

回転ドリッカマー装置を用いたウォズリアイトの変形実験

Deformation of wadsleyite using Rotational Drickamer Apparatus (RDA)

西原 遊[1]; 徐 有生[2]; 唐戸 俊一郎[3]

Yu Nishihara[1]; Yousheng Xu[2]; Shun-ichiro Karato[3]

[1] 東工大・地惑・COE 21; [2] イェール大・地質地物; [3] イェール大 地質地物

[1] Earth Planet. Sci., Tokyo Inst. Tech.; [2] Dept. Geol. Geophys., Yale Univ.; [3] Yale University, Department of Geology and Geophysics

地球マントルにおける物質輸送を物質科学的に理解するためには、マントルを構成する鉱物の高温高压下での流動特性を解明することが不可欠である。これまで、深さ 100 km 以浅 (3 GPa 以下) における物質の流動特性は Griggs 装置などを用いた研究により定量的に議論されている。最近、変形 DIA 装置 (D-DIA) を用い、より高い圧力条件下での定常的な変形実験が試みられている。しかし、D-DIA 装置を用いても 10 GPa 以上の高压での変形実験を行うことはいまだ困難である。

一方、Yamazaki and Karato (2001) は回転式ドリッカマー装置 (RDA) により 15 GPa までの高压下での定常的な変形実験が可能であることを示した。さらに我々はこの技術を発展させ、安定した高温の発生、放射光 X 線を用いた試料内の差応力状態の測定を可能にした (Xu et al., 2005)。この技術を用いて、われわれはマントル遷移層の主要構成鉱物であるウォズリアイトについて “高温高压変形 X 線その場観察実験” を最近数回にわたって行ってきた。本講演ではその実験手法と結果を報告する。

実験には、先端径 4.0 mm、20 度の斜面を持つ WC 製アンビルおよびパイロフィライトガスケットを用いた。Al₂O₃、MgO、ZrO₂ からなる圧力媒体 (総厚み 1.0-1.2 mm) に TiC+ダイヤモンド複合体のディスクヒーターを組み込むことにより、高压下での加熱を実現した。変形中の試料内の応力分布を均質にするため、試料形状は外径 1.6 mm 内径 1.0 mm 厚み 0.4 mm のリング状とした。実験の圧力温度条件は最高で 16 GPa、1800 K である。変形条件は、アンビルの回転速度 0.04-0.10 度/min、試料のずり歪速度 $3-7 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 、最大試料歪 0.82 である。

Brookhaven National Laboratory の NSLS、BL17B2 に RDA を設置し、放射光 X 線を用いて試料の差応力状態および歪のその場観察を行った。アンビル回転軸に対し 6 つの異なる角度で X 線回折を行い、この角度に対する試料の回折ピーク位置の変化からずり応力および一軸応力の大きさを見積もった。また X 線透過画像で試料中に挟み込んだ金属箔歪マーカを観察し、歪のその場観察を行った。

得られた予察的な結果はウォズリアイトの塑性変形強度が同様の条件下におけるかんらん石の強度と比べ 1 桁程度高いことを示している。このことは、410 km 不連続面を通過するスラブやブルームの挙動を理解する上で重要な意味を持っているかもしれない。