

桜島昭和溶岩の高温一軸変形実験

High temperature uniaxial deformation experiment for Sakurajima Showa Lava

石橋 秀巳^{1*}, 三輪 学央², 平賀 岳彦¹

ISHIBASHI, Hidemi^{1*}, MIWA, Takahiro², HIRAGA, Takehiko¹

¹ 東京大学地震研究所, ² 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

¹ERI, Univ. Tokyo, ²Geophysics, Science, Tohoku Univ.

マグマの流動則は、火山噴火のダイナミクスに強い影響を及ぼすパラメーターのひとつである。それ故に、マグマの流動則に関する知識は、火山噴火のダイナミクスを理解・予測するうえで必要不可欠といえる。とりわけ、マグマ中に浮遊する結晶の影響は極めて重要である。なぜなら、これらの結晶は、マグマの粘性率増加・非ニュートン流体的ふるまいを引きおこし、マグマの挙動を液体的から固体的へと劇的に変化させるためである。この結晶の効果は、火山噴火様式や地表での溶岩流の挙動にも著しい影響を及ぼすことが既に指摘されている。しかしながら、高結晶量 (>40vol.%) のマグマの流動則については、近年の活発な研究にもかかわらず、未だ理解不十分なままである。そこで本研究では、高結晶量マグマの流動則に及ぼす浮遊結晶の影響を検討するため、天然の高結晶量溶岩の高温変形実験を行った。

今回、実験試料として用いたのは、桜島火山 1946 年噴火により流出した昭和溶岩である。桜島火山は有史時代に少なくとも 5 回溶岩を流出しており、昭和溶岩はその中で最も新しいものである。今回、試料として用いた昭和溶岩は、桜島東部黒神付近で採取した。この溶岩試料は安山岩質で、主に斜長石と輝石からなる斑晶を約 30vol.% 程度含むのに加えて、石基中に含まれるマイクロライトを考慮すると、その結晶量は約 60vol.% 程度である。また、この溶岩試料は不定形な空隙を焼く 10vol.% 程度含む。この溶岩を幅・奥行きがそれぞれ約 1.3cm、高さ 2.6cm の直方体に整形し、鉛直方向に圧縮変形させ、みかけの粘性率を測定した。実験は、東京大学地震研究所の高温一軸変形試験機を用い、大気圧下、空气中、約 1024 ~ 886 の温度範囲、歪み速度範囲が $10^{-2.4}$ から $10^{-5.5} \text{ s}^{-1}$ の条件で行った。実験の際、まず試料を測定温度で 3 時間保持して焼きなまし、その後 1~4 時間かけて変形させた。1024 より高温では、粘性率は検出限度以下であった。また、886 より低温では試料が脆性破壊し、粘性率の測定ができなかった。

今回測定した条件下で、桜島昭和溶岩の見かけの粘性率はおよそ $10^{-7.8} \text{ Pa s}$ から $10^{-11.8} \text{ Pa s}$ まで変化した。温度の低下に伴って、見かけの粘性率は系統的に増加した。また、いずれの温度でも、歪み速度の増加に伴って粘性率が減少する Shear thinning 的ふるまいが明瞭に認められた。見かけの粘性率の対数と歪み速度の対数との間には線形な関係が見られ、その傾きは -0.505 ($1\sigma = 0.06$) の値を示した。歪み速度一定条件下での見かけの粘性率の温度依存性を検討したところ、絶対温度の逆数に対してほぼ線形な関係を示し、その見かけの活性化エネルギーとしておよそ 1.7kJ の値を得た。この値は、同じ温度範囲における昭和溶岩中に含まれるメルトの見かけの活性化エネルギーと概ね一致する。このことは、今回みられた見かけの粘性率の温度依存性が、メルトの粘性率の温度依存性を反映したものであることを示唆する。このメルトに対する昭和溶岩のバルク粘性率の比 (相対粘度) は、 $10^{-2.5}$ から $10^{-5.5} \text{ s}^{-1}$ の歪み速度範囲でおよそ $10^{2.7}$ から $10^{4.4}$ までおよそ 1.5 桁変動した。この歪み速度条件ではケイ酸塩メルトはニュートン流体としてふるまうと考えられるので、この相対粘度の歪み速度依存性は、マグマ中の結晶組織の歪み速度依存変化を反映していると考えられる。今後、実験試料の岩石組織定量分析を行い、溶岩の見かけの流動則と微細岩石組織との関係を検討する。

キーワード: マグマ, レオロジー, 桜島火山, 非ニュートン流体, 結晶, 粘性率

Keywords: magma, rheology, Sakurajima volcano, non Newtonian, crystal, viscosity