

環境DNAおよび水中ドローンを用いた人工魚礁の新たな評価手法の開発



国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所
環境・応用部門 水産工学部

○井上誠章・佐藤允昭・古市尚基・多賀悠子・
大井邦昭・今泉智人

人工魚礁

日本沿岸では、1976年に開始された沿岸漁場整備開発事業より人工魚礁（以下、魚礁）の設置が推進。

これまで、魚礁効果は、試験操業、標識放流、潜水観察、魚群探知機等で検討。

魚礁の耐用年数は長期（30年～）に及ぶ。

**簡便で少労力な定量的
モニタリング手法が必要**

新規評価手法の開発

環境DNA



水中に放出されたDNA(以下, 環境DNA)を使用した, 生物調査が行われ始めた。環境DNAを用いた調査は・・・

利点

- 対象種を採取する必要がない。
- 野外調査の時間が短い。
- 対象種の検出率が高い。

新規評価手法の開発

水中ドローン



FIFISH V6 PLUS

比較的安価な，小型ROVである水中ドローンが普及し始めたが，水中ドローンを用いた調査は・・・

利点

- ・熟練者でなくとも操縦可能
- ・水中生物の観察が容易

環境DNA(調査方法)

調査方法

調査時期: 2018年5月

調査海域: 館山湾2基の高層魚礁
(AR1: 高さ30m, AR2: 高さ25m)

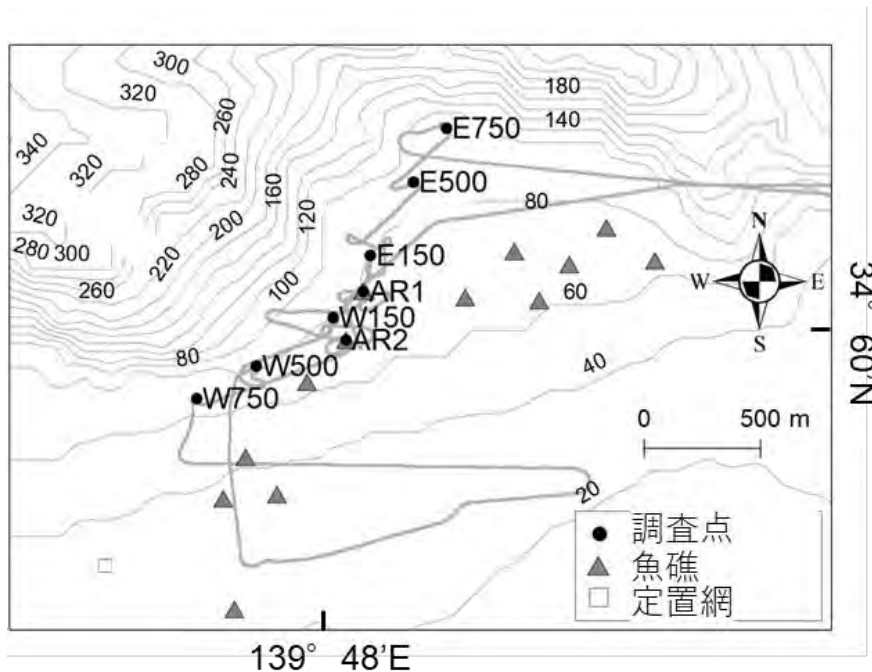
調査船: たか丸

調査場所: AR1, 2周辺
: AR1から東西方向に距離
150m (E150, W150)
500m (E500, W500)
750m (E750, W750)

調査方法: 中層, 底層からの採水および魚探

環境DNA分析: 次世代シーケンサーを用いた
定量Miseq法で分析

調査海域



(Sci. Rep. Sato et al. 2021を改変)

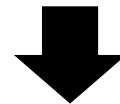
環境DNA(分析手順)

採水



環境DNA抽出

Miya et al., (2016)



MiFishプライマーで増幅(1st PCR)

Miya et al., (2015), Ushio et al., (2018)



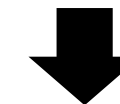
2nd PCR



MiSeqシーケンス
魚種別リード数



環境DNAコピー数変換
Ushio et al., (2018)



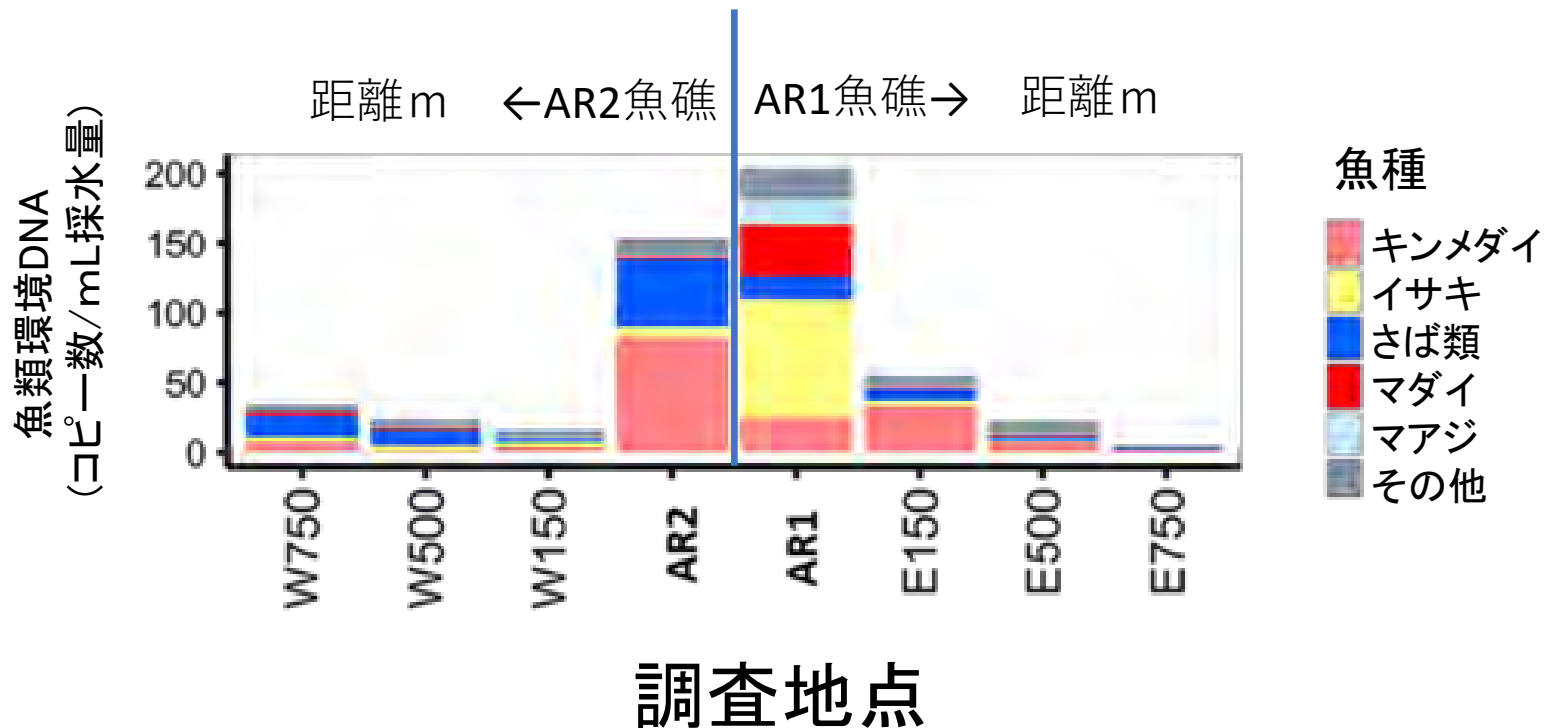
一般化線形モデル

環境DNA(結果)

92魚種を検出(高検出力！)

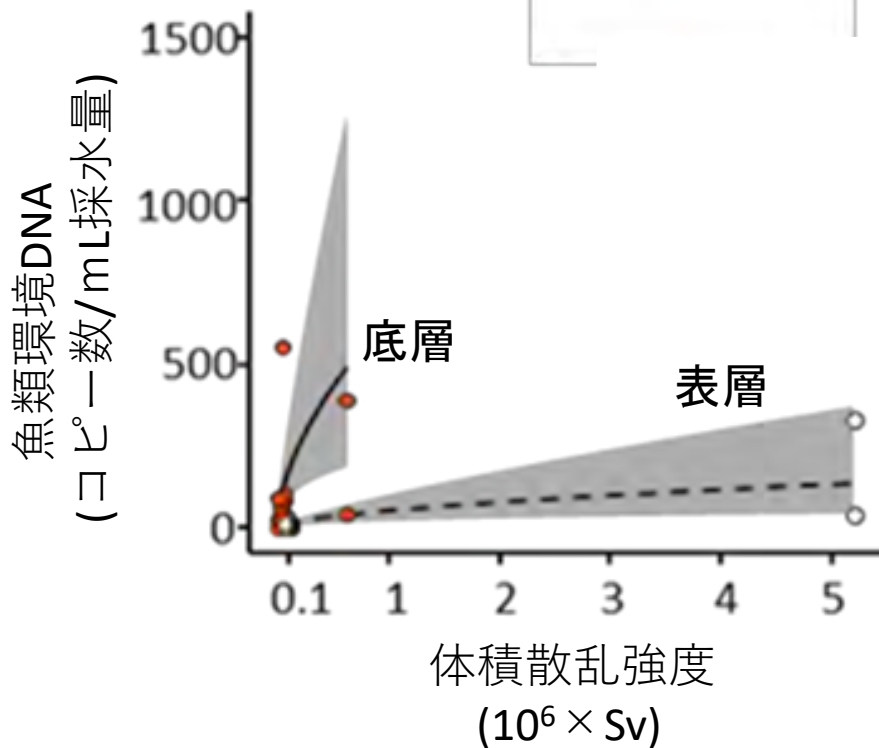
イサキ, マダイ, さば類, マアジ, キンメダイが優占種

近隣の定置網の水揚げ状況と一致

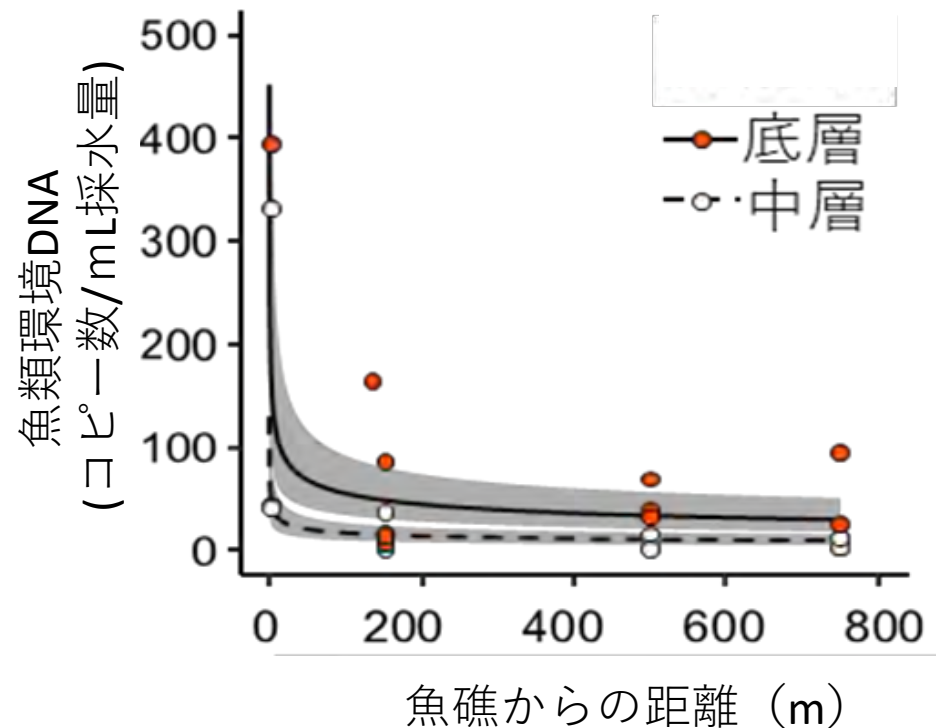


環境DNA (結果)

環境DNA VS 魚探



魚礁からの距離と環境DNA分布

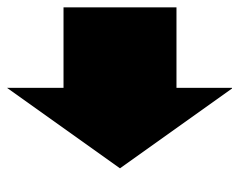


全魚類合計の環境DNA量と魚探で計量した体積散乱強度（魚群分布量の目安）との関係。灰色部分は信頼区間。

環境DNA(結論)

優占5魚種の環境DNA量は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、魚礁から離れるにしたがって急激に減少。

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)と正の相関あり。



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よく反映する!!

水中ドローン(調査方法)

調査方法

調査地: 千葉県館山沖の水深 65-72m
高層魚礁(20, 30m礁)

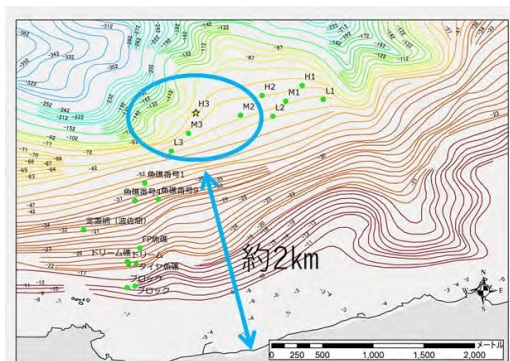
調査時期: 2021年6月

調査船: 水産研究・教育機構 調査船 たか丸

調査機材: 光量子計および深度計を取り付けた
水中ドローン(FIFISH V6 PLUS)
濁度計(Rinko-profiler: 水深毎の観測)

撮影方法: 船上から投入し, 水平方向から撮影

+ 魚礁周辺での環境DNA分析



水中ドローン(解析手順)



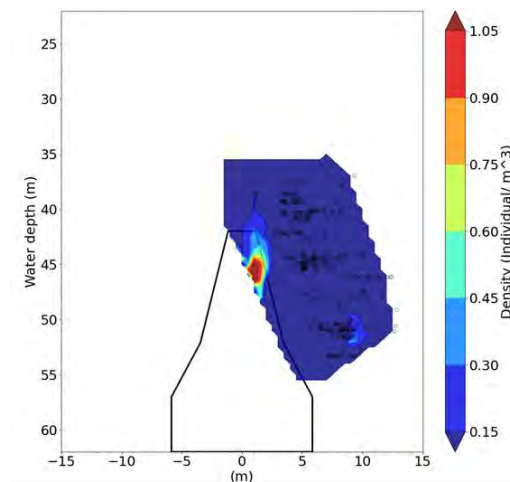
動画撮影



静止画の切り出し



画像解析



魚種別に個体数密度を算出

水中ドローン(結果)

取得画像例



水中ドローン(結果)

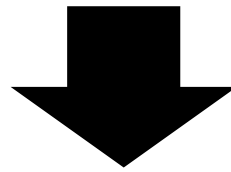
水中ドローンは16種, 環境DNA分析は75種を検出
種検出力: 環境DNA>>>水中ドローン

水中ドローンでは, 移動性の高い浮魚や小型魚はほとんど確認されず, 定着性の高い魚種が主従来のROVによる観察研究は, 実際の魚類相を正確に反映していない可能性あり。

水中ドローン(結論)

種の検出力が低く偏りがあり, 移動性の高い浮魚や小型魚の観察に不利。

しかし



個体数ベースの定量評価が可能。空間分布の分解能が高く, 成長段階や性別情報が得られる!!