

環境 DNA を指標とした人工魚礁の新たな効果評価手法の開発

水産技術研究所 環境・応用部門 水産工学部 水産基盤グループ

研究の背景・目的

我が国の沿岸域では 1970 年代前半から政府施策のもと、漁場を作る目的で多くの人工魚礁(以下、魚礁)が海中に設置されてきました。設置した魚礁に集まる魚類の種組成やその生物量を調べるために、これまで潜水による魚類観察、漁具を用いた漁獲、魚群探知機(以下、魚探)による調査が行われてきました。潜水観察や漁獲調査では魚類の種判別や密度、サイズの把握ができませんが、両手法とも調査に時間がかかることや、後者は水産資源を目減りさせるという欠点があります。また、魚探は広範囲を短時間で調査できますが、魚種の判定が難しいという課題があります。

魚類などの水生動物の場合、生体やその排泄物等から水中に DNA が放出されます。近年、水中に放出された DNA (以下、環境 DNA) を手がかりに、水生動物の分布が調べられるようになりました。環境 DNA を用いた調査では対象種を採取する必要がなく、既存の方法より野外調査の時間が短いことや、対象種を検出できる確率が高いといった利点が挙げられます。環境 DNA を分析すれば、従来手法の弱点を補うようなデータが入手でき、また簡便に魚礁の集魚効果等の評価ができる可能性があります。

そこで水産研究・教育機構(以下、水産機構)水産技術研究所水産工学部(旧水産工学研究所)では、魚礁の新たな効果指標の開発を目標として 2018 年から環境 DNA 分析による魚類調査を所内プロジェクト研究により開始しました。2018 年 5 月の調査では、水産機構調査船たか丸により、魚探を稼働させながら 2 基の高層魚礁 (AR1: 高さ 30m、AR2: 高さ 25m) の周辺と、AR1 からの距離別(それぞれ東西方向に、150m (E150、W150)、500m (E500、W500)、750m (E750、W750)) の調査点で中層と底層から海水を採水し(図 1)、次世代シーケンサーを用いて定量 Miseq 法*という手法により分析しました。この分析手法を用いることで、サンプル水中に含まれる全魚種の環境 DNA を網羅的に解析することが可能です。

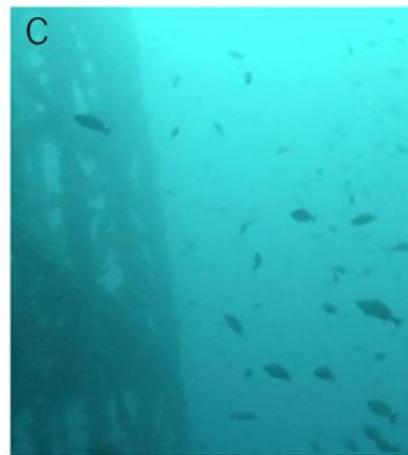
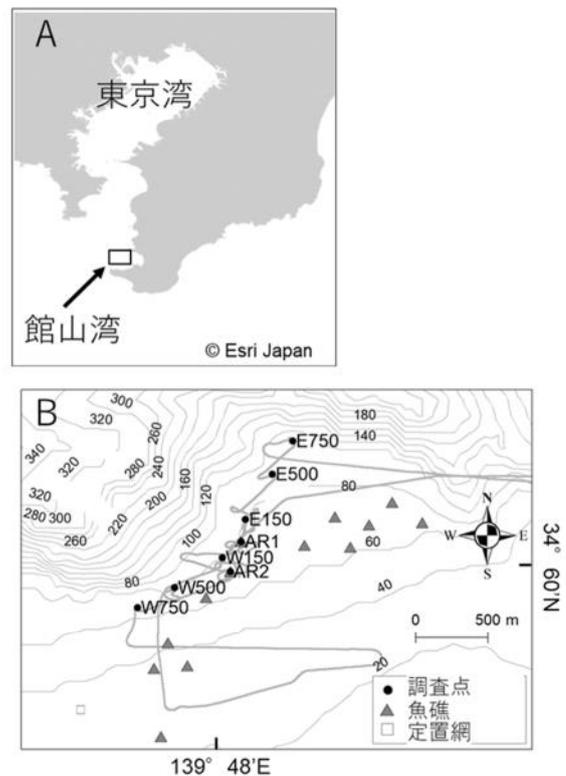


図1 千葉県館山湾内 (A)、調査点、魚礁の位置、調査船の航跡 (B)、対象の高層魚礁の水中画像 (C) (以降の図は全て Sato *et al.* 2021 を改変)

研究成果

1. 館山湾の魚礁周辺の環境 DNA 分析の結果、92 魚種が検出され、イサキ、マダイ、さば類(マサバとゴマサバ)、マアジ及びキンメダイが優占魚種と判定されました(図2)。この結果は、調査地近くの定置網の水揚げ状況ともよく一致していました。

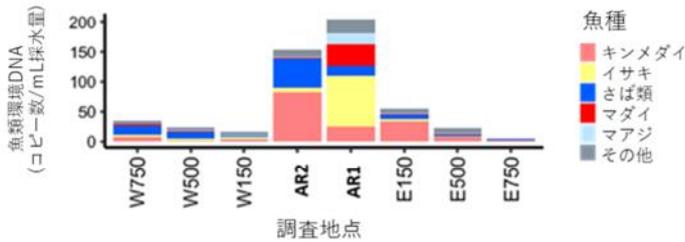


図2 環境DNA分析による各調査点の魚類種組成

2. 優占5魚種の環境DNA量は人工魚礁の周辺で最も大きく、キンメダイを除く4魚種については、人工魚礁から離れるにしたがって環境DNA量が急激に減少することがわかりました(図2)。一方で、キンメダイについては魚礁からの距離と明瞭な関係はみられませんでした。キンメダイ以外の魚種については魚礁に群がる習性が報告されており、上記結果はその習性と一致します。
3. 魚類全体の環境DNA量は中層よりも底層で高く(図3)、キンメダイ、マダイ、さば類でも同様の傾向が見られました。逆にイサキとマアジのDNA量は中層の方が高い結果が得られました。この違いは、各魚種の生息水深等の差を示すものと考えられます。
4. 魚類全体の環境DNA量は魚探から得られた体積散乱強度(魚群分布量の目安)と正の相関がありました(図4)。この結果から、館山湾のような開放的な海域でも、環境DNAの分布量は局所的な魚類分布を反映すると考えられます。

波及効果

1. 環境DNA分析を用いることで、魚礁周辺海域に分布する複数魚種のモニタリングを効率的に行えることが示されました。これより環境DNAの分布量が魚礁の効果指標となる可能性が示唆されました。
2. 環境DNAを魚礁の効果指標に用いることで、調査時間の短縮や、正確な魚種判別が可能になり、既存技術の弱点を補うことができます。
3. さらに、環境DNAを用いたモニタリング技術は、魚礁だけでなく藻場や干潟等の評価にも展開が可能です。

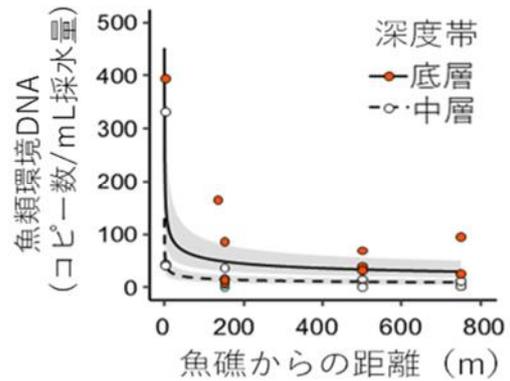


図3 全魚類合計の環境DNA量と魚礁からの距離の関係。実線は底層の環境DNA量の推定値を、点線は中層の環境DNA量の推定値を、灰色の領域は各推定値の信頼区間をそれぞれ示す。

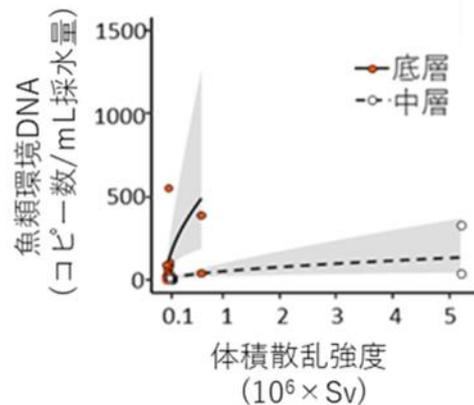


図4 全魚類合計の環境DNA量と魚探で計量した体積散乱強度(魚群分布量の目安)との関係。実線は底層の環境DNA量の推定値を、点線は中層の環境DNA量の推定値を、灰色の領域は各推定値の信頼区間をそれぞれ示す。

*定量 Miseq 法…その海域に存在しない濃度既知のDNA配列を内部標準として添加し、次世代シーケンサーMiseqによるメタバーコーディング(特定の分類群のDNAを網羅的に検出する)を行う手法。内部標準のDNAコピー数と検出配列数の間で検量線を作成し、この検量線を基に各魚種の検出配列数から環境DNA量(DNAコピー数)を定量的に推定できる。

本成果が記された論文

Sato et al. (2021). *Sci. Rep.* **11**: 19477.

DOI: 10.1038/s41598-021-98926-5