

太古代 BIF の化学組成構造とその成因 Origins of chemical structures in Archean BIFs

勝田 長貴^{1*}, 清水 以知子², 高野 雅夫⁴, 川上 紳一¹, H. Helmstaedt³, 熊澤 峰夫⁴

KATSUTA, Nagayoshi^{1*}, SHIMIZU, Ichiko², TAKANO, Masao⁴, Shin-ichi Kawakami¹, H. Helmstaedt³, Mineo Kumazawa⁴

¹ 岐阜大学教育学部, ² 東京大学理学系研究科, ³ Queen's Univ. Canada, ⁴ 名古屋大学大学院環境学研究科

¹ Faculty of Education, Gifu University, ² Graduate School of Science, University of Tokyo, ³ Queen's Univ. Canada, ⁴ Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Uni

本発表では、現在我々が解析を進めている太古代縞状鉄鉱層 (banded iron-formations) の縞構造の成因 (Katsuta et al. in press) を、他地域の BIF の化学組成構造と比較し考察する。解析試料は、北西カナダ・イエローナイフ・グリーンストーン帯の Bell Lake 地域に露出する 29~28 億年前の BIF であり、研究方法は、顕微鏡による岩石学的解析と、SXAM、EPMA ならびに SEM-EDS を用いた蛍光 X 線分析である。

Bell Lake BIF は、センチメートルスケールの Fe-rich メソバンドと Si-rich メソバンドの繰り返しからなる縞構造に特徴づけられる。顕微鏡下において、構成鉱物は完全に再結晶し、変成鉱物に置き換わっている。Fe-rich メソバンドは、普通角閃石、磁鉄鉱とグリユネ閃石から構成され、一方、Si-rich メソバンドは、石英、磁鉄鉱と微量のアクチノ閃石から成る。この他に、黄鉄鉱、燐灰石とスチブノメレンがごく微量に含まれる。角閃石の配向で定義される片理面はほとんどのところで組成縞と平行であるが、ごく稀に見られる層間褶曲の軸部などで局所的に片理面がバンド境界面を切っている。このことから、Fe-rich メソバンドと Si-rich メソバンドは変成作用より以前から存在した構造と見なすことができる。

EPMA 分析の結果から、Fe-rich メソバンドと Si-rich メソバンドの Ca 角閃石において、Al₂O₃ 含有量に大きな差が認められた (普通角閃石は 7.50 wt%、アクチノ閃石は 0.54 wt%)。アルミニウムは不移動元素であることから、Ca 角閃石の Al₂O₃ の差は、先駆物質のバルク組成の差に起因すると見なすことができる。このことは、西オーストラリア・Hamersley 地域の低変成 BIF で提唱されているシリカの圧力溶脱作用 (Trendall, 1983) では Fe メソバンドの形成過程を説明することが困難である (Morris, 1993) ことを意味する。Fe-rich メソバンド中の Al や Ca の起源としては、その構成鉱物とともに、Bell Lake BIF は大陸縁辺が分裂したときに出現したリフト帯で形成したことから (Muller et al., 2005) 海底火山活動で生じた苦鉄質な火山砕屑物であると見なすことができる。また、Fe-rich バンドの繰り返しは、湧昇流 (Ohmoto et al., 2006) による火山砕屑物の周期的な供給 (Morris, 1993) を反映するものと判断される。

Bell Lake BIF の Si-rich メソバンドには、磁鉄鉱に富むミリメートルスケールのバンドが少なくとも数枚含まれている。この微細なバンドは一般にマイクロバンドに区分され、Hamersley 地域や Kuruman 地域 (南アフリカ) の低変成 BIF を含め世界中の BIF で確認されている (Klein, 2005)。マイクロバンドは、海底での形成時の初生構造と見なされている。その形成過程は、鉄酸化細菌による化学沈殿作用と関連付けて議論されており、マイクロバンド 1 枚が年層であると考えられている (Trendall, 1983)。また、近年、この考えを支持する実証実験が行われている (Posth et al., 2008)。一方、Bell Lake BIF のマイクロバンドについては、先に述べた構成鉱物が完全に再結晶していること、石英が細粒の磁鉄鉱を結晶粒界移動していること、から、バンドの厚さや間隔は、初生構造から変化していると思なすことができる。

SXAM マッピングの解析から、Fe-rich メソバンドの中央部には Ca が濃集し、その両側に Mn の濃集層が存在することが明らかとなった。Ca は普通角閃石、Mn はグリユネ閃石のモード組成に対応する。この Fe-rich メソバンド内に見られる化学組成の対称性は、今回太古代 BIF で初めて見つかった化学組成構造である。これまで、BIF のメソバンドの化学組成構造は、原生代の低変成 BIF で観察されており、極性 (グレーディング) を持つ化学ゾーニングは、突発的な嵐で生じた潮流 (Paufahl and Fralick, 2004) や続成過程で生じた Fe の分離作用 (Lescellias, 2006) と関連付けて議論されている。Hamersley 地域の BIF では、Mn と Ti が Si-rich の赤色メソバンドと接する Fe-rich の黒色メソバンドの上下の境界に濃集することが micro-XRF 分析により明らかとなっている (Matsunaga et al., 2000)。Ti は熱水変質作用に対して不移動元素であることから、バンド境界に見られる化学組成構造は、海流の変化を示す初生構造として解釈されている。Bell Lake BIF にも、Fe-rich メソバンドに Mn の濃集が見られるが、Ti は数ミクロンの微粒子として Fe-rich メソバンド中にほぼ均質に分布している。この微粒子は、SEM-EDS 分析からウルボスピネルからなる。したがって、Fe-rich メソバンドに見られる Ca や Mn の分布は、変成分離作用で生じた二次的な化学組成構造であると考えられる。

Reference

Katsuta, N., Shimizu, I., Helmstaedt, H., Takano, M., Kawakami, S., and Kumazawa M. (in press), Major element distribution in Archean banded iron-formation (BIF): Influence of metamorphic differentiation. *Journal of Metamorphic Geology*.

キーワード: 縞状鉄鉱層, 化学組成構造, 元素マッピング, メソバンド, ミクロバンド

Keywords: banded iron formation, chemical structure, elemental mapping, mesoband, microband