

資源管理・海洋環境シリーズ

日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴と変化

キーワード：日本海、北海道西岸域、対馬暖流、日本海固有水、気候変動

日本海の海洋環境

日本海はユーラシア大陸と日本列島に挟まれ、内部に海底水深3000 m以上の海盆をもちながら、外部とは浅い海峡（最深部で海底水深200 m前後）でつながっている半閉鎖的な海域です（図1左）。日本海の海洋環境はその地理的な特徴から、外海の影響を受ける表層（水深200 m以浅）と、日本海独自の循環の影響を受ける中深層（水深300 m以深）の2層に分かれています。例えば、表層は対馬海峡から流入する東シナ海由来の対馬暖流の影響が強く、日本列島に沿って南からの暖かい水が北まで運ばれるため、列島側では大陸側に比べて北まで水温が高くなっています。一方、中深層は日本海固有水と呼ばれる水温0～1℃の鉛直的に一様な水が分布しています¹⁾。これらはロシア沿岸で冬季に冷却された水が起源とされており、中深層に分布しながら大気の影響を強く受けています。日本海で漁獲される水産資源はこういった2層構造の海洋環境をうまく利用しており、表層では暖水性のスルメイカやブリが広く回遊し、中深層では冷水を好むエビやカニ、タラ類などが分布しています。

2層構造で特徴づけられる日本海の海洋環境ですが、その構造故に気候変動や外海などの影響を他の海域に比べて受けやすい事が指摘されています。例えば、対馬海峡から日本海に流入する対馬暖流の流量が、1995年以降増加傾向にある事が報告されており、これには源流域にあたる東シナ海

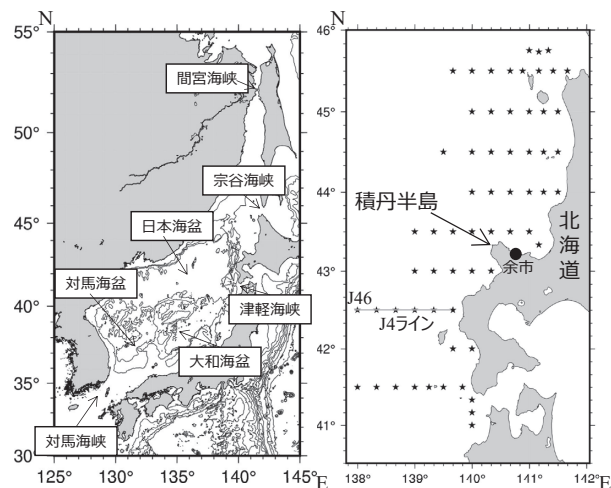


図1 日本海周辺の海底地形図（左）と北海道西岸域の観測点図（右）

及び太平洋の海況変化との関連が示唆されています²⁾。また日本海固有水の水温は、ロシア沿岸での冷却が弱まったことにより、20世紀半ばから他の海域よりもかなり早い速度で上昇していることも分かっています³⁾。

では環境が大きく変化する日本海の中で、我々が身近に接している北海道西岸域はどうなっているのでしょうか？北海道西岸域は日本海の北側に位置しており、太平洋とつながる津軽海峡、オホーツク海とつながる宗谷海峡が存在する事から、日本海の出口にあたる海域です。また表層には対馬暖流が流れ、中深層には日本海固有水も分布しており、日本海の特徴である2層構造も見られます。道総研水産試験場では、この海域で試験調査船による定期的な海洋観測を30年間にわたって実施し、環境変化をモニタリングしてきました

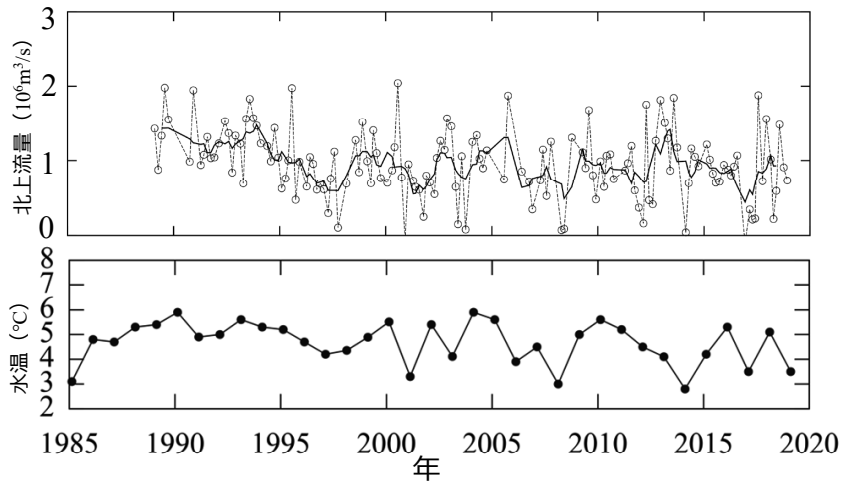


図2 (上) 北海道西岸(J4ライン)を北上する対馬暖流の流量(点線は2ヶ月おきの実測値、実線は1年間の移動平均)(下)余市前浜での年の最低旬平均水温

(図1右)。今回はその中から分かってきた、日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴と変化についてご紹介します。

北海道西岸域における表層環境の変化

北海道西岸域は対馬暖流の流域下にあり、沿岸では表層から水深200 m付近まで水温の高い対馬暖流水が分布しています⁴⁾。この水の水温や層の厚みは北上する流量に大きく左右されるため、表層の環境を把握するためには、北上流量とその経年変化を知る事が重要となります。対馬暖流の流量は上流域にあたる対馬海峡付近では1995年以降増加傾向にあると言われていています²⁾。この流れは本州沿岸を北上したのち、一部が津軽海峡を抜けて太平洋に流出し、残りが北海道西岸域を北上します。このため北海道西岸域における北上流量は対馬海峡付近の変化とは異なると考えられます。

そこで、道総研水産試験場の試験調査船で観測されたデータから北海道西岸域を北上する流量を調べてみました(図2上)。これを見ると、北上する流量は1990年代前半に比較的安定して多く、2000年以降は増減を繰り返しながら少なく推移しています。また2000年以降では、流量がほとんど

0となるような極端に流量の少ない時期も複数回観測されています。この観測結果は近年増加傾向にある上流域の状況とは一致しておらず、むしろこの30年間では流量が少なくなっているように見えます。

こういった流量の低下は北海道西岸域の水温環境に大きな影響を及ぼします。例えば、北海道余市町で観測されている沿岸水温と対馬暖流の流量を比較すると、冬季に流量が低下した年(2001、2008、2014年)(図2下)には年最低水温が他の年に比べて大きく低下している事が分かりました。

このように北海道西岸域を北上する流量は、上流域での変化と対応しておらず、沿岸の環境にも大きな影響を及ぼしている事が分かりました。そのため今後もモニタリングを続けると共に、変化の要因について詳しく調べて行く必要があります。

北海道西岸域における中層環境の変化

北海道西岸域の積丹半島以南には3000 m以上の水深をもつ日本海盆が存在しており(図1左)、深層には日本海固有水が分布しています。この日本海固有水は気候変動の影響で昇温している事が

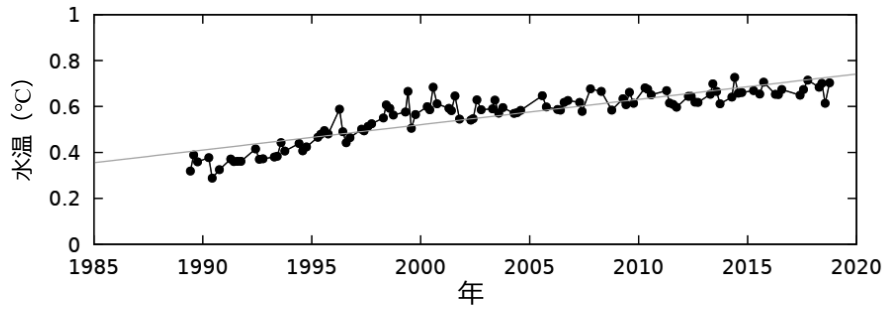


図3 日本海沖合の中層（J46：500 m深）における水温の時系列（灰色線は回帰直線を示す）

報告されていますが、それらは主に深層（水深1000 m以深）水温に関する報告がほとんどで³⁾、漁業が行われる中層（水深300～500 m）の水温については、本州の福井県沖の1点で500 m深の水温が上昇している事が報告されているのみです⁵⁾。

そこで試験調査船のデータから、北海道西岸域の500 m深水温がどのような傾向にあるか見てみました。例として、積丹半島以南の観測点（J46）での水温の変化を見てみると、右肩上がりに昇温していることが分かります（図3）。その速度は、年代によって上昇幅が多少異なりますが、30年間でおおよそ1°C /100年の速度で昇温しているのが分かりました。

さらに、この昇温傾向が観測範囲内のどこで起こっているかを見てみると、沿岸の一部の点を除く、全ての点で同じような速度で昇温している事が分かりました。この昇温速度は福井県沖で観測された速度の2倍程度の速さです。この昇温速度の違いが海域の違いなのか年代の違いなのかは、まだ分かっていませんが、少なくとも北海道西岸域では気候変動の影響が強く表れている事が明らかになってきました。

今後の課題

日本海の北海道西岸域における海洋環境の特徴や変化を見てみると、日本海全体の変化と連動し

ている所もある一方で、傾向や速度が一致しない変化があることが分かりました。このような局所的な違いは、今後気候変動など地球規模の環境変化が北海道沿岸の海洋環境、ひいては北海道の水産業へ与える影響を考える上では重要な知見となります。

しかし、北海道西岸域のような狭い海域に限っても、まだ分かっていない事が多くあります。例えば、今回は積丹半島以南における対馬暖流の流量変化についてご紹介しましたが、実は積丹半島以北では暖流がどこを通過して北上し、宗谷海峡からオホーツク海に抜けているかについては、よく分かっていません。この流路に沿って高温・高塩分な水が輸送されるため、表層の水温変化はもとより、冬季の冷却を通して中層の水温変化にも影響を及ぼすと考えられており、解明が待たれています。

流路の変化を調べるためには、既存の水温塩分の調査に加え、流れを正確に測る必要があります。現在、北海道西岸域では道総研稚内水試所属の試験調査船「北洋丸」が主に積丹半島以北を、函館水試所属の試験調査船「金星丸」が積丹半島以南を担当して調査を実施しています。金星丸にはADCP（音響式多層流向流速計）という表層から中層までの流れを正確に測る機械が搭載されており、津軽海峡の流量調査などで成果を上げています⁶⁾。一方で北部を担当する北洋丸も2022年2月

に新造船となり最新のADCPが搭載され、これにより日本海の北海道西岸域全体で流れを測ることが可能になりました。今後もこういった新しい機器を使って、身近だけどよく分かっていない日本海の海洋環境をしっかりと調べていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 宇田道隆 (1934) 日本海及び其の隣接海区の海況, 水産試験場報告, 5, 57-190.
- 2) Kida, S., Takayama, K., Sasaki Y., Matsuura, H. and Hirose, N. (2021) Increasing trend in Japan Sea Throughflow transport, *Journal of Oceanography*, 77, 145-153.
- 3) Gamo, T., Nozaki, Y., Sakai, H., Nakai, T. and Tsubota, H. (1986) Spacial and temporal variations of water characteristics in the Japan Sea bottom layer. *Journal of Marine Research*, 44, 781-793.
- 4) 中多章文, 田中伊織 (2002) 北海道西岸における対馬暖流傾圧流量の季節および経年変化, 北海道立水産試験場研究報告, 63, 1-8.
- 5) Cui, Y., Senjyu, T. (2012) Has the upper portion of the Japan Sea Proper Water formation really been enhancing?, *Journal of Oceanography*, 68, 593-598.
- 6) 西田芳則, 鹿又一良, 田中伊織, 佐藤晋一, 高橋進吾, 松原久 (2003) 津軽海峡を通過する流量の季節・経年変化, *海の研究*, 12, 487-499.

(佐藤政俊 稚内水試調査研究部 報文番号B2462)