

本栖湖産アユから作出した新規種苗系統の特性評価

芦澤晃彦・藤原 亮・三浦正之

アユ *Plecoglossus altivelis* は内水面漁業において重要な魚種であり、特に遊漁の対象として人気が高い。山梨県では河川横断工作物等により、アユの天然遡上がない河川が大半であり、アユ資源は放流によって保たれている。山梨県水産技術センター（以下、当所）では冷水病フリーアユの種苗生産を行っており、その多くを放流用として出荷している。

アユ釣り解禁日の釣果は遊漁券の販売枚数に影響するため¹⁾、非常に重要な要素である。当所ではこれまで、鹿児島県鶴田ダム湖由来の人工産種苗（以下、ダム湖産系）と静岡県駿河湾産由来の人工産種苗（以下、海産系）を保有してきた。この2系統には、釣られやすさや冷水病耐病性などに違いがあることが明らかとなっている²⁾。ダム湖産系は海産系に比べ、解禁初期に釣られやすい種苗であるが、さらに解禁初期により釣果が上がる種苗を作出する目的で本栖湖産アユの親魚導入を行った³⁾。本栖湖産アユは1931年に本栖湖に琵琶湖産アユが移植され⁴⁾、現在に至るまで自然再生産が行われているアユである。本研究では新規に作出した種苗と既存種苗の放流後の定着率や釣られやすさ、冷水病耐病性などを比較した。

材料及び方法

放流試験

放流試験は富士川水系の支流に位置する峡北漁協管内の須玉川で実施した。試験魚の放流は豊田橋（北杜市須玉町穴平地先、図1）で実施した。調査区間は豊田橋から約580m上流の堰堤から豊田橋から約420m下流の区間とした。調査区間の河床型はAa-Bb移行型⁵⁾であり、上流端と豊田橋から約220m下流の2カ所にアユの遡上不可能な堰堤が設置されている。地理院地図の距離計測ツールを用いて算出した調査区間の平均川幅は10.6mであった。



図1 放流地点図

新規種苗系統は2021年10月に本栖湖産アユの雄とダム湖産系の雌の交配により作出し(以下,ダム本栖湖産系),既存系統と同様の飼育を行ったが,防疫上の観点から淡水馴致前に行う一次選別は行わなかった⁶⁾。

放流は豊田橋からの1点集中放流とし,2022年5月20日にダム本栖湖産系F1とダム湖産系F12を同時に放流した。放流量は,活魚車へ積み込む前に大まかに仮の平均体重を算出し,放流尾数がほぼ同じとなるように調整した。積み込む際にそれぞれの系統から100尾をランダムに抽出し,個体毎の体重を測定して平均体重を算出した。放流量を平均体重で除した数を最終的な放流尾数とした(表1)。なお,両系統を識別するため5月13日に1/5,000に希釈したFA100(物産アニマルヘルス)溶液でダム本栖湖産系に麻酔をかけ,脂鱗を切除した。調査区間及びそれより上流では漁協によるアユ放流が行われておらず,調査区間より下流にはアユの遡上不可能な堰堤が複数設置されているため,調査区間のアユは全て試験放流魚とした。

表1 放流データ

	ダム本栖湖産系	ダム湖産系
放流日	5月20日	5月20日
平均体重(g)	8.6	8.2
放流量(kg)	64.40	60.66
放流数(尾)	7,488(50.3%)	7,398(49.7%)

6月15日から9月13日にかけて友釣りによる捕獲調査を実施した。より多くの友釣り捕獲データを得るため,一般の遊漁者からもデータを収集した。データ項目は釣獲日,場所,釣獲尾数,標識の有無とし,当所職員の捕獲魚については全長を測定した。また,6月8日,7月13日,8月30日の3日間,調査区間全域で18節1000目の投網を70投してアユを捕獲した。投網調査日を起点に6月8日から7月12日までを前期,7月13日から8月29日までを中期,8月30日から9月13日までを後期とし,各期間毎に友釣りによる捕獲尾数を集計して釣られやすさを比較した。

放流地点付近に水温データロガー(Tidbit V2 Onset社)を設置し,1時間間隔で水温の記録を実施したが,増水により水温データロガーが流失したため,データの取得はできなかった。

成熟時期

両系統の成熟時期を確認するため,放流試験用に準備した種苗のうち,試験に供しなかった一部の個体を引き続き飼育して成熟状況を確認した。成熟の指標とするため2022年7月12日以降,随時GSIを算出した。GSIは,7月は雌雄それぞれ5個体,8月以降は雌雄それぞれ10個体を用いて算出した。

冷水病感染試験

両系統の冷水病耐病性を比較するため,浸漬攻撃による感染試験を行った。感染試験には2020年に山梨県内養殖場のアユ(平均体重44.3g)から分離された冷水病菌*Flavobacterium psychrophilum*(YFTB2016)を供試菌株として用いた。感染用の菌液は,冷水病菌を改変サイトファガ液体培地⁷⁾に接種し,18°C,200rpmで24時間振盪培養したものを用いた。供試時の液体培地の菌濃度は 5.5×10^7 CFU/mLであった。

供試魚には2022年10月にダム本栖湖産系F1及びダム湖産系F12からそれぞれ採卵し,育成したダム本栖湖産系F2及びダム湖産系F13の種苗⁸⁾を50尾ずつ供試した。供試時の平均体重はダム本栖湖産系23.0g,ダム湖産系23.4gであった。両系統を識別するため,1/5,000に希釈したFA100(物産アニマルヘルス)溶液でそれぞれ麻酔をかけ,ダム本栖湖産系は右腹鱗,ダム湖産系は左腹鱗を切除した。200LのFRP製水槽2水槽それぞれに,両系統を

25尾ずつ混合して収容し、供試菌を含んだ液体培地 50 mL を攻撃水槽に添加した。これらの水槽にエアレーションを行いながら供試魚を 12 時間止水水中で浸漬した後に、水温約 18°C の地下水を毎秒約 100 mL 注水し、毎日魚体重の 2% の配合飼料を給餌しながら飼育を行った。毎日 1 回死亡魚の数と系統を確認し、さらに改変サイトファガ寒天培地を用いた腎臓および患部からの細菌分離により死因が冷水病であることを確認した。対照区として、200 L 水槽に試験区と同様に両系統を 25 尾ずつ収容した水槽を 1 水槽設けた。菌液の代わりに滅菌改変サイトファガ液体培地を 50 mL 添加して同様の処理及び飼育を行い、観察を実施した。試験は 2023 年 7 月 5 日から 7 月 26 日まで行った。

結果

放流試験

捕獲調査では投網で 379 尾、友釣りで 478 尾のアユを捕獲した。2022 年 6 月 8 日の投網による捕獲ではダム本栖湖産系が 101 尾、ダム湖産系が 121 尾捕獲され、放流（5 月 20 日）から前期期首（6 月 8 日）までの定着率は同程度であった（表 2, G 検定, $p=0.155$ ）

表 2 放流尾数及び 6 月 8 日の投網による捕獲尾数

	ダム本栖湖産系	ダム湖産系
放流数（尾）	7,488(50.3%)	7,398(49.7%)
投網による捕獲数（尾）	101(45.5%)	121(54.5%)

※放流尾数に対する定着率に有意差なし（G 検定, $p=0.155$ ）

投網の捕獲尾数に対する釣られやすさを比較した結果、前期はダム本栖湖産系が有意に釣られやすく（表 3, G 検定, $p=0.011$ ）、中期はダム湖産系が有意に釣られやすく（表 3, G 検定, $p<0.01$ ）、後期は同程度であった（表 3, G 検定, $p=0.809$ ）。中期期首（7 月 13 日）の投網調査で捕獲されたアユには冷水病特有の症状⁹⁾が確認され、前期期首（6 月 8 日）と後期期首（8 月 30 日）の投網調査ではそのようなアユは確認されなかった。

表 3 期間別の友釣りでの捕獲尾数

	ダム本栖湖産系	ダム湖産系
前期（6/8～7/12）	84(59.2%)	58(40.8%)
中期（7/13～8/29）	75(28.4%)	189(71.6%)
後期（8/30～9/13）	42(48.8%)	44(51.2%)

月別の釣獲魚の全長を表 4 に示した（平均±標準偏差）。6 月から 8 月の釣獲魚の全長に有意差はなかったが、9 月にはダム湖産系が有意に大きかった（U 検定, $p=0.005$ ）

表4 月別の釣獲魚の平均全長 (単位: cm)

	6月	7月	8月	9月
ダム本栖湖産系	13.3±0.9	13.4±1.2	15.3±1.3	15.4±1.1
ダム湖産系	13.3±0.8	14.2±1.2	16.0±1.6	16.2±1.2

成熟時期

GSIの推移を図2, 3に示した。雌雄ともに8月上旬からGSIは上昇し始め、9月上中旬には排精, 排卵がみられた。

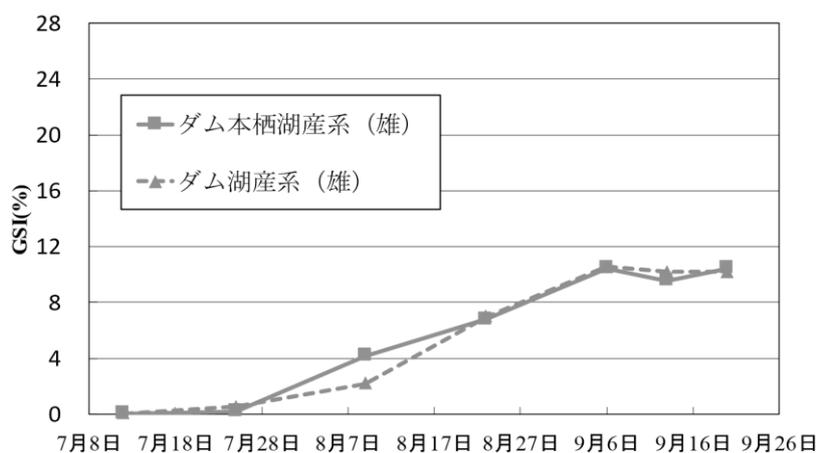


図2 雄のGSIの推移

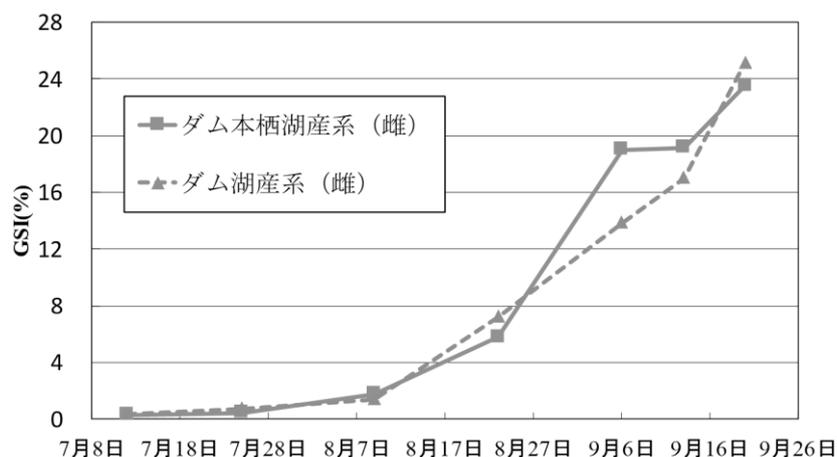


図3 雌のGSIの推移

冷水病感染試験

冷水病菌による攻撃開始後, ダム本栖湖産系は5日目, ダム湖産系は7日目から冷水病による死亡がみられた。試験期間中の累積死亡率はダム本栖湖産系が94.0%, ダム湖産系が82.0%であり, ダム本栖湖産系の方が死亡率が高い傾向にあった(図4, G検定, $p=0.065$)。なお, 対照区は冷水病による死亡はみられなかった。

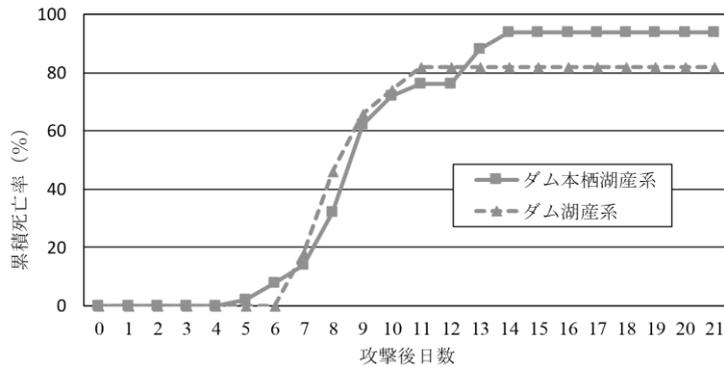


図4 冷水病感染試験における累積死亡率

考察

放流試験の結果、放流から解禁までの定着率に差はなかったが、前期ではダム本栖湖産系の方が釣られやすかった。ダム湖産系と海産系の釣られやすさを比較した過去の研究では解禁初期はダム湖産系の方が釣られやすかったが²⁾、今回作出したダム本栖湖産系はダム湖産系よりもさらに解禁向けの種苗として有効であることが示唆された。本研究では河川水温のデータを得ることが出来なかったが、琵琶湖産アユは低水温型である可能性が示されており¹⁰⁾、このことが琵琶湖産アユの血を引くダム本栖湖産系が解禁初期に釣られやすかった要因と考えられる。

一方、中期にはダム湖産系の方が釣られやすかった。7月13日の投網調査において冷水病の発生が確認されており、調査区間においていつから冷水病が発生したかは不明であるが、少なくとも中期は冷水病の影響を受けていると考えられる。冷水病の感染試験において有意差は認められないものの、ダム本栖湖産系の方が死亡率が高い傾向にあったことから、ダム本栖湖産系はダム湖産系に比べて冷水病の感受性が高いことが示唆された。琵琶湖産系種苗は海産系種苗に比べて、冷水病に対する感受性が高いことが知られており^{11,12)}、琵琶湖産アユ由来の本栖湖産アユと交配したことでダム本栖湖産系はダム湖産系に比べて冷水病の感受性が高くなったと考えられる。調査河川においてもダム本栖湖産系の方が冷水病の影響を大きく受けた可能性があり、このことが中期に釣られやすさが逆転した要因と考えられる。

後期には釣られやすさは同程度となった。後期は冷水病特有の症状を示すアユは確認されず、冷水病は終息したと考えられる。このことから、冷水病の影響が無ければ、ある一定の水温を超えると釣られやすさは同程度になると考えられる。

釣獲魚の全長については、6月から8月は差はみられなかったが、9月には有意差が認められた。前述のとおり7月13日～8月29日までの間にダム本栖湖産系は冷水病の影響を大きく受けた可能性があり、その影響により成長が停滞したのかもしれない。

成熟については、雌雄ともにGSIの上昇は8月上旬頃からは始まり、9月上中旬には排精、排卵がみられた。成熟の時期は漁期の長さに影響するが²⁾、ダム本栖湖産系の漁期の長さはダム湖産系と同等と考えられる。本栖湖産アユは6月から産卵が始まるということが報告されているが^{13,14)}、今回作出した種苗はそのようなことはなかったため、放流用種苗として問題ない種苗系統である。

ダム本栖湖産系はダム湖産系とは異なる以下の種苗特性があることが明らかとなった。ダム本栖湖産系は解禁初期にダム湖産系よりも釣られやすいため解禁時の釣果増加が期待できる長所がある一方で、冷水病が発生している間はその影響を当所保有の他の2系統よりも受けやすい短所がある。しかし、本県においては当所の冷水病フリー種苗のみを放流している漁場も多く、それらの漁場においては解禁前の冷水病の発生を防ぐことができ²⁾、解禁前に冷水病が発生しなければダム本栖湖産系の長所を最大限活かすことができる。当所で保有する3系統にはそれぞれ長所及び短所があることから、各漁協ではどのような漁場にしたいかを検討し、それぞれの種苗特性を考慮した

放流計画を立てることが重要である。

謝 辞

峡北漁業協同組合には放流を手伝っていただくなど様々な便宜を図っていただいた。複数の釣り人に釣獲データを提供いただいた。ここに感謝申し上げます。

要 約

1. ダム湖産系及びこの系統の雌に本栖湖産アユの雄を交配した新規種苗系統（ダム本栖湖産系）の種苗特性を比較した。
2. 調査期間前期（6/8～7/12）はダム本栖湖産系が有意に釣られやすく、冷水病発生後の中期（7/13～8/29）はダム湖産系が有意に釣られやすくなった。冷水病が終息した後期（8/30～9/13）は釣られやすさは同程度であった。
3. 6月から8月の釣獲魚の平均全長に差はみられなかったが、9月はダム湖産系の方が有意に大きかった。
4. 冷水病感染試験の結果、ダム本栖湖産系はダム湖産系に比べて冷水病の感受性が高いことが示唆された。
5. 成熟の進行具合は両系統とも同程度であり、漁期の長さは同等と考えられた。

文 献

- 1) 齊藤薫 (2011) : アユの放流と漁場管理. アユの科学と釣り. 学報社, 34-47.
- 2) 三浦正之・坪井潤一・岡崎巧・大浜秀規・芦澤晃彦 (2012) : 人工アユ種苗の遊漁資源としての特性評価 : 同一環境で継代飼育された2系統間の比較. 日本水産学会誌, 78, 1149-1158.
- 3) 芦澤晃彦 (2023) : 本栖湖産アユの親魚導入に向けた採捕結果. 山梨県水産技術センター事業報告書, 50, 87-89.
- 4) 加福竹一郎・米沢邦男・吉先方 (1952) : 本栖湖産コアユの産卵条件. 淡水区水産研究所研究資料, 8, 1-17.
- 5) 可児藤吉 (1944) : 溪流性昆虫の生態. 可児藤吉全集. 思索社, 3-91.
- 6) 芦澤晃彦 (2023) : 令和3年度アユ種苗生産成績. 山梨県水産技術センター事業報告書, 50, 69-74.
- 7) Wakabayashi, H. and Egusa, S (1974) : Characteristics of mixobacteria associated with some fresh water disease in Japan. *Nippon suisan Gakkaishi*, 40, 751-757.
- 8) 藤原亮 (2024) : 令和4年度アユ種苗生産成績. 山梨県水産技術センター事業報告書, 51, 17-22.
- 9) 三浦正之 (2022) : 細菌性冷水病 (BCWD). 新魚病図鑑第3版. 緑書房, 60.
- 10) 澁谷竜太郎・関伸吾・谷口順彦 (1995) : 海系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.
- 11) Nagai, T. Tamura, T. Iida, Y. Yoneji, T (2004) : Differences in Susceptibility to *Flavobacterium psychrophilum* among Three Stocks of Ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fish Pathol*, 39, 159-164.
- 12) 桑田知宣・景山哲史・大原健一・原徹・齊藤薫 (2010) : 冷水病に強く、良く釣れる人工産アユ種苗の開発と利用. 岐阜県河川環境研究所研究報告, 55, 5-15.
- 13) 岡崎巧・大浜秀規 (2000) : 本栖湖で見られた陸封アユの早期産卵について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 27, 20-25.
- 14) 加地弘一・大浜秀規 (2002) : 本栖湖で採捕されたアユの成熟について. 山梨県水産技術センター事業報告書, 30, 15-19.