

マグマ粘性評価のための岩石学的スケール

Petrological viscosity scale of preeruptive magmas

竹内 晋吾 [1]

Shingo Takeuchi[1]

[1] 電中研

[1] CRIEPI

マグマの粘性は火成活動をモデル化し、将来的に起こる現象を予測する上で最も重要な物性の一つと考えられる。特に将来的に噴火が起こることが予想される火山で活動しているマグマの粘性は、火山活動および災害発生のポテンシャル評価のための重要な基礎情報となる。マグマの粘性は岩石学的手法による評価が可能であるが、粘性計算に必要な岩石学的データの取得は必ずしも簡単ではないため、マグマ粘性の岩石学的な評価例は多いとは言いがたい。

玄武岩から流紋岩へと変化するにつれ粘性が高くなるという、マグマの全岩組成（全岩 SiO₂ 量）に基づく火山岩の分類と粘性の関係が信じられているが、天然で実際に噴火を引き起こしているマグマは同じ全岩組成でも様々な温度・含水量・斑晶量を取り得て、それらが大きな粘性の違いを生む。その結果、全岩組成が粘性の良い尺度にはならないことも多い。そこで本研究では、粘性計算に必要な岩石学的データ（メルト組成・含水量・温度・斑晶量）がそろっている事例について、文献データの編纂を行い、マグマ粘性と岩石学的データとの間の関係を玄武岩から流紋岩質組成のマグマにわたって検証し、マグマ粘性を評価しうる簡便な岩石学的スケールの可能性を探った。なお噴火・貫入の際に起こる減圧過程で、発泡・脱水・結晶化によりマグマの粘性は劇的に変化する。本研究で扱う粘性は、減圧される前のマグマ溜まり条件でのマグマの粘性（preeruptive magma viscosity）を指す。またマグマの液体部分の粘性を呼ぶ場合には“メルト粘性”を用い、斑晶を含んだマグマ全体の粘性を指す場合には“マグマ粘性”という言葉を用いる。

同様のデータ編纂を行った研究として Scaillet et al. (1998) があるが、対象としていたマグマは珪長質マグマに限られていた。また精度のよい粘性計算モデルがこれまでは珪長質な組成の系に限られていたが（例えば Hess and Dingwell, 1996）、近年、新しい粘性計算モデル（Hui and Zhang, 2007; Giordano et al., 2008）の登場により、幅広い組成範囲の含水マグマの粘性計算が可能になってきた。本研究では Scaillet et al. (1998) で扱われた 33 例（全岩 SiO₂ 量：57-77%）に加え、現在までのところ 37 例（全岩 SiO₂ 量：49-77%）の有効なデータ（主に沈み込み帯での国内外の噴火事例）を見つけ、粘性計算を行っている。ただし全岩 SiO₂ 量が 55% よりも低いマグマの事例は現時点では数例に限られている。文献の中ですでに粘性の計算が行われている場合でも、必要な岩石学的データのみを抽出し、同一の粘性計算モデル（Hui and Zhang, 2007）によって、再計算を行った。

全岩 SiO₂ 量が 55% を超えると、全岩 SiO₂ 量とマグマ粘性との相関は悪くなる。例えば全岩組成で SiO₂ 量が 57-60% の安山岩質マグマであっても、マグマ粘性は 10³-10⁷ Pas の範囲にわたり、全岩 SiO₂ 量が 75% 以上の流紋岩マグマよりも粘性が高い場合もあれば低い場合もある。これは、安山岩質の全岩組成を持つマグマには、無斑晶質な安山岩質メルト状態から、約 50 体積% の斑晶と流紋岩質メルトの混合物の状態まで存在するためである。

一方で、メルト粘性と温度もしくはメルト SiO₂ 量（石基 SiO₂ 量）との間に、比較的良い相関がみとめられた。この相関から、温度もしくは石基 SiO₂ 量のみからメルト粘性を概算するための経験式が見出される。さらに斑晶量の補正（例えば、Caricchi et al. 2007）を行うことで、マグマ粘性の概算が可能となる。ただし精密な粘性計算とは区別して、この相関に基づいて概算した粘性は“マグマ粘性スケール（magma viscosity scale）”と仮に呼ぶ。石基 SiO₂ 量は、全岩組成と斑晶量から概算可能であるため、最も簡便には全岩 SiO₂ 量と斑晶量だけでマグマ粘性スケールの評価が可能となる。

精密な岩石学的なデータが無くともマグマ粘性を概算することができることから、過去に報告されている大量の地質・岩石学的データの蓄積を有効活用できるという点での本手法のメリットは大きい。また含水量測定を必要としないので、ガラス含有物の含水量分析などが困難な徐冷された溶岩試料にも適用し易い。本手法は、マグマ粘性の観点からの火山の活動パターンの把握に役立てられるだろう。今後は、本手法を洗練するとともに精度・適用限界なども明らかにしたい。