

[報告] 2021 年夏季の道東海域における水温変動について

Sea surface temperature fluctuations off Kushiro, Hokkaido in the summer of 2021

矢野 泰隆¹⁾

Yasutaka Yano

1) 海洋事業部

要旨：

2021 年夏季の道東海域において、近年まれにみる急激な水温上昇と高温状態がみられた。また、この高温状態は其後の台風通過により、急激な水温低下と低水温状態となった。夏季の道東海域では 2010 年から 2016 年にも海洋熱波とよばれる急激な水温上昇が発生し、黒潮系水の北上による親潮系水の南下阻止に主な原因があると報告されている。2021 年の夏季の水温急上昇もこの海洋熱波に類する現象であったため、下層の海洋構造や気象条件から原因を考察した結果、2010 年から 2016 年の海洋熱波とは異なり、気象が主要な要因であることが示唆された。

キーワード：報告、漁海況、高水温、道東海域、親潮、黒潮

1. はじめに

日本近海の海面水温は、長期的に上昇傾向を示しており、日本の気温の上昇率と同程度の上昇率となっている。¹⁾ これに加えて、十年規模の変動もみられ、近年では 2010 年頃に極小値になった後、上昇傾向に転じている。²⁾

釧路沖を中心とする北海道南東海域（道東海域）は、夏～秋季にはマイワシやさば類、サンマなどの浮魚類の重要な漁場であり、その海面水温は 2000 年代前半にやや低下したものの、2015 年以降に急上昇した。³⁾ また、Miyama *et al.*⁴⁾ は 2010 年から 2016 年の夏季には、海洋熱波とよばれる急激な水温上昇が北海道・東北沖で毎年発生しており、北海道太平洋岸でのブリの漁獲量の増加の背景になったことを指摘している。

2021 年 7 月中旬から 8 月上旬にかけても、道東海域で急激な水温上昇と記録的な高水温がみられた。しかし、台風 9 号から変わった低気圧が通過した後、水温は急激に低下した。

本報告では、道東海域を対象に、漁業情報サービ

スセンター（JAFIC）が収集・解析している海面水温データと、他機関による下層観測データを用いて、2021 年夏季の急激な水温上昇とその後の水温低下の原因について考察した。

2. 資料

JAFIC は、各種人工衛星データと、漁船や一般船舶が観測した海面水温を解析し、日本周辺の海面水温分布図を作成し、ほぼ毎日漁業関係者に配信している。本報告ではこの海面水温を旬ごと（上旬 1～10 日、中旬 11～20 日、下旬 21～月末日）に 1 旬分平均して旬別海面水温を算出し、2011 から 2020 年の 10 年間を近年とし、旬ごとに旬別海面水温をこの 10 年分平均して旬別近年平均海面水温を算出した。旬別海面水温と旬別近年平均海面水温との差を近年偏差とした。また、道東海域（41～43°N・143～147°30'E）にわたり空間的に平均した旬別海面水温を道東海域における旬別海面水温とした。

下層観測データには気象庁の「NEAR-GOOS 地域リアルタイムデータベースの TESAC 報」(<https://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rrtdb/in-situ/>)

tesac.html) から 2019 年から 2021 年夏季の観測データをダウンロードして用いた。また、気象データは、気象庁の地域平均データ (http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/cgi-bin/view/index.php) から北海道太平洋側の旬ごとの値をダウンロードして用いた。

3. 2021 年夏季の道東における海面水温の推移

図 1a・c に道東～三陸海域の 2021 年 7 月下旬の旬別海面水温分布と近年偏差分布を、b・d には 2021 年 8 月中旬のそれらを示した。また、図 2 に 2019～2021 年の道東海域の旬別海面水温と近年平均海面水温の推移を示した。

2021 年夏季の海面水温は、7 月上旬はおおむね近年並であったが、本州で梅雨が明けた 7 月中旬以降は急激に上昇し、7 月下旬には道東～三陸の広い範囲で 20℃前後の高水温が観測され、近年偏差も道

東海域では約 2～5℃高めの海域が広範囲でみられた (図 1a・c)。この高水温状態は 8 月上旬まで続いたが、8 月 10～11 日に台風 9 号から変わった低気圧が通過した後に急激に降温して、8 月中旬の近年偏差は広範囲で近年より約 2～4℃低めになった (図 2b・d)。

2019～2021 年の 3 年間の道東海域の旬別海面水温の推移 (図 2) をみると、2019 年夏季にも高水温がみられたが 2021 年夏季の高水温は突出しており、7 月下旬の海面水温の近年偏差は約 +2.5℃であった。この値は 2011 年から 2021 年の夏季 (7～9 月) の近年偏差の頻度分布 (図 3) から明らかなように、標準偏差の 2 倍を超え、2011 年から 2021 年の間でほぼ最高の値となっており稀な高水温状態であった。台風 9 号から変わった低気圧が通過した後の 8 月中

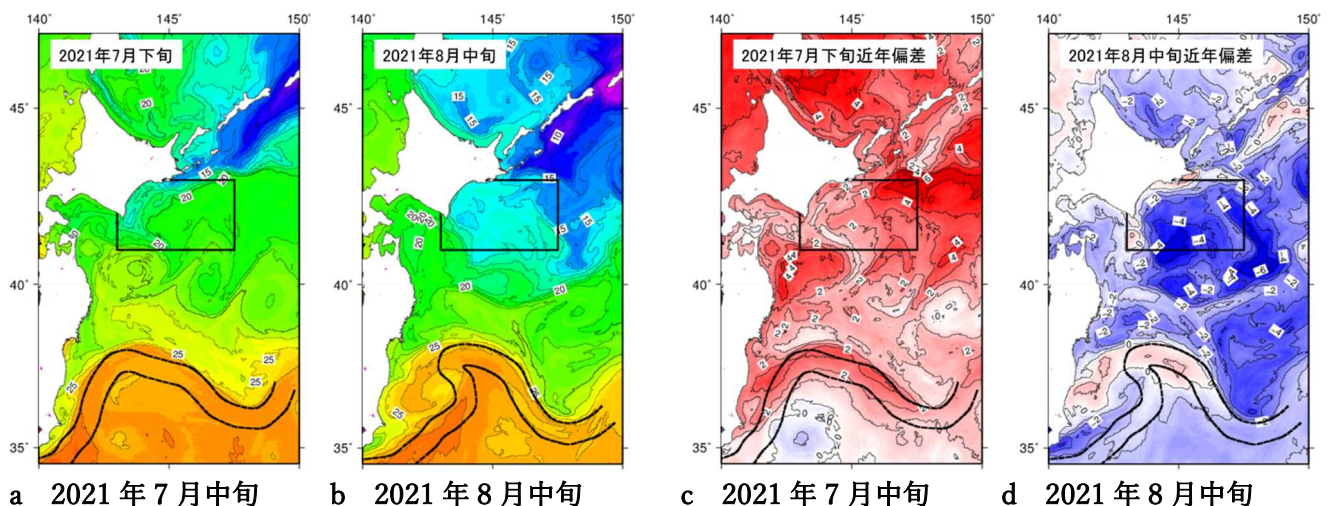


図 1 道東～三陸海域の旬平均海面水温 a・b と近年偏差 c・d 図中の枠は道東海域の範囲を示す

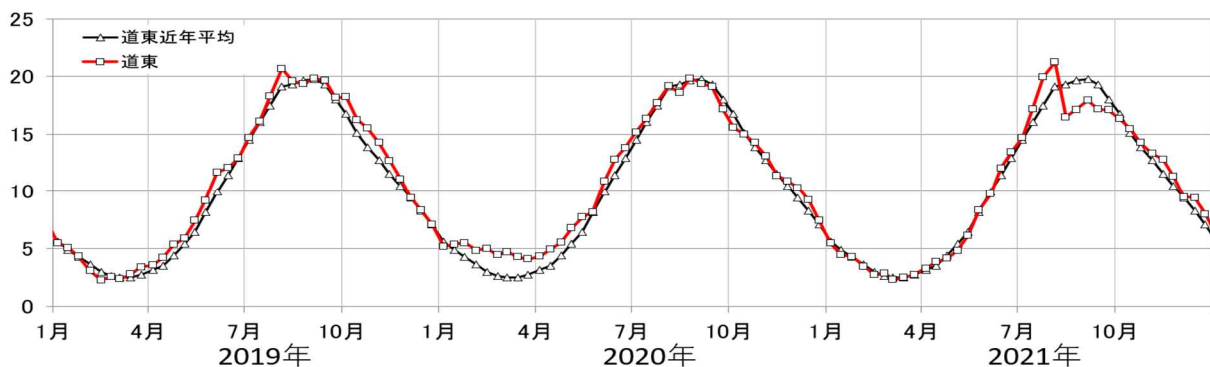


図 2 2019 年～2021 年の道東海域における旬別海面水温と旬別近年平均海面水温の推移

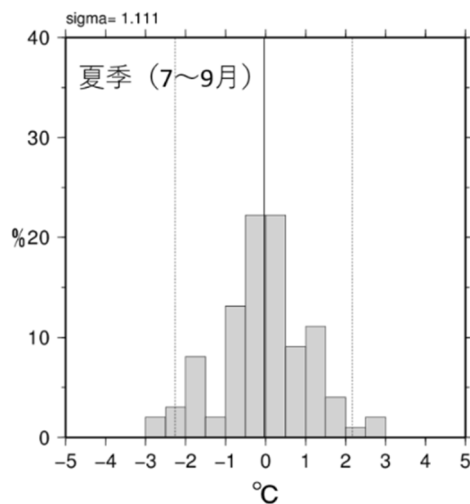


図3 夏季（7～9月）の道東海域における旬別海面水温の近年偏差の分布 図中の点線は標準偏差の2倍の範囲を示す

旬の近年偏差も標準偏差の2倍の範囲を超える約-3°Cであった。2021年の夏季の水温変動は、稀な高水温状態から短期間で稀な低水温状態に変化するきわめて特徴的な水温変動であった。

4. 2021年夏季の水温変動と気象条件

海洋熱波の原因は、一般に日射などの気象による影響や、暖水の波及などが考えられている。⁴⁾ 親潮域において2010年から2016年夏季の親潮域における海洋熱波に関しては、黒潮系暖水塊が北上し、親潮系水の南下を妨げたことが原因とされている。⁴⁾

2021年夏季に道東海域で急激な水温上昇と高水

温がみられた時期は、気象庁の気候系監視速報⁵⁾では7月中旬以降、北日本を中心に高気圧に覆われて晴れた日が多かったため、気温はかなり高く、降水量はかなり少なかった。また、北日本太平洋側では日照時間が多かったとしており、高水温との関連も指摘されている。⁶⁾ そこで、道東海域の旬別海面水温と北海道太平洋側の旬別日射時間平年比を比較したところ（図4）、記録的な高水温がみられた2021年夏季は7月中旬に平年の2倍近い日照時間比になった後、海面水温は急上昇して7月下旬には近年偏差は+2.5°Cと近年では最高の値となった。このことから日照などの気象による加熱が急激な水温上昇の主要な原因である可能性が大きいと思われる。

5. 2021年夏季の海面水温変動と海洋構造

5.1 観測データと水塊分類

気象庁の「NEAR-GOOS 地域リアルタイムデータベースのTESAC報」の観測データのうち、2019年から2021年の7月中～下旬の厚岸から南東に伸びる観測線（A-line）のCTD観測データを利用し、夏季の急激な海面水温上昇と海洋の内部構造との関係を検討した。各年のCTD観測データの観測点と観測期間の旬別海面水温を図5に示す。水塊分類は、「宗谷暖流変質水」を除き日下⁷⁾の分類（付図1）にしたがった。なお、「宗谷暖流変質水」と定義さ

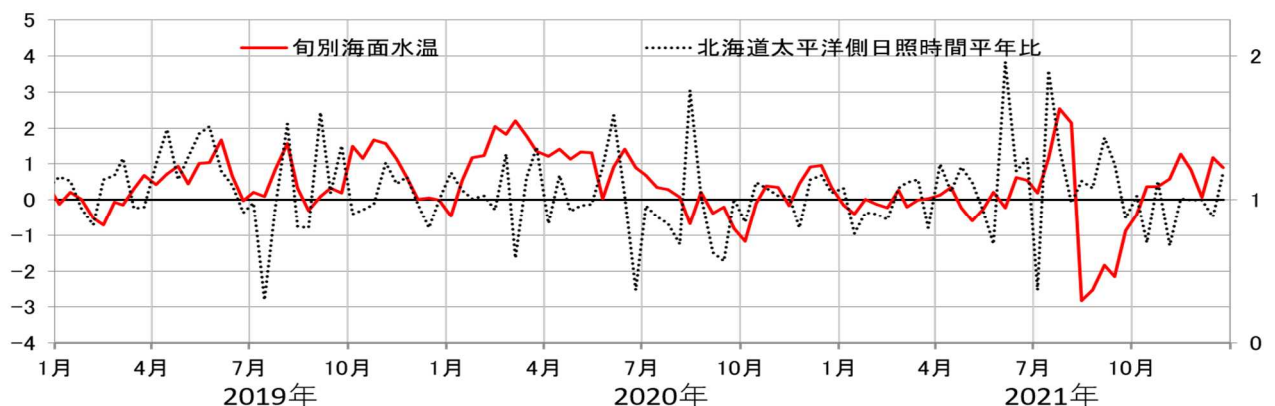


図4 道東海域の旬別海面水温の近年偏差（左軸）および日照時間平年比（右軸）の推移

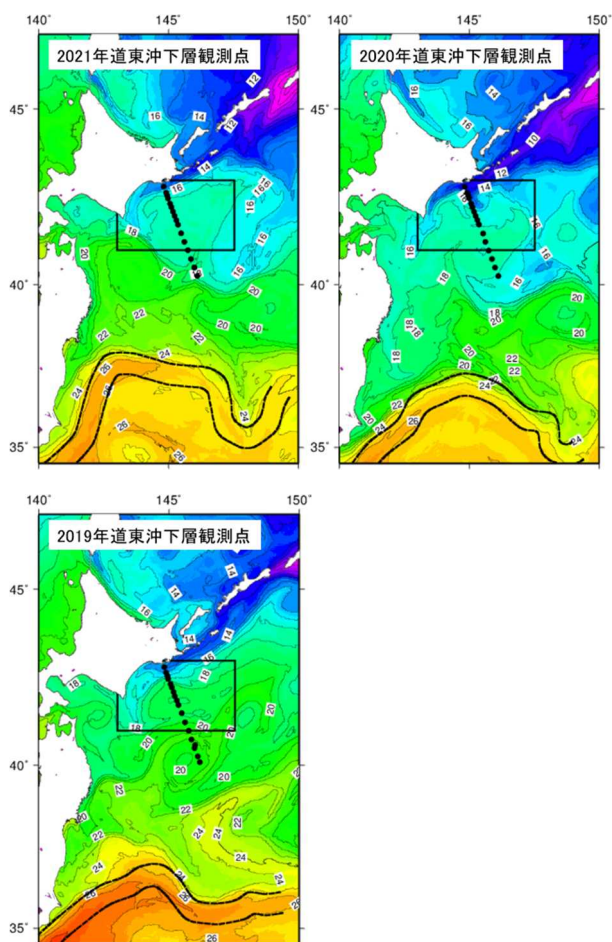


図 5 7月中旬(2021・2020年)および下旬(2019年)における下層観測の観測点(黒点)と観測期間の旬別海面水温 図中の枠は道東海域の範囲を示す

れている水塊は、黒潮水が低温低塩分の水塊と混合して変質した水塊と水温・塩分だけでは区別が困難なため、ここでは「変質した黒潮系水または宗谷暖流水」とした。

5.2 各年の海洋構造の特徴と比較

7月中～下旬の旬別海面水温(図5)をみると、いずれの年も釧路南東沖に周囲より高水温の水が分布しており、特に2021年と2020年の海面水温は類似していた。しかし、水温と塩分の鉛直断面(図6、7)をみると2021年は2019年・2020年と比べ海洋構造が大幅に異なっている事がわかった。

2021年は、約20m以浅の表層が高温であったが、30m以深は5℃以下の冷水が広範囲に分布していた(図6)。塩分断面分布(図7)と合わせると、南側の40°30'N付近の30m以深には塩分33.7以上の高温高塩分の黒潮水と定義される水塊がみられ、北側の42°30'Nにも変質した黒潮系水または宗谷暖流水水と思われる塩分の極大がみられたが、その他の海域の30m以深は親潮水に相当する低温低塩分の水塊が分布していた。表層は、水温は15℃以上と高めであったが高塩分の黒潮水はみられず、塩分は32.8以下であり、表層沿岸親潮水と定義される水塊が大部分を占めていたと思われる。しかし、下層に塩分の極大がみられた42°30'N付近では表層にもやや高塩分の水が現れていた。

2020年は41°30'N以南に塩分33.7以上の黒潮系暖水塊がみられたが(図6)、表層は塩分が33.5前後で(図7)あるため純粋な黒潮水ではなく親潮系水との混合により変質した黒潮水の可能性が高い。42°15'N付近にも水温・塩分ともに極大をもつ水塊がみられ、塩分33.0未満の表層沿岸親潮水はこの水温・塩分の極大の北側に分布していた。

2019年は、41°N以南は表層まで塩分34.0以上に達しており(図7)、100m深水温も12℃以上であり、明らかに黒潮系暖水塊の一部であると思われる。この暖水塊以北では、30m以深はおおむね低温低塩分の親潮水、表層は低塩分の表層沿岸親潮水に覆われており2021年の水温・塩分分布と類似したが、42°00'～42°30'Nの表層には塩分の極大がみられ、それに対応して水温も高くなっており、親潮系水との混合により変質した黒潮系水または宗谷暖流水の可能性が考えられる。

これらの水温・塩分の鉛直分布と密度の鉛直分布(図8)を合わせてみると、2021年は2020年・2019年に比べ、密度躍層はおおむね20m以浅の浅い位置にみられた。また、2021年は30m以深の密度が他の年より高く、密度躍層以浅は塩分が32.8以下と非常に低かったため密度が低く、密度躍層が他の年より強かった。

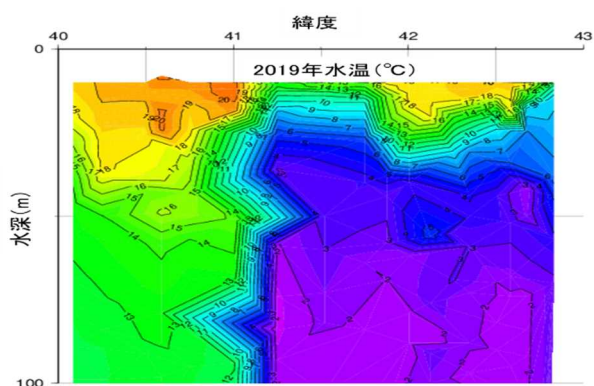
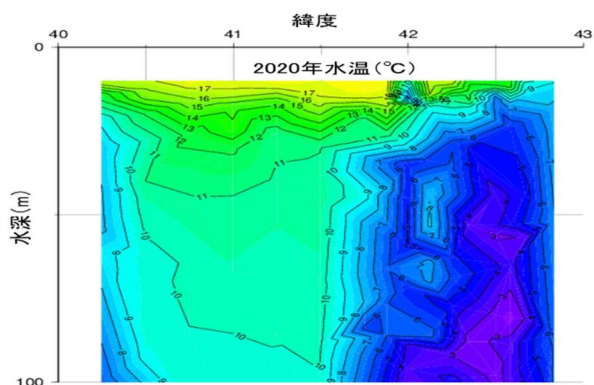
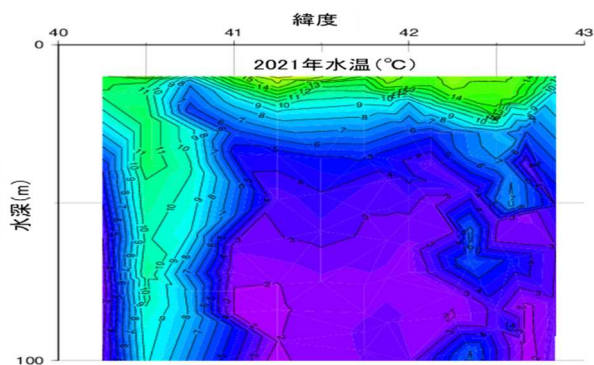


図6 2019～2021年の観測線での水温の鉛直分布

これらのことから、2021年夏季は強い密度躍層により、2020年・2019年と比べてほぼ全域で鉛直に海水が混ざりにくい状態であったと思われる。

6. 2021年夏季の海面水温変動の要因

2021年の道東海域の海洋構造は、非常に低塩分で低密度の表層沿岸親潮水が薄く表面に存在し、密度躍層が強かったため、海水が密度躍層を超えて上下に混ざりにくかったため、日射の影響が薄い表層に

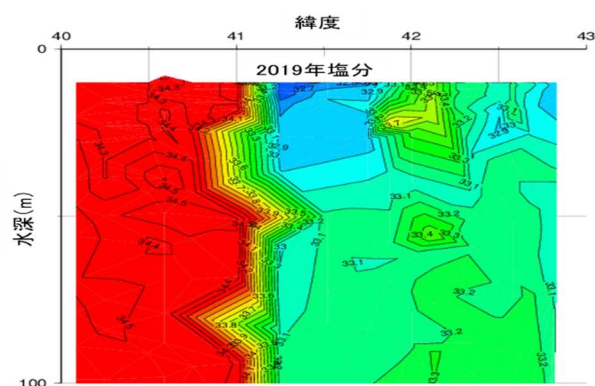
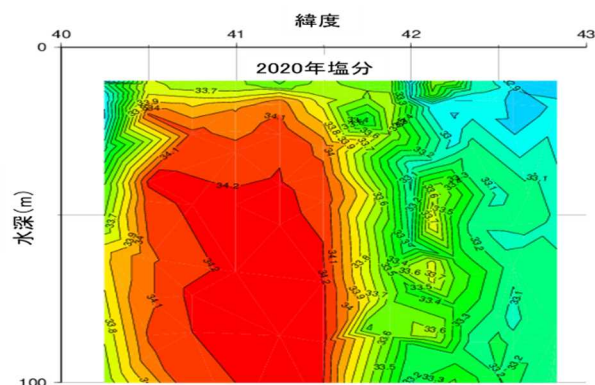
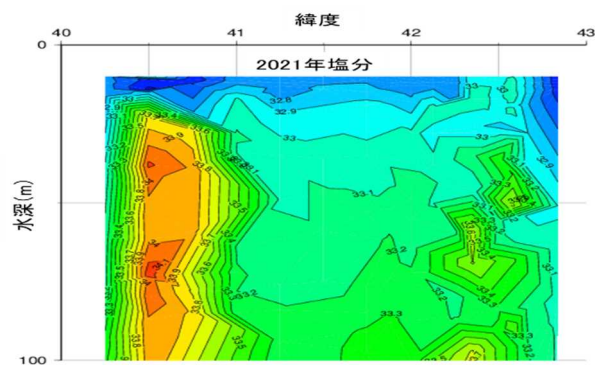


図7 2019～2021年の観測線での塩分の鉛直分布

およびやすかったと考えられる。

このようなことから、2021年夏季の急激な水温上昇については、2010年から2016年の夏季に発生した海洋熱波のように高温高塩分の黒潮系暖水塊の北上が原因³⁾の可能性は小さく、7月中～下旬に高気圧に覆われて晴天が続き日射量が多かった気象条件が大きく影響した可能性が高い。また、台風9号から変わった低気圧が通過した後の8月中旬における急激な水温低下については、風波により密度躍層を

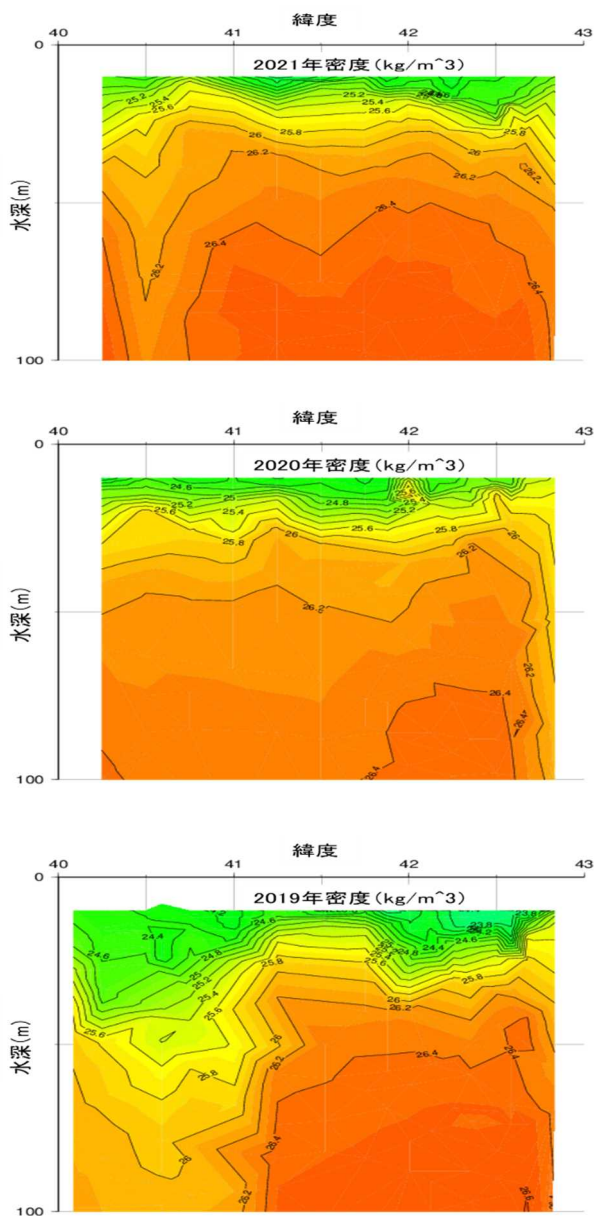


図 8 2019～2021 年の観測線での密度の鉛直分布 密度の値は海水 1m³ あたりの質量から 1000.0 kgを引いた値

越えた鉛直混合が生じたため、海面水温を急激に低下させたと思われる。

このように、道東海域における夏季の海面水温変動には、親潮系水の南下や黒潮系水の波及といった海洋構造の変動の影響に加え、気象が重要な役割を果たしているが、気象の影響は海洋構造にも依存している。今後もさらに解析を進めたい。

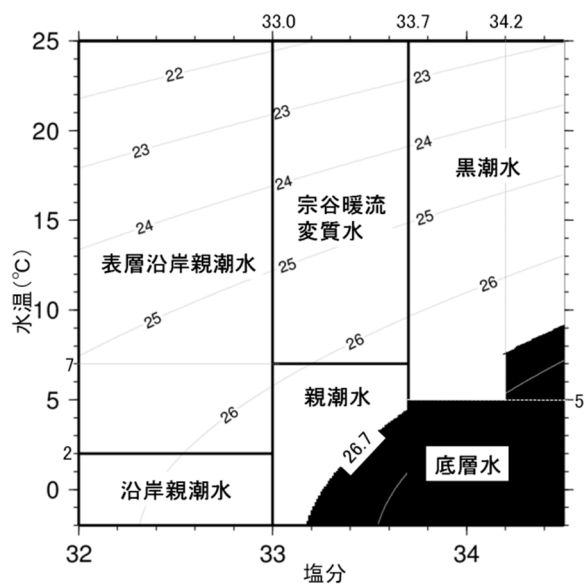
7. 謝辞

本報告の元データとなった海面水温分布図を作成された一般社団法人漁業情報サービスセンター海洋事業部の謝旭暉主幹、高原広美主査、酒井光夫技術専門員、江川紳一郎技術専門員、システム事業部の矢吹崇グループリーダー、および有益なご助言をいただいた和田時夫会長、システム企画部の日原勉技師に感謝いたします。

引用文献

- 1) 気象庁: 海洋の健康診断表 海面水温の長期変化傾向 (日本近海), 2022/1/28. http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/s-hindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html
- 2) 吉田久美ほか: 日本近海における海面水温の十年規模変動, 海の研究, 29(2), 19-36, 2020.
- 3) Kuroda, H et al.: Unconventional sea surface temperature regime around Japan in the 2000s-2010s: Potential influences on major fisheries resources, Frontiers in Marine Science, 7, 2020. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.574904>
- 4) Miyama, T et al.: Temperature of the Oyashio region in summer in 2010–2016. Frontiers in Marine Science, 7, 2020. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.576240>
- 5) 気象庁大気海洋部: 気候系監視速報 (2021 年 7 月), 2022/1/28. <https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/diag/sokuho/sokuho202107.pdf>
- 6) 気象庁: 海洋の健康診断表 臨時診断表 日本海、北海道南東方で記録的に高い海面水温, 2022/1/28. https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/shindan/rinji/2021/01/rinji_hisst_202107.html.
- 7) 日下彰: 北海道東部海域における水塊分布と流れ場の構造に関する研究, 水研機構研報, 43, 1-46, 2016.

(2022 年 2 月 17 日受理、Ser. No. 5)



付図1 道東海域の水塊分類（日下⁵⁾を改変）
 図中の等値線は密度を示す