

元素濃度の季節変動による極域氷床コア中の年層の同定

Identification of annual layers in polar region ice cores by seasonal variations in chemical concentrations

山田 隆二[1], 陶 冠紅[2]

Ryuji Yamada[1], Guanhong Tao[2]

[1] 防災科研, [2] 防災研

[1] NIED, [2] National Res. Inst. Earth Sci. Disaster Prevention

古気候及びその変動を知る上で、氷床コアが有効な媒体であることは多くの例で示されてきた。有効である主な理由は、気候の指標となる気温が安定同位体比分析により直接示されること、変動解析において最も重要な要素である時間軸の解像度が高いこと、氷に閉じこめられている物質があまり移動していないことが期待できることなどである。一方、人工の汚染源から遠く離れ、過去の変動が乱されずに記録されているような氷床は、極域・高山域などの限られた場所に存在し、そこに含まれる物質濃度は極めて低いという特徴も持つ。

我々は、近年能力の向上がみられる誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) による低濃度分析によって、氷床コア中に記録された詳細な気候変動を明らかにすることを試みた。目的は、時間解像度を上げることと、従来は分析できなかった低濃度元素をシグナルとして利用可能にすることである。試料の消費量を減少させること、及び、低濃度分析を可能にするための処理中の汚染防止に着目した。その結果、ICP-MS によって、約 0.1ml の水試料から ppt レベルの各種元素分析が可能となった。主な要因は以下の3点である。1. 汚染防止：コアの切断は、セラミック製のナイフを用いて、-20 の低温室内に設置したクラス 100 のクリーンベンチ内で行った。分析前処理には、十分に洗浄された総プラスチック製の装置・容器を用いた。作業は全て、クラス 1000 以下のクリーンルームに設置されたクラス 10 以下のクリーンベンチ内で行った。2. 新型ネプライザーの導入により、試料消費量を飛躍的に減少させた。3. プラズマ温度をコントロールすることで、39K, 40Ca, 56Fe におけるアルゴン及びその化合物による妨害を減少させた。

北極域カナダ、Devon Island (緯度 75.3°N、経度 82.3°W) より採取した表層から約 15m 長の氷床コア試料 (上部約 3m は積雪状態) を用いて、実際の変動を解析した。切断間隔は 2cm である。分析対象成分は、Na, Mg, Al, K, Ca, Fe, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb, U である。分析した結果、元素濃度範囲は、1 ppt レベル (U) から 10 ppb レベル (Na) まで広範囲にわたった。全ての対象とした元素について周期的な変動パターンを確認する事ができた。最も顕著に認められる周期はコア長で約 40-50cm である。それぞれの周期、及びピークの位置は互いにほぼ一致する。また、元素濃度の変動と比較対照するために、同じコア試料から酸素・水素の安定同位体比分析も行った。切断間隔は 4cm である。安定同位体比でも、周期がコア長で約 40-50cm の変動が確認できた。これは気温の季節変動を反映していると考えられる。

周期的な変動が元素濃度と安定同位体比で認識され、それぞれの周期がほぼ一致した。これにより、元素濃度も季節変動を示していると考えられる。元素濃度の変化のピークは安定同位体比のものよりも明瞭である。そのため、安定同位体比の変動では 2 つのピークが近接しており、分離が困難である場合でも、元素濃度の変化でははっきりと分離が可能である。確実な年層の同定には両者を併せて行うことが有効であることが示された。

年層間隔が狭いより深部のコアの年層同定、あるいは、さらに高い時間解像度での年層同定を行うためには、コア試料の切断間隔を狭くすればよい。今回 2cm の間隔で切断したのはナイフを用いることによる制約である。より細かく切断するには、例えばセラミック製の回転カッターの導入が考えられるが、装置からの油の飛沫など、汚染の問題を解決する必要がある。