

回転ステージを用いた高圧下での液体の粘度測定 Viscosity measurement at high pressure using a rotation stage

鈴木昭夫^{1,*}

¹東北大学大学院理学研究科, 〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

Akio Suzuki^{1,*}

¹Tohoku University, 6-3 Aza-Aoba, Aramaki, Sendai, 980-8578, Japan

1 はじめに

マグマは地球内部の高温高圧力下において、岩石が融けてできる。また、マグマの生成には H₂O や CO₂ を主成分とする流体（フルイド）が深く関係しており、このような流体は地球内部に沈み込む海洋プレートから供給されると考えられている。このため、地球内部におけるフルイドやマグマの生成・移動過程を議論するためには、これらの高温高圧力下における物性の情報が不可欠である。

我々はこれまで、X 線イメージングを用いた落球法で粘度を測定してきた[1]。実験の概要を述べる。実験ではマルチアンビル型高圧発生装置が用いられた。実験に用いる高圧セルが可視光に透明でないため、放射光の X 線を光源に使用した。実験では、始めに高圧セルの試料容器に固体の試料と金属球を入れておき、続いて高圧力下で試料を融解させる。試料が融解すると金属球が落下する。試料と金属球の X 線吸収コントラストによって、球が落下する様子を X 線ラジオグラフィで観察することができる。落下の終端速度から粘度を求める。

X 線イメージングを用いる落球法は、従来の試料急冷法による落球実験とは異なり、高温高圧力下で落球をその場観察するため精度が高い。しかしながら、実験では加圧と減圧に数時間を要する。従来の試料急冷法による実験では、複数回の実験を行って、ようやく 1 つの粘度値が得られるが、X 線イメージングによるその場観察であっても一回の実験で測定できる粘度は、ある温度・圧力における 1 つの値のみである。これは、ユーザービームタイムが限られ、かつ年間運転時間が非常に少ない現状において、実験効率の点から問題視されることもある。このような問題は、繰り返し粘度測定が可能なシステムを開発することで解決できると考えた。

2 実験

そこで我々は、回転ステージに高圧発生装置を取り付けた装置を試作した。実験は PF-AR の NE7A ステーションで行った。NE7A には大型マルチアンビル高圧発生装置 MAX-III があるが、加圧装置の主要部を取り外して装置をセットした（図 1）。諸般の事情から小型の装置にせざるを得なかったため、岩石を融かしてマグマを作れるほど高温発生が可能な

ものを作成できなかった。このため、本研究では Daphne7373 オイルやシリコンオイルを試料に用い、外熱式で 100°C 程度まで加熱できるようにした。なお、回転ステージは神津精機の RA16A-WH、高圧発生装置はロックゲート（株）製の変形ブリッジマンアンビルを用いた。透過 X 線を YAG:Ce 蛍光板で可視光にして、マクロレンズと延長チューブ付きのニコン製 D5300 カメラで動画撮影した。

3 結果および考察

図 2 に Daphne7373 オイル中を落下する白金球の X 線イメージを示す。高圧発生装置は超硬合金などでできているため、透過した X 線の像を観察できるのはガスケットや試料容器の部分のみである。ガスケットにはパイロフィライトとステンレス板を積層させたものを使用した。また、試料容器にはアルミニウムを使用した。試料容器中に Daphne7373 と白金球を入れ加圧・加熱した。図 2 では容器下面に白金球があるのが画像から観察できる。動画像を記録しながらステージを上下反転させたところ、白金球は液中を落下した。

実験は 0.27~0.64 GPa の圧力下で 10~50°C の温度範囲で行った。室温での粘度は Nakamura et al. [2] と調和的である。本研究では圧力の増加と共に粘度の増加が認められ、また、粘度の温度依存性は圧力の増加と共に大きくなることが分かった。

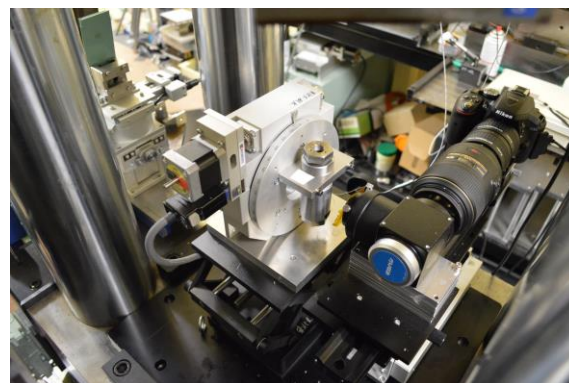


図 1 : 実験装置

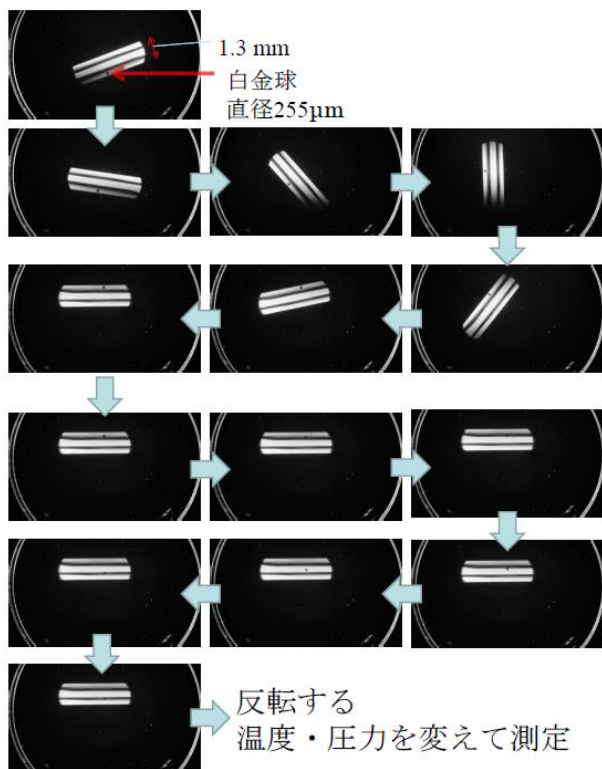


図2 : X線イメージ

4 まとめ

一度セットした高圧セルで、温度・圧力を変えて粘度測定をすることができた。これにより、粘度の温度・圧力依存性を知ることができる。今後、マグマのような高融点の物質での測定を可能にすべく装置の改良を進めていきたいと考えている。

参考文献

- [1] A. Suzuki *et al.*, *Phys. Chem. Mineras* **38**, 59 (2011).
- [2] Y. Nakamura *et al.*, *J. Phys.: Conf. Ser.* **215**, 012176 (2010).

* a-suzuki@m.tohoku.ac.jp