

高圧下でのカンラン石の流動特性への水の影響 Influence of water on olivine rheology under high-pressure

大内智博^{1*}, 西原遊², 川添貴章¹, 西真之¹

¹愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、〒790-8577 愛媛県松山市文京町 2-5

²愛媛大学上級研究員センター、〒790-8577 愛媛県松山市文京町 3

1 はじめに

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[1]）。現在のところ、超塑性は地球の一部（氷河：[2]；下部地殻・上部マントルのせん断集中帯：[3]；下部マントル：[4]）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[5]。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[1]。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[6]。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[7]、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。

2 実験

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（かんらん石+4 vol.%斜方輝石+4 vol.%単斜輝石）の“放射光その場観察”変形実験を行った。実験は、PF-AR の NE7A に設置されている D-DIA 型高圧変形装置（D-CAP）および単色 X 線を用いて行った。

3 結果および考察

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発見されなかった。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。

また、かんらん岩にメルト相が加わることにより、かんらん岩の変形強度が低下することは低圧条件（0.3 GPa）においては知られていた[5]ものの、本研究の高圧条件下においては、より顕著なかんらん岩の強度低下が観察された。

4 まとめ

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。

謝辞

東北大学理学部の白石令博士、鈴木昭夫准教授、大谷栄治教授及び KEK の亀卦川卓美講師には多くのご支援を頂いた。以上の結果は、Earth and Planetary Science Letter 誌において掲載予定である。

参考文献

- [1] G. Hirth and D. L. Kohlstedt, *J. Geophys. Res.* **100** (1995) 15441.
- [2] D. L. Goldsby and D. L. Kohlstedt, *J. Geophys. Res.* **106** (1995) 11017.
- [3] J. H. Behrmann and D. Mainprice, *Tectonophysics* **140** (1987) 297.
- [4] S. Karato, S. Zhang, H.-R. Wenk, *Science* **270** (1995) 458.
- [5] S. Mei, W. Bai, T. Hiraga, D. L. Kohlstedt, *Earth Planet. Sci. Lett.* **201** (2002) 491.
- [6] R. D. McDonnell, C. J. Peach, H. L. M. van Roermund, C. J. Spiers, *J. Geophys. Res.* **105** (2000) 13535.
- [7] K. Mibe, T. Fujii, A. Yasuda, *Nature* **401** (1999) 259.

* ohuchi@sci.ehime-u.ac.jp