

X線影像落球法による Diopside-Jadeite 系融体の粘度測定

In situ viscosity measurement of Diopside-Jadeite melt at high pressure

鈴木 昭夫[1], 大谷 栄治[2], 前田 信[2], 佐藤 仁[3], 寺崎 英紀[4], 舟越 賢一[5]

Akio Suzuki[1], Eiji Ohtani[2], Makoto Maeda[3], Jin Satoh[4], Hidenori Terasaki[5], Kenichi Funakoshi[6]

[1] 東北大・理・地球物質科学, [2] 東北大、理、地球物質科学, [3] 東北大・理・地学, [4] 筑波大・地球, [5] 高輝度光セ

[1] Faculty of Science, Tohoku Univ., [2] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku University, [3] Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Tohoku Univ., [4] Geology, Tohoku Univ., [5] Geosci., Univ. of Tsukuba, [6] JASRI

放射光を使用したX線影像落球法により高温高压下で Diopside-Jadeite 系融体の粘度測定を行った。1900 における粘度測定は、7.9 および 6.0GPa で行われた。また、1800 での測定は 5.0 および 3.5GPa で行われたが、何れも粘度の圧力依存性は正であった。Diopside 融体（非重合性）の場合、高压下ほど粘度は増加し、Jadeite 融体（重合性）では逆に減少する。本研究で測定された Diopside50Jadeite50 融体は、(1)測定条件では、非重合性融体である。(2)部分的に重合しているが、網目の緩和による粘度の低下よりも、その他のイオンによる粘度増加の効果が上回る。等が粘度上昇の原因と考えられる。

珪酸塩融体の粘度は密度と同様に、地球内部におけるマグマの移動など、分化課程を制御する重要な物理量である。しかしながら、高温高压下での測定はピストン・シリンダー型装置を用いて 2GPa 程度までの条件で行われているにすぎず、また、測定対象の珪酸塩も玄武岩組成や幾つかの鉱物組成に限られている。珪酸塩融体の粘度は圧力の増加と共に増加するものと減少するものがあるばかりか、一旦減少し高压側で増加に転ずるものや、逆に増加してから減少するものなど多岐にわたる。しかしながら、このような現象を系統的に理解するに足るほど、粘度の温度・圧力および化学組成依存性に関して、十分な情報は得られていない。

本研究では放射光を使用したX線影像落球法により高温高压下で Diopside-Jadeite 系融体の粘度測定を行ったので報告する。高压下での粘度測定は Kushiro(1976)などによって始められたが、これは、液体中を落下する球体の終端速度を決定し、Stokes 則から粘度を算出する方法である。しかしながら、従来はピストン・シリンダー装置を使用した急冷法で行われていた。試料が熔融すると球は密度差に従って移動を開始するが、時間を変えて急冷した実験を複数回行って、落下距離の時間変化から終端速度を求めていた。この場合、温度保持時間の再現性や球の位置決定精度、そして、試料容積からの制約により、実験可能な圧力は 2GPa 程度までであり、粘度は 1Pa s 以下の測定は困難である。以上の問題を解決するため、放射光を使用したX線影像による落球粘度測定は Kanzaki et al. (1987)によって始められた。マルチアンビルを使用すること、そして、球の落下をその場観察する事により、実験条件および測定可能な粘度範囲が拡大された。本研究で対象とした系の Diopside および Jadeite は、何れも固相は単斜輝石構造であるが、融体の粘度は各々で異なった挙動を示す。Kushiro(1976)は落球法で Jadeite 融体の粘度を 2GPa まで測定し、圧力の増加と共に粘度が減少することを明らかにした。一方、Diopside 融体の場合は逆に高压下ほど粘度が高くなる (Scarfe et al., 1987)。本研究では両者の中間組成である Diopside50Jadeite50(mol)組成の融体に関して、粘度測定を行った。SPring-8 の BL04B1 ビームラインに設置されたマルチアンビル型高压発生装置 SPEED1500 を使用し、浜松ホトニクス製 X線 CCD カメラ C4880 で撮影を行った。デジタルデータとして画像を記録し、各時間ごとの白金球の位置を測定して、落下速度を決定した。従来と異なり、試料容器の内径は記録画像から測定し Faxen の式により内壁の効果を補正した。なお、圧力は試料容器周りに配置した MgO の格子定数をもとに、Jamieson et al. (1982)の状態方程式を用いて算出した。

1900 における粘度測定は、7.9 および 6.0GPa で行われた。また、1800 での測定は 5.0 および 3.5GPa で行われたが、何れも粘度の圧力依存性は正であった。結果の詳細は、当日述べる。Diopside 融体の場合、高压下ほど粘度は増加し、Jadeite 融体では逆に減少する。このような違いは、融体の構造に起因すると解釈されている。Jadeite 融体の場合、重合性で Al は網目構成因子であり、SiO₄ と AlO₄ 四面体が連結しているが、高压下では四面体間の結合が緩んで粘度が下がる。一方 Diopside 融体は非重合性なので圧力の増加に従って粘度も増加する。本研究で測定された Diopside50Jadeite50 融体は、(1)測定条件では、非重合性融体である。(2)部分的に重合しているが、網目の緩和による粘度の低下よりも、その他のイオンによる粘度増加の効果が上回る。等が粘度上昇の原因と考えられる。