

## オリビン多結晶体のクリープ及び電気伝導の活性化エネルギー高精度測定 High accuracy measurement of activation energy of creep and electrical conductivity of olivine aggregate

仲小路 理史<sup>1\*</sup>; 平賀 岳彦<sup>1</sup>; 三部 賢治<sup>1</sup>  
NAKAKOJI, Tadashi<sup>1\*</sup>; HIRAGA, Takehiko<sup>1</sup>; MIBE, Kenji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup> Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

マントル構成岩石を代表するかんらん岩のクリープ速度は、拡散速度の一番遅い元素である Si<sup>4+</sup> の拡散によって律速されると考えられる。しかし、Sundberg and Cooper(2008) は、かんらん石のみではなく輝石を含む系での拡散クリープにおいて、変形を律速するのは、Si<sup>4+</sup> の拡散ではなく、二番目に遅い拡散速度を持つ元素の拡散であると提案した。このように、マントル岩の変形に関して、その律速過程は必ずしも分かっていない。また、変形機構の特定の指標となる活性化エネルギーに関して、その見積もりには、大きな誤差を含んでいる。そのため、地球内部への外挿の際に、大きな不確定性を生む。以上の二つの問題を解決するべく、連続的に変化する温度下で、変形実験と共にインピーダンス測定実験を行った。

実験試料は、上部マントル物質を模擬したフォルスセライト (90Vol%) + エンスタタイト (10Vol%) の合成多結晶焼結体である。実験中の試料の粒成長を抑制するために、予め 1360 °C 24 時間で、試料の焼鈍しを行った。実験中は、一定応力 20MPa の下、1360 °C から 1240 °C まで温度を変化させた。再現性の確認のために、炉内温度が 1240 °C まで到達した後、再び 1360 °C まで温度を上昇させた。変形実験と同時にインピーダンス測定も行った。印加電圧は交流 20V である。これを 1360 °C から 10 °C 毎に試料に印加し、その際の応答電流の値から試料内部のインピーダンスを求めた。

応力-歪速度の関係から粘性を求めた。粘性の逆数のアレニウスプロットをしたところ、実験温度の全領域において、線形分布を示した。これは、実験中に試料の変形メカニズムが変化しなかったことを示唆する。またインピーダンス測定実験によるデータから、試料内部の抵抗を決定し、電気伝導度を求めた。伝導が熱活性化過程であることを仮定し、温度と伝導度の積をアレニウスプロットしたところ、線形分布を示した。これら直線の傾きから活性化エネルギーを求めると、クリープは 627±15kJ/mol と電気伝導度は 297±12kJ/mol という値が得られた。このエネルギーの差は、試料内部で電気伝導を担う拡散種もしくは、拡散パスが異なることを示唆する。

Sundberg and Cooper(2008) によると、かんらん石+輝石系の試料の場合、変形メカニズムは、Si<sup>4+</sup> による拡散ではなくて、Mg<sup>2+</sup> と O<sup>2-</sup> の拡散によると示唆されている。そこで、本研究で得られた活性化エネルギーと先行研究のものを比較する。Si<sup>4+</sup> と O<sup>2-</sup> の格子拡散の活性化エネルギーは、それぞれ約 530kJ/mol と約 340kJ/mol である (Dohmen et al. (2002))。また、Chakraborty et al. (1994) によると、Mg<sup>2+</sup> の格子拡散の活性化エネルギーは約 400±60kJ/mol である。一方、本研究で得られた活性化エネルギーは、627±15kJ/mol であることから、本研究において変形を担っていたのは、Si<sup>4+</sup> の格子拡散であると推察される。また、ten Grotenhuis et al. (2004) は、本研究と同様の試料を用いて、鉄なしかんらん石の電気伝導度を計測して、その活性化エネルギー 315±39kJ/mol、および伝導度が粒径が大きくなると共に低くなる結果を得ている。以上のことから、本研究の電気伝導による活性化エネルギーが 297±12kJ/mol であったこと、ten Grotenhuis et al. (2004) で用いられた試料の粒径が本研究の粒径と同程度であったことを考えると、本研究における電気伝導は Mg<sup>2+</sup> の粒界拡散が寄与していたことが推察される。

キーワード: オリビン, クリープ, 電気伝導, 活性化エネルギー, 拡散, 多結晶体

Keywords: olivine, creep, electrical conduction, activation energy, diffusion, polycrystal