

地点内解析は、各地点におけるウナギ胃内容物の餌品目構成とその地点における餌品目構成（相対密度%）の対比から、各品目に対する選択度指数（Jacobs 1974）を評価するものである。その結果、大型ウナギは夏冬ともに概して魚類または大型甲殻類に対して最も高い選択性を示した（図10：国近川の調査地K0での結果を例として示す）。中型ウナギは夏季には小型甲殻類、冬季には魚類または大型甲殻類に対して最も高い選択性を示した。なお、大型甲殻類の大部分はヌマエビとスジエビ（ただし、モクズガニも含まれる）、小型甲殻類のほとんどはミズムシであった（表1）。以上の結果より、ニホンウナギは基本的に甲殻類を選好すること、冬は夏に比べてより大型の餌に対する選択性が高まることが示唆された。

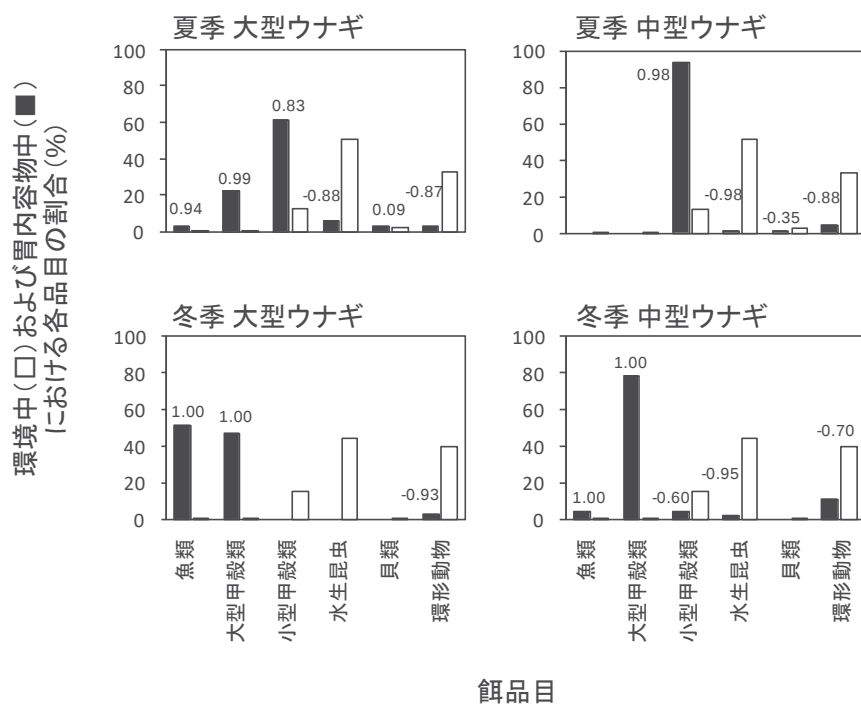


図 10. 環境中(□)およびウナギ胃内容物中(■)における餌品目構成(国近川の調査地 K0 での例).
数値は各品目に対する Jacobs(1974)の選択度指数(最大値 1.0)

b) ニホンウナギ生息量とウナギ生息量との関係

国近川と森川に10地点の調査地を設定し、電気漁具を用いてニホンウナギを採捕し、生息密度およびバイオマス（現存量）を算出した。また、Dフレームネットを用いて底生無脊椎動物（餌）を採集し、ウナギ生息量と底生無脊椎動物生息量との関係を検討した。その結果、底生無脊椎動物の総バイオマスや甲殻類バイオマスとウナギの密度または現存量との間には正の相関が認められ（図11）、餌量がウナギ生息量に影響することが示唆された（熊谷ほか 2020参照）。

考察：餌資源

以上の結果より、ニホンウナギは様々な餌生物を利用するが、特に甲殻類を選好し、その利用割合が高く、また、そのような餌の量が本種の生息量にも影響することが示唆された。このことは、エビ類、カニ類といった底生無脊椎動物の量が本種の生息量の指標になる可能性があるこ

と、また、ニホンウナギの生息環境の改善を図る際には、餌生物の環境も考慮にいれる必要があることを示唆している。なお、調査技術的な側面からは、ストマックポンプや体表粘液を用いた非致死的なサンプリングの有効性も示唆された。

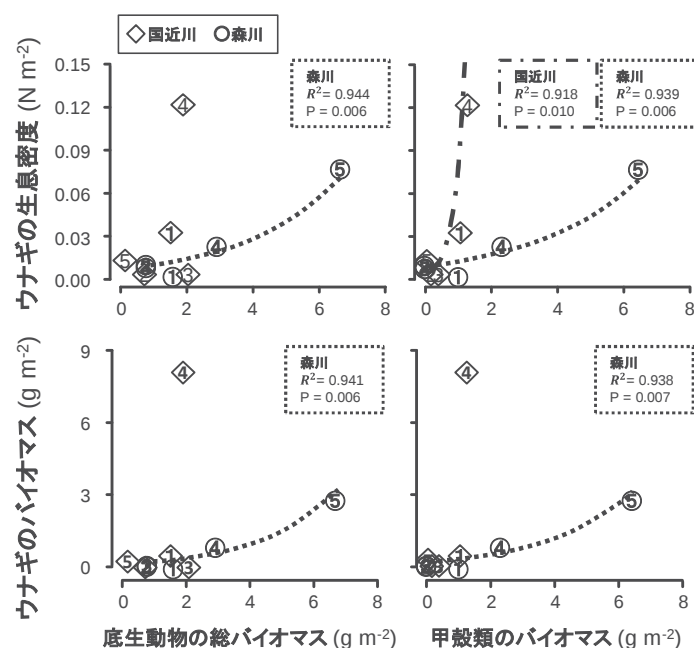


図11. ウナギの生息密度（上）およびバイオマス（下）と底生動物（左）および甲殻類（右）のバイオマスとの関係

(4) 地図情報の利用

概要

以上の河川環境要因、生息場所利用、食性に関しては、基本的に現地での実地調査を基に解析しているが、より広域な地図（土地利用）情報を用いてニホンウナギ生息量と環境との関係を表現する可能性を試みた。また、河川環境要因とニホンウナギ生息量との関係に関する解析結果を基に、本種の生息量およびそれに対する人為的影響を地図上に可視化することを試みた。

土地利用と生息量

ニホンウナギの分布と周囲の植生・土地利用の間に関係が見られるか検討するため、瀬戸内沿岸地域（今治市～伊予市）周辺における植生分布図を得た。これは、1/25,000植生図「愛媛県」GISデータ（環境省生物多様性センター）を使用し、一部の植生クラスを再定義することにより作成したものである（<http://gis.biodic.go.jp/webgis/>）。植生クラスとしては、水田雑草群落

（以下水田）、畑雑草群落、果樹園、市街地等を定義した。この図をもとに、上記「(1) 生息量と河川環境要因との関係」の解析のために設定した各調査地点について半径100 mのバッファー円内

の各植生クラスが占める面積を求めた。標高に応じた植生の分布傾向とニホンウナギの流程分布に起因する偽相関の検出を防ぐため、本種の分布密度と標高の間で相関がほとんど見られない標高15 mから40 mの範囲の調査地点 (N=32) に限定し、ウナギ生息密度の指標と各植生面積との間で相関分析を行った。その結果、植生クラスのうち水田面積について、大型ウナギの個体数密度及び中型・大型ウナギの合計個体数密度との間で比較的強い正の相関が見られた (表2、図12)。また、果樹園や市街地については、各生息密度指標との間で弱い負の相関を示す傾向が見られた。

表2. ニホンウナギ生息密度の指標と周囲の水田面積 (m²) の間の相関分析結果

ニホンウナギ生息密度の指標	相関係数	p
中型ウナギ個体数密度 (尾・100 m ²)	0.340	0.057
大型ウナギ個体数密度 (尾・100 m ²)	0.372	0.036 *
中型・大型ウナギ合計個体数密度 (尾・100 m ²)	0.426	0.015 *
中型ウナギ総湿重量 (g・100 m ²)	0.323	0.072
大型ウナギ総湿重量 (g・100 m ²)	0.248	0.171
中型・大型ウナギ合計総湿重量 (g・100 m ²)	0.274	0.129

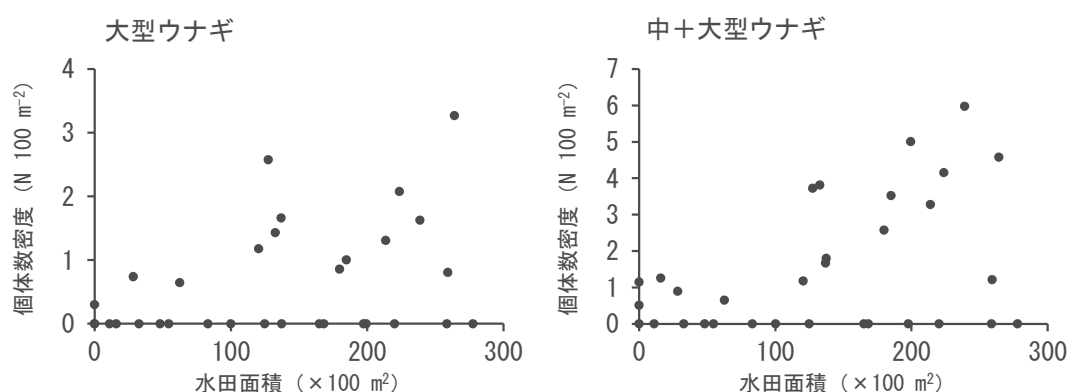


図12. 調査地周辺の水田面積と大型ニホンウナギの個体数密度 (左) 及び中型・大型ニホンウナギの合計個体数密度 (右) の関係

衛星画像解析によるウナギ隠れ場抽出への利用の検討 (令和4年度成果)

(1) において、大型ウナギの密度に影響を与える要素としてカバー面積 (%) が検出された。カバーの現場調査には大きな労力を要するため、省力化のために衛星画像を用いた植生解析が有効か検証した。解析には空間解像度2 mのWorldView-2 (WV2) およびWorldview-3 (WV3) のマルチスペクトル画像 (© 2022 Maxar Technologies) を使用した。愛媛県の3河川 (頓田川、国近川および森川) を対象地域とし、2020/4/16撮影の国近川および森川のWV2画像、2022/4/16撮影の頓田川のWV3画像を取得した。赤色可視光 (RED) としてバンド5の値を、近赤外 (NIR) としてバンド7の値を使用し、ピクセルごとの正規化植生指数 (NDVI) を下式より求めた。

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

得られたNDVI画像の例を図13に示す。カバー面積は川沿いの極めて局所的な植生の多寡に依存するが、それらを衛星画像から正確に評価するのは空間解像度や位置精度の制限から困難と考えられる。このため、ある程度の空間的広がりを持つ2つの空間スケール（現場調査地点の半径100 mの円内および半径20 mの円内、図13参照）におけるNDVIの平均値（調査地点周囲に存在する植生の豊度の指標）と、2018年に実施した現場調査で実際に取得したカバー面積（%）の間に相関が見られるか検討した。その結果、いずれのスケールでも相関は見られなかった（図14）。これは、衛星画像の観測スケールで表現される植生の量がカバーの量を代表できていないためと考えられるが、撮影日と調査日の時期の違いや調査地点の位置の誤差等の要因も影響した可能性がある。いずれにせよ、衛星画像から算出した植生指標は、河川流域の周囲の植生の豊富さを評価する上では有用と考えられるが、ウナギの隠れ場所となるようなごく局所的な植生の量を評価することは困難であることが示唆された。



図13. 衛星画像解析により作成したNDVI画像。例として頓田川の中流域を拡大して示した。赤色が濃い場所ほどNDVI値が高い、すなわち植生が豊富であることを示す。図中の大円と小円は2018年に実施した現場調査地点の中心から半径100 mおよび半径20 mの円をそれぞれ表す。（元画像：2022年4月16日撮影 Worldview-3画像，カタログID: 10400100754CB900 © 2022 Maxar Technologies）

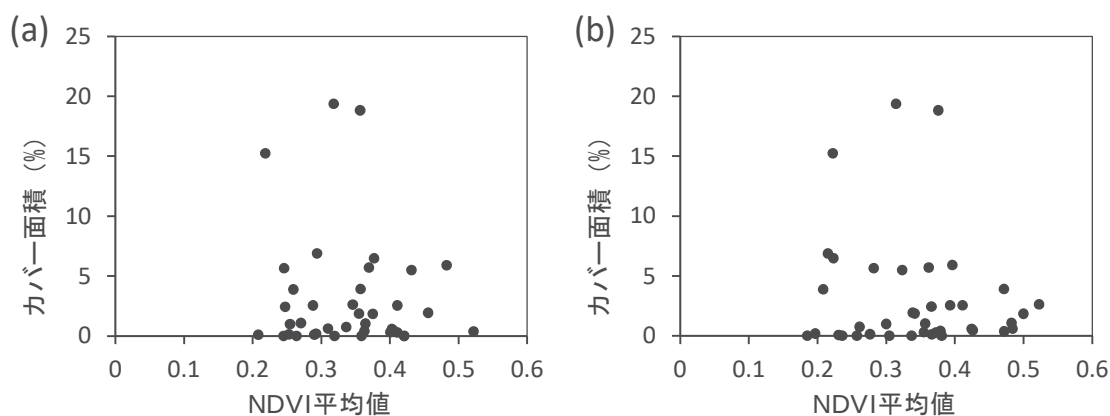


図14. 調査地点の中心から(a) 半径100 m円内および(b) 半径20 m円内におけるNDVI平均値と、2018年に実際に調査地点で取得したカバー面積（%）の関係

解析結果に基づく人為的影響の可視化

ニホンウナギ生息密度の地図化にはQGIS (ver. 3.10.6) を用いた (<http://www.qgis.org>)。上記「(1) 生息量と河川環境要因との関係」での解析結果より、ニホンウナギ生息密度は基本的に下流ほど高く、また、中型ウナギ (全長 12-40 cm) の生息密度については遡上阻害構造物の負の効果が検出されたことから、河口からの距離と遡上阻害構造物の数から中型ウナギの密度 N (尾/ m^2) を推定する下式を作成した。

$$N = e^{-3.154828 - 0.0527877D - .1635952B}$$

ここで e は自然対数の底、 D は河口からの距離 (km)、 B は河口からその地点までに存在する高さ0.4 m以上の遡上阻害構造物 (以下、堰とよぶ) の総数である。国近川、森川および頓田川の3河川を対象とし、GIS上で本流と主要な支流の流路上に100 mごとに設定した各地点において D および B の値を求めた。 B の計算においては2019年に現場調査で得られた堰の実際の位置データを用いた。また、遡上阻害の解消がウナギの密度に与える影響を地図上で可視化することを目的に、河口からの距離5 km区間内の堰を全て除去したと仮定した場合の堰総数 (B') も求めた。これらの属性情報をもとに流路上の各地点において上式により N の演算を行った。堰の数として B を用いた結果では、ウナギの密度が高い高密度域は、頓田川および森川では河口から2 kmほどの下流部のみに限られた (図15A, E)。 B' を用いて計算した結果から、平野部に水源を持つ国近川では、堰を除去しない場合でもウナギの高密度域は最上流部まで達しており (図15C)、遡上阻害解消による効果は小さかったが (図15D)、山間部を流れる頓田川および森川では堰を除去することによってウナギの高密度域が大幅に上流側に拡大することが示された (図15B, F)。

考察：地図上での可視化

今回、ニホンウナギの生息量に影響する人為的要因として「堰の数」が検出され、この「堰の数」は地図上に反映させやすいことから、遡上阻害の影響 (裏を返せば、遡上阻害改善効果) を地図上に可視化することができた。また、遡上阻害改善の効果は各河川の特徴 (流路長、水源の標高、流路の勾配など) によって異なることが示唆された。ウナギの密度に影響を与える要素には地図上には反映させにくいものも多いことから、このような可視化を常に実施できるわけではないが、それができる場合、このような可視化は視覚的にわかりやすいために説得力もあり、河川ごとに人為的な影響や環境改善の効果を検討する上で極めて有効な手法になると考えられる。

参考文献

- Jacobs J (1974) Quantitative measurements of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlev's selectivity index. *Oecologia* 14, 413-417
- 熊谷悠志・上田航・井上幹生・三宅洋 (2020) 河川性底生動物量がウナギ生息量に及ぼす影響. 土木学会論文集G (環境) 76 (6), II_115- II_120
- 松重一輝・望岡典隆 (2020) 水槽実験における底質環境が黄ウナギの潜砂行動に及ぼす影響. 水産増殖 68, 129-138
- 坂上嶺・佐藤駿・松重一輝・安武由矢・日比野友亮・眞鍋 美幸・内田和男・望岡典隆 (2021) 河川生活期のニホンウナギにおける浮き石による被食回避効果の検証. 日本水産学会誌 87, 255-264
- Wakiya R, Mochioka N (2021) Contrasting diets of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, in the upper and lower areas of Tsuchikawa-gawa River, Kagoshima, Japan. *Ichthyol Res* 68, 145-151

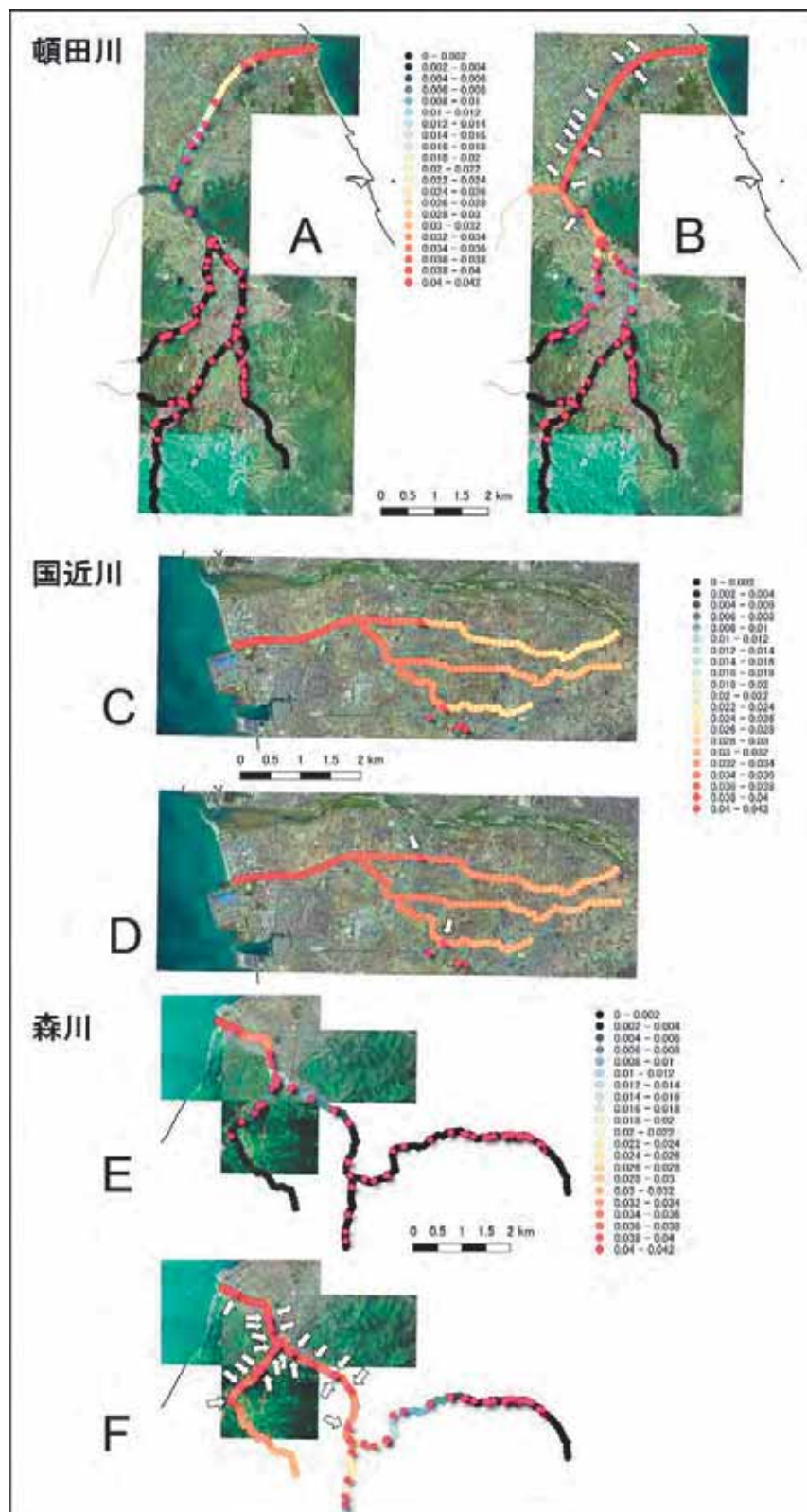


図15. 愛媛県の3河川（頓田川・国近川・森川）における100 mごとの中型ウナギ密度推定結果。実際の堰数による計算結果（A, C, E）と河口から5 kmの区間内の堰を全て除去したと仮定した場合の計算結果（B, D, F）。各地図中のピンク色の星は堰の位置を表す。B, D, Fの地図中の白い矢印は除去した堰を示す。

担当者

平成30～令和4年度

国立大学法人 愛媛大学 大学院理工学研究科 井上幹生・畑啓生・三宅洋

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 澤山周平・西本篤史・山本祥一郎・山本敏博

3.-(1) ウナギ用簡易魚道の開発

鹿児島県水産技術開発センター漁場環境部

要旨

枕崎市中洲川の堰堤にジョイント式人工芝マット魚道（以下、芝マット魚道という）を設置し、下流に養殖ウナギ 100 尾を放流したところ、14 尾の遡上を確認し、芝マット魚道は 50g サイズのニホンウナギを遡上させる十分な能力を有している事を確認した。芝マットの設置方法としては、芝面を上にして設置する事で、クロコから 100g サイズまでのウナギが遡上できる事がわかった。芝マット魚道を野外に長期間設置すると土砂等が詰まったり草が生える時期もあったが、降雨による増水で自然に洗浄されて魚道性能が維持されていたため、洗浄等のメンテナンスは基本的に不要であると考えられた。しかし月の降水量が 500mm を超える豪雨には耐えられず芝マット魚道の一部が破損したため、耐久性が課題となった。そこで補強型芝マット魚道を考案したところ、設置から 1 年 2 ヶ月経過した令和 4 年 11 月末現在まで設置状況は良好であった。

一方、マイクロプラスチックによる海洋汚染が近年問題になっていることから、環境に配慮した素材の簡易魚道の開発を行った。まず陸上水槽試験で金網魚道が有望である事を確認した上で、枕崎市尻無川の堰堤兩岸に芝マット魚道と金網魚道を設置して下流に養殖ウナギ 100 尾を放流した。その結果、芝マット魚道を 13 尾、金網魚道を 18 尾が遡上し、金網魚道は芝マット魚道と同等程度の遡上性能を有する事がわかった。魚道の設置方法としては、堰堤の壁面だけでなく上面と下面に Z 字状に設置する事で、遡上性能が上がる事が示唆された。また、設置から 9 ヶ月後に芝マットの一部が破れていたが、金網魚道は破損していなかったため、金網魚道は芝マット魚道よりも耐久性が高い可能性が示唆された。

全期間を通じた課題目標及び計画

耐久性に優れ、遡上効率の高い簡易な魚道を実証し、遡上阻害の起こった河川の上流域へ、ニホンウナギの生息範囲を拡大できる魚道を開発する。

方法

1 調査場所

野外調査は枕崎市花渡川支流中洲川（2 級河川）の下流から 2 番目及び 4 番目の堰堤と、枕崎市尻無川（2 級河川）の下流から 1 番目の堰堤で行った。室内試験は当センター内水面実験池の屋内

水槽で実施した（図1）。



図1 調査場所

2 芝マット魚道試験

(1) 遡上性能確認試験（平成30年度）

芝マット魚道の遡上性能を明らかにするため、中洲川第2堰堤（図1：高さ1.5m 幅14.3m）右岸に芝マット魚道を設置し、平成30年7月11日～8月22日にPITタグアンテナシステム

（Biomark社製IS1001：PITタグで標識したウナギがアンテナケーブルに接近すると時刻と個体識別番号が記録される。以下、アンテナという）を取り付け、腹腔内にPITタグ標識（Biomark社製BI08B又はBI012B、以下同じ）を挿入した養殖ウナギ100尾（平均全長354mm、平均体重53g）を、平成30年8月9日に芝マット魚道下流に放流した。

また、アンテナ撤去後の平成30年8月23日に、芝マット魚道の下流約50mと上流約200mの範囲において電気ショッカー（有限会社フロンティアエレクトリック社製FISH SHOCKERⅢS、以下同じ）による採捕調査を行った。採捕個体はオイゲノール（DSファーマアニマルヘルス株式会社製FA100）で麻酔後、全長、体重の測定とデジタルカメラによる撮影を行い、PITタグリーダー（Biomark社製Model601又はHPR-Light）によりPITタグ標識の有無を確認した。有標識個体（再採捕個体）は個体識別番号を記録し、全長15cm以上の無標識個体（新規天然個体）には腹腔内にPITタグを挿入し、麻酔の回復を待って採捕地点に放流した。

(2) 設置方法検討試験（令和元年度）

河川工事により中洲川第2堰堤の既存魚道の調査ができなくなったため、代替試験として中洲川第4堰堤（図1：高さ1.1m 幅12.7m）両岸で芝マット魚道の設置方法の検討試験（図2）を行った。令和元年10月7日に左岸は通常設置（芝面を上設置）、右岸は裏面設置（裏返して設置）し、10月23日に両岸の魚道にそれぞれアンテナを取り付け、下流に標識した養殖ウナギ50尾を放流して調査を開始した。両岸の条件を揃えるため中間の11月5日に芝マットの表裏を入れ替え、更に標識した養殖ウナギ50尾を放流し、11月26日までアンテナ調査を行った。放流した養殖ウナギは平均全長339mm、平均体重39gであった。

また、アンテナ取り付け前の10月7日とアンテナ撤去後の12月9日に、芝マット魚道の上
下50mの範囲で、平成30年度と同じ手法で電気ショッカーによる採捕調査を行いウナギの移動



図2 アンテナによる比較調査イメージ（左）と芝マット（右）

状況を調べた。

(3) メンテナンスの検証試験（令和2年度）

河川堰堤に設置した芝マット魚道は、時間が経つと土砂等が詰まったり草が生えたりして魚道性能が低下している可能性が考えられたため、芝マット魚道設置後のメンテナンスの必要性について検証した。中洲川第4堰堤左岸に新たに設置した芝マット魚道（以下、新魚道という）と、前年11月に右岸に設置した既設芝マット魚道（以下、旧魚道という）にそれぞれアンテナを取り付け、堰堤下に標識した養殖ウナギ49尾（運搬中に1尾斃死）を放流した。また8月11日に旧魚道を一旦取り外して詰まった土砂等を洗浄後、同じ場所に再設置し、堰堤下に標識した養殖ウナギ50尾を放流した。放流した養殖ウナギは平均全長394mm、平均体重60gであった。アンテナは令和2年8月4日から24日まで設置し、芝マット魚道を通じた標識ウナギを記録した。

また、アンテナ取り付け前の8月3日と、アンテナ撤去後の9月4日に、芝マット魚道の下流50m、上流100mの範囲で平成30年度と同じ手法で電気ショッカーによる採捕調査を行い移動状況を調べた。

(4) 芝マット魚道の耐久性

各年度に設置した芝マット魚道は、アンテナ撤去後もそのまま設置し、魚道の破損や脱落等について毎月1回目視調査を行い耐久性を確認した。

(5) 補強型芝マット試験（令和3～4年度）

芝マット魚道の耐久性を向上させるため、令和2年8月に中洲川第4堰堤両岸に設置した既設芝マット魚道を用い、令和3年9月10日に右岸の芝マット表面を亀甲金網（目合10mm、ビニール被覆）で覆うと共に、上端部にステンレス製マルチアングル（横60cm×奥行4cm×高さ4cm）を取り付けた（図3）。左岸の芝マット魚道は従来型としてそのまま使用し、毎月1回設置状況を確認し



図3 補強型芝マット魚道

た。

3 新たな簡易魚道の開発

(1) 陸上水槽による比較試験（令和元～2 年度）

近年、マイクロプラスチックによる海洋汚染が問題になっていることから、環境に配慮した素材の簡易魚道を開発するため、当センター内水面実験池（図 1）の屋内水槽を使用し、非プラスチック製の新たな簡易魚道を比較検討した。併せて芝マットの設置方法についても比較を行った。

試験は令和元年 12 月～令和 2 年 2 月と令和 2 年 5～6 月の 2 回実施し、芝マット（素材：プラスチック）の通常設置と裏面設置、改良型泥落としマット（素材：金属とヤシ繊維（パーム））、マット織金網（素材：金属）を魚道として、60cm の垂直な板を遡上できるか比較を行った（図 4）。試験装置は、水温 25 度の地下水を上部水槽（66cm×50cm×39cm 水深約 13cm）に注水し（注水量：5.4L/min）、簡易魚道を通して下部水槽（85cm×61cm×51cm 水深約 10cm）に流れ外に排水されるように設置した。供試魚は、当センターで天然シラスウナギから飼育したクロコ（R2:平均全長 102mm）、鹿児島市愛宕川で電気ショッカーにより採捕した天然ウナギ小（R1:平均全長 252mm、H2:平均全長 231mm）、養殖業者から購入した養殖ウナギ中（H1:平均全長 365mm、H2:平均全長 365mm）と養殖ウナギ大（R1:平均全長 481mm、R2:平均全長 481mm）を用い、1 回の試験で 20 尾を下部水槽に投入した。試験は日没前（R1:16 時 30 分 R2:17 時）に開始し、翌朝（R1:9 時 R2:9 時 30 分）に終了した。試験終了後は、魚道上部の水槽にウナギが何尾移動していたか計数するとともに、監視カメラで撮影した動画を解析した。

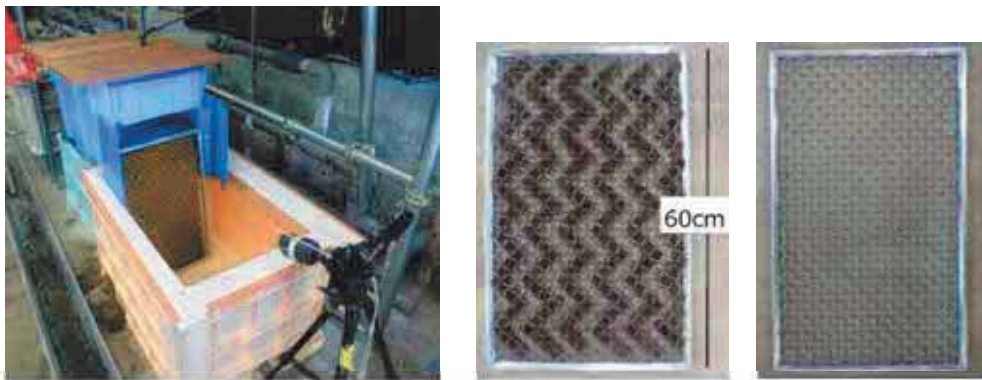


図 4 簡易魚道試験（左：試験装置 中央：改良型泥落としマット 右：マット織金網）

(2) 金網魚道の実証試験（令和 3 年度）

野外試験を実施するにあたり、陸上水槽試験に使用したマット織金網は、堰の高さに合わせて特注するとかかなり高額となり将来的に普及しにくいと考えられたため、似たようなコイル状の金網であるステンレス製メッシュベルト S タイプを代替品として使用できないか、陸上水槽で予備試験を行い、マット織金網と同等程度の遡上性能がある事を確認した。以後ステンレス製メッシュベルト S タイプを「金網魚道」と呼ぶ。

令和 3 年 10 月 11 日に枕崎市尻無川第 1 堰堤（図 1：高さ 95cm、幅 6.4m）の右岸に金網魚道

(幅 30cm×長さ 200cm×厚さ 3cm と幅 30cm×長さ 200cm×厚さ 2cm を横に並べ幅 60cm にしたもの) を、左岸に芝マット魚道 (幅 60cm×長さ 200cm×厚さ 2.3cm) を設置した。10 月 13 日に兩岸の魚道にそれぞれアンテナを取り付け、堰堤下に標識した養殖ウナギ 51 尾を放流した。条件を揃えるため 8 日後の 10 月 21 日に兩岸の魚道を入れ替えて再設置後、堰堤下に標識した養殖ウナギ 49 尾を放流した。放流した養殖ウナギは小ウナギ (平均全長 226mm 平均体重 9.8g) と中ウナギ (平均全長 361mm 平均体重 51.9g) を半数ずつ混合した。アンテナ調査期間は令和 3 年 10 月 28 日までとし、簡易魚道を遡上した標識ウナギを解析した。

また、アンテナ取り付け前の 10 月 8 日とアンテナ撤去後の 11 月 29 日に、簡易魚道の下流 50m、上流 100m の範囲で平成 30 年度と同手法で電気ショッカーによる採捕調査を行い移動状況を調べた。

(3) 金網魚道の設置方法の検討 (令和 4 年度)

金網魚道の設置方法として堰堤の壁面及び上面に逆 L 字状に設置する方法 (L 型魚道) と、壁面と上面及び下面に Z 字状に設置する方法 (Z 型魚道) の遡上効率について比較試験を行った。

令和 4 年 10 月 14 日に尻無川第 1 堰堤の右岸に長さ 200cm の Z 型魚道を、左岸に長さ 150cm の L 型魚道を設置した。10 月 18 日に兩岸の魚道にそれぞれアンテナを取り付け、魚道下に標識した養殖ウナギ 50 尾を放流した。また 8 日後の 10 月 26 日に監視カメラを兩岸に 2 台ずつ計 4 台設置し (図 5)、魚道下に標識した養殖ウナギ 50 尾を放流して野外での遡上動画撮影を試みた。放流した養殖ウナギは最小全長 145mm (体重 2.6g) から最大全長 433mm (体重 110.4g) までの様々な体サイズ (平均全長 269.1mm、平均体重 25.9g) を混合した。アンテナは 11 月 30 日まで設置し、簡易魚道を遡上した標識ウナギを記録した。



図 5 金網魚道と監視カメラ (左: Z 型魚道 右: L 型魚道)

また、アンテナ取り付け前の 10 月 14 日に、金網魚道の上下流 100m の範囲で平成 30 年度と同手法で電気ショッカーによる採捕調査を行った。更にアンテナ調査後の 11 月 25 日に PIT タグ探知機 (Biomark 社製 HPR-Plus 及び BP Plus アンテナ) を用いて、簡易魚道の上下流 100m の範囲で標識ウナギの移動状況を調査した (図 6)。



図6 PIT タグ探知機による調査

(4) 金網魚道の耐久性

尻無川に設置した芝マット魚道及び金網魚道は、アンテナ撤去後もそのまま設置を継続し、魚道の破損や脱落等について毎月1回目視調査を行い耐久性を確認した。

結果

1 芝マット魚道試験

(1) 遡上性能確認試験（平成30年度）

平成30年8月10～18日に延べ19回の通過記録がアンテナで確認された。重複を除くと実質14尾が芝マット魚道を遡上したと考えられ、それらは全て平成30年8月10日に魚道下に放流した養殖ウナギであった。このうち2尾はアンテナ撤去後の電気ショッカー調査で堰堤上流に移動している事を確認した。

(2) 設置方法検討試験（令和元年度）

芝面を上通常設置した芝マット魚道は、令和元年10月27日～11月26日に延べ4回の通過記録がアンテナで確認された。重複を除くと実質1尾が遡上したと考えられ、これは令和元年10月23日に魚道下に放流した養殖ウナギであった。芝面を下に裏面設置した芝マット魚道は、令和元年10月27日～11月15日（アンテナの機器トラブルにより15日以降データなし）に1尾も通過記録がなかった。アンテナ撤去後に実施した電気ショッカー調査でも堰堤上流に移動している個体は確認できなかった。

(3) メンテナンスの検証試験（令和2年度）

新魚道は令和2年8月4～11日に延べ7回の通過記録がアンテナで確認され、重複を除くと実質6尾が遡上したと考えられた。6尾はいずれもは魚道下に放流した養殖ウナギで、8月4日放流が3尾、8月11日放流が3尾であった。旧魚道には8月4～13日に延べ7回記録され、重複を除くと実質2尾が遡上したと考えられた。2尾の内訳は8月4日に魚道下に放流した養殖ウナギ1尾と8月3日に魚道下で採捕した天然ウナギ1尾（全長435mm、体重99g）で、天然ウナギの魚道利用も確認された。また、アンテナ撤去後の電気ショッカー調査で、新魚道を利用した養殖ウナギの1尾が堰堤上流に移動している事を確認した。

また、旧魚道の洗浄前の利用回数は4回で、重複を除くと実質1尾が遡上したと考えられた。洗浄後の利用回数は3回で、重複を除くと実質尾数は2尾が遡上したと考えられた。

(4) 芝マット魚道の耐久性

先行事業の平成29年に設置してから2年間は良好な設置状況だったが、その後令和元年7月上旬の梅雨、令和2年6月末～7月上旬の梅雨、令和2年9月の台風10号、令和3年6月の梅雨、令和3年8月の秋雨前線による豪雨の後で、芝マットが破れたり一部が流失していた。

(5) 補強型芝マット試験（令和3～4年度）

毎月1回設置状況を確認したところ、設置から1年2ヶ月経過した令和4年11月末現在まで設置状況は良好であった。令和4年9月に台風14号の来襲もあったが、芝マット本体に破れ等はみられなかった。しかし設置から現在まで500mm/月を超える大雨が降っていないため（後述）、今後も調査を継続する。

2 新たな簡易魚道の開発

(1) 陸上水槽による比較試験（令和元～2年度）

動画解析により上水槽への移動を確認した回数を表1に示す。各水槽20尾で試験したが、上水槽に上った後に下水槽に戻る個体が多数観察されたため、延べ遡上回数を示した。ただし、クロコについては魚体が小さすぎて動画では判別困難だったため、翌朝上水槽に移動していた尾数を示した。

芝マットの通常設置はクロコからウナギ大まで広いサイズが利用していたが、裏面設置はクロコしか利用していなかった。

また、改良型泥落としマットとマット織金網を比較すると、マット織金網の方が、クロコからウナギ中まで利用できるため、芝マットに代わる非プラスチック製の魚道としてはマット織金網が有望であると考えられた。

表1 簡易魚道比較試験の結果

	養殖クロコ	天然ウナギ小	養殖ウナギ中	養殖ウナギ大
芝マット（通常）	10	31	9	1
芝マット（裏面）	8	0	0	0
泥落としマット	0	24	2	0
マット織金網	7	20	12	0

(2) 金網魚道の実証試験（令和3年度）

令和3年10月13日～28日の間に、芝マット魚道13尾、金網魚道18尾がアンテナに記録された。

体重別魚道利用状況を図7に示す。芝マット魚道は20g以下が9尾、20～40gが3尾、40～60gが1尾記録された。金網魚道は20g以下が14尾、20～40gが3尾、40～60gが1尾記録された。両魚道とも20g以下の小型魚が最も多く利用しており、体サイズが大きくなるにつれ利用尾数は減少し、60g以上はいずれの魚道も利用していなかった。

また、アンテナ撤去後の電気ショッカー調査で、魚道下で放流した養殖ウナギ2尾が堰堤上流に移動している事を確認した。うち1尾は金網魚道、もう1尾は芝マット魚道のアンテナで記録されていた。

これらの結果から、金網魚道は芝マット魚道と同等程度の遡上性能を有する事がわかった。

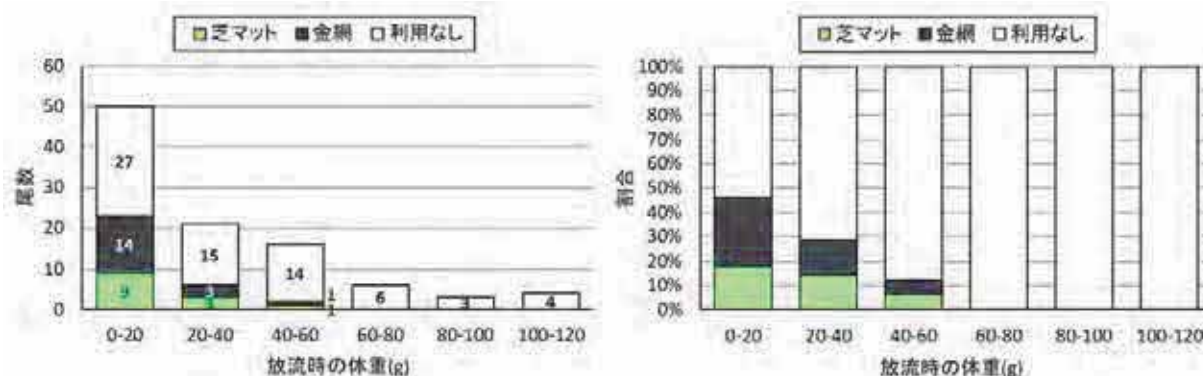


図7 体重別魚道利用状況（左：尾数、右：割合）

(3) 金網魚道の設置方法の検討（令和4年度）

Z型魚道に設置したアンテナが機器トラブルにより10月19日昼以降不調となったため、10月18日17:00～19日9:00のデータを解析したところ、10月18日に放流した養殖ウナギ50尾中、Z型魚道のアンテナで5尾、L型魚道のアンテナで2尾が記録されていた。

また、アンテナ調査終了後のPITタグ探知機による調査で、令和4年10月に魚道下で放流した養殖ウナギのうち4尾が堰堤上流に移動している事を確認した。うち3尾はL型魚道のアンテナで記録がなかった事から、Z型魚道を利用したと考えられた。残り1尾は10月27日にL型魚道のアンテナで記録されていたが、Z型魚道を上った後、堰堤上流でL型魚道の方へ移動して記録された可能性もあるので、どちらの魚道を利用したのか判断できなかった。

以上の結果より、L型魚道よりZ型魚道の方が遡上効率が高い可能性が示唆された。

また、尻無川第1堰堤の金網魚道を上るウナギを動画撮影できたため、当センターホームページ上 (<https://suigi.jp/userinfo.html>) で公開した。

(4) 金網魚道の耐久性

令和3年10月に尻無川第1堰堤両岸に設置した芝マット魚道及び金網魚道について、毎月1回目視調査を行ったところ、設置から9ヶ月後の令和4年7月に芝マットの一部が破れている事を確認した。この時金網魚道は破損していなかったため、金網魚道は芝マット魚道よりも耐久性が高い可能性が示唆された。

考察

1 芝マット魚道試験

(1) 遡上性能確認試験（平成30年度）

平成29年度放流用種苗育成手法開発事業で実施した放流ウナギの追跡調査で、50gサイズの養殖ウナギは放流地点から下流へ降る傾向が強く、上流に移動した個体は1割程度だったと報告されている。本試験で、放流後9日間で100尾中14尾の魚道利用を確認したのは少ない尾数ではないと考えられ、芝マット魚道は50gサイズのニホンウナギを遡上させる十分な能力を有している事を確認した。

(2) 設置方法検討試験（令和元年度）

本試験の結果からは、データ数が少なく芝マットの効率的な設置方法を検証する事はできなかった。河川工事の影響で試験の実施時期が遅れ、水温低下でウナギの活動量が低下した事も遡上数が少ない要因の一つと考えられた。

(3) メンテナンスの検証試験（令和2年度）

新旧魚道の利用回数で比較するといずれも7回であり、実質尾数は6尾と2尾だった。3(1)の陸上水槽試験の動画解析で、魚道を上った個体が何度も下水槽へ戻る様子が観察されており（表1）、本試験でも同一個体が同じ魚道を何度も利用したと考えられた。

また、旧魚道の洗浄前と洗浄後では、利用回数は4回と3回、実質尾数は1尾と2尾で、洗浄前後で差は見られなかった。毎月1回実施した設置状況の確認において、芝マットに土砂等が詰まり草が生える時期もあったが、まとまった降雨の後には無くなっていたので、川の増水により自然に洗浄され魚道性能が維持されていると推察された。

以上の結果から、芝マット魚道は設置後10ヶ月経過しても新しい魚道と遡上性能に差はなく、洗浄等のメンテナンスは基本的に不要であると考えられた。

(4) 芝マット魚道の耐久性

枕崎市の月別降水量（気象庁HPから引用）と、芝マット魚道の破損を確認した月を図8に示す。枕崎市の中洲川においては、月の降水量が500mmを超える大雨が降ると、増水により芝マット魚道が破損する事が分かった。この時は調査地の近隣で土砂崩れや住宅の浸水等の被害も発生しており、このような災害レベルの増水には芝マット魚道は耐えられず破損、流失するため、一時避難として事前に取り外すか、それが出来ない場合は増水後に補修や交換が必要と考えられた。

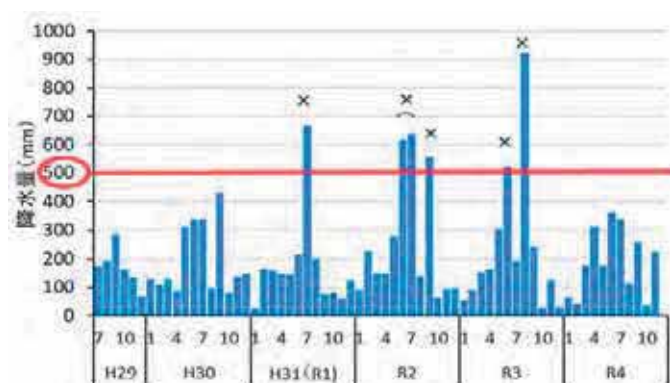


図8 枕崎市の月別降水量（×は魚道が破損した月）

2 新たな簡易魚道の開発

(1) 陸上水槽による比較試験（令和元～2年度）

動画解析したところ、芝マットで上水槽に移動したウナギは全て芝マットと板の間を上っていた。従って芝マットの裏面設置は芝面の間をウナギが上る事になるが、芝の間隔（約3mm）が狭すぎてクロコ以外は利用できないと考えられた。一方、芝マットの通常設置は、裏面設置と同等にクロコが利用できるだけでなく、養殖ウナギ大まで幅広いサイズが利用可能だった。

これまでクロコ用に裏面設置も行ってきたが、この結果から通常設置だけでクロコも十分遡上できる事がわかった。

一方、泥落としマットやマット織金網は、金網の中を通過して上水槽へ上っていた（図9）。ウナギ大がマット織金網を利用できなかったのは、ウナギの体高に対して金網の内径が小さいためと考えられ、大型ウナギを遡上させたい場合は、ウナギの体高に応じて金網の内径を大きくする必要があると考えられた。



図9 マット織金網を上るウナギ

(2) 金網魚道の実証試験（令和3年度）

芝マット魚道は小型ウナギの利用率が高かった。3(1) 陸上水槽による比較試験で述べたとおり、芝マット魚道はマットと壁面の間をウナギが通るため、魚道を利用できるウナギの体高は芝マット裏面の突起間隔（15～20mm）以内と考えられる。しかし、1(3) メンテナンスの検証試験（令和2年度）で報告したとおり、全長435mm、体重99g（体高は23mm前後と推定）の天然ウナギが芝マット魚道を利用した事例がある。芝マットは素材が柔らかく空間が広がるので、やや大きめのサイズでも利用できると考えられた。

金網魚道も同様に小型ウナギの方が利用率が高かった。金網魚道は金網の中をウナギが通るが、芝マットのような柔軟性がないため、利用できるウナギのサイズは金網の内径に依存すると考えられた。

(3) 金網魚道の設置方法の検討（令和4年度）

放流直後の標識ウナギの様子を観察すると、堰堤下は流れ落ちてくる水の勢いが強いので、魚道下の流れが弱い場所に集まっていた（図10）。このことからZ型に設置する事で魚道の底面部分が遡上するウナギの待機場所となり、より魚道を利用しやすくなるのではないかと考えられた。

また、Z型設置は芝マット魚道でも効果的であると考えられるが、芝マットはプラスチック製で浮くため、底面の固定が弱いと破れ等の原因になる可能性があるため、設置の際は壁面よりも多めのビス等で底に固定した方が良いと考えられた。

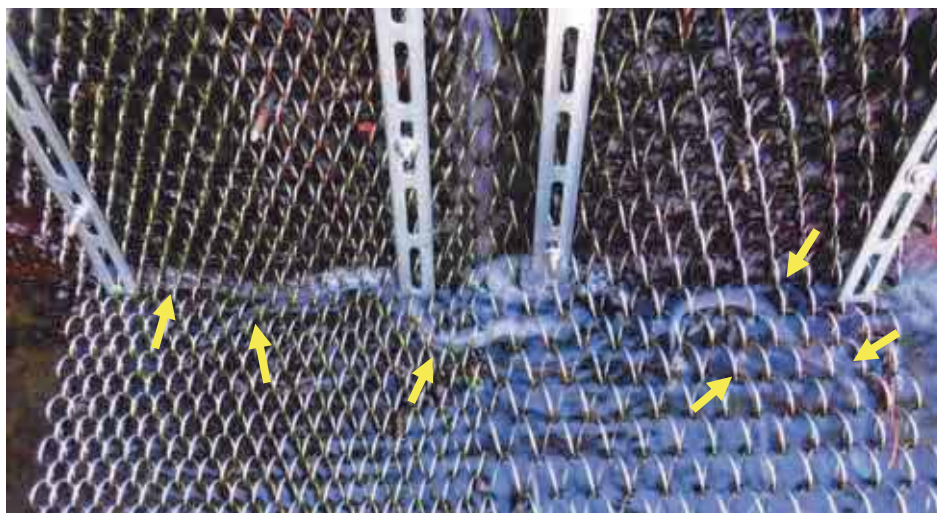


図10 金網魚道の底面に集まったウナギ

3 まとめ

芝マット魚道と金網魚道の比較を表2にまとめた。金網魚道は芝マット魚道と比較して価格は高くなるものの、ウナギの遡上性能と設置にかかる手間は同等程度で、海洋プラスチックゴミになるリスクがない点では優れていると考えられる。耐久性については検証を継続する予定である。

表2 芝マット魚道と金網魚道の比較

	芝マット魚道	補強型芝マット魚道	金網魚道
遡上性能	○	○	○
材料費※	○ (6,000円)	○ (7,000円)	△ (50,000円)
設置しやすさ	○	○	○
耐久性	×	○? (検証中)	○? (検証中)
環境負荷	×	△	○

※約1mの高さの堰に60cm幅の魚道を設置した場合（工具代、人件費は含まず）

参考文献

- 鹿児島県水産技術開発センター事業報告書（2015～2017）「ウナギ資源増殖対策事業Ⅲ（内水面資源生息環境改善手法開発事業）」漁場環境部
- 鹿児島県水産技術開発センター事業報告書（2014～2018）「ウナギ資源増殖対策事業－Ⅱ（放流用種苗育成手法開発事業）」漁場環境部
- 水産庁（2018）鰻供給安定化事業のうち「内水面資源生息環境改善手法開発事業」報告書 214-235頁
- 鹿児島県水産技術開発センター事業報告書（2019～2021）「ウナギ資源増殖対策事業（簡易魚道開発）」漁場環境部

担当者

鹿児島県水産技術開発センター漁場環境部

平成30年度 平江多績・猪狩忠光・市来拓海

令和1～2年度 眞鍋美幸・猪狩忠光・市来拓海

令和3年度 眞鍋美幸・猪狩忠光・中島広樹

令和4年度 眞鍋美幸・猪狩裕代・中島広樹

1. 漁場環境に応じたアユ資源増殖等の手法開発

国立研究開発法人水産研究・教育機構
水産技術研究所 内水面グループ

要旨

アユ種苗放流の資源添加効率を最大化するため、放流から解禁までの時期、種苗サイズ、放流密度等のパラメータについて検討した。平成30年度から令和4年度まで、本州、四国、九州の計5県において、放流試験を行った結果、河川によって、放流後の日間成長率が大きくばらつくことが明らかになった。そこで、地域ごとに日間成長率を推定するためのモデルを作成し、早見表を作成、全国の関係者にマニュアルとして配布した。

全期間を通じた課題目標及び計画

アユの放流効果の向上に関する取組が全国各地で実施されているが、河川等の環境においてどの程度の内水面水産資源が生息可能かを示す指標が存在しないことから、必ずしも最適な資源増殖等の手法が採用されていない可能性がある。本課題では内水面の最重要魚種の1つであるアユが生息するために必要な環境を、維持・改善するために重要な環境収容力の調査手法について検討する。栃木、岐阜、島根、高知、熊本の各県の複数水系においてアユの種苗放流ならびに採捕調査を行い、成長率（体サイズ）、生息環境等に関するデータを収集・解析する。

方法

本年度を含め5か年分、計30河川において、アユ放流場所の川幅、水温など河川環境調査を実施するとともに、放流後のアユ生息密度、体サイズを追跡することで、河川環境とアユの生残、成長の生息状況に係る知見を収集・分析した。解析にはIBM社のSPSS Statics 24を用いた。

結果

最終年度である令和4年度は、利根川（栃木県）、長良川（岐阜県）、斐伊川（島根県）、物部川および仁淀川（高知県）、緑川（熊本県）の各水系におけるアユ種苗放流ならびに環境条件に関する調査を行った（表1,2）。解禁日の友釣りによる採捕調査から、アユの成育状況を調べたところ、日間成長率は1.72%から5.88%であり、河川間で大きくばらつくことが明らかになった（表3）。

表1. 本年度に放流試験を行った13河川

	水系	河川	緯度	経度	川幅(m)
栃木県	利根川	行川	36.643623	139.716299	13.3
栃木県	利根川	田川	36.617086	139.867952	11.9
栃木県	利根川	大芦川	36.643636	139.567619	10.2
岐阜県	長良川	片知川	35.599617	136.909384	11.1
島根県	斐伊川	三刀屋川	35.193921	132.820513	12
高知県	仁淀川	土居川	33.609081	133.1747625	30
高知県	物部川	物部川	33.7666	134.035253	11.5
熊本県	緑川	御船川	32.72034	130.873559	18.8

表2. 放流試験の概要

	放流日	放流時の 水温 (°C)	標識方法	種苗の系統	放流魚の 平均体重(g)	放流地点の アユ密度(N/m^2)
栃木県	2022/4/12	20.6	あぶら鰭カット	那珂川系×七色系_F1	7.20	0.30
栃木県	2022/4/22	16	あぶら鰭カット	那珂川系×七色系_F1	8.41	0.84
栃木県	2022/4/26	12.5	ー	那珂川系×七色系_F1	9.06	1.24
岐阜県	2022/4/15	13.1	あぶら鰭カット	長良川遡上養成_F1	5.32	1.85
岐阜県	2022/5/17	12.5	あぶら鰭,左腹鰭:	長良川遡上養成_F1	10.54	1.85
島根県	2022/4/26	16.8	あぶれ鰭カット	江の川F1	5.7	1.17
高知県	2022/4/2	12.4	あぶら鰭カット	奈半利_安田_新荘F2	4.7	1.51
高知県	2022/4/2	11.4	あぶら鰭カット	奈半利_安田_新荘F2	4.7	2.13
熊本県	2022/4/7	13.5		球磨川 F4	3.02	1.13
熊本県	2022/4/20	14.2	あぶら鰭カット	静岡湖産系F2	3.1	1.13

表3. 解禁日における友釣りによる捕獲調査結果

	解禁（再捕）日	解禁日に釣れた 標識魚の平均体重(g)	放流日から解禁日 までの日数	日間成長率 (%)	解禁日CPUE (尾 / 時間/ 人)
栃木県	2022/5/24	37.2	42	3.91	3.75
栃木県	2022/6/15	33.7	54	2.57	5.17
栃木県	2022/6/9	19.3	44	1.72	6
岐阜県	2022/6/1	26.6	47	3.43	3.91
岐阜県	2022/6/1	16.9	15	3.16	3.91
島根県	2022/7/1	28.8	66	2.45	1
高知県	2022/5/21	34.5	49	4.07	8.1
高知県	2022/5/24	29.1	52	3.51	5.2
熊本県	2022/6/1	48.5	55	5.05	3.07
熊本県	2022/6/1	36.6	42	5.88	3.07

日間成長率を規定する要因として、水温があげられる。5県で水温が大きく異なったため、5か年分のデータを各県ごとにわけて、日間成長率を説明するモデルを作成した。

日間成長率 = 放流時の体重 + 放流密度 + 放流から解禁までの日数 + 誤差項

を基本モデルとして、変数減少法による重回帰分析を行った。各県の解析結果は以下の通りである（表4）。

表4. 各県ごとに作成された日間成長率を説明するためのベストモデル

栃木県（n = 10）

モデル	非標準化係数 係数	標準化係数 標準誤差	標準化係数 ベータ	t 値	有意確率
1 (定数)	5.798	1.037		5.59	0.001
放流体重	-0.317	0.071	-0.883	-4.474	0.004
密度	-0.346	0.114	-0.565	-3.034	0.023
日数	-0.005	0.015	-0.067	-0.345	0.742
2 (定数)	5.49	0.494		11.108	0
放流体重	-0.309	0.062	-0.86	-4.954	0.002
密度	-0.348	0.106	-0.569	-3.281	0.013

岐阜県 (n = 7)

モデル	非標準化係数		標準化係数 ベータ	t 値	有意確率
	係数	標準誤差			
1 (定数)	6.564	1.442		4.553	0.02
放流体重	-0.257	0.121	-0.927	-2.117	0.124
密度	-0.005	0.224	-0.008	-0.02	0.985
日数	-0.029	0.019	-0.656	-1.541	0.221
2 (定数)	6.571	1.212		5.422	0.006
放流体重	-0.258	0.092	-0.932	-2.808	0.048
日数	-0.03	0.015	-0.659	-1.988	0.118
3 (定数)	4.551	0.832		5.468	0.003
放流体重	-0.165	0.1	-0.595	-1.654	0.159
4 (定数)	3.22	0.242		13.292	0

島根県 (n = 3) 令和2年度から事業参画のため有意なモデルが得られず

モデル	非標準化係数		標準化係数 ベータ	t 値	有意確率
	係数	標準誤差			
1 (定数)	94.563	0		.	.
放流体重	-5.588	0	-3.608	.	.
日数	-0.913	0	-2.881	.	.

高知県 (n = 10)

モデル	非標準化係数		標準化係数 ベータ	t 値	有意確率
	係数	標準誤差			
1 (定数)	6.296	0.754		8.349	0
放流体重	-0.291	0.061	-0.774	-4.739	0.003
密度	0.06	0.152	0.065	0.395	0.706
日数	-0.025	0.008	-0.489	-2.99	0.024
2 (定数)	6.411	0.652		9.83	0
放流体重	-0.293	0.058	-0.779	-5.095	0.001
日数	-0.026	0.008	-0.493	-3.229	0.014

熊本県 (n = 8)

	係数	標準誤差	ベータ		
1 (定数)	8.661	7.412		1.168	0.308
放流体重	-0.349	1.097	-0.23	-0.319	0.766
密度	-0.275	1.458	-0.097	-0.189	0.86
日数	-0.045	0.067	-0.515	-0.677	0.536
2 (定数)	7.888	5.549		1.421	0.214
放流体重	-0.301	0.958	-0.198	-0.314	0.766
日数	-0.041	0.056	-0.459	-0.729	0.498
3 (定数)	6.256	1.806		3.465	0.013
日数	-0.028	0.034	-0.312	-0.804	0.452
4 (定数)	4.835	0.359		13.484	0

考察

日間成長率を説明するモデルは、地域ごとに選択された変数や値が大きく異なっていたため、地域ごとに分析を行う必要がある。本事業で得られたベストモデルに基づいて、普及向けのマニュアルを作成した。

近年、激甚災害が頻発しており、それに伴う河川工事が大規模長期化している。これらの影響についても、今後、調査研究を行い、関係機関と協力しながら、より良いアユ漁場づくりを展開していく必要がある。

参考文献

坪井潤一・桑田知宣・加地弘一・高木優也（2018）赤字にならない！アユ放流マニュアル。
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisuimeninfo-11.pdf>

担当者

平成30～令和4年度 水産技術研究所 内水面グループ 坪井 潤一

2. 河川環境がアユの成長に及ぼす影響の解明 天然アユの生息に適した河川環境復元手法の開発

栃木県水産試験場

要旨

アユの効果的な放流サイズや密度、水温等と放流効果の関係性を調べたところ、放流魚の日間成長率は放流個体平均体重が 4.5(g) 未満、重量ベースでの放流密度が 4(g/m²) 未満の事例で 3%以上となる事例が多かった。一方、放流後の水温が 8℃以下となった事例では、放流域からアユが降下し解禁日の CPUE（漁獲数/時間/人）が大幅に低下した。那珂川の本支流 29 地点でアユの生息環境を調査した。結果、下流域ほどアユの生息に重要な長径 25 cm以上の巨石が少なく、生息環境改善は困難であると推察された。また、人為的に巨石を設置する試験を実施したところ、巨石を組んで設置することで流出しにくくなることが確認された。2020-2022 年の 3 カ年、那珂川水系の天然遡上アユ、解禁日の釣獲アユ（上流域支流と本川中流域の 2 地点）について孵化日組成の比較を行ったところ、上流域の釣獲アユは晩期孵化個体の比率が低かった。

全期間を通じた課題目標及び計画

- （1）アユの放流効果の向上のために、効果的な放流サイズや密度、水温等と放流効果の関係性を明らかにする。
- （2）アユの生息に悪影響を与える要因について検討するため、那珂川水系における巨石率、透明度、藻類の分布について潜水目視調査を行うとともに、効果的な巨石投入の実施方法を検討するため、石組みによる巨石の移動抑制効果の検証に取り組む。
- （3）全国有数のアユ漁場である那珂川水系における天然アユ資源の持続的な利用を図るため、友釣りによる資源利用実態（特に早期孵化個体群の漁獲実態）の一端について解明に取り組む。

方法

（1）効果的な放流手法の確立に向けた条件を検討するため、放流によってアユ漁場が維持されている 5 河川（黒川、行川、大芦川、田川、那珂川上流部）で様々なサイズ（2.8-9.1g/尾）の種苗を放流した 12 事例について漁獲調査を行い、日間成長率（%）と解禁日の CPUE（漁獲数/時間/人）について各種の放流条件との関連や水温の変化と種苗の挙動の関係を調べた。

（2）那珂川水系の 29 地点（図 1）で、5 月に流程 50m、幅 2m の流程内に存在する長径 25 cm以上の巨石数を計数した。また、地点ごとにランダムに選んだ巨石 10 個について長径の計測とカワシオグサ及びクチビルケイソウの被度（%）を確認するとともに透明度（A4 サイズの白板が水中で目視できる距離）の測定を行った。

加えて、石組みによる巨石の移動抑制効果の確認のため、平均重量 12.7(±0.9)kg の巨石 9 個を

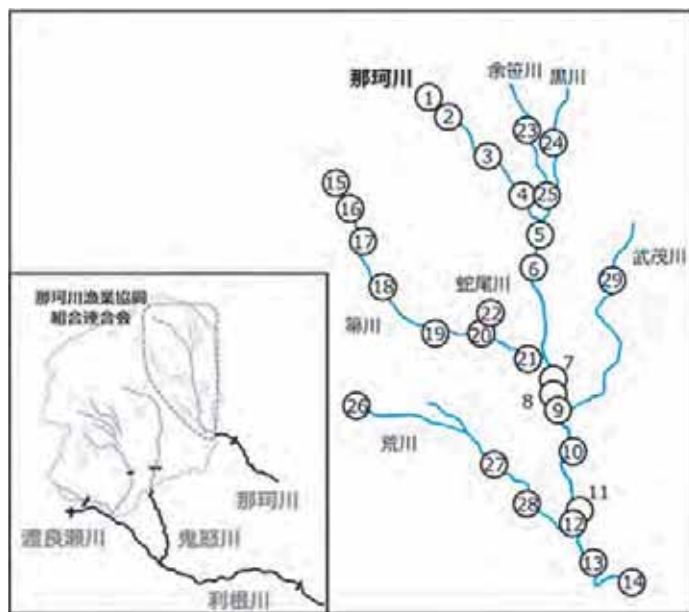


図1 調査地点

1m×1m の枠内に分散して置く「ばら区」と3行3列に組んで置く「石組区」を流速と水深の差が小さい流程に2mおきに各5区配置して水位変動と巨石の残存状況の関係を調べた。

(3) 天然遡上アユの持続的資源利用を図るため、那珂川水系の上流域の支流(黒川:以下上流域)と那珂川本川中流(烏山地区:以下中流域)で解禁日に友釣りによる天然アユの採捕を行い、栃木県内最下流域の那珂川本流で定期的(3-5月)に投網によりサンプリングした天然遡上アユと孵化日組成を比較した(2020-2022年)。孵化日については、耳石を樹脂包埋

後に研磨し、日輪を計測し推定した。

結果

(1) 放流個体平均体重(g)と日間成長率(%)の関係を調べたところ、放流種苗は放流個体平均体重が4.5(g)以下である場合に日間成長率が3%以上となる事例が多く確認された(図2)。また、重量ベースでの放流密度(g/m^2)と日間成長率の関係を調べたところ、放流密度が4(g/m^2)未

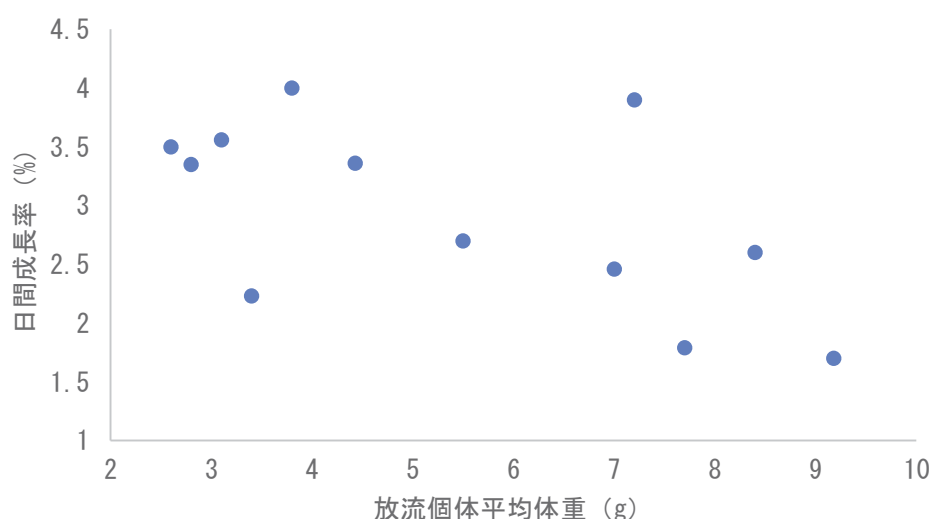


図2 放流個体平均体重と日間成長率の関係

満で日間成長率が3%以上となる事例が多かった(図3)。放流から解禁までの期間が十分に確保できない場合、解禁日の釣獲魚の平均体重が30g未満でありオトリアユとしての使用に適さない事例もあった。解禁日のCPUE(漁獲数/時間/遊漁者)について、放流個体平均体重、重量ベースで

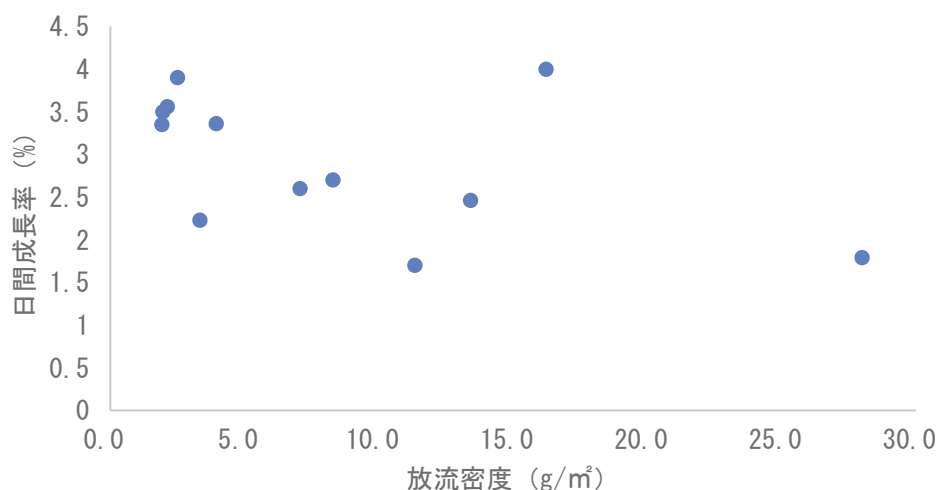


図3 放流密度（重量）と日間成長率の関係

の放流密度、個体数ベースでの放流密度（尾/m²）との関連について検討したが、明確な影響を与える要素は確認できなかった。一方、解禁日のCPUEと水温の関連については、放流後の水温が8℃を下回った1事例でCPUEが0.29と極端に低くなる事例が確認された。この事例では、放流区間が遡上不可能な堰堤上部に設定されており、水温が8℃を下回った後、放流区間から多くの放流個体の降下が確認された。

（2）那珂川では、本流、支流ともに、下流ほど巨石が少なく、巨石の平均サイズも小さくなる傾向が見られた（図4, 5）。また、上流域でも巨石が100 m²（幅2m×流程50m）あたり100個を超えることは稀であった。一方で、地点8（N36.758, E140.143）や9（N36.726, E140.150）のように、近傍の調査地点よりも巨石が多い地点がみられた（図4）。透明度は下流ほど低下し、特に地点1～4に

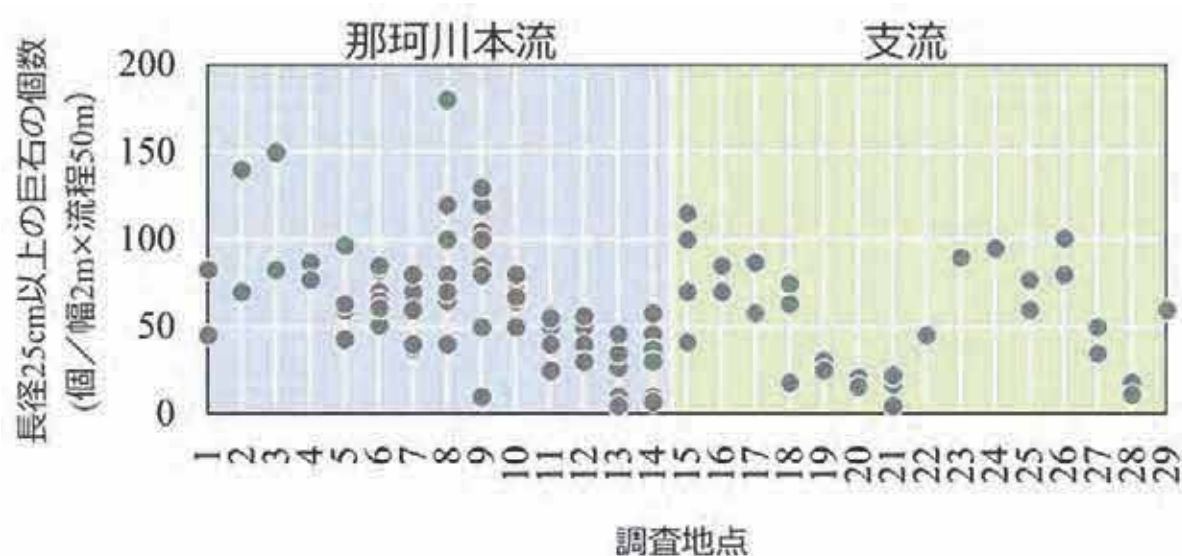


図4 那珂川水系における巨石密度の流程分布

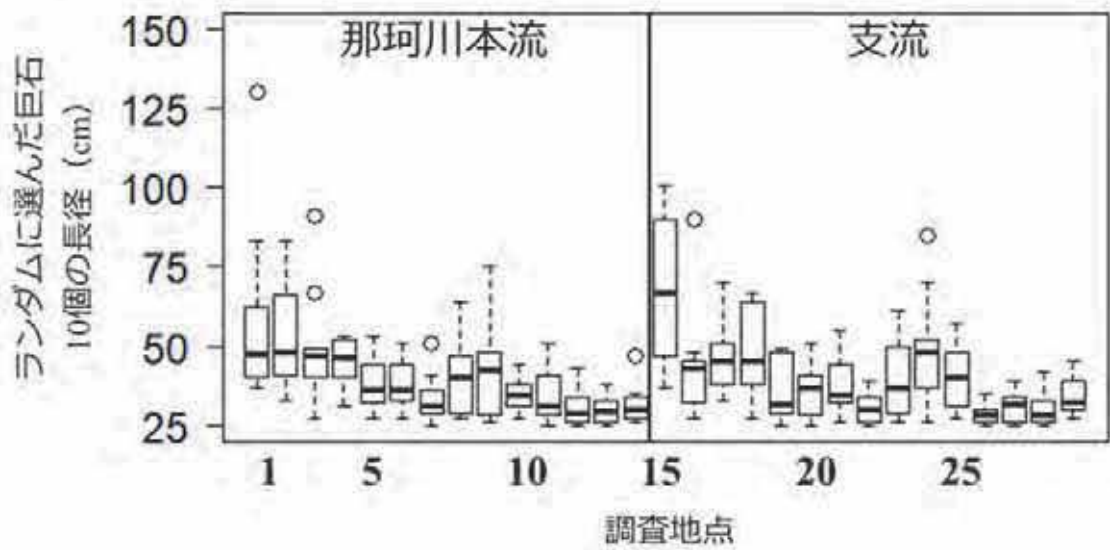


図5 那珂川水系における巨石の大きさの流程分布

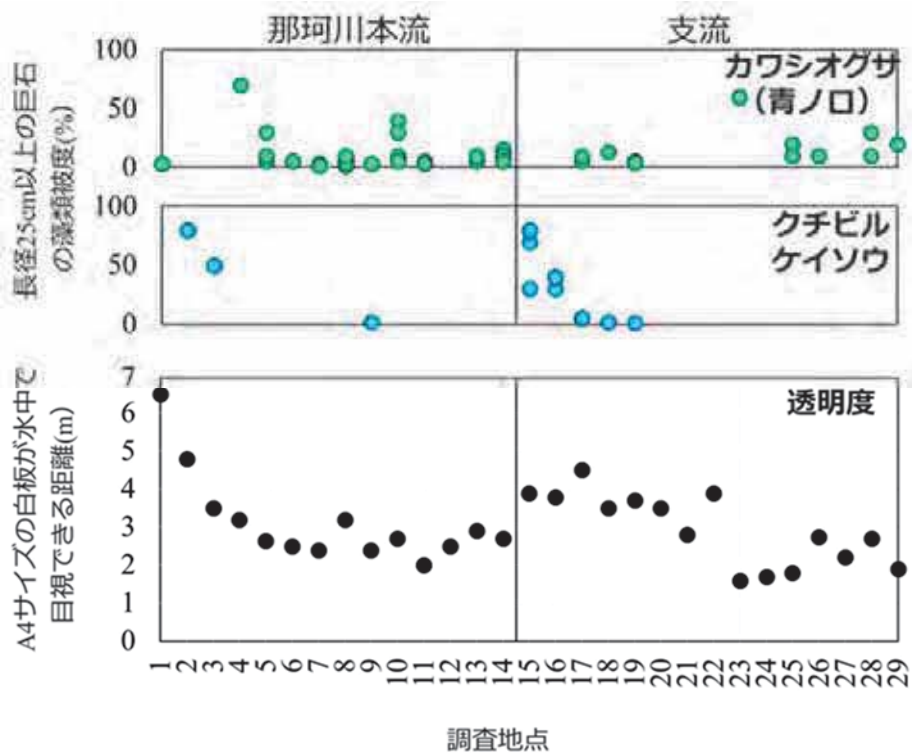


図6 那珂川水系におけるカワシオグサ、クチビルケイソウ、透明度の流程分布

かけて急落した（図6）。クチビルケイソウは上流部で多い傾向がみられ、一方、カワシオグサは、地点による被度の差が大きかった（図6）。箒川支流の蛇尾川（地点22）では、トビケラ類が非常に多く、石表面の藻類が食べつくされた状況が確認された。また、箒川の地点15～20では、トビケラ類が少ないにも関わらず、特に流心付近の藻類の現存量が異常に低いという現象がみられた。

巨石の移動抑制効果の確認では、巨石の設置時（5月30日）0.3mであった水位が、その後1mま

で上昇した後の調査では、ばら区・石組区ともに変化は見られなかった（図7）。水位が2mまで上昇した後の調査（7月3日）では、石の平均残存数はばら区1.8個、石組区5.6個で、石組区で有意に多く（U検定, $p < 0.05$ ）、石組による石の移動抑制効果が認められた。水位が2.5mまで上昇した後の調査（8月8日）では、平均残存数はばら区1.6個、石組区1.4個と大幅に減少し、両区の間で差は認められなくなった（U検定, $p > 0.05$ ）。

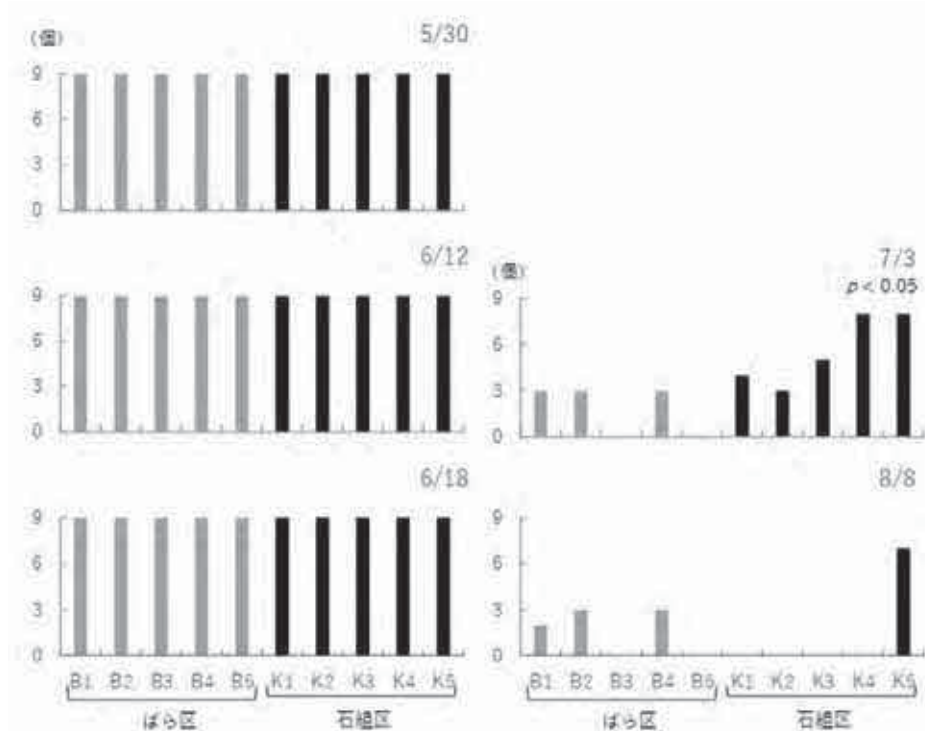


図7 設置した巨石の経時変化

（3）地点別の解禁日の釣獲アユと遡上魚について孵化日組成を比較した（図8）。その結果、すべての調査年で上流域の解禁日釣獲アユは相対的に晩期孵化個体の比率が低くなっていることと、特定の孵化時期の個体比率が高い傾向が確認された。一方で、早期孵化個体の漁獲について、一定の傾向は確認されなかった。

考察

（1）日間成長率(%)は、放流個体平均体重が4.5(g)未満で重量ベースでの放流密度が4(g/m²)未満の事例で3%以上となる事例が多く確認された。このことから、平均体重4.5g未満のアユを1（尾/m²）程度の密度で放流することにより、自然の生産力を有効に活用した経済合理的な放流ができると考えられた。ただし、放流時の水温については、過去のマニュアルにも記載があるとおり、最低水温8℃以下になると定着率が低下し、解禁時のCPUEが大幅に低下する可能性がある。このことから、放流を行う河川の水温変動傾向に関する調査を経年で行い、水温8℃以上が安定的に持続する、アユの放流に適した時期を事前に把握しておく必要があると考えられた。

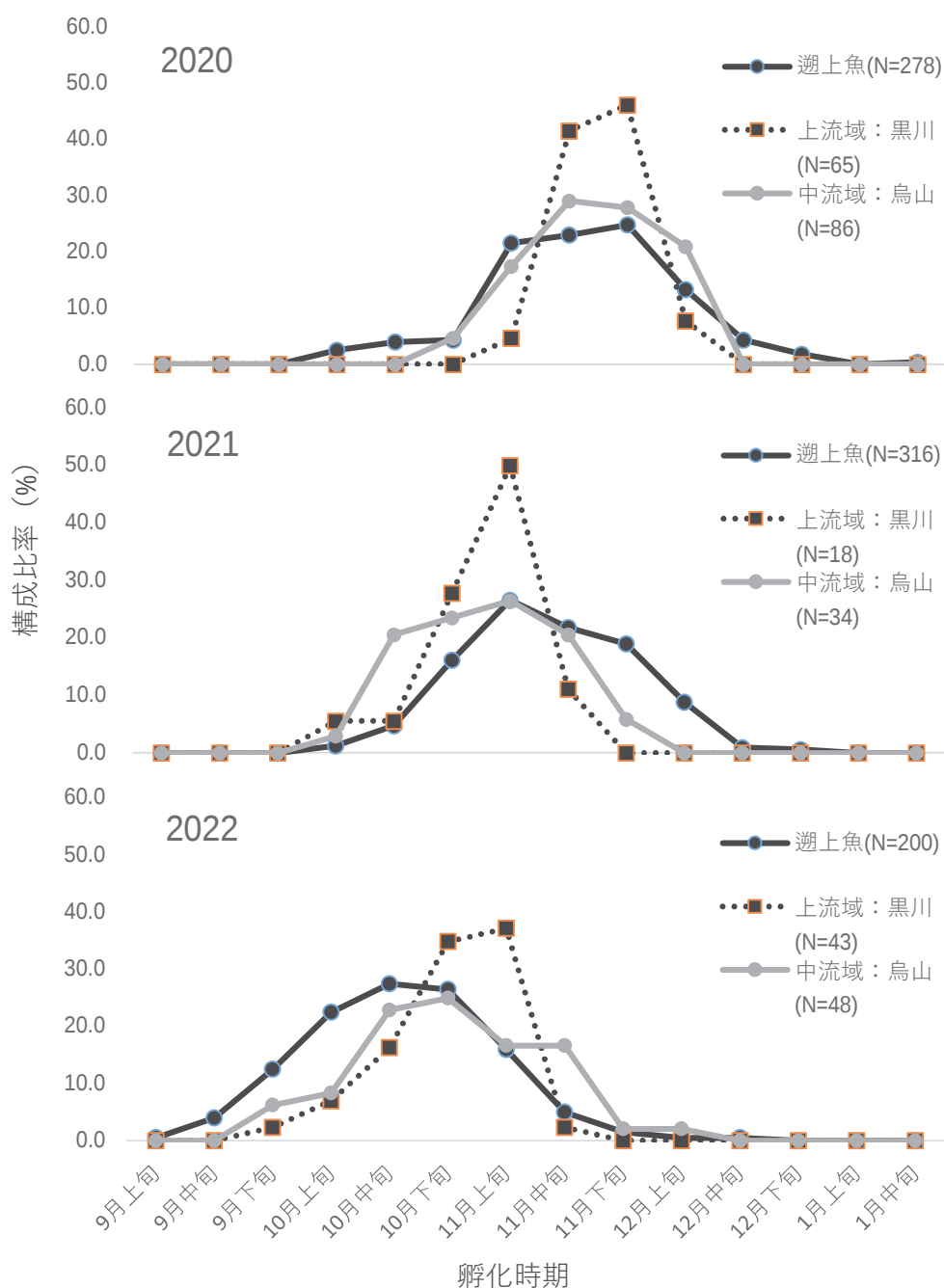


図8 遡上魚と解禁日釣獲アユの地点別のふ化日組成

また、友釣りによる漁獲では、釣り上げたアユをオトリとして再利用することが必要となるが、オトリアユは一般的に最低でも30(g)程度の大きさが必要となる。このことを考慮すると、解禁日の漁獲目標サイズ(30g以上)を設定した上で放流個体のサイズを決定することも必要であり、放流から解禁までの期間が短い場合には大型の種苗を放流する必要があることも想定される。今回の調査からは、2.5-4.5gの規格では日間成長率を3.3%程度、4.5-9gの規格では2.5%程度で見積

もり、漁獲目標サイズから放流サイズを逆算することが妥当と考えられた。

(2) 那珂川水系における巨石の分布状況から、下流域への巨石の供給が今後増えることは期待できないと考えられた。一方、相対的に巨石率の高い2地点(地点8,9)は、どちらも勾配が急な場所であり、カーブの外側にあたる場所だった。出水時の様子を確認したところ、流量が増えたことで流れの直進性が増し、流心がカーブの内側を流れるようになっていた。つまり、出水時の流速が速くなり過ぎないことで巨石が流されにくい状況が作られていたと考えられた。また、勾配が急な場所であることで、平水流量時に細礫が流される程度の流速が確保されないと巨石が埋まりやすくなるためと考えられる。このような条件を満たす場所に巨石を投入すると、巨石が長期間維持されやすいと推察された。また、過去5年間の2.5m以上の出水回数は、4月から6月にかけて出水は見られず、7月及び8月では各1回、一方で9月から10月にかけて増加する傾向を示したことから、巨石の投入による石組みの効果はアユ釣りシーズンの中頃まで期待できると考えられた。今回の試験は那珂川本流で実施したが、増水時の流量の変化が大きく、0.5mの水位の違いで石組区の残存数は大きく異なった。一方で、流量の変化が今回の調査区域よりも小さい区域では、石組による巨石投入の効果が維持されやすいことが予想された。

(3) 今回の調査結果では、那珂川上流域で解禁日(6月1日)に友釣りによる漁獲の対象となる天然遡上アユは、中流域のアユよりも晩期孵化群の比率が低かった。このことは、晩期孵化群は解禁日の時点で河口からの距離が長く、到達に多くのエネルギーを必要とする上流域で漁獲対象サイズにまで成長している比率が低いことによると考えられた。また、上流域で釣獲されたアユの孵化日組成は天然遡上アユや中流域での解禁日釣獲アユと比べ特定の孵化時期に偏っており、すべての調査年で上流域のサンプル収集に関する漁獲努力量は中流域と比べ2倍程度が必要であった。このことは、天然遡上アユの中でも、上流域に遡上し解禁日に漁獲対象となるアユの資源量は少なく、不安定な状態であることを示すものと考えられた。さらに、孵化日組成の偏りには、遡上の途上における支流選択、河川工作物への対処、河川流量等様々な要因が複雑に作用していることも考えられた。結論として、今回の調査では早期孵化個体群の河川での漁獲状況に関して一定の傾向を見い出すには至らなかった。また、資源利用に際して、上流域で天然アユを漁獲の主体とする場合、解禁日を遅くすることでCPUEを高められる可能性が考えられた。那珂川水系の一部の支流では伝統的に上流部の解禁時期を中流部よりも遅くしている事例があるが、天然資源の実態を考慮した場合、合理的な漁場利用手法だと考えられた。

参考文献

- 坪井潤一・高木優也. アユの生息にとって重要な環境要因の検討. 日本水産学会誌2016;82:12-17
- 坪井潤一・桑田知宣・加地弘一・高木優也. 赤字にならないアユ放流マニュアル. (研) 水産研究教育機構. 2018.
- 高木優也・横塚哲也. 潜水目視で小河川のアユ生息数を推定する手法の検討. 栃木県水産試験場研究報告 2017; 60: 31-32.

日本水産資源保護協会. 「水産用水基準」日本水産資源保護協会, 東京. 2018.

坪井潤一・芦澤晃彦・熊田那央・有馬智子・阿部信一郎. 流下する砂礫が放流されるアユ
*Plecoglossus altivelis*の定着に及ぼす影響. 日本水産学会誌 2012;78:705-710.

小原明香. 那珂川における2020年遡上アユの孵化時期推定について. 栃木県水産試験場研究報告
2021;65:24-25.

小原明香. 那珂川における2021年遡上アユの孵化時期推定について. 栃木県水産試験場研究報告
2022;66:20-21.

武田康弘・谷田一三・玉置昭夫・向井宏・川端善一郎. 棲み場所の生態学. 平凡社. 1995;29.

担当者

平成30年度 栃木県水産試験場 高木優也

令和元～4年度 栃木県水産試験場 酒井忠幸

3. 漁場環境に応じた資源増殖等の手法開発 アユ

岐阜県水産研究所

要旨

天然アユの遡上のない河川として、揖斐川水系坂内川、庄川水系御手洗川、長良川水系板取川支流片知川において、放流アユの成長率、生息密度を推定したところ、日間成長率は2.4～3.4%であり、各河川で大きな差異は認められなかった。このうち、御手洗川と片知川において360度カメラでの密度推定を行ったところ、すべての放流が終了した時点での密度が1尾/㎡未満であった場合と1尾/㎡以上であった場合で釣れ具合が大きく異なり、1尾/㎡以上では、友釣り調査でのCPUEが3.91～4.42尾/人/時間と良好な釣れ具合であった。

郡上漁業協同組合管内の長良川において、友釣り、張切り網、たくり、やなの各漁法で採捕されたアユを天然遡上と放流アユを識別し、その漁獲率の差異を調査するとともに、それぞれの漁法で漁獲された天然遡上アユの日齢を耳石の日周輪数により推定しふ化時期と漁獲の関係を調査したところ、漁法ごとの天然遡上アユと放流アユの比率は年により異なること、早期の漁獲にはふ化の早い個体が大きく貢献すること、漁期後半ではふ化の遅い個体も漁業資源として十分に活用されていることが示唆された。

郡上漁業協同組合の集荷場に持ち込まれた友釣り漁獲魚の集出荷記録よりその漁獲量および平均体重を推定したところ、一人当たりの持ち込み尾数の平均値は15.3尾、集荷魚体重の平均値は58.5gとなり、長良川における友釣り漁獲数量の推定に活用できるデータが得られた。また、釣り大会の記録から、友釣り漁獲状況と放流量および遡上量との関係を求めたところ、解禁後まもなくの大会では放流量が多いほどゼロ釣果割合が減る傾向にある一方で、解禁後約1.5か月ごろに開催の大会では遡上カウント数が多いほどゼロ釣果割合が減る傾向にあり、解禁時にゼロ釣果の人を減らすには放流量が重要である一方で、梅雨明け後の盛期にゼロ釣果を減らすには遡上魚が重要な役割を果たしていることが示唆された。

全期間を通じた課題目標及び計画

1) 環境収容力ごとの放流アユの成長率の検討

天然アユの遡上のない河川において、環境収容力と解禁日までの成長率から、「どの程度の放流量」「いつ放流する」ことによって漁協が目標とするアユ資源の増大を期待できるのか検討する。

2) 漁法による天然遡上アユの混獲率の推定および漁獲状況調査

アユ漁には様々な漁法が存在するが、天然遡上アユの持続的な資源確保のためには漁法ごとの漁獲率の差異を検討する必要がある。岐阜県には、友釣り以外にも、張切網、やな、夜網、鵜飼など伝統的な漁法があり、それらにより漁獲される天然遡上アユの割合等から、今後の持続的な資源活用のための最善策を検討する。

方法

(1) 環境収容力ごとの放流アユの成長率の検討

天然アユの遡上のない河川として、揖斐川水系坂内川(2018年)、庄川水系御手洗川(2019年、2020年)、長良川水系板取川支流片知川(2020年、2022年)において、放流地点の河川面積を環境収容力と仮定し、放流アユの成長率、生息密度を推定した。

漁獲調査は、友釣りおよび網による採捕を行い漁獲魚の体重、放流種苗別の割合を調査した。また、360度カメラによる水中撮影動画からアユの生息密度の推移を調査した。撮影にはRICOH THETA Vを用い、約5mの竿の先にカメラを装着し、約10秒間、水中で撮影を実施した。その後、映像をPC画面上で確認して、撮影されたアユの尾数を計数した。各地点の撮影個体数と撮影可能面積から密度を推定した。撮影可能な面積を推定するため、全長約120mmのアユ型ルアーを用いて、撮影を実施したところ、約1.87mまでアユの認識が可能であることが判明し、これより撮影可能な範囲の面積を11.0 m²とした。

(2) 漁法による天然アユの混獲率の推定および漁獲状況調査

郡上漁業協同組合管内の長良川において、友釣り、張切り網、たくり、やなの各漁法で採捕されたアユを天然遡上と放流アユを識別し、その漁獲率の差異を調査した。加えて、それぞれの漁法で漁獲された天然遡上アユの日齢を耳石の日周輪数により推定し、ふ化時期と漁獲の関係を調査した。

友釣りによる漁獲量の推定のため、郡上漁業協同組合の集荷場に持ち込まれた友釣り漁獲魚の集出荷記録よりその漁獲量および平均体重を推定した。また、漁業協同組合および釣り具メーカーの釣り大会の記録から、多人数の時間当たり漁獲量を求め、放流量および遡上量といった資源状況と友釣りによる漁獲状況の関係を求めた。

結果

(1) 環境収容力ごとの放流アユの成長率の検討

最終年度の結果として、片知川で実施した放流試験(図1)において、同一種苗(長良川遡上養成F1)を用いた放流尾と放流サイズの異なる群での比較では、6月1日の解禁日における友釣り漁獲魚の平均体重は、4月15日に平均体重5.3gで放流した早期小型放流群が26.6gであったのに対し、5月17日に平均体重10.5gで放流した通常放流群が16.9gと早期小型放流群が大きかった。両者の日間成長率はそれぞれ3.43%および3.16%であり、やや早期小型放流群が高かった。また、両者の採捕率はそれぞれ88.6%および11.4%であり、放流割合(70.9%および29.1%)に比べ早期小型放流群の採捕割合が高かった。8月1日における網漁獲魚の平均体重および日間成長率は、早期小型放流群の40.3g、1.87%に対して通常放流群は32.0g、1.44%と早期小型放流群が大きく、良く成長していた。さらに、両者の採捕率はそれぞれ75.0%および25.0%と放流割合に比べ早期小型放流群の割合が高かった。(表1)



図1 R4年度放流試験実施河川概況および放流種苗

表1 片知川における放流調査結果 (2022年)

放流日	4月15日	5月16日
放流尾数	11697	4791
放流割合(%)	70.9	29.1
平均体重(g)	5.3	10.5
解禁調査	6月1日	
採捕尾数	109	14
採捕割合(%)	88.6	11.4
平均体重(g)	26.6	16.9
日間成長率(%)	3.43	3.16
網解禁調査	8月1日	
採捕尾数	18	6
採捕割合(%)	75.0	25.0
平均体重(g)	40.3	32.0
日間成長率(%)	1.87	1.44

表2 片知川における360度カメラによる密度調査結果 (2022年)

調査日	調査地点	確認尾数	区間平均密度 (尾/m ²)	平均密度 (尾/m ²)
5月6日	上流区間	151	0.57	1.27
5月9日	下流区間	446	2.19	
5月30日	上流区間	695	3.25	3.04
	下流区間	574	2.82	
7月25日	上流区間	133	0.77	1.28
	下流区間	232	2.07	

360度カメラによる密度推定結果を表2に示した。360度カメラによる密度推定は、通常放流群放流前の5月6日および5月9日、通常放流群放流後の5月30日、網解禁前の7月25日に実施した。通常放流群放流前の5月6日および5月9日には、上流区間ではさらにその上半分区間においてアユの姿を全く確認できなかった。上流区間の下半分および下流区間ではほぼすべての地点でアユを確認することができた。調査区間全体での平均密度は1.27尾/㎡であった。通常放流群放流後の5月30日には区間全域でもアユを確認することができるようになるとともに、確認尾数が増加し、調査区間全体での平均密度は3.04尾/㎡となった。網解禁前の7月25日には、区間全域で確認尾数が減少し、全体の平均密度は1.28尾/㎡となった。

全体を通しての結果として、2018年の揖斐川水系坂内川での解禁までの日間成長率は2.4～3.1%、2019年および2020年の庄川水系御手洗川での解禁までの日間成長率は2.9%および3.4%に対して、2021年の長良川水系板取川支流片知川の解禁までの日間成長率は2.9～3.4%、2022年では3.2～3.4%と、各河川の標高が900m（御手洗川）から150m（片知川）まで大きく異なるのとは対照的に大きな差異は認められなかった。360度カメラでの密度推定では、すべての放流が終了した時点での調査において、2019年が0.48尾/㎡、2020年が0.19尾/㎡、2021年が1.06尾/㎡、2022年が3.04尾/㎡、それぞれ解禁時の友釣り調査でのCPUEは1.40、0.67、4.42、3.91尾/人/時間であった。

（2）漁法による天然アユの混獲率の推定および漁獲状況調査

最終年度の結果として、2018年と2019年に長良川で採捕されたサンプルの耳石解析を再検討し、推定ふ化日を決定した（図1）。その結果、8月上旬に友釣りあるいは網で採捕されたアユはふ化日が早い傾向にあり、やな漁では幅広いふ化日のアユが採捕され、さらに10月末、漁期終期のやな漁では、ふ化の極めて遅いふ化時期（2月）のアユも採捕されていた。また、長良川郡上地区において解禁日後まもなく（6月上旬～中旬）開催される釣り具メーカー主催の釣り大会「ダイワ鮎マスターズ中部地区予選（大和地区）」の2013年から2019年までの決定戦の釣果⁽¹⁾と郡上漁業協同組合の放流量および長良川河口堰呼び水式魚道のアユ遡上カウント数から、これらの関係を求めたところ、放流量が多いほどゼロ釣果割合（配布されたおとりアユ数以下の選手の割合）が減る傾向にある反面、遡上カウント数とゼロ釣果の関係はほとんど見られなかった（図2）。

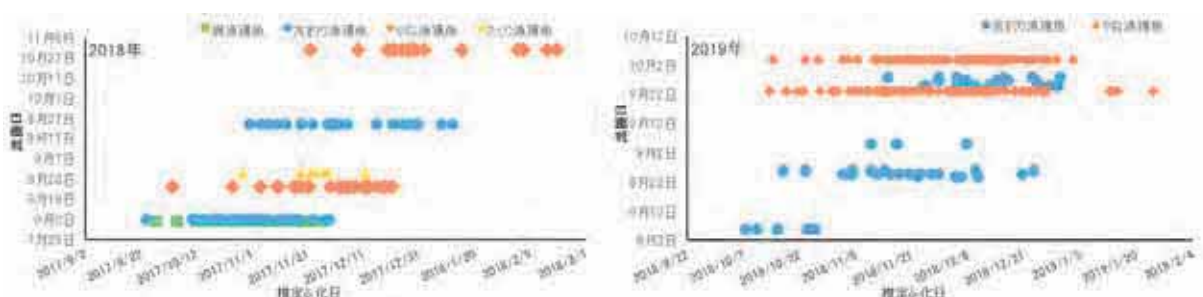


図1 漁獲アユの推定ふ化日

(1) 以下のグローブライド株式会社のWebサイトからデータ引用（2022年12月21日閲覧）
<https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/ayu/2013ayu/130616/download/kekka.pdf>
<https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/ayu/2014ayu/140614/download/kekka.pdf>

https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/main/ayu/2015/_icsFiles/afieldfile/2015/06/13/kekka_2.pdf
https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/main/ayu/2016/_icsFiles/afieldfile/2016/06/13/kekka.pdf
https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/main/ayu/2017/_icsFiles/afieldfile/2017/06/12/kekka_3.pdf
<https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/main/ayu/2018/18ayu04.pdf>
<https://www.daiwa.com/jp/resources/fishing/event2/data/main/ayu/2018/18ayu05.pdf>
http://www.daiwa-competition.com/m_ayu/report/2019/06/09/332019-2.html
http://www.daiwa-competition.com/m_ayu/report/2019/06/10/332019-3.html

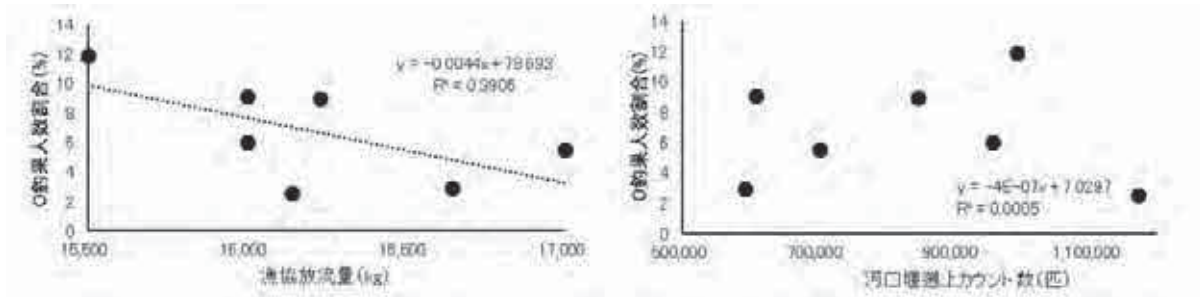


図2 ダイワ鮎マスターズ中部地区予選決定戦における0釣果人数と放流量、遡上カウント数の関係

全体を通しての結果としては、2018年および2019年に長良川で採捕されたサンプルの天然遡上/人工産の漁法ごとの漁獲割合を求めたところ、2018年は天然遡上の割合は8月の網が最も高く、10月のやなで最も低い値となった一方で、2019年には天然遡上の割合は、概してやなが高く、友釣りで低い値となった。また、郡上漁業協同組合が行っている集荷事業について、2010年から2022年までの記録から友釣りでの漁獲状況を調査したところ、13年間、45,319回の延べ集荷回数での総集荷尾数は717,093尾であり、一人当たりの持ち込み尾数の年間平均値は13.6~18.5尾（全体平均15.3尾）、集荷魚体重は年間平均が49.5~65.8g（全体平均58.5g）であった。さらに、長良川郡上地区において解禁後約1.5か月の梅雨明け時期（7月下旬）に開催される郡上漁業協同組合主催の釣り大会「郡上杯争奪清流長良川アユ釣り大会」の2013年から2019年までの釣果と郡上漁業協同組合の放流量および長良川河口堰呼び水式魚道のアユ遡上カウント数から、これらの関係を求めたところ、遡上カウント数が多いほどゼロ釣果割合が減る傾向にある反面、放流量とゼロ釣果の関係はほとんど見られなかった（図3）。

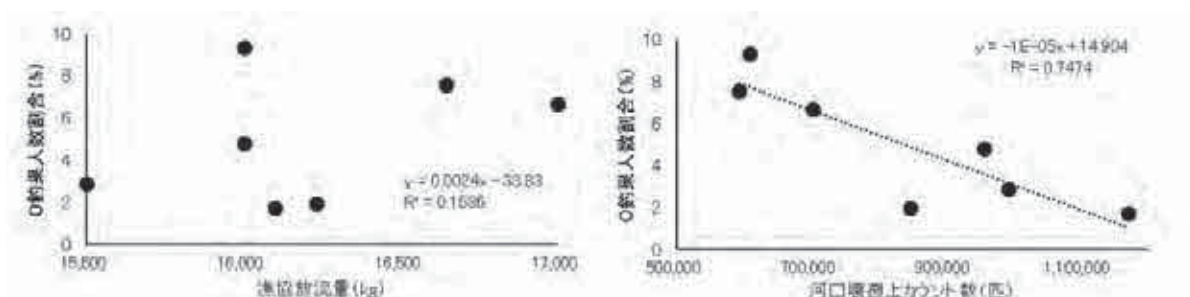


図3 郡上杯争奪清流長良川アユ釣り大会決勝戦における0釣果人数と放流量、遡上カウント数の関係

考察

放流試験において、360度カメラでの密度推定で0.19尾/㎡であったときには友釣りでのCPUEが0.67尾/人/時間と極めて釣れ具合が悪く、0.48尾/㎡でも1.40尾/人/時間と低調な釣れ具合であった一方で、1.06尾/㎡では4.42尾/人/時間、3.04尾/㎡では3.91尾/人/時間と良好な釣れ具合であった。これは、友釣り漁場の目安とされているのが1尾/㎡であることと一致する結果であった。このことは、360度カメラでの密度推定が、漁場の状況把握に活用できることを示すものであると考えられる。しかし、2022年の解禁前の調査では、360度カメラでの推定密度が3.04尾/㎡であったのに対し、放流尾数から導かれる放流密度は1.36尾/㎡であり、360度カメラでの密度推定は明らかに過大な評価となった。これは、撮影をする地点に偏りがあった可能性を示し、客観的な評価手法とするためには撮影地点の設定方法を検討していく必要がある。

長良川で漁獲されたアユについて放流魚であるか遡上魚であるかを調査したところ、漁法によるその割合の傾向は2018年と2019年で異なり、特にやなでは2018年には遡上魚が少なかったのに対し、2019年では遡上魚が多い傾向にあった。両年の遡上アユのカウント数は、2018年は847,565尾、2019年は592,439であった。郡上漁業協同組合による人工産種苗の放流量は、約16トン、平均体重は10gであり、人工種苗の放流量は大きく変化していなかった。2019年は2018年に比べて遡上量が少なく、生息する遡上魚の割合も低かったことが予想できるものの、これとは反対に、降下する落ちアユを非選択的に漁獲するやなでの遡上魚の割合は2019年のほうが高かった。この原因として他の漁法において人工種苗が多く漁獲され生息比率が変化していたことや、人工種苗と遡上魚に降河回遊タイミングの差異が存在する可能性などが考えられる。また、2018年と2019年に長良川で採捕されたアユのふ化日を推定したところ、8月上旬にはふ化日の早い個体が採捕されていたのに対し、やな漁では幅広いふ化日の個体が採捕され、特に漁期終期のやな漁では、ふ化の極めて遅いふ化時期（2月）の個体も採捕されていた。このことは、友釣り等での早期の漁獲にはふ化の早い個体が大きく貢献すること、漁期後半のやな漁ではふ化の遅い個体も漁業資源として十分に活用されていることを示すものと思われる。

郡上漁業協同組合が行っている集荷事業から、友釣りで釣獲されるアユの数量を推計したところ、一人当たりの持ち込み尾数の平均値は15.3尾、集荷魚体重の平均値は58.5gであった。この値は、長良川において、友釣りの入漁者数から総漁獲尾数あるいは総漁獲重量を推定することに大きく寄与し、漁場計画等への活用が期待されるものである。

長良川郡上地区において毎年開催されている釣り大会についてその釣果を解析したところ、解禁日後まもなく（6月上旬～中旬）開催される大会では、放流量が多いほどゼロ釣果割合が減る傾向にある反面、遡上カウント数とゼロ釣果の関係はほとんど見られなかった一方で、解禁後約1.5か月の梅雨明け時期（7月下旬）に開催の大会では遡上カウント数が多いほどゼロ釣果割合が減る傾向にある反面、放流量とゼロ釣果の関係はほとんど見られなかった。このことは、解禁時にゼロ釣果の人を減らすには放流量が重要である一方で、梅雨明け後の盛期にゼロ釣果を減らすには遡上魚が重要な役割を果たしていることを示唆していると思われる。また、釣り大会での釣果デ

ータはアンケート調査では得られにくい「釣れなかった」データも正しく含まれることから、漁場の釣れ具合を図る手段として有効な活用が期待されるものであろう。

担当者

平成30年度 岐阜県水産研究所資源増殖部 大原健一・辻 寛人・田中綾子

平成31年度～令和3年度 岐阜県水産研究所資源増殖部 大原健一・藤井亮吏

令和4年度 岐阜県水産研究所漁業研修部 藤井亮吏

試験研究部 徳原哲也・鈴木諒介

4. 河川環境がアユの成長に及ぼす影響の解明および 天然遡上アユ遡上不振の原因解明等のとりまとめ

島根県水産技術センター
内水面浅海部 内水面科

要旨

島根県東部を流れる斐伊川本流および支流においてアユの早期小型種苗の放流試験を行ったところ、同一水系でありながら、放流場所によって成長に大きな差が見られた。成長が悪い放流試験区では、河床上を流砂が流れていることが観察され、河川流量や河床材のほか、流砂の有無によりアユ種苗の成長が影響を受けることが推測された。近年、島根県下の河川では、天然アユの遡上低迷が続いているため、島根県西部を流れる高津川において流下仔魚調査と、天然遡上魚の孵化時期の推定を行った。その結果、島根県においては11月中旬以降の孵化群の生残が良好であることが明らかとなった一方、流下仔魚の主群が11月上旬以前に流下した場合、翌年の遡上量は低迷する可能性があることが明らかとなった。受精卵の孵化放流は天然遡上資源回復の一手法であるが、生残条件の良い時期に孵化放流を行う必要がある。そのためには、受精卵の孵化時期を人為的にコントロールする必要がある。孵化時期を可能な限り遅らせることを目的とし、水温10℃の低温水を循環させた孵化筒内で受精卵の管理を行うことで、受精後最大28日まで孵化を遅延させることに成功した。また、放流効果を把握するため、コチニール色素による発眼卵への標識法について検討を行った結果、低濃度・長時間の染色が安定した染色結果となることが明らかとなった。

全期間を通じた課題目標及び計画

早期小型種苗放流の有効性について検証するとともに、近年低迷している天然遡上アユ減少要因の解明を行う。また、資源回復を目的とした孵化時期を人為的に調整できる孵化放流方法の開発と、天然色素であるコチニール色素を用いた発眼卵への標識法について検討を行う。

方法