

東太平洋海膨 Hess Deep (IODP Site U1415) で採取された斑れい岩中の単斜輝石 オイコクリストの形成過程: 高速拡大軸下の多様な組成のマグマの注入

貝瀬 長門・前田仁一郎(北大・理)

地球表層の 6 割以上を占める海洋地殻は上位から海洋性堆積物, 玄武岩質溶岩, シート状岩脈群, 斑れい岩という構成になっている. 高速拡大軸を形成している海洋地殻の 3/4 は斑れい岩で構成されており, その斑れい岩の鉱物組み合わせ, 組織, 化学組成はマントル由来メルトの移動や結晶化作用のプロセスを記録している(Gillis et al. 2014). 2012 年 12 月~2013 年 2 月に掛けて IODP (統合国際深海掘削計画) Expedition 345 (Gillis et al. 2014) が行われ, 高速拡大軸である東太平洋海膨 Hess Deep から世界で初めて海洋地殻下部の未分化斑れい岩のコア試料が掘削された. これにより未解明である海洋地殻の形成プロセスや地殻深部で起きているマグマの結晶作用等の解明が期待されている.

中央海嶺斑れい岩にはしばしばトロクトライト質 (Mg に富むかんらん石 + Ca に富む斜長石) 基質に単斜輝石オイコクリストが含まれることがある. オイコクリストとは斑れい岩中であって, 比較的小さな結晶 (チャダクリスト) をポイキリティックに含む大きな結晶を指す. オイコクリストとして最も一般的なものは斜長石をチャダクリストとして含む単斜輝石である. 中央海嶺玄武岩質マグマ中の鉱物の晶出順序(Ol→Ol + Plag→Ol + Plag + Cpx)を考慮すると, マグマがまだ Mg を富む比較的未分化な状態で高い Mg#を持つ単斜輝石が晶出することの説明は容易ではない. MORB 結晶作用の順序と単斜輝石オイコクリストが自形の斜長石チャダクリストを含むことから, かんらん石 + 斜長石よりも単斜輝石オイコクリストの晶出が遅いように見える. しかしトロクトライト基質の斜長石は単斜輝石オイコクリストの周囲を取り巻く流理様構造を持って配列しており, この部分の観察では基質斜長石よりも単斜輝石オイコクリストの晶出が早いように見え, 晶出順序に関しても理解が難しい. また基質部分にはかんらん石が十分に存在するにもかかわらず, かんらん石はチャダクリストとして存在しない. このように単斜輝石オイコクリストの形成プロセスは十分に理解されていない. 最近ではかつての単純な閉鎖系としてふるまう中央海嶺下の大きなマグマ溜まり像とは異なり, 比較的小規模なマグマの繰り返し注入が想定されている. 従ってマグマ結晶作用は大変複雑である可能性があると考えられる. トロクトライト中の単斜輝石オイコクリストもそのような複雑なマグマ結晶作用に関連して形成された可能性があり, 単斜輝石オイコクリストの詳細な検討が望まれている.

本研究では IODP Expedition 345 で掘削された Hole J の 15.73-15.75 mbsf から得られた試料に含まれる単斜輝石オイコクリストに対して、極めて詳細に分析・検討を行った。単斜輝石オイコクリストに対して EPMA を用いて元素マッピングと 2 本のライン分析(LINE A, LINE B) を行い、単斜輝石オイコクリストを化学組成の違いに基づき 4 つのドメイン(Core, Intermediate, Rim, Near Chada)に分類した。Intermediate ~ Rim に掛けては連続的に化学組成が変化し Hess Deep の一般的な単斜輝石のトレンドと一致しているが、Core ~ Intermediate に掛けては明らかな組成不連続があり Core の組成は一般的な単斜輝石のトレンドと一致しない。基質部のカンラン石と平衡共存可能な単斜輝石オイコクリストの部分は Rim のみであり、単斜輝石圧力計(Nimis et al. 1998) で計算した晶出時の圧力は Rim のみやや低い傾向がある。QUILF プログラム (Anderson et al. 1993) を用いて単斜輝石の晶出温度の計算した結果、ドメイン毎に有意な違いは見られなかった。これらの結果、次のような単斜輝石オイコクリスト形成プロセスが想定される。

1. 比較的 Ti, Al, Cr に乏しいマグマ 1 が単斜輝石 1 を晶出
2. マグマ 1 とは異なる比較的 Ti, Al, Cr に富むマグマ 2 が単斜輝石 1 を部分的に溶解させる。
3. 部分的に残った単斜輝石 1(Core)の周囲にマグマ 2a から単斜輝石 2 が晶出し (Intermediate) を形成。
4. 結晶分化作用によってマグマ 2a のより分化したマグマ 2b から Rim が形成した。Rim の形成と同時に基質の Ol と Plag が晶出。

本研究で取り扱った単斜輝石オイコクリストは中央海嶺下で多様な組成のマグマが混合して形成したものであることが示唆された。

引用文献

Gillis et al., 2014. doi:10.1038/nature12778

Anderson et al., 1993. Computers & Geosciences Vol. 19, No. 9, pp. 1333-1350

Nimis et al., 1998. Contributions to Mineralogy and Petrology, 133, 122-135