

原生代後期の氷河堆積物を覆う縞状炭酸塩岩のドロマイト問題と全球凍結仮説

Dolomite problem of Neoproterozoic cap carbonate and snowball earth hypothesis, Otavi Group, Namibia

東條 文治[1], 川上 紳一[2]

Bunji Tojo[1], Shin-ichi Kawakami[2]

[1] 名大・環境学, [2] 岐阜大・教育

[1] Nagoya Univ., [2] Fac. Educ. Gifu Univ.

原生代後期の氷河堆積物を覆う炭酸塩岩はキャップカーボネートと呼ばれ、原生代後期の氷河イベントを理解する上で重要な鍵と考えられている。原生代後期の氷河堆積物は世界的に分布し、古地磁気データなどから当時の赤道域にまで氷河が発達されたと考えられている。キャップカーボネートはこの氷河堆積物を覆い、その最下部に大きな炭素同位体比の負のシフトを示す。この値がマントル起源の値にまで下がることなどから、全球的に地球が凍結したのではないかと仮説が提案されている。

原生代後期の氷河堆積物とそれを覆う炭酸塩岩（キャップカーボネート）の対は世界的に複数の層準で見られる。興味深いことに、世界的にキャップカーボネートの最下部はドロマイトであることが知られている。ドロマイトの成因についてはさまざまな研究にもかかわらず、いまだにその全貌は明らかでない。一般にドロマイトは石灰岩の続成・変質作用によって形成されと考えられている。確かに先カンブリア代の炭酸塩岩におけるドロマイトの比率は一般に非常に高いが、キャップカーボネートについては、その上に石灰岩が堆積しているにもかかわらず必ず最下部はドロマイトとなっている。これを、単により後の時代の続成・変質作用で説明することは難しく、これはキャップカーボネートのドロマイト問題とされている。

ナミビアで見られる下位のキャップカーボネート（Rasthof formation）は最下部約 15m は縞の発達したリズムマイトで、その上にはストロマトライト状の構造が 200m 以上続く。このリズムマイトの部分を実験室でサンプリングし、走査型蛍光 X 線分析装置によって元素のプロファイルを作成した。このデータから、リズムマイトの部分には Ca, Mn が 1m 程度の層厚で周期的に変化するサイクルが見られた。これは粘土鉱物や Fe などに富む非常に薄い層、細かな縞を持つカルサイトに富む層、そしてやや縞の厚いドロマイトに富む層へと変化するサイクルで、10 数サイクルが確認できる。一般的にドロマイトは続成作用によって形成されたものである可能性があるため、このサイクルが初成的な海洋環境の変化を反映したものであるかどうか判断することは、この露頭の観察だけでは難しい。そこで、側方に Rasthof formation を追跡した。

最大で 10 km 以上離れた合計 8 つの地点で柱状図を取り、タービダイトやサイクルの粘土鉱物や Fe に富む層の対比をおこなった。リズムマイトの部分のサイクルは各露頭でよく対応し、これが局地的な続成作用などによる見かけのサイクルではないことが分かった。また、スランプ堆積物には粘土鉱物や Fe に富む層や、細かな縞を持つカルサイトに富む層のブロックがドロマイトのマトリクスに取り込まれており、これらの観察もこのカルサイト・ドロマイトサイクルが初成的なものであることを支持する。

ドロマイトについてのこれらの測定・観察データから炭酸塩岩が堆積後地下数メートルの時点ですでにドロマイト化していたことを示している。これをうまく説明するドロマイト化のプロセスはわずかであるが、近年のキャップカーボネートについての硫黄同位体比の研究によると、この時代に全球凍結が起きたと考えられるより整合的な結果が得られることがわかった。