

ネイチャーポジティブへ向けた海岸工学のあり方

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 細川真也

1. はじめに

生物多様性の保全は、生態系の劣化に対するレジリエンスの向上のために重要であり、今や、我が国の社会活動の中で避けて通る事ができないものとなっている（国家戦略への位置づけ，環境省 2023；生物多様性増進活動促進法の施行；自然関連財務情報開示タスクフォースによるビジネスにおける生物多様性へのインパクトの監視・評価の提言等）。しかしながら、生物多様性の評価は容易ではなく、生物多様性の保全の目指すべき方向も分かりにくい。本稿では、沿岸域における生物多様性研究の発展の可能性を示し、ネイチャーポジティブへ向けた海岸工学のあり方について考察した。

2. 生物多様性の基本と測定方法

2. 1 生物多様性の基本的な概念

生物多様性には、遺伝子，種，生態系の3つの階層に分かれるが、すべてに共通する基本的な考え方はシンプルである。例えば、アルファ多様性（場の中の色の数）が同じ場A，B，Cを考えると（図-1），場CよりもBの方がAに対する組成に違いがあり，この事をベータ多様性が高いと言う。ベータ多様性が高い場AとBの組み合わせは，AとCの組み合わせよりも効率的にガンマ多様性（全体の色の数）を高める事ができ，生物多様性を維持もしくは向上させる観点から適した状態と言える。このアルファ，ベータ，ガンマ多様性の関係は，それぞれの階層で共通する基本的な考え方である。

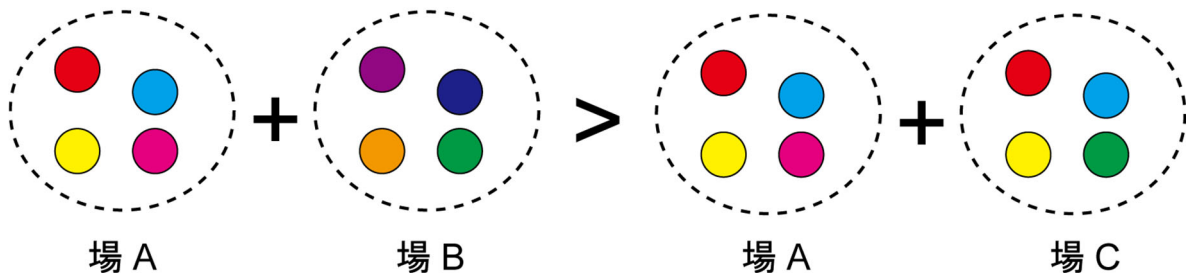


図-1 生物多様性の基本。

2. 2 種の多様性と遺伝的多様性を測る

生態系は比較的区別しやすく，その多様性の違いも認識しやすい。一方で，種の多様性と遺伝的多様性は定量的に認識するためには測る必要があるが，測る事自体が難しい。しかし，近年は新しい技術の登場により，その測定は可能なものになりつつある。

環境 DNA 分析技術は，種の多様性をバケツ一杯の水で測る事ができる近年注目を集めている技術であり，令和 8 年度の河川水辺の国勢調査では，魚類調査の一つの手法として採用されている。沿岸域では，環境 DNA でどこまで実際の分布を代用できるかよく分かっていなかったが，東京湾スケールであれば，塩分勾配に沿った明確な分布があり，魚類分布の観測ができそうな事が明らかとなってきた（Hosokawa & Homma 2026）。また，この観測から，東京湾スケールの魚類の種多様性は，図-1 で示した単純なカテゴリカルな分布ではなく，塩分勾配に沿った地理的に連続な変化と東京湾沿岸にフラクタル的に存在する小さな湾の局所的な tone 状の変化が重なっている事も明らかとなった。この2つの空間スケールの重

ね合わせは、種多様性の構造が地理的に支配される中で、人の活動による保全によって、ベータ多様性を維持・向上できる場所、もしくは、その活動には限界がある場所がある事を示唆している。このように、環境 DNA 分析技術を使う事で、種の多様性の実際の構造を紐解く事が可能となりそうである。しかし、一方で、環境 DNA の分布が魚類の実際の分布をどれくらい代表出来ているのか明確ではなく、環境 DNA 分析技術の応用精度の向上の余地はまだある。

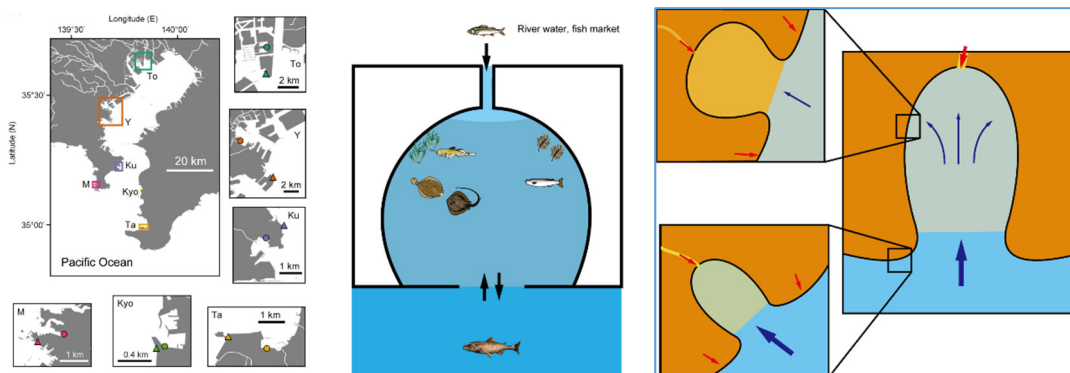


図-2 環境 DNA を使った推定による東京湾周辺の魚類相分布の概念図 (Hosokawa & Homma 2026).

保全対象種を移植する場合、場の固有性 (図-1 の A, B, C のそれぞれの独自の色組成) を守るため、その遺伝的な自然の成り立ちを乱さないよう移植元を選定する事がある。海洋生態系の重要な基盤生物であるアマモは、全国的に衰退傾向にあり、移植による保全が試みられる植物であるが、これまで、その遺伝的多様性の観点から移植元を選定するための範囲を線引きする知見は蓄積されてこなかった。

個体群間のゲノムの違いを測るためには、高度な分析技術が求められるが、近年は、分析業者による比較的安価なサービスが提供され、高度な技術がなくても、遺伝的な差異の分布 (遺伝構造) の研究に取り組む事が可能となってきている。我々は、瀬戸内海のアマモ個体群を対象として調査及び流動解析をした結果、種子の浮遊・分散により、アマモの遺伝構造は複数世代の流動の繋がりによって支配されている事が明らかになった (Kosako et al., 投稿中)。この結果より、遺伝的な成り立ちに基づいて移植元の範囲を線引きする保全スキームの構築が可能となる。今回の事例と同様に分野横断的な研究に取り組む事で、他にも保全すべき多くの種の科学に基づいた保全のあり方が明確になる。

3. 生物多様性研究の展望

環境 DNA 分析技術と遺伝子解析技術のような新しい技術は垣根を低くしつつあり、これまで技術的なハードルから躊躇いがあった人も生物多様性研究へ取り組む事が可能となっている。また、現場のある海岸工学は、物理的な動態の理解などを通じて利用精度を向上させるなどによりこのような新技術を応用可能な技術に昇華させて、生物多様性の評価技術の発展させネイチャーポジティブの実現に寄与する事が期待されている。

キーワード：生物多様性、ベータ多様性、評価、観測種数、遺伝攪乱

環境省：生物多様性国家戦略 2023-2030, 2023.

自然関連財務情報開示タスクフォース：自然関連財務情報開示タスクフォースの提言, 2023.

Hosokawa, S., and S. Homma. 2026. Estuarine cline in fish eDNA composition and ecotone between the inside and outside of locally enclosed areas. *Environmental DNA* 8. <https://doi.org/10.1002/edn3.70279>.

Kosako, T., S. Hosokawa, S. Homma, K. Momota, S. Uwai, Y. Uchiyama. Stepping-stone connectivity predicts genetic binary isolation in a seagrass