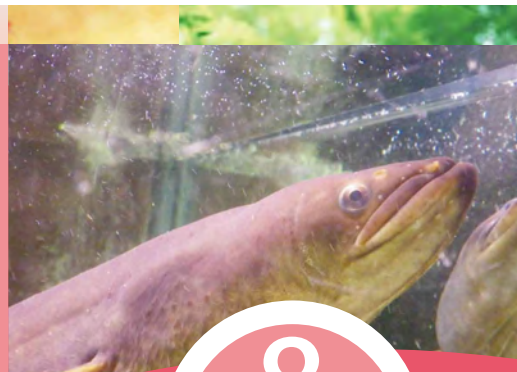


# Rio

豊田市矢作川研究所 月報

- ◆魚のDNAを追う！  
～汲んだ水からアユの生息場所を推定する～
- ◆遺伝子で明らかになる生き物の分布、種類と変異
- ◆ミニ水族館がオープン！



8

2014  
No.188

豊田市矢作川研究所 〒471-0025 愛知県豊田市西町2-19 豊田市職員会館1F

TEL 0565-34-6860 FAX 0565-34-6028 e-mail yahagi@yahagigawa.jp URL <http://yahagigawa.jp>

## 魚のDNAを追う！

～汲んだ水からアユの生息場所を推定する～

山中裕樹

### 矢作川と私

私が初めて矢作川を訪れたのは十数年前、大学院生だった頃です。当時お世話になっていた先輩に連れられ、矢作川研究所を訪問しました。所員の方々が流域の案内をして下さいました。印象的であったのは、どこにいても水辺で遊ぶ人の姿があったことです。川辺の釣り人、タモ網で魚採りに興じる子供たち、そしてもちろん川魚を提供する食事処も多く見受けました。私が暮らしているのは当時も今も滋賀県で、やはり同じように水に親しむ人の多い地域です。ただ、都市を流れる河川で矢作川ほどに地元の方に「魚遊びの場」として親しまれている川は珍しいと思います。そのような感銘を受けた矢作川でこうして今、研究させていただけるのは何かの縁があるのだと感じています。当

時は魚を「採る」ことで研究していましたが、現在は「汲んできた水を分析する」ことで魚の研究をしています。

### 環境DNA：魚が水中に放出する“指紋”

汲んできた水を分析すると、その中には多様な「DNA」が含まれています。水に限った話ではないのですが、水や土などに含まれているDNAを「環境DNA」と呼びます。古くから微生物の研究者は環境DNAを分析することによって、その環境に生息している微生物の種類を明らかにしてきました。

近年になり、この環境DNAの中には魚を含む水生生物に由来するDNAも含まれていることが判明し、脚光を浴びています。微生物の場合は水を濾したときにその生物自体が採れます。ですので、そのDNAが含まれているのは当たり前のことなのですが、その他の水生生物についても体の表面から剥がれ落ちた細胞や、糞が分解したものが水中をただよっていて、濾過をすることで一緒にそれら生物のDNAも集めることができるのです。2008年には環境DNAを分析して、外来種であるウシガエルが入っている池とそうでない池を見分けることを示した世界初の論文が報告されました。これはヨーロッパの研究者によるものですが、それ以降、環境DNA分析を水生生物の調査に用いる研究が急激に増加しています。例えるなら、DNAを指紋（痕跡）として用いる科学捜査が、野生生物でも可能になったのです（図1）。

これまでの「生き物を採って調べる」という方法に

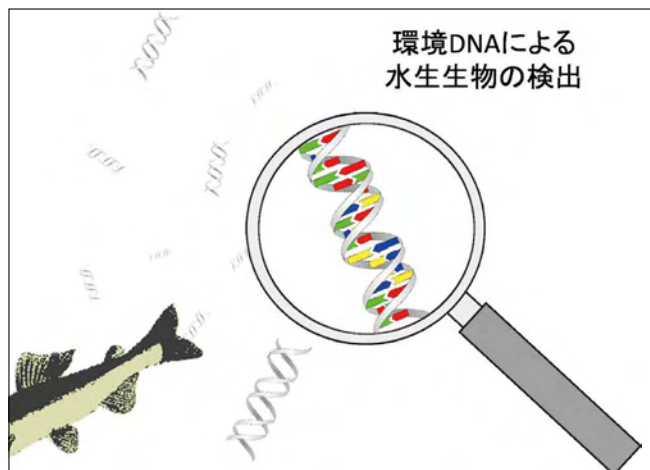


図1 水生生物から放出された環境DNAを用いた水生生物の検出イメージ。DNAの塩基配列情報をもとに分析・解析を行う。

比べて格段に必要な労力と時間が少なく済むようになるのです。

この科学捜査には2つの方向性があります。1つ目は、特定の種類の生き物のDNAについてだけその「有り」「無し」や、その量を分析する方法です。私たちの研究チームではコイに注目してその検出を可能にし、琵琶湖周辺の内湖でコイの生息量の分布を推定しました。2つ目の方向性は、採取した環境DNAの中にどのような生き物の情報が含まれているかを網羅的に分析する方法で、その場所に生息する魚種をいっぺんに知ることができるものです。実際に野外の河川水から採取した環境DNAでこのような分析ができることを、京都府の由良川で実証しました。1つ目の方法では種類ごとに分析手法を開発しないといけない反面、分析にかかる時間も短く、費用も比較的安く済みます。現在はコイ、アユを始めとして私たちの研究チームで10種類程度の検出ができるようになっています。2つ目の方法はとてもパワフルなのですが費用と時間がかかります。また、種類によって検出できる「確率」に違いがあるため、これらをしっかり揃えるような分析手法の確立は難しく、現在試行錯誤が続いています。

私たちはこれら2つの基礎技術の開発を進めつつ、野外での応用研究も試みています。琵琶湖から大阪湾まで流れる淀川では、海から川に侵入してくるスズキやボラがどこまで遡上しているのかを調べています。この研究の狙いは、堰などの人工構造物がこれらの魚類の行動の妨げになっていないかを明らかにするツールとして環境DNAを使うことにあります。多くの河川では堰を作る際に魚道を設置していますが、これらが本当に機能しているのかを簡単に知ることができれば有用だと考えています(図2)。

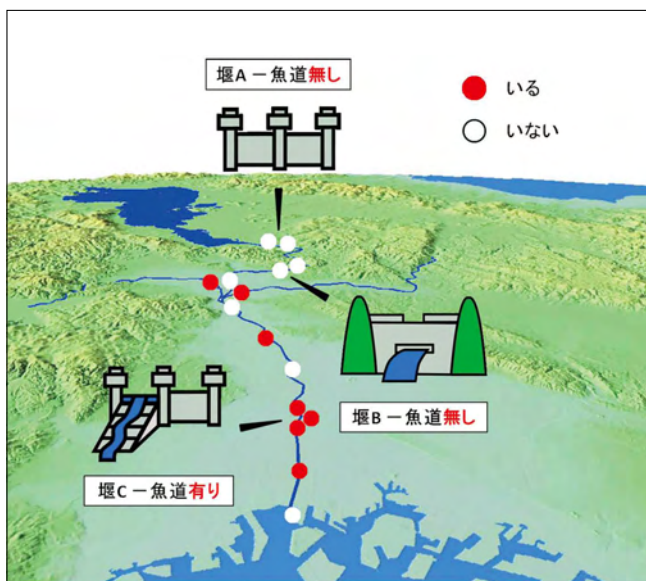


図2 環境DNAによる魚類遡上の分析例。魚道の有無や、魚道の機能の有効性検証等に利用することを想定。



図3 採水の様子。魚類の調査をしているとは思われない。

### 環境DNAによるアユの調査

漁業者の方々や矢作川研究所の研究員の皆さんの協力を得て、今年の春先から矢作川のアユを対象として研究を開始しました。放流量や魚道で観測しておられる遡上量のデータと環境DNAによるアユの分布の推定データとの比較から、環境DNA分析の精度の確認をするのが主な目的です。採水調査は源流から三河湾の河口まで、29地点で実施しています(図3)。3月の調査ではどの地点からも検出されなかったアユのDNAが、4月末の時点では多くの地点で検出され、遡上や放流で河川内に導入されたアユを環境DNAで捉えることができました。今後はどの程度の量のアユがいれば検出できるのかや、秋以降のアユの下りの様子をとらえることができるかなどについて継続調査に取り組む予定です。

現在はある程度の量のアユがいれば「いる」ことは推定可能です。将来的には環境DNA分析によって「どれだけアユがいるのか」を推定できるようにしたいと考えています。アユは矢作川を文化的に象徴する種類ですし、それは水産上の重要種であることも意味します。遊漁の面でも重要であり、水を汲むことによって「どこに多くいるのか」や、放流したアユが「どれくらい残っているのか」を示せるようになれば、この技術が矢作川に関わる皆さんのお役に立てるのではと期待しています。

※矢作川における本研究は、環境省・環境研究総合推進費「環境DNA技術を用いた生物分布モニタリング手法の確立」のプロジェクトの一部として実施しています。

(やまなか ひろき、龍谷大学講師)

# 遺伝子で明らかになる生き物の分布、種類と変異

間野隆裕



図1 ミカワオサムシ

私達は、生き物を区別するとき、その外見で判断することがほとんどです。外見が異なればまず別の種類かなと思います。しかしナミテントウのように同じ種類であっても外見の異なる個体が見られたり、外見が同じでもその中には異なった種が含まれていたりします。近年はその様な場合に、遺伝子を調べて判断する場合があります。

豊田市を中心とした矢作川流域にはミカワオサムシ *Carabus arrowianus* というコウチュウの仲間が生息しています(図1)。オサムシという昆虫は、飛ぶハネ(翅)がないため移動(分散)が制限され、大きな川や山脈があると分散が出来

ないことが多く、各地で種や亜種(同じ種の中で種ほどの違いはないものの外見が異なり、往来のできない別の個体群)に分かれています。そのミカワオサムシについて、地域集団間の遺伝的關係や分散の障害としての矢作川の影響を解明するために、矢作川流域各地の個体の遺伝子の塩基配列を調べたところ(長太・間野・曾田, 2005. 矢作川研究9: 41-48)、遺伝子は大きな2つのグループに分かれ、生息する集団によってその遺伝子の混ざり具合(頻度)が大きく異なりました。東部では巴川流域(加茂川町や岩倉町)と矢作川流域(秋葉町や樹木町)、北部では山間部(猿投山や広幡町)と平野部(平芝町や樹木町など)の間でその頻度が大きく入れ替わっていたのです(図2)。特に広幡町と平芝町では直線距離が10kmにも満たないのに頻度が完全に入れ替わっており、両集団の間では遺伝的交流が全くないか、中間の集団で急激に頻度に変化していると考えられました。このことから矢作川流域のミカワオサムシの進化の過程で、矢作川など河

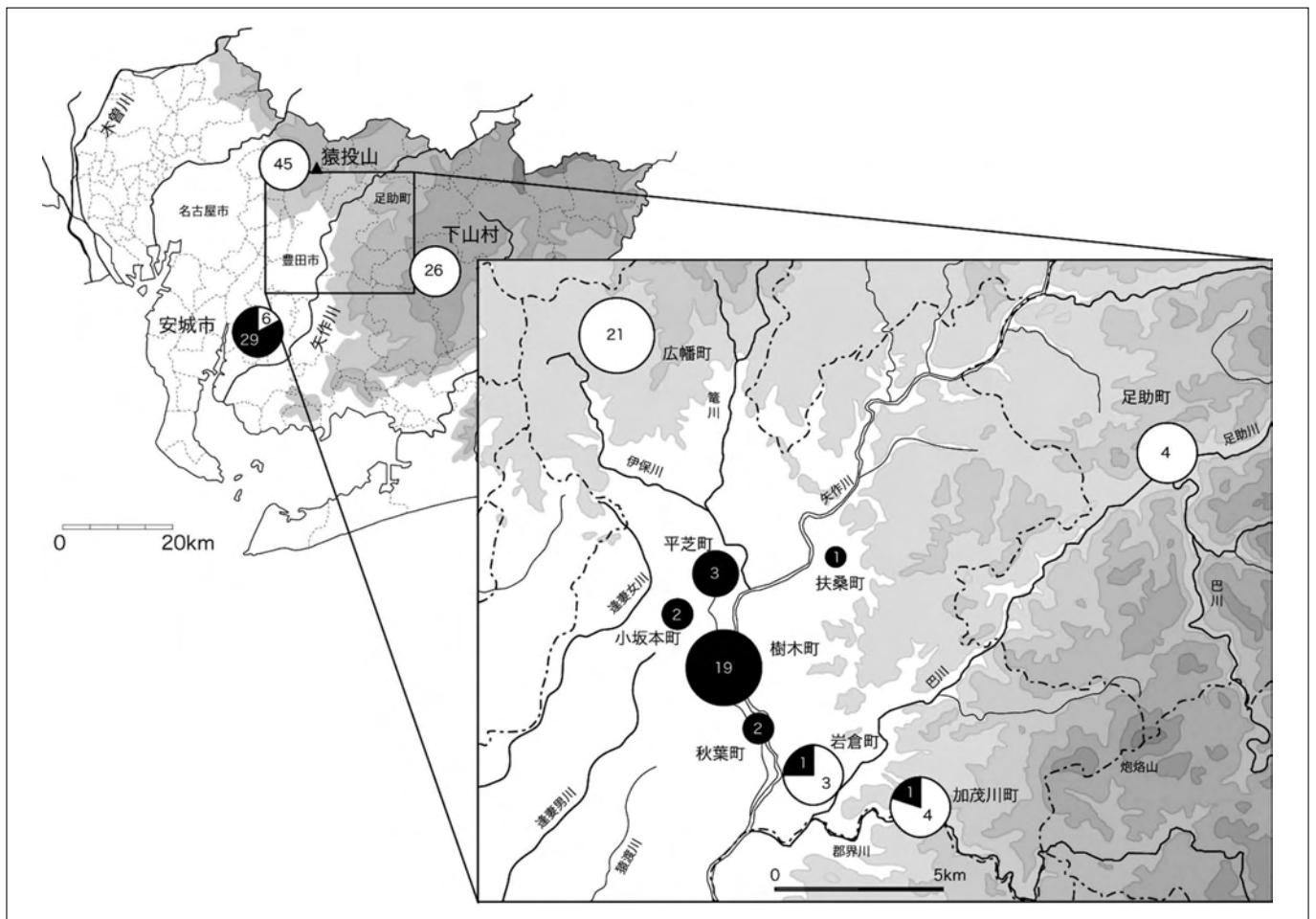


図2 ミカワオサムシの遺伝的に異なる集団の地域分布

川による分散の制限が示唆され、同時に山地と平野といった地形とも関連が見られました。

近年、これまで1種とされた日本のメダカが、キタノメダカとミナミメダカの2種に分かれました。これは遺伝子の大きく異なる北日本集団と南日本集団が実は別種であることがわかったのです。やはりこの新分類基準には、外部の形態と共に遺伝子の違いが決定的な証拠の一つとなりました。

初夏から夏には、ゲンジボタルがその可憐な光を放ち、多くの人を魅了します。そのために各地の団体がその保全活動や繁殖を手がけています。このゲンジボタルは以前より4秒間隔で点滅する東日本型と2秒間隔で点滅する西日本型がある事がわかっています。実は遺伝的には、日本各地で多くの異なった集団が作られていることがわかっており、点滅する発光間隔の違

いもその結果現れていることがわかってきています。よかれと思って別の所から導入したゲンジボタルを繁殖させる行為は、実は国内移入種といういわば外来種となり、ゲンジボタルの種にとっては自然保護や保全には正反対の破壊的行為となってしまいます。

遺伝子は、雑種が出来て混ざり合うと、元の状態に戻すことは、現在の科学では不可能です。それまで何万年もかけて生まれ形作られてきた矢作川流域に息をする生きものは、元の種とは異なるものになってしまうのです。私達は、外見で判断しやすいのですが、その外見は、体の内に持つ遺伝子という設計図の発現する一部であると言うことを肝に銘じて、生き物を見ていなくてはならない時代となっています。

(まの たかひろ、豊田市矢作川研究所総括研究員)

## ▶ ミニ水族館がオープン！

矢作川研究所では現在、矢作川の魚たちを展示しています。以前は自動ドアを入れて書棚が立ち並んでいた場所に、新たにミニ水族館と称して大型の水槽を設置しました。これは、7月に行なわれた職場体験の一環で、逢妻中学校の生徒さんの手によってつくられたものです。

職場体験に来た2人は矢作川での魚捕りは初めてということでしたが、箱メガネやタモ網を使っていろいろな生き物を捕まえていました(なんと17種類も!)。捕まえた魚たちは矢作川研究所へ持ち帰り、魚の名前や生態について図鑑で調べてもらい、最終日に大型水槽へと放流しました。魚捕りの合間には、矢作川の水は農業・工業・発電・水道など私たちの生活に欠かせない水であること、川は山から海まで繋がっていること、川には楽しい面と危険な面があることなどを学んでくれました。

横幅が1.8メートルもある大きな水槽に、いろいろな種類の魚たちが泳ぐ様子は、川の中を見ているようで正に圧巻です。水槽内には流木や石組みが配置してありますが、これは魚たちのすみかとなるように彼らが考えてくれたものですし、自分たちが気になった魚たちを紹介するパネルもつくってくれました。ミニ水族館の名に相応しい水槽が出来上がりましたので、是非みなさんにも見ていただけたら嬉しいです。(山本大輔)



## 後記

今号ではDNAに関して2題を取り上げました。一見すると、とっつきにくい分野かもしれませんが、目に見えない程小さい"それ"は様々な情報を持っており、一方では生物の有る無しを判断し、また一方では生物の種を判断したり、分布を明らかにしています。使い道によって様々な活用ができるということは、研究所の知識・技術や調査データにも言えることだと思います。蓄積された膨大な情報を有効に活用したいところです(山本大)