

孵化器によるアユ卵の孵化管理の簡略化

相川 英明

Use of an efficient jar hatchery to control the hatching eggs of
Ayu Plecoglossus altivelis.

Hideaki AIKAWA*

緒言

これまで一般的に、種苗生産施設や養殖場におけるアユ卵の孵化管理は、受精卵を適量ずつ着卵基質に付着させて流水で管理する方法¹⁻³⁾が行われている。しかし、この方法は採卵前の着卵基質の洗浄、消毒などの準備作業や採卵時の着卵基質への卵の付着作業、卵管理池への着卵基質の収容作業など、多大な労力と時間が必要となる。また、同方法では卵への酸素供給の確保や、死卵からの水生菌の蔓延を防ぐため、着卵基質は間隔をとり収容することから、卵を管理する池は広い面積を必要とし、高密度の収容が行えない。水生菌対策のための受精卵の消毒は、毎日、着卵基質を収容した卵管理池全体に実施するため、消毒に要する薬剤が多く必要となる。加えて、使用した薬剤の処理には、大量の水が希釈に必要となり、環境負荷の軽減を実践するためにも、薬剤の使用量を低減させることが望まれる。

神奈川県水産技術センター内水面試験場(以下、「当場」とする。)では、試験研究用アユの生産のほか、本県のアユ種苗生産を実施している神奈川県内水面種苗生産施設へ、数回の採卵日に分けて発眼卵660万粒を供給しており、種苗生産用アユ卵の孵化管理は2005年までは前述の着卵基質に付着させる方法で行っていた。そこで、当場では、受精卵の消毒用薬剤の使用量を削減するため、卵管理池から着卵基質を取り出し、消毒処理を小規模の水槽で行い、再び卵管理池へ戻す方法を取り入れた。しかし、薬剤は削減できたが、着卵基質の本数に応じて作業量と作業時間が増加したことと、着卵基質からの脱卵が卵管理池の底に堆積し水生菌が発生することや、卵管理池に採卵日の異なる受精卵が混在することなど、水生菌対策に苦慮していた。受精卵の数量については、着卵基質に付着させて管理する方法では、着卵基質への受精卵の付着率は90%と推定して算出する²⁻³⁾が、種苗生産施設等では用いる着卵基質1本ごとに卵の付着数や脱卵数のばらつきが大きいため、アユ飼育池へ収容する際の正確な発眼卵数や孵化仔魚尾数の把握が困難となっている。

近年、ワカサギでは、卵を着卵基質に付着させる従来

法と卵を不粘着処理し円筒型孵化器に収容する方法を比較し、円筒型孵化器に収容する方法は、卵の水生菌対策、節水、省スペース化、作業の省力化に有効であることが報告されている⁴⁾。

さらに、当場のワカサギ研究では、人工水路による採卵試験において円筒型孵化器が用いられていたことから⁵⁾、2005年に試験研究用のアユ卵で円筒型孵化器による予備試験を行ったところ、良好な結果が得られた(未発表)。2006年に神奈川県内水面種苗生産施設が円筒型孵化器を導入し、不粘着処理したアユ卵の受け入れ体制が整い、量産規模での展開が可能になった。そこで、量産規模のアユ卵を用いて着卵基質による卵管理方法と円筒型孵化器による方法について、受精から孵化までの作業量および水生菌対策のため卵消毒に用いる薬剤使用量等を比較した。また、円筒型孵化器へのアユ受精卵の収容数と発眼率との関係およびアユ飼育池の孵化管理方法の簡略化についても併せて検討した。

材料および方法

着卵基質による卵管理方法

採卵供試魚は当場で継代飼育しているアユ(継代数27)を用い、2005年9月7日より1~4日おきに採卵した。受精は搾出乾導法で行い、採卵量は媒精前の約0.1gの卵を計数し、卵の総重量から算出した。受精卵の管理は、採卵日あたり着卵基質(オーギ製、シュロブラシ(18×55cm)、以下、「魚巢」とする。)を100~150本使用し、1本あたり受精卵4~6万粒を付着させた後、卵管理池(円形水槽7.5t、2面)に収容し、井水をかけ流した(以下、「魚巢法」とする。)。期間中の水温は、19.2~19.4であった。

卵の消毒は受精後7日まで毎日実施した。消毒は、卵管理池から魚巢を取り出し、プロノポール(ノバルティス社製、「パイセス」)を50mg/L濃度に調整した水槽(水量0.4~1t、3面)に移し30分間の処理⁶⁾後、再び卵管理池へ戻した。発眼率は、受精後4日目の卵を検体とし、魚巢の一部を切り取り、1検体あたり約300粒を万能投影機(ミットヨ製、PJ250)で検数した。

孵化器による卵管理方法

採卵供試魚は、現場で継代飼育しているアユ(継代数28)を用い、2006年9月4日より前年同様に採卵作業を行った。受精卵は、井水をかけ流した水槽で約3時間管理した後、陶土(本山人節)による不粘着処理^{4,7)}を実施した。ただし、本研究では20%陶土懸濁液8Lに受精卵76.4~748万粒を混入し、木製の棒で10分間攪拌した。その後水洗し、採卵日ごとに円筒型孵化器(マツイ製、付着沈性卵用孵化装置(16×100cm)、以下、「孵化器」とする。)へ収容した(図1)。用水は、曝気した井水を孵化器1本あたり6L/分でかけ流し、孵化器から卵の流出を防ぐため観賞魚用ネット(カミハタ製、カラーネット細目)を排水口に設置した(以下、「孵化器法」とする。)。期間中の水温は、17.9~19.1であった。卵の消毒は受精後7日まで毎日実施した。消毒は、孵化器の注水を止め、孵化器内の水量を15Lへ減じた後、50mg/L濃度になるようプロノポールを入れ、30分間通気しながら行った。発眼率の検数は、魚巢法と同様に行った。



図1 円筒型孵化器

魚巢法および孵化器法について、採卵作業量を種苗生産に必要な採卵数600万粒/日間あたりに換算して比較した。この卵数に対する受精後7日までの卵消毒に用いたプロノポールを単価7.6円/mLとして、使用量から費用を計算し比較した。また、孵化器法での孵化器に対する

受精卵収容数と発眼率との関係についても調べた。

孵化器による孵化飼育方法

2006年に孵化器で受精後8日まで管理した発眼卵を用い、アユFRP飼育池(1/5濃度のアレン氏の人工海水、2.7~7.5t池)に設置した孵化器から飼育水とともに孵化仔魚を飼育池へ流下させる方法(以下、「流下法」とする。)と、発眼卵をアユ飼育池の底面へ撒き、孵化させる方法(以下、「底撒き法」とする。)について孵化率を比較した。

受精後8日目の発眼卵のうち約0.2gを計数し、卵の重量から発眼卵の収容数を算出した。孵化率は、孵化開始後3日目にビニールホースで飼育池の底掃除を行い、池から死魚および死卵を回収し、収容した発眼卵数から回収した死卵と死魚数を差し引いた数を孵化尾数として孵化率を算出した。また、流下法では飼育池の底掃除とともに、孵化器内に残留した死卵と死魚数を併せて差し引き、孵化率を算出した。

また、神奈川県内水面種苗生産施設(発眼卵660万粒収容、1/5濃度のアレン氏の人工海水、RC100t池3~6面を使用)の孵化管理において2006年から流下法を導入したので、第1回目取り上げ時(孵化後約60日目)の生残尾数について、魚巢法(2003~2005年)と流下法(2006年)で比較した。

結果

卵管理方法の比較を表1に示した。受精卵600万粒あたりの使用面積は、魚巢法では3.75m²に対し、孵化器法では0.16m²で、1/23の使用面積であった。受精卵600万粒あたりの使用水量は、魚巢法では170L/分に対し、孵化器法では6L/分と1/28に低減した。受精卵600万粒あたりの換水率は、魚巢法では1.4回転/時であり、孵化器法では18回転/時と12倍の値であった。採卵作業は、魚巢法では受精卵の魚巢への付着、卵収容池への魚巢の収容作業で多くの労力を必要であった。孵化器法では受精した卵は不粘着処理までの間、かけ流しの水槽へ収容するだけで、作業時間を短縮することができた。魚巢法での卵の消毒は、魚巢を卵管理池から取り出し、消毒の後に池へ再収容するので、収容する卵数(魚巢の本数)に応じて作業量が増加するほか、卵管理池での死卵から生卵への水生菌の蔓延を防ぐため、定期的な底掃除が必要であった。一方、孵化器法では、卵を取り出す必要はなく、注水を止め、通気しながら薬剤を投入するだけで済み、また、孵化まで底掃除等のメンテナンスは不要であった。プロノポールの使用量から算出した受精後7日までの受精卵600万粒の消毒に要するコストは、魚巢法では9,576円に対し、孵化器法では80円と約1/120に抑えられた。死卵の除去は、魚巢法では、1本ずつ手作業により死卵を水中で振り落として行った。一方、孵化器法で

表 1 卵管理方法の比較

比較項目	魚巢法	孵化器法
池の規模(600万粒当たり)	3.75m ² (円形池2面)	0.16m ² (孵化器1本、架台を含む)
水量(600万粒当たり)	170L/分	6L/分
換水率(600万粒当たり)	1.4回転/時	18回転/時
収容に要する装置(600万粒当たり)	魚巢100~150本(上記の卵管理池0.5面使用)	孵化器 1本
採卵作業	採卵の際、魚巢1本ずつへ卵の付着、魚巢を卵管理池へ収容	不粘着処理後、孵化器へ収容
消毒作業(1~7日目)	魚巢の取り上げ、薬浴用水槽で消毒 消毒後、魚巢を卵管理池へ再収容 脱落した卵の除去(卵管理池の底掃除)	消毒の際、止水にて、通気
薬剤使用量(600万粒当たり)	180mL/日×7日=1,260mL	1.5mL/日×7日=10.5mL
消毒のコスト(600万粒当たり)	9,576円	80円
発眼率	45.9±17.1(%)	52.3±13.2(%)
死卵の除去	手作業にて魚巢1本ずつ振騰し、死卵を脱落させる	水量の増加(死卵との浮力差を利用し、孵化器から死卵を流出させる)
発眼卵の運搬(220万粒)	70L容器2~3ヶ使用(魚巢60~90本)	20L容器1ヶ
付帯する作業	種苗生産の予備に採卵した魚巢200~300本の洗淨準備、使用後、魚巢の洗淨、池掃除、消毒	

は孵化器内で卵は浮遊し、生卵の層の上に死卵の層が形成された。この生卵と死卵の浮力の差から孵化器内の水量を増加させることで、孵化器から容易に死卵のみを分離除去することができた。

当場の卵管理池は2面のみであるため、魚巢法では継続して卵育成を行うために、採卵期間終了まで洗淨、消毒が行えない。また、底掃除を実施したとしても、魚巢から継続して脱卵が発生し沈殿が見られることから、その脱卵に水生菌が発生するおそれがある。特に、採卵期間の後半であった9月下旬においては、池底だけでなく、魚巢でも水生菌の発生が認められていた。

一方、孵化器法では採卵日ごとに分けて管理し、使用の都度、孵化器1本ごとに洗淨、消毒が行え、死卵を孵化器から除去できることから水生菌の発生は認められなかった。発眼卵220万粒あたりの運搬については、魚巢法では容積70Lのポリ容器2~3ヶ(魚巢60~90本)を要するが、孵化器法では20L容ポリ容器1ヶ(水10L、通気が必要)となり容易であった。

また、魚巢法では、採卵前の魚巢の洗淨、消毒など準備作業や種苗生産で使用するもの以外に予備のため採卵

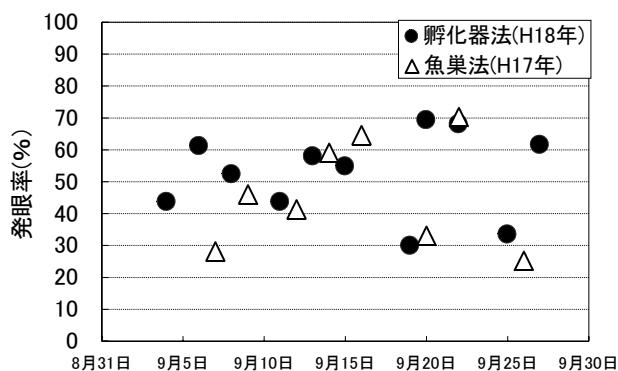


図 2 発眼率の推移

に使用した魚巢の洗淨など、飼育に直接関わらない付帯作業が必要とせず、削減することができた。

採卵日別の発眼率の推移を図2に示した。魚巢法(2005年)は25.2~70.3%で平均発眼率は45.9±17.1%で、孵化器法(2006年)は26.6~69.3%で平均発眼率は52.3±13.2%であった。魚巢法と孵化器法の発眼率の標準偏差の平方と自由度からF検定を行うと平均発眼率に有意差は認められなかった(P>0.05)。

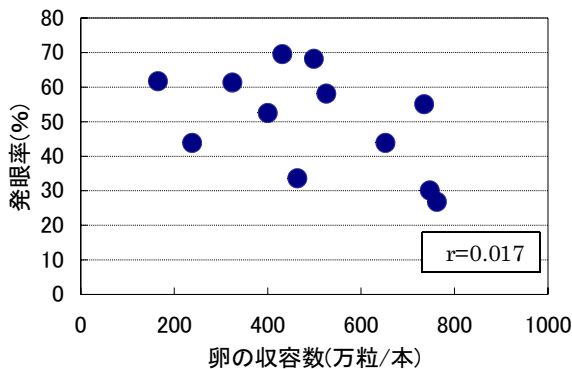


図3 孵化器に收容した卵数と発眼率の関係

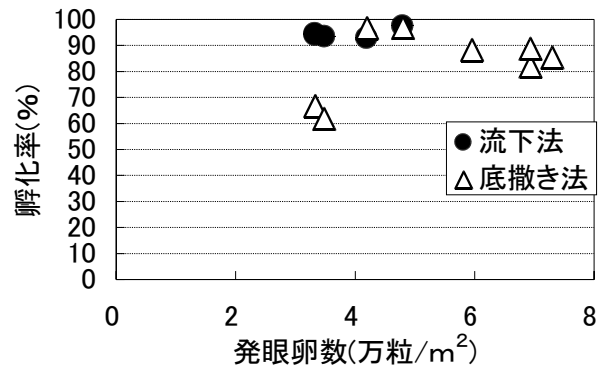


図4 発眼卵の收容数と孵化率の関係

表2 神奈川県内水面種苗生産施設の飼育結果(第1回取り上げ時)

	2003年	2004年	2005年	2006年
孵化方法	魚巢法	魚巢法	魚巢法	流下法
発眼卵数(万粒)	660	660	660	660
生残尾数(万尾)	240	257	297	415
生残率(%)	36.4	38.9	45.0	62.9

孵化器法における孵化器1本あたりの受精卵の收容数(76.4~748万粒)と発眼率との関係については、相関は見られなかった($r=0.017$) (図3)。

流下法と底撒き法について、発眼卵の收容数と孵化率の関係を図4に示した。流下法では92.7~97.3%で平均孵化率は $94.4 \pm 2.0\%$ であった。底撒き方法では66.7~96.8%で平均孵化率は $86.7 \pm 17.3\%$ であった。流下法と底撒き法の孵化率の標準偏差の平方と自由度からF検定をおこなったが両者に有意差はなかった($P > 0.05$)。底撒き方法では全8例のうち、孵化率が80%を下回るものが2例あった。

また、神奈川県内水面種苗生産施設の生残尾数は2003~2005年の魚巢法で孵化管理した結果が240~297万尾(生残率36.4~45.0%)であったのに対し、孵化器で孵化させた2006年は415万尾(同62.9%)となった(表2)。

考 察

孵化器による卵管理について、ワカサギ⁴⁾、ニジマ

ス⁸⁾では死卵の分離が容易、水生菌の発生も確認されず、注水量が少なく済むなど利点が多い。ニジマスでは発眼率が向上したこと⁸⁾、ワカサギでは発眼率に有意差が認められないが着卵基質からの脱卵を考慮すると孵化器のほうが良好な成績であった⁴⁾と報告している。このことから、本研究のアユ卵での発眼率については、有意差は認められなかったものの、魚巢法よりも孵化器法が良好であると思われる。

ワカサギでは魚巢と孵化器を比較し、孵化器では採卵日ごと個別に対応でき、適切な管理が可能であるとしている⁴⁾。本研究のアユ卵でも孵化器法では採卵日ごとに分けて卵管理でき、孵化まで水生菌に覆われることのない発眼卵が得られる利点があった。

当场から神奈川県内水面種苗生産施設へ供給する発眼卵数は1採卵日あたり最大220万粒を必要とするため、発眼率を考慮し、当场では採卵数600万粒/日間を目安に採卵作業を実施している。本研究のアユ卵の孵化器法では、孵化器への受精卵の收容数の増大に伴う発眼率の低

下は認められなかったことから、孵化器法では高密度で受精卵を管理でき、種苗生産に必要な採卵数600万粒/日間あたり、孵化器1本で卵管理できることが明らかとなった。

受精卵の計数は、魚巢法では用いる魚巢1本ごとに卵の付着や脱卵の程度が異なるため、発眼卵の正確な数量の把握は難しいが、孵化器法では脱卵などの減耗が無く、アユ飼育開始時に収容卵数と孵化率から孵化仔魚尾数がより正確に把握できる利点もあった。

本研究ではアユ飼育池の孵化管理方法の簡略化として、粘着性を除去した発眼卵を直接、池の底に蒔く方法を試みた。従来の魚巢法による孵化率80%³⁾と比べると底撒き法では全体8例のうち2例は60%台と低く、孵化率が安定していなかった。一方、流下法では、収容卵数に関わらず孵化率はすべて90%台で安定していた。また、神奈川県内水面種苗生産施設において、流下法で孵化管理した場合、第1回目の取り上げ時の生残尾数は直近の4年間で最も多かった(表2)ことから、量産規模において高い孵化率が得られることが推察され、安定した生産結果を得るには孵化器法が有効であると思われる。

ワカサギでは、孵化器による卵管理において紫外線殺菌処理水を用いることで、消毒剤を使用せず水生菌を抑制できたこと⁴⁾。ワカサギの自然産卵法では採卵数量の増加と発眼率の上昇とともに省力化が図れ、同採卵法はアユでの応用が示唆されている⁹⁾。これらのことから、今後、アユの自然産卵法が開発されれば、採出作業が不要で良質な卵が得られるとともに、紫外線殺菌処理水を併用した孵化器法により消毒用薬剤が不要となり、採卵から孵化管理までの一連の作業の省力化が一層図れるものと期待される。

本研究のアユ卵では、孵化器法を用いることで受精卵の高密度管理や、水生菌の抑制が可能となり、省スペース化、用水の節減が図れ、採卵、受精卵の収容作業ならびに水生菌対策の受精卵の消毒作業などが削減でき、アユを効率よく孵化させることができた。

また、孵化器法では、受精卵の消毒のほか、魚巢、卵管理池等の飼育器材の消毒用薬剤も削減でき、これら薬剤による環境への負荷も低減できた。

これまで現場では、アユ卵の孵化管理は大量の水を必

要とする魚巢法で行っていたため、水温の調整は不可能で、井水の水温に依存していたが、孵化器法は使用水量が少なく注水温の調整が比較的容易である¹⁰⁾ので、自然水域の環境に対応させた水温でのアユの孵化が可能であると考えられ、今後、応用研究に期待される。

謝 辞

神奈川県水産技術センター内水面試験場の職員の皆様、神奈川県内水面漁業振興会の皆様ならびに日本大学生物資源科学部の学生諸氏には採卵作業においてご支援いただき深謝申し上げます。また、神奈川県水産課井塚隆主任技師には孵化器による卵管理について有益な助言をいただき心から御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 鈴木規夫(1982): 種類別増養殖法 アユ, 「淡水養殖技術(野村稔編)」, 恒星社厚生閣, 東京, 254-267.
- 2) 兵庫県水産試験場(1994): アユ種苗生産マニュアル, 16-27.
- 3) 吉沢和俱(1995): 種苗生産マニュアル&上手な種苗の選び方 アユ, 養殖 臨時増刊号 種苗ベストガイド, 116-120.
- 4) 橋川宗彦・大場基夫・工藤盛徳(2006): 粘着性除去したワカサギ卵の孵化器による卵管理, 水産増殖, 54, 231-236.
- 5) 神奈川県(2005): 平成16年度神水研業務概要, 49-50.
- 6) 梶原敬太(2005): ニシン目魚類の魚卵消毒剤「パイセス」について, アクアネット, 5, 56-57.
- 7) 工藤盛徳(1999): 付着卵の孵化法, 特許公報第2957718号, 日本国特許庁, 1-3.
- 8) 中村永介(2006): 円筒型収容槽による卵管理について, にじます, 72, 7.
- 9) 橋川宗彦・大場基夫・廣瀬一美・廣瀬慶二(2003): 芦ノ湖におけるワカサギの水槽内自然産卵法による効率的採卵, 水産増殖, 51, 401-405.
- 10) 井塚隆(2005): ワカサギ, 「淡水増養殖システム2(隆島史夫・村井衛編)」, 恒星社厚生閣, 東京, 103-113.