

焼結したディオプサイド細粒多結晶体の粒成長 Grain growth in sintered polycrystalline diopside

坪川 祐美子^{1*}; 石川 正弘¹
TSUBOKAWA, Yumiko^{1*}; ISHIKAWA, Masahiro¹

¹ 横浜国立大学大学院

¹Yokohama National University

地球内部において、結晶粒径は様々な環境下により 10~100 倍程度に変化する。結晶粒径は岩石物性を考える上で重要なパラメータの一つであり、特に拡散クリープにおいて岩石の粘性率は結晶粒径に強く依存する。本研究では、結晶粒径がサブミクロン~数 μm の小さな粒子に注目し、かんらん岩・はんれい岩の主要造岩鉱物である単斜輝石の一種、ディオプサイドのナノ粉末を出発物質とした粒成長実験を行った。

本研究には、ヘデンバージャイト ($\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$) 成分の異なる 2 種類のディオプサイド単結晶 (単結晶 I : $\text{Ca}_{0.99}\text{Na}_{0.01}\text{Mg}_{0.97}\text{Fe}_{0.03}\text{Si}_2\text{O}_6$ 、単結晶 II : $\text{Ca}_{0.97}\text{Na}_{0.02}\text{Al}_{0.02}\text{Mg}_{0.86}\text{Fe}_{0.13}\text{Si}_2\text{O}_6$) を用いた。2 種類の単結晶は平均粒径 $1\mu\text{m}$ 以下まで粉碎し、得られた粉末を 2MPa で一軸加圧成型し、常圧または真空にて温度 1130~1280 °C、保持時間 2 時間または 6 時間で焼成した。熱処理後の各焼結体は、表面組織観察を走査型電子顕微鏡 (SEM) で行い、焼結体の同定には X 線回折分析 (XRD)、蛍光 X 線分析 (XRF)、ラマン分光分析および SEM-EDS 装置による元素マッピングを行った。

得られた焼結体の表面組織観察を行った結果、より高温または長時間の焼成を行うことで粒成長・緻密化が進行した。また、より平均粒径の小さい原料粉末を用いると焼結体の平均粒径も小さくなった。

時間の経過に伴い連続的な平均粒径の増加が認められた焼結体について、現象論的に知られている粒成長の式 (e.g. Burke, 1966) から粒成長係数 n と速度定数 k ($\mu\text{m}^n/\text{s}$) をそれぞれ求めた。下式において、 D_f (μm) は時間 t (s) 焼成後の焼結体の平均粒径、 D_0 (μm) は粉末の平均粒径である。

$$D_f^n - D_0^n = kt$$

粒成長係数 n と速度定数 k は、それぞれ単結晶 I を原料とした粉末を用いた場合に $n=2.59$, $\log_{10}K=-3.3$ 、単結晶 II を原料とした粉末を用いた場合に $n=2.64$, $\log_{10}K=-4.8$ が求められた。本実験結果から得られた n および k の値を、先行研究で行われたアノーサイトおよびかんらん石の常圧における粒成長実験結果と比較を行った。その結果、理論的に粒成長の律速過程のみに依存するとされる粒成長係数 n の値は、アノーサイト ($n=2.6$, Dresen et al., 1996) およびかんらん石 ($n=2\sim 3$, Karato, 1989) と近い値をとることがわかった。

キーワード: 粒成長, 焼結, ディオプサイド, 多結晶体

Keywords: grain growth, sintering, diopside, polycrystalline