



地球を守る環境研究の最前線 最終回 —

見えない魚を「水」から探る — 環境DNA分析がひらく新しい生物調査

埼玉県環境科学国際センター 水環境担当部長 木持 謙

埼玉県環境科学国際センターは、「試験研究」「情報発信」「国際貢献」「環境学習」を4つの柱とする環境科学の総合的中核機関です。また、令和4年度からは研究成果の社会実装化を目指した取り組みも進めています。本連載では、社会実装化に繋がる研究を紹介します。

1. 生物多様性を守る社会へ

今夏も記録的な猛暑となり、当センターでは10月もツクツクボウシが鳴いていました。私たちの周りの環境・水や生物はこれからどうなっていくのでしょうか。河川や湖沼、海などにすむ魚たちは水環境の健全さを示す“指標”でもあり、その保全は地域の暮らしや産業にも深く関わっています。また近年、国や自治体でも生物多様性や生態系の保全・再生が重要なテーマです。それらを進めるには対象となる生物の生息状況の把握が不可欠であり、水質分析による生物調査「環境DNA（デオキシリボ核酸）分析」が今注目されています。

2. 水の中に残る“魚の手がかり”を探す

川の水を汲んで測ればどんな魚がいるか分かることは聞くと不思議に思うかもしれません。魚などの生物は泳いだり動いたりする中で、わずかな皮膚やフン、粘液などを水中に残します。そこに含まれるDNA

(環境中を漂うDNA=環境DNA)を検出・分析することで、その場所に生息する生物を推定できるのです。従来の魚類調査では、目視や捕獲による魚種の確認が必要でした。しかし環境DNA分析なら、わずか数百ミリ～数リットルの水を採取・分析するだけで済み、効率的に広範囲の生物情報を得られます。

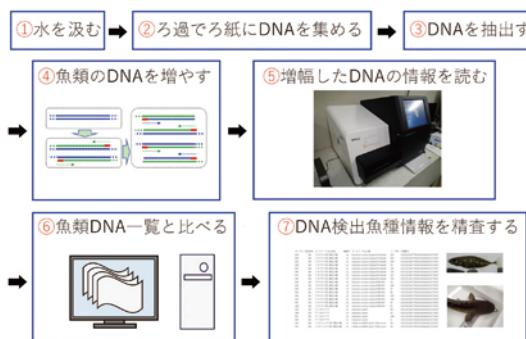
3. 2つのアプローチ：網羅的解析と種特異的解析

環境DNA分析方法は大きく2つに分けられます。ひとつは「網羅的解析（メタバーコーディング）」¹⁾で、採取した水に含まれるDNAをまとめて解析し、その場にいる多様な魚種（魚類相）を一度に把握します（図表1）。魚類全体の生態系の特徴の把握や、外来種の侵入の早期発見などに有効です。データを蓄積して「地域ごとの魚の多様性マップ」の作成も可能です。

もうひとつは「種特異的解析」²⁾で、特定の魚種を対象にDNAの量を測定します。DNA量は概ね個体数や生息密度に関係するため、例えば希少種や外来種の量的な生息状況の推定が期待されます。DNA検出量の動向を観測により、保全活動や開発計画の環境配慮に役立てられます。このように「広く調べる」のか「特定種を詳しく調べる」のかで目的や応用の範囲が変わってきます。

4. 社会に広がる応用：埼玉県の 「川のおさかな環境DNAマップ」

環境DNA分析は既に実用化が進んでおり、埼玉県水環境課が公開している「埼玉県川のおさかな環



図表1：魚類相網羅的解析の大まかな流れ



図表2：アユDNA検出地点の表示例
(アユ画像は本稿用に追加したもの)

境DNAマップ」は好例です³⁾。私たちは2018年から、県内の水質定点観測地点94か所で採取した河川水を順次分析しており、DNA検出魚種の情報を地図上に公開しています。アユ・コイなど身近な魚から冷水魚・汽水魚など地域特有の魚まで、多様な魚種が可視化されています。情報は「地点ごとのDNA検出魚種」「特定魚種のDNA検出地点」の2種類の形で表示できます。図表2はアユのDNA検出地点を魚のイラストで示しています。

調査地点の多くで50年以上前から環境や水質データを収集しており、対象魚種の生態と生息環境の変遷を併せた解析が可能したことから、行政施策等への活用も期待されます。一般の方がマップを見て「自分の身近な川にはどんな魚がいるのか」という関心が生まれ、環境保全の意識が高まるかもしれません。河川愛護団体や企業の皆様も、地域との連携や環境教育、CSR（企業の社会的責任）活動の素材として活用が期待できます。

5. 希少魚の保全へ：ムサシトミヨを守る新しい調査法

「種特異的解析」による希少種の保全も注目されています。熊谷市の元荒川最上流だけにすむムサシトミヨ（絶滅危惧IA類の冷水魚）は、宅地開発や

	環境DNA分析	捕獲調査
長所	<p>【高効率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・採水／分析だけで済む ・結果が調査者の技術によらない 	<p>【実個体の確認・精査が可能】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象生物の生死や成長段階まで知ることができる
短所	<p>【実個体の確認が困難】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象生物を目視確認したわけではない ・対象生物の生死を知るのは困難である ・排水など由来のDNAも検出する 	<p>【非効率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多くの人員・時間を必要とする ・結果が調査者の技術に依存する可能性がある ・生息環境を荒らす恐れがある（特に希少生物調査の場合）

図表3：環境DNA分析と捕獲調査の比較

木持 謙 プロフィール

主な研究テーマは、環境DNA分析による魚類などの調査と保全、河川・湖沼の浄化、生活排水処理などです。

元々の専門である生活排水処理や土壤・植栽浄化といった生物・生態学的水処理技術を活かし、水生生物生息環境の把握・解析と改善に研究範囲を広げています。生物は単独では存続できません。生態系の一員としての位置づけや、現状の環境への適応可能性などの視点から調査研究を進めています。人との関わりを通して水や生き物の豊かさが育まれる川「里川」の創造・再生を通じて、皆様とともに未来世代に豊かな環境を伝えていきたいです



水温・水質変化の影響で生存が危ぶまれています。従来の調査は魚を捕獲する必要があり、捕れた魚が弱ったり作業により生息環境を荒らす恐れがあります。そこで私たちは「水を採るだけでムサシトミヨの生息状況を把握する」方法を検討しています。生息河川水中のムサシトミヨDNAの量を測ることで生息密度の変化を推定できれば、生息状況把握や保全計画立案がよりきめ細かく行えます。なお私たちはこの技術を特定外来生物コクチバス対策⁴⁾にも展開しています。

6. 未来の「水辺との共生」を支える技術へ

環境DNA分析は効率化、捕獲調査は高精度化に優れており、長所・短所がほぼ正反対のため、併用により生物調査の大幅な効率化・高精度化ができます(図表3)。例えば、環境DNA分析は全地点で毎年、捕獲調査は全地点の1/5ずつ5年おきに実施といった運用が考えられます。

環境DNA分析の進展は日進月歩で、地域水環境の見える化から学校教育や観光資源づくりまで、多様な分野と結びつく可能性を秘めています。水の中の“見えない情報”を読み解く技術が、これからの中の持続可能性を支える柱の一つになるかもしれません。



＜参考文献＞

- 1) 宮正樹 (2019): 化学と生物, 57 (4), 242-250.
- 2) 源利文 (2018): 水環境学会誌, 41 (4), 123-127.
- 3) 埼玉県水環境課: <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0505/edna.html>.
- 4) 木持謙ほか (2023): 用水と廃水, 65 (5), 47-54.