

南極ドームふじ氷床コアによる過去 72 万年の氷期-間氷期スケールにおけるダストフラックス変動

Glacial-interglacial scale variability of dust flux during the past 720,000 years reconstructed from the Dome Fuji ice core, Antarctica

○ 三宅隆之^{*1}, 藤井理行^{*1}, 平林幹啓^{*1}, 植村立^{*1,2}, 倉元隆之^{*1}, 東久美子^{*1}, 本山秀明^{*1}, 藤田耕史^{*3}, 堀川信一郎^{*4}, 飯塚芳徳^{*4}, 五十嵐誠^{*1}, 河野美香^{*1,5}, 鈴木啓助^{*6}, 鈴木利孝^{*7}

Takayuki Miyake, Yoshiyuki Fujii, Motohiro Hirabayashi, Ryu Uemura, Takayuki Kuramoto, Kumiko Goto-Azuma, Hideaki Motoyama, Koji Fujita, Shinichiro Horikawa, Yoshinori Iizuka, Makoto Igarashi, Mika Kohno, Keisuke Suzuki, Toshitaka Suzuki

1. はじめに

氷床コアを用いた古気候・古環境研究において、ダスト(固体微小粒子)は主に鉱物粒子から構成される陸域起源物質のプロキシールとして、よく知られている。氷床コア中のダストは、発生源となる地域の面積や地表面状態、降水量を含む水循環、さらにはダストを輸送する大気循環強度の変動によって、そのフラックスおよび粒径分布が変化するものと考えられている(Lambert *et al.*, 2008)。南極では既にドーム C (過去約 80 万年, Lambert *et al.*, 2008) やボストーク (過去約 42 万年, Petit *et al.*, 1999) などで氷床深層コアが掘削され、ダストを含むコア中成分の解析と古気候・古環境復元が進められている。氷床コアのうち、氷期サイクルの振幅が変わったとされる Mid-Brunhes Event (MBE) 以前の過去 43 万年以上にまで遡ることが可能なのは、現状では南極のドーム C とドームふじのみであり、その各種解析から得られる古気候・古環境の情報は貴重かつ有益である。本研究では、南極ドームふじ基地で掘削された第 1 期 (2503 m), 第 2 期 (3035 m) の氷床コアに含まれるダストの解析から、既に報告されている第 1 期 (Fujii *et al.*, 2003) に引き続き、両者を合わせてドームふじにおける過去約 72 万年間の氷期-間氷期サイクルスケールにおけるダストフラックス変動を復元し、気候変動との関係および変動要因の検討を行ったので報告する。

2. 方法

掘削された氷床コアは、低温室およびクリーンルームにおいて切片・融解処理による汚染除去(三宅ら, 2009)後、レーザーパーティクルカウンター (MetOne Inc, Model 211) で粒径および個数 (particles mL⁻¹) の測定を行った。粒径と個数から体積濃度に換算し、密度 2500 kg m⁻³ を乗じてダストの質量濃度 (μg kg⁻¹) を求め、これに降水量に相当する年間涵養量を乗ずることで、ダストフラックス (mg m⁻² yr⁻¹) を求めた。こうして求められたドームふじ氷床コアのダストデータは、第 1 期 (0~2400 m) と第 2 期 (2400~3028 m) をそれぞれ連続して一つのデータ系列として取り扱った。非海塩性 Ca²⁺ (以下 nss-Ca²⁺) の計算は、Röthlisberger *et al.* (2002) の式によった。

3. 結果と考察

ドームふじ氷床コア中のダストは、現在の完新世から最深部に当たる約 72 万年前の Marine Isotope Stage (MIS) 17 まで、そのシグナルが残存していることが確認された。7 回の氷期サイクルを含むこの期間を通してダストフラックスは、一貫して寒冷期である氷期中でも最終氷期最大期 (LGM) をはじめとする末期に高く、温暖期である間氷期に低いというサイクルを繰り返していた。ダストフラックスの氷期末期のピークと間氷期の差は数十倍程度と顕著に大きかった。またこれらの傾向は、ドーム C のダストフラックスと同様であり、両者のダストフラックスプロファイルは、非常に類似していた。またドームふじにおける氷期末期のダストフラックスピークの高さは、MBE を境にそれ以前のはそれ以降のものよりもやや小さくなっていた。

氷床コアの δ¹⁸O とダストフラックスを比較すると、間氷期など温暖期には相関はなく、氷期のうち最も寒冷な氷期末期など寒冷な時期には相関が見られた。またこれらの傾向は MBE 前後でも変わらなかった。これはドーム C でも見られた傾向であり、ダストフラックス変動と合わせ、氷期-間氷期サイクルスケールにおける両者の類似性は特徴的である。ドームふじとドーム C は直線で約 1500 km 離れているが、両者を含む東南極内陸高原地域において、陸域起源物質の輸送と沈着は、過去約 72 万年間均一性が高かった可能性が示唆された。

またダストのうち粒径 0.98 μm 以上の粗大粒子の割合を計算したところ、フラックス同様に変化が見られ、氷期末期に大きく、間氷期に小さくなった。ただしフラックスで見られたような MBE 前後でのピークの高さの変化は粒径においては顕著ではなく、ダストにおいてもフラックスと粒径では、氷期-間氷期サイクルの変化の影響がやや異なるものと推察された。さらに同じ陸域起源物質の指標として用いられる nss-Ca²⁺ とダストの比は、氷期のうち MIS16 で他の氷期に比較してやや高い傾向が見られた。氷期のうちでも MIS16 では、ダストの鉱物組成がやや異なる可能性が示唆された。

参考文献

- Fujii *et al.* (2003) : 320 k-year record of microparticles in the Dome Fuji, Antarctica ice core measured by laser-light scattering. *Memoirs of National Institute of Polar Research Special Issue*, No.57, 46-62.
- 三宅ら (2009) : 極域氷床深層コアの化学成分分析用試料の汚染除去前処理方法の検討, *南極資料*, Vol.53, No.3, 259-282.
- Lambert *et al.* (2008) : Dust-climate couplings over the past 800,000 years from the EPICA Dome C ice core, *Nature*, Vol.452, 616-619.
- Petit *et al.* (1999) : Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature*, Vol.399, 429-436.
- Röthlisberger *et al.* (2002) : Dust and sea salt variability in central East Antarctica (Dome C) over the last 45 kyr and its implications for southern high-latitude climate, *Geophysical Research Letters*, Vol.29, No.20, 1963, doi: 10.1029/2002GL015186.

*1 国立極地研究所
*2 琉球大学理学部
*3 名古屋大学大学院環境学研究所
*4 北海道大学低温科学研究所
*5 ゲッティングゲン大学
*6 信州大学理学部
*7 山形大学理学部

National Institute of Polar Research
Faculty of Science, University of the Ryukyus
Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University
Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University
University of Göttingen, Germany
Faculty of Science, Shinshu University
Faculty of Science, Yamagata University