

遺伝分析から見た三方湖周辺水域におけるフナの種内系統構成

武島弘彦（東京大学）ほか

コイ
ゲンゴロウブナ
ヨーロッパブナ

フナ

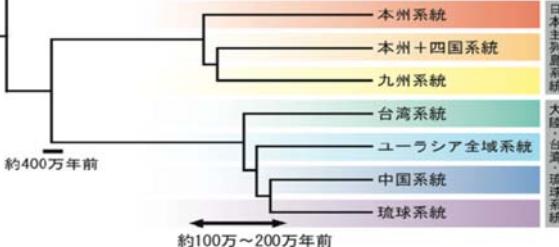


図1：遺伝分析により明らかになったフナの地域系統の関係。Takada et. al. (2010) を改編。

赤タイプ：

三方湖周辺水域だけに出現（208匹）

青タイプ：

三方湖周辺水域と他の地域にも出現（125匹）

一部のグループが三方湖周辺水域のフナのみで形成

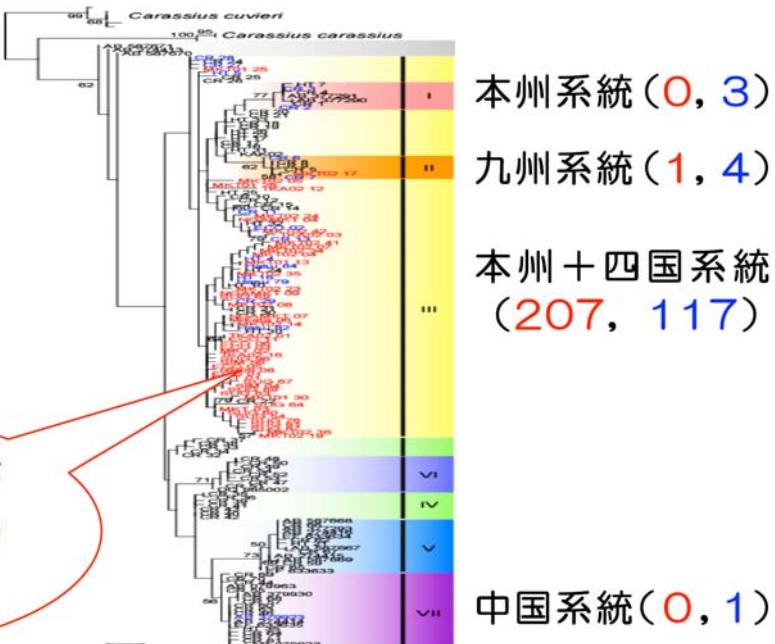


図2：本研究により明らかになった三方湖周辺水域に生息するフナの種内系統構成。

フナは、田んぼや小川さえあれば日本中どこでも普通に見られる魚で、私たちにとつてたいへん身近な存在です。遺伝的な分析による最近の研究から、フナは、2つの大系統から成り、一方は日本列島に固有で、他方は大陸・台湾・琉球列島に固有であることが明らかになりました（図1）。また、前者の日本のフナは、本州、本州十四国、九州の、大きく3つの地域固有系統から成ることもわかつてきました（図1）。さらに、これらの3系統は、日本にいるとされてきた、キンブナ・ギンブナ・ナガブナ・ニゴロブナ・オオキンブナと呼ばれるフナとは対応しないこともわかつてきました。お互いに遺伝的に大きく違うこれらは、地域固有系統は、数百万年という長い時間を経て形成されたもので、進化的に重要な単位として認識されます。各々の地域において、地域固有系統の保全が望まれますが、各地域における系統構成自体がまだよくわかつていません。

漁協の皆さんのご協力により集められた300匹を超えるナの遺伝分析を行ったところ、三方湖周辺水域のフナのほとんどが、本州十四国系統に含まれました（図2）。注目は、その内の一部のグループが、三方湖周辺水域のフナのみで形成されていたことと、三方湖周辺水域に固有の小中国大陸系統のフナもいることです。一方で、ごく少数、九州ならびに中國大陸系統のフナもいることがあります。一方で、「ごく少数、九州ならびに中國大陸系統のフナもいる」といっては人為的移植の可能性が考えられました。

日本のフナの種内系統

三方湖水域のフナの系統構成

三方湖周辺水域でもフナは普通に見られる魚ですが、河川改修などの影響により、その数が減っています。また、漁業のための増殖を目的とした、移植放流の影響もあるかもしれません。このようない現状のなかで、三方湖周辺水域に生息するフナの系統構成自体がまだよくわかつていません。そこで私たちは三方湖周辺水域に生息するフナの効果的な保全を目指して、種内系統構成の実態把握を試みました。

ヤリタナゴはどんな場所にいる？

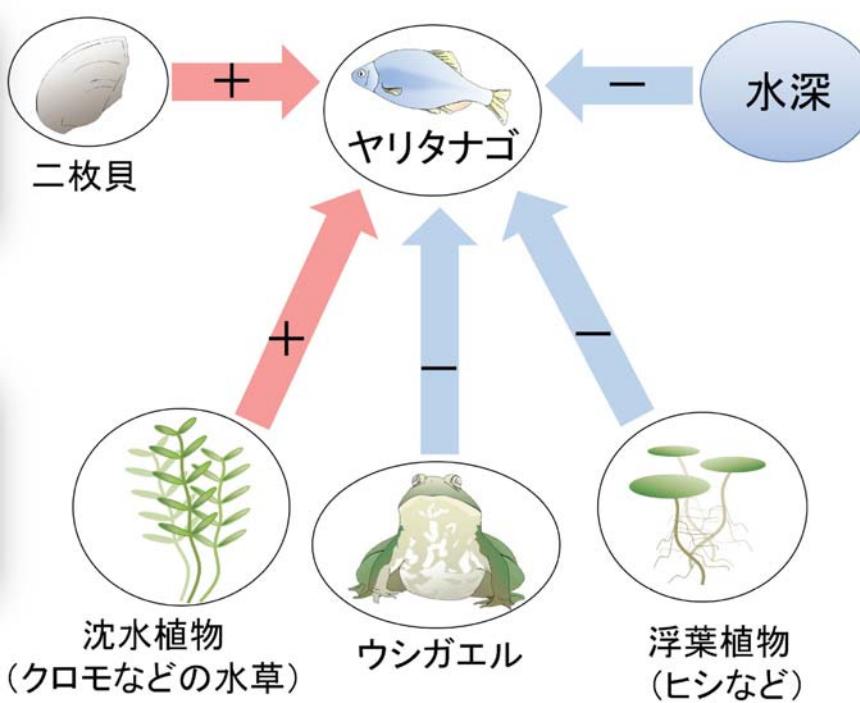
照井 慧（東京大学）・松崎慎一郎（国立環境研究所）・児玉晃治・多田雅充（福井県）・鶴谷いづみ（東京大学）



ヤリタナゴの幼魚



タナゴ類の産卵床となる
イシガイ類
(写真はマルドブガイ)



ヤリタナゴの出現に影響を与えていた要因。赤色の矢印はプラス、青色の矢印はマイナスの影響を示しています。例えば、二枚貝から赤色の矢印が出ていますが、これは二枚貝のいるところではヤリタナゴがよく出現することを示しています。反対に、ウシガエルからは青色の矢印が出ていますが、これはウシガエルのいるところではヤリタナゴがあまり出現しないことを示しています。

タナゴ類の危機

タナゴ類は、日本では14種が確認されており、淡水二枚貝（イシガイ類）に産卵するという特殊な繁殖生態をもっています。かつては水田などで一般的に見られる身近な魚種でした。しかし、近年、開発や外来種などの影響を強く受け、全国的に著しく減少してしまいました。現在では、9割を超える種（13種）が環境省レッドリストにおいて、絶滅危惧種あるいは準絶滅危惧種として記載されています。このような現状にも関わらず、タナゴ類の生息にとって重要な要素はよくわかっていないません。

三方湖のタナゴ類

三方湖周辺の水路や小河川では、現在でもヤリタナゴ（準絶滅危惧種）が生息しています。ヤリタナゴは国内でもっとも分布域の広い種でしたが、現在では多くの地域で姿を消しつつあります。三方湖流域は、そのようなヤリタナゴ

にとって貴重な生息地となっています。

ヤリタナゴはどんな場所にいる？

私たちちは、三方湖のヤリタナゴがどのような場所によく出現するのか調べました。その結果、産卵床となる二枚貝が生息している水路において、水草が繁茂し、水深の浅い場所でよく出現することがわかりました。ヤリタナゴは、二枚貝から出てきた後、あまり動いていないのもかもしれません。水草の繁茂していた場所は、天敵からの隠れ場や餌場として利用していくのでしょう。

一方、ウシガエルがいる場所やヒシが極端に繁茂している場所にはあまり出現しないこともあります。かりました。ウシガエルは、様々な生物を捕食します。ヤリタナゴも食べられていたのかもしれません。三方湖のヤリタナゴを保護するためには、水田水路の二枚貝を保全すると同時に、ウシガエルの排除を進めることが重要です。

三方湖流域の淡水魚の減少要因

魚の産卵条件が鍵！

松崎慎一郎（国立環境研究所）ほか

淡水魚類に迫る危機

淡水生物のなかでも、一生を淡水で過ごす純淡水魚類は、生息地の減少や分断化、水質汚染、侵略的外来種の侵入、温暖化など人間活動の様々な影響を受け、絶滅のおそれのある種が劇的に増加しています。淡水魚類の減少をくいとめるためには、種数や分布の現状を把握し、減少をもたらす要因を特定することが重要です。

私たちは、三方湖では、どのような魚が減っているのかについて調べてみました。きっと、むやみやたらに減っているのではなく、減っている魚は、何か共通の特徴（たとえば、体が大きいなど）があるのではないかと仮説を立てて、過去の記録と現場調査から検証しました。



写真：様々な調査データを収集した結果、三方湖流域で、消失もしくは著しく減少していることが明らかとなった純淡水魚。写真は、電子図鑑「滋賀のさかな」(<http://www.lbm.go.jp/emuseum/zukan/gyorui/speciesname.html>)より使用。

三方湖の淡水魚の現状

福井県には、幸いにも様々な調査データが長きにわたり蓄積されています。これらのデータを収集・整理することに加えて、約2年間の魚類調査を続けることによって、1980年代後半以降に三方湖流域から消失または減少した魚種（以後、減少種とよぶ）を探しました。

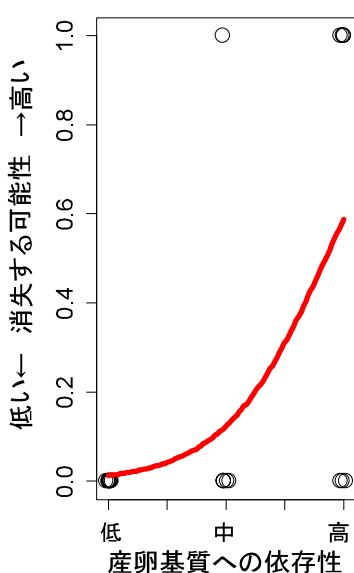
その結果、ハス、ムギツク、アブラボテ、イチモンジタナゴ、アカザの5種が減少種であることが明らかになりました（左上の写真参照）。

減少要因と今後の課題

減少種の5種に共通した特徴はあるのでしょうか？その疑問に答えるために、これまでに三方湖でみられた全ての魚種のあらゆる特徴を調べて詳細に比較しました。統計解析の結果、ひとつだけ共通した特徴が見つかりました。それは、いずれの減少種も、産卵の際に特定の基質（礫や貝など卵を産みつけるもの）が必要な種であることがわかりました（下図）。アカザは、瀬の礫下に卵を産みつけます。ムギツクは、大きな石の下面、岩盤の割

れ目に卵を産むこと、なら、ドンコやオヤマラミの巣に托卵します。また、タナゴ類は卵を生きた一枚貝の體内に産みつけます。こうした特殊な産卵生態をもつ種ばかりが減少しているということは、魚にとって適した産卵環境が失われてしまったことを示しています。河川改修による河床環境の変化、護岸化による湖岸環境の変化などが大きな要因と考えられます。私たちが考えてこられる以上に、産卵環境の喪失は在来魚への強い脅威となっているかもしれません。

今後、淡水魚類の保全・再生にむけて、産卵環境の調査やモニタリングが必要です。また、産卵に適した場所を維持したり、産卵場所を人工的に造成することもこれから自然再生の大きな課題となるかもしれません。



図：産卵基質への依存度と消失（絶滅）する確率（○は魚種）。依存度が高い魚ほど、消失しやすいことがわかります。

湖と水田をつなげて魚を増やす

多田雅充・前田英章
(福井県海浜自然センター)

三方湖周辺の水田魚道



魚道で湖と水田をつなぐ

三方湖周辺の水田は、かつては湖にすむ魚にとつて格好の産卵場になつていました。その理由は、水田は水がよどんでいるので、卵や泳ぐ力の弱い稚魚が流されず、また水が温かいのでエサとなるプランクトンが豊富なためです。特にドジョウやフナ等は、水の張られた水田で産卵し、ふ化した魚は水田の中で大きくなります。しかし、近年ではほ場整備が進み、水田と水路の高低差が大きく、魚が遡上できません。

そこで、魚が産卵のために水田へ遡上していった昔の水辺環境に再生することを目的に、三方湖周辺で水田魚道を設置しています。水田魚道とは、魚が田んぼへ自由に出入りできるように、水田と水路との間に付けた階段のようなものです。設置することにより、魚が昔のように水田に入つて産卵できるようになります。現在、三方湖周辺では、16基の水田魚道が設置されており、11種類の魚が利用し、特にドジョウやフナ等は、水田で育つた多くの稚魚が確認されています。

水田で育った魚を捕まる



シフ口に産みつけられた卵



シユロで湖と水田をつなぐ

水田魚道は水路と水田の段差をなくすものであり、様々な魚が水田を利用する効果的な手法です。しかし、水路に魚がない場合や水田魚道に水がうまく流れない場合等には、水田を魚が利用できません。そこで、産卵時期になるとコイやフナが水路に侵入し水草に卵を産みつける習性を利用して、水草の代わりにシユロ（採卵床）に採卵させ、その卵を人の手で水田に移しました。その結果、水田で育った多くの稚魚が確認され、シユロを用いて採卵し、水田でコイやフナを増やすことができたことが分かりました。

人が湖と水田をつなぐ

湖と水田をつなげて魚を増やすには、現状に合わせて様々に取り組むことが可能です。どの方法も地域の人達の力が必要不可欠です。今後も協力しながら取り組んでいきたいと考えています。

三方湖畔田井島新田にみる人と自然のかかわり

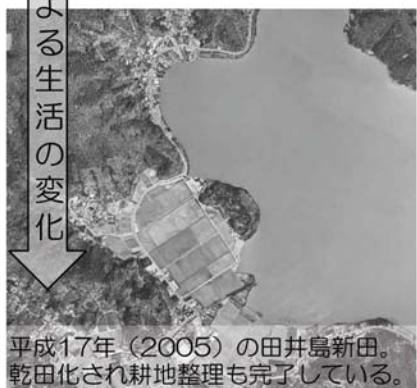
菅 豊（東京大学）ほか

Lake HistoryとLake Storyの対照作業例：田井島新田



自然の変化による生活の変化

「この道から下は全部田んぼだった…五月になると雨が降るわね。そうするとフナの産卵期やね。ヒラブナといってね。それが今の岸もこんなきっちりとした岸じゃないから、ほれ、マコモだとか。そういう土手だから。それで水が増すと、そこへ子を産みに来る。そうすると田んぼのなかへじょろじょろじょろ。そうすると夜になると、このぐらい籠の底が抜けたようなな。そしてちゅっと張ってフナを捕って。まあそのフナも面白くてな。…嫁に来てからの話。けどそれが好きでな。面白かったね。ヘラブナから、それから、ほれ、ナマズも入ってたし、コイもたまには。…そんな夢今でも見ますもん。うん。それだけこの湖は魚やらしいものの宝庫だった。」（成出、女性）



文化6年(1809)の田井島新田の絵図(世久津・武長宗兵衛家文書)



現在の田井島新田。水田魚道などの試みも行われている。

右上の文章は、湖畔に生活してきたある女性が記憶する昭和20年代の魚捕りに関する語りです。昭和30年代まで田井島新田では、春の田植えの後、雨が降ると水田にフナやコイ、ナマズなどが産卵のために遡上していました。それを、湖畔の人びとは、手づかみや、あるいは底の抜けた籠で伏せて捕らえていました。それは人びとにとて、魚だけではなく、楽しみを享受できる活動でした。

「不完全」がもたらす
苦難とめぐみ

三方湖畔・島ノ内の田井島新田は、数百年にわたる自然と人間との相互作用によって創り上げられました。当時は、自然の脅威に手を拱いていた人間も、徐々にその力を発揮して水面の陸地化を進行させてきました。ただし、その技術はまだ自然を完全に支配できるような力をもっておらず、そのため、昭和30年代までは水田としては「不完全」な低湿地水田として、水損の脅威に常にさらされていました。しかし、一方で、そのような「不完全」な水田おかげで、普段は得られない魚を捕ることことができ、また魚を捕る楽しみを得ることができていたのです。

この「不完全」な状況は、昭和30年代の土地改良、そして、昭和50年～57年にかけてのコンクリート護岸化、さらに昭和50年代後半の第二次土地改良によって、大きく変化しました。それによって、島ノ内の田井島新田は、水害の常襲からは免れることができるようになりました。稻の安定的な生産が可能になりました。

一方、そこで行われていた自然と人間との緩やかな関係性、そして人間と人間との緩やかな関係性は失われることとなり、そこで多様な活動や思い出は、今では古老たちの記憶の奥底に沈潜するのみとなっています。

「不完全」を受け入れる心性

いつの間にか周りの事物の完全化が普通となつた完全偏重の時代に生きる人びとにとつて、偶然やリスク、不確実性を受け止め、「不完全」な方からときには恵を得て、またときにそれをなんだ人びとの心持ちを理解することは容易ではありません。

しかし、「不完全」に苦しみながらも、その「不完全」を享受し、「不完全」を楽しみ、「不完全」によって救われた人びとの姿は、自然と人間との、いまの関係性をとらえ直す、古くて新しい心性を私たちに教えてくれています。

「昔の水辺の絵画」募集から見える水辺と人のかかわり

富田涼都（静岡大学）・ハスプロジェクト推進協議会

ほか



これまでに、若狭町全体から延べ700枚近くの絵画が寄せられています。その絵画からは、かつての思い出深い水辺の姿が生きと描かれていきました。そのうち半分以上がはす川、北川、別所川やその支流などの「川」の絵でした。ここから、多くの人びとに

「昔の水辺の絵画」募集とは
プロジェクトと協働で絵画と、そのエピソードについてのアンケートを行い、展示会などのほか「みんなの三方五湖マップ」やワーケーションなどを開いてきました。

かつての身近な水辺の姿とは

「昔の水辺の絵画」募集とは、小学校を対象に、おじいさん・おばあさん、おとうさん・おかあさん、近所の方などの大人の方に、「昔の水辺の様子を自由に聞き取りをして、絵にしてもう取り組みです。5年前から、ハスプロジェクト推進協議会によって行われてきましたが、3年前よりこの研究

が濃い水辺がこれらの「川」であることがわかります。また、「ウナギ、ドスマントナなどの「魚とり」の話は昭和50年代までは数多くみられるものの、「泳いだ」話は昭和30年ごろまでしか見られません。これはプールの普及などの時期とも関係ありそうです。

また、最も多く登場した生き物は「フナ」でしたが、描かれる生き物にも地域性があり、「エビ」が三方五湖沿岸、「ウナギ」と「ドスマン」がはす川流域、「ホタル」「トンボ」などの昆虫が「水田」にほぼ限定されました。

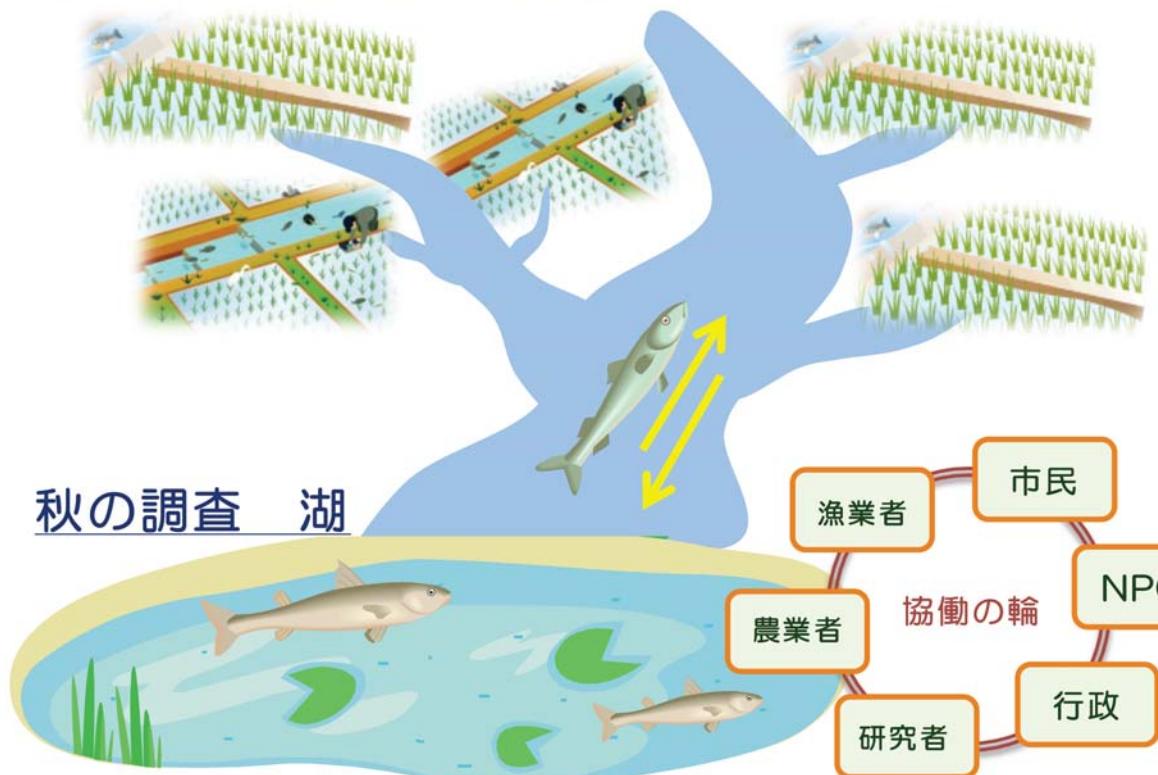
一方、「ズカ」など「カニ」は若狭町全体でまんべんなく描かれていて、「フナ」と並んで若狭町内でもかなり身近な生き物と言えるでしょう。自然再生においても、こうした身近な生き物とのかわりを取り戻していくことが、大きな力となりそうです。

もつとも身近な生き物とは

協働参加型調査・生物多様性モニタリング

海部健三・鷲谷いづみ（東京大学）ほか

春の調査 田んぼ・水路



秋の調査 湖

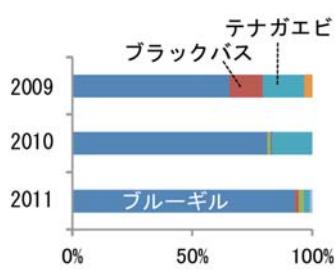
協働参加型調査の概要。継続的なモニタリング（二監視）による、生物多様性の現状と生態系の変化の把握は、順応的な取り組みの要です。また、参加主体間の適切な情報共有は、自然再生事業を効率的・効果的に進めるために欠かせません。この2つの目的を果たすために開発されたプログラムが、協働参加型調査です。協働参加型調査では、三方五湖とその周辺地域の漁業者・農業者を含む住民の方と、NPO、行政、研究者らが協働して調査を行います。ともに調査を行うことによって、地域の生物多様性の現状を把握するとともに、その情報を参加者で共有することができます。



卵導入の調査



伝統漁法「ヌクミ」の見学



秋の参加型調査で確認された生物

春の協働参加型調査は、農業の現場である田んぼと、その周辺の水路で行われました。近年、農業用水路のコンクリート化と、田んぼと水路の高低差の拡大のために、田んぼを産卵場所として利用していたフナやコイが、田んぼに進入することが難しくなりました。現在、県や漁協、NPOなどが協力し、水田魚道を設置したほか、シユロの束を利用して田んぼにフナやコイの卵を導入する努力を続けています。

秋の協働参加型調査では、三方湖の伝統的漁法であるヌクミ漁を見学し、参加者全員で漁獲物の種類と数を確認しました。秋の協働参加型調査では、一度侵入した魚を排除することは難しいようです。漁協を中心にオオクチバヌとブルーギルの駆除が行われていますが、一方で、オオクチバヌとブルーギルの繁殖が行なわれています。漁協を中心とした取り組みが実施されています。

春の協働参加型調査

秋の協働参加型調査

春の協働参加型調査は、農業の現場である田んぼと、その周辺の水路で行われました。近年、農業用水路のコンクリート化と、田んぼと水路の高低差の拡大のために、田んぼを産卵場所として利用していたフナやコイが、田んぼに進入することが難しくなりました。現在、県や漁協、NPOなどが協力し、水田魚道を設置したほか、シユロの束を利用して田んぼにフナやコイの卵を導入する努力を続けています。

秋の協働参加型調査では、三方湖の伝統的漁法であるヌクミ漁を見学し、参加者全員で漁獲物の種類と数を確認しました。秋の協働参加型調査では、一度侵入した魚を排除することは難しいようです。漁協を中心とした取り組みが実施されていますが、一方で、オオクチバヌとブルーギルの繁殖が行なわれています。漁協を中心とした取り組みが実施されています。

自然再生に向けた情報プラットホーム「みんなの三方五湖マップ」

熊谷 潤・柴崎亮介（東京大学）

「みんなの三方五湖マップ」(<http://www.mikatagoko.jp/>)

各記事の詳細表示

「ウナギ」に関する記事のマッピング結果

三方五湖の情報の整理・視覚化・環流
共有されたデータは、データの種類、エリア、年代、フナやウナギなどの対象物によって整理されます。また位置情報を元に地図上にマッピングされ、必要な情報を検索、検索結果をデータ出力や印刷していただくことが可能です。

三方五湖の自然・文化・歴史などの様々な情報をインターネット上で共有し、三方五湖の自然再生に向けて役立てるためのウェブサイトです。

「みんなの三方五湖マップ」とは

若狭町の子どもたちによる
「昔の水辺の風景」絵画作品

ハスプロジェクト推進協議会と三方五湖総合研究グループの協働で企画した、若狭町内の子どもたちによる「昔の水辺の風景」絵画作品331点をサイト上でご覧いただけます。また絵画の他にも東京大学三方湖実習などの調査データなどもご確認いただけます。



生倉、昔の田んぼ

昔は、川がコンクリートで埋まっていたから、きっと魚も今よりもたくさんいたんだと思います。昔の川や田んぼは、どんな魚がいる?

年代: 1950-1969 対象物: 魚とり, 水田, オイカワ, コイ, フナ

