

自動給餌機を用いたアユ種苗生産について

尾田 正・佐藤 二郎

Mass Production of Seedling of Ayu Fish *Plecoglossus altivelis* with Automatic Feeder

Tadashi ODA and Jiro SATO

アユ*Plecoglossus altivelis*種苗生産は、初期餌料としてのシオミズツボムシ*Brachionus plicatilis* (以下ワムシ) の発見¹⁾、海水による飼育技術の開発^{2,3)}等により、現在では1種苗生産機関で1,000千尾オーダーの生産が行われており、技術的にはほぼ確立したといえる。しかし、その種苗生産工程はまだ手作業の域を出ず、ワムシの培養、給餌、底掃除等多大な労力を必要としているのも事実である。そこで最も手間のかかる配合飼料の給餌作業を軽減するために、今回日本アルミニウム工業KKが開発した自動給餌機(商品名アクアフィーダー)を用い、量産規模でアユ種苗生産を行い、従来の手撒き法と比較した。その経過と結果について報告する。

なお、本試験は社団法人マリノフォーラム21、配合飼料研究部会の委託試験として実施したものである。

材料と方法

自動給餌機 自動給餌システムの概要を図1に示し

た。コンプレッサーからの圧縮空気により供給機内の配合飼料を吹き出し、分散チャンバーで目的の水槽へ配合飼料が送られ、回転ノズルから給餌されるシステムとなっている。その仕様は以下のとおりである。

ホッパ(供給機)容量: 60 l

粉給精度: min. 50g/槽・日 max. 2,400g/槽・日

分岐数: 10分岐(10槽)

分配数: 3分配/槽

計装制御: 給餌開始日、給餌時刻、給餌回数/日、給餌量/回の任意設定とホッパ内残餌量表示

採卵とふ化 試験に用いた卵及びそのふ化状況について表1に示した。ふ化までにマラカイトグリーン約3mg/lで30分の薬浴を3回実施した。

飼育水槽 コンクリート製の実水量35kl (10.0×3.0×1.5m)水槽3槽を用いた。試験区は

A, B水槽 自動給餌機

C水槽 手撒き

の2区とした。

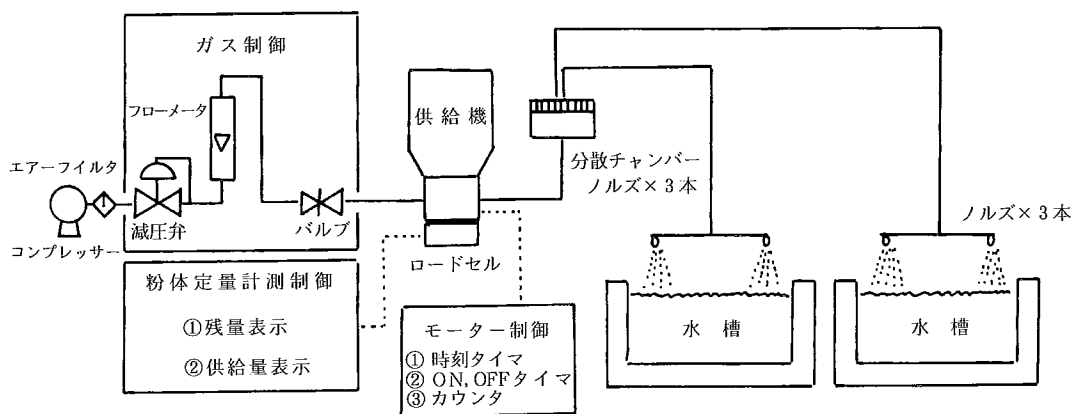


図1 自動給餌機の基本システム概要

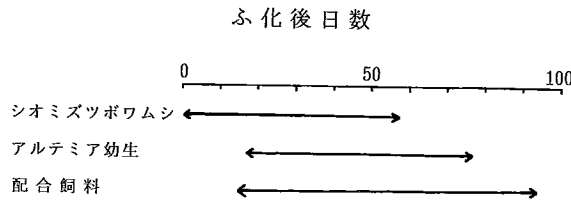


図2 餌料系列

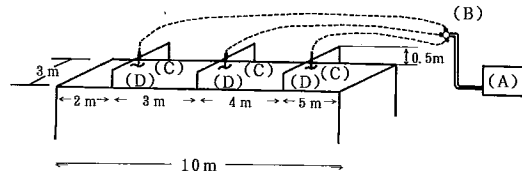


図3 飼育水槽と自動給餌機の設置位置

(A) 自動給餌機 (B) 分配器
(C) 回転ノズル (D) サポート

飼育方法 飼育水は塩素を千才硫酸ナトリウムで中和した水道水中でふ化させ、ろ過海水を静かに注水し、1/2海水とした。その後、微流水とし、約10日で全海水とした。当初、換水率はワムシの流出を防ぐために約1/3回転/日とし、その後、配合飼料の給餌量の増加に伴い、換水率を高くしてゆき、最終的には4~5回転/日とした。

飼育水槽には餌が流れるように注水とエアレーションを利用して回転流を作った。

水槽上方には常時遮光幕を張り、晴天時でも3~5 klux程度にした。

餌料系列を図2に示した。

ワムシ、アルテミア *Artemia salina* 幼生は、ニフルスチレン酸ナトリウム1~2 mg/lで薬浴後、仔魚に給餌した。またアルテミア幼生は乳化オイル(商品名エステル-85) 0.1 ml/lで油脂強化も行った。生物餌料の給餌は午前、午後の2回とし、アルテミア幼生だけとなったふ化後(以下ふ化後n日目をもH-nとする) 58日~H-77までは夕方に給餌した。

配合飼料は4社の製品を用い、それぞれ仔稚魚の成長に応じて2~3種類を混合した。配合飼料の粒径を表2

表1 供魚の採卵・ふ化状況

採卵月日	9月28日
採捕場所	太田川(広島県)
受精方法	乾導法
卵管理中水温(℃)	16.0~19.5
ふ化月日	10月9日
ふ化率(%)	54.2
ふ化仔魚率平均全長(mm)	6.0

に示した。手撒きは、目の細かい抄い網を用いて水槽の周囲から水面に均一になるように揺すって散布したが、後半はスプーンに飼料を盛って水面に1回当たり20杯程散布した。1日の給餌時刻は、手撒きは8~17時までとしたが、自動給餌機はH-16~34は6時、H-35~49は6時30分、H-50以降は7時から17時まで給餌した。水槽に設置した回転ノズルの位置を図3に示した。回転ノズルの設置位置の高さを変えることにより、飼料は直径2~3mの円周上にはほぼ均一に散布された。

底掃除は原則として毎日、自動底掃除機(商品名かす兵衛、ヤンマー工業)あるいはサイフォンを用いて人力で行った。

水温は午前10時に測定した。

仔稚魚は配合飼料を給餌したH-16から10日毎にB、C水槽からそれぞれ40尾をランダムにサンプリングし、MS222で麻酔後、全長を測定した。終了時には300尾をサンプリングし、全長、体重を測定した。

結果と考察

飼育結果 試験期間中の総給餌量と水温を表3、配合飼料の給餌回数と量を表4に示した。手撒きの給餌回数/日は4~6回に対し、自動給餌機は8~20回、給餌量は、前者が25.0~250g、後者が13.8~60.0gであった。すなわち、自動給餌機を使用したA、B水槽は、少量多回給餌であったことが分かる。

飼育結果を表5に示した。生残率は、手撒きのC水槽が最も高かったが、成長は自動給餌機のB水槽が最も優れており、C水槽とは有意差($p<0.05$)が認められた。

表2 配合飼料の粒径(μm)

飼料	グレードと粒径			
a	1 (250以下)			
b	1 (80~160)	2 (140~280)	3 (260~450)	
c	1 (74~149)	2 (125~250)	3 (210~350)	4 (297~500)
d	1 (125以下)	2 (125~400)	3 (300~560)	

表3 総合餌量と水温

水 槽 名	A	B	C
シオミズボウムシ(億個体)	178.9	178.2	178.3
アルテミア幼生(〃)	14.3	14.3	14.3
配合飼料(g)	30,398	30,398	35,390
平均水温(℃)	16.1	16.2	16.2

しかし、A水槽とも有意差($P < 0.05$)が認められたことから、自動給餌機の方が成長が良好とはいえず、むしろ稚魚の生存密度による成長差と考える方が妥当と思われる。

成長と水温変化を図4に示した。H-40までは成長が停滞したが、これは20℃以上の高水温の影響と考えられる。またH-60以後の成長がB、C水槽で繰り返し逆転しているのは、生残数が少なくなり、正確なサンプリングができなくなったためと考えられる。

本年は飼育初期の水温が例年に比べ2℃以上高く推移し、20℃を上回る日がH-36まで続いた。通常アユの種苗生産において、飼育水温が20℃を越えると生残率が甚だしく低下することが知られている^{4,5)}。へい死は3水槽ともにふ化直後からH-50ぐらいまで続いた。疾病によるへい死も考えられたので細菌検査を行ったが、病原菌と思われる細菌は検出されなかった。このことからこ

のへい死は高水温による何らかの生理障害によるものと思われた。

ふ化仔魚の収容尾数は3水槽ともに同じであったが、配合飼料の給餌を開始したH-16の時点で既に各水槽に生存していた仔魚数に差が生じていた。

配合飼料の摂餌状況は3水槽ともに悪く、仔魚が水面に浮上して活発に摂餌するということは、飼育初期、中期には全く見られなかった。後期になってようやく摂餌は活発になったが、人の姿が見えるとすぐに底層へ逃避する傾向は最後まで見られた。

H-50以降は大量減耗することなく、飼育は順調であったが、H-50の時点で、目視観察では生存数は当初の約1/3になっていた。

終了時における全長組成を図5に示した。A、B水槽とC水槽に明確な違いは認められず、従来言われてきたように自動給餌機を使用すれば成長差が生じやすいということとはなかった。これは今回使用した自動給餌機が一箇所に飼料を散布するのではなく、散布面積が従来の自動給餌機よりも広いためと思われた。

また、図6に終了時における肥満度を示した。2mm単位で全長を分け、20個体以上の平均値で示した。自動給餌機の少量多回給餌と手撒きの多量少回給餌が肥満度に及ぼす影響は特に認められなかった。

表4 配合飼料の給餌回数と量

ふ化後日数 (H-)	A, B水槽		ふ化後日数 (H-)	C 水槽	
	給餌回数 (回/日)	給餌量 (g/回)		給餌回数 (回/日)	給餌量 (g/回)
16~32	8	13.8~21.3	16~22	4	25.0~30.0
33~34	16	10.0~11.3	23~32	5	26.0~30.0
35~49	14	11.4~15.7	33~92	6	27.5~250.0
50~55	13	18.1~21.2			
56~75	16	19.5~36.6			
76~88	18	37.5~51.1			
89~92	20	50.0~60.0			

表5 飼育結果

水 槽 名	A	B	C
水 槽 容 積 (k l)	35	35	35
給 餌 方 法	自動給餌機	自動給餌機	手撒き
ふ化仔魚収容数(万尾)	42.8	42.8	42.8
終 了 月 日	1月10日	1月10日	1月10日
飼 育 期 間 (日数)	93	93	93
尾 数 (万尾)	10.5	9.1	15.1
全長 $\bar{x} \pm S D$ (mm)	44.2 $\pm$ 6.77	46.1 $\pm$ 7.19	44.6 $\pm$ 6.81
体重 $\bar{x} \pm S D$ (mg)	336 $\pm$ 203.3	427 $\pm$ 226.2	376 $\pm$ 202.3
生 残 率 (%)	24.5	21.3	35.3

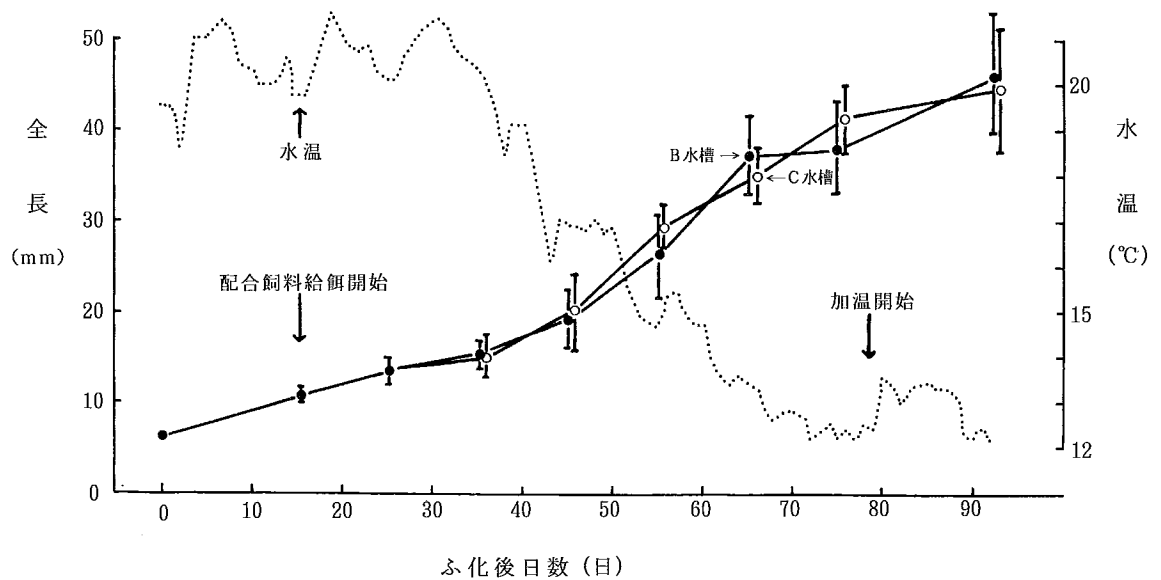


図4 アユの仔稚魚の成長（平均値±標準偏差）と水温変化

自動給餌機 今回使用した自動給餌機はまだ試作段階であるため、実用化に向けての改良すべき点は残っているものの、基本的にはほぼ満足できるものであった。

主な改良点としては以下のとおり。

- 1) 水槽別に給餌量が設定できるようにする。
- 2) 3種類程度の粒径の飼料を水槽別に給餌できるようにする。
- 3) 回転ノズルのサポートに飼料が付着しないように工夫する。

以上3点について解決すれば、実用できるものと考えられる。

自動給餌機と手撒きとの性能の比較を表6に示した。自動給餌機は、散布の均一性においては、手撒きに劣るが、アユのように配合飼料に比較的餌付きやすい魚類では特に問題はなかった。また、自動給餌機はタイマーにより早朝、薄暮時の給餌も可能であるが、アユの種苗生産時期が秋から春にかけてであり、昼時間が短いため、その能力を十分に発揮することができなかった。種苗生産時期が春から夏にかけての魚種で試験すれば、その効果が表われたかも知れない。今回、初めて自動給餌機を用いて種苗生産を行ったが、機械のトラブルさえなければ大きな省力化になると思われた。

今後、解決すべき問題としては、ハード面での改良とともにソフト面の改良、開発であると思われる。すなわち、自動給餌機の長所（給餌回数、給餌時刻が自由）を

十分活用できる飼育マニュアルを作成する必要がある。例えば、魚種や発育段階により1日の必要量を何回に分けて給餌すべきか、早朝や薄暮時の摂餌が活発な頃に1日量の何%を給餌すべきか、生物飼料との併用時におけ

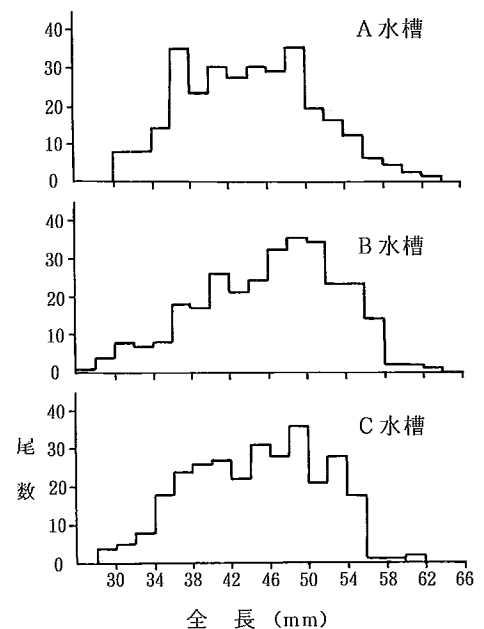


図5 終了時の全長組成 (N=300)

表6 自動給餌機と手撒きとの比較

	自動給餌機	手 撒 き
省 力	○	×
散 布 の 均 一 性	△	○
給 餌 量 の 変 更	△	○
給 餌 回 数	○	×
給餌開始, 終了時刻	○	×
給餌スケジュールの変更	△	○
摂 餌 状 況	○	○
経 済 性	?	△

○優れている △普通 ×劣っている ? 不明

る給餌時刻をどうするか等である。

今回の試験では、結果的に自動給餌機の方が生残率が低くなったが、水温等環境要素の影響が大きく、自動給餌が必ずしも生残率に悪影響を及ぼしたとは言えない。今後、前述したハード、ソフト面での問題が解決すれば、手撒き以上の成長、生残を示すものと期待される。

文 献

- 1) 伊藤 隆, 1960: 輪虫の海水培養と保存について, 三重大紀要, 3 (3), 708-740
- 2) 星野 暹・山本喜久蔵・安家重材・和田 功・直江知也, 1966: アユ種苗生産に関する研究, 岡山水試事報, 昭和40年度, 128-149

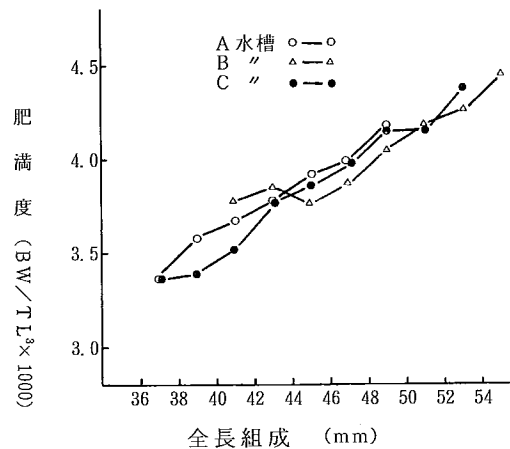


図6 終了時における全長組成別肥満度の平均値

(20 < N ≤ 36)

- 3) 山口内海水試, 1966: アユ人工孵化仔魚の飼育試験, 第2回アユ部会集録, 6 pp.
- 4) 伊藤 隆・富田達也・岩井寿夫, 1971: アユ種苗の人工生産に関する研究-LXXV, 人工孵化仔魚の初期生残および成長に対する飼育水の塩分および水温の影響, アユの人工養殖研究, No. 1, 165-186
- 5) 田畑和男・柄田 哲, 1979: アユ種苗生産技術の検討-V, 卵およびふ化仔魚の高水温耐性と卵質との関係について, 兵庫水試研報, 19, 39-42