

南極内陸における表面積雪の水安定同位体比と積雪堆積環境

保科優¹、藤田耕史¹、中澤文男²、飯塚芳徳³、三宅隆之⁴、平林幹啓²、倉元隆之²、本山秀明²、藤田秀二²
¹名古屋大学
²国立極地研究所
³低温科学研究所
⁴滋賀県立大学

Water stable isotope of near surface snow and environmental snow accumulation rate in inland Antarctica

Yu Hoshina¹, Koji Fujita¹, Fumio Nakazawa², Yoshinori Iizuka³, Takayuki Miyake⁴, Motohiro Hirabayashi²,
Takayuki Kuramoto², Hideaki Motoyama² and Shuji Fujita²

¹ Nagoya University

² National Institute of Polar Research

³ Institute of Low Temperature Science

⁴ The University of Shiga Prefecture

We dug two snow pits at Dome Fuji (DF) and Meeting Point (MP) to reveal the modification of isotopic profile in the inland of Antarctica. The oxygen isotopic profile in the MP pit seems to preserve clear seasonal cycle, whereas large and several-year cycle is found in the DF pit. This DF cycle corresponds to neither seasonal cycle nor any fluctuation of air temperature in Antarctic stations. We confirm that this DF cycle could be formed by vapor condensation at the sub-surface (~20 cm depth) and variability of snow accumulation rates at DF ranging from -20 to 90 kg m⁻² a⁻¹ with several-year cycle. We conclude that the inconstant snow accumulation rate under the hyper arid environment strongly should modify the isotopic profile of sub-surface snow in the inland Antarctica.

アイコア解釈において、水安定同位体比は気温の指標として用いられる。しかし南極内陸では、降雪の同位体比には季節変化がみられるが、積雪にはこの季節変化は保存されていない。この要因は、積雪の同位体比拡散、風による大気からの水蒸気取り込みによる同位体分別のため、積雪の水安定同位体比が堆積後に変化するためであると指摘され、様々なモデル、室内実験が行われている (Johnsen, 1977; Neumann and Waddington, 2004)。しかし、表層積雪は鉛直方向に大きな温度勾配があり、水蒸気が積雪内で移動し、それに伴い雪結晶の粒形が変形することが指摘されている (Kamata et al., 1999)。この水蒸気移動による水蒸気の昇華凝結によって、水安定同位体比も変化していると考えられる。本研究では、2007/2008年の日本とスウェーデン合同の南極内陸トラバースにおいて採取された2つの表面積雪を用いることで、積雪の堆積速度に着目し、水蒸気移動による積雪の水安定同位体比の積雪堆積後の変化を示すことを目的とした。積雪試料はドームふじ (DF)、ドームふじより西に380 km離れた会合点 (MP) の表面から深さ4 mで、2 cm間隔で水安定同位体比、主要イオン濃度、トリチウムの分析を行った。年代決定は、非海塩性硫酸イオンの火山ピーク (ピナツポ、アグン)、トリチウムピークで年代を決め、薄いクラスト層、ナトリウムイオンによって、夏層を決定した。2地点の積雪試料の水安定同位体比プロファイルと比較すると、MPは季節シグナルが保存されていたが、DFには季節シグナルはみられず、数年周期の変動がみられた。DFのこの数年周期について、その形成要因を水蒸気凝結、積雪堆積速度の関係から考察を行った。雪温勾配から算出した積雪内の水蒸気移動量、積雪試料から求めた積雪堆積速度 (DFが $29.3 \pm 17.3 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 、MPが $40.7 \pm 13.1 \text{ kg m}^{-2} \text{ a}^{-1}$) から、積雪層が水蒸気の凝結する深さに滞在する時間を簡単なモデル計算を行った。その結果、積雪層が水蒸気の凝結する深さに滞在する時間は、MPは1-2年であるが、DFは1-3年でしばしば4、5年滞在することがわかった。DFの少なく不均一な積雪堆積速度が、水蒸気によって同位体比に影響を与える深さを通過させる時間を変化させるため、DFの水安定同位体比の数年周期のシグナルが形成されたと示唆された。

References

- Johnsen, S. J. (1977): Stable isotope homogenization of polar firn and ice. International Association of Hydrological Sciences Publication, Vol.118 (Symposium at Grenoble 1975-Isotopes and Impurities in Snow and Ice), 210-219.
- Neumann and Waddington (2004): Effects of firn ventilation on isotopic exchange, *J. Glaciol.*, Vol.50, 183-194.
- Kamata et al. (1999): Temperature and temperature gradient dependence of snow recrystallization in depth hoar snow, *Advances in Cold-Region Thermal Engineering and Sciences*, Vol.533, 395-402.