

## 高温, 高圧下での鉱物の塑性流動の実験的研究

## Recent progress in the experimental studies on plastic deformation under high-pressures and temperatures

# 唐戸 俊一郎 [1]; 川添 貴章 [2]

# Shun-ichiro Karato[1]; Takaaki Kawazoe[2]

[1] イェール大 地質地物; [2] イェール大学

[1] Yale University, Department of Geology and Geophysics; [2] Yale Univ

マントル物質の塑性流動特性はマントル対流による地球の進化、ダイナミクスを理解する上で重要な鉱物の物性の一つであるが地球深部条件での実験的研究は難しく、現在、大多数の研究者に受け入れられている実験結果はガス圧変形試験機による 0.5GPa (15km) 以下での低圧でのものに限られている。そこで、流動特性の実験的研究のできる圧力範囲を拡大する研究が過去 10 年位の間に集中的に行われてきた。この講演では筆者らが開発して来た高圧変形実験装置である「回転式ドリッカマー装置」の設計思想、その運用の実際を解説した後、応用例として上部マントル深部条件でのオリビンの変形実験とラズリアイト、リングウッドイトの遷移層条件下での変形実験の結果をも紹介する。

私達の装置の設計思想(目標)は(1)定量的変形実験を少なくとも、遷移層の圧力(15GPa以上)で行う、(2)大歪みの変形実験を行い流動特性のみならず変形組織をも研究する、である。この目標を達成するために圧縮変形という伝統的な方法ではなくヒネリ変形という方法を採用することにした。こうして設計されたのが「回転式ドリッカマー装置」である。この装置では従来のドリッカマー装置に回転を加えるモーターとギヤが加えられている。高圧、高温を発生した後、モータを回転させヒネリ変形を行う。ヒネリ変形という様式を採用したのはこの方法では上記の二つの目標が達成しやすいと考えられるからである。今までの多くの変形試験機では変形をさせる差応力はピストンによる圧縮で発生させていたが、この機構ではピストンは支持のない(支持の弱い)領域を動くことになる。そこで高圧での変形実験を行う場合、静水圧+差応力がピストンの強度(WCでは数GPa)を超すとピストンは破壊してしまう。ヒネリ変形では変形は一方のピストンが他方に対して回転することによって行われるので変形実験でのピストンへの支持は静水圧実験の場合と同等である。そこで高圧下での変形実験がこの方式では容易に行える。また、ヒネリ実験では歪みは無制限に大きくしうる。流動特性を定量的に測定するために、この装置をシンクロトロン放射光設備で運転し、歪みと応力を X-線を使って測定する。歪みは試料中に入れた歪みのマーカの画像を撮影して測定する。応力は X-線回折の結果から計算する。この装置を今の所、約 17 GPa, 2000K までの条件で使用し、オリビン、ラズリアイト、リングウッドイトなどの鉱物の流動特性を定量的に測定した。この種の研究では流動特性を比較的低応力(冪乗則領域)の定常状態で決定することが望ましいが、高圧力では試料の変形強度が増加するため困難である。今の所、冪乗則領域での流動特性はオリビンについてだけ決定することができ、無水のオリビンでは活性化体積は約 17 cc/mol であることが分かった。また、ラズリアイトはオリビンより堅い。講演ではこれらの結果の地学的意義だけでなく、実験上の問題点をも議論する。