水温 (°C)

月	旬	10 時	16 時	最 高	最 低
12	中 下	12.9	14.1	—	—
		13.9	14.3	14.8	12.6
1	上	12.3	13.9	13.9	11.4
	中	11.9	13.5	13.7	11.8
	下	11.8	13.2	15.8	11.3
2	上	13.7	15.6	15.8	13.6
	中	14.4	15.2	15.9	13.6
	下	15.2	16.1	16.7	15.1
3	上	15.3	16.3	17.4	13.5
	中	15.5	17.4	19.0	14.7
	下	15.6	16.7	17.6	14.5
4	上	15.2	15.2	17.6	14.3
	中	15.5	15.5	18.5	14.6
	下	16.4	16.4	18.8	15.0
5	上	17.0	18.8	20.1	16.2
	中	16.3	18.6	19.6	15.3

表 2 アニ稚魚の飼育に用いた餌料の種類、大きさ、給餌期間

餌 料 の 種 類	餌の大きさ (μ)	給 餌 期 間 (ふ化後日数)
Brachionus	< 149	2 ——— 26
Asplanchna	< 149	2 ——— 26
Cyclops Nauplius, Cyclops	< 149	6 ——— 30
Cyclops Nauplius, Cyclops	< 250	31 ——— 75
Altemia	< 250	43 ——— 70
Altemia	< 450	71 ——— 115
人 工 練 餌		103 ——— 151

与えた。培養池には給餌開始からツボワムシにフロワムシが混入し、ふ化後15日目には与えた輪虫類のうち大部分がフロワムシであった。

ふ化後6日目から止水池で培養したケンミジンコ (*Cyclops vicinus*) のナウプリウスを採集し、網目 149 μ の分析ふるいを通るケンミジンコ及びナウプリウスをふ化後30日目まで与え、31日目から75日目までは250 μ の網目を通るケンミジンコ及びナウプリウスを給餌した。

ふ化後43日目から培養池の動物プランクトンが減少したので、米国ユタ州産のアルテミアを動物プランクトンと併用した。アルテミアはアニ稚魚のふ化後70日目まではふ化後2日までを、以後はふ化後4～5日のものを用いた。

初期餌料としての動物プランクトン及びふ化後73日までのアルテミアは池水の全面に散布して給餌したが、74日目からは下口の瓶に約10 lの水を入れ、アルテミアを加えて通気により均一に分布させるようにし、瓶の口から滴下して給餌した。アルテミアはすべてふるいで塩水を除き淡水で水洗して給餌した。仔魚はアルテミアを非常に良く摂餌し、特に下口瓶から滴下する場合には落下点に全仔魚が集合し、活発に摂餌した。なおケンミジン

コ、ナウプリウスを同様な方法で滴下した場合に比べアルテミアの方が集合度、摂餌の状態はより活発であった。

ふ化後115日までの輪虫、ケンミジンコ、ナウプリウスの動物プランクトン及び併用したアルテミアの給餌量を表3に示した。伊藤²⁾はふ化直後の仔魚に与えるツボムシの有効密度について飼育水1ℓ当り1,000個体以上と報告し、大上³⁾は2,000~4,000個体/ℓで初期の生残率が高いことを報告している。この実験ではふ化後21日目までは輪虫を2,000個体/ℓ以上与えることが出来たが、ツボムシのみでは1,000個体/ℓ以上与えることが出来たのはふ化後6日までで、10日には870個体/ℓに減少している。

表3 アユ仔魚の飼育に用いた初期餌料の種類と給餌量（池水1ℓ当り）

ふ化後日数	Brachionus	Asplanchna	Nauplius	Cyclops	Altemia	計
2	3,160	520	—	—	—	3,680
6	2,350	1,510	700	140	—	4,700
10	870	1,800	960	120	—	3,750
15	60	800	1,860	180	—	3,900
21	40	230	1,300	570	—	2,100
26	—	30	460	740	—	1,230
31	—	—	110	572	99	821
41	—	—	21	85	110	216
51	—	—	19	21	108	148
61	—	—	17	24	122	163
71	—	—	4	9	164	177
74~95	—	—	—	—	240	240
96~105	—	—	—	—	310	310
106~115	—	—	—	—	150	150

2) 人 工 餌 料

ふ化後103日から牛肝臓、冷凍生イカナゴ、ビタミン混合、配合粉末餌料等を用いて人工練餌を給餌した。組成と給餌期間、量を表4に示した。なお人工練餌は各種類を個々にチョッパーに1~2回かけたものを秤量して調餌した。

表4 アユ仔魚の飼育に用いた人工練餌の組成(%)及び給餌量(g/日)

ふ化後日数	牛 肝 臓	冷凍イカナゴ	ニジマス用 餌 付 粉 末	ハルバー* ビタミン混合	ビタミンE* (ユベラフード)	給 餌 量
103~105	100	—	—	1.0	0.5	50
106~115	50	50	—	1.0	0.5	100
116~135	30	70	—	1.0	0.5	200
136~151	—	80	20	1.0	0.5	300

* 外割

人工練餌は給餌をはじめたふ化後103日から115日まではアルテミアと併用し、下口瓶から滴下されるアルテミアに仔魚の大部分が集合した後にアルテミアの落下点を中心として水面に少量ずつ散布して給餌した。116日以降は水面散布とともに大型魚に対して1回の給餌量の約半量を池底に置き餌として給餌した。これらの人工練餌は給餌開始後数日後から良く摂餌された。特に池底に置き餌として給餌した後は大型魚の大部分は置き餌を、小型魚はほとんど水面への散布された餌料を摂餌する傾向が見られた。

結 果

生 残

飼育池内の現存仔魚数の計数は飼育池の大きさから毎日のへい死数を求めることが困難であったので、前報⁷⁾に示した方法で池底に無作為に配置した白色セルロイド板上の遊泳仔魚数から全生残尾数を推計した。ただし実験終了日のふ化後151日（5月16日）には生残全尾数を取上げて計数した。

生残尾数の推計値と生残率は表5に示すように実験開始時の放養17,700尾に対し、ふ化後22日で41.2%，51日で18.6%，102日で11.1%，実験終了時のふ化後151日（5月16日）には584尾、3.2%であった。

表5 アユ仔魚のふ化後の生残率

年	月	日	ふ 化 後 日 数	生 残 数	生 残 率 (%)
1965.	12.	15	0 (ふ化)	17,700	—
1966.	1.	3	22	7,300	41.2
	2.	3	51	3,300	18.6
	2.	27	73	2,400	13.4
	3.	28	102	1,970	11.1
	4.	28	133	840	4.7
	5.	16	151	584	3.2

特に減耗の著しい期間はふ化後50日までのふ化直後の期間とふ化100～130日の人工餌料の給餌直後の2度の減耗の著しい期間が示されている。特に後者の人工餌料の給餌直後の減耗は飼育魚のうち体型の小型のものがほとんどであった。

成 長

ふ化後の仔魚の成長は、摂餌状況の調査その他のために随時飼育池から採捕した魚体の全長を測定した。測定尾数は実験終了時のふ化後151日を除き10～20尾であった。ふ化後151日目（5月16日）は生残した全個体を採捕し、無作為に50尾を抽出して測定した。これらの測定値の平均値と分布幅を図1に示した。図に見られるように、ふ化後の全長平均6.4mmの仔魚が19日で8.7mm、52日で14.5mm、103日で33.5mm、151日で78.6mmに成長している。

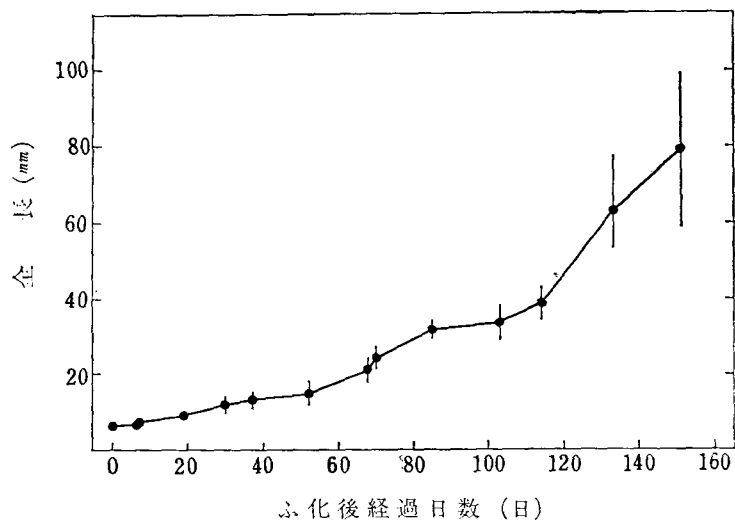


図1 アユふ化仔魚の成長
黒印は平均値、縦の実線は分布幅を示す

ふ化後37日～52日、85日～103日の期間の成長がほとんど見られないが、前者は水温の低い時期（表1）で、給餌料の減少した期間であり、後者はアルテミアのみを給餌した期間である。

なお、人工餌料を給餌した103日以後は急激に成長しているが、魚体の成長と共にこの人工餌料給餌直後に小型魚の減耗が著しかったことが測定値を大きくした一因と考えられる。

考 察

この実験では相模川産の天然親魚から採卵ふ化したアユ仔魚17,700尾（全長平均6.4mm）を151日間飼育し、平均78.6mmの放流サイズに達した稚魚584尾が得られた。この稚魚のふ化仔魚からの生残率は3.2%であった。

この実験結果を伊藤²⁾ほか及び全国湖沼河川養殖研究会第3回アユ部会で発表された他県水試の飼育実験結果³⁾と比較すると表6のようになる。個々の実験期間が異なるので厳密な比較は出来ないが、これらの結果に比べ本実験では生残率には大きな差は認められないが、実験開始時の飼育密度が低く、したがって終了時の生残密度が低くなっている。しかし、稚魚の成長では飼育日数のほぼ等しい岐阜水試、静岡水試等の結果とほぼ等しい。

表6 他の飼育例と本実験との比較

研 究 者	飼 育 池		仔魚放養量		生 残		生残時の密度		稚魚の 体 型 （全長 mm）	飼育日数 （日）
	面 積 (m ²)	水 体 積 (m ³)	尾 数 (尾)	密 度 (尾/l)	尾 数 (尾)	率 (%)	尾/m ²	尾/m ³		
伊藤ほか（'64）	3.2	1.6	14,000	0.9	185	1.3	58	114	34～97	178
〃	3.2	1.6	2,800	0.2	178	6.3	55	110	27～93	186
岐阜水試（'67）	8.0	6.0	30,000	5.0	734	2.4	92	122	63.5	160
〃	8.0	6.0	35,000	5.8	884	2.5	110	147	51.0	156
三重水試（'67）	8.1	4.1	41,539	10.3	7,477	18.0	924	1,820	28～65	130
〃	8.1	4.1	65,625	16.2	21,470	32.7	2,690	5,240	26～74	120
〃	8.1	4.1	47,441	11.7	4,550	9.6	562	1,110	118～137	194
〃	1.6	0.44	4,545	10.4	17	0.4	10	39	56～66	118
〃	1.6	1.7	4,545	2.7	20	0.4	12	12	56～66	118
〃	1.6	1.7	4,545	2.7	380	8.4	238	224	56～66	118
〃	8.1	5.3	42,292	7.9	6,580	15.6	813	1,240	23～58	118
〃	—	0.1	850	7.9	6	0.7	—	60	32～40	119
〃	—	0.1	850	7.9	24	2.8	—	240	32～40	119
静岡水試浜名湖 分場（'67）	2.8	1.3	36,000	30.0	511	1.3	183	392	81.0	149
〃	2.8	1.3	16,000	12.0	1,312	8.2	469	1,001	78.0	149
本 実 験	30.0	18.0	17,700	1.0	584	3.2	20	32	78.6	151

この実験では飼育仔魚の減耗の著しい期間がふ化直後の輪虫（主としてツボワムシ）の摂餌期とふ化後100～130日の人工餌料の給餌直後に見られた。

ふ化直後の減耗の原因としては初期餌料の給餌量と飼育水温が考えられる。初期餌料について伊藤³⁾、大上⁵⁾等によりツボワムシ（Brachionus）が最も有効であり、初期給餌量として飼育水1l当り1,000～2,000個体が適

していることが明らかにされている。本実験では初期餌料としてツボワムシを1,000個体/l以上給餌出来たのはふ化後6日までで、10日目には870個体/l、15日目には60個体/lに減少している(表3)。このようなツボワムシの給餌量の減少がふ化直後の生残を低下させた原因と思われる。しかしふ化後22日で41.2%の仔魚が生残したのはふ化直後からフクロワムシ及びケンミジンコのナウプリウスを給餌したためにツボワムシに比べ餌料としての価値は劣るが、ツボワムシの減少後に摂餌されたことと、放養密度が低かったためと思われる。

アユ仔魚の最低限界水温は10°Cといわれる。本実験ではふ化後15~45日の1月中には日間の最低水温が11°C以下に低下した日が9日あり、その最低水温は1月21日の10.2°Cであった。このような低水温がふ化直後の生残を低下させた一因になっていると思われる(表1)。

ふ化後100~130日に現われた2度目の減耗について、伊藤ほか⁴⁾はふ化後90~120日、全長4~5cm、体重0.1~1.0gのシラス型稚魚期に強激な入射光線と照度の増大が狂奔行動を起させ、大量へい死の直接的原因になることを指摘している。本実験の2度目の減耗が現われた期間もこれと同様なふ化後日数、体型であるが観察の結果ではそのような狂奔行動は見られず、これが2度目の減耗の直接的原因とは思われない。又この時期に魚病の発生等の事故も認められなかったため、この2度目のへい死の原因についてはむしろ用いた人工餌料の種類、給餌方法に起因すると考えられる。

次に本実験のアユ仔魚の成長を見ると成長率の低い期間が低水温時とふ化後85日~103日のアルテミアを主餌料として給餌した期間に現われている。低水温については前述の通りであるがアルテミアは冬期の動物プランクトンの減少時にはこれに代る餌料として高価ではあるが、入手が容易であり、利用価値は高いと考えられる。しかし本実験ではケンミジンコ等の動物プランクトンに比べより活発な摂餌行動を示すにもかかわらずアルテミアのみを給餌した期間の成長は劣っていた。このようにアルテミアのアユ仔魚に対する餌料価値についてはさらに検討する必要があると思われる。

これらのことからアユの人工種苗生産については今後の問題点として初期餌料特にツボワムシの大量培養、人工餌料のアユ稚魚の体型別の適性と給餌方法、比較的培養が容易な温暖期の動物プランクトンの冷凍保存の可否、冬期の水温保持のためには地下水の注入が最も簡単と思われるので、このための流水飼育の可能な仔魚の体型の検討及び早期の高水温時にふ化仔魚の飼育を可能にするための健康な早期採卵親魚の養成等が考えられる。

摘 要

- 1) アユ種苗の人工生産についての資料を得るために昭和40年12月から41年5月にわたって人工ふ化仔魚の飼育実験を行なった。
- 2) 供試仔魚は相模川産の親魚から人工採卵ふ化したもので、実験開始時の放養密度は1.0尾/lであった。
- 3) 飼育池はコンクリート制30m²で水体積は18.0m³である。飼育用水は仔魚のふ化後82日まで止水とし、83日から流水とした。水温は10.2~20.1°Cで、水質には異常は認められない。
- 4) ふ化仔魚の餌料はふ化後2日目からツボワムシ、フクロワムシ、ケンミジンコ、ナウプリウス、アルテミアの順で給餌し、給餌量は飼育水1l当り4,700~148個体であった。
ふ化後103日から実験終了の151日まで牛肝臓、冷凍イカナゴ、配合餌料による人工練餌を給餌した。
- 5) 仔魚の生残は実験期間151日間で584尾、3.2%を示し、減耗の著しいのはふ化直後と人工餌料の給餌開始直後に見られた。
- 6) 仔魚の成長は実験終了時には全長平均78.6mmに達し、151日間の飼育で充分放流可能な稚魚が得られた。
なお低水温期及びアルテミアのみを給餌した期間の成長は他の期間に比べ劣っていた。
- 7) 今後の問題として初期餌料の大量培養、人工餌料の検討、早期採卵用親魚の養成方法等が残されている。

文 献

- 1) 岐阜水試 (1957): 鮎種苗生産に関する研究 第1報 同水試 1一。
- 2) 伊藤隆・岩井寿夫 (1964): アユ種苗の人工生産に関する研究—I 人工孵化仔魚の越冬飼育 木曾三川河口資源調査報告 第1号 311—335。
- 3) 伊藤隆 (1965): アユ種苗の人工生産に関する研究—Ⅶ 河川産アユ卵および成熟促進卵の人工孵化仔魚に対するツボワムシの餌料効果 木曾三川河口資源調査報告 第2号 719—760。
- 4) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也 (1965): アユ種苗の人工生産に関する研究—XⅦ 孵化仔魚から放流サイズ種苗の人工養殖 木曾三川河口資源調査報告 第2号 1,073—1,208。
- 5) 大上皓久 (1954): アユふ化仔魚の飼育について 静岡水試浜名湖分場試験報告 41号 61—69。
- 6) 笠原正五郎・二村義八郎・中村中六 (1963): アユふ化仔魚の飼育餌料について 水産増殖 11 (2) 67—72。
- 7) 鈴木規夫・片瀬悦雄・成岡俊男 (1965): アユふ化稚魚の飼育実験 (中間報告) 本報 3 32—35。
- 8) 全国湖沼河川養殖研究会 第3回アユ部会資料 (昭和42年2月・京都) (プリント)。