

## 含水メルトを含むダナイトの超塑性：上部マントルにおけるせん断集中 Superplasticity in hydrous melt-bearing dunite: Implications for shear localization in Earth's upper mantle

大内 智博<sup>1\*</sup>, 西原 遊<sup>2</sup>, 川添 貴章<sup>1</sup>, シュペングラー ディルク<sup>3</sup>, 白石 令<sup>4</sup>, 鈴木 昭夫<sup>4</sup>, 亀卦川 卓美<sup>5</sup>, 大谷 栄治<sup>4</sup>

OHUCHI, Tomohiro<sup>1\*</sup>, NISHIHARA, Yu<sup>2</sup>, KAWAZOE, Takaaki<sup>1</sup>, SPENGLER, Dirk<sup>3</sup>, SHIRAIISHI, Rei<sup>4</sup>, SUZUKI, Akio<sup>4</sup>, KIKEGAWA, Takumi<sup>5</sup>, OHTANI Eiji<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター, <sup>2</sup> 愛媛大学上級研究員センター, <sup>3</sup> ポツダム大学地球環境科学科, <sup>4</sup> 東北大学地球惑星物質科学科, <sup>5</sup> 高エネルギー加速器研究機構

<sup>1</sup>Geodynamics Research Center, Ehime University, <sup>2</sup>Senior Research Center, Ehime University, <sup>3</sup>Institute of Earth and Environmental Sciences, Potsdam University, <sup>4</sup>Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>5</sup>Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization

かんらん石は上部マントルの主要構成鉱物であり、上部マントルのダイナミクスを支配する。そのため、高温下におけるかんらん石の変形実験が数多くなされてきた。過去の研究によれば、転位クリープと拡散クリープが上部マントルにおける、かんらん石の主要な変形メカニズムであるとされてきた（例えば Karato et al., 1986）。一方、粒界すべりを伴う機構（即ち超塑性）も上部マントルにおいて重要な役割を果たす可能性があることが多数指摘されている（例えば Hirth and Kohlstedt, 1995）。現在のところ、超塑性は地球の一部分（氷河：Goldsby and Kohlstedt, 2001；下部地殻のせん断集中帯：Behrmann and Mainprice, 1987；上部マントルのせん断集中帯：Hiraga et al., 2010；下部マントル：Karato et al., 1995）において支配的な変形メカニズムであると考えられている。

これまでに、系における部分熔融メルトや流体の存在によってかんらん石多結晶体のクリープ強度が低下することが報告されている。かんらん石 - 玄武岩メルト系においては、転位クリープ及び拡散クリープそれぞれの領域においてクリープ強度が低下する（Mei et al., 2002）。部分熔融メルトの量が多い場合には（> 4 vol.%）、粒界すべり支配の変形メカニズムが卓越する（Hirth and Kohlstedt., 1995）。かんらん石 - 水系においても粒界すべり支配の変形メカニズムが卓越することが報告されている（McDonnell et al., 2000）。かんらん石 - 流体間の二面角は圧力の上昇とともに減少することが知られており（Mibe et al., 1999; Yoshino et al., 2007）。このことは全界面における粒界の割合が圧力の上昇とともに減少することを意味する。そのため、かんらん石多結晶体のクリープ強度低下における流体の効果が高圧においてより効果的であることが期待される。しかし、部分熔融系におけるこれまでの変形実験は低圧（< 0.6 GPa）に限定されており、実際の上部マントルの圧力条件において、超塑性が卓越するかどうかについては検討されてこなかった。

そこで本研究では、上部マントル条件下（ $P = 1.3\text{--}5.7$  GPa,  $T = 1270\text{--}1490$  K）における、含水メルトを含むかんらん石のレオロジー的物性を理解することを目的として、含水メルト（< 2.5 vol.%）を含むダナイトの“放射光その場観察”変形実験を行った。実験結果として、歪速度が定常クリープ強度の約 2 乗に比例することや、定常クリープ強度が転位クリープ流動則から予想される強度よりも顕著に低いことが観察された。さらには、33 - 55%の歪を加えたにも拘わらず、結晶の伸張や結晶方位定向配列の発達が始り観察されなかった。これらの特徴から、今回の実験条件における変形メカニズムにおいて粒界すべりが重要な役割を果たしていた（すなわち超塑性）ことが考えられる。天然におけるかんらん石の超塑性は、せん断集中帯のような低温・高応力の条件において卓越し、せん断集中帯への流体の進入によって引き起こされるものと予想される。

キーワード: かんらん石, 含水メルト, 粒界すべり, 超塑性, せん断集中, 沈み込み帯

Keywords: olivine, hydrous melt, grain boundary sliding, superplasticity, shear localization, subduction