

桜島南岳山頂火口、2020 年 6月4日噴火による火山岩塊の ガラスビーズ法を用いた密度測定

松本恵子¹・下司信夫²・山田大志³

¹産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門

²九州大学大学院 理学院地球惑星科学部門

³京都大学防災研究所 火山防災研究センター

Density measurement of volcanic block using the glass bead method: A case of the June 4, 2020 eruption at the Minamidake summit crater, Sakurajima Volcano, Japan

MATSUMOTO Keiko¹, GESHI Nobuo², YAMADA Taishi³

¹ Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, AIST

² Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

³ Research Center for Volcano Hazards Mitigation, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

要旨

2020 年 6月4日に発生した桜島南岳山頂火口の噴火による火山岩塊 1 点（握りこぶし大）の体積をガラスビーズ法により測定した結果は $195.3 \pm 2.0 \text{ cm}^3$ であり、算出した密度は $2.71 \pm 0.03 \text{ g/cm}^3$ であった。

Abstract

The volume of a volcanic block (~10 cm in size) ejected during the eruption at the Minamidake summit crater of Sakurajima Volcano on June 4, 2020, was measured using the glass bead method and determined to be $195.3 \pm 2.0 \text{ cm}^3$. The calculated density of the block was $2.71 \pm 0.03 \text{ g/cm}^3$.

1. 概要

桜島南岳山頂火口では2020年6月4日2時59分に噴火が発生し、火山岩塊が火口から南南西約3kmまで到達した。この噴火による火山礫および火山岩塊が京都大学防災研究所により6月5日に採取され、火山礫（約30点）と火山岩塊（1点）が産総研に提供された。このうち火山岩塊1点の密度をガラスビーズ法により測定した。

2. 噴出物試料の概要

表1に産総研に提供された火山礫および火山岩塊試料の採取情報を示した。光学顕微鏡および電子顕微鏡での観察から、火山礫・火山岩塊はいずれも完晶質な石基をもつ本質物質であると報告されている（産業技術総合研究所, 2020）。火山礫（SVO20200605-01）は黒色～暗灰色でほぼ単一の岩相、かつ様々な発泡度をもっていた。火山岩塊は、火山礫のうち緻密なものとはほぼ同様の特徴であった（産業技術総合研究所, 2020）。密度測定には握りこぶし大の火山岩塊試料1点（SVO20200604-01；図1）を使用した。

表1. 産総研に提供された桜島の2020年6月4日噴火による噴出物。

試料名	タイプ	採取年月日（時間）	採取地点	採取・提供
SVO20200605-01	火山礫	2020年6月5日 10時30分	桜島島内 （黒神）	京都大学防災研 究所
SVO20200604- 01/SVO-04（岩塊4）	火山岩塊	2020年6月5日	桜島島内 （東桜島）	京都大学防災研 究所

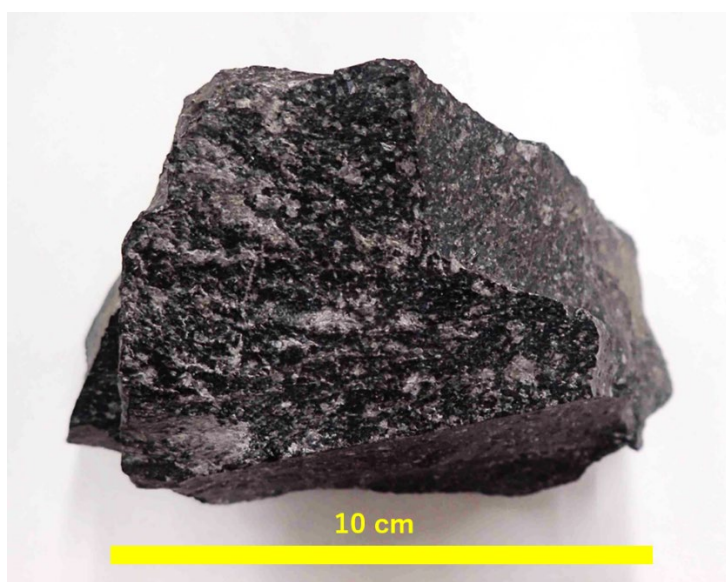


図1. 密度測定に使用した火山岩塊（SVO20200604-01）

3. ガラスビーズ法を用いた密度測定

試料の密度 ρ_s は、はかりで計測した質量 W_s を、ガラスビーズ法で測定した試料体積 V_s で割ることで求めた。測定は1点の岩塊試料に対し5回繰り返し行った。ガラスビーズ法による試料体積の測定手順は次の通りである。

3-1. ガラスビーズ法による試料体積の測定手順

- A) 壁面に試料が接触しない程度の大きさを持つ変形しない容器に、直径1 mmの球形ガラスビーズを満たす(図2)。容器の側面を5~10回程度軽くたたき、ビーズ同士の空隙を適度にならす。新たに生じた体積減少分のビーズを追加して同様にならす。容器の口部分で水平面となるように、余剰のガラスビーズをこそぎ落とす。このとき容器に満たされたガラスビーズを初期量とする。
- B) ガラスビーズを容器の2/3程度取り出す。容器の底に敷いたガラスビーズの上に、壁面に接触しないように試料を配置する(図3)。
- C) 取り除いたガラスビーズを容器の口部分まで入れ戻す。このとき、途中で容器の側面を軽くたたくことで、不定形の試料の隙間にビーズが入り込むようにする。容器の口部分でガラスビーズが水平面となるように、余剰のガラスビーズをこそぎ落とす(図3)。
- D) 余剰と容器に入らなかったガラスビーズの総体積(V_g)が、試料体積(V_s)である。このガラスビーズ質量(W_g)を測定する(図3)。
- E) 体積既知の試料を用いてA)~D)の手順により試料を置換したガラスビーズの質量 W_g を測定する。このとき、容器の容積に対して小さすぎる試料は避け、測定試料と近い体積をもつ既知試料を用いるとよい。体積の異なる3試料程度を測定し、物体体積とガラスビーズ質量の相関から「物体体積-ガラスビーズ質量の検量線」を作成する。
- F) 体積未知の試料に対してA)~D)の手順により W_g を測定する。検量線の関係式から試料体積(V_s)を算出する。

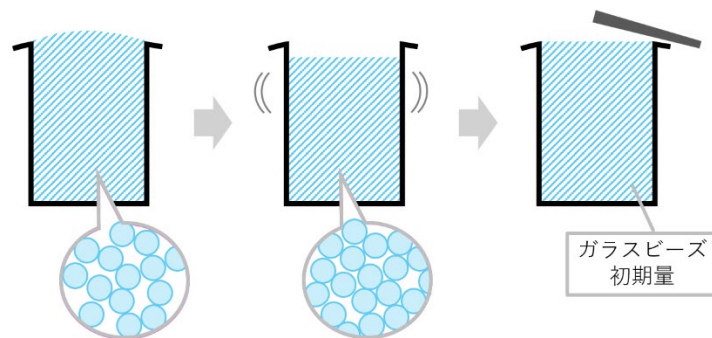


図2. ガラスビーズ法で初期量のガラスビーズを測り取る手順(手順A))。

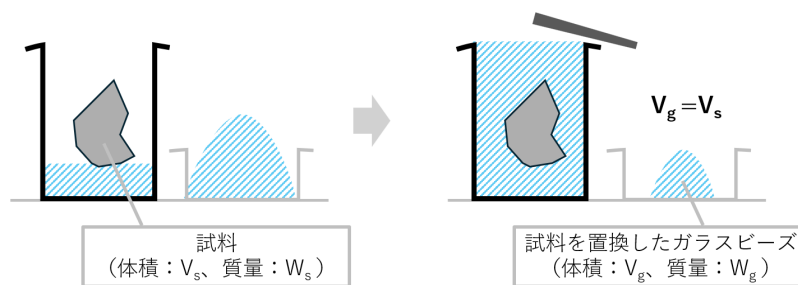


図3. ガラスビーズ法で試料を測定する手順（手順B）～D）。

3-2. 結果

体積既知の試料の測定結果を表2に示す。体積と質量の関係から求めた検量線を図4に示す。今回の測定条件において、検量線の傾きは0.6325、切片は1.8299であった。

試料名	形状	試料体積 (既知) (cm^3)	置換ガラスビーズ質量 (g)	平均 (g)	標準偏差
		V_s	W_g	W_g	1σ
既知試料1	四角柱	62.64	99.1 98.9 101.5 96.0 100.3	99.2	2.02
既知試料2	球	65.45	90.3 94.5 98.9 91.1 94.1	93.8	3.41
既知試料2	円柱+立方体	236.7	368.5 367.4 372.0 377.4 376.1	372.3	4.43
原点		0		0	

表2. 検量線作成に用いた体積既知試料の測定結果。

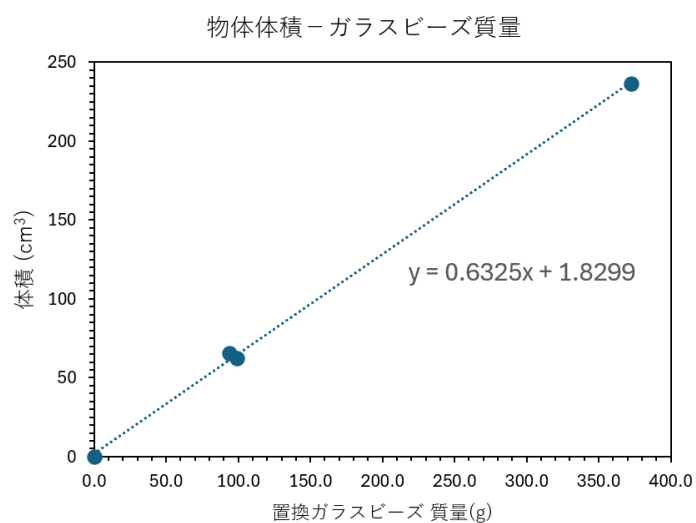


図4. 体積既知試料で作成した検量線。

次に岩塊試料（SVO20200604-01）の測定結果を表3に示す。岩塊の体積（ V_s ）は $195.3 \pm 2.0 \text{ cm}^3$ （ガラスビーズ質量で $305.9 \pm 3.2 \text{ g/cm}^3$ ）、質量（ W_s ）が 529.6 g であった。試料体積と質量から算出した岩塊試料の密度（ ρ_s ）は $2.71 \pm 0.03 \text{ g/cm}^3$ であった。

表3. 岩塊試料（SVO20200604-01）の測定結果。

試料名	試料質量 (g)	測定回	置換ガラスビーズ 質量 (g)	置換ガラスビーズ体 積 (cm^3)	試料体積 (cm^3)	試料密度 (g/cm^3)
	W_s		W_g	V_g	V_s	ρ_s
岩塊試料（SVO20200604-01）	529.6	1	308.5	197.0	197.0	2.69
岩塊試料（SVO20200604-01）	529.6	2	300.9	192.1	192.1	2.76
岩塊試料（SVO20200604-01）	529.6	3	308.7	197.1	197.1	2.69
岩塊試料（SVO20200604-01）	529.6	4	304.9	194.7	194.7	2.72
岩塊試料（SVO20200604-01）	529.6	5	306.7	195.8	195.8	2.70

引用文献

産業技術総合研究所（2020）2020年6月4日桜島南岳火山噴出物の特徴，第146回火山噴火予知連絡会資料（その2の1）桜島，p.53 - 58, https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/ccpve/shiryo/146/146_2-1.pdf（2026年7月23日閲覧）.