

共同利用実施報告書(研究実績報告書)  
(一般共同研究)1. 課題番号 2014-G-20

2. 研究課題名 (和文、英文の両方をご記入ください)

和文：溶岩流試料の室内実験による粘性係数測定と、野外観測値との比較に基づく、溶岩流動機構の解明 –その2–英文：Comparative study of natural lava viscosities obtained from laboratory experiments and field observations for the understanding of emplacement mechanisms of lava flow –part 2–3. 研究代表者所属・氏名 後藤章夫  
(地震研究所担当教員名) 平賀岳彦

4. 参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	参加内容
後藤章夫	東北大学・助教	実験, データ解析
平賀岳彦	東京大学・准教授	実験
石橋秀巳	静岡大学・講師	試料薄片観察

5. 研究計画の概要 (申請書に記載した「研究計画」を 800 字以内でご記入ください。変更がある場合、変更内容が分かるように記載してください。)

雲仙普賢岳平成溶岩ロープの粘性係数は、観測から  $10^{10} \sim 10^{10.5}$  Pa s と求められている。これに対し、石英ガラス組成のメルトの粘性係数は、実測で  $800^\circ\text{C}$  のとき  $10^{12.5}$  Pa s と観測値より高い。水による粘性低下を考慮しても、結晶による粘性増加はそれを上回り、観測された低い粘性係数を説明できない (Goto, 1999)。同様のことは伊豆大島三原山の 1951 年溶岩流でも報告されている (Minakami, 1951)。

この問題を解決するため、平成 25 年度の一般共同研究で、一軸圧縮による普賢岳平成溶岩試料の粘性係数測定を行っている。これまでの実験で、溶岩試料の粘性係数は確かに観測値より高いことが確かめられ、溶岩ロープはニュートン流動以外のメカニズムで移動していたことが強く示唆された。しかしながら、同じ岩塊からの試料では結果に再現性があるにもかかわらず、全岩組成や岩石組織がほぼ同じ二つの岩塊で実験値が異なることや、粘性係数が時間に対して増加し、特に低応力では 10 時間までのランタイム内で一定値に収束しないなど、当初予想しなかった新たな問題が現れている。そのため、平成 26 年度も引き続いての申請を行う。安田准教授が代表を務める特定共同研究(B)「顕微 FTIR 反射分光法の応用と高度化:含水量データ 10 倍増計画」にも参加予定なので、この中で粘性測定前後の試料の含水量を測定し、脱水が粘性増加の原因であるかの検証や、平成溶岩と新焼溶岩の挙動の違い (前者は火砕流を発生させ、後者は斜面を溶岩流として流れ下った) と水との関連も追求する。また、サンプリングを行いながら測定するには至っていない、伊豆大島溶岩についても測定を行い、近い将来に予想される噴火に際し、流下範囲の予測などに有用なデータを取得する。

## 6. 研究成果の概要 (図を含めて1頁で記入してください。)

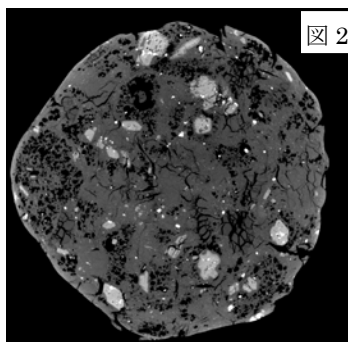
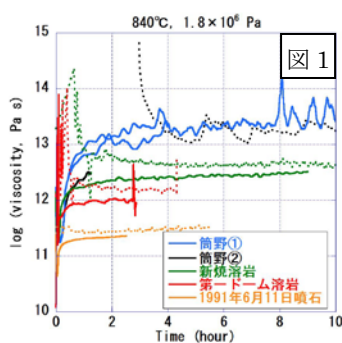
キーワード (3~5 程度) : 雲仙普賢岳, 伊豆大島, 粘性係数, 粘弾性, 水

平成 25 年度の共同研究では, 雲仙普賢岳で 1991 年 9 月 15 日に発生した火砕流の堆積物から同一地点 (筒野) で採取された, 二つの岩塊を主な実験対象とした. これらに加え, 平成 26 年度は雲仙普賢岳については 1) 第一ドーム溶岩, 2) 1991 年 6 月 11 日の爆発的噴火で放出された緻密な火山弾, 3) 1991 年 6 月 11 日の爆発的噴火で放出されたパン皮状火山弾, 4) 合成した石基ガラス, 5) 新焼溶岩, の粘性係数を測定した. 温度はいずれも 840°C または 890°C である. また, 予備実験の段階ではあるが, 伊豆大島 1986 年 LC 溶岩の粘性係数も測定した.

雲仙普賢岳の試料では, 合成した石基ガラスを除き, 試験力を段階的に上げながら (図 1 実線) と下げながら (図 1 破線) の測定で, それぞれ時間に対して粘性係数の増加と低下が見られた. 試験力変化に対しては上げ下げいずれでも短時間での弾性的変形が見られ, また試験力を下げた場合 (特に  $1.8 \times 10^5$  Pa 以下の低い試験力) は数時間の測定中, 縮みに転じない場合があるなど, 粘弾性的挙動が見られた. しかし空隙率の高いパン皮状火山弾では, 初めに 2mm 圧縮し, 変形を保持した状態で応力緩和させてから試験力を段階的に変えたところ, 粘性係数の時間変化は極端に小さくなり, 特に試験力を下げる実験では低い試験力でも速やかに伸びから縮み (粘性流動) に転じた. このことから, 試験力を上げた時の時間に対する縮み速度の鈍化には, 空隙の塑性的な圧密が含まれていると考えられる.

1991 年 6 月 11 日の爆発的噴火で放出された緻密な火山弾は, どの試験力においてもほかの試料より粘性係数が低かった (図 1). 890°C の試験では, 圧縮しているにも関わらず試料が縮みから伸びに転じる現象が観察された. 実験後の試料には局所的な膨らみが見られ, CT 画像よりそれが内部の発泡で生じていることがわかった (図 2). これらのことから, この試料は水を多く含むことでその粘性係数が他に比べて低かったことと, 時間に対する粘性増加の一部は脱水で起こっていたことが推定される. 但し顕微 FTIR 反射分光法による含水量測定では, 石基ガラスの高い結晶度のためか, ピークが不明瞭であったり, 3% 前後という, 現実とは考えにくい高い含水量が見積もられるなど, ほかの試料も含めて良好な測定結果は得られなかった. 現時点では, 含水量の高さを直接示す分析値は得られていないが, 火道内から一気に放出されたことで, 脱ガスする間もなく急冷されたと考えている.

伊豆大島 LC 溶岩には予備実験として, 840°C から 20°C 刻みの段階加熱を行った. 試験力  $5.7 \times 10^4$  Pa で 1000°C でも変形が見られなかったことから, 試験力を一桁上げてさらに加熱したところ, 1060°C から 1080°C に上げる途中で変形が始まった. 1080°C で  $1.8 \times 10^6$  Pa,  $5.7 \times 10^6$  Pa の測定を経て,  $1.0 \times 10^7$  Pa を目指して試験力を上げたところ, 圧縮を続けているにも関わらず  $7.8 \times 10^6$  Pa 付近から試験力が下がり始めた. 取り出した試料は圧縮方向に対して斜めにひびが入り, そこを滑り面としてずれたように見えた (図 3). 試験力低下が起こる前の粘性係数はおよそ  $10^{11}$  Pa s で, 試料は異なるが, 伊豆大島 1951 年噴火で Minakami (1951) が溶岩流の観測から求めた, 1083°C で  $7.1 \times 10^3$  Pa s という値より 7 桁以上高い. 溶岩流中の破壊や滑りが, 溶岩流の低い見かけ粘性に寄与している可能性が考えられる.



7. 研究実績（論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無）