

## オイカワ種苗生産効率化に関する研究

佐野 二郎  
(内水面研究所)

オイカワ資源増殖事業は、これまで河川より採捕した天然種苗を用いた放流事業と産卵場造成の2つがおこなわれてきた。このうち放流事業については、近年天然採捕量が激減し種苗の確保が非常に困難になってきたことから、現在ではほとんど実施されていない。今後、放流事業を再開し、かつ安定して継続していくには入手が不安定な天然種苗から人工種苗へ転換を図る必要がある。これまでに種苗生産に必要な卵を安定かつ大量に採取するための技術は確立したものの<sup>1)</sup>採卵作業や仔稚魚飼育に多くの手間と経費がかかる問題が残されている。

本研究では種苗生産の実用化に向け、採卵や仔稚魚飼育の効率化を図る技術開発を行った。採卵については新たな採卵器の試作と効果実証を行い二重底式採卵器の有効性が確認され、更に餌の種類によってこれまで採卵には不適とされた1歳魚を親魚として利用することが可能となった他、体の大きな2~3歳魚よりも1歳魚を利用する方がより経済的であることが実証された。次に仔稚魚育成では密度別飼育試験による適性飼育密度の把握と配合飼料による飼育試験を行い、最適飼育密度として1万尾/トン、飼育に用いる餌料としてこれまで用いられてきたミジンコ等生物餌料の代替としてアユ仔稚魚用微細配合飼料が有効であることが実証され、種苗生産の低コスト化、省力化に成功した。

キーワード：オイカワ、種苗生産、効率化、採卵、仔稚魚飼育

オイカワは福岡県ではハヤと呼ばれ、本県の内水面魚種の中では最も漁獲量が多く、アユに次ぐ重要な魚種に位置づけられている。筑後地方では特に「ハヤの甘露煮」の原料として珍重されている他、釣りの対象としての人気も高く、オイカワを求めて河川を訪れる遊漁者も多い。

オイカワは漁業権対象種のため、増殖義務に基づき県や漁業協同組合により種苗放流が行われていた。しかし、放流用種苗をすべて天然採捕種苗に依存しており資源の減少に伴い採捕量が減少したため、2006年以降矢部川の自主放流事業以外は放流事業が中断されている。

今後、放流事業を再開し安定して継続していくためには、放流種苗を入手不安定な天然種苗から種苗生産した人工種苗への転換を図る必要がある。種苗生産がこれまで実施できなかった理由として種の特性上安定して大量の卵を採取することが非常に困難であったことに加え、種苗生産の全過程で多くの労力と経費を要することの2点があげられる。前者については前報<sup>1)</sup>で報告したように親魚育成環境を整えることで事業生産に必要な量の卵を安定して採る技術を確立できたが、後者については依然試験生産レベルに留まっており漁業者等に移転可能な水準には至っていない。そこで本研究では、採卵、仔稚魚育成にかかる作業の低コスト、省力化を図るための技

術開発を行い、これまでの親魚育成技術とあわせ種苗生産を現場へ普及させていくことを目的として行った。

### 方 法

#### 1. 効率的採卵技術開発

##### (1) 1歳魚親魚養成試験

2007年種苗生産で得られたオイカワ稚魚をウナギ用配合飼料((株)日本農産工業, うなぎ隼人2号), コイ稚魚用配合飼料((株)日本農産工業, こい2号稚魚用), 及びアユ用配合飼料(オリエンタル酵母社, PC2号)を用いて親魚育成を行った。育成には内水面研究所内の屋外5トンコンクリート水槽を用い、地下水を換水率1回転/日となるよう調節して注水した。種苗生産において2007年8月27日に採卵し11月8日に取り上げた平均全長31.3 mmの稚魚をそれぞれの餌料で100尾ずつ育成し、そのなかから親魚として雄10尾, 雌20尾を採卵直前に選別取り上げて用いた。試験に供した親魚は、いずれの試験区も雄は全長110~120mm, 雌は全長90~100mmであった。採卵は2008年8月15日から8月31日の期間に計12回おこなった。採卵器には野菜カゴに直径1~2cmの砂利を入れたものを用い、朝のうちに各水槽に1器ずつ設置し、24

時間後に取り上げ卵を回収した。

### (2) 年齢別採卵量試験

2006年, 2007年, 2008年にそれぞれ採卵し種苗生産したオイカワを用い, 採卵試験をおこなった。試験は5トン角形コンクリート水槽を用いウナギ用配合飼料を用いて親魚育成を行った。採卵直前に各年齢の親魚をいったん取り上げ, 1水槽あたり雄20尾, 雌40尾を選別して再度水槽に収容し試験をおこなった。採卵はそれぞれの親魚が満1歳, 満2歳, 満3歳となった2009年7月14日から8月7日までの期間に11回ずつおこなった。採卵した卵は計数後, 卵径を計測した。

### (3) 採卵器試験

図1に試験に用いた採卵器を示した。これまで採卵に用いてきたカゴ式産卵床(プラスチック製の水切りカゴ(L×B×D=47×36×7cm)の内側に網目500 $\mu$ mのポリネットを縫いつけ直径1~2cmの砂利を厚さ3cmに敷いたもの)に加え, 新たに試作した二重底式産卵器, 及びサイフォン式産卵器の3手法により採卵を行った。二重底式採卵器はカゴ式採卵器の水切りカゴの内側に一回り小さい水切りカゴ(L×B×D=41×28×7cm)をはめ込みその中に砂利を入れたものである。サイフォン式採卵器はプラスチック製の円形ザル( $\phi$ 51.2×34cm)にビニールシート製漏斗と産卵基質である砂利を載せる目合い9mmの円形ネットロンネットを取り付けた産卵床部分, 及び卵回収器となる網目500 $\mu$ mのポリネットを装着したザルの2つから構成される。この2つの装置はサイフォンで卵を吸い出すため $\phi$ 18mmのビニールホースで接続した。

採卵は2007年6月21日から7月20日にかけて7回ずつおこない, 死卵, 及び生卵をそれぞれ計数するとともに作業に要した時間を計測した。また計数した死卵数, 及び生卵数から生卵率(全採卵数に対する生卵の割合)を求めた。次に採卵できた生卵の中から任意に50粒を選び流水下でふ化させふ化率を求めた。

採卵器試験には5トン角形コンクリート水槽を使用し, それぞれの注水量はカゴ式産卵床と二重底式産卵床を設置した水槽については1日1回転する程度の毎時120l, サイフォン式採卵器についてはサイフォンで流出する水量を補うため毎時420lに設定した。産卵親魚には研究所で種苗生産し, その後2年間養成した成魚のなかから1水槽あたり雄10尾, 雌20尾ずつを用いた。

## 2. 稚仔魚飼育試験

### (1) 飼育密度試験

長野県でコレゴヌス種苗生産に使用される飼育器<sup>2)</sup>を参考に実際の種苗生産に用いる水槽の1/50の容量に当たる20lの飼育容器(図2)を作成し密度試験を行った。試験には浮上前のふ化2日経過した仔魚を用い, 飼育密度はトンあたりに換算した尾数が2,500尾, 5,000尾, 10,000尾, 20,000尾となるよう各水槽にそれぞれ50尾, 100尾, 200尾, 400尾ずつ収容した。飼育水には地下水を用い, 注水量は1日あたり飼育器内の水が3回転するように調整した。飼育期間中の餌料はタマミジンコを用い, 朝夕の2回十分量を与えた。飼育は2007年8月22日から9月22日まで1ヶ月間おこない, その後生残した稚魚を計数し, 2,500尾/トン区については全数を, その他の試験区は無作為に50尾抽出し全長を測定した。



図1 試験に用いた採卵器

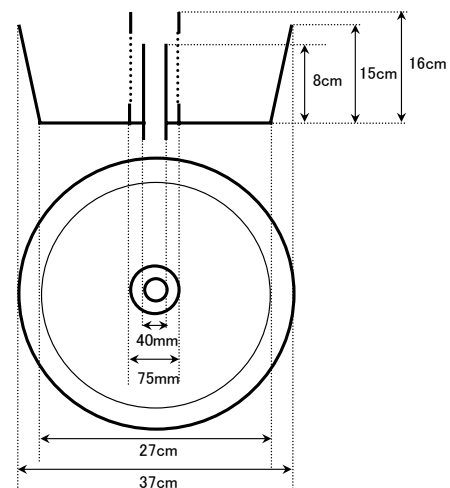


図2 密度試験に用いた稚仔魚飼育器

## (2) 餌料試験

これまで人工配合飼料による仔魚飼育は可能であるものの、成長、生残はミジンコを与えた場合に比べ極端に劣ることが報告されている。<sup>3,4)</sup>しかし、種苗生産効率化のためには人工餌料のみを用いることが最良であり、またミジンコ給餌が不可欠としてもその期間が短いほうが良い。

そこで本試験ではミジンコ給餌期間を仔魚の浮上後それぞれ2週間、3週間、4週間としその後配合飼料を与えるミジンコ給餌区、及び配合飼料のみで飼育をおこなう配合飼料区の計4餌料区を設定して飼育をおこなった。試験には1.5トン角形FRP水槽(3m×1m×0.5m)を用いた。各水槽には砂利を敷いたカゴに採卵したオイカワ卵を12,000粒ずつ入れて設置し、2ヶ月後に生残している稚魚を全数取り上げその総重量を計量するとともに、無作為に抽出した100尾の全長、体重を測定し、取り上げた総重量を稚魚の平均体重で除することにより生残率を求めた。試験期間中ミジンコ給餌区は常に飼育水槽中にミジンコが残っている状態になるよう十分量を培養水槽から水中ポンプで1日1回の給餌を行った。配合飼料には(株)オリエンタル酵母社製アユ仔稚魚用スーパーゴールド0号、及び1号を用い、タイマー付き給餌機により1日2回、体重の5%量を給餌した。

## 結果

### 1. 効率的採卵技術開発

#### (1) 1歳魚親魚養成試験

図3にウナギ用配合飼料、アユ用配合飼料、コイ稚魚用配合飼料それぞれで育成した親魚による1日あたりの採卵数を示した。コイ稚魚用飼料で育成した親魚からは卵が全く回収されなかった。アユ用配合飼料は平均16粒(最大89粒、最小0粒)、ウナギ用飼料は平均276粒(最大700粒、最小90粒)であった。

#### (2) 年齢別採卵量試験

図4に親魚年齢別の1日あたり採卵数を示した。1歳魚は358±346粒、2歳魚は1,028±866粒、3歳魚は308±300粒であり、1歳魚と3歳魚の間には差は見られなかったものの、2歳魚と1歳魚、及び3歳魚の間には明瞭な差が見られた(Mann-Whitney U-test  $p<0.05$ )。また、2歳魚は試験中すべての回次で採卵できたものの、1歳魚は11回中3回、3歳魚は11回中5回採卵できなかった。

次に年齢別の卵径を表1に示した。いずれの年齢も平均卵径は2.0~2.1mmで3者間に明瞭な差は見られなかった(T-test  $p>0.05$ )。

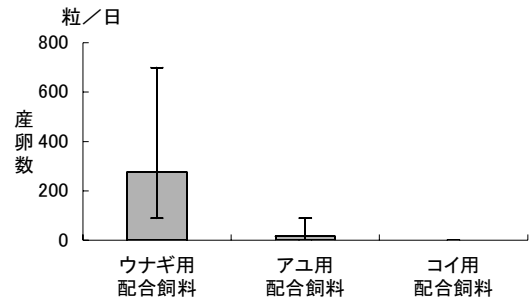


図3 餌料別育成親魚産卵数

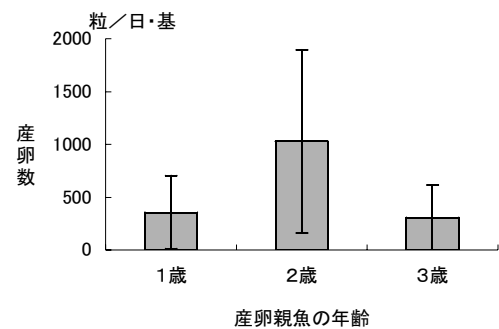


図4 親魚年齢別産卵数

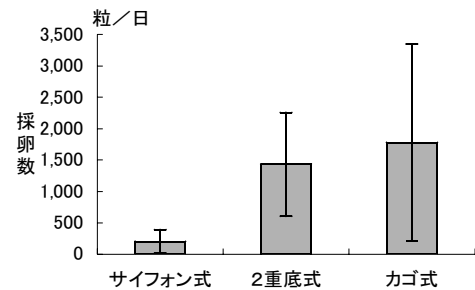


図5 採卵方法別採卵数

表1 親魚年齢別の卵径

	1歳	2歳	3歳
卵径			
平均値	2.0	2.1	2.1
最大値	2.1	2.2	2.3
最小値	1.9	2.0	1.9
標準偏差	0.05	0.06	0.09

単位:mm

#### (3) 採卵器試験

図5に採卵器別の死卵を含めた全採卵数を示した。カゴ式、二重底式の間には全採卵数に有意な差は見られなかった。サイフォン式に対しては両者とも7~9倍と非常に多い結果となり有意な差が見られた(Mann-Whitney U-test  $p<0.05$ )。

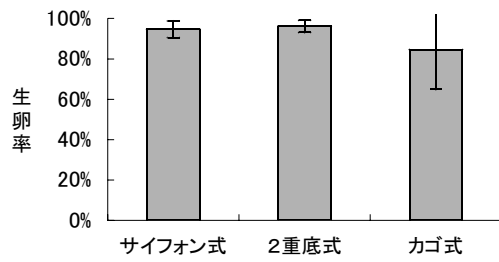


図6 採卵方法別生卵率

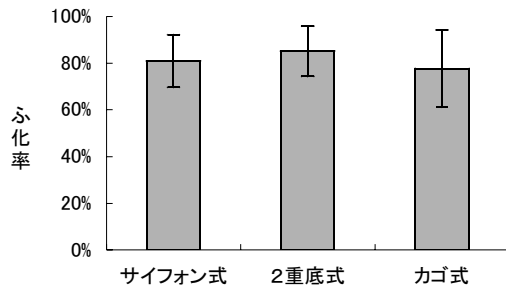


図7 採卵方法別ふ化率

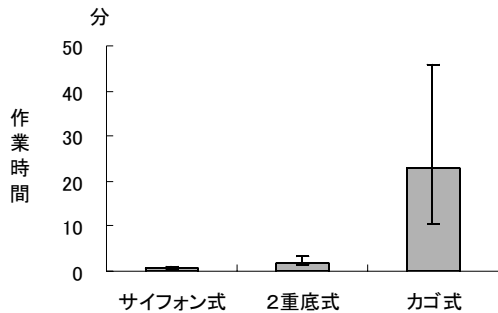


図8 採卵方法別作業時間

図6に生卵率を示した。カゴ式は85%とサイフォン式の95%、二重底式の96%に比べ10ポイントほど低かったものの、有意な差は見られなかった (*Mann-Whitney U-test*  $p>0.05$ )。

図7にふ化率を示した。3者間に明瞭な差は見られなかったものの (*Mann-Whitney U-test*  $p>0.05$ )、カゴ式は他の2手法に比べやや低く標準偏差が大きかった。

図8に各手法別の作業時間を示した。水槽外に採卵器を設置しているサイフォン式はそこに集まった卵をホースで水をかけボール等を集めるだけのため作業時間はほとんどの場合1分程度で終了し最も短かった。二重底式は卵が全て下のカゴに落ちるまで上段の砂利を入れたカゴを洗浄し卵を回収するという作業を繰り返しておこなったが、作業時間は1.5分~2分で終了した。これに対しカゴ式では作業時間が最も短い場合で15分、最長の時は45分を要し、採卵数が多いほど作業時間も長くなった。

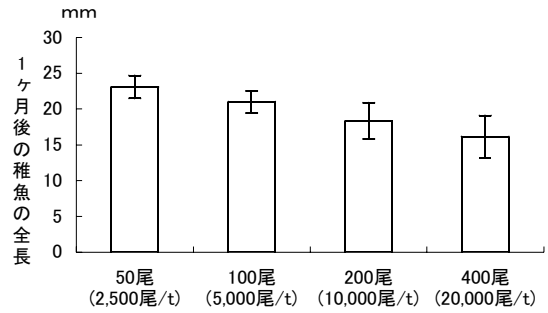


図9 飼育密度別の成長

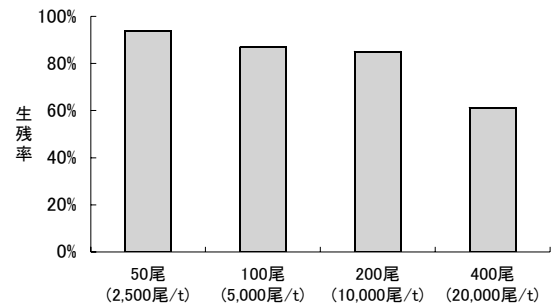


図10 飼育密度別生残率

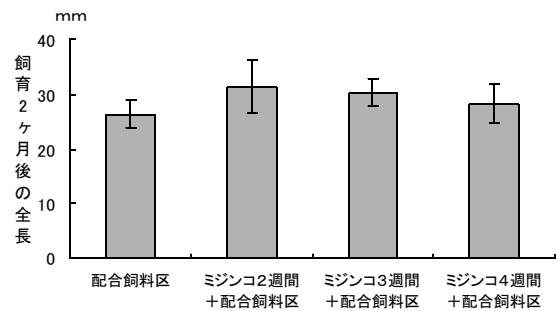


図11 給餌方法別成長

## 2. 稚仔魚飼育試験

### (1) 飼育密度試験

図9に1ヶ月後の飼育密度別の成長を示した。各試験区間には有意な差が見られ (*T-test*  $p<0.05$ )、飼育密度が高くなるほど成長が悪い結果となった。

図10に1ヶ月後の生残率を示した。飼育密度が高くなるにつれ生残率は低下するものの、飼育密度1万尾/トン以下では生残率は85.0~94.0%と緩やかな減少であった。しかし、飼育密度2万尾/トンでは生残率が61.3%と急に低下した。

### (2) 餌料試験

図11に2ヶ月後の全長を示した。配合飼料区が26.4mmと最も小さく次いでミジンコ4週間+配合飼料区の28.2mmで、これらはミジンコ2週間+配合飼料区、及びミジンコ3週間+配合飼料区との間に明瞭な差が見られた。

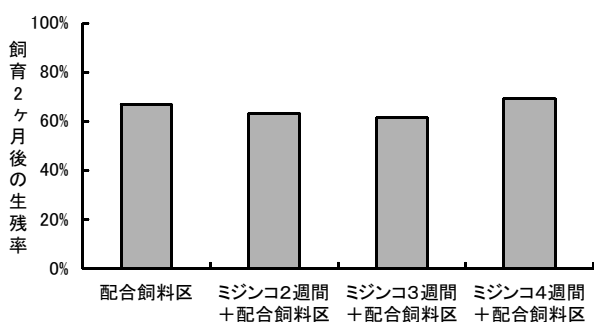


図12 給餌方法別生残率

(*T*-test  $p < 0.05$ ).

図12に2ヶ月後の生残率を示した。成長が悪かった配合飼料区、ミジンコ4週間+配合飼料区で最も生残率が高い結果となった。

## 考 察

オイカワ雌1尾あたりの成熟卵数は約1,000粒とアユやコイなど他魚種に比べ極端に少なく、また多回産卵のため1回あたりの産卵数は100粒程度と少ないこと<sup>5)</sup>、効率よく採卵するには雌の数の半数の雄が必要であること<sup>6)</sup>から多くの親魚が必要となる。例えば10万尾の稚魚を生産するためには、卵から放流サイズの稚魚まで育成する時の歩留まりを50%と仮定した場合、最低でも雄雌あわせて300尾の親魚が必要となる。これまで種苗生産に用いる親魚の適正年齢について報告はないものの、天然河川では産卵の中心が2歳魚の半数及び3歳魚とされ1歳魚は全く寄与しないことから<sup>7,8)</sup>産卵親魚は種苗生産した稚魚を2~3年は育成する必要があると考えられていた。この長い親魚育成期間は経費と作業の負担を増大させ、種苗生産の実用化が困難となっていた。

魚類の成熟、特に産卵数量は飼餌料の量と質によって左右されることが知られているものの<sup>9)</sup>オイカワはこれまで養殖対象とされなかったことから、成長や成熟を促

進させるような餌料に関する知見はなかった。オイカワも成長・成熟を促進させる餌料で育成し、甘露煮等の原材料として近年広く養殖されるようになったホンモロコのように、1年で成熟・産卵が可能になれば種苗生産実用化の可能性は高くなる。前述のようにオイカワ専用の餌料はなく他魚種の餌料の中からより効果の高い餌料を用いる必要がある。今回、1歳魚親魚養成試験に用いた配合飼料はそれぞれアユ、ウナギ、コイを対象としたものであり、その成分は表2に示すとおりである。3種の成分割合で顕著に異なるのは動物性の割合であり、ウナギ用餌料が最も高く73%、次いでアユ用餌料の56%、コイ用餌料の37%である。今回、試験に供した親魚はいずれの試験区でも雄が全長110~120mm、雌が全長90~100mmと差がなかったにもかかわらず、ウナギ用餌料で育成した親魚からのみ多くの卵を採ることができた。ウグイでは魚粉の割合がそれぞれ23%と45%の2つの異なる餌料で1年魚を育成した時に、増重量と餌料効率とも魚粉の割合が45%の餌料で育成した1年魚が大きく上回ることが報告されている<sup>10)</sup>。オイカワについても動物性の割合、すなわちタンパク含量が高いウナギ用餌料で育成した親魚は体質肥満度が大きく成熟過程において十分な栄養補給が生殖巣の方へもおこなわれたため<sup>9)</sup>1歳魚でも十分成熟し産卵数が増えたものと考えられた。

年齢別親魚の産卵数量の比較では2歳魚が最も多く1歳魚の2.87倍、3歳魚の3.34倍であった。2歳の雌の平均全長は155mmであり1歳の112mmの1.38倍である。1歳と2歳の産卵数量の比は両者の体重比に近似しており、両者の差は単純に魚の大きさによって生じたものと考えられる。3歳の雌は平均全長160mmと2歳雌に比べやや大きかったものの逆に産卵数量は2歳魚の30%に留まった。この原因として、人工飼育されたオイカワは自然河川よりも成長・成熟が早く進み、3歳では採卵適正年齢を過ぎたため産卵数が減少したと考えられる<sup>9)</sup>。この試験で得られた年齢別の採卵量をもとに、仮に稚魚を10万尾生産する際に必要な親魚数とその養成に用いる餌の量、及びその経費を試算し表3に示した。

表2 餌料試験に用いた配合飼料の成分組成

	アユ用餌料 (商品名 PC2) (株)オリエンタル酵母	ウナギ用餌料 (うなぎ隼人2号) (株)日本農産工業	コイ用餌料 (コイ稚魚2号) (株)日本農産工
動物性	56%	73%	37%
穀類	25%	23%	28%
米ぬか	8%		14%
油かす	8%		17%
その他	3%	4%	4%

表3 親魚養成に要する餌経費

使用親魚年齢	親魚育成期間	育成尾数	必要な餌の量	親魚育成経費(餌代)
1歳	1年	900(♂300:♀600)尾	242 kg	84 千円
2歳	2年	300(♂100:♀200)尾	322 kg	112 千円
3歳	3年	900(♂300:♀600)尾	971 kg	343 千円

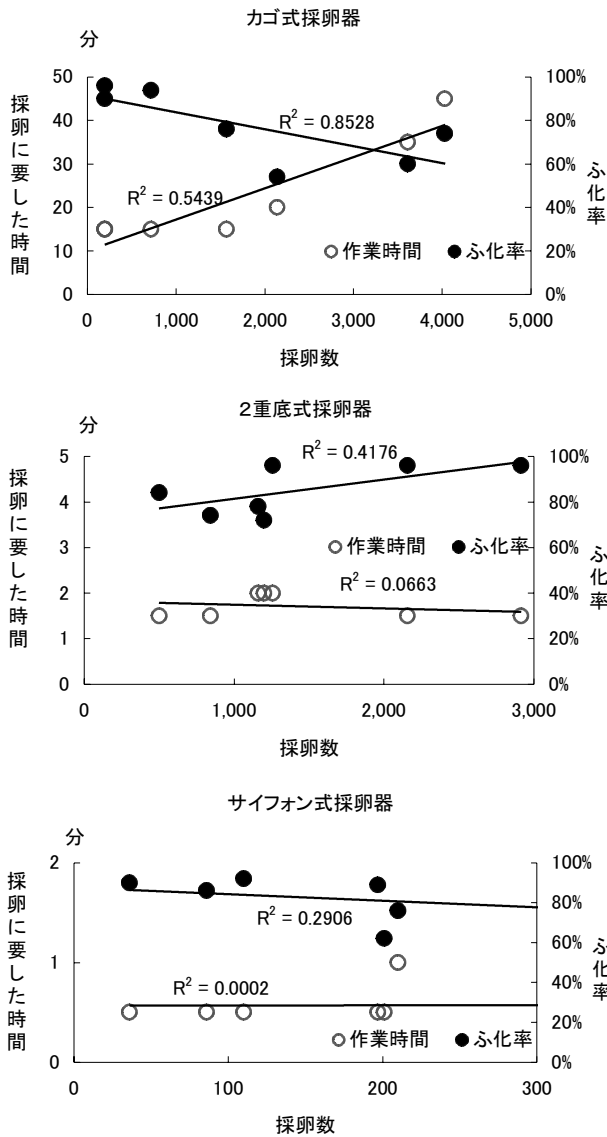


図13 採卵数と作業時間、ふ化率との関係

1歳魚は2歳魚の1/3しか採卵できないため必要親魚数は2歳魚の3倍となるが、経費的には75%で済む。天然河川では産卵の主群と考えられている3歳魚を使用する場合は、採卵数が2歳魚の1/3以下になるうえ養成期間が1年多くなるため、経費は2歳魚の3倍以上となる。以上のことから産卵親魚には1歳魚が最適と言えた。

次におこなった採卵器の検討では、作業に必要な時間と採卵数の両面から見た場合、二重底式採卵器が他の2手法と比較して非常に有効であることがわかった。サイ

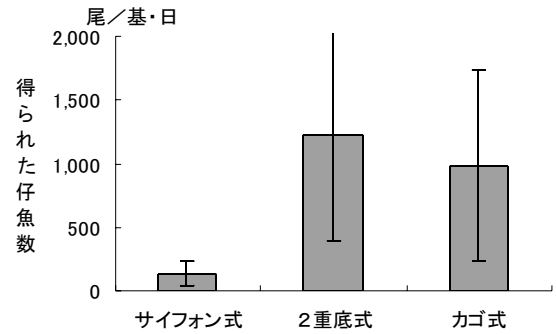


図14 採卵方法別ふ化仔魚数

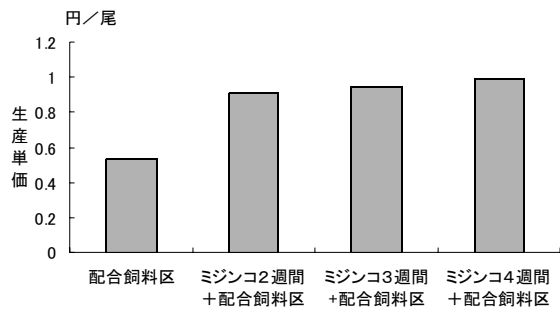


図15 給餌方法別稚魚生産単価

表4 稚魚飼育密度別必要水槽数

飼育密度	2ヶ月後の推定全長	必要水槽数
2,500尾/t	42.0 mm	23 基
5,000尾/t	37.7 mm	13 基
10,000尾/t	32.5 mm	7 基
20,000尾/t	28.0 mm	7 基

フォン式採卵器は作業時間は非常に短かったものの、採卵数はカゴ式採卵器の11%、二重底式採卵器の14%と両者に比べ非常に少なかった。オイカワは通常水温変化がある自然条件に近い状態で飼育し、産卵直前に飼育水の昇温をおこなうことで産卵が促進される。<sup>1)</sup>サイフォン式採卵器の設置水槽では、そのシステム上サイフォンで吸い出される同量を注水する必要があり、他の水槽の水温が試験期間中25℃前後であったのに対し、サイフォン式採卵器設置水槽では水温が23℃前後にまで低下していた。

表5 効率化が図られた内容

項目	試験結果		効果
採卵	親魚育成	2, 3歳→1歳	コスト 25%削減
	採卵方法	2重底式採卵器の開発	作業性 親魚養成期間が2年から1年に短縮
	適正飼育密度	1万尾/トン	作業性 作業時間が1/20~1/40に短縮
仔稚魚育成	育成餌料	人工配合飼料の有効性実証	コスト 必要最小限の水槽数
			コスト ミジンコ培養装置(100~150万)不要 稚魚1尾あたりの生産単価を50%削減 作業性 自動給餌器導入により給餌作業の省略

この水温低下がオイカワの産卵行動を抑制し、その結果採卵数が減少したものと考えられる。カゴ式採卵器では他の2手法が1~2分で採卵作業を終了したのに対し20~40分を要した。また他の2手法が採卵数の多少に関係なく作業時間は一定で採卵後の卵のふ化率も高かったのに対し、カゴ式採卵器では採卵数が多くなるにつれ作業時間が長く、ふ化率も低下する傾向が見られた(図13)。砂利中に卵が混在するカゴ式採卵器では少量ずつ卵を砂利ごとすくって洗い流すように回収するため採卵作業には多くの時間を要し、また何度も卵に触れることがその後のふ化率低下に繋がったものと考えられる。そのためカゴ式採卵器では採卵数が多かったものの、仔魚数では二重底式採卵器を下回る結果となった(図14)。その他、産卵床内のオイカワ卵の減耗要因として最も大きいのは同族による食害であることが知られており、<sup>9)</sup>今回は検証できなかったものの二重底式採卵器では産み付けられたほとんどの卵が下段のカゴに落ちていることから食害防止効果もあったと考えられた。

仔稚魚の育成では飼育密度が上がるにつれ成長は悪く生残率は低下する傾向が確認された。良質な種苗である大型の稚魚を生産するためには飼育密度を低くした方が当然良いが、経済的には負担が大きくなる。そこで1サイクルの種苗生産期間を2ヶ月としオイカワの産卵期である5~8月の4ヶ月間に計2サイクルおこなうと仮定したときの飼育密度別成長と必要となる水槽の数を求め、表4に示した。成長の面から判断すると放流サイズの目安である全長30mm<sup>11)</sup>以上の成長が飼育密度1万尾/トンまでは見込める。また経済的な面から見ると5千尾/トンでは1万尾/トンの2倍水槽が必要となり負担が大きくなる。実際に種苗生産をおこなう場合、今回試験に使用した1.5トン規模の中型水槽を使用することが現実的であり、その際の適正な飼育密度は1万尾/トンと言えた。

次におこなった餌料試験ではミジンコ給餌期間の有無やその期間の違いによる生残率や成長の差は小さく、いずれの試験区も高い成長と生残率が確認された。

今回試験に用いた配合飼料はアユのふ化仔魚用で、その大きさは0.07~0.13mmである。アユのふ化仔魚は全

長5mm程度とオイカワ仔魚と差はなく、また飼料のサイズは生物餌料として与えたミジンコの仔虫と同サイズである。このため配合飼料に対してもオイカワ仔魚が容易に餌付き、結果、ミジンコ給餌との成長・生残の差が見られなかったと考えられる。仔魚1尾あたりの餌の単価を図15に示した。配合飼料のみの飼育では、1尾あたりの餌代が0.53円/尾とミジンコを給餌する従来の方法の約半分の経費で生産が可能となる。更にミジンコ給餌の場合は、その生産に必要な器材をあらかじめ揃える経費として100~150万円程度必要となるが、配合飼料のみの給餌をおこなうことによりこの経費も不要となる。

今回の試験結果に基づいた種苗生産の効率性向上効果をもとめ表5に示した。採卵、仔稚魚育成とも従来の手法と比べコスト削減や作業の効率化が図られたことで、種苗生産実用化に向けて前進したと思われる。しかし、養成した親魚から自然採卵により卵を採取する方法では、大型の親魚を数百尾の規模で育成するための大型水槽や池を必要とし、既にこのような養殖施設を保持している機関以外種苗生産に着手することは容易ではない。

一方、オイカワの近縁であるウグイでは河川に造成した人工産卵場から卵を大量に採取し種苗生産に利用されている。オイカワもこのように河川に造成した人工産卵場から採卵が可能であればより一層の効率化が期待される。この天然採卵の可能性については2006年、2008年の2回、予備試験をおこなった。試験は産卵場が確認された天然河川と川底がコンクリートで床固めされ産卵場ができない農業用水路の2カ所に、稲育苗箱を用いた移动式産卵床を設置する方法でおこなった。天然河川では1基あたりの採卵数が1日あたり数10~100粒程度と少なかったものの、農業用水路では安定して1日1基あたり平均約1,000粒の卵を得ることができた。天然河川と人工河川でこのような差が生じた原因としては、農業用水路は産卵場環境がないため、天然河川に比べ多くの産卵親魚が設置した人工産卵床に蟄集し産卵が多くおこなわれたことが考えられる。今回、予備試験ではあるが1週間程度の採卵で人工河川より6~7万粒の卵を採取することができた。卵採取だけを目的とし、設置産卵床の数や期間

をもう少し増やせば、漁協等がおこなう数万尾規模の種苗生産でに必要な卵は十分確保できると考えられる。今後はこの天然採卵技術の確立に向け、天然採卵可能な場所の開拓や、オイカワのみ選択的に産卵するような人工産卵場、及び効果的に採卵する方法について試験研究をおこない、種苗生産の更なる効率化に努めていきたいと考えている。

## 文 献

- 1) 佐野二郎, 牛嶋敏夫, 稲田善和, 西川仁: オイカワ増殖手法に関する研究. 福岡県水産海洋技術センター研究報告 2008; 第18号: 59-64.
- 2) 川之辺素一: コレゴヌス (シナノユキマス) 「淡水魚」(隆島史夫, 村井衛編), 恒星社厚生閣, 東京. 2008; 23-28.
- 3) 細江重男, 小木曾卓郎: オイカワの増殖に関する研究-II オイカワの採卵, ふ化及び仔稚魚飼育について(2). 岐阜水産試験場研究報告 1972; No. 17: 19-30.
- 4) 濱崎稔洋, 福永剛: オイカワ種苗生産技術開発事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告書 1998; 平成8年度: 379-380.
- 5) 馬場吉弘, 長田芳和: オイカワ産卵床における卵と仔魚の分布と動態, 魚類学雑誌 2005; 52(2): 125-132.
- 6) 佐野二郎, 中本崇, 牛嶋敏夫: ハヤの資源回復事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告書 2008; 平成18年度: 300-306.
- 7) 水口憲哉, 檜山義夫: オイカワ, *Zacco platypus* (Temminck and Schlegel) の繁殖-背鰭における性徴と成熟. 魚類学雑誌 1969; 16(1): 17-23.
- 8) 中村一雄: 千曲川産オイカワ (*Zacco platypus*) の生活誌(環境, 食性, 産卵, 発生其他)並にその漁業. 淡水研報 1952; 1: 2-25.
- 9) 野村稔: 魚類の成熟・産卵と外部環境要因. 水産増殖 1964; 12(3): 159-196.
- 10) 大友芳成: ウグイ適正飼料試験. 埼玉水試研報 1984; 43号: 45-47.
- 11) 浜崎稔洋, 中本崇: オイカワ放流マニュアル作成事業. 福岡県水産海洋技術センター事業報告書 2002; 平成12年度: 291.