

カンラン石の結晶定向配列発達の高温高压下その場観察実験 In-situ observation of crystallographic preferred orientation of olivine deformed in simple shear

大内智博^{1,*}, 西原遊¹

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

Tomohiro Ohuchi^{1,*} and Yu Nishihara²

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

1 はじめに

上部マントルにおける地震波速度異方性パターンと流動方向の関係は、カンラン石の結晶方位定向配列 (Crystallographic preferred orientation: CPO) のタイプに依存する。カンラン石 CPO は温度・圧力・水に対する依存性があるため、地震波速度異方性パターンと流動方向の対応関係は、それらのパラメータの効果を考慮して解釈される必要がある (Jung and Karato, 2001; Ohuchi et al., 2011)。一方で、上部マントルにおける地震波速度異方性の強度を評価する場合、カンラン石 CPO のファブリック強度が重要な要素となる。アセノスフェアにおいては、地質学的タイムスケールにて流動が継続しているため、カンラン石のファブリック強度は定常状態に達しているものと考えられる。

これまで、カンラン石のファブリック強度の歪依存性を評価した研究は非常に限られている (例えば Bystricky et al., 2000)。Bystricky et al. (2000)は、0.3 GPa, 1473 K の条件下にてカンラン石多結晶体の回転歪実験を行っており、D-type カンラン石ファブリックが定常状態のファブリック強度に達するには剪断歪 4 以上の歪が必要であることを明らかにした。しかしながら、過去の研究ではいずれも急冷回収の試料を用いてファブリック発達を評価しているため、ファブリック発達の歪依存性を詳細に理解するのは困難であった。そこで本研究では、放射光を用いたカンラン石試料の単純剪断変形“その場”観察実験を行うことにより、カンラン石ファブリック発達の歪依存性の検討を行った。

2 実験

実験では、PF-AR の NE7A に設置の D-DIA 型高压変形装置 (MAX-III) を用い、上部マントル条件下 (2-3 GPa, 1290-1490 K) にて、剪断歪速度 $3E-4$ s⁻¹ にて無水のカンラン石多結晶試料の変形実験を行った。最大 5 の剪断歪の変形を試料に加えており、実験中の歪は白金マーカーの回転から測定した。差応力、圧力、及びカンラン石 CPO は単色 X 線の二次元回折パターンより決定した。その際には、専用のソフトウェアである IPAnalyzer、PDIndexer、及び ReciPro (Seto, 2012) を用いて解析を行った。単色

X線の二次元回折パターンより決定した CPO パターンが妥当であるかどうかを評価するため、回収試料のカンラン石 CPO を EBSD 分析より評価した。

3 結果および考察

無水条件下において、A-type のカンラン石ファブリック発達が確認された。低歪 (<2) においてはファブリック強度は歪とともに増加するものの、剪断歪 ~2 程度で定常状態に達した。カンラン石 b 軸が剪断面の法線方向に選択的に配向した。カンラン石 a, c 軸は剪断方向に配向する傾向が見られたものの、その集中度は b 軸のものよりは弱かった。剪断歪 1 以上にて、b 軸の集中度が選択的に増加する。そのため、 V_{SH}/V_{SV} (水平方向及び垂直方向に振動する S 波の速度比) は剪断歪 1 以上では歪が増加しても増加しなくなる。結果、 V_{SH}/V_{SV} は剪断歪 1 程度と 2 以上とでは殆ど変化しなくなる結果となった。

一方、変形実験中にカンラン石中の含水量が増加した場合では、B-type または C-type 的なカンラン石ファブリックの発達が確認された。B-type の発達が確認された実験では、剪断歪 3 に達しても定常状態に達しなかった。

A-type ファブリックの CPO データも用いて、アセノスフェア上部マントルの V_{SH}/V_{SV} を見積もったところ (70 vol.% の選択配向するカンラン石と 30 vol.% のランダム方位の斜方輝石を仮定した)、1.027 の値が得られた。この値は Visser et al. (2008) により報告されている、観測結果に基づいたグローバル 1 次元モデルと調和的である。一方、B-type ファブリックは A-type の場合よりもより高い V_{SH}/V_{SV} 値を示し、Panning and Romanowics (2006) によるローバル 1 次元モデルと調和的であった。

4 まとめ

今回の結果は上部マントルの地震波速度異方性はカンラン石 A-type ファブリックの発達によって最もよく説明され、メルトの形状選択定向配列や他の鉱物の選択配向の効果は限られているものと考えられる。

参考文献

- [1] H. Jung, and S. Karato, *Science* **293**, 1460 (2001).
- [2] T. Ohuchi, T. Kawazoe, Y. Nishihara, T. Irifune, *Earth Planet. Sci. Lett.* **304**, 55 (2011).
- [3] M. Bystricky, M. Kunze, L. Burlini, J.-P. Burg, *Science* **290**, 1564 (2000).
- [4] Y Seto, *Rev. High Press. Sci. Tech.* **22**, 144 (2012).
- [5] K. Visser, J. Trampert, S. Lebedev, B.L.N. Kennett, *Earth Planet. Sci. Lett.* **270**, 241 (2008).
- [6] M. Panning, and B. Romanowicz, *Geophys. J. Int.* **167**, 361 (2006).

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