



とちぎ水試ニュース

No.3

(令和6年3月1日発行)

栃木県水産試験場

〒324-0404 大田原市佐良土 2599

TEL : 0287-98-2888

FAX : 0287-98-2885



【目次】

成果報告 : マス類飼料試験の実施状況について

試験の紹介 : 遺伝的多様性を考慮したミヤコタナゴの系統保存飼育について

トピックス : 7年ぶりに那珂川系アユ種苗を更新しました！

カワウ飛来報告アプリ「カワウ110番」から見えてきたこと

「魚類の生息に配慮した川づくり」に関する講演会を開催しました

○成果報告

マス類飼料試験の実施状況について

水産研究部

【はじめに】

マス類養殖において飼料代は原価の約5～6割を占めています(図1)。近年、世界的な養殖業の生産拡大をうけ、飼料の主な原料となる魚粉(魚を乾燥させて砕いて粉状にしたもの)が不足しています。魚粉の不足は魚粉自体の値上がりを通じて、飼料価格の高騰を引き起こします。たとえば、水産試験場で使用している飼料についても2022年4月から2024年1月の期間で同一飼料の価格が2割弱上がっています。このような状況下で利益率を高めるには、より成長が良い飼料を使用し経費を削減することが重要になります。

では、成長の良い飼料を見分けるにはどうすれば良いのでしょうか？一昔前であれば、飼料に使用されている魚粉の品質が安定しており、原料に占める魚粉の割合がある程度の指標になっていま

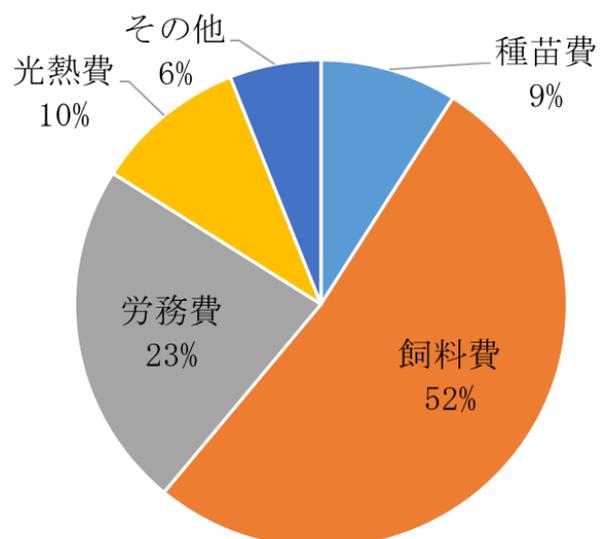


図1 マス類養殖生産原価に占める諸経費の割合
(全国養鱒協議会養殖技術部調べ 調査年度2016年度)

した。しかし、近年では飼料に使用している魚粉の品質が多様になり、魚粉割合が成長の良さを決める決定的な要素とはならなくなりました。これに加え、魚粉を他の原料に置き換えた飼料（低魚粉飼料といいます）の性能も年々向上しています。

こうしたことから、飼料の性能を評価するには、実際に魚に飼料を給餌し成長を調べてみる必要があります。水産試験場では毎年アユ用とマス用の飼料について、生産者から要望のあった種類の飼料を用いて飼育試験を行っています。これらの試験により、飼料の品質に関するデータを得ることができ、それらのデータは養殖生産者の経営効率化に活用されています。今回はマス用飼料の飼育試験結果について紹介します。

【マス類飼料試験結果について】

今回試験に使用した飼料はエクストルーデットペレット（略してEPと呼びます）という特殊な機械を使用して、高温高压化で加工された固形の飼料です（写真1）。EPは水中で崩れにくく、保存性が高いためマス類養殖で一般的に使われている飼料です。試験に使用した市販されている3種類のEPの成分組成を表1に示します。魚粉の割合はそれぞれ55%から50%と多少の違いがあります。また、穀類や植物油かす類の割合も異なっています。

飼料の評価は飼料を与えた量の何%体重が増えたか（飼料効率といいます）という数値で行います。この値は（試験期間中に増えた魚の総重量）/（与えた飼料の総量）×100という計算式で求めることができます。結果は表1最下段の飼料効率に示してあるように、飼料Aが75.7%、飼料Bが81.7%、飼料Cが70.4%となりました。魚粉の割合はABCの順で多いのですが、飼料効率ではBACの順となりBが一番優れているという結果になりました。これらのデータは養殖生産者に提供され、飼料の選択基準の一つとして活用されています。

【まとめ】

飼料の成分組成だけではわからない、実際の魚の成長への影響をデータとして示すことができました。

これからも養殖経営の安定化と低コスト化への貢献を目指し、様々な試験に取り組んで参ります。



写真1 マス類EP飼料

表1 試験に使用した飼料組成と試験結果

項目/試験区	試験区1	試験区2	試験区3
飼料種類	A	B	C
粗タンパク質(%以上)	45.0	46.0	44.0
粗脂肪(%以上)	8.0	8.0	11.0
粗繊維(%以下)	4.0	3.0	4.0
粗灰分(%以下)	16.0	15.0	14.0
カルシウム(%以上)	1.5	2.0	1.0
リン(%以上)	1.2	1.2	1.0
魚粉(%)	55.0	52.0	50.0
穀類(%)	18.0	29.0	25.0
植物油かす類(%)	15.0	13.0	13.0
そうこう類(%)	-	-	2.0
その他(%)	12.0	6.0	10.0
飼料効率(%/日)	75.7	81.7	70.4

○試験の紹介

遺伝的多様性を考慮したミヤコタナゴの系統保存飼育について

指導環境室

【はじめに】

ミヤコタナゴは、国の天然記念物に指定されている希少魚種です。かつてミヤコタナゴは、栃木県内の水田地帯に広く生息していましたが、用水路のコンクリート化や水質環境の悪化、産卵に必要な淡水二枚貝（写真1）の消失等により急速にその数を減らし、現在では4箇所の生息地が残っているのみです。水産試験場では、絶滅に瀕しているミヤコタナゴの保護に関する研究に取り組んでいますが、これまでに取り組んできた研究の結果、県内4箇所に生息するミヤコタナゴはそれぞれ遺伝的な違いのある集団であることが分かりました。そこで、自然生息地の急激な環境悪化等に備えて、それらの集団を別々に人工的な環境で継代飼育（系統保存飼育）を行っています。しかし、その後の研究の結果、系統保存飼育では、遺伝的多様性の低下（いわゆる「血が濃くなる」）やこれに伴う形質*の変化などが起こる可能性があることが判明しました。このため、水産試験場では遺伝的多様性の維持に配慮したミヤコタナゴの繁殖方法を考案し、実施してきましたのでご紹介します。

【遺伝的多様性を考慮した繁殖方法】

水産試験場では、県内の自然生息集団をもとに、産卵に二枚貝を用いる自然繁殖（写真2）によって生息地別に系統保存飼育を続けています。1972年以来系統保存飼育を続けている集団（以下「A系統」と表記）、危険分散のため1992年11月25日に大田原市羽田地区から移動した集団（以下「羽田系統」）、1994年4月21日にB市（保護上地名は公表していない）から移動した集団（以下「B系統」）および1994年9月22日に矢板市で採集された最後の雌1尾に場内で飼育していた雄個体と交配して子孫を増やした集団（以下「矢板系統」）の4系統を飼育管理しています。

また、この4系統を生まれた年度ごと（以下「年級群」と表記）に分けて飼育し、繁殖時にはそれぞれの年級群を産卵親魚として使用し、そこから得られた稚魚は系統別の水槽に混合して同じ年級群として飼育し続けます。



写真1 産卵行動を取るミヤコタナゴのペア



写真2 産卵のための貝投入風景

さらに、その後の研究により、以上のような配慮を行っていても徐々に遺伝的多様性が低下し、結果として、形質の変化などが起きてしまう危険があることが分かりました。そこで、2003年に水

産試験場では、親魚の数と繁殖させる期間の長さといった2つの観点から、水槽内でミヤコタナゴの遺伝的多様性を維持する繁殖方法の検討に着手しました。その結果、遺伝的多様性を維持するには、できるだけ多くの親魚に長い期間繁殖をさせることが効果的であることがわかりました。

以後、水産試験場での系統保存飼育は、以上の考え方にに基づき実施しています（図1）。

※）形質：生物の持っている体の形や特徴をいう。目で見える形や色、大きさなどのほか、生理的な特徴、さらには行動や運動などの特徴も含まれる。 出典 小学館 日本大百科全書(ニッポニカ)

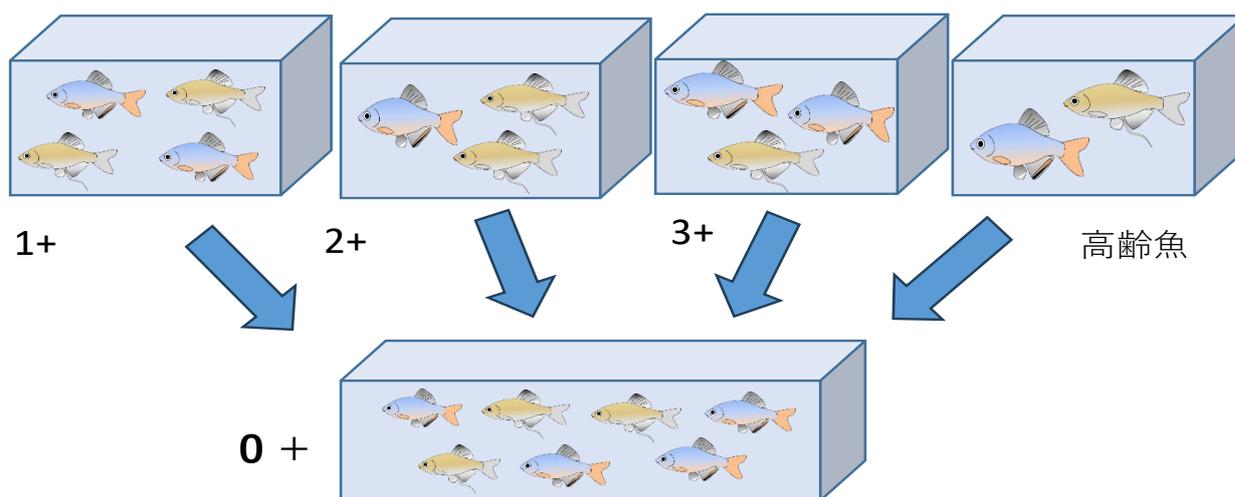


図1 遺伝的多様性を考慮した繁殖方法

【各系統の現在の飼育状況】（2024. 1. 26 現在）

前述した繁殖方法により産卵試験を実施しつつ、系統ごとに貝から浮出してきた仔魚（写真3及び4：貝の中で30日間ほど保育された後に外に出てきた稚魚）を稚魚養成用水槽へ移して、飼育管理しています。

現在、A系統：約500尾、B系統：約350尾、羽田系統：約350尾、矢板系統：約300尾を養成しており、1年後に親魚候補魚として産卵できるサイズ（3-5 cm）まで育成していきます。



写真3 貝の中の産み付けられた卵（一部ふ化している）



写真4 貝から浮出した仔魚（ふ化後約30日程度）

〇トピックス 1

7年ぶりに那珂川系アユ種苗を更新しました！

【栃木県におけるアユ種苗（稚魚）の生産と流通について】

本県では、栃木県漁業協同組合連合会種苗センター（以下、種苗センター）が河川放流や養殖（食用やおとりアユとして販売）のためのアユ種苗（稚魚）を一手に生産しています（図1）。その生産数は年間800～900万尾で全国2位となっています（令和3年漁業・養殖業生産統計）。

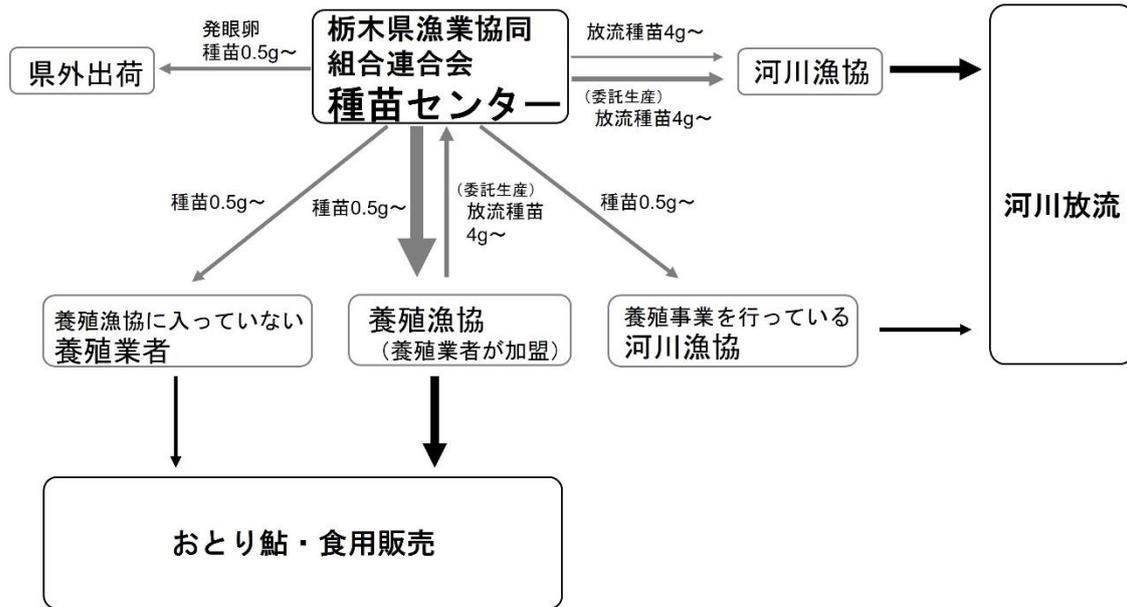


図1 栃木県の養殖アユ生産流通体制

種苗センターでは、河川での成長や生き残りが良好で良く釣れる放流種苗の育成を目指して、那珂川に遡上してきたアユを親魚とした種苗生産を進めています。しかし、現在飼育している那珂川系は、2016年に那珂川で捕まえた天然遡上魚を親魚とした種苗で7世代目になっていました。このように継代（養殖魚を親魚として使うこと）が進むと、養殖場では飼育しやすくなりますが、河川環境への適応力の低下が懸念されるようになります。

そこで、河川環境への適応力の回復を目指して、7年ぶりに那珂川系種苗の更新に取り組みました。



写真1 親魚を捕獲するようす

（電気で麻痺させて捕まえます）

【早期天然遡上魚の捕獲に初チャレンジ！】

種苗更新のためには、那珂川に遡上してきた天然アユから親魚候補となる約3千尾を入手する必要があります。これまでの更新では、まとまった量を確実に確保することを優先して、遡上盛期となる5月上旬に親魚を捕獲してきました。一方で、早期

遡上魚ほど河川での成長が良く、解禁当初から釣れやすい性質を持つことがわかっており、こういったアユを親魚とすることができれば、放流種苗として好適な特性を持つ可能性が高いと考えられます。

そこで、2023年は早期遡上魚の捕獲にチャレンジしました（写真1）。その結果、遡上が好調だったことも追い風となり、漁協等関係者の全面的な協力の下、4月4～5日に約4千尾を捕獲することに成功しました。これだけのまとまった数の早期に遡上してきた天然アユを親魚候補とすることが出来たのは初めてのことです。

【戻し交配種苗（天然魚×継代魚）、F1種苗の早期作出に成功！】

前述の天然遡上魚を飼育し、採卵に備えました。天然遡上魚からの採卵は、これまで10月下旬以降になってしまうことがほとんどでしたが、今回は早期遡上魚を捕獲したため、9月には成熟するオスが出てきました。そこで、まずは9月7日に戻し交配種苗^{*}（天然親魚オス×継代メス）の作出を実施しました。その後、メスの成熟を待って10月11日にオス149尾、メス126尾を用いたF1種苗（オスもメスも天然魚を用いた種苗）の交配に成功しました。天然遡上魚は遺伝的多様性が高く個体によって成熟状態がばらつくために、多数の親魚から同じ日に採卵することが難しいのですが、今回は比較的多くの親魚を使用することができました（写真2）。過去23年間で実施してきた天然遡上魚からの種苗生産で10月中旬のF1種苗生産成功は、最も早期となる事例です。



写真2 採卵に用いた親魚と発眼卵のようす

（卵は、水カビ防止の薬浴を1日おきに実施しながらふ化筒で飼育します）

【養殖場でも飼育しやすい！】

種苗更新や戻し交配を行うことで河川環境への適応力が高まることが期待されますが、一方で、養殖場で飼育しにくくなる可能性があります。実際に、これまでの那珂川系では種苗更新のたびに、餌付きが悪くなり、著しく生残率が悪くなっていました。ところが、今回生産した戻し交配種苗とF1種苗は、那珂川系の7代目とほぼ変わらない生残率となりました（図2）。

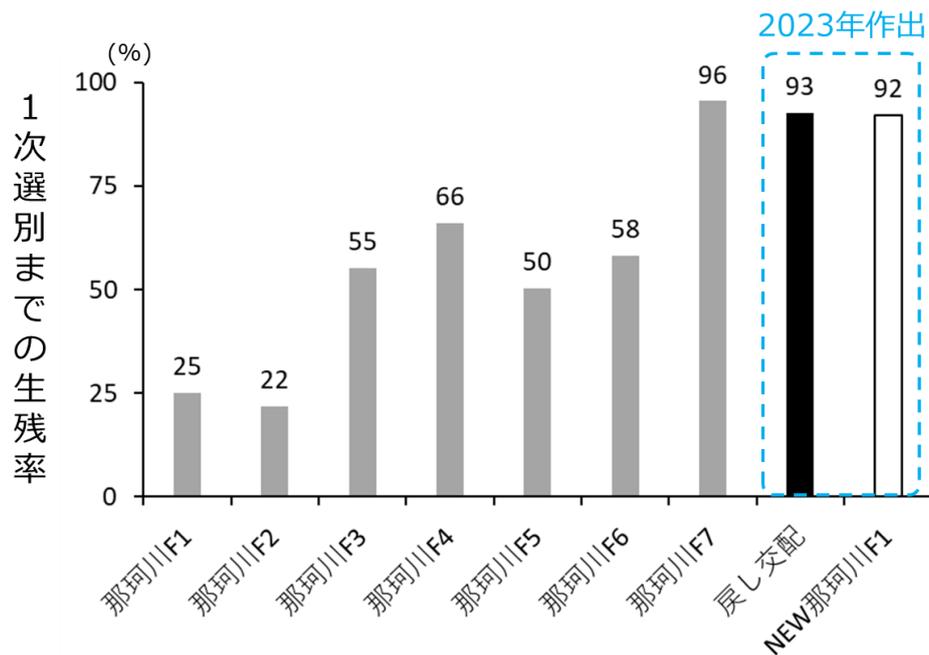


図2 種苗センターにおける那珂川系種苗の1次選別までの生残率

(これまでの那珂川系は継代するほど生残率が良くなるが、今回は最初から生残率が良い)

これが早期遡上魚を親魚としたことによるものなのかどうかは、まだ分かりませんが、飼育しやすく、しかも放流種苗としても好適な種苗が生産できた可能性が高いと考えられます。

今後は、河川放流後の成長や生残率、釣れ具合について調査していく予定です。

※) 戻し交配種苗：作出が比較的容易。千葉県では冷水病耐性の向上が報告されている (<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030921451.pdf>)。



〇トピックス 2

カワウ飛来報告アプリ「カワウ 110 番」から見えてきたこと

水産試験場では、魚食性の鳥類であるカワウから水産資源を守るため、カワウの行動調査を行っています。「とちぎ水試ニュース No. 1」では、釣り人参加型カワウ飛来情報共有アプリ「カワウ 110 番」について紹介しました。現在「カワウ 110 番」は実証試験中であり、これまでに（2024年1月22日時点）1,081件の目撃情報が投稿されています。今回はこれらの情報から見えてきたカワウの行動について紹介します。

カワウの大群（50羽以上）は鬼怒川水系と那珂川水系で目撃されました（図1）。前者では主要なねぐら・コロニーから半径15km圏内で目撃され、改めてねぐら・コロニーでの対策（新たなねぐらの除去、コロニーでの繁殖抑制）の重要性が確認されました。一方、後者では主要コロニーから15km以上離れた茂木町や大田原市でも多く目撃され、近隣に未知のコロニー等があることが示唆されました。

また、鬼怒川ではカワウの大群の飛来が増水後に多いことが確認されました（図2）。増水によって水温の低下や濁りが発生すると、アユが調子を崩すことがあります。また、釣果が伸びないため、釣り人が川からいなくなります。このように、魚が弱り食べやすく、魚をめぐりライバル関係にある釣り人がいない増水後の漁場はカワウにとって格好の餌場となっているため、このタイミングでの追い払い等の対策が有効だと考えられます。

カワウ 110 番では、皆様からの目撃情報を可視化することにより「カワウの群れ」の大きな行動が分かります。さらに、GPS ロガー（とちぎ水試ニュース No. 1 参照）により「装着したカワウ」の詳細な行動が把握できます。これらのデータを組み合わせることで、カワウの行動について特徴を捉えることが可能となり、先回り対策の実行によるカワウ対策の省力化が期待されます。

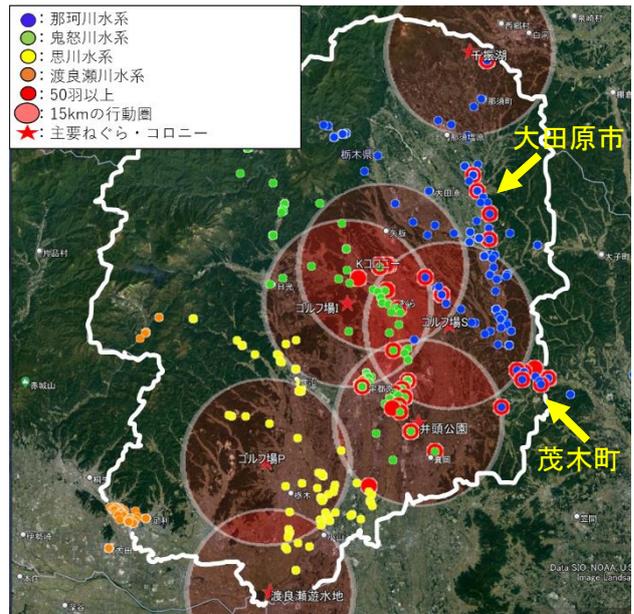


図1 カワウ 110 番の投稿

（2023年4月1日～2024年1月22日まで）



図2 鬼怒川の大群の飛来と水位の関係

〇ピックアップ 3

「魚類の生息に配慮した川づくり」に関する講演会を開催しました

県内には豊かな河川湖沼漁場があり年間を通して多くの釣り客が訪れておりますが、長く「釣り場」として親しまれていた漁場が、台風等による大規模出水が引き起こす河床掘削や護岸整備等人為的な改変によって、消失、劣化している事例が見られるようになってきました。一方、漁場管理者である漁業協同組合が河川環境の改善に取り組むには、河川管理者との連携が必要であり、連携をするには、河川環境の改善に向けた具体的提案能力を向上させることが必要です。そこで、今年度の巡回教室（2023年10月26日開催）では近自然工法の第一人者であり、全国各地の河川で環境再生に取り組まれている近自然河川研究所の有川崇先生をお招きし、「魚類の生息に配慮した川づくりについて」との演題でご講演をいただきました。当日は、河川環境の改善に関する具体的な事例について下記のとおりご紹介いただきました。

【講演の内容】

○川づくりのポイント1：「瀬と淵」の保全・再生

- ・魚類は、様々な物理環境を必要とする。また生き物同士は“食う-食われる”の関係で繋がっている。川づくりでは「特定の生物」よりも「いろいろな生物」が棲める「多様な物理環境」を保全・創出するという視点が必要である。
- ・良好な瀬と淵のある川は、物理環境も多様であることが多い。
- ・どこに「瀬と淵」ができるのかを見極めて、その成因となる物理環境を丸ごと保全するとともに、人為的な作用で改変されている「瀬と淵」はできるだけ再生することが望ましい。

○川づくりのポイント2：「玉石・巨石」を持ち出さない

- ・中流～上流域の「瀬」では大きめの石（玉石・巨石）が川底を覆うことで、瀬の急な勾配が維持されている（アーマ層の形成）。その川底（玉石底）はアユなどの餌場にもなる。
- ・河川工事では、瀬が形成・維持されるために必要な「玉石・巨石」を川から持ち出さないこと、また、瀬のアーマ層をできるだけ破壊しないことが重要である。

○事例紹介

物部川（高知県）、岩岳川（福岡県）、天竜川（長野県）等の河川改修事例を通し、それぞれの河川特性に応じた復元方法を紹介。



写真1 講演される有川先生



写真2 質疑応答風景