

環境 RNA を用いた生態調査技術

宮田 楓, 井上 泰彰, 山根 雅之, 天野 雄斗, 西岡 亨, 森田 修, 本田 大士 (花王株式会社)

1. はじめに

水環境における生物多様性の確保や生態系の保全はサステナビリティの基盤要素であり、生態モニタリング技術の重要性が高まっている。環境水中に存在するマクロ生物に由来するデオキシリボ核酸 (DNA) は環境 DNA と呼ばれ、それらの網羅的解析は低侵襲で再現性がよく、形態的特徴による専門的な判断を必要としないとして注目を集める生態調査技術である。しかし、環境 DNA はその安定性から環境中に長期間残存すると考えられるため、すでにその場に存在しない生物を検出してしまいう誤検出が課題である。そこで、一般的に DNA よりも安定性が低いと考えられているリボ核酸 (RNA) を用いることで、外来からの核酸の混入やすでに生息していない生物種の影響を受けにくい調査が実現できるのではないかと考え、各種検討を実施した。

2. 技術の概要

河川水中に存在する魚類・節足動物・藻類から放出される環境 RNA を次世代シーケンサー (メタバーコーディング法) に供し網羅的に解析した (図 1)。

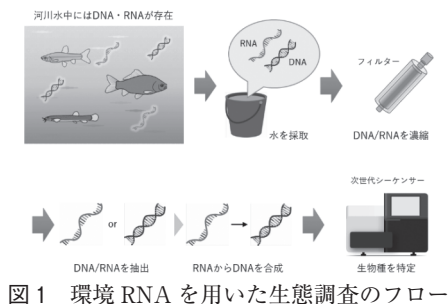


図 1 環境 RNA を用いた生態調査のフロー

3. 結果と考察

従来の生態調査方法で検出されている生物種と環境 DNA/RNA の調査で検出された種を比較した結果、環境 RNA の検出率 (感度) は魚類において高く (同一地点の解析において 100% 検出)、環境 DNA を指標とした調査よりも高精度であった¹⁾。とくに、環境 RNA では核酸の生態調査で認められた生物種が本当にその環境に生息しているかを示す陽性的中率が顕著に高く、誤検出の少ない調査に資することが示唆された。また、その場に生息しない海産魚が環境 DNA で多く検出されたのに対し、環境 RNA ではほとんど検出されなかったことから (図 2) 環境 RNA は外部からの核酸の混入の影響を受けにくいと考えられた。さらに、環境 RNA 量は、環境 DNA 量と比較して、従来の生態調査方法における観測数 (個体

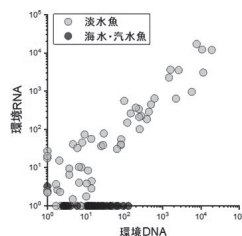


図 2 河川中の魚類の環境 DNA と環境 RNA のメタバーコーディング解析におけるリード数の比較

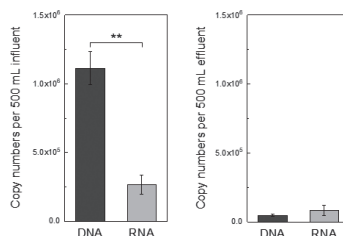


図 3 生活排水に含まれる DNA または RNA 量

数) との相関が高く、環境 RNA はバイオマスの定量解析においても優れた性能を示すことが示唆された。

水棲昆虫を対象とした評価においても、環境 RNA は環境 DNA と比較して陸生昆虫を検出しにくく、その場に生息する生物の評価に有用であることが示唆された²⁾。また、環境 RNA から平均スコア法を用いて評価した水質の程度は、従来の生態調査の結果より導いた値と符合しており、水質評価へ展開しうることを明らかにした。

環境 RNA が誤検出の少ない正確性の高い調査を実現できた理由を解明するため、河川の主要な汚染源となる生活排水の解析を実施した。その結果、生活排水には食用魚に由来すると考えられる核酸が多く含まれ、DNA 量は RNA 量よりも顕著に多いこと (図 3)、ならびにそれらが下水処理プロセスによって除去されることを明らかにした³⁾。さらに、環境 RNA の水中での分解度が環境 DNA よりも高いことを明らかにするなど、環境 RNA の環境中動態に係る重要な知見が得られている。本知見を生物多様性保全に活かし、社会実装に向けて研究を推進していきたい。

参考文献

- 1) Miyata, K., Inoue, Y., Amano, Y., Nishioka, T., Yamane, M., Kawaguchi, T., Morita, O., Honda, H., 2021. Fish environmental RNA enables precise ecological surveys with high positive predictivity. *Ecological Indicators* 128, 107796.
- 2) Miyata, K., Inoue, Y., Amano, Y., Nishioka, T., Nagaike, T., Kawaguchi, T., Morita, O., Yamane, M., Honda, H., 2022. Comparative environmental RNA and DNA metabarcoding analysis of river algae and arthropods for ecological surveys and water quality assessment. *Scientific Reports* 12(1), 19828.
- 3) Inoue, Y., Miyata, K., Yamane, M., Honda, H., 2023. Environmental nucleic acid pollution: Characterization of wastewater generating false positives in molecular ecological surveys. *ACS ES&T Water* 3(3), 756-764.