Akita Prefectural University 秋田県立大学　名古屋大学 NAGOYA UNIVERSITY　ISEE 宇宙地球環境研究所　神戸学院大学

JAMSTEC 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology　St Petersburg University

Press Release

報道機関　各位

資料提供　　令和８年４月１７日
秋田県立大学
生物資源科学部　生物環境科学科
助教　田代 悠人［専門:生物地球化学］
TEL　０１８－８７２－１６２２
【広報担当】
企画･広報本部　広報・渉外チーム
チームリーダー　佐藤　琢麻
TEL ０１８－８７２－１５２１
E-mail：koho_akita@akita-pu.ac.jp

【北極域研究】長期データが解き明かす北極圏の環境変化
永久凍土融解により河川水の風化由来イオン濃度が上昇

秋田県立大学 生物資源科学部 生物環境科学科の田代 悠人 助教［専門：生物地球化学］（自然生態管理学研究室）らの共同研究チームは、地球温暖化による永久凍土融解によって、北東シベリアのコリマ川における Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}濃度が長期的上昇傾向にあることを解明し、その成果が国際学術誌「Global Biogeochemical Cycles」に掲載されました。

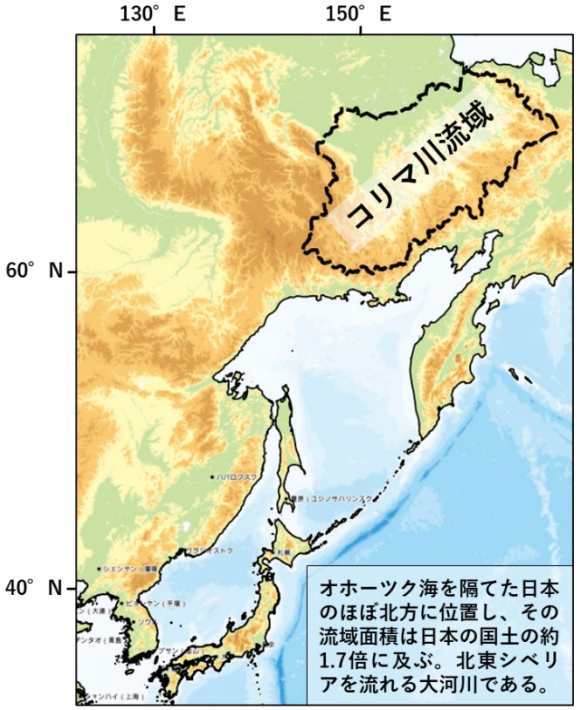

図 1: 日本とコリマ川流域の位置関係
（プレスリリース用に新規作成。論文未掲載）

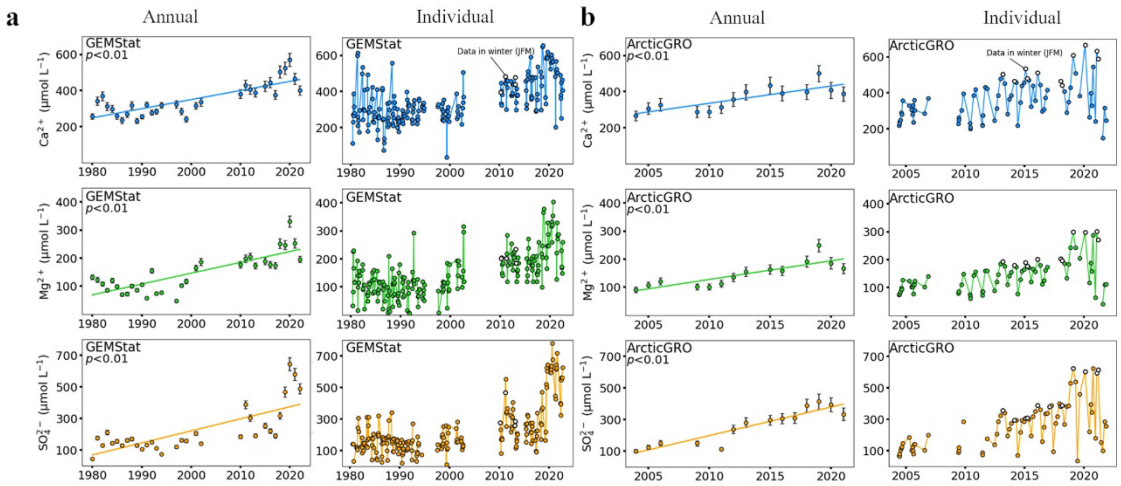

図 2: コリマ川における Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}濃度の長期変動
a: GEMStat データセット(1980～2022 年),
b: ArcticGRO データセット(2004～2021 年)
(出典: 原著論文 Figure3)

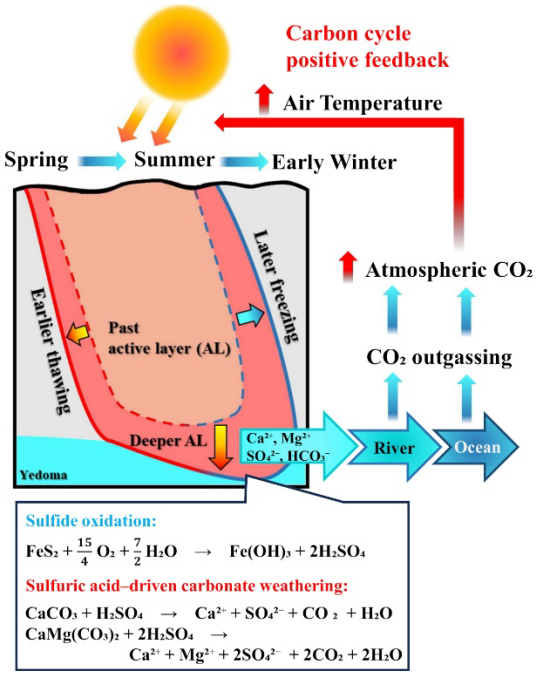

図 3: 温暖化による環境変化のプロセス：気温上昇に伴う活動層の深化→未風化な土壌鉱物の露出と化学的風化の促進→河川へのイオン成分の流出増大
(出典: 原著論文 Figure10)

■ 概要

○北極圏は世界で最も温暖化が著しい地域です。温暖化に伴う永久凍土の融解は、これまで凍結していた土壌鉱物類の露出を招き、化学的風化作用を促進します。その結果、新たに溶け出した風化由来イオン（Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}）が河川へと流出します。本研究では、北東シベリアのコリマ川（流域面積は日本の国土の約 1.7 倍）において、1980 年から 2022 年までの長期的な水質傾向とその変動メカニズムについて解析しました。

○この川では過去 43 年間で風化由来イオンの濃度が有意に上昇していました。さらに、これらの濃度上昇は気温と土壌温度の上昇、および活動層（永久凍土の上層に位置し、夏季に融解する土壌層）の深化と密接に関連していました。特に、北東シベリアが記録的熱波に見舞われた 2020 年には、風化由来イオンの濃度が過去最高値を記録しました。これは、熱波による異常高温が、「エドマ」と呼ばれる含氷率の高い永久凍土の融解を加速させた結果と考えられます。これらの結果は、極端な気温上昇が、風化由来イオンを北極圏の河川に大量流出させる誘因となる可能性を示唆しています。

○これらの発見は、温暖化が進むなかで北極圏の河川システムがどのように変貌し、さらに河川を介した化学成分輸送が北極海にどのような影響を及ぼすかを理解する上で重要です。したがって、永久凍土融解に伴う環境変化を正確に把握するには、「河川水質」「気候」「永久凍土の状態」を統合的にモニタリングしていくことが不可欠です。

○今後の展望…近年、北極圏では記録的な熱波が発生しており、今後その頻度と強度は増加すると予測されています。このような異常気象に起因する河川を通じた化学物質の大量放出は、従来の緩やかな温暖化予測の枠組みでは捉えきれない急激な北極海の水質変化を引き起こす可能性があります。今後は、こうした極端現象が北極圏の物質循環に与えるインパクトを精緻に予測し、北極圏の河川システム変貌の全容解明を目指します。

■ 成果掲載誌

本研究成果は，国際学術誌「Global Biogeochemical Cycles」誌に，令和 8 年 2 月 18 日に掲載されました。

○論文タイトル

『Long-Term Increases in Ca^{2+}, Mg^{2+}, and SO_4^{2-} Concentrations in the Kolyma River (1980–2022) Due To Yedoma Degradation』 (エドマ融解によるコリマ川の Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-} 濃度の長期的な上昇（1980～2022 年）)

○著者

Y. Tashiro, T. Hiyama, H. Kanamori, L. Lebedeva, H. Park, O. Makarieva, P. Nikitina, S. R. Fassnacht, A. Zemlianskova, O. Zhunusova and K. Suzuki

○DOI

http://dx.doi.org/10.1029/2025GB008825

■ 研究体制

本研究は，以下機関の共同研究として行われました.

田代 悠人（秋田県立大学）

檜山 哲哉（名古屋大学 宇宙地球環境研究所）

金森 大成（神戸学院大学）

Lyudomila Lebedeva (Melnikov Permafrost Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences)
朴 昊澤（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）
Olga Makarieva (St. Petersburg State University)
Polina Nikitina (St. Petersburg State University)
Steven R. Fassnacht (Ecosystem Science and Sustainability - Watershed Science, Colorado State University)
Anastasiia Zemlianskova (St. Petersburg State University)
Oksana Zhunusova (St. Petersburg State University)
鈴木 和良（国立研究開発法人 海洋研究開発機構）

■ 研究支援

本研究は、以下の研究助成を受けて実施されました。
JSPS 科研費 JP22H03758
JSPS 科研費 JP19H05668
北極域研究強化プロジェクト（ArCS-3）JPMXD1720251001
Saint Petersburg State University, research project 124032900007‐8
Melnikov Permafrost Institute, SB RAS, research project 126020516689‐6

以上