

高校生との協働による環境 DNA を用いた天白川の魚類調査の記録

岡村 祐里子, 大畑 史江, 福岡 将之, 石川 知穂*, 桜台高等学校天文部生物班*

Record of Fish Survey in Tempaku River Using Environmental DNA in Collaboration with High School Students

Yuriko Okamura, Fumie Ohata, Masayuki Fukuoka, Chiho Ishikawa*,
Sakuradai Senior High School Astronomy Club Biology Team*

名古屋市立桜台高等学校天文部生物班の生徒と協働で、環境 DNA を用いた魚類相調査を行った。名古屋市水質環境目標値の指標生物に設定されているアユやカマツカ等を含む 17 分類群の DNA が検出された。環境 DNA 調査は本市の水質環境目標値に係る指標生物の活用にも有用であると期待される。

はじめに

本市では、環境基本条例に基づき、市民の健康を保護し、快適な生活環境を確保する上で維持されるべき目標として、水質汚濁に係る環境目標値を設定している¹⁾。市内の公共用水域を対象として、市民の健康の保護に関する「水の安全性に関する目標」、快適な生活環境の確保に関する「水質の汚濁に関する目標」に加えて、市民に感覚的にわかりやすい「親しみやすい指標による目標」を設定し、健全な水環境の保全を目指している。

「親しみやすい指標による目標」の中では、「健全な水環境を保全するためには、理化学的な指標を満足することに加えて生き物が豊かに生息・生育することが必要である」²⁾という観点から「生き物」という項目が設定され、市内のいずれの水辺においても「生き物が生息・生育していること」を目標として掲げている。これに加えて、その水域に生息する生物から水質を判断する指標として「指標生物」を設定している。

一方で、一般的に生物種の判定には対象の分類群に関する知識や採捕経験を要することに加え、水深が深いなどの安全上の理由から水際に近づくことができない水辺環境も市内には多く存在しており、市民にとっては指標生物の活用が難しい場合も想定される。加えて、「名古屋市環境基本条例に基づく水質環境目標値の見直しについて 答申」²⁾においては「生物種を判定する難しさをフォローすることが望ましい」と言及され

ており、指標生物の活用を図るには何らかの技術的な支援を検討する必要がある。

近年、従来の捕獲を主体とする調査を補完し得る新たな生物分布の調査手法として、環境 DNA 調査が注目されている³⁾。環境 DNA とは、生物体から表皮や排出物などを通じて水などの環境中に放出される DNA をいう。水試料の分析により、生物を捕獲採集せずとも生物種が同定できる⁴⁾。環境 DNA を用いた生物調査では、現場で行う作業は採水だけであるため、水際に近づくことも橋の上などから比較的安かつ簡便に調査を実施することができる。DNA の分析や結果の解釈に関しては知識や技術を必要とするが、試料採取の簡便さから市民参加による調査ツールとしても注目されており、国内外において市民参加による環境 DNA 調査の事例が報告されている⁵⁾。本市の水質環境目標値に係る指標生物の活用を図る上でも、フォローが必要と言及されている「生物種を判定する」作業を市民が現場で実施する必要がないため、環境 DNA 調査が有力な技術的支援となり得ると考えた。

名古屋市立桜台高等学校 (以下、桜台高校) の天文部には「生物班」があり、天白川や呼続公園といった近隣地域の生物調査を継続的に実施している。2024 年 6 月に、桜台高校天文部生物班が継続的に調査を実施している天白川において、生徒と協働で環境 DNA を用いた魚類調査を実施した。本稿では、協働調査の事例を紹介するとともに、本市の水質環境目標値に係る指標生物の活用を図る上で、環境 DNA 調査が有効な

*名古屋市立桜台高等学校

技術的支援となり得るかについて考察する。

材 料 と 方 法

1. 試料採取

2024年6月27日に、天白川野並橋下流 (35°06'05.4"N, 136°56'55.3"E) にて環境 DNA 試料を採取した。採水方法は環境 DNA 調査・実験マニュアル ver2.2⁶⁾に準拠した。川の中央付近で水 400 mL を採取し、その場でろ過を行った。ろ過にはカートリッジ式フィルター (Sterivex, 孔径 0.45 μm, Merck KGaA, Germany) を用い、環境 DNA を含む細胞片等を捕集した。採水作業は桜台高校の生徒が担当した (図)。



図 試料採取の様子

2. DNA分析

分析方法は環境 DNA 調査・実験マニュアル ver2.2⁶⁾に準拠し、DNA 抽出は Miya et al.⁷⁾を参照した。

得られた DNA から魚類の網羅的解析に用いられる MiFish 領域⁸⁾を対象としてライブラリーを作製し、次世代シーケンサーにより塩基配列を決定した。抽出 DNA からのライブラリー作製および次世代シーケンサーによる塩基配列の解読は株式会社生物技研に委託して実施し、1st PCR のプライマーには cMiFish⁹⁾を使用した。

得られた塩基配列データは「MiFish pipeline」¹⁰⁾により魚種の同定を行った。なお、内藤ら¹¹⁾に従い、100 リード以下のデータは、潜在的なコンタミネーション (分析サンプル以外の DNA の混入) や不十分な反応を含むものとして、結果に反映しなかった。

分析結果は環境省が公開している「MiFish 法に係る誤同定チェックシート」¹²⁾に従って精査を行い、「MiFish 解析の結果として採用を推奨する和名」を採用した。なお、種判別が困難な場合は属までの同定とした。また、コイ *Cyprinus carpio* については飼育型と野生型の双方の DNA が検出されたが、本稿ではまとめてコイとして扱った。

結 果 と 考 察

調査結果を表に示した。MiFish 法では種判定が困難なものも含め、17 分類群の魚類の DNA が検出された。水質環境目標値では水域の状況を踏まえ地域区分ごとに目標値を設定しているが、河川の区分☆☆☆ (水質のイメージ：川に入っただけが楽しめる) の指標生物に掲げられているタモロコ属の類 *Gnathopogon* spp.

表 環境 DNA 調査で検出された魚種

ANGUILLIDAE ウナギ科	
1	<i>Anguilla japonica</i> ニホンウナギ
CYPRINIDAE コイ科	
2	<i>Carassius</i> spp. フナ属の類
3	<i>Cyprinus carpio</i> コイ
4	<i>Pseudogobio esocinus</i> カマツカ
5	<i>Hemibarbus</i> sp. ニゴイ属の一種
6	<i>Gnathopogon</i> spp. タモロコ属の類
7	<i>Zacco platypus</i> オイカワ
COBITIDAE ドジョウ科	
8	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> ドジョウ (大陸系統)
PLECOGLOSSIDAE アユ科	
9	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i> アユ
MUGILIDAE ボラ科	
10	<i>Mugil cephalus</i> ボラ
GOBIIDAE ハゼ科	
11	<i>Acanthogobius flavimanus</i> マハゼ
12	<i>Gymnogobius breunigii</i> ビリンゴ
13	<i>Gymnogobius petschiliensis</i> スミウキゴリ
14	<i>Gymnogobius urotaenia</i> ウキゴリ
15	<i>Rhinogobius flumineus</i> カワヨシノボリ
16	<i>Rhinogobius similis</i> ゴクラクハゼ
CHANNIDAE タイワンドジョウ科	
17	<i>Channa argus</i> カムルチー

(指標生物としては「モロコ類」), アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*, 区分☆☆ (水質のイメージ：水際での遊びが楽しめる) の指標生物に掲げられているカマツカ *Pseudogobio esocinus*, オイカワ *Zacco platypus*, 区分☆ (水質のイメージ：岸辺の散歩が楽しめる) の指標生物に掲げられているフナ属の類 *Carassius* spp. の DNA が検出された。調査を実施した天白川は全域が区

分☆☆に設定されているが、区分☆☆のみならず区分☆☆☆の指標生物の生息が示唆された。

桜台高校の生徒は試料採取を担当した。事前に環境DNAについて簡単な説明を受けたのみで、環境DNA調査に参加するのは初めてだったと聞いているが、問題なく試料採取できたと評価して良いだろう。現場での作業が簡便であるという環境DNA調査のメリットがよく表れていると考えられる。

調査結果のフィードバック後に環境DNA調査について感想を尋ねたところ、ある生徒から「細かくどのような生き物がいるのかなどについて、しっかり知ることができ、より天白川について理解を深められてよかった」との回答を得た。市民に対して身近な水環境への理解や関心を深めてもらうことは、水質環境目標値における「親しみやすい指標」の意図するところそのものであろう。「本市の水質環境目標値に係る指標生物の活用を図る上で、環境DNA調査が有効な技術的支援となり得るか」については、期待できると考えてよいだろう。

環境目標値の指標生物にはトンボなどの水生昆虫をはじめ魚類以外の生物も掲げられている。健全な水環境を評価する上では、調査地点に生息する様々な分類群の生物について情報が得られることが望ましい。本稿では魚類のみを対象とした事例を紹介したが、環境DNAは魚類以外の生物の検出にも頻繁に利用されている¹³⁾。現在も様々な分類群において網羅的解析プライマーやデータベースの整備が進められている。環境DNAをとりまく技術の今後の発展に期待したい。

文 献

- 1) 名古屋市：水質汚濁に係る環境目標値
https://www.city.nagoya.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/034/177/r7mokuhyousuisitu.pdf (2025.11.05アクセス)
- 2) 名古屋市環境審議会：名古屋市環境基本条例に基づく水質環境目標値の見直しについて 答申
https://www.city.nagoya.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/008/687/toushin202312.pdf (2025.11.05アクセス)
- 3) 環境省：環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き 第3版
https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish_tebi3.pdf (2025.11.05アクセス)
- 4) 清野聡子：環境DNAの市民科学で見直す地域の自然-技術的課題と解決の可能性-, 水環境学会誌, 46 (A), 331-335 (2023)
- 5) 長谷部勇太：市民参加型環境DNA調査の成果と課題, そして今後の展望, 神奈川県環境科学センター研究報告, 47, 1-13 (2024)
- 6) Minamoto T., Miya M., Sado T., Seino S., Doi H., Kondoh M., Nakamura K., Takahara T., Yamamoto S., Yamanaka H., Araki H., Iwasaki W., Kasai A., Masuda R. and Uchii K.: An illustrated manual for environmental DNA research: Water sampling guidelines and experimental protocols., *Environmental DNA*, 3, 8-13 (2021)
- 7) Miya M., Minamoto T., Yamanaka H., Oka S., Sato K., Yamamoto S., Sado T. and Doi H.: Use of a filter cartridge for filtration of water samples and extraction of environmental DNA., *J Vis Exp*, 117, 54741 (2016)
- 8) Miya M., Sato Y., Fukunaga T., Sado T., Poulsen J. Y., Sato K., Minamoto T., Yamamoto S., Yamanaka H., Araki H., Kondoh M. and Iwasaki W.: MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: Detection of more than 230 subtropical marine species., *Royal Society Open Science*, 2, 150088 (2015)
- 9) 株式会社生物技研：環境DNA網羅的解析 (メタバーコーディング解析)
<https://gikenbio.com/dnaanalysis/ngs/environment/metabarcoding/> (2025.11.05アクセス)
- 10) Sato Y., Miya M., Fukunaga T., Sado T. and Iwasaki W.: MitoFish and MiFish Pipeline: A mitochondrial genome database of fish with an analysis pipeline for environmental DNA metabarcoding., *Molecular Biology and Evolution*, 35, 1553-1555 (2018)
- 11) 内藤太輔・都築隆禎・蔭山一人・宮本健也・赤松良久・乾隆帝：環境DNAによる魚類の網羅的解析の河川水辺の国勢調査への導入に関する検討, リバーフロント研究所報告, 31, 9-16 (2020)
- 12) 環境省：MiFishに係る誤同定チェックシート ver.1.3
https://www.biodic.go.jp/edna/edna_top.html

(2025.11.05アクセス)

- 13) 環境DNA学会企画, 土居秀幸, 近藤倫生編:
環境DNA: 生態系の真の姿を読み解く,
p.205, 共立出版 (東京) (2021)