

海の恵みをもたらす親潮中層水の経年変動機構を解明

～2020年代中盤からの10年間に大きな変化があると予測～

ポイント

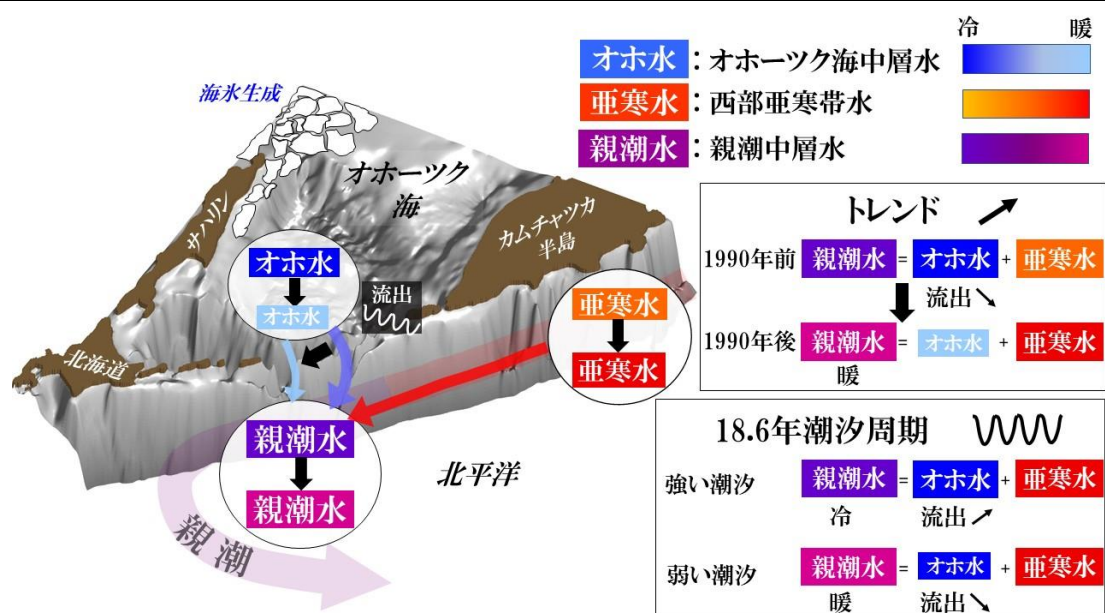
- ・西部北太平洋に高い生物生産をもたらす親潮中層水の将来を予測。
- ・今までよく調べられていなかった冬季に親潮中層水が顕著な経年変動を示すことが判明。
- ・親潮中層水は温暖化と18.6年周期潮汐により、オホーツク海起源水の割合が変化することで変動。

概要

北海道大学低温科学研究所のメンサ ビガン特任助教と大島慶一郎教授の研究グループは、西部北太平洋の高い生物生産を支えている親潮中層水が、温暖化と18.6年周期潮汐変動^{*1}の両方に強く影響を受けることを明らかにしました。これらの変動の大きな要因は、親潮中層水を作る2つの水塊、西部亜寒帯水とオホーツク海中層水の混合の割合の変化によります。長期的には低温のオホーツク中層水の占める割合が40年で30%も減少して親潮中層水は高温化しており、これは温暖化による海水生成の減少によりオホーツク海を起点とするオーバーターン^{*2}が弱化したことによると考えられます。潮汐が強い年代は、より低温のオホーツク海中層水の流出が増加し、潮汐の強さは温暖化と逆に作用（低温化）することもわかりました。

本研究によって、潮汐が弱くなる2020年代中盤からの10年間は弱化する潮汐の効果と温暖化の効果が相乗して一気に大きな変化（親潮中層水におけるオホーツク海中層水の割合が減り、水温が高くなる）が起こりうることも予想されます。

なお本研究成果は、2021年7月15日（木）公開の *Scientific Reports* 誌にオンライン掲載されました。



親潮中層水の形成とその経年変動の模式図。親潮中層水は西部亜寒帯水(図では暖色系)とオホーツク海中層水(寒色系)の混合により形成される。混合の割合(図では色の違いで示す)が変わることで親潮中層水の性質(温度等)が変わる。

【背景】

親潮を中心とする西部北太平洋は、豊かな水産資源を生み出す海域として知られ、全海洋面積の6%を占めるに過ぎませんが、全海洋の水産資源の20%をも生み出すと見積もられています。また、西部北太平洋は、高い生物活動による大気から海洋へのCO₂の吸収-放出量の変動が最も大きな海域であり、気候変動とも密接に関わっています。とりわけ、千島列島に沿って本州東北沖へ南下する寒流である親潮域は特に生物生産が高い海域です(図1)。

最新の研究から、この高い生物生産を支えているのが親潮中層水であり、この海水はベーリング海中層起源の栄養塩豊富な西部亜寒帯水と、オホーツク海から中層へと潜り込む高鉄濃度のオホーツク海中層水が混合することで作られ、高生物生産をもたらしていることがわかってきました(Nishioka et al., 2020: 北大プレスリリース 2020年5月)。

一方、オホーツク海での高海水生産による中層への重い水の潜り込みは、近年の温暖化による海水生産量の減少により弱まっています(Nakanowatari et al., 2007)。また、千島海峡域での強い潮汐による混合が水塊形成やオホーツク中層水の親潮域への流出を強くコントロールすることもわかってきました(Shu et al., 2021)。潮汐には18.6年周期で変動する成分があり、海洋変動に影響を与える可能性が指摘されています(Yasuda et al., 2006)。

温暖化や潮汐の効果は親潮中層水を変質させる可能性があります。観測データ、特に冬季データの蓄積が不十分だったこともあり、親潮中層水の経年変動に関しては、十分にわかっていませんでした。

【研究手法】

本研究では、親潮域とオホーツク海域において、1930年から2020年までに蓄積された船舶による水温・塩分・溶存酸素データに、本学とワシントン大学の共同観測による計30基のプロファイリングフロートデータ等も加えることで、今まで不十分であった冬季も含め、初めて季節別で長期の海洋データセットを作成し、海洋変動の解析を行いました。

【研究成果】

解析の結果、親潮中層水は、温暖化と18.6年周期潮汐変動の両方に強く影響を受けてことがわかりました。顕著で明確な変動が見られるのは冬季(1-4月)であり、温暖化による昇温トレンドは10年で0.12°Cで、潮汐が強い年代は低温、弱い年代は高温になるという明確な変化が示されました(p.1図, 図2)。これらの変動の大きな要因は、親潮中層水を作る2つの水塊、西部亜寒帯水とオホーツク海中層水の混合の割合の変化(レシピの変化)によることもわかってきました。

オホーツク中層水の占める割合は40年で30%も減少していることがわかり、これは温暖化によりオホーツク海の海水生産量が減少してオホーツク海を起点とするオーバーターン(上下方向の循環)が弱化したことによることが推定されます。一方、潮汐が強い年代は、より低温のオホーツク海中層水の流出が増加し親潮中層水は低温化へ、潮汐が弱い年代では、オホーツク海中層水の流出が減少し高温化へ作用することになり、潮汐の強さは温暖化と逆に作用します。親潮中層水の高温化に関しては、これらに加え、ソース水である西部亜寒帯水とオホーツク海中層水自体も高温化トレンドがあることも要因になっています。以上の変化をまとめたのがp.1図です。

今までの中層水の研究では、季節別に解析を行っていなかったため、データの多い夏季にひっぱられて、本研究のような明確な変動を導き出せなかったと考えられます。冬季は親潮の流れもオーバーターンも最も強くなる季節と考えられ、この季節が水塊形成に重要であることも示唆しています。

温暖化の影響はおおむね単調な変化として現れ、一方 18.6 年周期の潮汐はゆらぎのない周期現象なので、この両者が変動機構の中心であれば、将来予測も可能となります。本研究の予測によると、潮汐が強い 2020 年代中盤までは潮汐の効果と温暖化の効果が相殺し、親潮中層水におけるオホーツク海中層水の割合や水温に大きな変化はないが、潮汐が弱くなる 2020 年代中盤からの 10 年間は弱化する潮汐の効果と温暖化の効果が相乗して一気に大きな変化（オホーツク海中層水の割合が減り、水温が高くなる）が生ずることが予想されます（図 2）。

【今後への期待】

本研究から、西部北太平洋の高生物生産の鍵を握る親潮中層水の変動を予測することができ、生物生産や水産資源の予測にも繋がります。親潮中層水のレシピや温度が、未だ謎を残す生物生産にも有意に効くとすると、生物生産も 2020 年代中盤までは大きな変化はないが、2020 年代中盤からの 10 年間に大きな変化がある、ということになります。

今後、親潮中層水の変動と生物生産がどう関わっているのかがわかってくると、水産資源の予測だけでなく、高生物生産海域での CO₂ 吸収の解明・将来予測といった地球全体の気候変動予測にも繋がります。

【謝辞】

本研究は科学研究費補助金・基盤研究 S（課題番号：20H05707）の助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Weakened overturning and tide control the properties of Oyashio Intermediate Water, a key water mass in the North Pacific. (北太平洋の重要な水塊である親潮中層水はオーバーターンの弱化和潮汐変動によってコントロールされている)
著者名	Mensah Vigan ¹ , 大島慶一郎 ^{1,2} (¹ 北海道大学低温科学研究所, ² 北海道大学北極域研究センター)
雑誌名	Scientific Reports (総合科学雑誌)
DOI	10.1038/s41598-021-93901-6
公表日	2021 年 7 月 15 日 (木)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 教授 大島慶一郎（おおしまけいいちろう）

T E L 011-706-5481 F A X 011-706-7362 メール ohshima@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://wwwod.lowtem.hokudai.ac.jp/~ohshima/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール kouhou@jimuhokudai.ac.jp

【参考図】

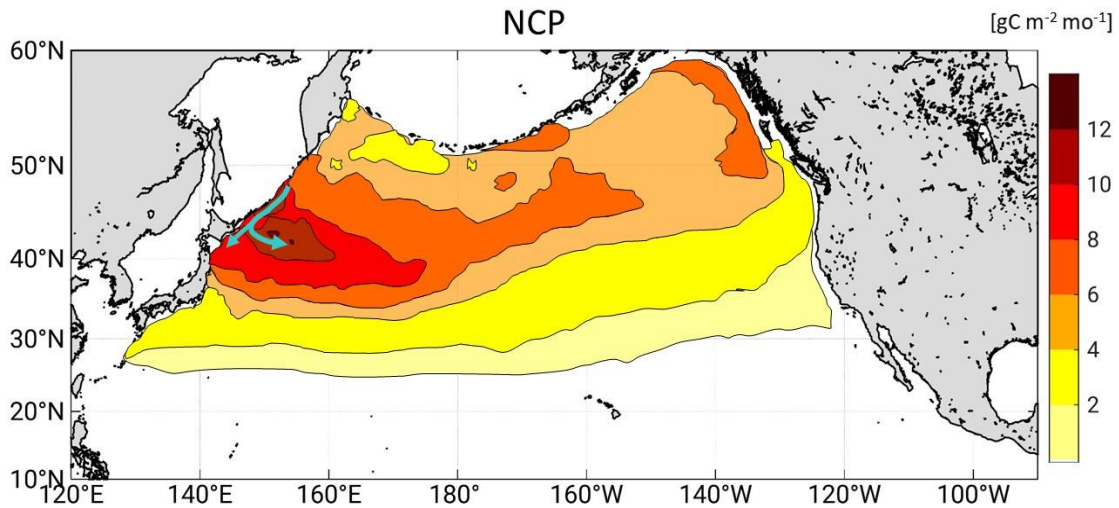


図 1. 北太平洋の正味の生物生産量 (NCP: Net Community Production)
 西部北太平洋, 特に親潮の影響する海域で生物生産が大きいことがわかる。親潮を緑矢印で示す。Yasunaka et al. (2021)をもとに描いた模式図。

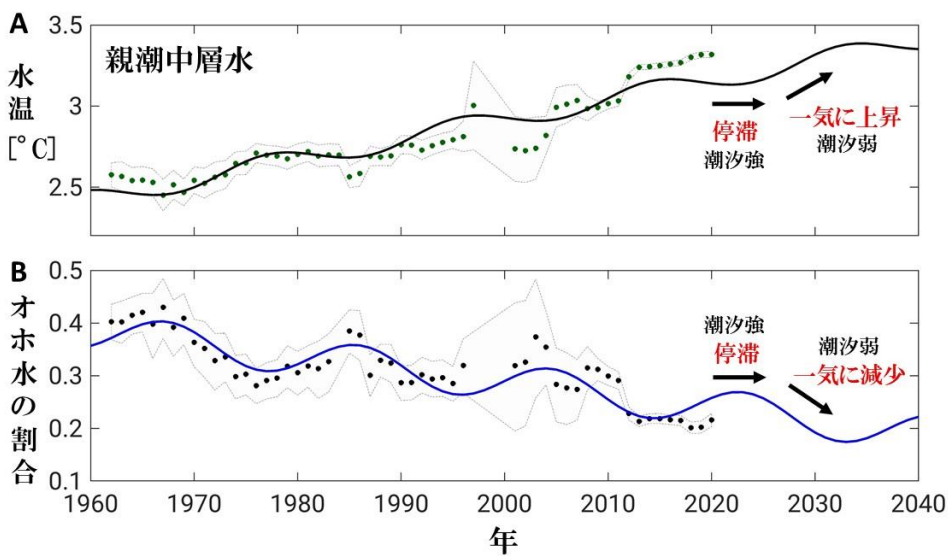


図 2. 親潮中層水の水温(A)と混合比(B)の年々変動と将来予測 (密度 1026.9 kg m^{-3} 面)
 混合比は, 親潮中層水の成分であるオホーツク海中層水の占める割合を示す。
 実線は, トレンド(温暖化による成分)と正弦曲線(18.6年潮汐変動による成分)を重ねたもので, この線から将来を予測する。

【用語解説】

- *1 18.6年周期潮汐変動 … 月の地球の周りの公転軌道面が, 地球赤道面に対して5度の振幅をもって, 18.6年周期で振動することに伴う潮汐変動。
- *2 オーバーターン … オホーツク海での大量の海氷生産により低温・高塩分水が排出され北太平洋で一番重い水が生成される。それが北太平洋中層(200-800m 深)全域に潜り込むことで形成される上下方向の大きな循環のこと。