

リソスフェア条件下における斜方輝石の変形実験

Strength of single crystal of orthopyroxene under lithospheric conditions

大内 智博 [1]; 唐戸 俊一郎 [2]

Tomohiro Ohuchi[1]; Shun-ichiro Karato[2]

[1] イェール大・地質地球物理学科; [2] イェール大 地質地物

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

リソスフェアの強度は、地球型惑星におけるプレートテクトニクスの有無を決定する重要なパラメーターの一つである。理論的計算によれば、プレートテクトニクスが起きるためには、リソスフェアの強度は 150MPa 未満である必要があることが報告されている (例えば Richards et al., 2001)。一方、リソスフェア下部の強度がかんらん石に支配されていると仮定した場合、かんらん石の変形実験から見積もられるリソスフェアの強度は、プレートテクトニクスが起き得ない値が報告されている (700-800 MPa: Kohlstedt et al., 1995)。そこで本研究では、リソスフェア条件下における斜方輝石の変形強度に注目して変形実験を行うことで、斜方輝石の変形を考慮した場合のリソスフェアの強度がどの程度になりうるのかについて検討した。

過去における斜方輝石の変形実験によれば、その変形メカニズムはすべり系による変形または機械的相転移 (斜方から単斜) を伴う変形のいずれかによる (Raleigh et al., 1971; Coe et al., 1973)。後者のメカニズムによる変形では、変形強度及びその温度依存性は小さいことが知られている。そのため、低温においては機械的相転移を伴う変形が支配的となる。しかし、過去の研究においては、いずれにおいても固体圧媒体を用いた Griggs 型高压変形装置を用いており、かつ実験中における変形強度は外部ロードセルのみを用いて測定している。そのため過去の研究において得られた応力値及び流動則の各パラメーター値については不確かなところが多い。

そこで本研究では、比較的低温における斜方輝石単結晶の変形強度を定量的に決定する実験を行った。斜方輝石の二つの支配的なすべり系である [001](100) と [001](010) それぞれにおける変形強度について、Griggs 型高压変形装置を用いて 1.3 GPa、800-1100 K、 $1E-5$ から $1E-3$ の歪速度 (せん断歪) における条件にて実験を行った。本実験では、変形用ピストンと圧媒体間の摩擦を少なくするために、CsCl を圧媒体に用いた。また、試料にかかる応力は、外部ロードセルとかんらん石の転位密度 (Karato & Jung, 2003) の両方で測定した。

実験結果で得られた、[001](010) のすべり系における斜方輝石の変形強度は、活性化エネルギーが 141 KJ/mol、応力係数が 4.2 の場合のべき乗クリープと調和的であった。1000 度以下における変形強度は、peierls 則による変形を仮定した場合のかんらん石の変形強度 (Evans & Goetze, 1979) の半分程度であった。これは、変形の活性化エネルギーが小さいことによる。また、[001](100) のすべり系における変形強度は [001](010) よりも小さく、かつ 900 K 以下の低温においてはその変形強度の温度依存性も小さかった。

実験で得られたべき乗クリープ則のパラメーターを用い、実際のリソスフェア条件下 (T 800 K 以下、歪速度= $1E-15$) における斜方輝石の変形強度を見積もった結果、その変形強度はかんらん石の 1/5 以下となった。この結果は、リソスフェアの変形が斜方輝石によって支配される場合には、その強度はこれまでに報告されている値 (例えば Kohlstedt et al., 1995) よりもかなり小さいことが予想される。