

コーサイトのその場観察高温高压変形実験 In situ deformation experiments of coesite at high-pressure and high-temperature

土居峻太^{1,*}, 西原遊¹, 鈴木昭夫², 亀卦川卓美³

¹愛媛大学 GRC, 〒790-8577 愛媛県松山市文京町 2-5

²東北大学理学研究科, 〒980-8578 宮城県仙台市 青葉区荒巻字青葉 6-3

³KEK IMSS, 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

Shunta DOI^{1,*}, Yu NISHIHARA¹, Akio SUZUKI², Takumi KIKEGAWA³

¹GRC, Ehime University, 2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, Ehime, 790-8577, Japan

²Tohoku University, 6-3, Aramaki Aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, 980-8578, Japan

³IMSS, KEK, 1-1, Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801, Japan

1 はじめに

2007年にサモアホットスポットの溶岩に大陸地殻物質の痕跡が見つかり^[1]、大陸地殻が地球深部まで沈み込むことが示唆されている。大陸地殻は上部マントルと比較して SiO₂や放射性元素に富み、深部への運搬量は地球内部での化学組成や熱史に大きな影響を与える可能性がある。コーサイトの粘性率に関する研究^[2]に基づいた数値対流シミュレーションによると毎年 2.2 km³の大陸地殻が沈み込む^[3]。しかし Renner *et al.* [2]の実験条件は深さ 120 km より低い圧力領域に限られており、変形強度の圧力効果を含めていない。本研究では圧力依存性を含めた流動則の決定を目的に、深さ 90-270 km に相当する圧力下においてコーサイト多結晶体のその場観察一軸圧縮実験を行った。

2 実験

D-DIA 型及び D111 型高压変形装置を用いた一軸圧縮実験を高エネルギー加速器研究機構の PF-AR、NE7A で行った^[4]。D-DIA 型では一辺 7 mm の立方体 (Mg,Co)O 圧力媒体を TEL5 mm の WC と cBN のアンビルで圧縮した。D111 型では一辺 10 mm の八面体 (Mg,Co)O 圧力媒体を TEL5 mm の WC と cBN のアンビルで圧縮した。グラファイトヒーターで加熱し、コーサイト多結晶体の上下を挟んでいるアルミナピストンで一軸圧縮した。高压下で 30-60 分焼きなましを行い、初期応力を取り除いてから一定ひずみ速度の一軸圧縮変形を行った。その場観察には 50 keV の単色 X 線を用いた。YAG 蛍光体と CCD カメラを用いて X 線ラジオグラフィ像を取得した。また 0.2 mm × 0.2 mm の入射 X 線を試料に照射し、イメージングプレートもしくはフラットパネルセンサーを用いて二次元 X 線回折測定を 3-6 分を行った。得られたラジオグラフィ像及び二次元回折パターンから試料のひずみと差応力、圧力を算出した。

3 結果および考察

温度 800-1200°C、圧力 2-9 GPa、歪み速度 6.7×10^{-6} - $6.9 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ の範囲で 11 条件の定常応力を取得した。圧力 3 GPa 付近では Renner *et al.* [2] とよく一致する定常応力値が得られた。また定常応力の値は圧力の上昇とともに低下する傾向が見られ、このことは活性化体積が負の値を持つことを意味する。全てのデータを用いて流動速構成方程式をフィットすると応力指数 n 、活性化エネルギー E^* 、活性化体積 V^* はそれぞれ 1.09(37)、76(33) kJ/mol、-2.6(8) cm³/mol と決定される。実験データとこのフィットの結果を図 1 に示す。この構成方程式のフィットを詳細に検討すると、高压下ではデータとフィットの一致が悪くなる傾向があることが分かる。約 6 GPa を超える高压下では応力指数 n の値がより大きい別の変形機構が卓越していることが示唆される。

鉱物の流動速の活性化体積が負の値を示すことは非常に珍しい。コーサイトは剛性率が圧力に依存せずほぼ一定の値を示すことが知られている^[5]。このことはコーサイトの結晶構造が圧力上昇に伴って何らかの変化を起こしたためと想像されるが、流動則における負の活性化体積もコーサイトの結晶構造の圧力依存性に関連している可能性がある。

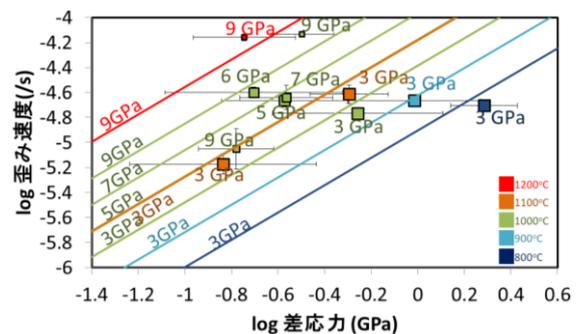


図 1: パターン 1 の流動則

謝辞

後藤弘匡博士、飯塚理子博士、久保友明准教授、今村公裕氏、芳野極准教授、山崎大輔准教授、辻野典秀博士、澤燦道氏には変形実験において大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] G. Jackson *et al.*, *Nature*. **448** (2007).
- [2] J. Renner *et al.*, *J. Geophys. Res.* **161** (2001).
- [3] H. Ichikawa *et al.*, *Tectonophysics*. **592** (2013).
- [4] R. Shiraishi *et al.*, *High press Res.* **31. 3** (2011).
- [5] T. Chen *et al.*, *Earth Planet. Sci. Lett.* **412** (2015).

* shunta-d@sci.ehime-u.ac.jp