

蛇紋石化に伴って形成されたオリビン中に発達する鉄の縞状ゾーニング Heterogeneous distribution of Fe in olivine induced by serpentinization

安東 淳一^{1*}, 大藤 弘明², 浦田 義人¹, 村田 恵子³, 前川 寛和⁴

Jun-ichi Ando^{1*}, Hiroaki Ohfuji², Yoshito Urata¹, Keiko Murata³, Hirokazu Maekawa⁴

¹広島大学理地球惑星, ²愛媛大学地球深部研, ³神戸女子大学文学部, ⁴大阪府立大学理物理科学専攻

¹Hiroshima Univ., ²Ehime Univ., ³Kobe Women's Univ., ⁴Osaka Prefecture Univ.

マントルを構成するオリビンの蛇紋石化の過程は、鉄をはじめとする化学組成の変化をとともなう。オリビンから吐き出された鉄は主に酸化鉄鉱物を形成させるが、また、周囲の環境を還元的にし、この反応が生命の起源に関係するという研究がなされている。従って、実際のマントル条件下におけるオリビンの蛇紋石化の際に、鉄を代表とする元素がどのような挙動をしているのかを調べる事は、主にマントルウェッジにおける元素移動や蛇紋石化中の元素収支を把握する為に重要である。

Murata et al. (2009a,b)は、マリアナ海溝沿いに露出している蛇紋岩海山から採取した蛇紋岩化したカンラン岩を研究し、オリビン中に鉄に富む縞状のゾーニングを発見し、その成因をオリビンが蛇紋石化する際に生成された鉄に富む流体に起因すると考察した。本研究では、この鉄に富む縞状ゾーニングの成因をより詳細に調べる事を目的に、透過型電子顕微鏡(TEM)と分析電子顕微鏡(AEM)を用いた微細組織観察および微小領域の化学組成分析を行った。

この縞状ゾーニングは、アンチゴライト化した部分に接する領域にのみ発達し、その縞の間隔は約4.5umという特徴を持つ。集束イオンビーム装置を用いて縞状ゾーニングに直交する方向にTEM観察用の薄膜を作成し、その微細組織の詳細を調べた。その結果、鉄に富む縞状部分にはバーガーズベクトル[100]の転位から構成されている(100)亜結晶粒界が存在している事が分かった。AEMを使用した化学組成分析の結果は、亜結晶粒界から離れた領域のオリビンの化学組成は約Fo92mol%であるが、亜結晶粒界に向かって鉄の含有量が増え、亜結晶粒界の極近傍(幅約0.9um)では約Fo88mol%となっている事を示す。従ってAEMの結果は、間違いなく(100)亜結晶粒界に沿ってFeが濃集している事を示している。この事から、鉄に富む縞状ゾーニングの形成過程は以下の様に考える事ができる。まず、オリビンが[100]のバーガーズベクトルを有する転位が活動的な転位クリープ条件で塑性変形し、その結果(100)亜結晶粒界が形成される。その後、蛇紋石化に伴って、アンチゴライトが生成される。その際、アンチゴライトに接した部分に存在する亜結晶粒界にのみFeが濃集される。Feの濃集のメカニズムとして最も考えられる過程は、亜結晶粒界を構成する転位の転位芯に沿ってFeが拡散し(パイプ拡散)、それにより、転位芯沿いに存在するMgがFeと相互拡散し、Feが濃集する事である。また、Feの起源は、Murata et al. (2009a, b)が示唆している様に、オリビンが蛇紋石化する際に生成された鉄に富む流体の可能性が高い。

本カンラン岩を構成するオリビンの縁には、二次オリビンと記述されているFeに富む粒子が存在している。この二次オリビンの成因も、Feに富む縞状ゾーニングと同様に、蛇紋石化する際に生成された鉄がオリビン中に拡散し形成されたと考えられる。従って、これらの事から、蛇紋石化する際にオリビンから吐き出された鉄の一部は、その直後にMg-Fe相互拡散によって再度オリビン中に取り込まれている事が理解できる。

キーワード:鉄のゾーニング,蛇紋石化,パイプ拡散,亜結晶粒界,塑性変形

Keywords: Fe-zoning, Serpentinization, Pipe diffusion, Subgrain boundar, Plastic deformation