



館長だより

山形県産業科学館

令和 8 年 2 月 1 8 日 (水)

発行 館長 加藤 智 一

環境 DNA

環境 DNA は、生物を直接捕獲せずに存在を推定できる革新的な技術として広く注目されています。特に水中でのサンプリングは、魚類や両生類などの生息状況を把握する手法として急速に普及してきたと言われています。一方で、近年は空気中の DNA を用いて昆虫や植物、さらには哺乳類の存在を推定する研究も進みつつありますが、水と空気では DNA の状態や拡散の仕方が大きく異なるため、得られる情報の精度や解釈の難しさにも違いが生じます。ここでは、水中と空気中の環境 DNA がどの程度の精度で生物を判別できるのか、その特徴と限界を比較しながら考察することにしましょう。

まず、水中の環境 DNA は比較的安定しており、サンプリングの精度が高いと言われています。水は DNA を物理的に保持しやすく、紫外線や乾燥による分解も空気中に比べて緩やかなためです。魚類のように水中で生活する生物は、粘液やフン、皮膚片などを常に周囲に放出しており、これらが水中に蓄積されることで、比較的高い濃度の DNA が検出されるのです。実際、コップ一杯程度の水からでも、そこに生息する魚類の多くを検出できることができると言います（本当ですか?）。さらに、**メタバーコーディング**※と呼ばれる手法を用いれば、複数種の DNA を同時に読み取り、生物群集全体の構成を推定することも可能であるらしい。もちろん、DNA の分解速度や水流による移動などの要因はあるものの、総じて水中の環境 DNA は「その場所にどの生物がいたか」を比較的高い精度で反映していると言えます。そこで、希少魚の生息確認や、外来種の早期発見、調査が難しい深場や夜行性の生物の把握、大規模な生態系モニタリングなどに活用が期待できます。

これに対して、空気中の環境 DNA はまだ発展途上の分野で、精度の面では水中ほど安定していません。空気中の DNA は、花粉、孢子、昆虫の鱗粉、動物の皮膚片など多様な由来を持ちますが、乾燥や紫外線によって急速に分解されます。また、風による移動距離が大きく、どこから飛来した DNA なのかを特定するのが難しいという課題もあります。例えば、ある地点で昆虫の DNA が検出されたとしても、それがその場所に生息している個体に由来するのか、数百メートル先から風に乗って運ばれてきたものなのかを区別

するのは容易ではないと言うことです。さらに、空気中の DNA 濃度は水中に比べて極めて低く、サンプリングには高性能なフィルターや長時間の吸引が必要となります。しかし、空気中の環境 DNA にも独自の強みがあります。植物の花粉や孢子は空気中に大量に放出されるため、植物群集の季節変化を把握する手段として有望です。また、昆虫の飛翔活動を捉える研究も進んでおり、特定の害虫の発生時期を早期に検知する可能性も示されています。さらに、哺乳類の DNA が空気中から検出された例もあり、将来的には森林や都市における生物多様性の把握に役立つのではないのでしょうか。ただし、これらの応用はまだ研究段階であり、検出された DNA が「その場所に生息している生物」をどの程度正確に反映しているのかについては、今後の検証が必要とのことです。

※ メタバーコーディングとは

自然界のサンプル（川の水、土壌、空気、糞、胃内容物など）には、さまざまな生物の DNA が混ざっています。メタバーコーディングは、この「混ざった DNA スープ」から、魚類だけ、昆虫だけ、植物だけ、あるいは生物群全体、といった特定の分類群をまとめて読み取り、どの種が含まれているかを網羅的に判定する技術です。仕組みはざっくり 3 ステップです。① 共通の遺伝子領域（バーコード領域）を PCR で増やす。② 次世代シーケンサー（NGS）で大量の配列を読む。③ データベースと照合して種を同定し、得られた配列を既知のデータベースと比較する。といった具合です。

