

気泡組織の時間発展に伴うガス浸透率の変化

Temporal variation of gas permeability in vesicular magmas

竹内 晋吾 [1]; 東宮 昭彦 [2]; 篠原 宏志 [3]

Shingo Takeuchi[1]; Akihiko Tomiya[2]; Hiroshi Shinohara[3]

[1] 産総研; [2] 産総研・地調; [3] 産総研

[1] Geological Survey of Japan, AIST.; [2] GSJ, AIST; [3] GSJ, AIST

マグマの中の合体した気泡群を通じて生じるマグマのガス浸透率は、火山噴火における脱ガス過程のモデル化のためには重要な物性である (e.g. Eichelberger et al., 1986) . しかしこれまで実証的研究例としては天然の噴出物試料の透気試験によるものしか報告されていなかった (e.g. Rust and Cashman, 2004) . 噴出物試料は、噴火過程において、特に浅い場所で起こる様々な発泡組織の変形を被るため、噴出物試料のみからマグマ上昇時に起こる減圧発泡過程でのガス浸透率変化の全体像を知ることには限界がある . そこで最近になって、減圧発泡実験による急冷生成物の透気試験が行われ始めた (Takeuchi et al., 2005) . Takeuchi et al. (2005) では、減圧発泡により発泡度が増加していく中でのマグマのガス浸透率は、これまで天然の噴出物から得られていた発泡度と浸透率の関係よりも桁で低い範囲を変化することが明らかにされた . 一方で、発泡組織の解析から、気泡合体とその後の気泡形状の緩和が同時進行する中で透気のためのネットワークが形成されることが示唆された . 気泡合体と気泡形状緩和は時間に依存する過程であることを考えると、マグマのガス浸透率は発泡組織とともに時間変化する物性であることが予想される . 本研究では、マグマのガス浸透率が発泡組織とともにどのように時間変化するかを検証するため、減圧発泡後、定圧下での保持時間を様々に変化させた実験を行い、実験生成物のガス浸透率測定を行った .

減圧発泡実験は地質調査総合センターの減圧制御ユニット付き内熱式ガス圧装置で行なった . 流紋岩質ガラス (JR-1) の粉末を直径 5 mm・長さ 25 mm の金カプセルに約 4.8 wt% の水とともに封入し、900 °C・180 MPa で 1 日保持した後に 20 - 40 秒で 30 MPa, あるいは 16 MPa まで急減圧し、その後、10 分から 1.3 日まで様々な保持時間を与えた後に急冷した . 実験生成物のガス浸透率は、竹内・中嶋 (2005) を改良した透気試験装置を用いて測定した . 発泡度の測定のために、反射顕微鏡下で撮影した実験生成物の断面の画像について画像解析を行った . 30 MPa で保持した実験では、保持時間が 10 分、1 時間、1.3 日となるにつれ、発泡度は約 40 vol. % , 約 60 vol. % , 約 60 vol. % となった . 平均的な気泡の直径は、それぞれの保持時間に対して約 30 μm , 約 60 μm , 約 300 μm と得られ、保持時間とともに増大している . このような発泡組織の変化に伴って、実験生成物のガス浸透率は、保持時間が 10 分と 1 時間の試料は $10^{-15} \sim -14 \text{ m}^2$ であるのに対し、保持時間が 1.3 日の試料は浸透率が検出限界以下 ($10^{-16.3} \text{ m}^2$ 以下) でほとんど透気しなかった . 16 MPa で保持した実験では、保持時間が 10 分、1 時間、10 時間となるにつれ、発泡度は約 70 vol. % , 約 80 vol. % , 約 80 vol. % となり、ほぼ同様の発泡度が得られた . 平均的な気泡の直径は、それぞれの保持時間に対して約 50 μm , 約 100 μm , 約 300 μm と得られ、保持時間とともに増大している . このような発泡組織の変化に伴って、実験生成物のガス浸透率は、保持時間が 10 分と 1 時間の試料は $10^{-13} \sim -12.5 \text{ m}^2$ の範囲であるのに対し、保持時間が 10 時間の試料は浸透率が $10^{-13} \sim -14 \text{ m}^2$ まで下がった .

これまでの実験から、定圧下に置かれた発泡したマグマの中では時間とともに気泡合体と形状緩和が進行し、気泡が粗大化していくことが明らかになった . そのような発泡組織の時間変化の中で、マグマのガス浸透率は減少していく傾向にある . このような発泡マグマの振る舞いは、以下のように解釈できる . 急減圧時の急膨張により気泡群の合体が起こり、それによって透気のためのネットワークがまず形成される . その後の保持の間に表面張力による気泡形状の緩和によって、ネットワーク状の合体気泡群は各所で局所的に球形化が進行する . このためネットワークの分断が起こり、ガス浸透率が減少したと考えられる . もし減圧速度が遅く、気泡群の合体より形状の緩和が速く進む場合には、気泡群のネットワーク化よりも気泡の孤立化が勝って透気のためのネットワークが形成しにくいかもしれない . このようなマグマの振る舞いは、減圧発泡が進行するマグマのガス浸透率変化の“減圧速度依存性”として現れてくることが予想される . 今後は、様々に減圧速度を変化させた実験を行い、それぞれの減圧速度に対して発泡組織とガス浸透率がどのように変化するのか明らかにしていきたい .