

未知の海域である西部ベーリング海と東カムチャツカ海流 上流のプランクトン生態系構造の制御要因を解明

～気候変動に伴う北太平洋プランクトン生態系変化の将来予測に貢献～

ポイント

- ・未知の海域である西部ベーリング海と東カムチャツカ海流上流の観測に成功。
- ・微小動物プランクトンの捕食を含めたプランクトン生態系の変動要因を解明。
- ・気候変動に伴う北太平洋亜寒帯全体のプランクトン生態系変化の将来予測の進展に期待。

概要

北海道大学低温科学研究所附属環オホーツク観測研究センターの西岡 純教授、同大学大学院地球環境科学研究院の鈴木光次教授、香港科学技術大学のカイリン リュウ研究員及びホンビン リュウ教授らの研究グループは、親潮域上流の東カムチャツカ海流域から西部ベーリング海の栄養物質循環及びプランクトン生態系の構造と制御機構を、極東ロシア海洋気象学研究所との国際共同観測から世界で初めて明らかにしました。

これまで、日本の水産資源の多くを支える北太平洋亜寒帯域は、オホーツク海の影響を強く受けていることが知られていました。これに加え、北太平洋亜寒帯域の水塊形成は、東カムチャツカ海流とさらに上流に位置する西部ベーリング海の影響を受けていますが、これらの海域は観測データの圧倒的不足のため、栄養物質循環とプランクトン生態系の構造や制御機構は不明のままでした。

本研究では、東カムチャツカ海流とその上流に位置する西部ベーリング海及びアナディル湾の観測を実施し、これら未知の海域の栄養物質循環と、植物プランクトンの成長速度と微小動物プランクトンの捕食速度の空間パターンを明らかにしました。プランクトン生態系構造のデータを解析した結果、カムチャツカ半島沖から西部ベーリング海の植物プランクトンの増殖は、海洋循環で供給される窒素や河川などを通じて供給される鉄分などの栄養物質の利用可能性と、水温の影響を受ける微小動物プランクトンの捕食の有無によって決定されることを見出しました。これらの知見から、東カムチャツカ海流と西部ベーリング海を含む北太平洋亜寒帯域では、海洋温暖化に対するプランクトンの増殖応答が海水中の栄養条件の違いにより異なることが予想されました。

なお、本研究成果は、2023年1月16日（月）公開の *Limnology and Oceanography* 誌にオンライン掲載されました。

【背景】

北海道が面する北太平洋は亜寒帯と呼ばれる気候帯にあり、そこには親潮と呼ばれる栄養豊富な海流が流れています。この親潮域を含めた西部北太平洋亜寒帯域は、生物生産性が高く水産資源が豊富な海域として知られています。西岡教授らの研究グループでは、西部北太平洋亜寒帯域の生物生産の基盤を支える植物プランクトンの増殖が、どのような仕組みによって制御されているのかを理解するための研究に取り組んでいます。この仕組みを解明していくことは、気候変動に伴う北太平洋亜寒帯全体のプランクトン生態系変化の将来予測にも繋がると考えられます。

西部北太平洋亜寒帯域が高い生物生産を生み出す仕組みを理解するためには、植物プランクトンの増殖力を規定している硝酸塩、リン酸塩、珪酸塩などの主要栄養塩と、微量栄養物質である鉄分の供給量や供給過程などのボトムアップの制御要因に加えて、どれだけ動物プランクトンに捕食されるかというトップダウンの制御要因を明らかにする必要があります。これらの制御要因を把握することで、初めて植物プランクトンの増殖力を生み出す仕組みが理解できるのです。

また西部北太平洋亜寒帯域を理解するためには、この海域を取り巻くオホーツク海・ベーリング海との繋がりを含めて栄養物質循環を理解していく必要があります。しかし、これらの海域は他国の排他的経済水域内であるため、これまで観測は著しく制限され、栄養物質循環やプランクトン生態系に関わる十分なデータや知見が得られておらず、日本独自に研究を進めていくことが難しい状況がありました。低温科学研究所では、ロシア極東海洋気象学研究所（FERHRI）との研究協力協定を基にした共同研究を実施し、これらの循環の鍵となるエリアの観測研究を進めました。

【研究手法】

2018年の夏季、親潮の源流域と考えられる西部ベーリング海から東カムチャツカ海流の流れる西部北太平洋に至る「栄養物質循環」と「プランクトン生態系構造を制御する要因」を研究すること目的に、大規模な観測航海が実施されました（図1）。この航海は、北海道大学低温科学研究所附属環オホーツク観測研究センターと FERHRI が中心となり、北海道大学大学院地球環境科学研究院、香港科学技術大学などを含め国内外合わせて全16研究機関、総勢45名の研究者が参加する共同プロジェクトとして実施されました。

本研究ではこの観測航海を利用して、現場観測と船上培養実験を実施し、主要栄養塩と鉄の分布や供給過程に加え、植物プランクトンの比増殖速度と微小動物プランクトンの比捕食速度の空間パターン、そしてその変動を引き起こす潜在的な環境要因を調べました。

【研究成果】

本研究の結果、主要栄養塩濃度が高い東カムチャツカ海流域の太平洋側では、植物プランクトンの増殖が鉄の利用能によって制御されていると同時に、微小動物プランクトンによる捕食効果も小さいことから、ボトムアップ的制御が大きく、トップダウン的制御が小さいことが示されました。

一方、東カムチャツカ海流上流域及び西部ベーリング海沿岸域では、陸域から河川を通じて流入する鉄分が供給されるため（図2）、植物プランクトンの増殖は、鉄分や硝酸塩などの窒素源の量によってボトムアップ的に制御されるとともに、微小動物プランクトンの捕食による強いトップダウン制御を受けていることが分かりました（図3）。また、海水温と餌の利用能が微小動物プランクトンによる植物プランクトンの捕食圧に与える影響も明らかにしました。

このように、北太平洋亜寒帯域の高緯度海域では、植物プランクトンの成長は、水温、光量に加え、栄養塩の有無、微小動物プランクトンの捕食圧の大小によって決定されることが明らかになりました。

【今後への期待】

現在、極域を始め北太平洋亜寒帯域やベーリング海では、海氷減少、水温上昇、水柱の成層化など温暖化影響が危惧されています。本研究の結果から、温暖化の影響で鉄など栄養物質の供給が将来変化すると、高栄養塩海域の植物プランクトン量とそれに関わるプランクトン生態系構造も変化し、海洋の炭素固定量や水産資源量に影響を与えることが考えられます。また、鉄に富む淡水供給がある東カムチャツカ海流域や西部ベーリング海では、海氷の早期後退と海面水温の上昇により、植物プランクトンの大増殖（ブルーム）とそれに伴う微小動物プランクトンの捕食圧が高まり、高次栄養段階へのエネルギー移動の増加、食物網構造のシフト、高緯度海域の炭素循環の加速に繋がる可能性があります。このように各海域におけるプランクトン生態系構造を制御する要因を理解することは、気候変動に伴う北太平洋亜寒帯域全体のプランクトン生態系変化の将来予測に繋がります。

【謝辞】

本研究は、「科学研究費補助金 (S) (21H05056) 海洋コンベアベルト終焉部における鉄とケイ素を含めた栄養物質プロパティの形成過程」、「科学研究費補助金 新学術領域研究 (15H05820) オホーツク海・ベーリング海における混合と物質循環の解明」及び「北極域研究加速プロジェクト (ArCS) I, II」などの助成を受けて実施されました。

論文情報

論文名	Role of nutrients and temperature in shaping distinct summer phytoplankton and microzooplankton population dynamics in the western North Pacific and Bering Sea (北太平洋西部及びベーリング海における夏季の植物プランクトン及び微小動物プランクトン動態を制御する栄養塩と水温の役割)
著者名	Kailin Liu ¹ 、西岡純 ^{2,3} 、Bingzhang Chen ⁴ 、鈴木光次 ⁶ 、Shunyan Cheng ¹ 、Yanhong Lu ¹ 、Huijun Wu ¹ and Hongbin Liu ¹ (Hong Kong University of Science and Technology 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 ³ 、Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory ⁴ 、Department of Mathematics and Statistics, University of Strathclyde ⁴ 、北海道大学大学院地球環境科学研究院 ⁶)
雑誌名	Limnology and Oceanography (海洋学及び陸水学の専門誌)
DOI	10.1002/lno.12300
公表日	2023年1月16日(月)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所附属環オホーツク観測研究センター 教授 西岡 純 (にしおかじゅん)
TEL 011-706-7655 FAX 011-706-7655 メール nishioka@lowtem.hokudai.ac.jp

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)
TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

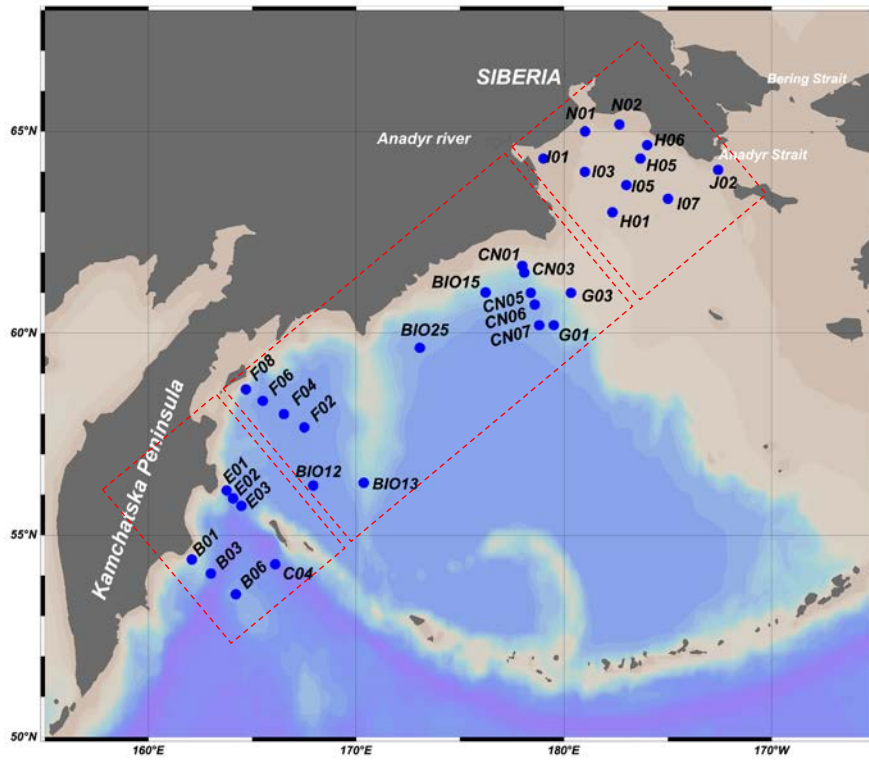


図 1. 本研究を実施した東カムチャツカ海流上流と西部ベーリング海アナディル湾の観測点

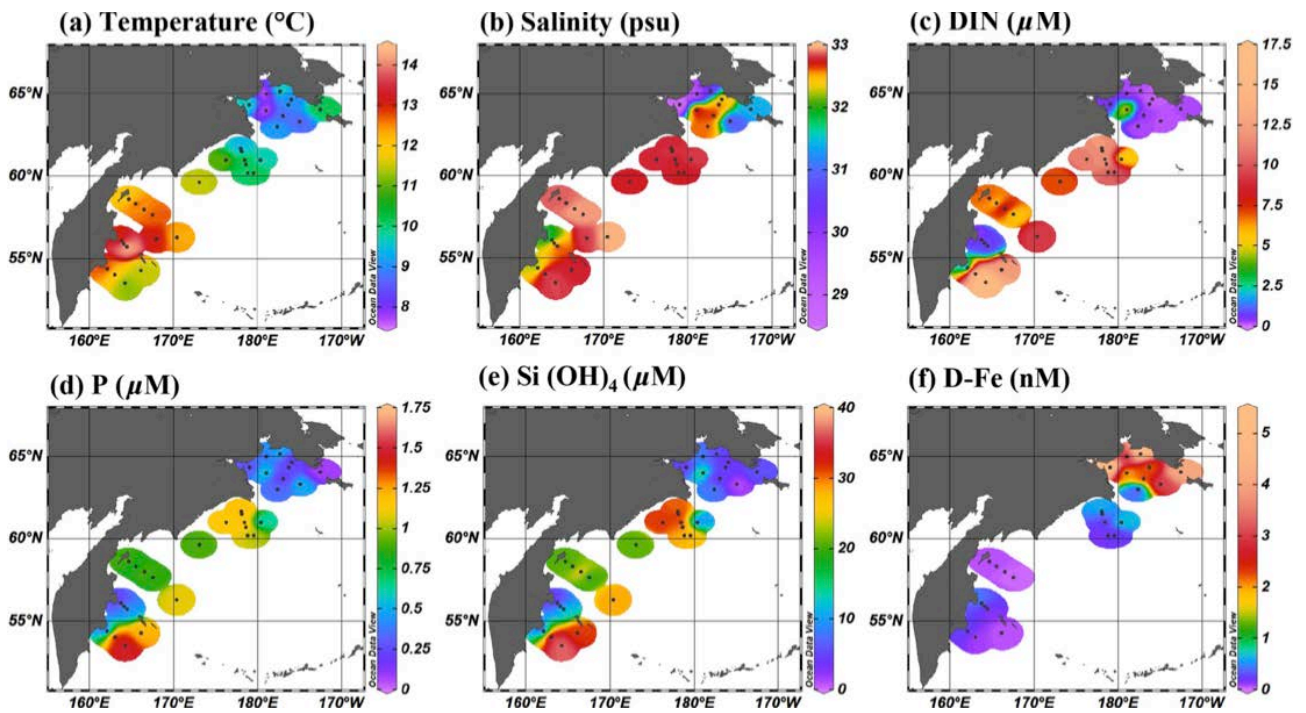


図 2. 観測海域における水温(a)、塩分(b)、硝酸塩濃度(c)、リン酸塩濃度(d)、ケイ酸塩濃度(e)、溶存鉄濃度(f)

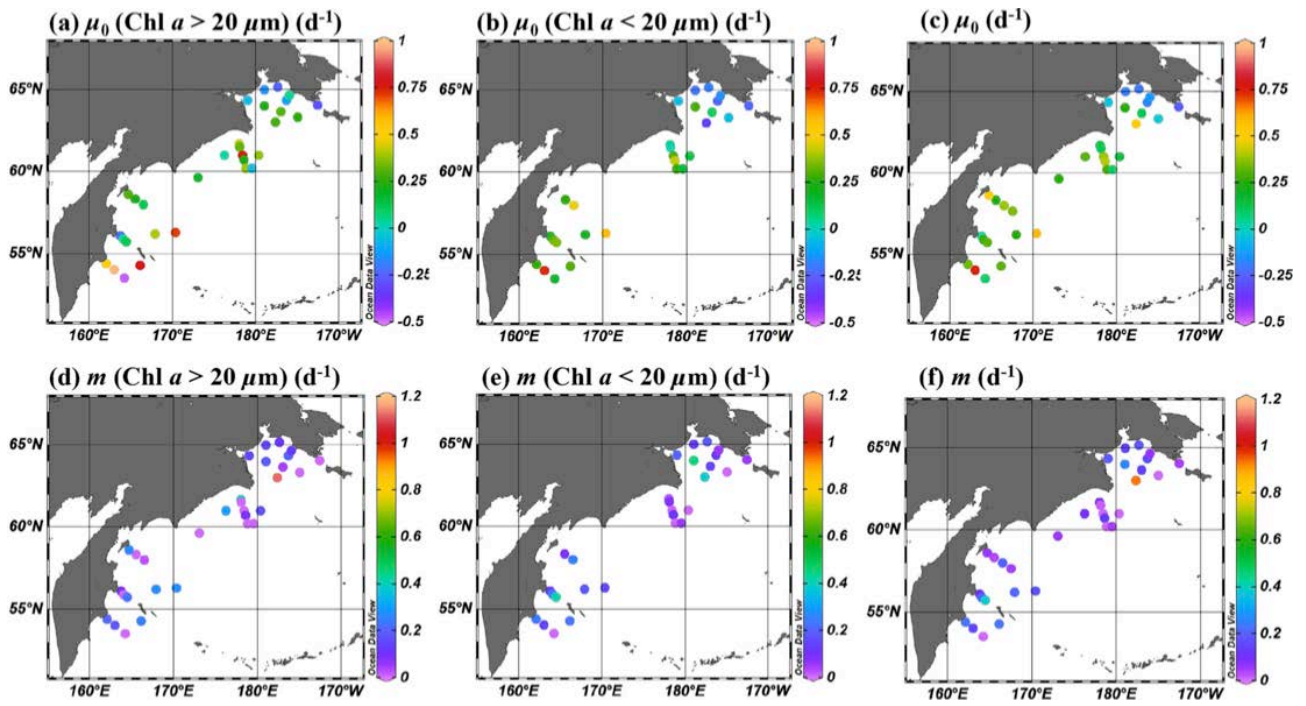


図3. 植物プランクトンの増殖速度（上段(a)植物プランクトンサイズが $20\ \mu\text{m}$ 以上、(b) $20\ \mu\text{m}$ 以下、(c)全量）と微小動物プランクトンによる植物プランクトンの捕食圧（上段(d) $20\ \mu\text{m}$ 以上、(e) $20\ \mu\text{m}$ 以下、(f)全量）の空間分布。