

気候変化にともなうシベリア凍土生態系の生態水文変化

Climate change and the ecohydrological feedback of Siberian permafrost ecosystems

檜山 哲哉^{1*}, マクシュートフ シャミル², 金 憲淑², 佐々井 崇博³, 山口 靖³, 杉本 敦子⁴, 米延 仁志⁵, 太田 岳史⁶, 小谷 亜由美⁶, 山本 一清⁶, 山崎 剛⁷, 大島 和裕¹, 朴 昊澤⁸

Tetsuya Hiyama^{1*}, Shamil Maksyutov², Heonsook Kim², Takahiro Sasai³, Yasushi Yamaguchi³, Atsuko Sugimoto⁴, Hitoshi Yonobu⁵, Takeshi Ohta⁶, Ayumi Kotani⁶, Kazukiyo Yamamoto⁶, Takeshi Yamazaki⁷, Kazuhiro Oshima¹, Hotaek Park⁸

¹ 総合地球環境学研究所, ² 国立環境研究所, ³ 名古屋大学大学院環境学研究科, ⁴ 北海道大学大学院地球環境科学研究院, ⁵ 鳴門教育大学大学院学校教育研究科, ⁶ 名古屋大学大学院生命農学研究科, ⁷ 東北大学大学院理学研究科, ⁸ 海洋研究開発機構 地球環境変動領域

¹Research Institute for Humanity and Nature, ²National Institute for Environmental Studies, ³Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ⁴Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, ⁵Department of Health and Living Sciences Education, Naruto University of Education, ⁶Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, ⁷Graduate School of Science, Tohoku University, ⁸Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

シベリアのレナ川中流域では例年に比べて2005年~2008年にかけて降水量が多く、一部で土壌の過湿や植生劣化が生じ、地表環境を変化させた。ヤクーツク近郊のフラックスモニタリングサイト付近ではカラマツの枯死が目立つようになり、群落レベルの蒸発散特性に変化が生じた。ただし、衛星リモートセンシング解析からは広域な変化を検知することができず、現時点では地表環境の劣化がスポット的に発生することがわかった。これは、凍土生態系に発生するサーモカルスト現象のひとつの現れである。我々が開発・改良中の凍土生態系に着目した熱・水・物質輸送モデルによれば、土壌水分量の増加は土壌の熱環境を変え、年最大融解深を深くし、群落レベルの光合成特性や蒸発散特性にも影響を及ぼしていることが明らかになってきた。レナ川の長期河川流出量データを解析した結果、年最大融解深の増加は夏季の基底流量を変化させていた。これらの土壌水分量、年最大融解深、夏季河川流出量は、降水量の十年規模変動に付随した形で長期変動を示すことがわかってきた。シベリアの地表の熱・水環境はメタンや二酸化炭素など温室効果ガスの交換にも多大な影響を与える。インパースモデルによって推定されたメタン発生量の地域分布を見ると、2007年と2008年の夏季には西シベリアの湿地を起源とするメタン発生量は高かったものの、その後の発生量は減少に転じていた。一方、東シベリアでは2008年以降に増加傾向を示し、東西シベリアでメタンの発生量に地域差(非対称性)があることがわかってきた。これらの非対称性は光合成量や生態系呼吸量にも表れており、2000年~2010年の光合成量と生態系呼吸量は、西シベリアで減少傾向、東シベリアで増加傾向を示した。これらの非対称性は、第一義的には気温や地温によって決まり、気温や地温が高いほどメタン発生量、光合成量、生態系呼吸量が高くなる傾向を示す。降水量の大小に起因する水環境の変化は、律速にならない範囲ではそれらに影響を与えることはない。ただし、東シベリアの凍土生態系で2005年~2008年に見受けられたように、サーモカルストに代表される地表と植生の劣化といった形で、スポット的に影響を与えるものと思われる。

キーワード: 地球温暖化, 永久凍土, 年最大融解深, メタン, 二酸化炭素

Keywords: global warming, permafrost, annual maximum thawing depth (AMTD), methane, carbon dioxide