

原著論文

成群性の解析および釣獲試験による放流用アユ種苗性の評価

森山 充*

Evaluation of Behavioral Quality of Ayu *Plecoglossus altivelis* Seedlings via Analysis of Schooling and Fishing Trials

Mitsuru MORIYAMA

Aiming to increase the industrial value of ayu *Plecoglossus altivelis* for live decoy fishing, ayu seedlings were produced from parents that returned to rivers from the sea and were compared with seedlings that were produced using the conventional method by analyzing their schooling behaviors and fishing on a trial basis. The seedlings from wild parents swam tightly together in the morning and less tightly in the afternoon, reflecting the behavioral characteristics of wild ayu. On the other hand, the seedlings from farmed ayu parents showed little diurnal change in school form, suggesting that the fish might have partially lost the characteristic. In high-temperature water, both seedlings formed widespread schools. Combined with the results of fishing trials, it was concluded that seedlings from wild parents have less tendency to school at low temperatures than those from farmed fish and are possibly easier to catch by live decoy fishing.

2012年12月25日受付, 2013年5月22日受理

アユ *Plecoglossus altivelis* は我が国の内水面漁業における漁獲量の約9%を占めている¹⁾。福井県においても内水面漁業の漁獲量のほとんどをアユが占め、遊漁対象としての産業的価値も非常に高い。しかしアユ漁獲量は、全国的にもまた福井県においても減少傾向にあり、これを補うために種苗放流が盛んになされてきた。福井県では1960年代から種苗放流が行われており、県内水面総合センターにおいても1982年から種苗生産を行い、県内河川に放流してきた実績がある。

近年では、福井県下の河川には40トン程度のアユ種苗が放流されており、その10%程度が県内水面総合センターで生産されたものである²⁾。同センターでは従来から継代飼育した種苗を親魚として種苗生産を行っており、これら継代種苗は群れを形成しやすく友釣り釣れにくい性質があるのではないかと指摘が、漁業協同組合関係者等からあげられてきた。継代飼育の影響については、坪井ら³⁾も友釣りによる釣れやすさの比較を試みており、継代の世代数が増えるにしたがって釣れにくく

なることを報告している。

そこで著者は、アユの産業的価値を高める方策の一環として、河川遡上アユを親魚とした種苗生産を行い、従来の手法で生産した継代種苗と比較するために成群性試験および釣獲試験を行った。得られた結果から両群の行動特性を評価し、継代に伴う種苗性の変化について知見を得たので報告する。

材料と方法

供試魚 2010年4月に福井県九頭竜川水系日野川で採集されたアユ約800尾を100kL水槽に収容し親魚とした。親魚は20°Cに加温した地下水を循環させて飼育し、配合飼料(日本配合飼料株式会社:親アユ育成ディスクSS)を1日あたり魚体重の3%量与えた。11月にこれらの親魚(平均体長192mm, 平均体重92g)46尾から採卵し、人工授精を行った。得られた受精卵約120万粒をシュロに付けて100kL水槽内で孵化させた。その後

* 福井県水産試験場内水面総合センター

〒910-0816 福井県福井市中ノ郷町34-10

Fukui Prefecture Inland Water Center, 34-10 Nakanogo, Fukui, Fukui 910-0816, Japan

m-moriyama-ml@pref.fukui.lg.jp

センターの従来法²⁾に準じて 1/6 濃度の人工海水中で飼育し、90 日令以降は徐々に塩分濃度を下げて 110 日令以降は地下水かけながしによる淡水馴致を行った。飼料は孵化後 65 日までは S 型シオミズポワムシを与え、16 日令以降からは市販のアユ配合飼料を細かく砕きワムシと併せて与えた。こうして得られた体重 5g 程度（全長 80～90mm 程度）の種苗（以下天然親魚由来種苗）を試験に使用した。比較として、従来からセンターが生産してきた継代種苗（以下継代親魚由来種苗）を使用した。この継代親魚由来種苗は、2009 年 11 月に福井県内の九頭竜川で採集したアユから採卵し、種苗生産した稚アユを親魚とし、2010 年 11 月に採卵孵化させたものである。継代親魚由来種苗作成には 100kL 水槽に約 200 万粒の受精卵を孵化させたので、両種苗の飼育条件は飼育密度の違いのみであり、水温、飼料および飼育水塩分は同一条件である。

なお、2012 年に用いた試験魚は、2011 年に供した試験魚の生産方法に準じた。2012 年に生産した天然親魚由来種苗の親は、2011 年 5 月に福井県九頭竜川水系竹田川で採集されたものである。

成群性試験 成群性試験は 2011 年および 2012 年 7 月に

行った。青色丸型の 500L 水槽 4 面を自然光の良く当たる屋内に設置した。水槽には、400L の水位になるように、地下水をかけながした。2 面の水槽に体重約 5g（全長 80～90mm 程度）の天然親魚由来種苗を、残りの 2 面には体重約 5g（全長 80～90mm 程度）の継代親魚由来種苗をそれぞれ 100 尾ずつ入れ、エアレーションしながら 24 時間馴致させた。観察は種苗投入 1 日後、2 日後および 3 日後、9 時から 17 時の 2 時間おきに行い、群れの広がりを確認するために 10cm 幅の格子状に糸を張った正方形の 1m 四方の金属枠を水槽の上に乗せて、水面より 2m の高さからデジタルカメラ（オリンパス社製 μ 770SW）で撮影した。撮影時には 10 分前に止水し、エアレーションも止めた。また、撮影者の接近による影響を確認するために、デジタルカメラ撮影直前および 10 分後に水面の状態を目視して、群れの広がりを簡単にスケッチした。なお、試験期間中は無給餌とした。1 回目の試験終了後にアユを入れ替え、同様の方法で 2 回目の試験を行った。

得られたデジタルカメラ画像から、アユが分布する部分の区画数を数え、その数の多寡を群れの広がりの指標とした（図 1）。

実験時の水温は地下水を直接かけながして行ったため

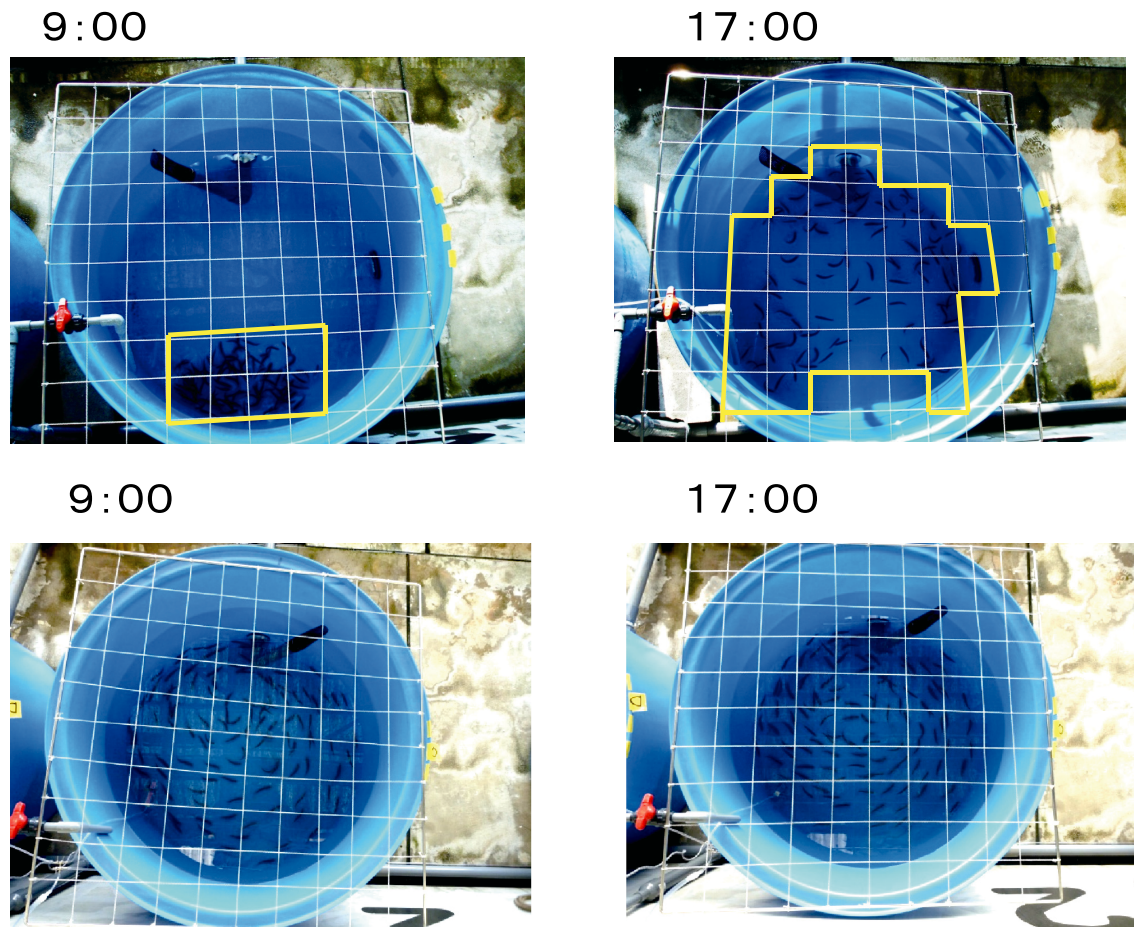


図 1. 天然親魚由来種苗群の広がりの経時変化（上段 2011 年試験：下段 2012 年試験）
太線で囲んだ部分をアユの広がりで見なし、これに囲まれた区画数を数えた

定点A位置

北緯35° 47'35" 東経136° 15'57" 標高157m

定点B位置

北緯35° 47'38" 東経136° 15'57" 標高132m

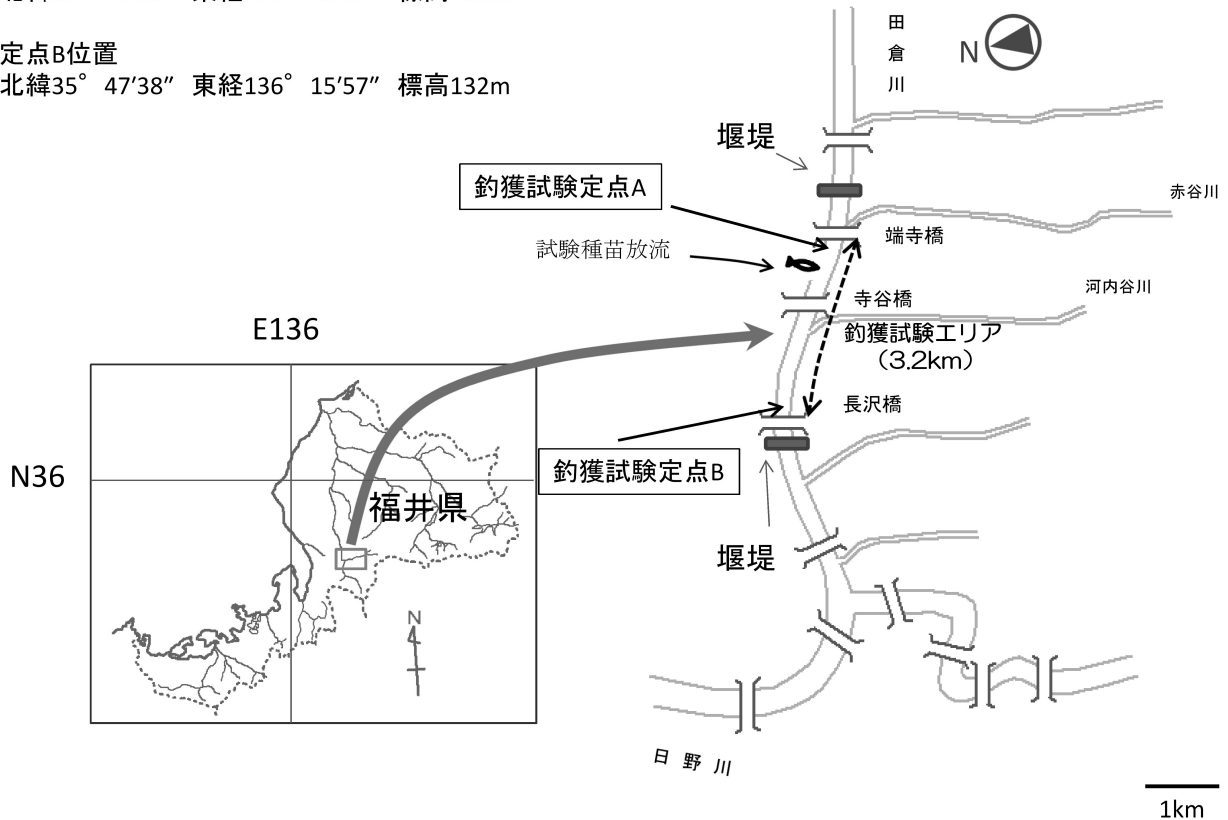


図2. 釣獲試験区の位置

温度調節は行わず、実測値で2011年は12.4～13.6℃、2012年の試験については20.6～23.3℃であった。

釣獲試験 2011年および2012年6月に、福井県内日野川の支流である田倉川に釣獲試験区を設定し、試験区内最上流部にある定点A付近に体重約5g（全長80～90mm程度）の天然親魚由来種苗および継代親魚由来種苗をそれぞれ2,500尾放流した（図2）。天然親魚由来種苗は脂鱗を、継代親魚由来種苗は脂鱗および右胸鱗を放流前に切除した。放流地点の上下流部には堰堤があり、その間の3.2km部分を釣獲試験区間とした。放流した種苗は、下流部に移動することはあっても、上流部に移動することは堰堤の高さが2m以上あり、魚道もないためできないと見なした。7月下旬から10月中旬の間に延べ5日間、9～14時の5時間、アユ釣りに熟練した日野川漁協組合員5名が、定点Aまたは試験区内最下流部にある定点Bで友釣りをを行い、釣獲魚の尾数および体重を記録した。なお、定点AとBは共に川幅が5～10mで通常の漁業協同組合員が利用するアユ釣りポイントであり、釣獲試験に影響を与えるような河川環境に差がないとみなした。

また、2012年の試験では、釣獲試験区間内における放流種苗の残留状況を確認するために、放流2週間後の

6月14日に電気ショッカー（スミスルート社製エレクトロフィッシャーモデル12）を用いて定点Aから下流方向に幅2m距離200mにわたってアユ捕獲調査を行った。

結果

成群性試験 デジタルカメラの画像と、撮影直前および10分後に目視スケッチした記録の間でほとんど違いはなかった。

2011年の試験では、午前中には天然親魚由来種苗、継代親魚由来種苗ともに区画数は20前後であったが、天然親魚由来種苗については夕方にかけて上昇した（図1, 3）。17:00における天然親魚由来種苗の区画数は 28 ± 1.5 、継代親魚由来種苗は 21 ± 2.3 であり、両群に有意な差が見られた（ $\chi^2=5.2$, $p<0.05$, χ^2 検定）。

2012年の試験においては、天然親魚由来種苗、継代親魚由来種苗の両群ともに水槽全体に広がり、17:00における両群の区画数に有意な差は認められなかった（ $\chi^2=2.1$, $p>0.05$, χ^2 検定）。

釣獲試験 定点Aにおいては、いずれの実施日においても天然親魚由来種苗の釣獲数が継代親魚由来種苗より

表 1. 釣獲試験の結果（数字は釣獲尾数）

	2011年					2012年				
	7/27	8/29	9/28	10/4	10/12	8/21	8/30	9/5	9/12	9/20
試験定点	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A
天然親魚由来	5	20	0	3	8	24	15	0	8	15
継代親魚由来	2	8	0	2	1	3	7	0	1	2
その他	2	6	1	0	1	4	2	8	1	0
定点水温（℃）	21.8	25.2	19.1	15.9	-	24.6	24.6	24.4	21.5	20.9

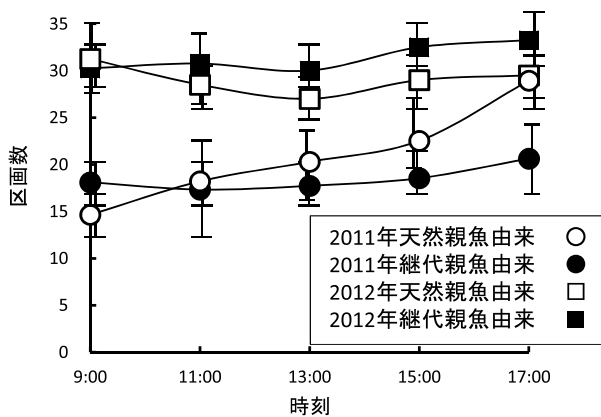


図 3. アユの広がり区画数の経時変化

も多く、有意差が認められた ($U=5.5$, $p<0.05$, U 検定)。定点 B においては天然魚を 2011 年試験では 1 尾、2012 年試験では 8 尾釣獲できたものの、天然親魚由来種苗、継代親魚由来種苗ともに釣獲出来なかった (表 1)。2012 年の試験で漁獲した天然親魚由来種苗と継代親魚由来種苗の平均体重および標準偏差はそれぞれ 44.0 ± 12.4 g, および 42.0 ± 12.2 g であり、平均体重に有意差は無かった ($p=0.64$, t 検定)。試験前の電気ショックを用いた残留調査によって、天然親魚由来種苗 2 尾、継代親魚由来種苗 3 尾が採集された。

考 察

成群性試験において、撮影した画像と目視の結果が一致していたことから、撮影時の撮影者の接近による群れの広がりへの影響は無視しうると考えられた。

天然アユでは、朝方に群れを形成し日中にかけて分散する性質が知られている⁴⁾。2011 年の成群性試験から見た天然親魚由来種苗の性質は、これら天然アユの性質を再現しており、今回の種苗評価手法が妥当であったことを示す。また、従来方法⁵⁾と比較すると定量的かつ簡便な方法であることから、種苗性評価に有用であることが示唆された。一方、継代親魚由来種苗は日中を通してあまり広がりに変化がなく、天然親魚由来種苗と比較す

ると天然アユの性質を失っていると考えられた。従来の種苗生産現場においては大量生産を目的としているゆえに、継代や短期集中型採卵により近親交配からの近交弱勢が懸念されている^{6,7)}。福井県内水面総合センターで生産、出荷される継代親魚由来種苗においては、親魚数を約 600 尾確保して生産しているが、卵質の劣る個体も親魚として使用している場合もあることからこのような近交弱勢が起こっている可能性は十分あり、天然親魚由来種苗との行動的な差が表れたと考えられる。また、飼育条件の違いでも今回の天然親魚由来種苗の生産では継代親魚由来種苗の生産と比較すると密度が約 1/5 と大きく異なっている。余語⁸⁾は飼育環境を天然河川環境に近づけることで人工種苗においても天然魚に近い種苗になると報告しており、飼育環境の違いが影響したとも考えられるので、センター産継代親魚由来種苗の低密度飼育による比較が今後必要となる。

2012 年の試験では、種苗間の成群性に違いが見られなかった。その理由として、同年は試験時の水温が高く、いずれの種苗においても群れを作らない性質が顕著に発現したためと考えられる。渋谷ら⁹⁾は、アユのなわばり行動は水温に強く依存することを報告している。すなわち、特に海産系の種苗と継代種苗では、 $18 \sim 24^\circ\text{C}$ の範囲の高温側でなわばり形成率が高いという結果から、アユの挙動には水温の違いや種苗由来の違いが影響を与えることが考えられるので、成群性試験で種苗性を評価するにあたっては、水温を考慮する必要がある。今回の試験については 13°C 程度の水温で有効な評価が可能なことが明らかとなったが、詳細な温度条件や日照等の諸条件については今後検討していく必要がある。

釣獲試験において、定点 A と定点 B の河川環境の違いは検討できなかったが、天然魚の釣獲数が同水準であったことから、少なくとも釣獲条件の違いは無視しうると考えられた。試験区内最下流部である定点 B では天然親魚由来種苗、継代親魚由来種苗ともに釣獲されなかったことから、放流種苗が下流域に移動している可能性は低い。また、天然親魚由来種苗 2 尾、継代親魚由来種苗 3 尾が採集されている事前の残留調査結果から、少なくとも定点 A においては天然親魚由来種苗と継代親魚

由来種苗が同数定着していたと仮定すれば、天然親魚由来種苗は友釣りで釣れやすいと推定できる。なお、試験魚の鰭切除部位の影響は、採捕個体の体重に有意差がなかったことから、無視しうると考えられた。

以上の結果と、なわばりを形成する琵琶湖産アユのモデル攻撃行動が水温 12～29℃で見られるという UCHIDA ら¹⁰⁾の報告とを併せて考えると、本研究で作出した天然親魚由来種苗は天然アユの性質を再現しており、群れを形成しにくく友釣りで釣れやすい種苗である可能性がある。また、その性質は低水温下で発現していたため、アユ釣り解禁直後の釣果も期待できる種苗として利用できることが示唆された。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、装置の組立、アユ種苗飼育管理、鰭カットおよび種苗放流に御尽力賜った福井県水産試験場内水面総合センター根本 茂氏をはじめセンター職員諸氏に深謝します。

文 献

- 1) 福井農林統計協会 (2011) データは漁業を読む－平成 21 年福井県の水産統計－
- 2) 根本 茂・松崎雅之・頼本華子・清水芳樹 (2011) アユ生産事業. 平成 21 年度福井県内水面総合センター事業報告, 11-13.
- 3) 坪井潤一・芦沢晃彦・岡崎 巧 (2012) 当所産アユの継代数の違いによる釣られやすさの比較. 山梨県水産技術センター事業報告書, **39**, 42-44.
- 4) 上野輝爾・沖山宗雄 (1988) 現代の魚類学. 朝倉書店, 東京, 100-133 pp.
- 5) TSUKAMOTO K. and K. UCHIDA (1990) Spacing and Jumping Behaviour of the Ayu *plecoglossus altiveis*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**, 1383-1392.
- 6) 谷口順彦・池田 実 (2009) アユ学. 築地書館, 東京, 198-209 pp.
- 7) 余語 滋 (2010) 天然魚を目指したアユ種苗生産. 日水誌, **76**, 417-418.
- 8) 日比野学・河根三雄・植村宗彦・三宅佳亮・中山耕至 (2010) マイクロサテライトDNA 分析を用いた放流用アユ人工種苗の遺伝的評価. 水産増殖, **58**, 195-201.
- 9) 澁谷竜太郎・関伸 吾・谷口順彦 (1995) 海産アユおよび琵琶湖系アユのなわばり行動の水温別比較. 水産増殖, **43**, 415-421.
- 10) UCHIDA K., K. IGUCHI and K. KISO (1995) Effects of water temperature on aggressive behavior of the territorial Ayu *Plecoglossus altiveis* in Aquaria. *Bull. Natl. Res. Inst. Fish. Sci.*, **7**, 389-401.