ナミビアに分布する原生代後期のダイアミクタイト中に挟まれる縞状鉄鉱層とスノーボール・アース仮説

Neoproterozoic banded iron-formation interbedded with diamictite in Namibia and
“Snowball Earth” hypothesis

東條文治¹・斎藤 良²・勝田長貴³・川上紳一⁴・大野昭文⁵

Bunji Tojo¹, Ryo Saito², Nagayoshi Katsuta³, Shin-ichi Kawakami⁴, Terufumi Ohno⁵

2004 年 1 月 14 日受付. 2004 年 4 月 22 日受理.

¹ 名古屋大学大学院環境学研究科. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Nagoya 464-8602, Japan

² ヴュルツブルグ大学. Institut fuer Palaeontologie der Universitaet Wuerzburg, Wuerzburg, Germany

³ 名古屋大学大学院環境学研究科. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Nagoya 464-8602, Japan

⁴ 岐阜大学教育学部. Faculty of Education, Gifu University, Gifu 501-1193, Japan

⁵ 京都大学総合博物館. The Kyoto University Museum, Kyoto University, Kyoto 606-8601, Japan

世界各地に分布する原生代後期の地層には、層厚が数 100 m にもおよぶダイアミクタイトが含まれている。ダイアミクタイトとは、粘土から巨礫まで含む塊状無構造の碎屑性堆積岩のことで、成因としては氷河性のものから土石流堆積物、海底地すべり堆積物などさまざまある。原生代後期のダイアミクタイトについては長い議論の末に氷河性であることが明らかになってきたが、このダイアミクタイトを覆って炭酸塩岩が堆積していること、縞状鉄鉱層（以後 BIF）が挟まれていることなど、他の時代にはない特徴が目立ってきた。特に BIF は約 19 億年前以降には堆積がなく、この時代に突然再び堆積が見られるため、その成因が大きな謎となっていた。近年注目されるようになった全球凍結仮説（Kirschvink, 1992; Hoffman and Schrag, 2000）では、何らかの理由で海洋表層が全面的に凍結すると生物の光合成がほとんど停止し、大気からも酸素が供給されないため、海洋が還元的になり鉄イオン

が蓄積され、氷床が消滅したときに酸化して堆積したと解釈されている。ナミビアでは、カラハリ地塊、コンゴ地塊の縁で堆積したダイアミクタイト中に BIF が見られる。層厚も数 m ～ 10 数 m 程度で小規模だが成層しており、BIF の層準よりも下の層準で BIF の礫はまったく見られないため、ダイアミクタイトに挟まって初生的に堆積したと考えられる。しかし、地球が全球凍結状態から温暖な状態に移行したときに BIF が堆積したという解釈にはまだ問題がある。この解釈によると BIF はダイアミクタイトを覆うように堆積すると期待されるが、実際には BIF はダイアミクタイトに挟まれており、BIF 堆積後も氷河時代は続いたので全球凍結仮説とは矛盾しているという反論である。この反論に対しては、BIF の上下のダイアミクタイトがそれぞれ氷河性であるという認定が必要である。これまでの原生代後期のダイアミクタイトの成因論では BIF の上下を区別してこなかった。これらのダイ

アミクタイトは岩相の側方変化が非常に大きく、沖合いの堆積環境では相対的に BIF の上位のダイアミクタイトが薄くなる傾向が認められることから、BIF を覆うダイアミクタイトは氷河性ではなく全球凍結状態から温暖な状態に急速に移行するときに融水に関係して形成された土石流堆積物である可能性もある。原生代後期のダイアミクタイトと BIF の研究は全球凍結仮説の成立に大きな貢献をし、気候学や生物学へ大きなインパクトを与えたが、堆積学的研究による再検討が全球凍結仮説の検証の鍵として再び注目を集めている。

第 1 図 上左: 露頭の位置とコンゴ、カラハリ両地塊の分布。1, プラス克蘭ツ。2, オツジョマテンバ。3, ヴィンガークリップ。上中: プラス克蘭ツでダイアミクタイト（Bläskrans Formation）中に挟まれる縞状鉄鉱層の露頭遠景。上右: プラス克蘭ツでの柱状図。下: Bläskrans Formation でみられる縞状鉄鉱層。ハンマー 30 cm。

第2図 オツジョマテンバでみられるダイアミクタイト (Chuos Formation)。この写真でみられる礫は下位の炭酸塩岩起源であるが、基盤の変成岩の礫が含まれることもある。細粒の砂や粘土の分布は鉄が多く含まれており、赤みを帯びた色を示している。鉄分が溶脱し氷河堆積物中で再堆積したことを示す構造が認められることから、BIFと考えられているものは氷河堆積物が堆積後二次的に鉄が濃集したという解釈もある。

第3図 オツジョマテンバでみられる縞状鉄鉱層 (Chuos Formation) とオツジョマテンバでの柱状図。厚いダイアミクタイトにはさまれる。鉄に富んだ層と珪素に富んだ層が互層している。こうした堆積構造は、ダイアミクタイトが堆積する間に縞状鉄鉱層が初生的に堆積したことを示す。

第4図 ヴィンガークリップでみられる縞状鉄鉱層 (Chuos Formation) の研磨試料。明るい色の鉄に富んだ層と暗赤色の石英に富んだ層が1 cm 程度の厚さで互層する。また、より細かな1 mm 以下の厚さのラミナも観察される。

第5図 ヴィンガークリップでみられる縞状鉄鉱層 (Chuos Formation) の薄片写真 (左: オープンニコル, 右: クロスニコル)。赤鉄鉱と石英の細かな粒子からなる。細かいラミナが発達しており、礫など粗粒碎屑物の供給が少なくなった静穏な環境で堆積したことを示す。

文 献

Kirschink, J. L., 1992, Late Proterozoic low-latitude global glaciation: The snowball earth, *In* Schopf, J. W. and Klein, C., eds.,

The Proterozoic biosphere: New York, Cambridge University Press, 51-52.

Hoffman, P. F. and Schrag, D. P., 2000, Snowball Earth, *Scientific American*, **282**, 62-75.