

松下幸之助記念志財団・教員フェローシップ報告書

愛媛県総合科学博物館
学芸課 科学・産業研究グループ
学芸員 三木綾乃

1 序文

生命科学は、「21世紀は生命科学の時代」と言われるほど、近年大きく進歩している分野である。それに伴い、私たちの見のまわりでも、「DNA鑑定」「遺伝子検査」「PCR」といった言葉を聞く機会が増えてきている。しかし筆者は、「DNA」や「遺伝子」といった言葉そのものを聞く機会は多いものの、それらが具体的に何なのかを詳しく知る機会は多くはないのではないだろうかと考えた。そのような背景から筆者は、当館で初めてとなるDNAをテーマとした企画展「ようこそ！ゲノムワールドへ～生命の設計図を調べて分かった驚きの発見～」を開催した。

本展で実現したかったことの一つは、最新もしくはタイムリーなゲノム研究を分かりやすく紹介し、ゲノム研究への関心をかき立てることであった。最新もしくはタイムリーかつ来館者が関心を持ちやすいと思われるテーマを選ぶ中で、環境DNA調査を活用した研究をぜひ取り上げたいと考えるようになった。環境DNA技術は、ここ10年で大きな進歩を遂げており、あらゆる生態系においてあらゆるマクロ生物の調査に活用されている（土居・近藤, 2021）。さらに近年、国際目標であるネイチャーポジティブの達成に向けた取り組みが推進される中で、それに活用できる技術としても環境DNAは注目を集めている。また、筆者が学生時代に環境DNA技術を知った際、生物そのものではなく水を調べることでそこに生息する生物種を調べられるということが強く印象に残ったという経験から、来館者にも興味深く感じてもらえるのではないだろうかと考えたことも理由の一つである。

そして、展示を制作するための調査をしている中で、アースウォッチジャパン様の「環境DNAを用いた魚類調査」を知り、参加させていただくことになった。筆者は環境DNA技術について文献から得た知識しかなかったため、調査の過程を実際に体験することで、より実感をもって来館者に伝えることができるのではないかと思ったことが参加の動機である。

2 調査体験の内容

調査は、2025年7月23日に、愛媛県今治市の休暇村海水浴場にて実施した。当日は快晴で気温も高かったことから、熱中症に十分気をつけて活動した。現地では、海や川など調査地の水を採取し、フィルター（ろ紙）を取り付けたシリンジで水をろ過して、環境DNAをフィルターに集めるという作業を行った。

実際に体験することで印象に残ったのは、水を合計 1L 採取してろ過することは、想像よりもハードであることだった。また、調査の際は手や器具から余計な DNA を紛れ込ませないように細心の注意が必要である（近藤ら, 2025）と知識として知ってはいたが、バケツの消毒等を実際に体験する中で、その重要性を強く感じる事ができた。

3 調査体験を生かした活動について

企画展における環境 DNA を特集したゾーンの中に、環境 DNA 調査の実施方法を紹介するコーナーを設けた（図 1）。ここでは、筆者が調査で体験した環境 DNA 調査の実施方法について、調査の様子の写真や筆者の感想を豊富に交えながら紹介するパネル（図 2-4）を制作したほか、調査で実際に使用した道具に触れる展示を作った（図 5）。

制作にあたり工夫したことが三点ある。一点目は、調査を体験して感じたことを、「ひとこと」として記載したことである。これにより、実施方法を紹介するパネルが、ただ手順を書き並べたものではなく読んだ人にその様子を生き生きと伝えられるものになったと考える。二点目は、調査の様子を数多く掲載したことである。これにより、来館者の方に調査の様子が伝わりやすくなったと考える。三点目は、調査で実際に使用した道具に触れる展示を作ったことである。触れる展示は来館者の興味を引きやすいため、これをきっかけに環境 DNA のゾーンを見る来館者が複数いた。また、道具にさわりながら実施方法を紹介するパネルを読むことで、より実施方法が理解しやすくなったようであった。

4 自身の体験を語ることによる来館者の学びへの影響について

展示の解説は、最初に環境 DNA 調査を実施したことで分かった日本全国の魚の分布の結果を示し、次に生物そのものではなく水を調べることでそこに生息する生物種を調べられる技術があると紹介するという流れで行った。自分自身が実際に体験したことで、生物そのものではなく水を調べるという環境 DNA 技術の肝が実感できていたため、来館者の関心をより引く解説ができたのではないかと考えている。展示解説をする中で、来館者からは、「生物そのものではなく水を調べることでそこに生息する生物種を調べられることがすごいと思った」「専門家でなくてもこのような小さい道具（バケツやシリンジ）で調査ができることに驚いた」「環境 DNA というものを初めて知り、興味がわいた」といった好意的な声が多く聞かれた。また、「環境 DNA 調査で、自分が住んでいる場所の近くに生息している生き物を調べてみたい」「魚の種類だけでなくおおよその数もわかることに驚いた」「2012 年に絶滅種と指定された愛媛県の県獣であるニホンカワウソの生存の可能性について、環境 DNA 技術で調べられないだろうか」といった発展的な感想もあった。このことから、来館者が様々な角度から環境 DNA 技術への関心を深められたことが伺える。一方で、小さな子供などからは、難しかったという声があった。DNA を知らずとも、感覚的にイメージできるような話題を入れるべきであったかもしれない。また、筆者がすべ

での体験を伝えたいと思うあまり解説パネルの文章が長くなってしまったという反省点もある。

様々な環境 DNA 調査の特徴のひとつに、DNA 抽出・分析やデータ解析などは科学者が請け負い、現場での採水調査は地元の市民の方々が行うという分業が可能であることが可能である点が挙げられる（近藤ら, 2025）。愛媛県でも市民の環境 DNA 調査に対する関心が高まり、研究がさらに進展することを願いたい。

参考文献

一般社団法人環境 DNA 学会（企画）土居秀幸・近藤倫生（編），2021：環境 DNA 生態系の真の姿を読み解く．共立出版．

萩谷美也子，近藤倫生（取材協力），2025：水に残された生き物の痕跡から、生物多様性のデータベースをつくる，milsil, vol.18, no.1, p.4-5

図表



（図 1）環境 DNA を特集したゾーン

方法：環境 DNA 調査はどうやって行うの？

環境 DNA 調査は、主に 5 つの手順がある。

1. 海や川など調査地の水をろ過して環境 DNA をフィルター（ろ紙）に集める。
2. 集めた環境 DNA をフィルターから取り出す。
3. 環境 DNA の一部を PCR で増幅する。
4. 増幅した DNA の配列情報をまとめて次世代シーケンサーで読む。
5. DNA の配列情報をコンピューターを使って魚の種類情報に読み替える。

手順 1 は海や川といった現場で行う作業、2~4 は実験室で行う作業、5 はパソコンに向かって行う作業だ。

手順 1：海や川で行う作業

手順 1 には、4 つのステップがあります。今回の企画展の開催にあたり、担当学芸員が桜井海岸（今治市）で調査を実践したので、その様子も交えてご紹介！

1. 海や川など調査地の水をろ過して環境 DNA をフィルター（ろ紙）に集める

①事前準備：バケツの洗浄

環境 DNA 調査では、手や器具から余計な DNA が紛れ込むことがないように、注意をする必要がある。そのため、調査地に行く前に、ゴム手袋をして採水に使うバケツをハイターできれいにする。



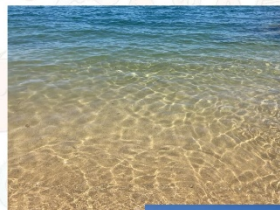
②海水の採水とろ過・場所の記録

・記録

調査地点の緯度経度を記録するほか、海や周辺の様子を写真に撮る。

・バケツの共洗い

採水を始める前に海水でバケツをすすぐ。このことを「共洗い」という。ここから先の作業は、ゴム手袋をつけて行う。



ひとこと

共洗いは、科学実験でもよく出てくる言葉だよ。実験機器の中についている水分や物質が残っていると、実験の結果に影響が出るかもしれないので、実験に使う液体で実験器具をすすぐことを言うんだ。

・採水

いよいよ採水。ロープがついた状態のバケツを海に投げ、海水をとる！



ひとこと

バケツを遠くに投げるのは意外と難しかったよ。



(図 2) 環境 DNA 調査の実施方法を紹介するパネル①

③ろ過

注射筒で海水を 50mL 吸い取る。最初は多めに吸い取り、空気を出しながら量を 50mL に合わせるのがポイント。注射筒に、フィルターが入ったカートリッジを取り付け、注射筒を押して海水をろ過する。ろ過作業を 1 回のバケツあたり 4 回繰り返し、200mL をろ過する。さらに、採水へろ過の作業を 5 回繰り返し、合計 1L の海水をろ過する。



ひとつこと

ろ過を繰り返していると、だんだんピストンが硬くなり、押しにくくなってくるよ。ここが頑張りどころ！



④保存封入

カートリッジから余分な海水を抜いた後、排出穴（海水の出る口）にキャップをはる。次に、採取した DNA が壊れることを防ぐため、サンプルの保存液をスポイトでカートリッジに入れる。保存液をフィルターに浸透させたら、ラベルを貼ってポリ袋と保冷バッグに入れて完了。



ひとつこと

カートリッジを、魚が入った冷蔵庫やクーラーボックスに入れてはダメ！冷蔵庫やクーラーボックスの中に入っていた魚の DNA が検出されてしまう恐れがあるよ。

手順 2~4：実験室で行う作業

この工程で最も気をつけねばならないのは、精製した DNA 溶液の中に、サンプルとは関係ない DNA を紛れ込ませないことである。もしもコンタミネーション（本来混入してはいけない）が起きると、DNA を解析した時に、調査地に生息していない生物が検出されてしまう恐れがある。環境 DNA サンプルの解析をしている代表的な研究機関の一つであるかずさ DNA 研究所（千葉県木更津市）では、クリーンな環境を作るために、特殊な道具を使って空気中のチリやほこりが入らないように工夫する、実験前と後には DNA を分解する試薬を使って実験道具や場所を念入りに拭き掃除する、作業服を着るといった様々な取り組みをしている。かずさ DNA 研究所では、研究所内で実験動物のネズミを飼っている影響で、当初はネズミの DNA が検出されてしまうことがあったそうだ。試行錯誤の末に、現在の高精度な結果が出る方法に行き着いた。



ひとつこと

「コンタミネーション」は、略して「コンタミ」と言うよ。企画展担当学芸員の友人は、コンタミに気をつけねばならない実験をしていた影響で、日常生活でも潔癖症になってしまった…。

(図 3) 環境 DNA 調査の実施方法を紹介するパネル②

2. 集めた環境 DNA をフィルターから取り出す。

まず、カートリッジから採水後に加えた保存液を抜き去る。次に、組織片や細胞小器官を溶解する試薬を加えて処理し、雑物を取り除くなどして、精製された DNA を抽出する。



3. 環境 DNA の一部を PCR で増幅する

PCR とは、DNA 全体のうち、目的の部分だけを短時間で大量に増幅する実験手法である。サーマルサイクラーという PCR をするための機械を用いて、微小かつ雑多な環境 DNA から、(魚類を調べる場合は) 魚類に固有の塩基配列のみを増幅させる操作だ。



4. 増幅した DNA の配列情報をまとめて次世代シーケンサーで読む

シーケンサーの一種である「次世代シーケンサー」を使って、大量の DNA の塩基配列の情報を一気に読み取る。



手順 5：パソコンに向かって行う作業

5. DNA の配列情報をコンピューターを使って魚の種類情報に読み替える

次世代シーケンサーの解析結果から明らかになった塩基配列を、生物種とその DNA の塩基配列がまとめられたデータベースと照らし合わせ、その生き物が何なのかを調べる。環境 DNA の量と個体数は、基本的には比例する傾向がある。ある特定の生き物 (例えば、タイ) の塩基配列がたくさん見つかった場合、調査時その海域にはタイがたくさんいたと考えられる。

謝辞

本調査は、認定特定非営利活動法人 アースウォッチ・ジャパンの主催する松下幸之助記念財団・教員フェローシップの野外調査プログラム「環境 DNA を用いた魚類調査」の助成を受けて行いました。

手順 2~5 の取材は、かずさ DNA 研究所において環境 DNA 分析を一手に担っておられる、かずさ DNA 研究所ゲノム事業推進部遺伝子構造解析グループの山川央研究員にご協力いただきました。

(参考文献)

宮正樹・佐土哲也, 2024: 採水とカートリッジ式フィルターを用いた現場通過. 環境 DNA 学会 環境 DNA 技術標準化委員会 (編), 環境 DNA 調査・実験マニュアル, Ver 3.0, p.17-29
東北大学大学院生命科学研究所統合生態研究室, 2025: 回収された調査サンプルから生物名が分かるまで. <https://anemone.bio/topics/D25EMFe>, (参照 2026-01-08)

「海や川など調査地の水をろ過して環境 DNA をフィルター (ろ紙) に集める作業」で使う道具を展示しているよ。手に取ってさわってみてね! (やさしくさわってね)



(図 4) 環境 DNA 調査の実施方法を紹介するパネル③



(図5) 調査で実際に使用した道具に触れる展示