

ドームふじ深層氷コアが示す氷期サイクルにおけるエアロゾル化学組成変動

Change of aerosol chemical composition during the glacial cycle recorded in the Dome Fuji ice core

鈴木 利孝 [1]; # 佐藤 弘康 [2]; 秋山 瞳 [1]; 藤井 理行 [3]

Toshitaka Suzuki[1]; # Hironori Sato[2]; Hitomi Akiyama[1]; Yoshiyuki Fujii[3]

[1] 山形大・理・地球; [2] 山形大・理・地球環境; [3] 極地研

[1] Earth Sciences, Yamagata Univ.; [2] Earth and Environmental Science, Yamagata Univ.; [3] NIPR

<http://ksgeo.kj.yamagata-u.ac.jp/>

【はじめに】南極大陸は大気循環の収束域であるため、積雪と共に地球上の様々な場所から供給されたエアロゾルが降下・堆積し南極氷床中に保存されている。エアロゾルの化学組成は供給源の環境変化を反映するため、南極氷床中の粒状物は過去の地球環境変動を評価するための重要な情報を持っている。南極大陸ドームふじ基地で掘削された第一期ドームふじ深層掘削コアは過去 34 万年まで遡る情報を記録している。このドームふじ氷コアについて、これまでイオンクロマトグラフ法を用いた溶存成分の解析が中心に進められてきた。しかし、氷床に供給される鉱物エアロゾルの多くは難溶性粒子であることが予想される。そこで本研究では、ドームふじコア中に含まれる粒状物の全分解分析により金属成分全濃度（溶存態 + 粒子態）を測定し、気候変動に伴う鉱物エアロゾルの化学組成変動を明らかにすることを目的とした。

【方法】1995-96年に採取された第一期ドームふじ深層掘削コアを試料とした。既に得られている酸素同位体比と固体微粒子の測定結果に基づき、急激な気候変動を示すターミネーションに該当する深度を中心に厚さ 5-10cm の氷片を分取した。試料中の粒状物を全て回収し溶液化するため、汚染除去後の氷片全てを融解・蒸発乾固させ、残渣を硝酸とフッ化水素酸を用いたマイクロ波分解法で全分解した。得られた溶液の Fe、Al、Mn、Sr、Ba、Na を ICPMS で測定、Mg、Ca を ICPAES で測定し、コア中全濃度を得た。

【結果と考察】大気経由で氷床に供給される Al の大部分が地殻起源とみなせる一方、Na は地殻と海洋の両方が有意な供給源である。そこでコア中 Al の全てが地殻起源であると仮定し、地殻起源 Na (Na-crust) と海洋起源 Na (Na-sea) の濃度を次式により算出した。

$$[\text{Na-crust}] = (\text{Na/Al})_{\text{crust}} \times [\text{t-Al}] \cdots (1)$$

$$[\text{Na-sea}] = [\text{t-Na}] - [\text{Na-crust}] \cdots (2)$$

ここで、[t-Al]、[t-Na] は、それぞれ Al と Na のコア中全濃度、(Na/Al)_{crust} は Taylor (1964) による平均地殻組成比である。求めた Na-sea を用いてアルカリ土類金属 Mg、Ca、Sr、Ba について非海洋画分濃度 (nssM : M は着目するアルカリ土類金属) を次式により算出した。

$$[\text{nssM}] = [\text{t-M}] - (\text{M/Na})_{\text{sea}} \times [\text{Na-sea}] \cdots (3)$$

ここで、(M/Na)_{sea} は Broecker and Peng (1982) による平均海水組成比である。さらに、Fe、Mn およびアルカリ土類金属の非海洋画分について地殻に対する濃縮係数 (EF-N) を次式により算出した。

$$\text{EF-N} = (\text{N/t-Al})_{\text{sample}} / (\text{N/Al})_{\text{crust}} \cdots (4)$$

ここで (N/t-Al)_{sample} はコア中 N/t-Al 比、(N/Al)_{crust} は平均地殻 N/Al 比である。この EF 値が 1 に近いほど、コア中粒子の化学組成が平均地殻組成に近いことを示す。

地殻風化の指標となる非海洋性アルカリ土類金属の濃縮係数は、氷期には 1 に近く、終末期から間氷期にかけて増加する傾向が見られた。EF-Mn はアルカリ土類とほぼ同様の時間変化を示す一方、EF-Fe については全ての終末期において増加傾向が見られるわけではなかった。EF-nssBa と EF-nssSr の相関性を調べたところ、両者の寄与率は 94 % と非常に高い相関性が見られた。このことから、ドームふじコア中の Ba と Sr は、気候変動に伴い同じ化学風化過程を経て空輸されたものと推察される。また、EF-Mn と EF-nssBa も有意の相関性 (寄与率 66 %) を示すことから、Mn の一部も Ba、Sr 等と同様の化学風化を経て空輸されたと考えられる。しかしながら、EF-Fe と EF-nssBa は明らかに相関性を示さなかった。これはコアにおける Fe 濃縮にはアルカリ土類や Mn のような化学風化による濃縮とは別のメカニズムがあることを示している。極めて少数ではあるが EF-Fe と EF-Mn が強い相関性を示す試料が存在し、Fe、Mn に富む粒子のイベント的混入が示唆された。以上のことから、ドームふじコア中の金属組成変化は、(1) 気候変動に依存する地表の化学風化過程の変遷と、(2) 宇宙塵・火山灰等の突発的寄与の両方を記録していることがわかる。