

北方海域における人工魚礁の周辺環境調査 および有効性の検討

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所水産土木チーム

安 須 石 森
藤 澤
孝 賢 健 二
珍 哉 志 二

目 次

1. はじめに	14	3. 人工魚礁の有効性	16
2. 利尻島沖合調査	14	①餌料培養効果	16
①人工魚礁	14	②魚類増殖効果	16
②環境調査	15	③魚類増肉効果	16
③生物調査	15	4. 今後の研究計画	17

1. はじめに

北海道は日本の漁業生産量の1/4を占める一方で、近年は主要魚種の漁獲量が減少傾向である¹⁾。水産庁は漁業生産量の回復を目指し、概ね水深 200mまでの陸棚域に相当する沖合において国の直轄事業により漁場整備を行う施策（フロンティア漁場整備事業）を推進している²⁾。

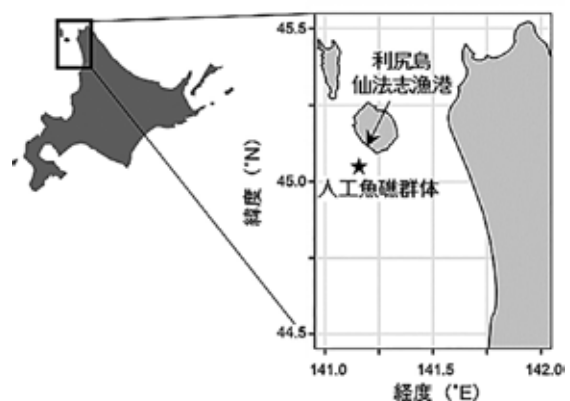
コンクリートや鋼製部材からなる人工魚礁が持つ餌料培養効果や魚類増殖効果は漁場環境の改善につながると考えられ、日本近海では1950年代から対象生物の漁獲の拡大等を目的とした人工魚礁の設置が国の政策として開始されたが、事業は主に沿岸域で実施されており、沖合の人工魚礁に関する知見は乏しい³⁾。

そこで本研究は、北方海域の沖合域に設置されている人工魚礁の周辺環境を調べ、餌料培養効果や魚類増殖効果の有効性を検討することを目的とした。本研究から得られた成果は、今後北海道周辺海域での沖合構造物による漁場整備手法を開発するための基礎知見となる。

2. 利尻島沖合調査

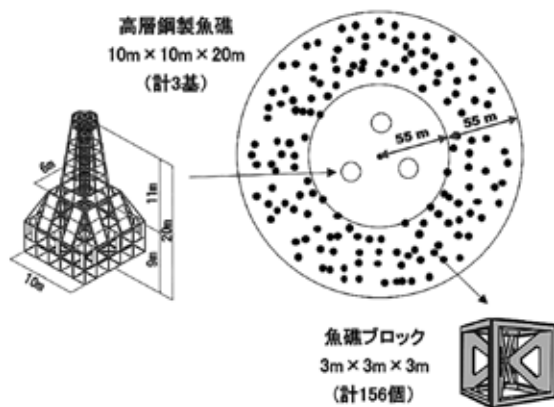
①人工魚礁

調査海域は北海道北部の利尻島沖合であり、仙法志漁港から南約10kmの大陸棚上（水深約90m）に設置されている5つの人工魚礁群体のうち第4群体を対象とした（図－1）。



図－1 調査海域の地図と人工魚礁群体の位置

魚礁群体は、3基の高層鋼製魚礁（高さ20m）の周りを156個の3.0m型コンクリート製魚礁ブロックがドーナツ状に囲んだものとなっている（図－2）。



図ー2 利尻沖に設置されている人工魚礁群体の拡大図

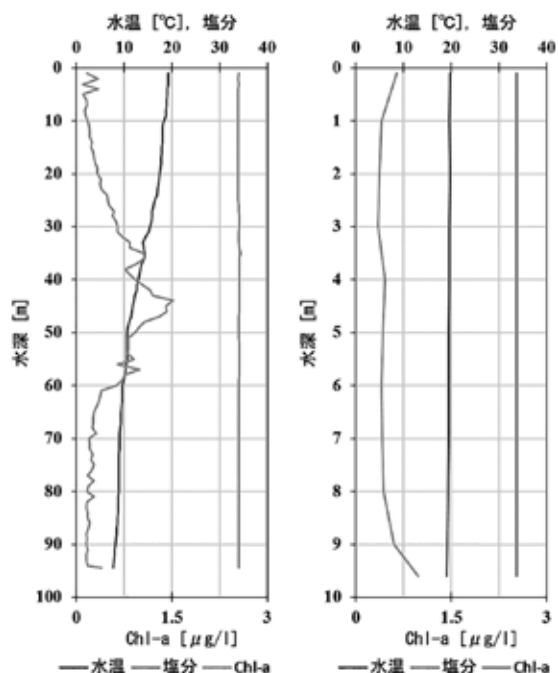
②環境調査

人工魚礁の周辺（以下、魚礁区）と人工魚礁から離れたところ（以下、対照区）に調査地点を設定し、それぞれの環境調査を行った。魚礁区は中心から約300m以内に複数の定点を設定し、対照区は、2017-2019年は仙法志漁港付近（港から約500m、水深約10m）に、2020-2022年は魚礁区から2 km以上離れている沖合（水深約90m）に設定した。調査は主に夏季（7-9月）に実施し、水温、塩分、クロロフィルa、流速、粒度組成、栄養塩、有機物を観測した。漁港付近に設定した対照区においては、魚礁区と環境の差がみられた。例えば、沖合水深12-40mで形成される水温躍層や40-50mでみられるクロロフィルaのピークが、水深が浅い対照区では観測されず、混合されていた（図ー3）。沖合に設定した対照区においては、魚礁区とほぼ同じ環境であり、夏季の水温は表層で20℃前後、底層で8℃前後、塩分は34前後であった。

魚礁区底層（人工魚礁ブロックの横）の流速は表層に比べて流れが緩やかであったが、魚礁区から北北西方向に約10km離れている対照区との差は見られなかった（漁港付近を対照区に設定した2017-2019年は魚礁区のみで流速を測定）。2021年の観測結果を例として表ー1に示す。

同じく2021年の粒度組成調査結果を提示する（図ー4）。魚礁区の中心から外に行くほど中礫分の割合が少なくなり、10km離れた地点では組成が完全に変わり細砂分が7割を占めた。

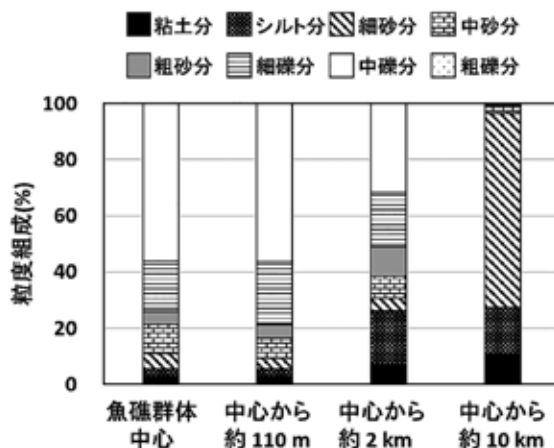
また、利尻島沖合は全体的に栄養塩が不足していることが分かった。水中粒状有機炭素



図ー3 2017年7月下旬に観測された水温、塩分、クロロフィルaの鉛直プロファイル、左：魚礁区、右：対照区

表ー1 2021年9月に約2週間観測された合成流速[cm/sec]

	魚礁区		対照区	
	表層	底層	表層	底層
平均流速	24.65	5.72	24.98	6.93
最大流速	53.80	19.30	69.90	21.90



図ー4 2021年8月における調査海域の底質粒度組成

もほとんどの地点で定量下限値未満であった。

③生物調査

環境調査に加えて植物プランクトン、動物プランクトン、底生生物を採集した。植物プランクトンは珪藻類、動物プランクトンは節足動物、底生生物は環形動物がそれぞれ優占

し、種数は年によって違う傾向であり、魚礁区と対照区に明確な差は見られなかった。

さらに両区の海底直上1 mから採水した海水から環境DNAを抽出し、魚類相を調べた。その結果、両区において利尻島周辺海域で最大漁獲量を占めるホッケ⁴⁾が主に検出された(図-5)。そこで、ホッケを対象種として後述の魚群探知機調査や漁獲調査を行った。他に、魚礁区ではハダカオオカミウオとソウハチ属が、対照区ではアカガヤとヒレグロ属がホッケの次に多く検出された。

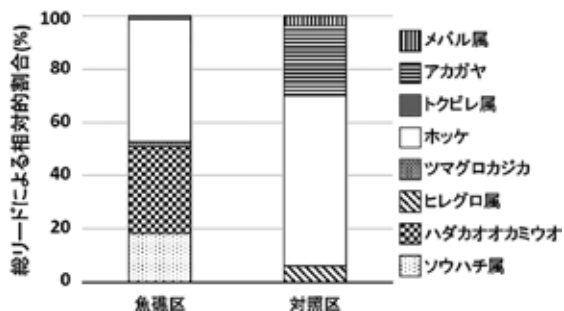


図-5 環境DNAメタバーコーディング解析から検出された魚類の種組成

3. 人工魚礁の有効性

①餌料培養効果

調査項目のうち、魚類の餌資源である底生生物、そして底生生物の栄養源となる有機物の指標として沈降物の粒子状有機炭素 (POC) を用いて人工魚礁の餌料培養効果を検討した。ここでは2021年の夏に行った調査結果を示す。

7月25日から8月11日の間に魚礁区と対照区の海底直上にセジメントトラップを設置、3日間隔で沈降粒子を採集して、各測点におけるPOCのフラックスを測定した。その結果、魚礁区で $134 \pm 67 \text{ mgC/m}^2/\text{day}$ 、対照区で $98 \pm 67 \text{ mgC/m}^2/\text{day}$ となり、魚礁区の海底付近には対照区よりも多くのPOCが沈降していた。

底生生物においては、出現種に明確な差はなかったものの、魚礁区の底泥中には対照区よりも高密度に底生生物が分布していた(表-2)。

これらの結果から、人工魚礁付近は有機物が集積しやすく、底生生物にとって好適な生息環境であることが示唆された。さらに、これらの底生生物は魚類の餌になるので、有機

表-2 2021年8月に採集された底生生物の個体密度[個体/m²]と湿重量[g/m²]

	魚礁区	対照区
個体密度	8,580	2,740
湿重量	113.9	18.9

物—底生生物—魚類につながる餌料培養効果が人工魚礁にあると考えられる。

②魚類集集効果

魚類の人工魚礁利用を確認するために、2021年7月と9月、2022年7月と10月の計4回、高解像度計量魚群探知機搭載ブイ(以下、魚群探知機)を魚礁区と対照区に設置した。1時間に1回、10分間観測と設定し、約1ヶ月間の定点観測を実施した(図-6)。

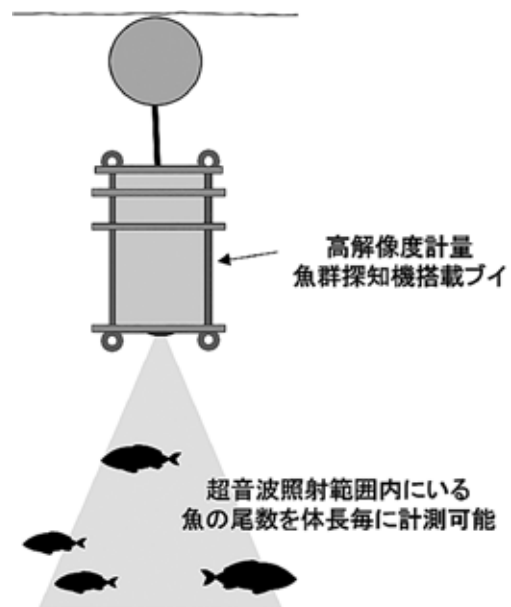
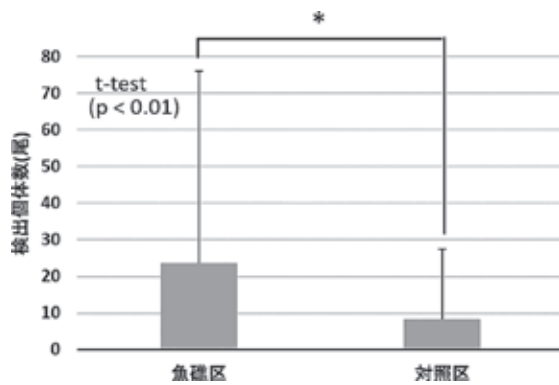


図-6 高解像度計量魚群探知機搭載ブイの計測イメージ

ここでは2022年7月の調査期間中(7/13-8/10)、ホッケの刺し網漁が行われる真夜中の時間帯(21~3時)に解析した結果を示す。およそ1ヶ月間で検出されたホッケの総数は魚礁区で2,746尾、対照区で969尾と、魚礁区が約3倍と多く、2群比較の結果、魚礁区が有意に高かった(図-7)。つまり、多くのホッケが魚礁区を利用している可能性が示唆された。

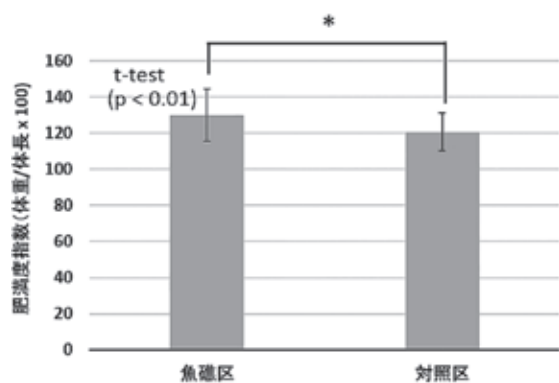
③魚類増肉効果

2021と2022年に魚礁区と対照区で行われた漁獲調査では採れた魚類の半分以上がホッケであったため、魚群探知機調査と同様に、対



図ー7 2022年7月に約1ヶ月間、魚群探知機から検出されたホッケ；平均±標準偏差

象種をホッケに絞って解析した。魚体の標準体長と湿重量から肥満度を算出し、人工魚礁の増肉効果について検討した。2021年のホッケ全体では魚礁区と対照区に差が見られなかったが、両区で約7割を占める2歳魚のみで2群比較を行った結果、魚礁区の肥満度が有意に高かった（図ー8）。

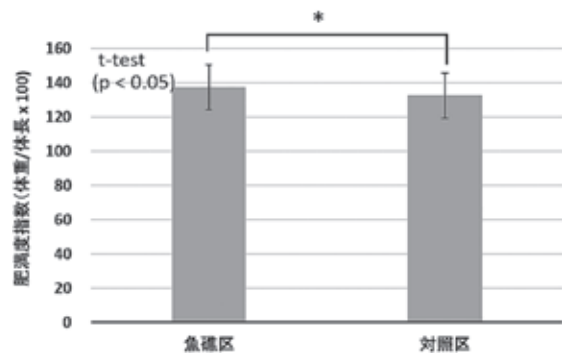


図ー8 2021年9月に漁獲されたホッケのうち2歳魚のみの肥満度指数；平均±標準偏差

2022年においてはホッケ全体で魚礁区の肥満度が有意に高かった。これは2歳魚が占める割合が大きく（魚礁区で約9割、対照区で約8割）その結果がそのまま反映されたと思われる（図ー9）。これらの結果と餌料培養効果を合わせて、人工魚礁には魚類の増肉効果があると考えられる。2歳魚がほとんどである理由や区間の肥満度の差に寄与する原因については、性成熟などホッケの生態を調べることで今後解明する。

4. 今後の研究計画

前述で一部提示した魚群探知機データの全期間分の解析を進めることによりデータの信

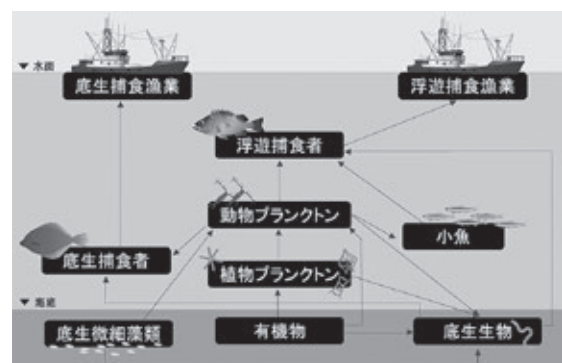


図ー9 2022年6月に漁獲されたホッケ全体の肥満度指数；平均±標準偏差

頼性を高めると同時に、ホッケの昼夜における滞在水深の変化について調べる予定である。

しかし、魚群探知機による定点観測は範囲が狭く、特定個体の滞在時間までは確認できないため、来年度はホッケを対象種としたバイオテレメトリー実験を行うことを検討している。人工魚礁内で追跡装置を付着したホッケを放流し、魚礁周辺でとどまるか行動を観察することでホッケの人工魚礁利用をより確実に証明できると考える。

また既存の有機物・プランクトン・底生生物調査に加えて、遊泳魚であるホッケと底魚であるカレイの胃内容物の安定同位体比やDNA種査定を行うことで食性解析をし、食物網モデルを作成する（図ー10）。



図ー10 食物網モデルの概念図

参考文献

- 1) 農林水産省:海面漁業生産統計調査 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/
- 2) 中村隆、岡貞行、山本竜太郎、柳瀬知之、浅川典敬、中川良文:沖合漁場整備の政策的意義と技術的課題、水産工学、Vol.45、pp.67-74、2008.
- 3) 伊藤靖: 漁場整備・人工魚礁の歩みと現状、水産工学、Vol. 48、pp. 157-160、2011.
- 4) 北海道水産林務部:北海道水産現勢、平成30年確報、令和元年確報、令和2年確報、pp. 27. (2019-2021)