

## 津軽海峡中央部の 2000 年以降の水温・塩分変動

渡邊修一、中山智治、久慈智幸、小藤久毅、印貞治（日本海洋科学振興財団むつ海洋研究所）、小林直人・亀井佳彦・佐藤太一・坂岡桂一郎・飯田高大・阿部泰人（北大・水産）、脇田昌英、金子仁、佐々木建一（JAMSTEC むつ研究所）

### 1. はじめに

公益財団法人日本海洋科学振興財団（以下、海洋財団）では青森県から「六ヶ所村沖合放射能等調査」（「排出放射性物質による環境影響に関する調査研究事業」の一部）を受託し、2000年代初頭から苫小牧―仙台間のフェリーを利用した XCTD 調査を実施している。その調査により下北沖合の 100m 層で温度・塩分に経年変化が見られる可能性があることが示唆されている（令和 4 年度六ヶ所村沖合調査報告書）。六ヶ所村沖合は津軽暖流水、沿岸親潮、親潮、黒潮が複雑にかかわる海域であるため、水温・塩分の経年変化の要因を明らかにするためにはそれぞれの水塊の性質とその変動について理解をすることが不可欠である。本稿では、津軽暖流水に注目し、その特徴を示すと考えられる津軽海峡中央部付近の 2000 年以降の観測結果を基に水温・塩分の特性と経年変化について調べた。

### 2. 使用した観測値

海洋財団では 1999 年から 2008 年、2015 年から 16 年に津軽海峡フェリー航路上の津軽海峡中央部において XCTD 観測を行った。また、北海道大学水産学部（以下、北大水産）と JAMSTEC むつ研究所（以下、むつ研究所）では 2009 年から函館と大間間の周辺海域で CTD 観測を実施している。津軽海峡中央部における水温・塩分解析にはそれらの観測の中からほぼ毎月行われた 2005 年 4 月から 2006 年 4 月、2015 年 10 月から 2016 年 9 月の XCTD 観測

結果と北大水産とむつ研究所による 2009 年から 2022 年までの CTD 観測結果を用いた。用いた観測値を得た測線を図 1 に示す。

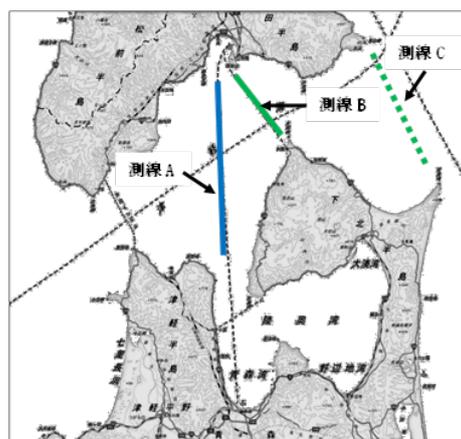


図 1. 使用データの測線図

測線 A（青実線）：

海洋財団が 2005-2006 年及び 2015-2016 年にほぼ毎月 XCTD 観測を実施

測線 B（緑実線）：

北大・JAMSTEC が 2009 年から年に 1 回から 4 回程度の観測を実施

測線 C：

北大・JAMSTEC が 2009 年からほぼ定期的に観測を実施。

### 3. 津軽海峡中央部の水温・塩分の特徴

図 2a 及び b に 2005 年 4 月から 2006 年 4 月、2015 年 10 月から 2016 年 9 月の測線 A での観測結果を、図 2-c に測線 B の観測結果を示した。図中には花輪・三寺（Hanawa and Mitsudera, 1987）による区分も書き加えた。

これら 3 つの図上の水温、塩分の分布範囲には一部を除き大きな差は見られなかった。しか

しながら、三陸沖合の観測結果からまとめられた花輪・三寺の津軽暖流水の水塊区分の特徴よりも塩分が高く、黒潮に分類される範囲に分類される観測値が見られた。下北東方海域へ影響を与える津軽暖流水の性質は花輪・三寺の区分とは多少異なることを示している。

図 2-c には他の図と異なり低水温が見られる。この低水温は 2014 年 2 月に津軽海峡東部に沿岸親潮が広く分布したときに観測されている。2014 年 2 月に測線 B で観測された水温・塩分を図 3 に示す。図 3 に津軽海峡の東端、測線 C と日本海の 2013 年の秋季に気象庁によって得られた水温・塩分を合わせて示した。塩分 34 付近の水温 1~7°C の観測値は日本海亜表層の値と一致している。2014 年 2 月は何らかの要因で通常津軽海峡へ流入する水塊とは異なる日本海亜表層の水塊が流れ込んだと考えられる。

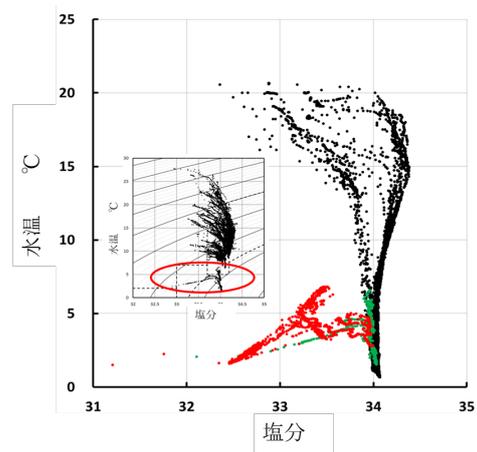


図 3. 2014 年 2 月の津軽海峡の水温・塩分  
 緑点：測線 B の観測値  
 赤点：測線 C の観測値  
 黒点：2013 年秋の日本海の水温・塩分\*  
 \*：気象庁啓風丸 1308 航海 CTD データ  
 【出典】 [https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/vessel\\_obs/data-report/html/ship/cruisedata.php?id=KS1308](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/vessel_obs/data-report/html/ship/cruisedata.php?id=KS1308)

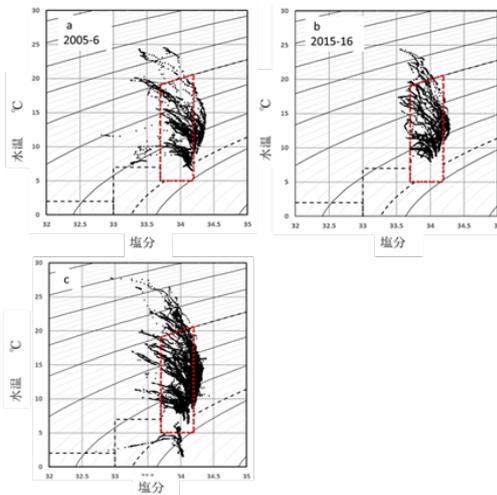


図 2. 津軽海峡中央部の水温・塩分  
 a：測線 A、2005-6 年の観測結果  
 b：測線 A、2015-16 年の観測結果  
 c：測線 B、2009-22 年の観測結果  
 点線は花輪・三寺 (1987) による水塊区分を示し、その中で津軽暖流水とされた範囲を赤点線枠で示した。

### 3. 津軽海峡中央部の水温・塩分の季節変動

津軽海峡中央部においてほぼ 1 月毎に観測値のある 2005-6 年について季節毎に図 4 に示した。冬季 (1 から 4 月) の観測値は良く鉛直混合されており、水温 7~10°C、塩分 35.8~34.2 の狭い範囲に分布した。4-6 月に水温が高くなり始め、8 月から 9 月に最大値になる様に変化した。秋から冬に向けて表層に近い層から冷やされ、1 から 4 月の状態へ戻った。なお、夏の中層の観測値は花輪・三寺の区分よりも黒潮に区分された。深い層 (密度の大きい層) の観測値も季節によって多少の差がみられ、夏季に高塩、高温側へ移行していた。

ほぼ毎月の観測が実施された 2015-16 年の観測値も 2005-6 年と同様の傾向を示した。また、測線 B の長期にわたる観測値も同様であった。

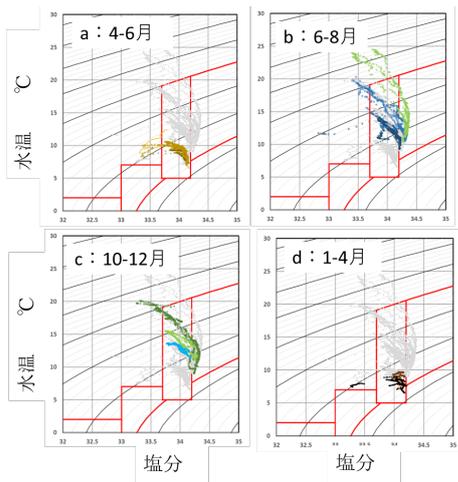


図4. 2005~6年、測線Aにおける季節変動  
 a:2005年4~6月初旬、b:2005年6月下旬~8月、c:2005年10~12月、d:2006年1~4月

#### 5. 津軽海峡中央部の水温・塩分の経年変動

津軽海峡中央部の水温・塩分の特徴、海峡中央部の水温・塩分の季節変動の項で示した通り測線A及びBから得られた観測値の分布範囲や季節変動の状況は良く類似している。よって測線A、Bの海域に類似した水塊が占めていると仮定して経年変化について検討した。なお、2014年の低水温期の観測値及び岸に近い沿岸水の影響を受け易い観測点と測線内でかけ外れた値を示した観測点の値は経年変動の解析から除外した。また、観測値が一つしかない場合には評価できないのでその値を用いることにした。

測線A、Bから得られた10m付近の観測値を測線、時期毎に単純平均し、年代に対して示した(図5)。ほぼ毎月のデータのある2005年、2016年は季節変動で述べた通り水温には季節変動がみられたが、塩分には顕著な変動を見て取れなかった。2005年、2016年には通年の観測値があるものの10年の隔たりがあり、また、同じ月の観測値の間の差が大きいため典型的な季節変動を推定するに至らなかった。また、

測線Bの値を加えると観測月毎の観測値数に偏りがでてしまうために気候値の推定は困難であった。

得られている観測値は減るが、月ごとに分けての経年変化について検討を試みた。水深10m層の測線平均水温を観測月毎に分けて示した(図6)。観測値が比較的多い2月、5月、11月について経年変化を単純に求めてみると5月は $0.10^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ( $n=7$ )、11月は $0.12^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ( $n=10$ )、2月で $0.13^{\circ}\text{C}/\text{年}$ ( $n=8$ )となった。日本海中央部海面水温の長期変化は100年間で $1.8^{\circ}\text{C}$ と見積もられている(気象庁、海洋の健康診断表、海洋の健康診断表海面水温の長期変化傾向(日

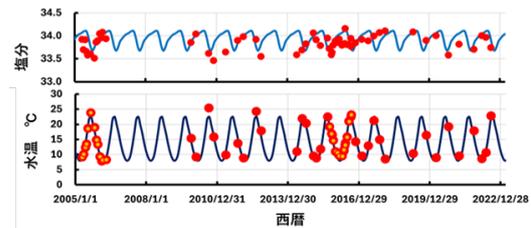


図5. 水深10m付近のデータを測線ごとに平均した水温、塩分の経年変動

赤点：測線ごとに平均した水温、塩分値  
 青線：「六ヶ所村沖合海洋放射能等調査」の海水循環モデルで作成された1991年から2020年間の気候値データより作成(令和3年度六ヶ所村沖合海洋放射能等調査報告書)

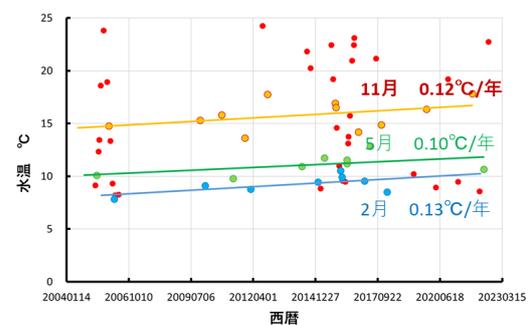


図6. 津軽海峡中央部10m層の水温の経年変化

本近海).)。両者には約 10 倍の差があり、沿岸域が外洋域と比べて水温上昇が大きい傾向があることを考慮しても見積りに多少問題があると思われる。今後、この海域で検討されている海水循環モデルから得られる気候値との偏差等を求め、より確かな経年変化の推定値にするなどの検討を行う。なお、10m 層以外の水深、例えば 91m 層の水温の経年変化量もほぼ同様の結果が得られている。塩分についてはばらつきが大きいため現在のところ経年変化を見出せていない。

## 6. まとめ

津軽海峡中央部で取得された 2005 年以降温度・塩分データをまとめ、津軽暖流水の性質について整理した。水温・塩分の分布範囲は概ね花輪・三寺の区分と一致するが、夏季の中層から得られる観測値は花輪・三寺の津軽暖流水の区分より黒潮に区分される。津軽海峡中央部の津軽暖流水には季節変動が見られ、経年的な変化が見いだされた。しかし、その変化量は日本周辺海域の長期の観測結果から推定される値より一桁と大きく、検討する必要があると思われる。塩分には顕著な経年変化を見いだせてはいない。

## 謝辞

本研究には海洋財団の青森県からの受託事業「六ヶ所村沖合放射能等調査」の成果及び北海道大学水産学部と JAMSTEC 地球環境部門むつ研究所の観測成果を利用した。

## 参考文献

1. 令和 4 年度六ヶ所村沖合海洋放射能等調査報告書. p166
2. Hanawa, K. and H. Mitsudera (1987)

Variation of Water System Distribution in the Sanriku Coastal Area. J. Oceanogr. Soc. Japan 42, 435-446.

3. 気象庁啓風丸 1308 航海 CTD データ. [https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/vessel\\_obs/data-report/html/ship/cruisedata.php?id=KS1308](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/vessel_obs/data-report/html/ship/cruisedata.php?id=KS1308)
4. 令和 3 年度六ヶ所村沖合海洋放射能等調査報告書. p208
5. 気象庁 海洋の健康診断表 海洋の健康診断表海面水温の長期変化傾向 (日本近海). [https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/sindan/a\\_1/japan\\_warm/japan\\_warm.html](https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/sindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html)