

北海道オホーツク海沿岸域の海洋構造とその変化

キーワード：オホーツク海、北海道沿岸域、気候変動、短周期変動

オホーツク海の海洋環境

オホーツク海は北海道、千島列島及びサハリンとカムチャッカ半島に囲まれた縁辺海です。北部は比較的浅く、南部に行くほど深くなり千島列島付近には水深3000 m以上ある千島海盆が存在しています。北海道沿岸域はオホーツク海の南部にあたりますが、網走沖から知床半島周辺の一部を除いて海底地形は200 m以浅の海域が広く遠浅です(図1)。この北海道沿岸域は多種多様な漁業に利用されており、水深70 m以浅の浅海域ではホタテガイの地まき養殖や定置網漁業、それより沖合ではかご漁業や刺し網、さらには底びき網漁業に利用されています。本海域は全道の漁業生産額の4割(令和4年)を占める重要な海域である

ため、水産資源変動に大きな影響を及ぼす海洋構造とその変化を把握する必要があります。

オホーツク海の海洋構造は他の海域にない多くの特徴を持っています。特に北半球で最も南に位置する結氷海域であるという特徴から、近年では気候変動の影響を強く受けている事が示唆されています。具体的には海水形成量の減少により、ここ数十年では水深400 m以深の中深層の昇温¹⁾、また表層塩分の上昇²⁾などが報告されています。一方で北海道の岸に近い海域は冬季には海水の影響を受けますが、春から秋にかけては水温の高い宗谷暖流の流域下にあり日本海からの影響が強い海域です。また宗谷暖流の沖側には水温の低い冷水帯が暖流に沿うように分布しており、海洋構

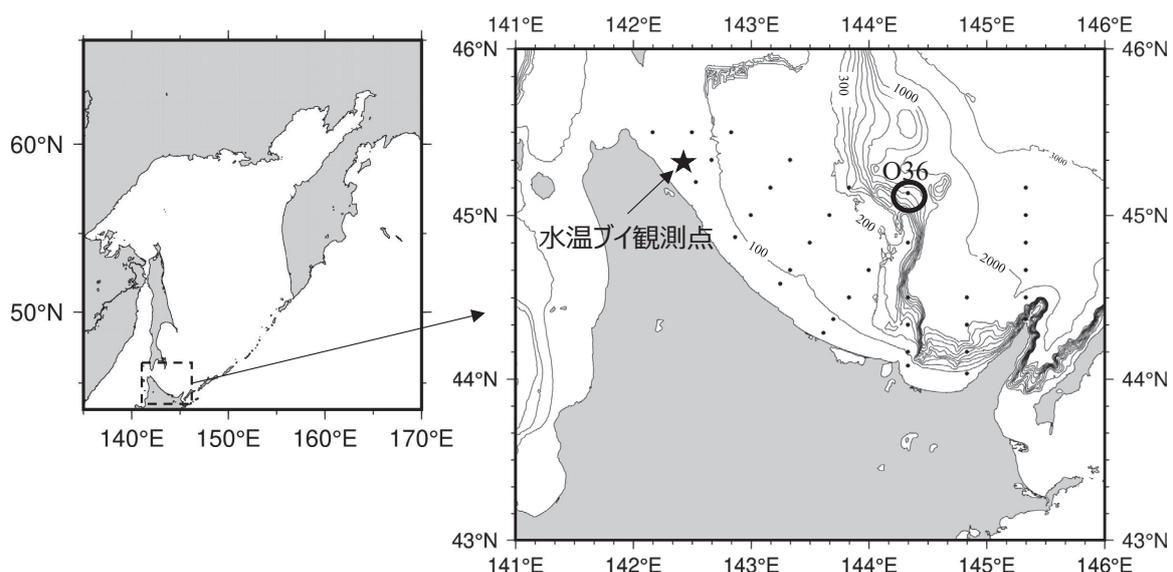


図1 オホーツク海北海道沿岸域の海底地形と観測点図
灰色線は100 m刻みの海底水深、黒線は1000 m刻み、黒点は定期海洋観測点を示す。

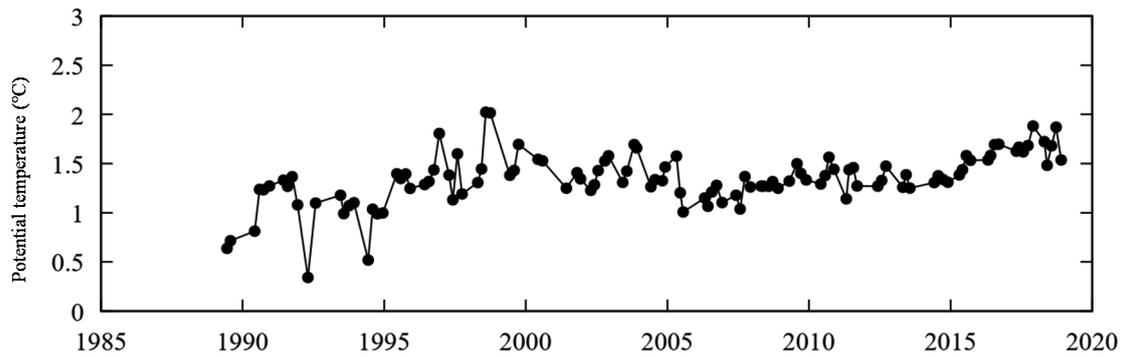


図2 O36点における中層（450 m深前後）水温の時系列変化

造は非常に複雑です³⁾。そのため、季節・経年変動などの長期的な変化に加えて、1日前後の短い周期での水温や流速の変化が観測されています^{4) 5)}。

道総研の各水産試験場では、こういった複雑な海洋構造をもつ北海道オホーツク海沿岸域で季節・経年変化を把握するための定期的な海洋観測や、短周期変動を把握するための水温ブイ調査などを実施しています。今回は水産試験場の観測事例を紹介しつつ、明らかになってきた海洋構造の変化についてご報告します。

オホーツク海沖合の長期的な変化

北海道オホーツク海沿岸域でも網走・知床北方の海域は水深が深く、オホーツク海全体で起きている変化が現れやすい海域です。その変化の中でも、とりわけ水産業に直結するのは中深層の昇温です。過去の知見では海水形成時に起因する深層循環が近年海水形成の減少により弱化しており、オホーツク海では他の海域よりも中深層の昇温が速いことが2004年までのデータで報告されています¹⁾。この中深層の昇温は沖底漁業における漁場水温の変化などに関係するため、この昇温傾向が現在も継続しているかを知ることは重要となっています。道総研水試では1989年から現在まで沖合の水深500 m以上の海域では500 m深までの海洋

観測を実施しています。そこで中層（450 m深前後）水温の経年変化をみると、2005年以降、現在に至っても継続して昇温している事が示され、引き続き注視していく必要があることが分かりました（図2）。

沿岸域での海洋構造の特徴

では、より北海道に近い沿岸域での長期的な変化はどのようになっているのでしょうか？北海道オホーツク海沿岸の浅海域は、日本海由来の水の影響を受ける海域です。上流域である日本海においても気候変動の影響により海洋環境が大きく変動している事が確認されており、この海域でも同様に長期的な変化が生じていることが懸念されます。しかしながら、沿岸域での長期的な変化を把握するのは容易ではありません。なぜなら、本海域では水温や流速などに季節・経年変化に匹敵するような短周期の変動が存在している事が知られているためです^{4) 5)}。それらは日周以下の周期を持っており、また振幅も大きいため、それよりも長い間隔の調査頻度では短周期変動の影響によりエイリアシングノイズという擬似的な長周期変化が生じる恐れがあります。そのため、長期的な変化傾向を把握するためにも短周期変動の特性を理解し、その分離を試みなければなりません。

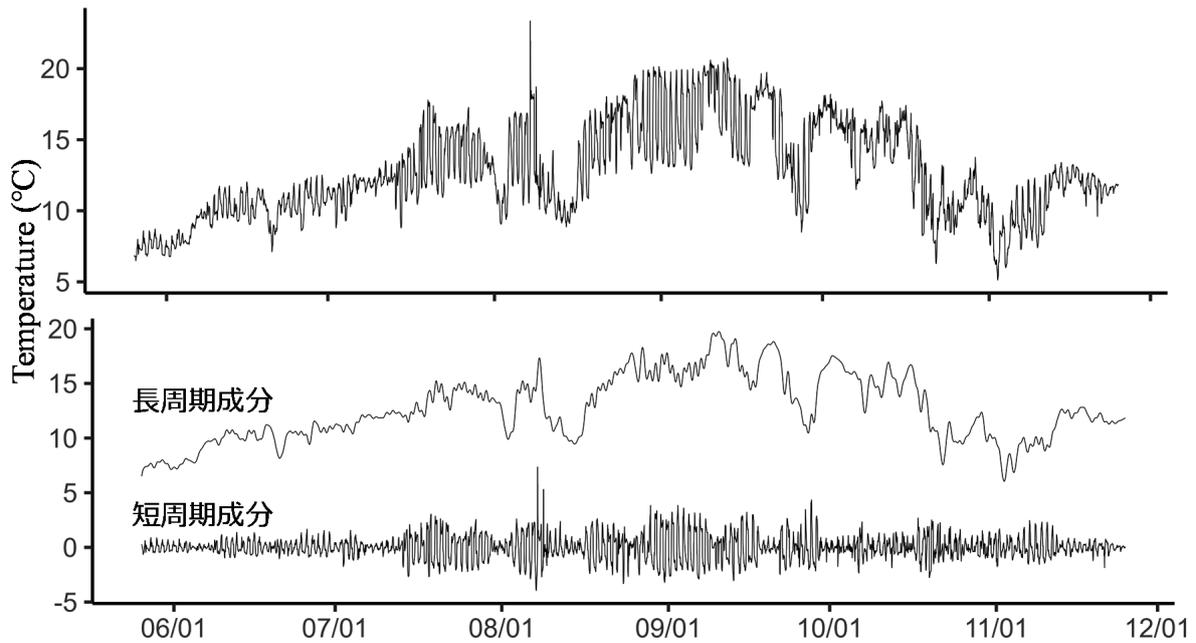


図3 (上) 2021年水温ブイによる海底水温(50m深、5～11月：15分間隔)
(下) 海底水温の短周期成分と長周期成分

イカナゴ類漁場の水温ブイ観測

道総研水試では過去にも宗谷海峡における潮流の日周変化を把握するような研究などを実施していました⁶⁾。ここでは、2021年に実施したイカナゴ類漁場水温の把握を目的とした水温ブイによって観測された水温の短周期変動を紹介します。

宗谷海峡のイカナゴ類は主に沖合底びき網漁業で漁獲され、漁場は宗谷暖流とその沖側にある冷水帯との境界付近に存在します。漁場水温とイカナゴ類の漁況との関連が指摘されていますが、短周期変動の存在から、既存の調査船の観測では現場水温の変動を正確に把握することは困難でした。そこでイカナゴ類漁場付近に水温ブイを設置し、定点における時間解像度の高いデータを取得することで短周期変動特性の把握を試みました。

水温ブイの結果を見ると、水温には季節変動に加えて、25時間程度の周期を持った細かいギザギザが含まれていることが分かりました(図3上)。そこで、信号処理の一つであるButterworth filter(カットオフ周波数：0.667(1.5日))を用いて短

周期成分と長周期成分に分解し、それぞれの特性を見てみました(図3下)。その結果、短周期成分には網走-稚内間の潮位差と一致していることが明らかとなりました。また、その振幅は夏に最大で3℃前後で、これは長周期成分の1か月の上がり幅に匹敵することがわかりました。この振幅が夏に大きく春秋にかけて小さくなることから、この日周変化は宗谷暖流と冷水帯との間にできる渦が稚内から網走方面に向けて伝搬していくのを捉えたもので、そのため沿岸の宗谷暖流水と沖の冷水帯との水温差が大きくなる夏に振幅が大きくなると考えられました。

このように短周期変動成分を把握し適切な手法で除去することで、長期変化傾向も見えてきます。抜き出された長周期成分からは、生の水温データからは判別しづらかった、日周変化よりも長い数日から1週間程度の変化や、季節変化がより明瞭に見えるようになりました。こういった知見を積み重ねることで、イカナゴ類の漁況に影響する要因のひとつとして、より現実的に即した水温データ

を利用できるようになります。

今後の課題

以上のようにオホーツク海は海洋構造が複雑で変化が大きい海域です。また長期的には気候変動の影響などにより、中深層の昇温などが他の海域に比べて速く進んでいると考えられますので、それらを適切にモニタリングし把握することが重要です。北海道の沿岸域では長期的な変化を見積もろうとしたときに、そこに存在する短周期変動の把握が必要になります。しかし観測の難しさから断片的な把握にとどまっているのが現状です。これらをより効率的に把握するためには、通常の定期海洋観測に加えて、より時空間分解能の細かいデータが得られる調査手法の併用が必要です。今回用いた水温ブイなどの設置型自動観測システム以外にも、近年では従来よりも時空間分解の高い衛星観測データが公開されており（例：<https://hro-fish.net/satellite/index.html>）、それらの水産業への活用が期待されています。また、道総研水試の試験調査船においても、投下式水温・塩分計などの高分解能で観測可能な測器の搭載や、音響機器を用いた間接的な海洋構造把握のための技術開発⁷⁾などが行われており、既存の調査よりも時空間解像度の高い調査が可能になりつつあります。今後はそれらのデータも積み重ねる事で、北海道オホーツク海沿岸域の複雑かつ変化の大きな海洋構造のより詳細な把握に努めていきます。

参考文献

1) Nakanowatari T, Ohshima KI, Wakatsuchi M. (2007) Warming and oxygen decrease of intermediate water in the northwestern North Pacific, originating from the Sea of Okhotsk, 1955–2004. *Geophys. Res. Lett.* 34: L04602, doi:10.1029/2006 GL028243.

- 2) Honda M, Ohshima KI, Mensah V, Nishioka J, Sato M, Riser SC. (2024) Sea ice-melt amount estimated from spring hydrography in the Sea of Okhotsk: spatial and interannual variabilities, 80, 273-290.
- 3) 前田総之助 (1968) オホーツク海の北海道北岸における冷水帯について (オホーツク海の高況-1-)[英文], 海と空, 43, 71-90.
- 4) Ohshima K. (1987) On the stability of the Soya Warm Current. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 43, 61–67.
- 5) 飯田博之, 磯田豊, 小林直人, 堀尾一樹 (2018) 宗谷暖流沖合域の冷水帯を伴った日周期渦流の観測とモデル実験, 海の研究, 27, 155-174.
- 6) 佐野稔, 坂東忠男, 本前伸一, 江淵直人 (2015) 宗谷岬沖潮流カレンダーによるミズダコ樽流し漁業活動の変化, 水産海洋研究, 79, 141-148.
- 7) 呂振, 佐藤政俊 (2024) 計量魚群探知機を用いた北海道オホーツク海における海洋構造の観察, 海洋音響学会2024年度研究発表会講演論文集, 87-88.

(佐藤政俊 稚内水試調査研究部
報文番号B2492)