

フィンランドとシベリアにおける積雪中のブラックカーボン

塚川佳美¹、東久美子^{1,2}、近藤豊¹、杉浦幸之助³、對馬あかね⁴、佐藤篤司⁵、大宮哲⁶、小池真⁷、
大畑祥⁷、森樹大⁷、茂木信宏⁷、平林幹啓¹、榎本浩之^{1,2}

¹国立極地研究所, ²総合研究大学院大学, ³富山大学, ⁴総合地球環境学研究所,

⁵防災科学技術研究所雪氷防災研究センター, ⁶北海道大学低温科学研究所 (現在: 寒地土木研究所),

⁷東京大学大学院理学研究科

Black Carbon in snow in Finland and Siberia

Yoshimi Ogawa-Tsukagawa¹, Kumiko Goto-Azuma^{1,2}, Yutaka Kondo², Konosuke Sugiura³, Akane Tsushima⁴,
Atsushi Sato⁵, Satoshi Omiya⁶, Makoto Koike⁷, Sho Ohata⁷, Tatsuhiro Mori⁷, Nobuhiro Moteki⁷,
Motohiro Hirabayashi¹ and Hiroyuki Enomoto^{1,2}

¹National Institute of Polar Research, ²SOKENDAI, ³Toyama University,

⁴Reserach Institute for Humanity and Nature, ⁵Snow and Ice Research Center, NIED,

⁶Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, ⁷Graduate School of Science, The University of Tokyo

Accurate measurements of mass concentrations and deposition fluxes of BC in snow are important for the assessment of its impacts on climate. Under the GRENE Arctic Climate Change Research Project, we collected seasonal snow cover samples from different regions in the Arctic. Here we present the results obtained from Finland and Siberia.

We collected snow samples in March 2013 at 11 sites between Utsujoki and Helsinki in Finland (Sato *et al.*, 2013 ; Tsushima *et al.*, 2013) and 21 sites between Mirny and Yakutsk in Siberia. BC particles were measured with a Wide-Range (Mori *et al.*, 2016) Single Particle Soot Photometer (SP2; Droplet Measurement Technologies). We also analyzed ionic species.

In Finland, BC mass concentrations in the snow were 1.3 - 66.1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (average: 7.4 $\mu\text{g L}^{-1}$), which are lower compared with the previous studies. BC concentrations show latitudinal gradient, with northern sites showing lower values. Similar tendency was observed for nss-SO_4^{2-} , NO_3^- and NH_4^+ . These ions and BC are likely originated from anthropogenic sources. BC mass concentrations in the snow from Siberia were 4.7 - 78.1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (average: 19.5 $\mu\text{g L}^{-1}$) and show small spatial variability.

ブラックカーボン BC が雪氷面のアルベドに与える影響を評価する上で、雪氷中の濃度や堆積量を正確に把握することが重要である。しかしこれまで BC 濃度の測定方法が確立しておらず、従来のデータには不確実性が大きい。本研究では GRENE 北極気候変動研究事業の下、北極域における BC の濃度・堆積量の空間分布を明らかにするため、北極域の広域で積雪を採取し、高精度で BC を分析した。今回はフィンランドとシベリアの結果を報告する。

積雪の採取は 2013 年 3 月に行った。フィンランドではノルウェーとの国境付近の町ウツヨキから首都ヘルシンキまで南北に 11 地点で積雪採取を行った(佐藤ら, 2013 ; 對馬ら, 2013)。シベリアではミールヌイからヤクーツクまで東西に 21 地点で積雪採取を行った。BC の分析には、SP2 (Single Particle Soot Photometer; DMT 製)を用いた。本研究では、測定可能な BC の粒径の上限を 4 μm まで拡張した WR-SP2 を使用した (Mori *et al.*, 2016)。この方法により、従来の SP2 法よりも精度の高い BC 測定を行うことができる。また、イオン成分も合わせて分析した。

フィンランドにおける BC 質量濃度は、1.3–66.1 $\mu\text{g L}^{-1}$ であり、ローカルな汚染があると考えられるヘルシンキ市内を除いた平均濃度は 7.4 $\mu\text{g L}^{-1}$ であった。本研究で得られた BC 濃度は、他の分析方法で測定された先行研究よりも低濃度であった。また、BC の数粒径分布及び質量粒径分布の粒径中央値は SP2 で測定されたフィンランドの大気中 BC (Raatikainen *et al.*, 2015) に比べて大きかった。BC 濃度は数濃度及び質量濃度ともに、北部では低濃度であり、南に向かうにつれて高濃度となっていた。この傾向は nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ でも見られ、これらの化学成分と BC 濃度は高い相関を示した。このことから、これらの化学成分と BC は人為起源由来と考えられる。一方、シベリアにおける BC 質量濃度は 4.7 - 78.1 $\mu\text{g L}^{-1}$ (平均濃度 19.5 $\mu\text{g L}^{-1}$) であり、フィンランドよりも高かった。局的に濃度の高い地点も見られたが、全体的に BC 濃度の分布は一様であった。また質量粒径分布の粒径中央値は、フィンランドの積雪に比べて大きかった。

References

- 1) 佐藤篤司ら, 2013: 雪氷北信越 33, p. 20.
- 2) 對馬ら, 2013 第 4 回極域科学シンポジウム講演予稿集, p. 26.
- 3) Mori, T. *et al.*, 2016: *Aerosol Sci. Technol.*, **50**, 242-254.
- 4) Raatikainen, T. *et al.*, 2015: *Atmos. Chem. Phys.*, **15**, 10057-10070.