

## 火山噴出物・実験生成物試料の透気試験：マグマの脱ガス過程の理解に向けて

## Permeability measurements of natural and experimental volcanic materials: Toward an understanding of magmatic degassing processes

# 竹内 晋吾 [1]; 中嶋 悟 [2]; 東宮 昭彦 [3]

# Shingo Takeuchi[1]; Satoru Nakashima[2]; Akihiko Tomiya[3]

[1] 産総研; [2] 阪大・理・宇宙地球; [3] 産総研・地調

[1] Geological Survey of Japan, AIST.; [2] Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ.; [3] GSJ, AIST

透気試験による発泡したマグマの急冷物の浸透率測定は、脱ガス過程を支配しているマグマの浸透率を発泡組織と対応させて評価する上で重要な研究手法となっている。その一方で、透気試験はこれまでの火山学研究の中では必ずしも身近な手法ではなかった。本研究では、比較的安価な市販の素材を用いて構築できる装置による透気試験に関して報告する。本装置は、測定試料に合わせた改変が容易なので、天然噴出物・実験生成物・アナログ物質の浸透率測定に基づくマグマの脱ガス研究への今後の応用を期待したい。

本装置では試料の上下端面に差圧をかけ、透気してくるガスの体積流量を測定する。試料側面を樹脂で固めることによってシールを行うため、試料の形状・サイズに関する制約は厳しくない。比較的大きなサイズが得られる天然試料だけでなく、サイズがミリスケールの小さい実験試料の浸透率測定を可能にしている点が大きな特徴である。竹内・中嶋(2005)の透気試験装置からさらに改良を行った結果、より幅広い差圧 ( $10^1$ - $10^5$  Pa) とガス流量 ( $10^{-9}$ - $10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s) の測定が可能になっている。通常、Darcy 式に従って浸透率は計算されるが、圧力勾配が大きくなるにつれ、ガス流れの慣性の効果によって浸透率は減少することが知られている。つまり、Darcy 式に従って計算される浸透率は圧力勾配依存性を持っている。そこで本研究では、最近の研究 (Rust and Cashman, 2004) に従い、慣性の効果も考慮した Forchheimer 式を用いることにより、圧力勾配依存性を持たない“粘性浸透率”と“慣性浸透率”を計算した。Darcy 式に従って計算される浸透率をここでは“見かけ浸透率”と呼ぶ。圧力勾配が小さく、慣性の効果が無視しうる場合には見かけ浸透率と粘性浸透率は一致する。本装置で測定可能な粘性浸透率の範囲は 1 cm 程度のスケールの試料の場合、 $10^{-17}$  ~  $10^{-9}$  m<sup>2</sup> である。

また本研究では減圧発泡実験の急冷生成物の透気試験の方法について改善を行った。Takeuchi et al. (2005) は、珪長質マグマを用いた高温高压下での減圧発泡実験を行い、急冷生成物の浸透率測定結果を初めて報告した。しかし本研究での追試により、特に浸透率が小さい試料 (粘性浸透率で  $10^{-14}$  m<sup>2</sup> 以下) についての Takeuchi et al. (2005) の測定値には過剰見積もりが含まれることが判明した。Takeuchi et al. (2005) では、透気試験の際、高温高压実験時に用いた金属カプセルを取り除かない状態の試料で測定を行っていたが、この方法では実験生成物と金属カプセルとの境界でごくわずかの透気漏れを生じ、浸透率の値が過剰見積もりとなっていた。本研究では Takeuchi et al. (2005) と同条件での減圧発泡実験を行い、金属カプセルを試料から取り除き、透気試料を作成した。その結果、Takeuchi et al. (2005) の結果に比べ、特に 40 - 70 体積%の発泡度領域で浸透率が大きく減少することが明らかになった。以上から、実験時に用いた金属カプセルを試料から取り除くことが実験生成物の透気試験においては重要であるといえる。

また本研究では、慣性の効果が見かけ浸透率に与える影響を評価した。その結果、浸透率の高い試料 (粘性浸透率で  $10^{-10}$  m<sup>2</sup> 以上) は、圧力勾配が高い場合 ( $10^5$  Pa/m 以上) 慣性の効果による影響を受け、見かけ浸透率が粘性浸透率に対して 0.5 桁以上減少することが分かった。さらに実際のマグマの脱ガスが地下深部の高温高压下で起こることを考えると、ガスの密度が高くなることによって慣性の効果がより強くなり、見かけ浸透率がさらに減少する可能性がある。このように、見かけ浸透率を用いる場合には、条件によっては慣性の効果によって上記程度のずれが生じる可能性があり、異なる透気条件での見かけ浸透率測定結果の比較や、マグマの脱ガスモデルへの見かけ浸透率の適用の際には留意しておく必要がある。