

ドームふじ氷床コアの Be-10 より探る宇宙線と地球環境の変動史

Exploration of historical changes in cosmic rays and global environments with cosmogenic nuclide Be-10 in Dome Fuji ice cores

堀内 一穂 [1]; 内田 智子 [2]; 坂本 優子 [1]; 松崎 浩之 [3]; 柴田 康行 [4]; 本山 秀明 [5]

Kazuho Horiuchi[1]; Tomoko Uchida[2]; Yuko Sakamoto[1]; Hiroyuki Matsuzaki[3]; Yasuyuki Shibata[4]; Hideaki Motoyama[5]

[1] 弘前大・理工・地球環境; [2] 弘大・理工・地球環境; [3] 東大・原総センター; [4] 国環研・化学; [5] 極地研

[1] Fac. Sci. Tech., Hirosaki Univ.; [2] Fac. Sci. Tech., Hirosaki Univ; [3] RCNST, Univ. of Tokyo; [4] Environ. Chem. Div., Natl Inst Environ Studies; [5] NIPR

Be-10 は宇宙線と物質との相互作用でできる宇宙線生成核種の一種である。地球上では、主に大気上層にて、銀河宇宙線及びその二次粒子と酸素・窒素原子との核破砕反応により生成される。大気上層に達する銀河宇宙線の強度は、太陽磁場や地球磁場の影響を被るため、これらの強度と逆相関を示すことが良く知られている。Be-10 の大気での生成率も、こうした理由により太陽磁場 - すなわち太陽活動 - と地球磁場強度に支配されている。従って適当な古環境アーカイブより Be-10 の長期記録を引き出すことで、過去の太陽活動や地球磁場強度変動の様子を知ることができると考えられている。また太陽系近傍での超新星爆発などにより、系外から太陽圏に届く宇宙線の強度が上昇した場合にも、その痕跡は Be-10 記録に残されるはずである。何れのメカニズムにおいても、地球大気に達する銀河宇宙線の強度の上昇は、大気イオン化などを通して地球環境を変化させ得る。太陽の歴史的変動が数百年から数十年程度の気候変動を招いたという仮説の真偽は未だ確定しておらず、また地表に達する宇宙線の強度変動が生命の歴史に影響を与えたとの古典的な仮説も根拠を失っていない。このような興味深いテーマに取り組む一つの可能性が、南極大陸で掘削されたドームふじ氷床コアの Be-10 分析である。

古環境アーカイブとしての南極大陸の氷床コアには、Be-10 の長期記録を得るための大きな利点がある。その一つは、海底コアなど他の長期古環境アーカイブに比べて、生成率の情報についての擾乱要因が少ないと予想されることである。Be-10 は生成後にエアロゾルなどに吸着して降下するが、海底コアや湖底コアの Be-10 記録では、大気での降下過程に加えて水中での堆積過程が生成率の情報を隠す原因になり得る。また、記録の媒体となる堆積物自体の起源や組成の変動が、生成率の情報を隠す決定的な原因になることも多い（例えば Horiuchi et al., 2003）。従ってそこから生成率の情報を引き出すためには、極めて慎重な取り扱いが必要になる。氷床コアの記録媒体は起源や組成が「一定」の雪氷であり、考慮すべき擾乱要因は大気での降下過程（すなわち気象学的影响）にほぼ絞られる。またこうした気象学的影响を正確に除去するためにも、多くの古気候プロキシが同時に得られる氷床コアは極めて有利な条件にある。さらに南極大陸内陸部の氷床コアでは、他の大陸から得られた氷床コアより生成率情報の擾乱が少ないことが既に報告されている（例えば, Bard et al., 1997）。過去の宇宙線の強度変動を復元するためには、同じく宇宙線生成核種である C-14 の記録を使うこともできる。しかし C-14 は、炭素循環変動の大きな影響を取り除く必要があることに加えて、適用範囲が過去 5-6 万年と短いことが問題になる。過去 100 万年間の連続記録が得られる可能性のあるドームふじ氷床コア（藤井, 2006）は、この点においても優れた記録媒体と言えよう。

我々は 2004 年度より、ドームふじ氷床コアから Be-10 の長期記録を得る試みを開始した。これまでに、テスト試料を用いて分析の実現可能性を検討し、加えて実際のドームふじ氷床コアを対象にした Be-10 分析も開始している（例えば, Horiuchi et al., 2006）。その手始めとして歴史時代を対象に Be-10 の分析を行った結果、それぞれ有名な太陽活動衰退期に対応する 4 回の Be-10 増大期が見出された。すなわち、ウォルフ極小期（西暦 1280~1340 年）、シュペラー極小期（西暦 1420~1540 年）、マウンダー極小期（西暦 1645~1715 年）、及びドルトン極小期（西暦 1795~1820 年）である。こうした Be-10 の増大は、太陽活動の衰退にともない太陽磁場の強度が低下し、これにより逆に大気圏に到達する銀河宇宙線の強度が増すことで、大気での Be-10 の生成率が上昇した結果と解釈できる。

このように、ドームふじ氷床コアの Be-10 記録は、過去の宇宙線変動を良く反映したものである可能性が高い。今後より古い時代まで遡って Be-10 の連続記録を得る努力を続けるつもりである。

文献:

Bard, E et al., 1997, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 150, 453-462.

Horiuchi, K. et al., 2003, *Geophys. Res. Lett.*, 30(12), doi:10.1029/2003GL017488.

Horiuchi, K. et al., 2006, submitted to *Nucl. Instr. and Meth. B*.

藤井理行, 2006, 日本地球惑星科学連合ニュースレター, 2, 3-5.