

岡山大学 惑星物質研究所 共同利用・共同研究 成果報告書

受入年度：2019年度 後期

提出日：2020年4月27日

共同利用の種類：一般共同利用

課題名：高温・高圧力条件下におけるオリビン多結晶体の非弾性測定

共同研究員氏名：山内 初希

所属・職名：東京大学地震研究所・特任研究員

分担者氏名：芳野 極

分担者所属・職名：岡山大学惑星物質研究所・教授

研究報告・ワークショップ実施報告：

<研究目的>

上部マントル物質の非弾性的性質は、主要構成鉱物であるオリビンの多結晶体を用いて主に調べられており (Jackson et al., 2002 など)、第二相成分の影響を調べた実験データは少ない。本研究の目的は、高温・高圧力条件下の強制振動実験を行ない、オリビン (フォルステライト) 多結晶体の非弾性特性に対する第二相成分 (エンスタタイト) の効果を調べることである。

<実施内容>

エンスタタイトの体積分率 (f_{en}) を変えたフォルステライト+エンスタタイトの二成分系試料を三つ ($f_{en} = 2\%$, 30% , 47%) を用いて、第二相成分の分率の変化が多結晶体の非弾性特性に及ぼす影響を調べた。試料については、いずれの組成も初期粒径が $0.4\sim 0.5\mu\text{m}$ 程度のものを、東大地震研究所の共同利用 (2016-B-15) 制度を通して、小泉早苗さんに作製していただいた。高温・高圧下における強制振動実験については、SPring-8 (ビームライン BL04B1) に設置されている D-DIA 型マルチアンビル高圧発生装置を使って、その場 X 線観察によって試料の変形をモニターする手法を用いた (Yoshino et al., 2016)。惑星物質研究所での滞在期間中には、パーツ作成の加工作業やセル組み立てなどの準備作業と、試料の含水量測定を行なった。パーツ加工には、旋盤・研削盤・超音波加工機・赤外線レーザー加工機など様々な加工機を使用した。含水量測定には、フーリエ変換型赤外分光装置 (FTIR) を使用した。

<研究成果>

圧力 $P = 1.6 \text{ GPa}$, 温度 $T = 1000 \sim 1200^\circ\text{C}$ の高圧高温条件下において周期 $0.5 \sim 1000$ 秒の強制振動実験を行ない、フォルステライト+エンスタタイト多結晶試料 ($f_{en} = 2\%$, 30% , 47%) の非弾性的性質 (弾性定数と減衰) を調べた。低温 ($1000 \sim 1100^\circ\text{C}$) では、エンスタタイト分率の違いにかかわらず、周期が長くなるほど減衰はほぼ単調に増加した。一方で、高温 (1200°C) では、エンスタタイト分率が 47% と 30% の試料の減衰スペクトルにピークのような盛り上がりが見られた。弾性定数の分散も、減衰スペクトルの挙動とおおむね調和的であった。物性測定後の試料の微細構造を SEM 観察した結果、どの試料にもメルトの痕跡は見られず、 $f_{en} = 2\%$, 30% , 47% の試料の粒径はそれぞれ $2 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$ 程度であった。他の試料と比べて $f_{en} = 2\%$ の試料の粒成長が激しい原因は、第二相によるピンニング効果が小さいため、又は高圧下での測定中に水が入り込んだため等が考えられる。本実験では、 $f_{en} = 2\%$ の試料の測定温度を低く設定したり、試料の周りを鉄ホイルで包んだりといった工夫を施したが、粒径を調節しきれなかった。試料間でデータを比較する際には粒径効果の補正が必要となるが、その方法としてはマクスウェル緩和時間を用いたスケーリングを検討している (McCarthy et al., 2011)。また、水の影響も考慮に入れるために、今後、まだ含水量測定が完了していない試料に対して含水量測定を行なう予定である。以上の分析・解析を踏まえて、エンスタタイト分率の違いがオリビン多結晶体の非弾性に及ぼす影響を明らかにすることを目指す。