

# 発泡した火山噴出物のガス浸透率を支配する空隙構造

## Pore structures of vesicular volcanic products as the controlling factor of gas permeability

# 横山 正[1]; 竹内 晋吾[2]

# Tadashi Yokoyama[1]; Shingo Takeuchi[2]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東工大・理・地球惑星

[1] Dept. Earth and Planetary Science, Univ. Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech.

発泡したマグマのガス浸透性は、マグマからの脱ガス過程を支配し、噴火の爆発性にも直接関連する重要な物性である。従来マグマのガス浸透性評価のために発泡した火山噴出物の透気試験が行われてきたが、浸透率を支配している空隙構造として従来考えられているのは全空隙率や連結空隙率のみで、ガス浸透性を空隙構造と関連付ける尺度として十分とは言い難い。

通常透気試験に用いるような側面を閉じた円筒形試料内での上下方向のガス移動を考えた場合、試料内部の空隙は一般に以下のように分けられる。

- 1) 全空隙 (total pore): 試料中のすべての空隙
- 2) 連結空隙 (connected/open pore): 試料の上面もしくは下面に連結している (外界に開いている) 空隙
- 3) 孤立空隙 (isolated/closed pore): 外界とは閉じている空隙
- 4) 輸送空隙 (transport pore): 連結空隙の内、試料の上面から下面に貫通している空隙で、途中で分岐して行止りになる空隙は除いたもの。輸送空隙を通じガスは上下方向に輸送される。
- 5) 行止り空隙 (dead end pore): 連結空隙の内、上下面のどちらかにしか通じていない行止りの空隙と、輸送空隙から分岐した行止りの空隙。

本研究では、'輸送空隙'とガス浸透性の関係を調べることを目的として、新しい透気試験手法の開発を試みている。この方法では、まず試料を乾燥させた状態でガス浸透率を測定し、次に真空処理により試料の空隙を完全に水で飽和させる。含水試料にガス圧をかけると、輸送空隙中の水が試料外に押し出されるが、行止り空隙中の水は押し出されない。また輸送空隙中の水の内、表面張力によってガス圧 (差圧) に耐えている水も押し出されない。空隙の半径と差圧の関係は以下のラプラスの式で近似できる

$$P = 2 \gamma \cos \theta / r$$

ここで、 $P$  は差圧、 $\gamma$  は水の表面張力、 $\theta$  は水と固体の接触角、 $r$  は空隙の半径である。この式から、 $r$  が小さい空隙中の水ほど大きな差圧に耐えることになる。したがって、差圧を段階的に増大させてその都度水の浸出量を測定することによって、輸送空隙率を空隙の半径ごとに評価できる。

試料には、神津島天上山の軽石質流紋岩溶岩、有珠山 1977 年噴火の降下軽石、浅間山 2004 年爆発の緻密な降下火山礫を用いた。透気試験には窒素ガスを用い、差圧は微差圧計と圧力調整器で測定した。また浸出てきた水は、あらかじめ秤量したキムワイブにしみ込ませて回収・秤量し、浸出体積に換算した。測定結果を下表にまとめる。各空隙率は、試料体積に対する各空隙体積の割合である。

	天上山	有珠山	浅間山
ガス浸透率 (log m <sup>2</sup> )	-14.1	-13.5	-14.9
全空隙率 (%)	36	54	12
連結空隙率 (%)	24	42	12
孤立空隙率 (%)	12	12	0
輸送空隙率 (%)	11	7	4
行止り空隙率 (%)	13	35	8

  

差圧 P (kPa)	浸出体積 / 試料体積 (%)		
9-13	1.0	3.3	0.6
18-20	0.6	-	0.1
40	3.7	2.2	検出不能
70	3.8	0.7	1.1
100-150	2.2	0.3	1.8
200	0.1	0.1	0.3
Total	11.4	6.6	4.0

現段階では差圧を空隙サイズに変換していないが、傾向としては小さな差圧で浸出てきた水ほど半径の大きな空隙に存在していたことになる。有珠山の軽石は、9-13 kPa の低い差圧での水の浸出が他の試料に比べて顕著で、口径の大きな輸送空隙率が大きいことが示唆される。このことが 3 試料の中で最も高いガス浸透率を持つこと

に反映されているかもしれない。また浅間山の火山礫は、空隙サイズ分布がバイモーダルなものも特徴的である。

ガス浸透率には、輸送空隙の孔径、本数、屈曲度などが全て関係するので、輸送空隙率と浸透率の間に単純な関係が成り立つわけではないもの。本研究で定量化された輸送空隙率とそのサイズ分布が試料内部でのガス輸送特性を現す新しい尺度となる可能性が測定結果に現れていると考えられる。今後さらにこれらの結果の解析および空隙構造の画像解析なども行って、「空隙構造 - ガス浸透特性」の関係を調べていく予定である。