

4-1) 調査研究成果（外来魚）

(1) 閉鎖水域におけるオオクチバスの完全駆除に向けたプログラムの検討

要旨

令和 6 年度に美鈴湖では水中ドローンを用いてオオクチバスの産卵床を発見することができなかったため、本年度は美鈴湖より透明度が高い湖沼において水中ドローンを用いたオオクチバス等の産卵床探査が有効か検証した結果、水中ドローンは向かないと考えられた。また、中綱湖における水中ドローンを用いたオオクチバスの冬季蝟集場所調査では、オオクチバス蝟集状況の再現性が確認されず、群れが動いていることが考えられた。また、レーザースケーラーを用いることにより適切な目合いの刺網を選択し効果的な駆除が可能になると考えられた。3D プリンターを活用し作製した 13 基の小型ライトトラップを用いて合計 235 個体のオオクチバス稚魚が捕獲された。環境 DNA 種特異的解析および定量メタバーコーディング解析結果が駆除効果の指標として活用できるか試行していく。最後に、美鈴湖においてオオクチバスの完全駆除に向けた駆除活動を行った結果、令和 6 年度の漁獲効率と比較して、小型三枚網は同程度、釣りは約 1/2 倍、投網は同程度、刺網は約 1/4 倍、ライトトラップは約 1/2 倍であった。また、産卵床探査により本年度に確認されたオオクチバスの産卵床数は 49 と、令和 6 年度の 26 と比べ約 2 倍となった。

1. はじめに

長野県松本市の標高 1,000m に位置する美鈴湖では、管理会社がオオクチバス（以下、本種）の完全駆除を目標とし、水産庁発行パンフレットの「だれでもできる外来魚駆除」¹⁾等を参考に長野県水産試験場と協同して駆除活動を進めているが、これまでの手法だけでは完全駆除は困難と考えられた。そこで、近年、安価で入手しやすくなった先端技術（水中ドローン、3D プリンターおよび環境 DNA 等）を活用することで本種の完全駆除のための課題を解決できるか検討した。また、駆除に効果的な小型三枚網や釣り等により捕獲数や体長等のデータを取得し、令和 6 年度と比較することで駆除効果を検討するとともに、次年度に効果的と考えられる駆除活動を検討した。

2. 先端技術を用いた本種の駆除方法の検討

(1) 水中ドローンを用いた本種等の産卵床等探査の有効性の検証

目的

透明度が約 2-3m の美鈴湖では、それ以深に作られる産卵床および保護雄（以下、産卵床等）を発見できず、その結果、完全な繁殖抑制ができていないと考えられた。そこで、令和 6 年度は、船を用いた目視調査では発見できなかった産卵床等を水中ドローンを用いることで発見できるか調査したところ、調査時の透明度が 2.3～3.0m と低く、水中ドローンを用いて産卵床等を発見することができなかった。本年度は、異なる透明度の湖沼で水中ドローンによる産卵床等の視認限界距離を測定することで、どれくらいの透明度の湖沼であれば水中ドローンによる産卵床等の探査が有効か検証した。

方法

水中ドローンは M2S (CHASING 社) を用いた。6 月～7 月に、美鈴湖 (松本市)、木崎湖 (大町市)、中綱湖 (大町市) および青木湖 (大町市) において、直径 30cm の透明度板を用いて透明度 (cm) を測定するとともに、岸辺から本種またはコクチバスの産卵床等の目視調査を行った。産卵床等があった場合、岸辺から水中ドローンで産卵床上に定位している保護雄に接近し、保護雄を視認できる限界距離で水中ドローンを定位し、その距離をメジャーを用いて測定した (図 1)。

また、青木湖に岸際の調査区間 (約 37m×約 5m) を設定し、船を用いた目視調査および水中ドローンによる調査の調査時間および産卵床等の発見数を比較した。



図 1 水中ドローンの視認限界距離の測定

結果と考察

美鈴湖、木崎湖、中綱湖および青木湖における透明度はそれぞれ 330、420、420 および 600cm、水中ドローンの視認限界距離はそれぞれ 110、130、170 および 190cm であった (図 2)。したがって、水中ドローンの視認限界距離は透明度の約 1/3 の値 (cm) になることが示唆された。

青木湖に設定した調査区間における調査時間および産卵床等の発見数は、船を用いた目視調査ではそれぞれ 2 分 53 秒および 1 か所、水中ドローンを用いた目視調査ではそれぞれ 8 分 13 秒および 0 か所であった。調査時の透明度が 600cm と比較的高い青木湖であっても産卵床探査の方法として船を用いた目視調査の方が効果的であることが示された。したがって、透明度の高低に関わらず、本種等の産卵床探査に水中ドローンは有効活用できないと考えられた。

美鈴湖では船を用いた目視調査で見逃した産卵床等を水中ドローンを用いて発見し、駆除することで完全な繁殖抑制を目指してきた。しかし、今回の結果から水中ドローンは産卵床探査には向かないことがわかった。したがって、美鈴湖における本種の駆除については、代替方法の開発による完全駆除を目指すか、ワカサギやフナなどに影響を与えない程度の低密度管理を目指すか議論していく必要がある。

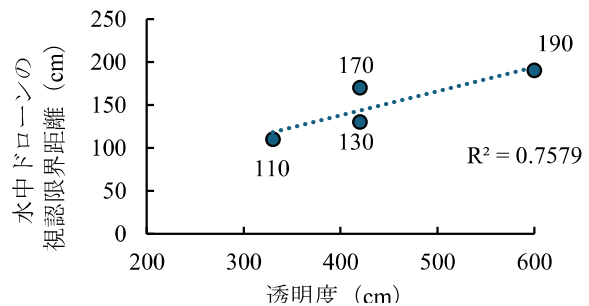


図 2 透明度と水中ドローンの視認限界距離

(2) 水中ドローンを用いた本種の冬季蛸集場所の把握等

目的

冬季に本種を効率的に捕獲するために、水中ドローンを用いて本種の冬季蛸集状況を調査するとともに、その個体の体長を推定することで刺網の目合い選択について検討した。

方法

水中ドローンによる本種の冬季蛸集状況調査は、11 月～12 月に 5 回行った。調査地点は、

中綱湖（大町市）の本種の蛸集が確認された急な駆け上がり地形の約 50m 区間とし、本種の蛸集状況に再現性があるか検討した。

刺網の目合い選択のための体長推定については、11 月に聖湖（麻績村）において、水中ドローンに対象物に 10 cm 幅のレーザーを照射することができるレーザースケイラー（CHASING 社）を搭載し、魚体にレーザーを照射することで標準体長を推定した。

結果と考察

調査期間中の水温は 7.7～10.3℃であった。初回調査時、約 30 個体の本種の群れが緩慢に遊泳する状況が 1 回確認されたが（図 3）、それ以降は確認されなかった。したがって、冬季は群れで動いていることが考えられた。

魚体に 10cm 幅のレーザースケイラーを照射し、水中ドローンで撮影した動画から静止画を切り出した（図 4）。レーザースケイラーから標準体長を算出したところ、標準体長は 35cm であった。刺網の目合いは全長の約 1/4 倍の目合い（mm）が適切であるため³⁾、本個体の捕獲に適切な刺網の目合いは 90～115mm と考えられた。



図 3 中綱湖における本種の蛸集状況



図 4 レーザースケイラーによる体長推定

(3) 3D プリンターを活用した小型ライトトラップを用いた本種の稚魚の捕獲

目的

令和 6 年度の調査では、3D プリンターを活用し作製した小型ライトトラップ（丸型）（以下、小型ライトトラップ）を用いることで、1 基で本種の稚魚（以下、稚魚）を最大 320 個体捕獲することができた。また、作製費用についてはライトトラップ²⁾が約 4 万円であるのに対し、小型ライトトラップは約 3 千円であった。そこで、美鈴湖において広範囲に小型ライトトラップを設置し、稚魚を効率的に捕獲できるか検証した。

方法

令和 6 年度に作製した小型ライトトラップを参考に、3D プリンターで固定台座を作製し、90 度分を切り取った 1.5L ペットボトル（ナリカ社）4 本をライトトラップの円筒アクリル部として、発泡スチロールをフロートとして、ハイパワー LED ソーラーアップライトカラーズ LGS-140（タカショー社）を青色 LED ガーデンライトとして代用し、小型ライトトラップを組み立てた。

小型ライトトラップの設置場所および数は、本年度および令和 6 年度に本種の産卵床等が確認された場所を参考に、産卵床等があった場所付近およびなかった場所付近にそれぞれ 12 および 1 か所とした(図 5)。5 月～8 月に 1 週間に 1～2 回の頻度で全ての小型ライトトラップを確認し、捕獲された稚魚を計数した。なお、同時に後述(オ)ライトトラップも 3 か所で設置し、同様に計数した。

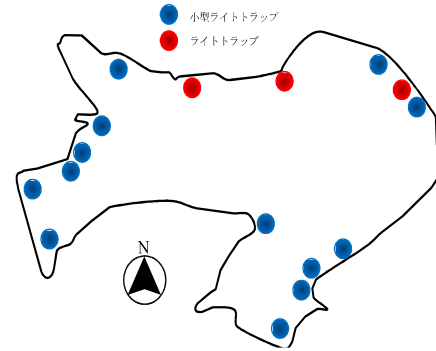


図5 ライトトラップ等の設置場所

結果と考察

合計 235 個体の稚魚が捕獲された。1 基で捕獲できた最大個体数は 102 個体と、令和 6 年度の 320 個体と比べ少なかった。なお、産卵床がなかった場所付近では合計 8 個体のみと、産卵床があった場所付近の方が捕獲効率は高かった。

一方で、後述(オ)ライトトラップでは 1 基で捕獲できた最大個体数は 467 個体であったことから、捕獲効率は小型ライトトラップよりライトトラップの方が高いと考えられた。

引続き、高価なライトトラップだけではカバーできない地点に安価な小型ライトトラップを設置することで、効率的に稚魚を捕獲できるか検討する。

(4)環境 DNA を用いた駆除評価手法の検討

目的

環境 DNA 種特異的解析手法により、美鈴湖における本種の生物量の目安として DNA 量を測定した。また、定量メタバーコーディング解析手法により、駆除が進むにつれて本種および他魚種の相対的な DNA 量が変化するか調査し、駆除評価手法として活用可能か検討するためのデータを得た。

方法

10 月に美鈴湖の排水口付近および湖中心付近の 2 地点において表層湖水 1L を採水し、冷蔵状態で実験室に持ち帰った。試料はガラスフィルター GF/A (cytiva 社)を用いて吸引ろ過を行い、カートリッジ式フィルターステリベクス(メルク社)を用いて加圧ろ過を行った。その後、GF/A およびステリベクスを -20°C で保管した。これらの冷凍サンプルを(株)生物技研へ冷凍発送し、DNA 抽出、デジタル PCR による種特異的解析および定量メタバーコーディング解析を委託した。

結果と考察

種特異的解析では、排水口付近においては本種が目視されたが陰性であった。湖の中心付近においては 4 反復中 1 回が陽性で、本種の DNA 濃度は 25 コピー/L であった。

定量メタバーコーディング解析では、ゲンゴロウブナ、ブルーギルおよびワカサギの合計 3 種が検出されたが、本種は検出されなかった。検出された魚類のリード数は、ゲンゴロウブナ、ブルーギルおよびワカサギでそれぞれ 688、565 および 299 であり、全体のコピー数に対する 3 種の割合はそれぞれ 44、36 および 20%であった。本種の生息が確認されているにも関わらず検出率が低いため、今後は採水時期等について検討する必要がある。

3. 美鈴湖における本種の駆除効果の評価

目的

令和 6 年度に選定した美鈴湖における効果的な捕獲方法を参考に、本年度は成魚捕獲のために小型三枚網、釣り、投網および刺網を、稚魚捕獲のためにライトトラップおよびたも網すくいを行った。本種の捕獲および駆除効果の評価を行うための基礎データを得た。

方法と結果

4 月～12 月に捕獲された本種の数、成魚および稚魚がそれぞれ 285 および 2,706 個体と、前年と比べそれぞれ約 1/2 および約 2 倍であった（表）。また、手法別の捕獲割合については図 6 に示した。それぞれの手法については以下（ア～カ）のとおりであった。

表 オオクチバス捕獲数の年次比較

	R6	R7	比較
成魚	548	285	約 1/2 倍
稚魚	1,440	2,706	約 2 倍
合計	1,988	2,991	+約 1,000

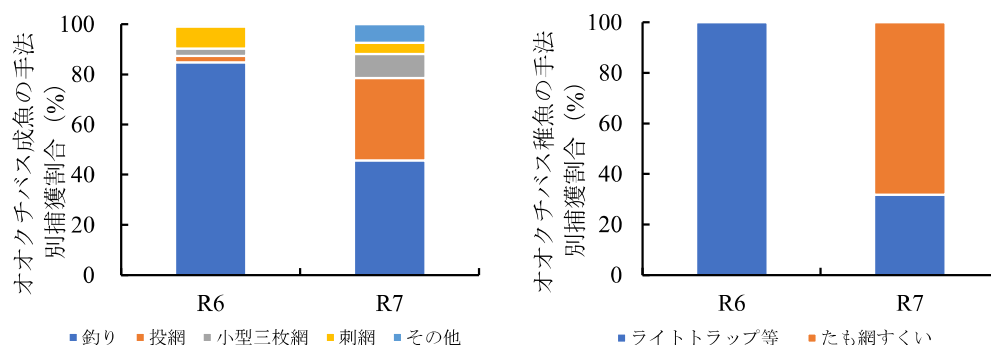


図 6 本種の成魚（左）および稚魚（右）の手法別捕獲割合の年次比較

ア 産卵床探査および小型三枚網による本種の保護雄の捕獲

4 月から船を用いた目視調査により湖岸を 1 周する産卵床探査を 1 週間あたり 2 回以上の頻度で行った。産卵床等発見された場合は、産卵床を囲うように産卵床 1 地点あたりに小型三枚網を 1～2 枚設置し、本種の捕獲を試みた。

5 月～7 月に本種の産卵床が 49 地点確認され、合計 69 枚の小型三枚網を設置し、合計 27 個体（全長 15.3～33.4cm）が捕獲された。捕獲率は 55%であった。なお、捕獲された個体は全て雄であった。令和 6 年度に確認された産卵床は 26 地点、捕獲された保護雄は 13 個体、捕獲率は 50%であった。したがって、本年度は令和 6 年度の約 2 倍の産卵床が確認され、同程度の捕獲率で、約 2 倍の保護雄

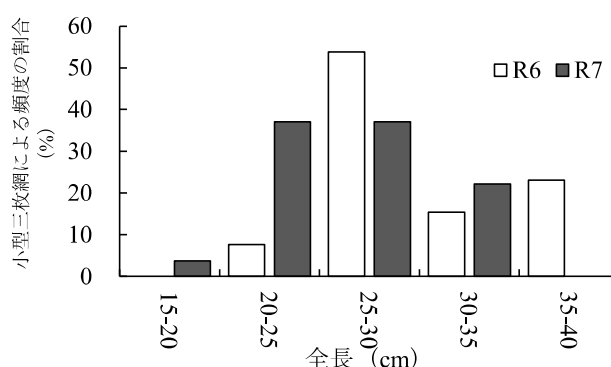


図 7 小型三枚網で捕獲された個体の全長の頻度

が捕獲された。また、全長 35cm 以上の雄個体数は令和 6 年度に 3 個体で、全個体に占める全長 35cm 以上の個体の割合は 23%であったが、本年度は捕獲されなかった（図 7）。残存す

る雄個体の小型化が考えられ⁴⁾、引続き、小型三枚網による駆除が重要と考えられた。

イ 釣り

4月～11月に長野県水産試験場の職員（以下、職員）5名およびボランティア駆除員4名によりルアーや餌を用いた釣りを行った。捕獲された個体の全長を測定し、職員1名の漁獲効率（捕獲数/時間）を算出した。

合計130個体（全長7.0～50.0cm）が捕獲された。全長の上位7位まで（全長37.0～50.0cm）が雌個体であった。前述（ア）の小型三枚網により繁殖可能な大きさの雄個体が選択的に捕獲された結果、残存する大型個体のほとんどが雌個体であったと考えられた。

令和6年度の合計465個体と比べ、本年度の捕獲数は130と、約1/3倍であった。また、職員1名が釣りを17回、合計39.5時間行い、18個体（全長11.8～50.0cm）が捕獲され、漁獲効率は0.4個体/時間であった。令和6年度の漁獲効率1.0個体/時間と比べ、本年度の釣りによる漁獲効率は約1/2倍であった。CPUEは低くなったものの、全長35cm以上の雌個体の捕獲手法は釣りのみであったことから、引続き、釣りによる駆除が重要と考えられた。

ウ 投網

7月～11月に湖岸で目視された個体の捕獲を試みた。捕獲された個体の全長を測定し、漁獲効率（捕獲数/投数）を算出した。

7日間投網調査を行い、124回投げて94個体（全長6.0～34.7cm）が捕獲され、漁獲効率は0.76個体/投数であった。令和6年度は16回投げて14個体（全長10.5～47.7cm）が捕獲され、漁獲効率は、0.88個体/投数であった。したがって、本年度の投網による漁獲効率は令和6年度と同程度であり、投げる数を増やすことで捕獲数も増えたことから、引続き、投網による駆除が重要と考えられた。

エ 刺網

4月～8月に過去に大量捕獲実績のある流入河川付近や本種が目視された地点に、異なる目合いの3枚網および目合い20-60mmの1枚網を設置し、翌日に回収した。また、12月に冬季蝸集場所⁵⁾において目合い40-120mmの刺網を用いた調査を行った。捕獲された個体の全長を測定した。

4月～5月に流入河川付近に1枚網（目合60mm、2m×20m）を用いた調査を3回行ったが、捕獲されなかった。また、5月～8月に本種が目視された5地点で1枚網（目合い20-60mm）および3枚網を用いた調査を7回行い、13個体のオオクチバス（全長13.0～27.5cm）が捕獲された。12月に冬季蝸集場所において、60、75および120mm目合いの1枚網を2反ずつ設置し、翌日に回収したが、捕獲されなかった。また、別日に40、60および75mmの1枚網を2反ずつ設置し、カワウに模した黒い袋を付けた棒を水中で激しく上下させ刺網方向に追い込むようにして、設置約30分後に回収したが、捕獲されなかった。以上から、12回の調査で13個体が捕獲され漁獲効率は1.1個体/回であった。令和6年度は11回の刺網調査で48個体が捕獲され、漁獲効率は4.3個体/回であったことから、本年度は令和6年度の約1/4倍であった。本年度も流入河川付近でワカサギの産卵遡上は確認されたものの、本種は多くても2個体程度が目視されるのみであったため刺網により効果的に捕獲することができなかったと考えられた。

オ ライトトラップ

5月～8月に本年度および令和6年度に本種の産卵床等が確認された場所のうち3地点にライトトラップを1基ずつ設置した。前述（3）と同様の方法で捕獲された稚魚の数を計数した。

合計 625 個体の稚魚が捕獲され、令和 6 年度の 1,440 個体と比べ約 1/2 倍であった。1 基で捕獲できた最大個体数は 467 個体と、令和 6 年度の 1,086 個体と比べ約 1/2 倍であった。

カ たも網すくい

5 月～8 月に産卵床探査時に稚魚の群れが確認された場合、たも網を用いて稚魚を捕獲した。捕獲された稚魚の数を計数した。

6 月に合計 1,846 個体が捕獲された。稚魚の群れを確認した地点数と捕獲数は、6 月 9 日に 1 地点で 722 個体、6 月 13 日に 2 地点でそれぞれ 491 および 555 個体、6 月 26 日に 1 地点で 78 個体であった。令和 6 年度の成果報告書では美鈴湖の透明度が低いため、たも網すくいによる稚魚の捕獲は適さない手法としたが、捕獲数は 1,846 個体とライトトラップと比べ約 3 倍であった。したがって、引続き、たも網すくいによる駆除も重要と考えられた。

4. 引用文献

- 1) 水産庁、水産総合研究センター、全国内水面漁業協同組合連合会（編）（2015）誰でもできる外来魚駆除ーオオクチバス、コクチバス、ブルーギルの最新駆除マニュアルー
- 2) Tanizawa, K., Miura, M., Murai, R., Takeuchi, T., Yamamoto, M., Baba, S., Masuda, Y., & Tsuboi, J. I. (2024). ライトトラップによる外来魚仔稚魚の捕獲. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 90(3), 220-227. <https://doi.org/10.2331/suisan.23-00030>
- 3) 藤田 薫、本田直人、渡部俊広、松下吉樹（2007）コクチバスの駆除に用いる適正目合. 水産工学研究所技報, 29 : 55-61
- 4) 河野成美、細江 昭、傳田郁夫、降幡 充（2003）コクチバスの個体群管理技術の開発. 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発, 農林水産技術会議事務局 : 87-102
- 5) 川之辺素一、下山 諒、丸山瑠太（2022）美鈴湖における小型発信機を用いたオオクチバス越冬場所の探査, 長野県水産試験場研究報告, 21 : 1-6

田代誠也（長野県水産試験場）

(2) 琵琶湖におけるオオクチバスの効果的な駆除技術の開発

要旨

琵琶湖北湖において、電気ショッカーボートを用いたオオクチバスの効果的な捕獲方法を検討した。愛知川河口および近江八幡湖岸のかまくだ湾を主な調査水域として捕獲効率の高い条件を検討した結果、オオクチバスの産卵期のうち、特に4月から6月初旬にかけて捕獲効果が高く、水草や木などの植生を伴う沿岸地形で最も多く捕獲されることが再確認された。一方、田植え時期に代掻きのために特に濁りが酷い場合には捕獲率が低下することが分かった。また、これまで捕獲実績のなかった琵琶湖北湖北部においても、湾内の湖岸で多数の個体を捕獲できることが明らかとなった。一方、産卵期以外の時期では、10～11月に残存している水草帯において刺網を用いると小型個体が多数捕獲されることが示された。

1. はじめに

滋賀県では1985年から琵琶湖での外来魚（オオクチバスとブルーギル、以下、バス・ギル）対策を開始し、駆除に取り組んでいる（吉岡ら 2012）。その結果、2007年には2,132トンであった外来魚生息量は、2024年4月には358トンまで減少したと試算されており、特にギルが著しく減少している（図1）。しかし、在来魚への食害が大きいバスは生息量の減少が鈍化傾向にあった。そのため、南湖において産卵期に沿岸に蟄集するバス親魚を電気ショッカーボートでの捕獲（臼杵・関 2016）や沖合で湖底起伏に蟄集するバス親魚を刺網や延縄で捕獲することが効果的であることが明らかにされ（田口ら 2021）、これら手法を活用して漁業者による駆除が行われた結果、南湖においてもオオクチバスの推定生息量は減少してきている。その結果、琵琶湖南湖（琵琶湖大橋以南の琵琶湖、以下、南湖）ではホンモロコいのまとまった産卵が見られる（米田ら 2021）など、外来魚駆除の効果が表れている。

一方、これまで琵琶湖北湖（琵琶湖大橋以北の琵琶湖、以下、北湖）においては、秋季に小型のバス（0～2歳魚）を対象とした沖曳網による駆除（上垣ら 2012）が行われているものの、それ以外の有効な駆除手法や親魚の駆除手法については知見が少ない。琵琶湖でバスの生息量をさらに低減するには南湖だけでなく、広大かつ深く多様な環境を有する北湖でも効果的な駆除手法を検討する必要がある。加えて北湖は琵琶湖漁業における主要な漁場であり、そこでバス生息量を低減することは滋賀県水産業の維持、発展には欠かすことができない。これまでの研究では冬季に温排水が流入する彦根旧港湾にはバスやギルが蟄集すること（関 2008）や起伏のある島周りや魚礁で刺網や釣りをにより蟄集したバスを捕獲できること（山本ら 2024）が明らかにされているが、その他の蟄集情報は多くない。そこで、本研究では主に琵琶湖北湖で有効な駆除手法を検討することを目的とし、本年度は、主にバスの産卵期に琵琶湖北湖で電気ショッカーボートを用いて、さらに秋季においては刺網を用いて効果的に捕獲を行うための条件を検討した。

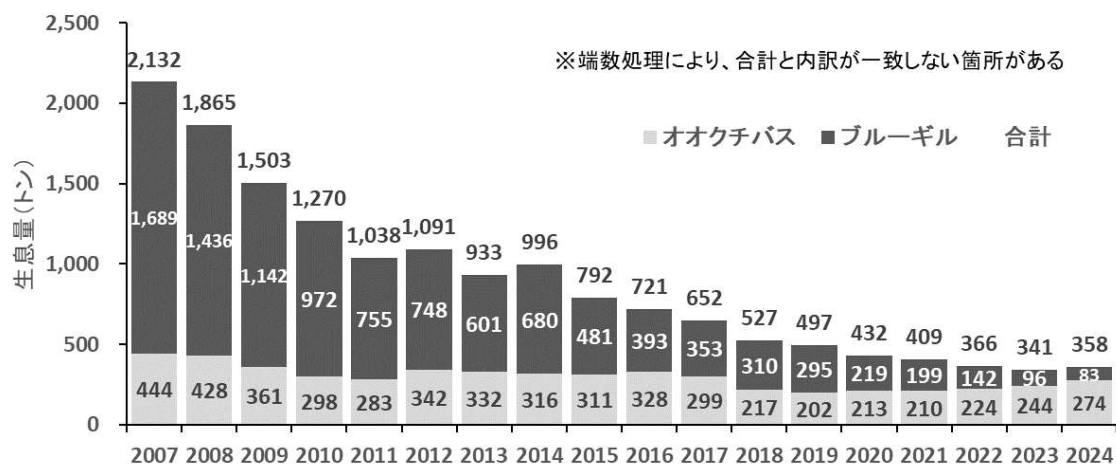


図1 2024年度当初までの琵琶湖における外来魚の生息量推定値

2. オオクチバスの産卵期の電気ショッカーボートによる効率的な捕獲

(1) 調査水域および調査頻度

調査は昨年の調査で琵琶湖北湖の愛知川河口、近江八幡市湖岸のかまくど湾を主な調査水域として、バスの産卵期である2025年4月～7月に毎月概ね3回の頻度で行った。その他の調査水域では塩津湾、大浦湾、奥出湾において各1回行った（図2、3）。

(2) 調査方法

電気ショッカーボート（以下、EFB）はスミスルート社製のエレクトロフィッシャー（電撃捕魚器）5.0GPP型（出力電力：5,000W、最大出力電流：16A）を全長約7mのプレジャーボートに搭載して使用した。調査は調査員3名（操船者、捕獲者、記録者＋捕獲補助）で岸沿いに連続的に通電しながら航行して行った。感電した魚は全長が約20cm以上の個体数を魚種毎にカウントして、麻痺したバスはタモ網で捕獲した。

感電した20cm以下の在来魚は全数をカウントすることが出来なかったため、魚種名だけを記録し、ギルは可能な限りカウントするとともに捕獲した。捕獲したバスとギルは体長、体重を測定し、捕獲率（捕獲数／感電尾数）と作業時間あたりの捕獲量（CPUE kg／作業時間h）を算出した。また、調査場所の周辺地形、底質、水温、透明度等を記録した



図2 調査水域



図3 調査水域（北湖北部）

(3) 結果および考察

①単位時間当たりの捕獲量 (kg/h)

愛知川河口およびかまくだ湾

それぞれの調査水域におけるバスの捕獲量の変化を図4に示した。捕獲量は、かまくだ湾では5月初旬および上旬が最も高く、その後、7月中旬まで漸減した。一方、愛知川河口では4月下旬から5月初旬にかけては増加したが、その後5月上旬に減少し、再度5月中旬にピークとなり、その後は概ねかまくだ湾と同様に減少した(図4)。

バスの捕獲率を図5に、感電尾数を図6に示した。捕獲率は、概ね60%以上と高かったが、調査開始当初から7月にかけて漸増する傾向が認められた(図5)。これは捕獲尾数が漸減していることから(図6)、同時に感電するバスの数が減少したため、とり逃しが減少したことが要因と思われた。

昨年度における毎月1回の調査では、EFBによる駆除で捕獲量が多いピーク時期は5月であるとしたが、今年度はおよそ10日に一回の頻度で調査を行った結果、多く捕獲される時期は4月下旬から6月上旬と判断され、ピーク時期は5月初旬から上旬と考えられた。

琵琶湖北湖北部

それぞれの調査水域におけるバスの捕獲量(kg/h)と捕獲率を表1に示した。5月下旬の塩津湾周辺および6月上旬の大浦湾、奥出湾のいずれにおいても捕獲重量の合計が100kgを超えており、総重量としては半日程度の実施時間を踏まえると、ある程度まとまって捕獲された。

大浦湾、奥出湾は場所による捕獲量の変動が少なかったが、塩津湾周辺では大きく変動し、今西では在来魚を含めて感電した魚類がいなかった一方で、尾上浮き産卵床では非常に捕獲量が高かった。同じ浮き産卵床であっても、月出では捕獲率が低かったため捕獲量は高くならなかった。これは、水深が深いことや、産卵床筏の奥にバスが逃げ込むことで、感電したバスを十分に回収できない場合があったためである。

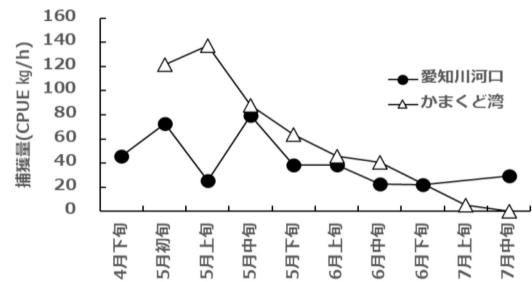


図4 調査水域におけるバスの捕獲量 (kg/h)

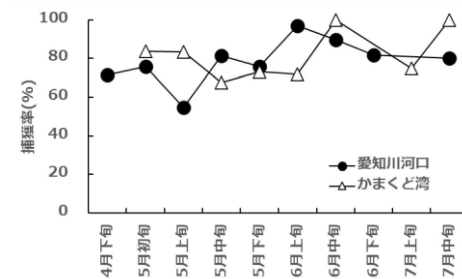


図5 バスの捕獲率 (%)

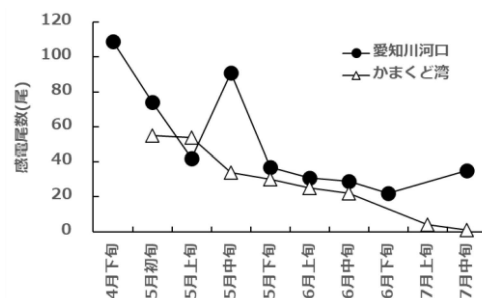


図6 バスの感電尾数 (尾)

表 1 琵琶湖北湖北部におけるバスの捕獲量と捕獲率

時期	場所	詳細場所	捕獲量 (CPUE kg /h)	捕獲重量 (kg)	合計	捕獲率 (%)
5月下旬	塩津湾 周辺	月出浮き産卵床（沖側）	48.0	7.7	106.9	20.0
		月出浮き産卵床（陸側）	59.1	14.3		33.3
		月出	71.7	8.7		83.3
		大辛	53.5	7.4		57.1
		飯浦	37.1	8.4		71.4
		片山石積み	22.6	4.7		75.0
		尾上沖テトラ	81.4	20.3		60.0
		尾上浮き産卵床	162.6	35.4		85.7
		今西（余呉川河口）	0.0	0.0		—
6月上旬	大浦湾 奥出湾	大浦湾（墓前）	61.8	14.7	103.1	75.0
		（組合からレンガボートまで）	86.9	23.9		100.0
		奥出湾（とーふ岩まで）	49.3	14.8		100.0
		（取水塔まで）	44.3	12.3		72.7
		（生簀残骸まで）	31.6	17.2		63.6
		（生簀の南から）	45.7	20.3		82.4

②捕獲率に影響する要素

透明度

愛知川河口では、5月上旬に捕獲量が一時的に低下した。この時期は滋賀県における田植えの最盛期にあたり、田んぼの代掻きの影響により透明度が1.5mまで低下した。そこで、バスの捕獲数が多かった6月中旬までを対象として、捕獲量（kg/h）と透明度との関係を図7に示した。その結果、捕獲量と透明度には高い相関が認められた。特に透明度が著しく低い状況では、感電した個体の発見が困難となり、取り逃がしも多かったことから、感電尾数や捕獲率が低下し、結果として捕獲量が低下すると考えられた。

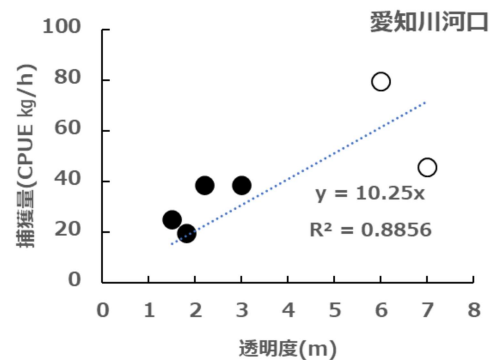


図7 透明度と捕獲量の関係

※○印の透明度は愛知川河口沖の琵琶湖で測定

沿岸地形

4月下旬に愛知川右岸の堤防において、沿岸地形に「水草・木」等の繁茂の有無で調査区域を6つに区分し、「植生あり」と「植生なし」に分けて午前と午後に2回調査を行い、それぞれの捕獲量（kg/h）の平均値を求めた（図8）。

「植生あり」の地形では捕獲量が高く、同じ日の午後でも新たなバスが多数捕獲されたが、「植生なし」では午後には全く捕獲されなかった。このことから、昨年度に引き続き、捕獲量が高い沿岸地形の条件は何らかの植生がある場所であることが改めて示された。

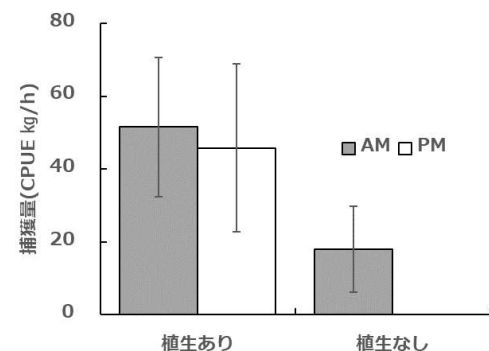


図8 植生による捕獲量の違い

※エラーバーは標準誤差

3. オオクチバスの刺網による効率的な捕獲

(1) 調査水域および頻度

調査は琵琶湖北湖の彦根市沖の湖岸（水深 3～5m）を調査水域として、2024 年は 10 月および 12 月に、2025 年は 9 月～12 月に毎月 1 回の頻度で行った。

(2) 調査方法

調査には 2024 年は試行的に 60×300 mm の三枚網または 60～150 mm 目合いの一枚網を各 1 把用い、2025 年は 60、70、80、90、100、120 および 136mm の一枚網を基本的に各 2 把用いた。網の設置方法は一昼夜、底刺網で仕掛けた。調査時には表層水温、透明度を測定した。捕獲結果より CPUE（刺網 1 把あたりの捕獲量 kg）と混獲魚の総重量を算出した。

(3) 結果および考察

すべての刺網調査におけるバスの CPUE と在来魚の在来魚の混獲総重量を表 2 に、それぞれの刺網の目合い毎の CPUE を表 3 に示した。バスの捕獲状況は、2024 年 10 月の 3 枚網では 1.69 kg／把であり、CPUE としては比較的高い値を示したが、在来魚の混獲が多く、2025 年 9 月にも混獲魚が高頻度で確認されたことから、混獲リスクを踏まえた駆除手法としてはこの時期の適用には問題があると考えられた。

一方、2025 年 11 月は 1.72 kg／把と CPUE は最も高かった。目合い毎の捕獲量では 60mm および 70mm ではそれぞれ 2.93 および 3.36 kg/把と非常に高く十分に漁業者による駆除に適用できると思われた。ただし、在来魚の混獲も認められるため、混獲率の低い目合いに限って使用するなど、さらに条件検討が必要である。

表 2 刺網調査におけるバスの CPUE（kg/把）と在来魚の混獲総重量

時期	バス捕獲量 (kg)	混獲魚総 重量(kg)	CPUE (kg/把)	使用把数 (計)	使用刺網の目合い
2024年10月	8.5	15.3	1.69	5	60×300mm(三枚網)
12月	18.2	11.3	1.21	8	60,70,80,90,100,120,136,150
2025年9月	4.9	22.8	0.62	8	60×1、70×1、80×1、90×1、100×1、120×1、136×2
10月	9.9	14.3	0.71	14	60×2、70×2、80×2、90×2、100×2、120×2、136×2
11月	24.1	13.6	1.72	14	〃
12月	6.7	0	0.48	14	〃

表 3 目合い毎の刺網 1 把当たりのバス捕獲量 (kg)

時期	60mm	70mm	80mm	90mm	100mm	120mm	136mm	150mm
2024年12月	3.45	1.72	0	1.50	6.19	0	0.17	0
2025年9月	3.77	0.23	0.93	0	0	0	0	
2025年10月	2.24	0.78	1.58	0	0.34	0	0	
2025年11月	2.93	3.36	0.57	0.59	3.57	1.02	0	
2025年12月	1.06	1.24	0.17	0	0.88	0	0	

4. 総合考察

本研究では、これまで駆除が進んでいない深く広大で多様な環境の琵琶湖北湖において効率的にバスを捕獲するため、まず、昨年度に引き続いて浅場にバスが蟄集する産卵期において、南湖で多くの捕獲実績がある電気ショッカーボートによる駆除を検討した。

昨年度の調査において捕獲量が高かった沿岸地形は、「水草・木」、「垂直護岸・木」および「ヨシ帯」など、何らかの植生があり、かつ開放度の結果から風波の穏やかな場所であった。これら両条件を満たす「愛知川河口」および「かまくど湾」では特に捕獲量が高かったことから、今年度はこの両地点を定点とし、月 3 回の頻度で調査を実施した。その結果、バスの産卵期のうち、特に 4 月から 6 月初旬にかけて捕獲効果が高く、植生を伴う沿岸地形で最も多く捕獲されることが再確認された。一方、田植え時期には代掻きの影響により、特に河川や湖岸で濁りが著しい日には捕獲率が低下すると考えられたため、透明度との相関を検討したところ、高い相関が認められた。さらに、これまで捕獲実績のなかった琵琶湖北湖北部においても、湾内の湖岸で多数の個体を捕獲できることが明らかとなった。

産卵期以外においては、特定の漁業者が 10～11 月を中心に湖西地域の琵琶湖岸に残存する水草帯（水深 3～5m）において刺網により、毎年多数のバスを捕獲していることから実態調査を行った。その結果、目合い 60～90 mm の網を用い、1.5 kg/把以上で安定的に捕獲していることが確認された。この駆除手法が他地域でも適用できるかを検討するため、彦根沖の水草残存域を中心に調査を実施したところ、小型個体が多数捕獲されることが示された。北湖東岸においても 10～11 月（12 月初旬）には、枯死が進行した水草帯において同様に十分な捕獲量が得られることが明らかとなった。

これまでに示したとおり、琵琶湖北湖ではバスの幼魚を中心に駆除が進められてきたが、今回、成魚においても電気ショッカーボートを用いて産卵期を中心に北湖東岸だけでなく北湖の北部においても十分な捕獲駆除が可能であることが示された。今後は、これまで調査実績のない湖西地域においても、同様の沿岸地形を有する水域で捕獲を実施し、効率的な捕獲条件の検証を行うとともに、新たな駆除ホットスポットを探索する必要がある。また、産卵期以外の駆除については、これまで 7 月または 12 月に島周辺や魚礁において小型のバスが多獲されることが明らかにされてきたが、今回、10～11 月においても残存した水草帯で捕獲できることが示された。今後は刺網によって南湖のように大型個体を捕獲可能な時期および場所を明らかにするため、さらなる検討が必要である。

5. 引用文献

- 吉岡剛・上垣雅史・太田豊三. 2012. 琵琶湖における有害外来魚ゼロ作戦事業. 日本水産学会誌, 78 (4) : 765-768.
- 臼杵崇広・関慎介. 2016. 電気ショッカーボートを用いた駆除によるオオクチバス捕獲状況の変化. 平成 26 年度滋賀県水産試験場事業報告, 60.
- 田口貴史・石崎大介・根本守仁・三枝仁・酒井明久. 2021. 外来魚蝸集場所探索ならびに駆除技術開発研究. 効果的な外来魚抑制管理技術開発事業報告書, 18-42.
- 米田一紀・磯田能年・大植伸之. 2021. 南湖におけるホンモロコの再生産状況調査. 令和元年度滋賀県水産試験場事業報告, 29.
- 上垣雅史・金辻宏明・西森克浩. 2012 琵琶湖における外来魚駆除技術の開発と内湖における駆除効果の評価. 外来魚抑制管理技術開発事業報告書～有害外来魚駆除マニュアル及び研究報告～, 57-71.
- 関慎介. 2008. 冬季における外来魚の蝸集について. 平成 18 年度滋賀県水産試験場事業報告, 53.
- 山本充孝・石崎大介・孝橋賢一. 2024. 琵琶湖でのオオクチバス蝸集場所の探索と効果的な駆除技術の開発. 効果的な外来魚等抑制管理技術開発事業報告書, 21-28.

山本充孝、大植伸之（滋賀県水産試験場）

(3)河川のコクチバスにおける駆除圧の空間分布の最適化

要旨

全国有数のアユ漁獲量を誇る栃木県那珂川では、アユの主要漁場となる上流域での漁業被害が発生している。漁業協同組合によるコクチバスの駆除が進められているが、組合員の高齢化や減少によって対策の担い手が不足していることから、釣り人からの買い取りによる駆除が中心となっている。アユの漁業被害を軽減するためには、限られた人員で、コクチバスの分布拡大阻止と低密度維持を両立できるよう、釣りによる駆除を戦略的に進めていく必要がある。そこで、釣りによる駆除の推進にあたって、実施時期や場所、人員配置を最適化するため、空間分布推定手法の開発及び持続可能な駆除体制の構築に関する研究を実施した。

コクチバスの空間分布を迅速かつ簡易に把握するため、大型ルアー（ビッグベイト）を用いてコクチバスを誘引・発見する手法の確立を試みた。ビッグベイトSPUE（尾/投・100m）が高い場所では、釣りCPUE（尾/人・時間）も高いことから、本手法はコクチバスの生息状況を把握し、駆除場所を選定するツールとなることが期待された。また、透明度が高く、川幅が狭く、流程が短い場所で、良く釣れることが明らかになり、駆除の効率化に向けて、有用なデータを取得することができた。

持続可能な駆除体制の構築に向け、買取駆除に協力的な釣り人の特徴について分析したところ、アユ釣りや雑魚釣りを趣味とする釣り人は、買取駆除に協力的であることが明らかになった。これらの釣り人に対して、駆除への協力を依頼することで、協力者の着実な確保に繋がると考えられた。

1. はじめに

近年、国内の河川において、コクチバスの分布が急拡大している中、栃木県においても那珂川や鬼怒川などの主要なアユ漁場での生息が確認されており、放流アユの食害や混獲によるアユ竿の破損などの漁業被害が発生している。アユの漁業被害の軽減を図るため、県内の約4割の漁業協同組合では、行政や釣り人と連携しながら、年間1,000尾程度のコクチバスを駆除しているが、駆除を進める上で2つの課題に直面している。

1つ目は、コクチバスの上流域への侵入である。全国有数のアユ漁獲量を誇る那珂川では、上流域を管轄する那珂川北部漁業協同組合での駆除尾数がこの3年間で55倍に増加しており（2021年：8尾、2023年：440尾）、現在の駆除圧の掛け方では分布拡大を阻止できないことが示唆された。2つ目は、駆除活動の継続である。コクチバスの生息数を低密度で維持するためには、継続した駆除が不可欠であるが、漁業協同組合員の高齢化や減少に伴って、漁協による駆除が困難になりつつあり、駆除尾数の96%が釣り人からの買い取りによるもの（令和5年度実績）となっており、今後、釣り人とのさらなる連携強化が求められている。アユの漁業被害を軽減するためには、限られた人員で、コクチバスの分布拡大阻止と低密度維持を両立できるよう、釣りによる駆除を戦略的に進めていく必要がある。

そこで、釣りによる駆除の推進にあたって、実施時期や場所、人員配置を最適化するため、空間分布推定手法の開発及び持続可能な駆除体制の構築に関する研究を実施した。

2. 空間分布推定手法の開発

釣りによるコクチバスの駆除効果を高めるためには、生息数が多い時期や場所などに集中して駆除を行うことが望ましいが、那珂川のように流程100kmを超える大河川において生息数を把握することは容易ではない。そこで、当场では、大型ルアー（ビッグベイト）を用いて、消波ブロックなどの障害物に潜むコクチバスを誘引できる事象に着目し、ビッグベイトを活用して迅速かつ簡易にコクチバスを発見し、空間分布を推定する手法の開発を試みた。併せて、餌釣りによる効率的なコクチバスの駆除手法についても検討した。

(1) 調査方法

2025年8月に、那珂川及び支流の余笹川（那珂川北部漁業協同組合管内）において、瀬淵の1セットを基本とする調査地点を8地点設置し、潜水目視によりコクチバスの生息尾数を調査した。また、ベイトタックルを用いてビッグベイト（JACKALL:DOWZ SWIMMER 220F）をキャストしながら調査区間を踏査し（写真1）、1投毎にビッグベイトを追跡したコクチバスの目視尾数を記録することにより、SPUE（単位努力量あたりの目視尾数）を求めた。さらに、コクチバスの生息状況と釣れ具合の関係性を把握するため、各調査地点において、釣りを行い、釣りによるCPUE（単位努力量あたりの釣獲尾数）を求めた。釣り方については、これまで当场が実施してきた調査方法に準じ¹⁾、ミミズを用いた餌釣りによってコクチバスを釣獲した（写真2）。なお、調査時には、河川の水温、川幅および透視度を計測した。

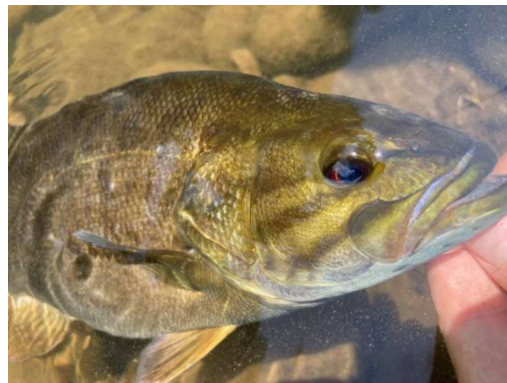


写真1 ビッグベイトSPUE調査の様子 写真2 餌釣りによって釣獲したコクチバス

(2) 結果及び考察

潜水目視とビッグベイト調査による目視尾数の関係性

潜水目視によって得られたコクチバスの生息密度（尾/㎡）と、ビッグベイトSPUE（尾/投・100m）の間には、正の相関が認められたが（ $R=0.679$ ）、統計的に有意な結果は得られなかった（ $p=0.064$ ）。今後は、調査地点数や頻度を増やしながら、川幅や透視度などの環境要因も含めて総合的に解析することにより、ビッグベイトSPUEが潜水目視調査に替わって、コクチバスの生息状況を把握するツールになり得るか検証していく。

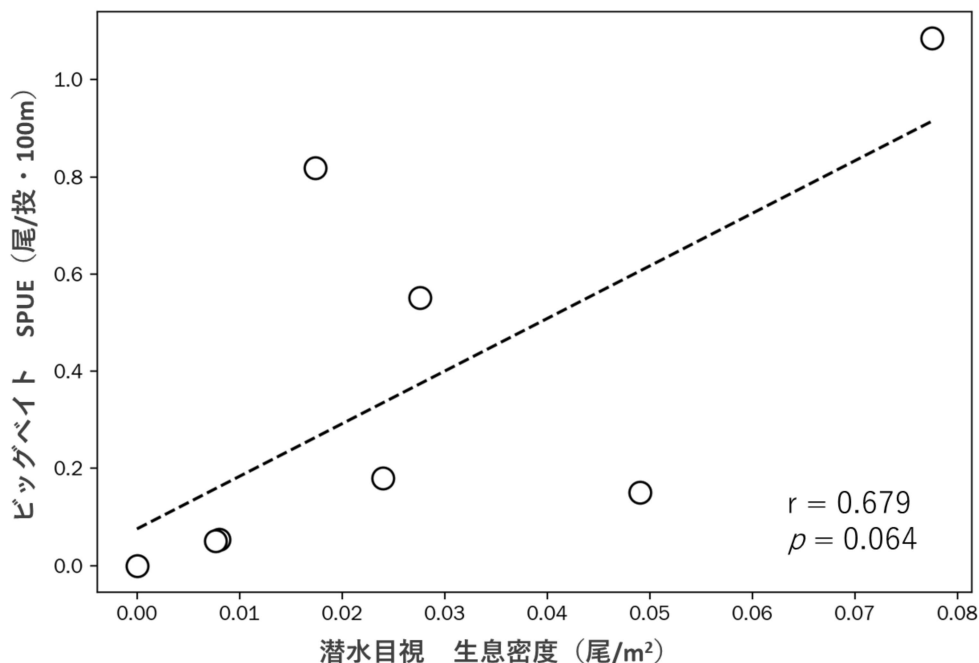


図1 潜水目視によるコクチバスの生息尾数とビッグベイトSPUEの関係性

コクチバスの生息状況と釣りCPUEの関係性

潜水目視による生息密度 (尾/100m²) と釣りCPUE (尾/人・時間) の間には、正の相関が認められ ($R=0.877$, $p=0.004$)、生息密度が高いほど良く釣れる傾向にあった。また、ビッグベイトSPUE (尾/投・100m) についても、釣りCPUEとの間に正の相関が認められたことから ($R=0.798$, $p=0.008$)、ビッグベイトSPUEを指標にして、コクチバスが多く生息する場所を発見し、そこで釣りによる駆除を行うことで、駆除の効率化に繋げることが可能になる。今後は、年間通して調査を実施し、季節や環境要因との関係についても明らかにする必要がある。

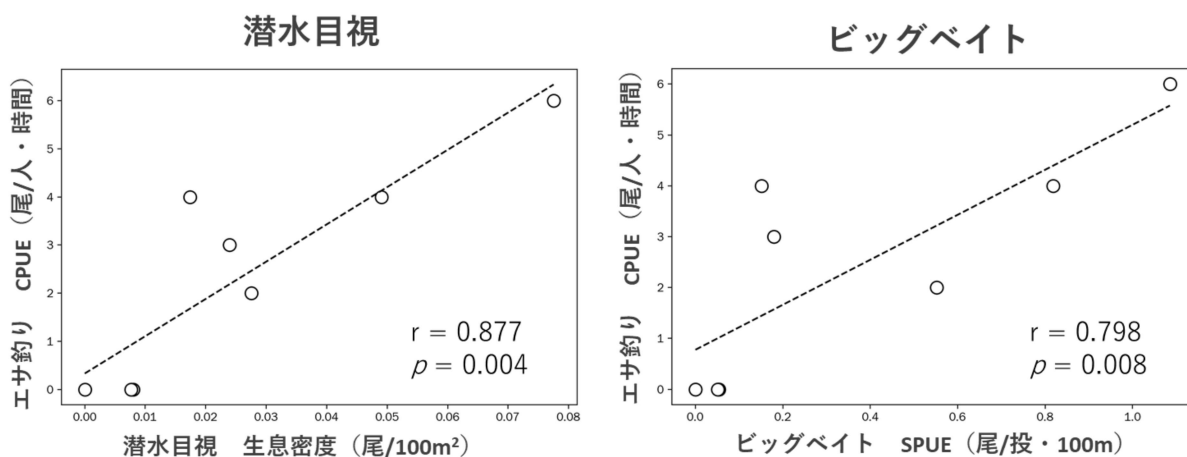


図2 潜水目視とビッグベイトSPUEの関係性

釣りCPUEと環境要因の関係性

釣りによるCPUEと調査区間の環境要因 (水温、川幅、流程、透視度) の関係性について

て、一般化線型モデルを用いて解析したところ、透明度が高く、川幅が狭く、流程が短い場所で釣れ具合が高かった（表1，図3）。夏季は、モデルで選択されたような水通しが良く比較的コンパクトな場所にコクチバスが多く生息している可能性が考えられた。一方で、ミミズを使用した餌釣りは、広範囲を釣ることが難しいため、川幅が広く、流程が長い場所では釣りの効率が低下する可能性があることから、大規模河川での調査も実施していく必要がある。

表1 一般化線形モデルの諸元

変数	係数	SE	t値	p値
水温	-0.37	0.25	-1.47	0.14
川幅	-0.39	0.078	-5.00	<0.001
流程	-0.009	0.003	-2.99	0.0027
透視度	3.75	0.66	5.65	<0.001

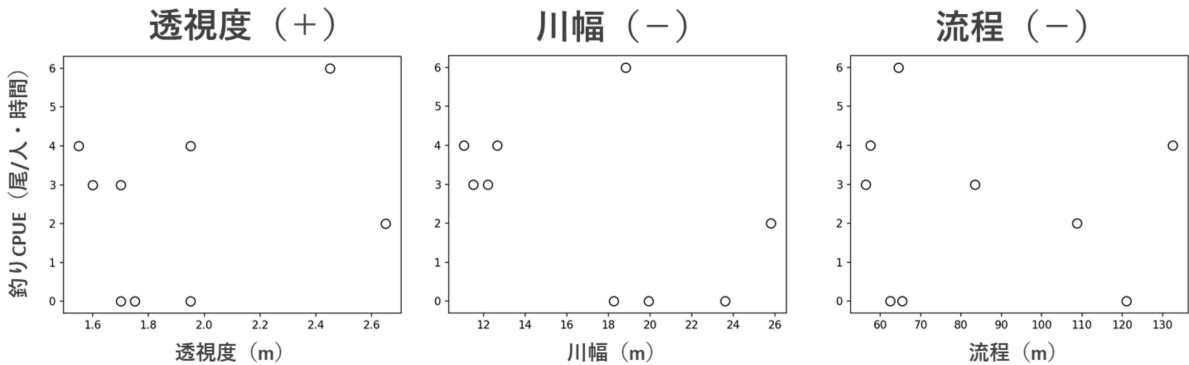


図3 釣りCPUEと環境要因の関係性

3. 持続可能な駆除体制の構築

那珂川では、駆除されたコクチバスの96%が釣り人からの買い取りによるものであることから、今後も駆除を継続していくためには、釣り人とのさらなる連携が不可欠である。そこで、駆除協力者の着実な確保に向けて、令和6年度に実施した釣り人を対象にしたアンケート調査データを活用し、買取駆除に協力的な釣り人の特徴を明らかにした。

(1) 調査方法

2024年12月25日～2025年1月10日の間、釣り人を対象に、コクチバスの駆除に関するWEBアンケート調査を実施した（有効回答者数：2,278名）。買取駆除への協力意思および趣味とする釣りの種類のデータを用いて、ロジスティック回帰分析を行い、買取駆除に協力的と回答した釣り人は、具体的にどのような釣りを趣味とするのかを分析した。

(2) 結果及び考察

買取駆除に協力的な釣り人の特徴

買取駆除に協力的な釣り人は、アユ釣りを趣味とする人（オッズ比：1.827, $p<0.001$ ）や、コイ・フナ・ウグイなどの雑魚釣りを趣味とする人（オッズ比：1.514, $p=0.014$ ）

が選択された。これらは、コクチバスによる食害などの被害を受けている魚種を対象とした釣りであり、このような釣り人が集まるコミュニティに対して協力を依頼することで、駆除協力者の着実な確保に繋がると考えられた。

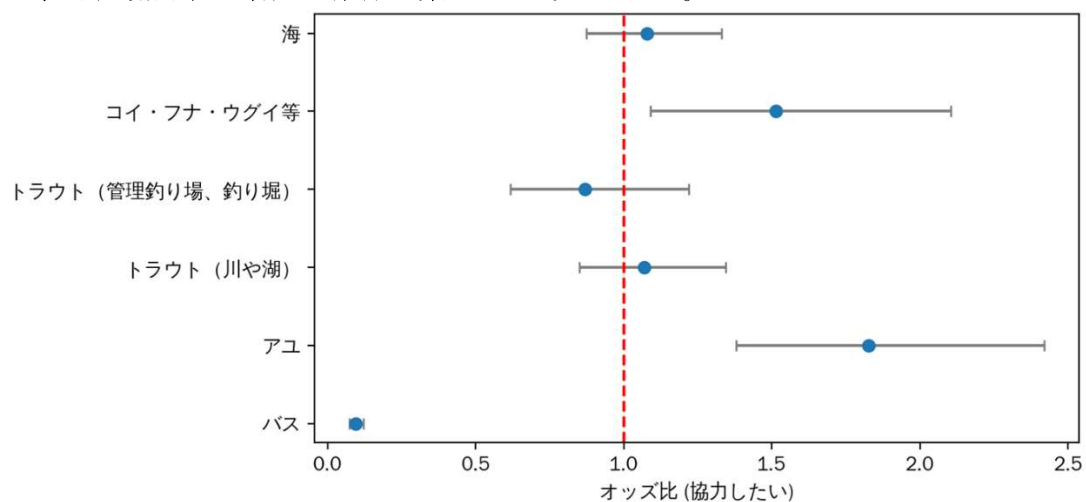


図 5 釣り人の買取駆除への協力意思

4. 引用文献

- 1) 酒井忠幸(2018) 栃木県那珂川水系におけるコクチバスによる漁業被害抑制手法の確立, 河川流域等外来魚抑制管理技術開発事業報告書: 76-85.

横塚哲也、菊池雅貴 (栃木県水産試験場)

(4) コクチバス根絶に向けた低密度管理手法の開発と評価

要旨

山梨県の琴川ダム貯水池において、令和元年に特定外来生物であるコクチバスの定着が確認され、令和2年より積極的な駆除を実施している。個体数は令和5年にリバウンド現象が確認されたものの着実に減少し、令和6年は繁殖期の集中的な駆除の実施により、捕獲数は過去最低値となった。令和7年は更なる個体数の低減を目指し、同様の駆除を実施するとともに、ライトトラップ及び環境DNA技術によるモニタリングを行った。刺し網での捕獲数は2個体と過去最低値を更新し、ライトトラップにおいても仔稚魚は捕獲されず、再生産は無かったものと推察された。環境DNA分析によるコクチバスDNAの検出率は令和6年より減少し、捕獲状況や推定生息数等とも同傾向を示した。コクチバス個体数の減少に伴い、他魚種の個体数は増加する傾向にあった。在来種（アマゴ、イワナ）においては環境DNAによる生息状況の評価を行ったが、継続した検討が必要と考えられた。コクチバス根絶に向け、今後も繁殖期の集中的な駆除とライトトラップや環境DNA技術等を組み合わせたモニタリングを行うと同時に、在来種等の他魚種の回復状況の把握並びに評価方法の検討も進めなければならない。

1. はじめに

山梨県の琴川ダム貯水池において、R1年に特定外来生物であるコクチバスの定着が確認され、R7年まで積極的な駆除を実施している。R5年にはリバウンド現象が確認され（谷沢・三浦 2024）、個体数を減らすことに成功した状況下では、一度も繁殖を成功させない駆除の実施が必須となったことから、R6年はこれまでの全年級の個体数を減らす駆除から繁殖期の親魚の集中的な駆除に方針を変更した（谷沢・三浦 2025）。R7年は本法による駆除を継続するとともに、R6年に有効性が確認されたライトトラップ及び環境DNAによるモニタリングを引き続き実施し、その効果を検証した。また、コクチバス個体数減少に伴う在来種（アマゴ、イワナ）の回復を評価する方法として、環境DNA手法の有効性についても併せて検討した。

2. 材料と方法

(1) 調査水域

琴川ダム貯水池は富士川水系笛吹川支流の琴川上流域に位置し（図1）、2008年3月に完成した多目的ダムである。ダム天端標高1,464m、常時満水位は1,453.5mと多目的ダムでは日本一高所にあるのが特徴であり、一部に漁業権が設定されている。有効貯水容量4,750,000m³、貯水池面積0.3km²、湖周約3.8kmであり、例年凡そ1月に結氷が始まり、2月に全面結氷し、3月には解氷する。

調査期間中のダム湖内の水の透明度について、直径30cmの白色の円盤（透明度板）を船上から沈め肉眼で見えなくなる水深として求めたところ6～8.5mの範囲内であり、多くの調査日が7mであった。

(2) 調査方法

R7 年は R6 年と同様、繁殖をさせないことに主眼を置いた繁殖期の集中的な親魚の駆除を行った。実施時期は 5 月 29 日から 8 月 6 日とし、過去の研究において最も CPUE の高かった刺し網(谷沢ら 2022)を用いた駆除を概ね 1 週間おきに計 11 回実施した。設置枚数は 1 回の調査あたり 25-35 枚とし、目合 42-80mm、丈 1.5-1.8m、幅 8.0-30m の刺し網(三谷釣漁具店製 sn-13,14,15 等)を適宜組み合わせた。

シュノーケリングによる潜水調査は、概ね刺し網と同期間に週 2 回実施し、1 日あたり 2 人でダムサイトを除く湖岸の約 9 割の距離を日中の 2-3 時間かけて行った。水深 3m 以浅の場所を目視し、コクチバスが確認された際は水中銃(BEUCHAT 製 CANON750)及び、手銃(JACKKNIFE 製カワセミ)を用いて駆除した。併せて目視した他魚種の情報(魚種、個体数)も記録した。

ライトトラップは過去に産卵床が確認された場所を中心に計 8 カ所設置した(図 2 中)。設置と回収は刺し網作業時に併せて行い、すなわち刺し網回収時に設置し、約 1 週間放置後、翌週の刺し網設置時にサンプル回収する方法で実施した。

環境 DNA 調査については、山中・廣中(2019)が報告した手法を一部改変(ステリベクスではなくフィルターホルダーを使用)した手法(谷沢・三浦 2025)により採水及び現場ろ過を行った。採水は繁殖期(5 月下旬~8 月上旬)とそれ以降(8 月下旬~12 月下旬)にかけて行い、繁殖期は刺し網設置作業の前に、繁殖期以降は約 1 カ月おきに計 16 回実施した。採水場所は琴川ダム貯水池内の 3 地点(図 2 下)とし、船上から表層水を採水した。各調査日毎にフィールドブランクを作成し、全てにおいて対象魚種 DNA の検出がないことを確認した。

(3) 分析

捕獲されたコクチバスは殺処理後冷凍し、後日解凍の上、全長、標準体長、体重、生殖腺重量を測定するとともに、鱗による年齢査定を行った。また、坪井ら(2016)の手法により、年



図 1 琴川ダム貯水池の位置図

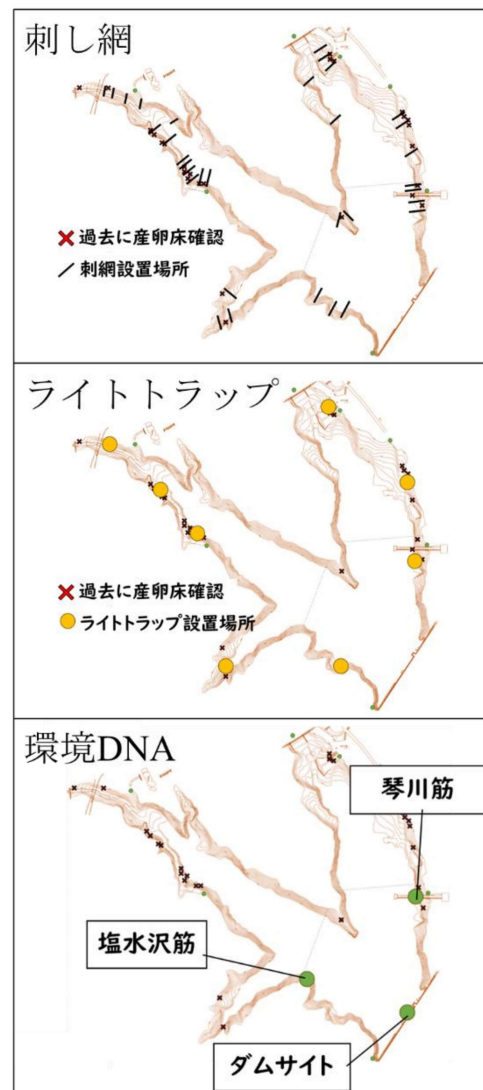


図 2 調査地点

(上：刺し網 中：ライトトラップ
下：環境 DNA)

級群の減少率から生息個体数推定（Virtual population analysis, VPA）を行った。R7 年は R6 年と同様に駆除の影響で年級群の順当な減少がみられなかったため、全死亡係数は R2～R4 の 3 カ年の平均値を使用した。

環境 DNA の分析は一般社団法人 環境 DNA 学会（2025）のマニュアルに従った。DNA の検出及び定量は TaqMan プローブ法により行い、Thermal Cycler Dice Real Time system IV（タカラバイオ株式会社）を用いて行った。コクチバスに加え、R7 は新たに在来種であるアマゴとイワナについても分析を行った。各魚種の種特異的プライマー及びプローブはいずれも既報のものを使用した（コクチバス：Jo et al., 2020、アマゴ：乾ら 2019、イワナ：Yamamoto 2025）。反応液の組成は表 1 のとおりとし、PCR は各サンプル 3 繰り返し行った。また、PCR 時にはネガティブコントロールとして超純水、DNA 定量のための検量線作成用に増幅対象領域の人工合成遺伝子をサンプルと同様に 3 繰り返しずつ用意した。人工合成遺伝子については、コクチバスは谷沢（2025）と同希釈系列、アマゴ及びイワナは 2.0×10^4 、 2.0×10^3 、 2.0×10^2 、 2.0×10^1 コピー/ウェルになるよう 4 段階の希釈系列を用意した。

表 1 リアルタイム PCR の反応液組成

	×1 (μL)
TaqPath qPCR Master Mix, CG	10
primer F (10μM)	1.8
primer R (10μM)	1.8
probe (2.5μM)	1
templateDNA	5
DW	0.4
total volume	20
	×1 (μL)
TaqManEnvironmental Master Mix 2.0	10
AmpErase Uracil N-glycosylase	0.1
primer F (10μM)	1.8
primer R (10μM)	1.8
probe (2.5μM)	1
templateDNA	2
DW	3.3
total volume	20

定量限界及び検出限界の測定は、アマゴ及びイワナについては増幅対象領域の人工合成遺伝子をそれぞれ 2.0×10^1 、 1.0×10^1 、 5.0×10^0 、 1.0×10^0 コピー/ウェルになるように 8 繰り返しずつ用意し、DNA 溶液と同様のサーマルサイクルで PCR を実施することで行った。2 魚種ともに 5.0×10^0 コピー/ウェルで 8 繰り返し全てが陽性となり、 1.0×10^0 コピー/ウェルでは 8 繰り返し中 4 回陽性となった。本結果に基づき、アマゴ及びイワナについてはそれぞれ 5.0×10^0 コピー/ウェルを定量限界、 1.0×10^0 コピー/ウェルを検出限界とした。コクチバスについては、谷沢（2025）による測定値（定量限界： 2.0×10^1 コピー/ウェル、検出限界： 1.0×10^0 コピー/ウェル）を使用した。

3. 結果

繁殖期の刺し網等による集中的な駆除の結果、R7 年の総捕獲個体数は 2 個体となり、過去最低値であった（図 3）。捕獲個体を年齢査定したところ、3 歳及び 5 歳魚であり、1 歳魚は確認されなかった。潜水目視調査において仔稚魚や産卵床は確認されず、ライトトラップにおいても調査期間を通してコクチバス仔稚魚の捕獲は無かった。

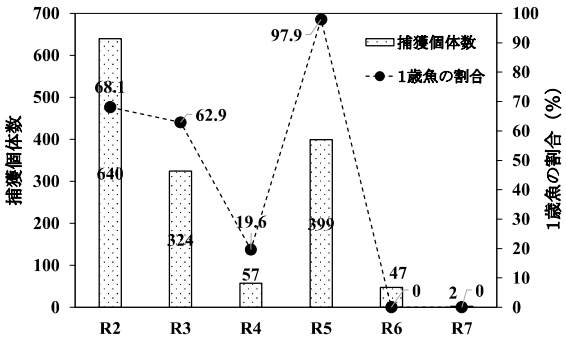


図 3 捕獲個体数と 1 歳魚の割合の推移

環境 DNA 分析の結果、全ての魚種で検出量は定量限界を下回ったため、検出限界を超えた場合を陽性と判断した。調査期間を通してコクチバス DNA が検出された回数は 3 回 ($N=144$) で、検出時期は 6 月 (2 回) と 8 月 (1 回) であった (図 4 上)。同期間におけるアマゴ DNA の検出回数は 13 回で、8 月と 12 月を除く全ての月で検出が認められ、3 地点全てで検出がみられた (図 4 中)。イワナ DNA の検出回数は 3 回で、6 月 (2 回) と 10 月 (1 回) に検出された (図 4 下)。なお、採水時のフィールドブランクと PCR 時のネガティブコントロールから各魚種の DNA は検出されなかった。

VPA によりコクチバス生息個体数を概算したところ、R7 年の生息個体数は 4 個体、生息量は 1.9kg と推定された。この状況下におけるコクチバス DNA の検出率を繁殖期の範囲内 (5 月～8 月、 $N=99$ 、検出回数 3 回) で算出すると 3% であった。 (図 5)

他魚種の動向として、潜水目視調査におけるアマゴ (稚魚) 及びワカサギの確認数が増加傾向を示し、特にアマゴの目視数が大幅に増加した (図 6)。ライトトラップにおいてもワカサギは恒常的に捕獲され、アマゴが 6 月から 7 月にかけて計 8 個体初めて捕獲された。

4. 考察

琴川ダム貯水池のコクチバスにおいては、刺し網等による繁殖期の集中的な親魚捕獲が駆除効率の面でも有効であることが示されている (谷沢・三浦 2025)。R7 年も同法による駆除を実施した結果、捕獲数は 2 個体と過去最低値となった。推定生息数にすると 4 個体となり、ダム湖内の生息個体数は極めて低水準の段階に入ったものと推察された。また、R7 年の捕獲魚に 1 歳魚

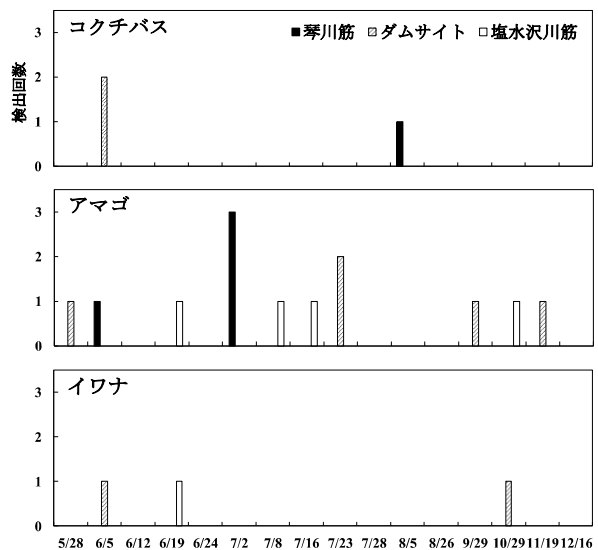


図 4 環境 DNA 分析による各魚種 DNA の調査日毎の検出回数
(上：コクチバス 中：アマゴ 下：イワナ)

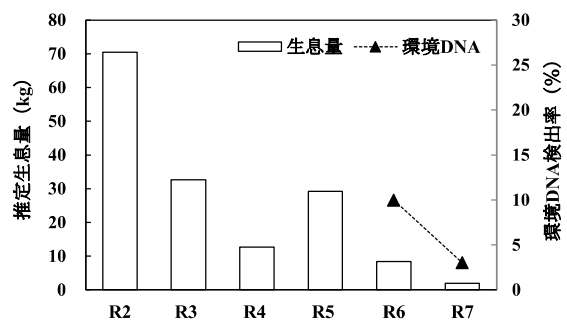


図 5 コクチバス推定生息量と環境 DNA 検出率の推移

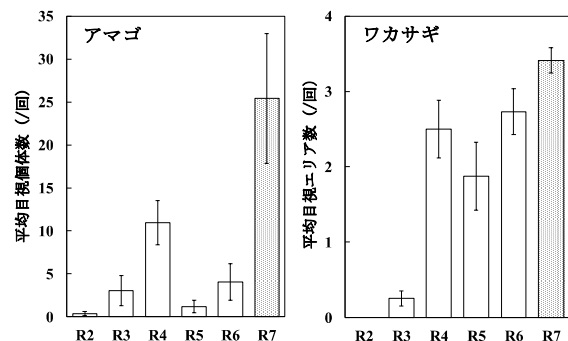


図 6 アマゴの平均目視個体数 (左) とワカサギの平均目視エリア数 (右) の推移

が確認されなかったことから、R5 年に続き R6 年も繁殖阻止に成功したものと考えられた。R7 年についても潜水目視調査及びライトトラップでの産卵床や仔稚魚の確認は無く、再生産は無かった可能性がある。繁殖期の集中的な駆除とライトトラップによるモニタリングの併用により、安定したコクチバス個体数の低減効果がみられ、その有効性が再確認されたといえる。

環境 DNA によるモニタリングの有効性を検討したところ、コクチバス DNA の検出率は R6 年では 10% (谷沢・三浦 2025) であったのに対し、R7 年の同期間では 3% と減少し、捕獲数や推定生息量等とも同傾向を示した。既に個体数が少なく検出が難しい状況下ではあるものの、コクチバスの存在確認レベルでの本手法の活用は有効であるものと思われた。さらに、本年度は 12 月下旬まで調査を実施し、9 月以降の検出は認められなかった。本結果から、環境 DNA によるコクチバスのモニタリング適期は繁殖期である可能性が示唆され、今後のモニタリングについては本シーズンに特化した実施を検討していく。

外来魚駆除においては、その最終目標を在来種の個体数回復とすべきとの指摘もされている (坪井ら 2023)。本貯水池においてもコクチバスの減少に伴い、在来種等の他魚種の回復が確認されている (谷沢・三浦 2025)。R7 年はアマゴにおいて、潜水目視数が大きく増加し、ライトトラップでも初めて稚魚が捕獲される等、確認個体数の増加が認められた。環境 DNA 分析においても、コクチバスと比較し検出率が高い結果となり、検出が多かった時期も目視調査やライトトラップで稚魚が確認された時期と概ね一致し、生息状況のモニタリングに本手法が活用できる可能性が見出されたと考えられる。一方で、イワナでは検出率は極めて低く、刺し網での捕獲状況とは異なる結果となった。目視調査においてアマゴは日中に湖岸を遊泳している群れが確認されているのに対し、イワナは無く、より深い水深を生息域とするイワナにおいては DNA の採集が困難である可能性が考えられた。ダム湖においては河川に比べ湖内の流速は小さく、水深も大きいため、環境 DNA が拡散しにくい状況にあるとされる (環境 DNA 学会 2025)。刺し網での捕獲数や目視状況と環境 DNA の検出量等が一致しない理由として、このようなダム湖の特有の環境が影響しているものとも推察された。いずれにせよ、本手法が在来 2 魚種の個体数回復の評価指標となり得るかについては、ある程度の継続した検証が必要であると思われる。

琴川ダム貯水池のコクチバス生息数は順調に減少していると推察され、今後も根絶に向けリバウンドを許さない駆除とモニタリングの継続実施が重要と考えられる。次年度以降は確実な駆除等に加え、アマゴやイワナ、ワカサギ等の他魚種回復を示す科学的データを得るための有効な評価方法等についても同時並行で検討していく予定である。

5. 引用文献

- 一般社団法人 環境 DNA 学会 (2025). 環境 DNA 調査・実験マニュアル (ver. 3.01). <https://ednasociety.org/manual/> (2026/1/26 確認).
- 乾隆帝, 河野誉仁, 赤松良久, 栗田喜久 & 後藤益滋 (2019). 環境 DNA を用いた佐波川および小瀬川における河川水温変化に伴うアマゴ分布域の変化予測. 土木学会論文集 B1 (水工学). 75(2). 523-528
- Jo T, Fukuoka A, Uchida K, Ushimaru A, Minamoto T. (2020). Multiplex real-time PCR enables the simultaneous detection of environmental DNA from freshwater fishes: a case study

of three exotic and three threatened native fishes in Japan. *Biological Invasions*, 22, 455-471.

谷沢弘将, 大浜秀規 & 青柳敏裕 (2022). 日本一高所に定着したコクチバス *Micropterus dolomieu* の生息状況と駆除結果にもとづいた順応的管理の提案. 伊豆沼・内沼研究報告. 16. 79-95.

谷沢弘将 & 三浦正之 (2024). ダム湖でのコクチバス低密度管理技術の開発. 効果的な外来魚等抑制管理技術開発事業報告書. 52-58.

谷沢弘将, 三浦正之, 村井涼佑, 竹内智洋, 山本充孝, 馬場真哉, 増田賢嗣 & 坪井潤一 (2024). ライトトラップによる外来魚仔稚魚の捕獲. 日本水産学会誌. 90. 220-227.

坪井潤一, 松石隆, 渋谷和治, 高田芳博, 青柳敏裕, 谷沢弘将, 小澤諒 & 岡崎巧 (2016). 西湖におけるクニマス資源量の概算. 日本水産学会誌. 82. 884-890.

坪井潤一, 片野修, 水本寛基 & 荒木仁志 (2023) 金原ダム湖におけるオオクチバスの機能的根絶. 保全生態学研究. 28. 437-452.

山中裕樹 & 廣原嵩也 (2019). 環境 DNA 試料の採取から分析に至るまで. 化学と生物. 57. 380-387.

Yamamoto S. (2025). Longitudinal distribution of environmental DNA of a salmonid fish, white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis*, in a small stream. *Journal of Fish Biology*, 107, 275-281.

平塚 匡、谷沢弘将 (山梨県水産技術センター)

(5) 瀬田川におけるチャネルキャットフィッシュの琵琶湖への侵入 防止対策

要旨

琵琶湖のチャネルキャットフィッシュは生息量の多い流出河川の瀬田川から侵入していると推測されている。本種による琵琶湖での生態系被害や漁業被害を防止するためには、特に生息量の多い瀬田川洗堰（以下、洗堰）より下流の瀬田川から洗堰上流（以下、瀬田川上流）への侵入状況を把握し、琵琶湖への侵入を阻止する必要がある。そこで、洗堰下流の瀬田川（以下、瀬田川下流）から天ヶ瀬ダムの中で本種の移動状況を調査した。洗堰直下では産卵期である 7～8 月に、延縄の針 100 本あたりの成魚採捕数（CPUE）が増加したことから、本種が産卵遡上していることが示唆された。加えて当水域で秋期に満一歳魚が採捕されたことから、前年度に堰下で産卵していたことが示唆された。また天ヶ瀬ダム湖の滋賀県部分については 5 月に多数の満 2 歳魚と思われる未成魚が採捕されたが、成魚の採捕が少なく、天ヶ瀬ダムの貯水量の変動や季節による生息場所の移動等は確認されなかった。さらに今年度より天ヶ瀬ダム湖の京都府部分についても調査を行ったところ、滋賀県内の水域よりも非常に多くの成魚が採捕されたことから、この水域で繁殖・成長した個体の一部が、瀬田川を遡上し洗堰直下まで生息域を広げていることが推察された。今後は、洗堰下流において継続的に延縄での採捕を行うことで、生息密度を低下させ、上流への侵入を防ぐことができるのか、実証的試験を続けるとともに、引き続き南湖や洗堰上流の瀬田川での生息状況の把握や侵入した個体の徹底的な駆除を行う必要がある。

1. はじめに

滋賀県内の琵琶湖水系（琵琶湖および流出河川の瀬田川）では 2001 年に琵琶湖北湖においてチャネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* が初めて確認された。その後は 2003 年に北湖で 1 個体、2007 年に南湖で 1 個体が確認されたのみであったが、2008 年以降天ヶ瀬ダム湖を含む瀬田川洗堰下流の瀬田川で、2012 年以降は南湖、2017 年以降は洗堰上流の瀬田川で毎年継続的に確認されている（滋賀県水産試験場、2019；臼杵、2019；石崎ほか、2023）（図 1、2）。滋賀県内での 2024 年までの採捕数の総計は 2018 個体にのぼっており、そのうち瀬田川下流で採捕されたものは 1451 個体を占め、延縄漁業や調査による漁獲努力量あたりの採捕数（以下、CPUE）は県内の他の水域と比較しても高く、幼魚から成魚までの様々なサイズの個体が毎年まとまって採

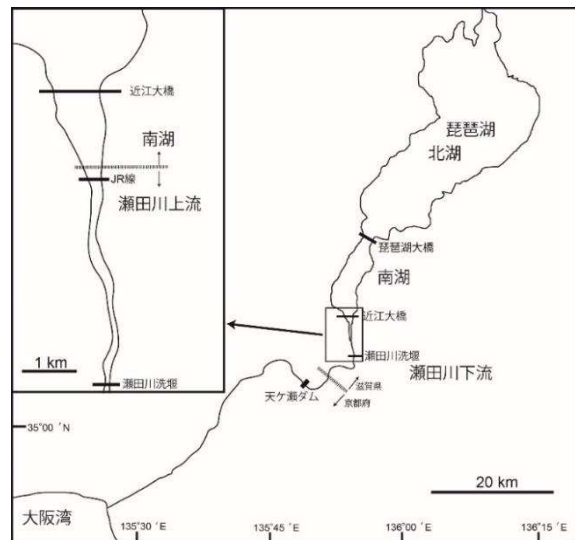


図 1 琵琶湖および流出河川の瀬田川

捕されていることから、当該水域に定着していると判断されている（石崎ほか，2022）。

一方で、瀬田川上流では 2024 年までの採捕数の総計は 472 個体であり、本水域で繁殖した幼魚や、個体数の多い瀬田川下流から侵入してきた個体が採捕されている可能性が考えられる（石崎ほか，未発表）。この水域では 2019 年から滋賀県漁業協同組合連合会により積極的な駆除活動が行われ、2018 年、2019 年に CPUE は大きく増加したものの、2020 年以降の CPUE は瀬田川下流より有意に低く抑えられており、定着の判断には至っていない。なお、瀬田川洗堰には魚道がなく、通常放流時の落差は 6 m 程度であることから、通常時の本種の遡上は不可能であるが、琵琶湖水位の上昇を制御するための全開放流時にはゲートを開放し落差がなくなることから、この時に本種の遡上が可能になるものと予想される。本種は産卵期かつ増水期である 6 月～8 月に洗堰下流側に天ヶ瀬ダム湖から遡上してくることが示唆されており、この時に全開放流が重なることで瀬田川上流へと遡上しているものと思われる。

南湖では 2024 年までに総計で 86 個体が採捕されているが、CPUE は瀬田川下流や上流と比較して低いことから繁殖については判断できず、瀬田川から移動した個体が採捕されている可能性が指摘されている（石崎ほか，2022）。また、南湖全域において環境 DNA 手法による本種の生息状況調査が 2021 年、2022 年に行われ、2021 年の調査では 30 地点中 4 地点において、2022 年の調査では 2 地点においてのみ本種の DNA が検出された（石崎ほか，2023）。

したがって、チャネルキャットフィッシュの生息拡大による、琵琶湖生態系の破壊および漁業被害を防止するためには、本種が定着し生息量も多いと考えられる瀬田川下流から瀬田川上流への侵入を防ぐことが不可欠である。そこで本研究では採捕調査により瀬田川下流における本種の季節的な移動を把握するとともに、さらに下流に位置する天ヶ瀬ダムでも採捕調査を行い、本種の生息状況と琵琶湖に与える影響について検討した。

2. 瀬田川下流における本種の季節的な移動状況

(1) 方法

i 調査水域

調査地は琵琶湖流出河川の瀬田川および天ヶ瀬ダムとした。瀬田川には琵琶湖との行政的な境界から約 5 km 下流に瀬田川洗堰が設置されている。調査対象は洗堰下流から約 16 km 下流の京都府にある天ヶ瀬ダムまでとした（図 3）。瀬田川は洗堰下流より約 1.5～3.5 km の間は渓谷となっており、急流で調査が困難である。また、洗堰より約 3.5 km 下流が天ヶ瀬ダム満水時の湛水域上端であるが、この湛水域うち約 3.5～5.5 km の間はダムの水位が低下した際には、急流となり調査が不可能である。したがって、滋賀県域での調査対象はこれらを除いた区間とし、洗堰下流から約 1.5 km までの区間を堰下

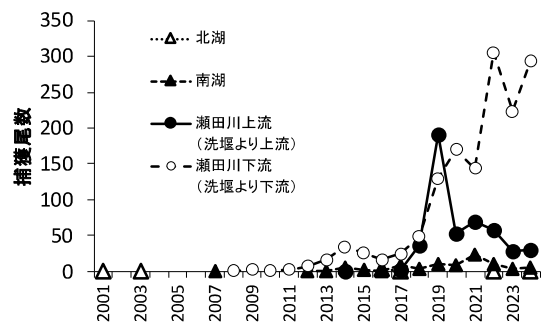


図 2 2001 年から 2024 年までの琵琶湖および瀬田川におけるチャネルキャットフィッシュの捕獲数の推移

エリア、約 5.5～8.0 km までを天ヶ瀬エリア（滋賀県域）とした。また、さらに下流側の京都府域では、調査水面にアクセスできる地点が天ヶ瀬ダムと田原川の合流点近くにあるスロープのみであることから、調査船での移動可能範囲を考慮し、天ヶ瀬ダムから喜撰山発電所放流口までの約 5.5 km の区間を天ヶ瀬エリア（京都府域）とした。

そして、堰下エリアは 5 地点を、天ヶ瀬エリア（滋賀県域）は 2 地点を、天ヶ瀬エリア（京都府域）は 5 地点を設けて調査を実施した。

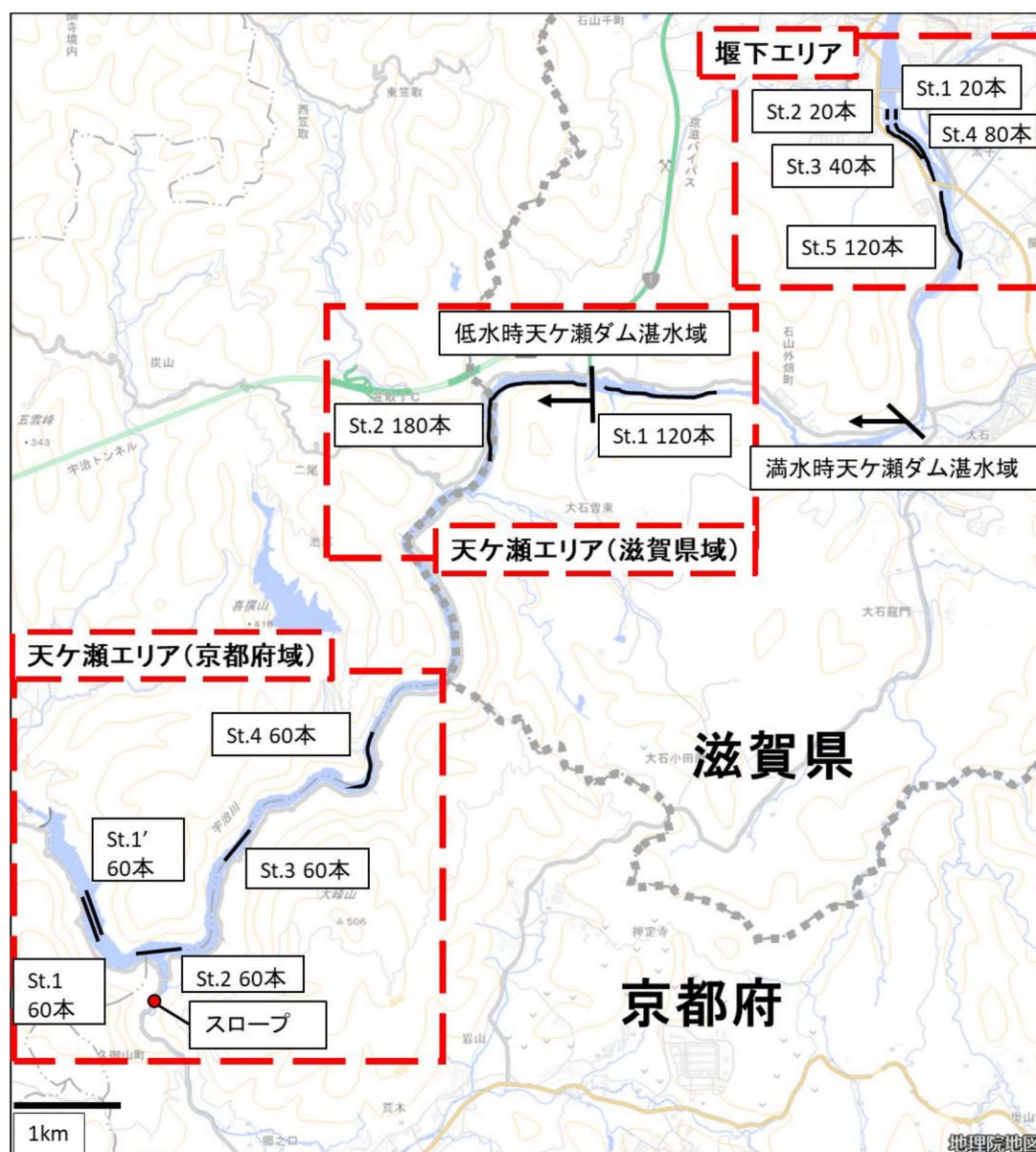


図 3 瀬田川洗堰から天ヶ瀬ダム間における調査場所と調査地点（地点名の右記は針数）

ii 調査方法

滋賀県域では 2025 年 4～11 月に原則毎月 2 回、各エリアで延縄による採捕調査を実施した。延縄は水深等の環境に合わせて、堰下エリアでは、1 カゴあたり幹縄長は 50 ないし 500 m、針数は 20 ないし 80 本、針は太軸の 14 号のムツバリの仕様とし、これらを複数カゴ組み合わせて、幹縄総延長約 1600 m、針数 280 本を船舶を用いて設置した。天ヶ瀬エリア（滋賀県域）では 1 カゴあたり 500 m、針数 60 本、針は堰下エリアと同様の仕様とし、幹縄総延長約 2500 m、針数 300 本となるように船舶を用いて設置した。餌は冷凍のアユの切り身を用い、日中に仕掛け翌日の日中に引き上げた。調査回数は堰下エリアを 11 回、天ヶ瀬エリアを 9 回とした。京都府域では 2025 年 7～12 月に概ね 1 月 1 回、延縄による採捕調査を実施した。使用する延縄は天ヶ瀬エリア（滋賀県域）と同様の仕様とし、幹縄総延長約 2500 m、針数 300 本となるように船舶を用いて設置した。餌は冷凍のアユの切り身ないしは冷凍スゴモロコの切り身を用いた。調査回数は 5 回とした。

採捕した個体は標準体長を記録し、採捕個体数を針数で除して 100 倍し、延縄の針 100 本あたりの CPUE を求めた。CPUE はエリアごとに加え、地点ごとにも算出した。なお、洗堰放流量は滋賀県土木防災情報システムから、天ヶ瀬ダム貯水量は国土交通省水文水質データベースから入手した。

(2) 結果と考察

堰下エリア全体では期間中 129 個体の本種が延縄により採捕された。CPUE は、5 月から 6 月に高い値を示し、7 月から 8 月まで低い値を示した後 9 月以降はさらに高い値で推移した。一方で、成魚（SL>400 mm）の CPUE は産卵期である 7 月から 9 月にかけて他の時期よりもわずかに高い値を示した。（図 4）。地点別の CPUE 変動では、洗堰直下にあたる St.1、2 で成魚の採捕はなく、7 月から 8 月にかけて全く採捕されない時期が見られた。St.4、5 は堰下エリア全体と同様な変動傾向を示し、特に St.5 では 9 月以降に CPUE が非常に高い値を示した。本種は原産国では産卵期に河川を遡上することが知られており（Humphries,

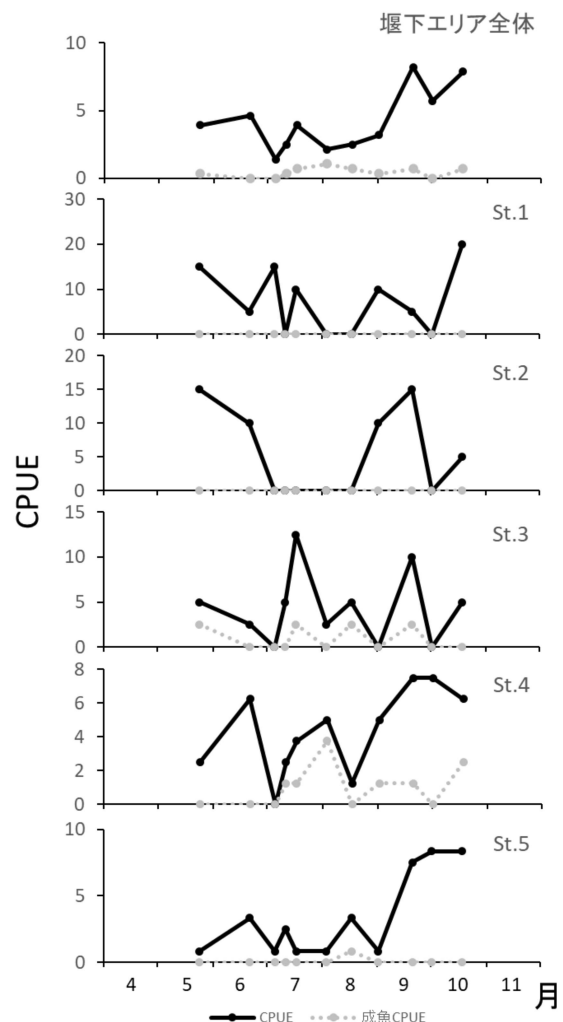


図 4 堰下エリアにおける CPUE(延縄の針 100 本あたりの採捕数) の変化

1965)、瀬田川での産卵期は5～8月と考えられていることから、この時期に生息量が多いと考えられる天ヶ瀬ダム湖から成魚が産卵遡上し洗堰で遡上が止められることにより、このエリアでの成魚のCPUEが上昇したものと考えられる。一方で、9月以降のCPUEの上昇は未成魚が多く採捕されたことによるもので、特に2024年度産まれと思われる小型の個体が多くを占めたことから、洗堰下で当該年度に多くの個体が産まれたことがうかがわれた。これは2023年度、2024年度の調査では見られなかった傾向であった。

天ヶ瀬エリア(滋賀県域)では期間中179個体の本種が延縄により採捕された。エリア全体のCPUEは5月に14を超える非常に高い値を示し、その後は5前後で推移した(図5)。地点別のCPUEでは上流側のSt.1で5月に特に高い値を示したが、その他の月については両地点とも似た傾向を示した。5月に採捕された本種の多くは体長20 cmから30 cmの満2歳魚と思われる個体であり、成魚はほとんど採捕されなかった。2023年度、2024年度に見られた天ヶ瀬ダムの貯水量と連動するような傾向は見られなかった(図6)。また、2024年度に見られたような、満一歳魚の加入による秋期のCPUEの上昇も見られなかった。

天ヶ瀬エリア(京都府域)では期間中に95個体の本種が延縄により採捕された。エリア全体のCPUEは夏期に高い値を示し、冬期に向けて徐々に低下した(図7)。地点別CPUEでは、最も下流で水深の深い地点であるSt.1、1'で夏期に非常に高い値を示し、採捕された個体の大半が成魚であった。上流側の水深が浅いSt.4でも高いCPUEを示すことがあったが採捕されるのは未成魚が主であった。一方で12月には上流側での成魚の採捕が増えたことから、天ヶ瀬ダムの貯水位の上昇と連動し、上流側へ広く移動していることが窺われた。このエリアの特筆すべき点は成魚の多さで、特に下流側の水深の深い地点では夏

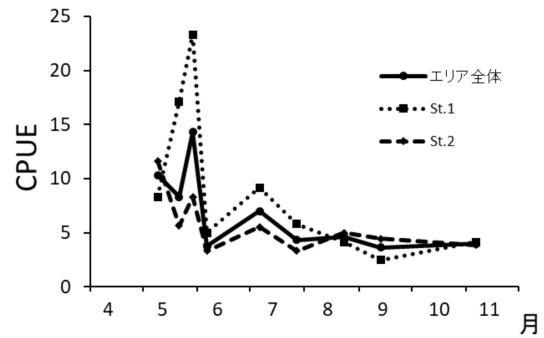


図5 天ヶ瀬エリア(滋賀県域)におけるCPUE(延縄の針100本あたりの採捕数)の変化

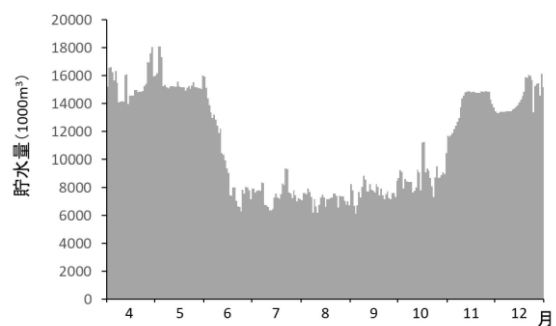


図6 2025年4～12月の天ヶ瀬ダム貯水量

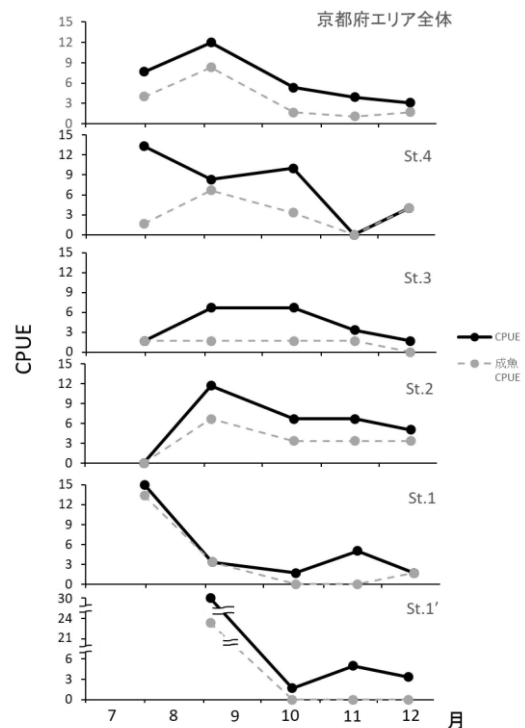


図7 天ヶ瀬エリア(京都府域)におけるCPUE(延縄の針100本あたりの採捕数)の変化

期に成魚の CPUE が 24 にも達した。

今回調査水域とした 3 つのエリアでの結果に加え、滋賀県漁連の実施する外来魚駆除事業での延縄による採捕結果をもとに瀬田川上流、南湖、北湖の CPUE を算出し、エリアごとのピーク時の CPUE を比較した（図 8）。

全体 CPUE は最も下流側である天ヶ瀬エリア（京都府域、滋賀県域）が高い値を示し、次点で堰下エリア、瀬田川上流が高い値を示した。琵琶湖南湖では瀬田川との境界付近で採捕された個体がいるものの CPUE は低く、また北湖での採捕はないため CPUE はゼロとなった。また、成魚の CPUE は天ヶ瀬エリア（京都府域）で顕著に高く、上流側へ行くにつれて低い値となった。瀬田

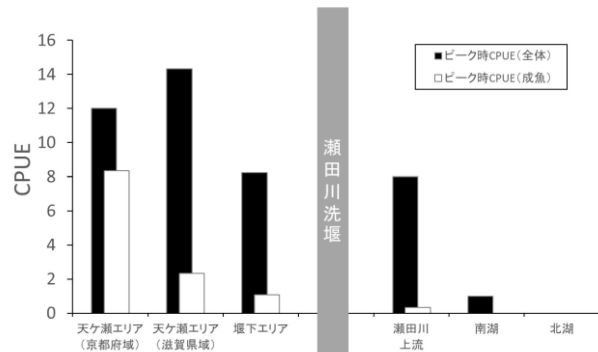


図 8 各エリアでの最大 CPUE

川上流の全体 CPUE が堰下エリアの全体 CPUE と同程度の値を示しているが、これは 2024 年度生まれと思われる幼魚が瀬田川上流で多数発生したことによるものであり、これらの幼魚は昨年度の全開放流時に遡上した親由来の個体と推察された。漁業者の懸命な駆除活動により多くを駆除できたものと思われるが、捕りきれなかった個体がいる可能性があるため次年度も状況を注視するとともに積極的な駆除を実施する。

上記のとおり、京都府域の天ヶ瀬ダムに大型の個体が多数生息しており、ここで繁殖・成長した個体が上流へ生息範囲を広げつつあることが改めて確認された。これらの親魚が瀬田川上流へ侵入することを防ぐため堰直下を中心に延縄を実施したが、2025 年は 6 月中旬に 1 度の全開放流量が行われ（図 9）、その後 6 月から 10 月の間に洗堰上流で成魚が 10 尾採捕されており、うち 2 個体は生殖腺の状況から産卵後と推察される雌個体であった。これらの個体は全開放流時に瀬田川下流から遡上したものだと思われ、堰の直下での駆除は時機を得にくいことを改めて示す結果となった。特に遡上の阻止を目的とするならば、全開放流が行われる前に堰直下にいる個体を取り除い

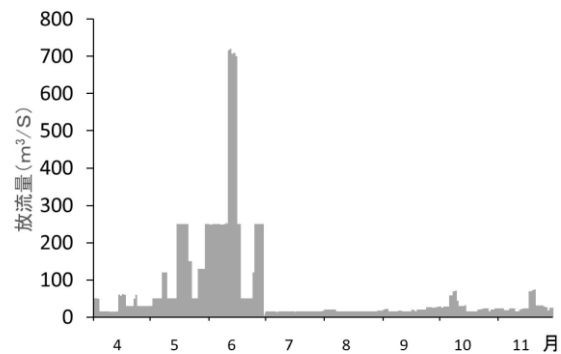


図 9 2025 年 4～11 月の瀬田川洗堰放流量。

301m³/S 以上で全開放流となる

ておく必要があるため、駆除を行うタイミングが非常に難しく、琵琶湖河川事務所などの他機関との連携協力や、新たな駆除手法の検討などが不可欠と思われる。

3. まとめ

瀬田川下流には多くのチャネルキャットフィッシュが生息しており、瀬田川上流および南湖に、本水域から侵入していると考えられている（石崎ほか，2022）。通常、洗堰には高さ約 6 m のゲートがあり本種の遡上は困難であるが、琵琶湖の水位が基準値より大幅に増加した際にはゲートを全開にして放流を行い（全開放流）、落差がなくなることから、洗堰直下まで遡上してきていた本種が洗堰より上流に容易に遡上する可能性がある。実際、瀬田川上流での調査では全開放流後に成魚が採捕されることが多く、7 月まで成魚がほとんど採捕されない年があるにも関わらず（石崎・田口，2023）、2019 年以降 2020 年を除いて毎年幼魚の発生が確認されている（石崎・山本，2023）。これらのことから、瀬田川上流では当水域で成長した本種が繁殖しているわけではなく、生息量の多い瀬田川下流から侵入した成魚が産卵することにより幼魚が発生しているものと推測される。また、南湖では本種は全域に広がっておらず、瀬田川上流の採捕数に応じて南湖の採捕数も増減することから（石崎，未発表）、南湖では繁殖しておらず瀬田川上流から侵入しているものと推測される。このようなことから、琵琶湖において本種の定着を阻止し、生態系や漁業の保全を行うためには、瀬田川下流からの侵入を抑える必要がある。本種は天ヶ瀬ダム湖から洗堰直下に遡上してくる考えられるが、通常時は洗堰直下で留まり、延縄による採捕で生息数を減少させられる可能性がある。2025 年は 6 月中旬に全開放流が行われたが、全開放流前に洗堰直下に遡上してきた個体を駆除できる機会が無かった。今後も、洗堰下流において継続的に延縄での採捕を行うことで、生息密度を低下させ、上流への侵入を防ぐことができるのか、実証的試験を続けるとともに、より良い駆除のタイミングと駆除手法を検討していく。また、今年度の調査で京都府域の天ヶ瀬ダムに大型の個体が多数生息しており、ここで繁殖・成長した個体が上流へ生息範囲を広げつつあることが確認された。琵琶湖への侵入を防ぐため、天ヶ瀬ダム（滋賀県域）において延縄での採捕を繰り返すことにより、洗堰下流へ遡上する個体が減少させられるかについても検討するとともに、京都府からの移動状況を把握し駆除に向けて関係機関と調整して実施していく必要がある。

4. 参考文献

- Humphries, R. L. 1965. A study of movement of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*), in the Savannah River and one of its tributaries within the AEC Savannah River operations area. U.S. Atomic Energy Comm. Rep. TID-21791, Institute of Radiation Ecology, Univ. of Georgia.
- 石崎大介・近藤昭宏・近野真央・山中裕樹. 2023. 南湖における環境 DNA によるチャネルキャットフィッシュの拡散状況の把握. 令和 3 年度滋賀県水産試験場事業報告. 83.
- 石崎大介・山本充孝. 令和 4 年度（2022 年度）チャネルキャットフィッシュ採捕状況. 令和 4 年度滋賀県水産試験場事業報告. 48.
- 石崎大介・田口貴史. 2023. 令和 3 年度（2021 年度）洗堰上流の瀬田川におけるチャネルキャットフィッシュの生息状況. 令和 3 年度滋賀県水産試験場事業報告. 80.
- 石崎大介・白杵崇広・三枝 仁・上垣雅史・田口貴史・根本守仁・酒井明久. 2024. 滋賀県におけるチャネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* の生息状況と駆除

方法. 滋賀県水産試験場研究報告. 59.

石崎大介・臼杵崇広・三枝 仁・上垣雅史・田口貴史・根本守仁・酒井明久・亀甲武志.
2022. 琵琶湖および流出河川瀬田川におけるチャネルキャットフィッシュの生
息状況. 魚類学雑誌. 69 : 75–85.

石崎大介・山本充孝. 令和 4 年度 (2022 年度) に瀬田川上流水域で発生したチャネルキ
ャットフィッシュ幼魚の個体数. 令和 4 年度滋賀県水産試験場事業報告. 50.
滋賀県水産試験場. 2019. 資料 4 瀬田川および琵琶湖におけるチャネルキャットフィ
ッシュの捕獲状況. 平成 29 年度滋賀県水産試験場事業報告. 152–154.

臼杵崇広. 2019. 平成 29 年度におけるチャネルキャットフィッシュの捕獲状況. 平成
29 年度滋賀県水産試験場事業報告. 73.

大植伸之、山本充孝（滋賀県水産試験場）

(6) ミズワタクチビルケイソウ生息状況の把握と漁場管理方法の検討

要旨

ミズワタクチビルケイソウ (*Cymbella janischii*) が漁場に及ぼす影響を明らかにするため、**I)** 昨年度採取した筑後川水系大山川と信濃川水系雑魚川の底生動物の種同定を進め、ミズワタクチビルケイソウ被覆度に対するそれらの群集組成、多様度、生活型・摂食型・摂食機能等の変化を解析した。また、**II)** 魚類への影響を調査するため、雑魚川のイワナ腸内容物の昆虫 DNA メタバーコーディングを行い、繁茂区と繁茂がそれほどひどくない区とのイワナの捕食昆虫の違いを解析した。

[結果] **I)** 両河川とも本種の繁茂によって底生動物の群集組成は有意に変化し、多様度の低下、もしくはその傾向が示された。底生動物の種類では、両河川とも遊泳型生物には影響がなかったが、特に匍匐型・造網型の底生動物が繁茂の影響を受け（低下）、主にこれら（匍匐型・造網型）のカゲロウ・トビケラ目が減少する一方、大山川ではハエ目が増加することが明らかとなった。**II)** イワナの捕食昆虫を解析した結果、繁茂区での減少は見受けられず、むしろ多様度が高く、カゲロウ・トビケラも多い傾向が示された。捕食した陸生昆虫に変化はなかった。

[考察] ミズワタクチビルケイソウの被覆度は、同じ河川・同じ区間の中でも一様でない場合がある。イワナの捕食昆虫に影響が見られなかった点については、影響の少ない低被覆箇所生物や、上流および支流からの流下物を捕食している可能性と、種の感受性分布で示されているように、上位生物では影響が軽減される可能性などが考えられた。一方、底生動物は本種の被覆によって直接影響（減少）を受けていることから、生態系保全の観点から、ミズワタクチビルケイソウの低密度管理は必要である。漁場管理においては、河床全面が広範囲で繁茂する場合には、底生動物を主に捕食する魚類に注意が必要であろう。

1. はじめに

本事業は、外来種ミズワタクチビルケイソウが（1）漁場生物に及ぼす影響と（2）繁茂する環境条件などを明らかにし、具体的な漁場管理方法を検討することを目的とする。本年度は、（1）に関する底生動物への影響について、昨年は目までの解析結果であったところを、種まで同定を進め、ミズワタクチビルケイソウ繁茂箇所での群集の生活型・摂食型・摂食機能の変化を解析した。また、魚類への影響では、イワナ腸内容物の昆虫 DNA メタバーコーディングを行うことで、イワナの捕食昆虫からその影響を解析した。以下にそれぞれの方法と結果を報告する。

2. 方法

2.1. 調査場所とサンプリング（昨年度実施）

底生動物の調査は、筑後川水系大山川松原ダム下（33.195789N, 130.994871E; 2024 年 4 月下旬～5 月中旬）および信濃川水系雑魚川の 1 区（36.766050N, 138.536624E; 2024 年 10 月中旬）で実施した（図 1）。それぞれの地点において、ミズワタクチビルケイソウの被覆度が高い石（H）と低い石（L）を、大山川は 6 個（被覆度>95%）と 5 個（被覆度<20%）、雑魚川は 4 個（被覆度>95%）と 9 個（被覆度 0~60%）を選び、それぞれから底生動物を採取した。イワナの調査は、長野県水試の協力の元、雑魚川の底生動物の調査と同時期に行い、図 1 の赤色の星印を付した①（1 区; 36.765944N, 138.536472E）と③（3 区; 36.785055N, 138.534250E）の地点でそれぞれ 12 尾から腸を採取した。腸は-20℃、99.5%のエタノール中に保存した。各調査方法の詳細は、R6 年度効果的な内水面水産資源被害防止技術開発事業報告書のとおりである。

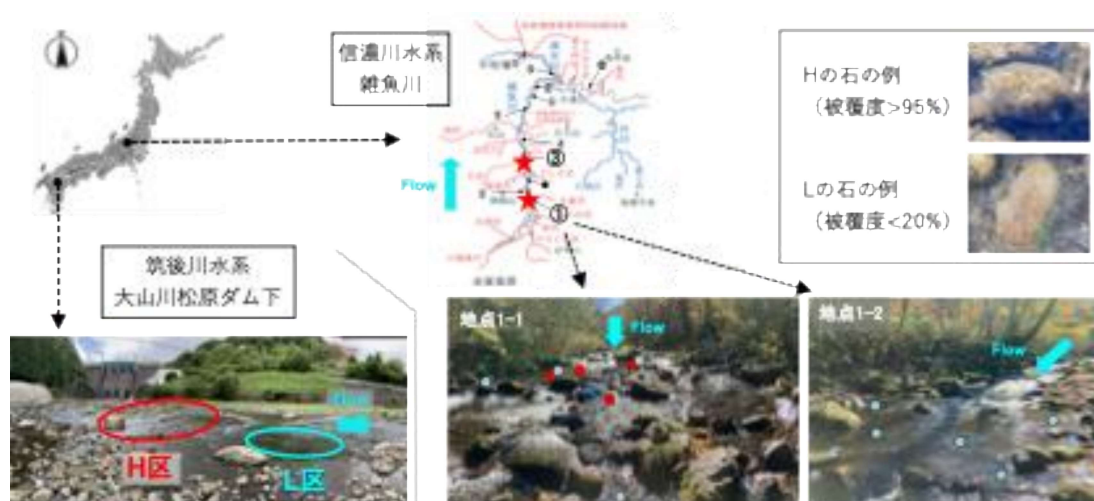


図 1 調査場所の概略。水色の矢印は流れの方向を示す。右上四角の枠内は、採取した石の例を示す。左下写真中の H 区と L 区は、それぞれ被覆度の高い石(H)と低い石(L)を採取したエリアを示す。右下2枚(地点 1-1, 1-2)の写真中の赤点は H の石、水色の点は L の石の採取場所をそれぞれ示す。

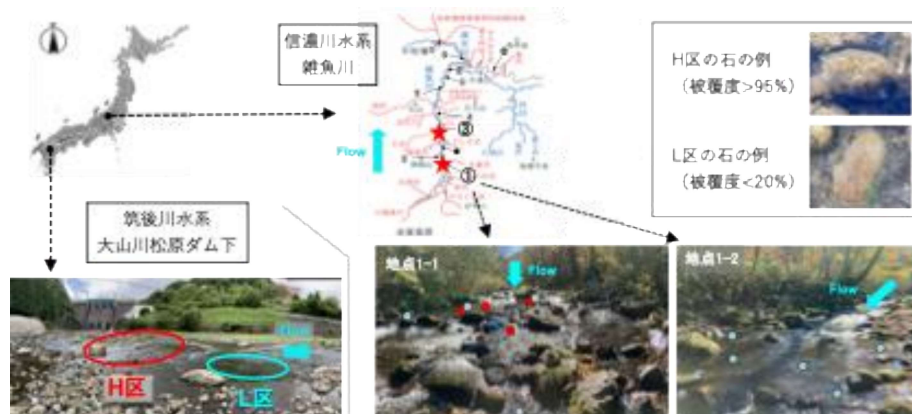


図 7. 筑後川底生動物の箱ひげ図.

2.2. 底生動物への影響解析

採取した底生動物は、受託解析（株式会社 CTI リード）により、種まで同定した。同定は、“平成 28 年度版河川水辺の国勢調査マニュアル[河川版]”および 2025 年 11 月 26 日時点での最新版“河川水辺の国勢調査のための生物リスト”（<https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/system/seibutsuListfile.htm>）に基づいて行われた。

底生動物の生活型、摂食型、摂食機能群は竹門（2005）[1]を参照して分類し、1 個体 1 点として集計した。複数の摂食型や摂食機能をもつものは、それぞれ 1 点を割り当てて集計した。すなわち、点数は分類毎の個体数と同じなことから、結果の表記は個体数として表示した。型や機能が不明の種、同定が目レベルで型や機能が定まらないものは集計から除外し、大山川のハエ目すべては解析から除外した。

上記の種までの情報を用いて、群集の多様度、群集組成とサンプルグループ間（L と H）の相違、生活型、摂食型および摂食機能の変化を統計解析した。なお、群集組成以外は、筑後川は H と L を箱ひげ図で、雑魚川は被覆度にバリエーションがあるため相関グラフで展開した。統計解析の詳細は 2.4 節に説明する。

2.3. イワナの捕食昆虫からの影響解析

保存したイワナの腸から腸内容物を取り出し、25 mg を 1.5 ml サンプルチューブに取り、DNeasy Blood & Tissue Kits（キアゲン）の ATL buffer 180 μ L 中に懸濁した。その後、ホモジナイザーペッスル（イナ・オプティカ）でホモジネートした後、珪藻を破碎するため超音波洗浄機（GZ-CS08, DEVOTEEDIRECT）で 30 秒間ソニケートした。続いて、プロテイナーゼ K を 30 μ L 加えて 56°C で一晩インキュベートした後、100 mg/ml の RNaseA を 4 μ L 加えて室温で 2 分間インキュベートした。その後は、抽出 kit のプロトコル通りに DNA を抽出・精製し、AE buffer 200 μ L で溶出した。

各区 12 尾のうち、体の大きい上位 6 個体の抽出 DNA を MtInsects-16S [2]による昆虫

DNA のメタバーコーディングに供した。なお 6 個体の雌雄は大きく偏りがないようにした (1 区: ♀3、♂2、未成熟 1、3 区: ♀3、♂3、未成熟 0)。メタバーコーディングの方法は Takenaka and Hasebe ら (2024) [2] に準じ、イワナの DNA 増幅を抑えるため、イワナ DNA の Blocking primer (未発表) を加えて実施した。腸内の DNA 濃度は、捕食のタイミング (消化) に大きく左右されると考えられることから、バーコーディングのリード数は、0/1 の Binary Data に変換した。

検出された捕食昆虫について、前節 2.2 と同様に生活型・摂食型・摂食機能群の分類を行い、1 区と 3 区の群集の違いを解析した。解析結果は、群集組成以外は、1 区と 3 区を箱ひげ図で展開した。

2.4. 統計解析

統計解析はソフトウェア R (Ver4.4.3) により、以下の手法とパッケージを使用して行なった。**多様度解析**) Rényi の多様度プロファイル; パッケージ `vegan` (ver.2.6-8)、**群集組成とその群間相違の解析**) 非計量多次元尺度法 (nMDS)、PERMANOVA (順列多変量分散分析); パッケージ `vegan` (ver.2.6-8), `tidyverse`(ver.2.0.0), および `grid`(ver.4.4.3). nMDS の類似度指数は Bray-Curtis、試行回数は 999 回で行なった。環境因子は、両河川ともミズワタクチビルケイソウの被覆度、水深、流速を用い、筑後川はこれらに加えて水温、pH も対象に解析した。なお、解析に用いる群間は、PERMDISP (群間分散検定) により群間内のサンプル分散に有意差がないことを確認した。

相関分析) 正規分布の場合は Pearson、それ以外は Spearman の順位相関; パッケージ `tidyverse` (ver.2.0.0)。被覆度を説明変数とし、変数は必要に応じて Log 変換により正規性を改善した。**有意差検定**) Welch's t-test。 **各描写**) パッケージ `ggplot2` (ver.3.5.1)、`dplyr` (ver.1.1.4)、`ggrepel` (ver.0.9.6)。

3. 結果および考察

3.1. 底生動物への影響解析

種同定の結果、大山川は H ($n=6$) と L ($n=5$) 合計 11 個の石から 264 個体、9 目、17 科、23 種が、雑魚川は H ($n=4$) と L ($n=9$) 合計 13 個の石から 238 個体、5 目、16 科、26 種が同定された。これらの多様度解析の結果、図 2 に示すように、大山川の H はすべての指数で有意に多様度が低下した。雑魚川は有意にはならなかったが、種数、シャノン・シンプソン多様度で被覆度が高くなるにつれて減少傾向が示された。群集組成は、非計量多次元尺度法と PERMANOVA によるグループ間相違解析の結果、両河川とも L と H は有意に異なることが示された。特に大山川は $r^2=0.693$ であり、その違いが顕著であった (図 3)。有意な種 (図中灰色のベクトル) の多くはカゲロウ目とトビケラ目であり、N のサンプルに多いことが視覚的に示された。H で増加する種は両河川ともハエ目 (ユスリカ亜科) のみであった。環境因子は、両河川とも H に対してミズワタ

クチビルケイソウの被覆度が有意であった。なお、大山川では水深も示されたが、両者の水深の違いは数センチであることから（L：平均 23.4 cm（SD:1.5）、H：平均 18.7 cm（SD:1.9））、大きな違いはないものとする。

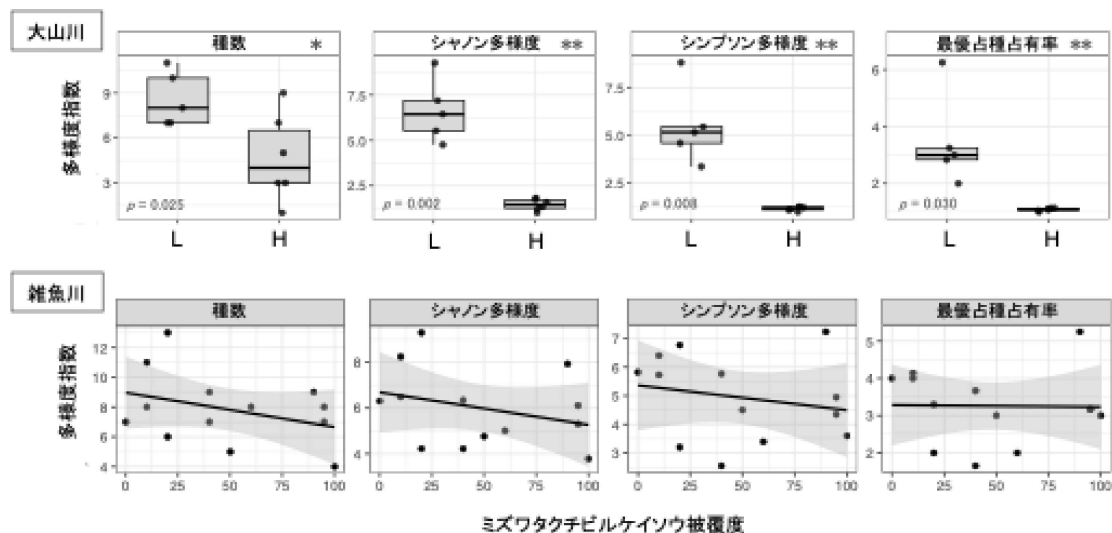


図2 底生動物の多様度解析結果。雑魚川はSpearmenの相関分析の結果を示す。グラフタイトル横のアスタリスクは、有意（**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$ ）であったものを示し、 p 値を左下に付した。

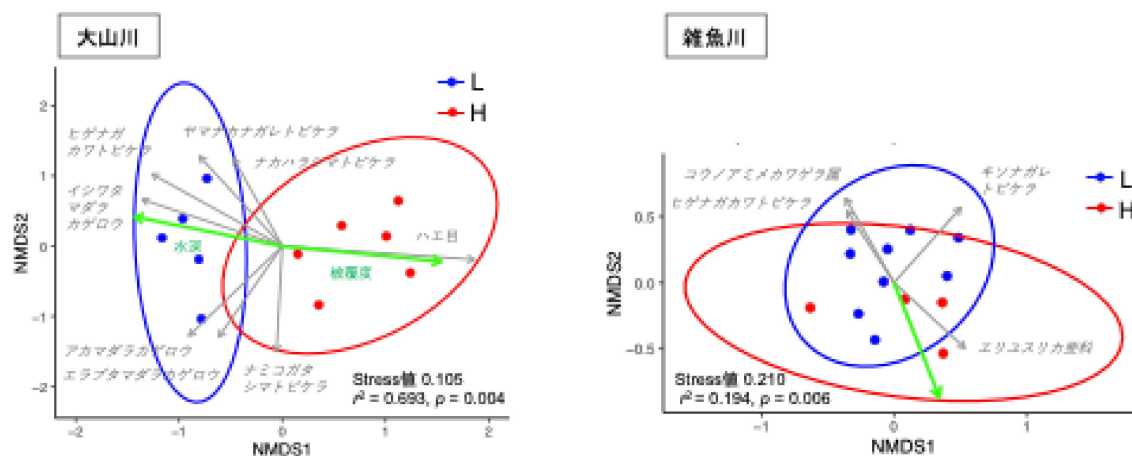


図3 底生動物の非計量多次元尺度法解析の結果。図中青色と赤色の点および線は、LとHのサンプル群およびその95%信頼範囲を示す。灰色と緑の矢印は、群集組成で有意（ $p < 0.05$ ）な相違を示した生物種と環境因子およびその方向を示す。

底生動物の生物種と生活型・摂食型・摂食機能等の各分類とミズワタクチビルケイソウ被覆度との関係の解析結果を図4に示す。生物種は、大山川はハエ目を除いた総数とカゲロウ目でHの有意な減少が示され、ハエ目は増加した。雑魚川は、大山川と同様にカゲロウ目に加え、トビケラ目も有意に減少し、総数も同様に減少傾向が、ハエ目は増加傾向が示された。生活型は、両河川で匍匐型が、造網型は雑魚川でHの有意な低下が

示され、大山川も減少傾向が示された。一方、遊泳型は変化がなかった。各生活型の生物種の累計とその内訳（図 5）を見ると、これらの減少は主に匍匐型のカゲロウや造網型トビケラの減少に起因しており、ミズワタクチビルケイソウの被覆による影響と考え

摂食型と摂食機能群は、両河川ともデトリタス食者、捕食・寄生者、雑食者、濾過食者、堆積物収集、捕食者で H の有意な減少、またはその傾向が示された。図 5 より、これらの減少は主にカゲロウ目、トビケラ目、大山川の捕食・寄生者（摂食型）と捕食者（摂食機能群）はトンボ目の減少に起因することがわかった。藻類食者（摂食型）と剥ぎ取り食者（摂食機能群）は、雑魚川で減少傾向が示されたが、大山川では L で元々少なく、H との違いはなかった。

大山川の藻類食・剥ぎ取り食者が少なく、L と H に変化がなかったことについて、仮に長年の本種の繁茂の影響によってこれらの底生動物が区間的に少なくなっているのであれば、雑魚川は今後には注意が必要かもしれない。

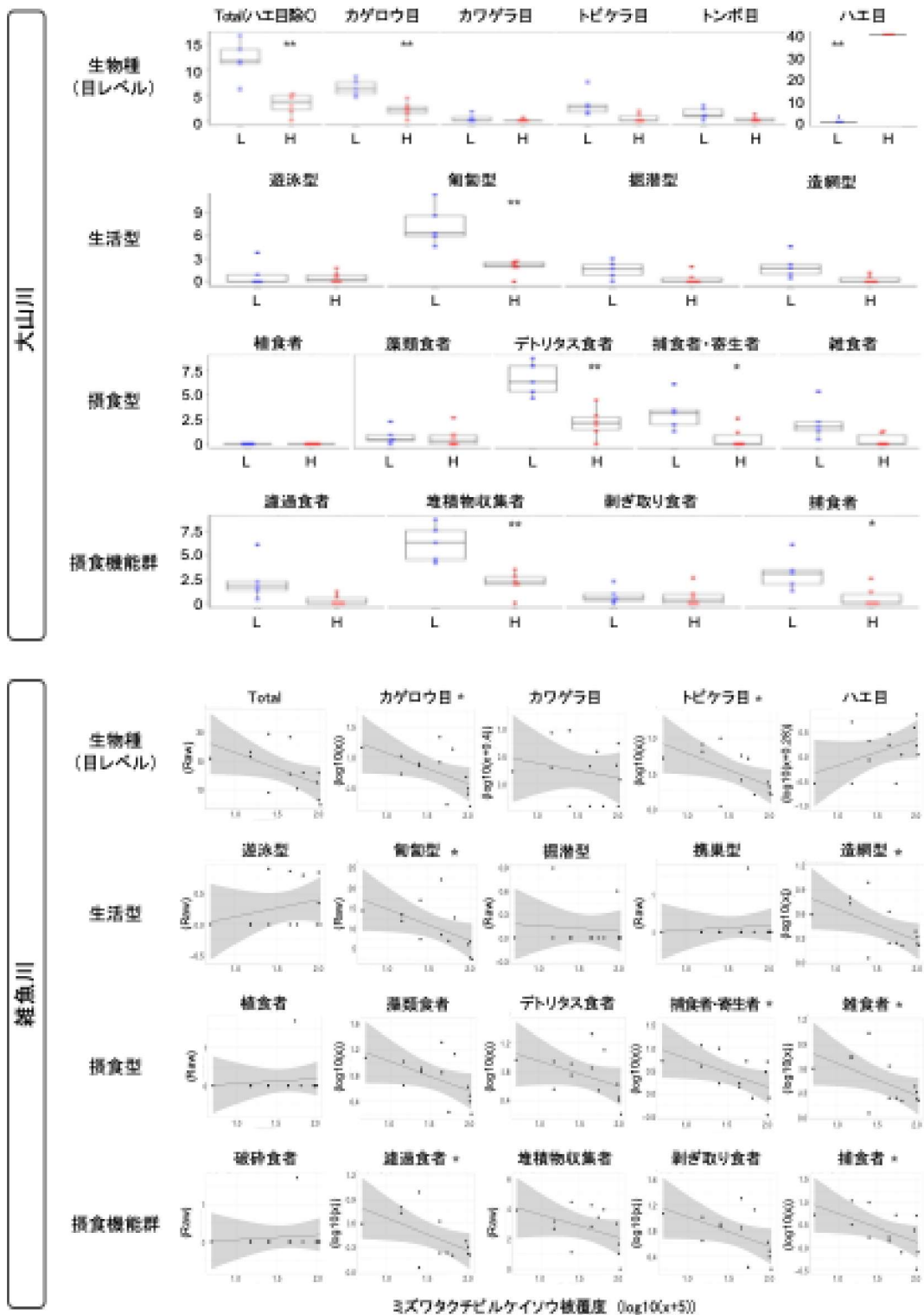


図 4. 底生動物の各種分類とミズワタケチビルケイソウ被覆度との関係の解析結果. 上半分は大山川、下半分は雑魚川の結果を示す. 雑魚川は $\log_{10}(x+5)$ に変換した被覆度を示し、グラフのグレーの領域は相関の 95% 信頼範囲を示す. グラフの縦軸は個体数/100 cm² を示す. グラフタイトル横のアスタリスク (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$) は有意な相違を示す.

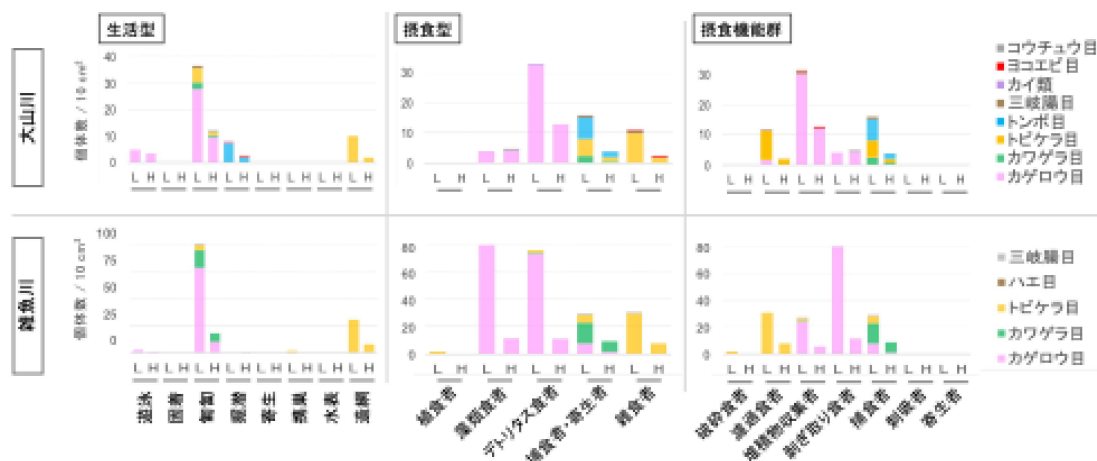


図5 各分類の個体数累計と検出昆虫の内訳. 図中左側グラフは生活型、中央は摂食型、右側は摂食機能群の分類、上半分は大山川、下半分は雑魚川の結果を示す. 各棒はサンプルの累積を目レベルの内訳を示す (大山川 L : $n=5$, 大山川 H : $n=6$, 雑魚川 L : $n=9$, 雑魚川 H : $n=4$). 大山川のハエ目は集計から省いた.

3.2. イワナ捕食昆虫からの影響解析

DNA メタバーコーディングの結果、全体で 8 目、32 科、40 属、51 種の昆虫が検出された。これらの多様度解析の結果、3 区よりも繁茂区の 1 区の方が捕食した昆虫の多様度は有意に高かった (図 6(A))。群集組成では、オオマダラカゲロウのみで相違が示されたが、有意な区間の違いはなかった (図 6(B))。サンプル条件は、イワナの全長、体重、腸内容物重量にいずれも有意差はなく、使用したサンプルの条件に偏りはなかった (図 6(C)の上から 1 列目)。なお、腸内容物中のミズワタクチビルケイソウの DNA 量は、検出された個体が 3 区の 2 尾だけであり、区間の相違はなかった。検出生物とその生活型、摂食型、摂食機能群の解析では、有意差が示されたものは水生昆虫、匍匐型、植食者、デトリタス食者、堆積物収集者であり、いずれも 1 区の方が高かった。その他多くの項目で 1 区の方が高い傾向が示された。なお、ミズワタクチビルケイソウの影響を受けないと考えられる陸生昆虫は、区間に有意差はなかった。

今回の調査場所 (図 1) からわかるように、ミズワタクチビルケイソウの被覆度は、同じ河川・同じ区間の中でも一様でない場合がある。イワナの捕食昆虫に影響が見られなかった点については、底生動物への影響が少ない低被覆箇所の生物や、影響の少ない上流や支流からの流下物を捕食している可能性と、種の感受性分布 [3]により、上位生物では影響が軽減される可能性などが考えられた。

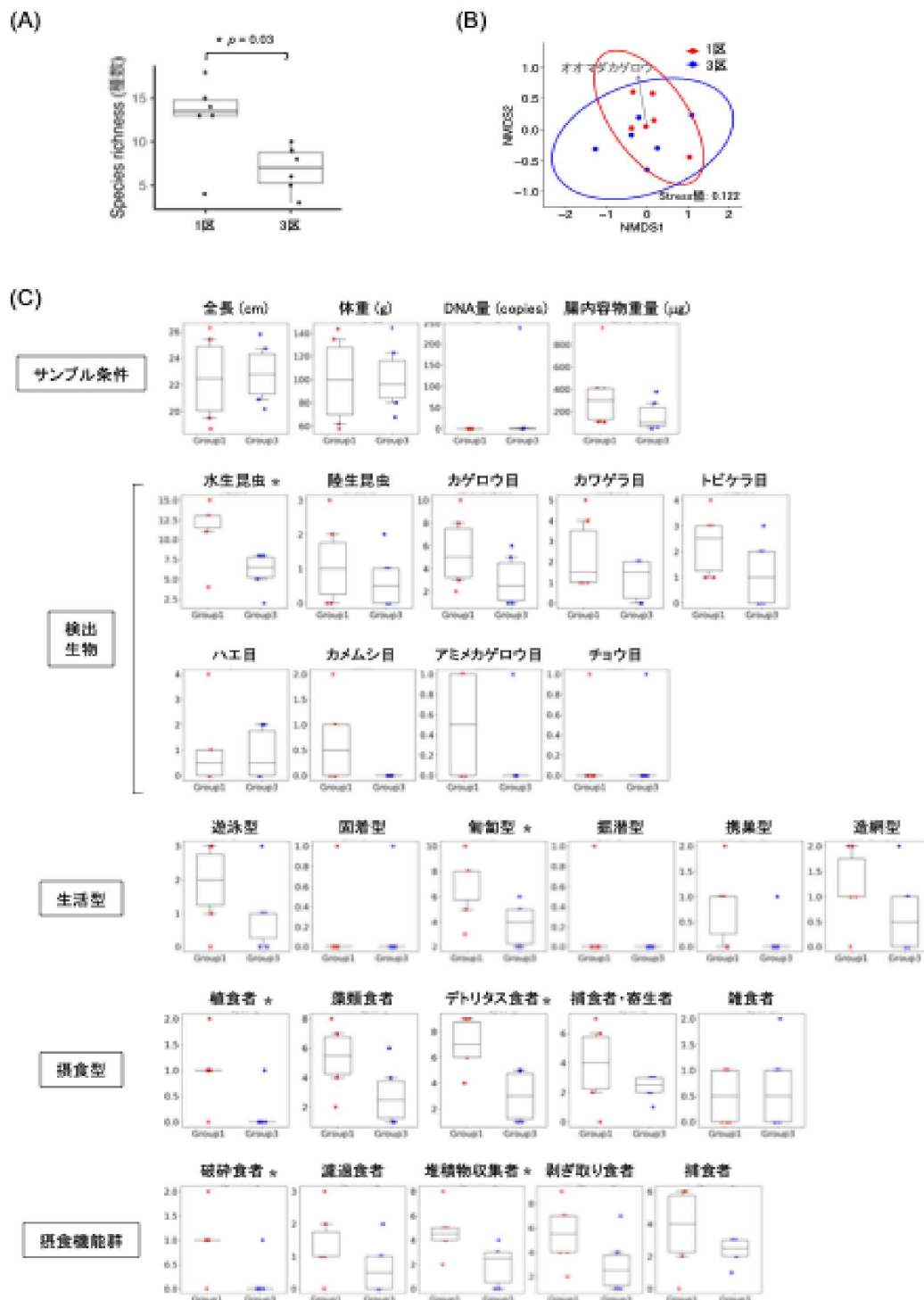


図6 イワナ捕食昆虫の区間多様度、群集組成、および摂食機能等の解析結果. グラフタイトル横のアスタリスク (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$) は、区間で有意な相違が示されたものを示す. (A) 多様度指数の解析結果. (B) 非計量多次元尺度法解析による群集組成解析結果. 図中青色と赤色の点および線は、L 区と H 区のサンプルおよびその 95% 信頼範囲を示す. 灰色の矢印は、有意 ($p < 0.05$) な相違を示した生物種とその方向を示す. (C) サンプル条件と、捕食昆虫の種類およびそれらの摂食機能等の解析結果. 1 段目の DNA 量はミズワタクチビルケイソウの DNA 量を示す. 下 5 段のグラフの縦軸は、個体数/100 cm² を示す. “Group1” は 1 区、“Group3” は 3 区を示す.

4. 漁場管理について

本年の解析によって、ミズワタクチビルケイソウの被覆度が高いところでは、底生動物の多様性が低下し、主に匍匐型・造網型のカゲロウ・トビケラ目が影響（減少）を受けていることが明らかとなった。イワナの捕食昆虫では、変化・影響は検出されなかったが、底生動物を含む水圏生態系保全の観点から、ミズワタクチビルケイソウの低密度管理は必要と考える。漁場管理においては、河床全面が広範囲で繁茂する場合には、底生動物を主に捕食する魚類は注意が必要であろう。

5. 謝辞

昆虫 DNA のメタバーコーディングは、神奈川県環境科学センター 長谷部勇太 主任研究員にご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げます。

6. 引用文献

- 竹門 康弘 (2005). 底生動物の生活型と摂食機能群による河川生態系評価. 日本生態学会誌 55(1):189-197.
- Takenaka, M., Hasebe, Y., Yano, K., Okamoto, S., Tojo, K., Seki, M., Sekiguchi, S., Jitsumasa, T., Morohashi, N., Handa, Y., Sakaba, T. (2024). Environmental DNA metabarcoding on aquatic insects: Comparing the primer sets of MtInsects-16S based on the mtDNA 16S and general marker based on the mtDNA COI region. Environ DNA 6, 1–11.
- Posthuma, L., Suter II, G.W., & Traas, T.P. (Eds.). (2001). Species Sensitivity Distributions in Ecotoxicology (1st ed.). CRC Press.

鵜木（加藤）陽子（九州大学）

(7) 外来魚駆除における手法の違いが在来魚に与える影響の検証

要旨

ブラウントラウトの効果的な駆除技術を開発するため、採捕手法の違いによる選択的な駆除が競争性および捕食性に及ぼす影響を検討した。釣獲および電気ショッカーで採捕した野生ブラウントラウトを用いてイワナとの競争性比較試験およびイワナ稚魚捕食性試験を行った。その結果、ブラウントラウトは採捕手法の由来にかかわらずイワナより高い瞬間成長率を示した。稚魚捕食性は釣獲由来ブラウントラウトはショッカー由来ブラウントラウトよりも有意に高い捕食率を示した。以上から、釣獲は捕食性の高いブラウントラウトを選択的に優先して除去できる手法であり、電気ショッカーの使用が困難な小規模支流において、在来イワナの保全に資する実用的な管理手法となり得ることが示された。

1. はじめに

ブラウントラウト *Salmo trutta* はヨーロッパおよび西アジア原産のサケ科魚類であり、移植により世界各地に定着し、水圏生態系に多大な影響を及ぼしてきたことから、IUCN により「侵略的外来生物ワースト 100」に指定されている。我が国においても、本種は養殖施設からの逸出や意図的・非意図的な放流により全国的に自然河川や湖沼における分布拡大が報告されている。これに伴い、在来魚類との競争、捕食および繁殖阻害などを通じた生態系への悪影響が指摘されており、水産資源保全の観点に基づいた駆除や低密度管理が一部水域で実施されている。一方、本種は我が国において、ニジマスと同様に養殖および遊漁対象魚種として生産、流通してきた経緯を持っており、漁業権魚種に指定されている水域も存在していることから、現在は産業管理外来種として位置づけられている。このような複雑な背景から、本種の駆除技術、低密度管理技術の開発は、これまで積極的に行われてきたとは言い難く、他の外来魚で示されているような侵入状況に応じた駆除戦略も確立していない。

これまで外来魚対策として魚種、成長段階、環境条件に応じた多様な駆除手法が開発されてきた。しかし、これらの手法は無差別に個体を除去するものではなく、漁法の特性に応じて、体サイズ、行動特性、代謝特性などが異なる個体を選択的に採捕していることから、漁法により集団の性質が変化する (Lennox et al., 2017; Tsuboi et al., 2016; Roser et al., 2024)。このような選択的漁獲は、結果として漁獲された集団だけでなく、共存する在来魚への影響の質や強度を変える可能性がある。多くの河川湖沼では完全駆除が困難であることから、実際の管理現場では選択的な駆除しか行えない。そのため、同じ駆除量や努力量であっても、用いる手法の組み合わせによって駆除効果

や生態系への影響が大きく異なる可能性がある。そこで本研究では、河川に生息する野生ブラントラウトを対象に、駆除手法による個体選択性の違いが、漁獲されるもしくは残存する外来魚個体および同所的に生息する在来魚に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

供試魚の採捕

栃木県日光市の中禅寺湖流入河川の1つである外山（とやま）沢川において、試験に用いるブラントラウトおよびイワナを採捕した。外山沢川は流程約 5 km、平均川幅が 4.5 m の河川であり、上流部にイワナが、それよりも下流部から河口にかけてブラントラウトおよびホンマスが生息している（若林ら、2002）。本河川では管轄する中禅寺湖漁業協同組合によるブラントラウトとイワナの種苗放流は行われておらず、また、遊漁も同漁協の遊漁規則により通年禁止されている。

2025 年 7 月 1 日に毛ばり（完成品ドライフライセット#12 および#14、ティムコ社）を用いて外山沢川内中流域の 2 地点において各 1 名ずつで 1+歳魚以上と考えられたブラントラウトを釣獲し、計 26 尾を得た。2025 年 7 月 2 日に前日に釣獲を行った外山沢川中流域の 2 地点と同一区間において電気ショッカーによる採捕を 2 名で実施し、1+歳魚以上のブラントラウトを計 43 尾を採捕した。また、同日に外山沢川最上流部において、2 名で電気ショッカーによる採捕を行い、1+歳魚以上のイワナ 54 尾を採捕した。

採捕した供試魚は、容量 250 L の活魚タンクに一時収容して水産研究・教育機構日光庁舎に輸送後、同庁舎内に設置された容量 1.5 t の水槽に魚種および採捕方法別に分けて収容した。供試魚は 7 月 7 日から 8 日にかけて尾叉長と体重の測定を行い、また、同時に頭部 4 か所に複数色のイラストマー蛍光タグ（Northwest Marine Technology 社）を注入することによる個体識別を行った。

競争性比較試験

試験は日光庁舎内を流れる湧水河川である地獄沢川（湧水河川；水温 10.0℃）で行った。本河川への関係者以外の侵入は禁止されており、遊漁等も行われていない。本河川に、1 m × 1 m × 高さ 70 cm の箱状構造であり、側面および底面は餌となる小型水生昆虫が通過可能な目合 5 mm のネット、天井部は落下昆虫が通過可能な目合 20 mm のネットで構成された、供試魚は逸出不可能な構造のエンクロージャを設置した。エンクロージャの中心部には 25 cm × 25 cm × 高さ 2.5 cm のレンガ板を重石として設置した。エンクロージャは 3 基を 1 グループとして、河川内の流速や水深などの環境条件が類似した近接地点に配置し、このグループを 8 反復設定することで、計 24 基のエンクロージャを設置した。供試魚の投入前である 2025 年 7 月 4 日にエンクロージャの中央

部の水深および 50%水深流速を測定した（水深：12.5 ± 4.7 cm、50%水深流速：17.0 ± 7.0 cm/s）。

供試魚は、釣獲由来ブラウントラウトと共存イワナのペアで構成された釣獲由来区、ショッカー由来ブラウントラウトと共存イワナのペアであるショッカー由来区およびイワナと共存イワナのペアである対照区に割り当てられ、7 月 10 日にエンクロージャ毎に 1 つのペアを収容した。供試魚の割り当ては、釣獲由来区、ショッカー由来区および対照区の間での水深と 50%水深流速、グループ内の 3 区の供試魚（計 6 尾）間での尾叉長およびグループ内における各区の上流方向からの配置順（上、中、下）に有意差がないように行った。供試魚の尾叉長は釣獲由来区ブラウントラウトで 17.0 ± 3.5 cm、釣獲由来区の共存イワナで 17.0 ± 2.5 cm、ショッカー由来区ブラウントラウトで 16.9 ± 3.0 cm、ショッカー由来区の共存イワナで 17.6 ± 2.9 cm、対照区のイワナで 16.4 ± 3.0 cm、対照区の共存イワナで 16.2 ± 3.2 cm であった。

供試魚をエンクロージャに投入してから 8 月 7 日までの期間、エンクロージャ内で供試魚を無給餌で飼育した。飼育中はエンクロージャの点検清掃および死亡魚の確認を 2-3 日に 1 回の頻度で行った。飼育中に供試魚の逸出と死亡はなかった。飼育終了時、各供試魚をエンクロージャから取り揚げ、尾叉長と体重の測定を行った。測定した供試魚のうち、各ペアの共存イワナのみを回収し、それ以外の魚（釣獲由来ブラウントラウト、ショッカー由来ブラウントラウトおよびイワナ）は、後述のイワナ稚魚捕食性比較試験のため、元のエンクロージャに再度収容した。飼育前後の体重および飼育日数から、各供試魚の瞬間成長率（Specific growth rate; SGR）を求め、競争の指標とした。

イワナ稚魚捕食性比較試験

2025 年 8 月 6 日に、水産機構日光庁舎で 2024 年 11 月 6 日に人工授精により作出した中禅寺湖系継代養殖イワナ稚魚集団から、奇形、ビリおよびトビの魚を除いた 300 尾を選別した。そのうちからランダムに 30 尾を抽出し、尾叉長と体重を測定した（尾叉長：8.2 ± 0.9 cm）。2025 年 8 月 8 日に、体サイズ測定に用いた個体を除いた選別イワナ稚魚集団からランダムに 1 エンクロージャあたり 10 尾ずつ各エンクロージャに収容した。2025 年 8 月 14 日に、エンクロージャ内のすべての魚を取り揚げ、エンクロージャ内に生残していたイワナ稚魚の尾数を記録した。収容尾数 10 尾からこの生残していた尾数を差し引いた値をブラウントラウトもしくはイワナによる捕食尾数とした。

統計解析

競争性については、各エンクロージャに割り当てられた釣獲由来ブラウントラウト、ショッカー由来ブラウントラウトおよびイワナの瞬間成長率を説明する線形モデル、ならびにこれらの供試魚と共存していたイワナの瞬間成長率を説明する線形モデル、の 2 モデルを構築した。説明変数は両モデルで、各個体の尾叉長、共存していた別個体との

尾叉長比および各個体もしくは共存していた個体の由来（リファレンス区：釣獲由来ブラウントラウト区）、とした。イワナ稚魚捕食性については、捕食率（捕食尾数 / 収容尾数）を説明する一般化線形モデルを構築した。説明変数は各個体の尾叉長および由来（リファレンス区：釣獲由来ブラウントラウト区）とした。誤差分布には二項分布を仮定し、リンク関数をロジットとした。これらのフルモデルについて、推定パラメータの95%信頼区間を算出し、各説明変数の有意性を判断した。

3. 結果と考察

釣獲由来ブラウントラウト、ショッカー由来ブラウントラウトおよび対照イワナについて、共存イワナに対する尾叉長比は瞬間成長率に対して有意に正の効果を示した。また、釣獲由来区およびショッカー由来区の瞬間成長率は対照区よりも有意に高かった。一方、尾叉長そのものの効果は有意ではなく、また、釣獲由来区とショッカー由来区の間にも瞬間成長率に有意な差は認められなかった。共存していたイワナについては、釣獲由来ブラウントラウト、ショッカー由来ブラウントラウトおよび対照イワナに対する尾叉長比ならびに共存イワナ自身の尾叉長のいずれも瞬間成長率に対する有意な効果は認められなかった。また、釣獲由来区、ショッカー由来区および対照区の間で共存イワナの瞬間成長率に有意な差はなかった。稚魚捕食性比較試験においては、イワナ稚魚の捕食率は供試魚の尾叉長に対して有意に正の効果を示した。釣獲由来区および対照区の捕食率はショッカー由来区よりも有意に高かった一方、釣獲由来区と対照区の間には有意差は認められなかった。

先行研究において、単調な環境下かつ1日以内の短期スケールにおいては、イワナの種内競争よりもイワナとブラウントラウトの種間競争の方が強く、ブラウントラウトの方が優位であることが示されており、また、イワナはブラウントラウトと共存した場合、イワナ同士で共存した場合と比較して摂餌行動が抑制されることが報告されている（Hasegawa and Maekawa, 2009）。一方、本研究では、供試魚がブラウントラウトであるかイワナであるかにかかわらず、共存条件下におけるイワナの成長量に有意な差は認められなかった。また、由来に関係なくブラウントラウトはイワナよりも高い成長を示した。これらの結果は、1か月という比較的長い時間スケールにおいては、イワナの成長の観点ではブラウントラウトとの共存による負の影響が顕在化しない可能性を示唆している。一方、本研究から、ブラウントラウトは共存したイワナよりも高成長を示しており、この成長性の違いは、更に長期的な時間スケールでは体サイズ差の拡大を介して、実河川における競争や繁殖行動での優位性をもたらす形でイワナからブラウントラウトへの置換に寄与している可能性がある。

一般に、釣られやすい魚は摂餌性が高く、また、高代謝であることが示唆されている（Lennox et al., 2017）。本研究において、釣獲由来のブラウントラウトはショッカー由来のブラウントラウトよりもイワナ稚魚の捕食率が高く、高い摂餌性を持つことが示

唆された。一方、両者の間で成長率に差は認められなかった。今回、エンクロージャ内に流入および落下する餌量を定量化しなかったものの、競争性比較試験においてブラウントラウトは区に関係なく微成長もしくは無成長の傾向を示した。このことから、エンクロージャへの餌供給量は 1+歳以上のブラウントラウトにとっては制限的であった可能性がある。釣獲由来ブラウントラウトが持つ高い摂餌性に起因する成長上の優位性が、高代謝によるエネルギー消費によって相殺され、結果として成長率の差として顕在化しなかった可能性が考えられる。

湧水由来の支流はブラウントラウトが定着しやすく (Kawai et al., 2013)、周辺河川への供給源になるだけでなく、イワナを含む在来サケ科魚類の再生産適地（種川）でもあることが多い。こうした支流におけるブラウントラウトの駆除は在来サケ科魚類の保全の観点から重要である。小規模な支流では、一般に電気ショッカーによる駆除が最も効率的とされるが、ブラウントラウトの駆除活動の主体となる内水面漁業協同組合の多くは、資金的あるいは技術的な制約から電気ショッカーの使用が困難である。また、小規模支流では投網等の漁具の使用にも、川幅や底質等の物理的制約が伴う。そのため、小規模支流において電気ショッカーが使えない場合、釣獲が事実上唯一の駆除手法となる。本研究から、電気ショッカーが使用できない内水面漁業協同組合においては、釣獲によるブラウントラウトの駆除を行うことによって、捕食性が高いブラウントラウトを優先的に駆除し、在来イワナに対する捕食圧を緩和につながる可能性を示した。

4. 成果の公表

なし

5. 参考資料

若林輝, 中村智幸, 久保田仁志, 丸山隆 (2002). 中禅寺湖流入河川におけるサケ科魚類 3 種の産卵生態. 魚類学雑誌, 49, 133-141.

<https://doi.org/10.11369/jjil1950.49.133>.

Hasegawa, K., Maekawa, K. (2009). Role of visual barriers on mitigation of interspecific interference competition between native and non-native salmonid species. Canadian Journal of Zoology, 87, 781-786.

<https://doi.org/10.1139/Z09-071>.

Kawai, H., Ishiyama, N., Hasegawa, K., Nakamura, F. (2013). The relationship between the snowmelt flood and the establishment of non-native brown trout (*Salmo trutta*) in streams of the Chitose River, Hokkaido, northern Japan. Ecology of freshwater fish, 22, 645-653.

<https://doi.org/10.1111/eff.12069>.

Tsuboi, J., Morita, K., Klefoth, T., Endou, S., Arlinghaus, R. (2016).

Behaviour-mediated alteration of positively size-dependent vulnerability to angling in response to historical fishing pressure in a freshwater salmonid. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73, 461–468. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0571>.

Lennox, R.J., Alós, J., Arlinghaus, R., Horodysky, A., Klefoth, T., Monk, C.T., Cooke, S.J. (2017). What makes fish vulnerable to capture by hooks? A conceptual framework and a review of key determinants. *Fish and Fisheries*, 18, 986–1010. <https://doi.org/10.1111/faf.12219>.

Roser, P., Radinger, J., Feldhege, F., Braun, M., Arlinghaus, R. (2025). Getting scarce and lure shy: Impacts of recreational fishing on coastal northern pike (*Esox lucius*) abundance, size structure and vulnerability to angling. *Fisheries Management and Ecology*, 32, e12769. <https://doi.org/10.1111/fme.12769>.

山下耕憲 (水産研究・教育機構)