

桜島火山大正噴火における二次溶岩流の分布と流出時期

綿貫陽子^{*,**}・鎌田浩毅^{*}・味喜大介^{***}・石原和弘^{***}

(2003年5月8日受付, 2003年10月27日受理)

Distribution and Timing of Effusion of the Secondary Lava Flows of the Taisho Eruption
(1914-1915), Sakurajima VolcanoYoko WATANUKI^{*,**}, Hiroki KAMATA^{*}, Daisuke MIKI^{***} and Kazuhiro ISHIHARA^{***}

During the Taisho Eruption (1914-1915) of Sakurajima Volcano, the Secondary Lava Flows drained out from the front of the primary lava flows after a certain pause from their settlement. We investigate distribution, timing and conditions of the effusion of the Secondary Lava Flows which have not been clarified yet. We define the features of the Secondary Lava Flows by means of geomorphological interpretation using aerial photographs and field survey. More than 200 landscape photographs, which were taken at the time of the Taisho Eruption, indicate that the earliest Secondary Lava Flows effused on 14 February 1914; this date was several months earlier than those previously considered. The effusing of the Secondary Lava Flows did not occur as a single event but as several events in different areas. Based on volumetric estimation of the individual Secondary Lava Flows, the volume of the Secondary Lava Flows tend to have increased as time passed after the eruption. The Secondary Lava Flows effused from the underlying tip of river valleys.

Key words: Sakurajima volcano, Taisho Eruption, Secondary Lava Flows, aerial photographs

1. はじめに

桜島火山は1914(大正3)年1月12日に噴火を開始し、南岳の東西両山腹の火口より多量の軽石や火山灰を噴出した。溶岩の流出は、西側火口からは1月13日から始まり数日で止まったが、東側火口からは1月14日から開始し、1月29日には溶岩流が瀬戸海峡を埋めて大隅半島と陸続きになった。これらの溶岩流は大正I溶岩流

(T₁)と呼ばれている(福山・小野, 1981)。東側火口からは、その後、1914年2月頃より大正II溶岩流(T₂)(福山・小野, 1981)が流出した。さらに、一旦停止した南東側の溶岩流の先端から1年以上の間隔をおいて溶岩が流出したとされ、これは桜島火山では「二次溶岩流」と呼ばれている(Omori, 1916; 福山・小野, 1981; 小林, 1982など)。二次溶岩流の流出時期については、Omori(1916)が、1915年の3月末から4月の始めとしており、その後の研究においても、これが踏襲されている。

これまで大正噴火に関する研究は、数多くなされている。大正噴火の経過については、Omori(1916), Koto(1916), 福山(1978), 福山・小野(1981), 小林(1982; 1986)や石原・他(1981; 1985)などがある。しかし、南東側の溶岩流、特に二次溶岩流の分布域については、Omori(1916), 福山(1978), 福山・小野(1981), 国土地理院(1990), 横尾・谷口(2001)の間でそれぞれ異なっており、流出範囲、流出時期については、なお不明な点が多い。

本研究では、大正噴火における二次溶岩流について、空中写真判読からその流出範囲を詳細に求め、噴火当時に撮影された写真を中心に、入手可能な限りの大正噴火に関する文献資料の見直しを行い、大正噴火における二

* 〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町
京都大学大学院人間・環境学研究科
Graduate School of Human and Environmental
Studies, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-
8501, Japan.

** 現在: 応用技術株式会社
〒531-0074 大阪市北区本庄東1-1-10 RISE88
Present address: Applied Technology Co. Ltd.,
RISE88 building, 1-1-10 Honjo-higashi, Kita-ku,
Osaka 531-0074, Japan.

*** 〒891-1419 鹿児島県桜島町横山
京都大学防災研究所附属火山活動研究センター
Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Pre-
vention Research Institute, Kyoto University, Yoko-
yama, Sakurajima, Kagoshima 891-1419, Japan.
Corresponding author: Yoko Watanuki
e-mail: watanuki@gaia.h.kyoto-u.ac.jp

次溶岩流の流出時期を再検討した。また、二次溶岩流量を求め、流出時期との関係性を調べた。さらに、噴火前後の地形図の比較から、二次溶岩流の流出場所について考察した。

2. 空中写真判読による二次溶岩流

桜島火山の大正噴火における二次溶岩流の詳細な分布を調べるため、空中写真判読を行い、地形分類図を作成した。使用した空中写真は、米軍（1947、約 1/4 万）と国土地理院（1966、1/2 万）により撮影されたものである。前者は、噴火当時の地形をよく反映するが、大正溶岩流の一部が雲に覆われ、立体視判読が困難なため、本研究では主に後者を使用した。また、これらの撮影時期に、すでに昭和溶岩流に覆われていた個所については、1920 年に発行された 1/5 万地形図により、溶岩流の流出範囲を推定した。

空中写真判読において、大正溶岩流は、大正 I 溶岩流 (T₁)、大正 II 溶岩流 (T₂)、二次溶岩流の順に、より暗い色を呈し、判別が容易である。山口 (1975) は、二次溶岩流を区別していないが、大正 I 溶岩流 (T₁) (山口 (1975) では大正第 1 期溶岩と呼んでいる) より、大正 II 溶岩流

(T₂) (同様に大正第 2 期溶岩と呼んでいる) が暗色に見える理由を、後者がよりガラス質で、表面に緻密な部分が多く表れていることによると考えた。また、二次溶岩流は、大正 II 溶岩流 (T₂) の末端からしぼり出された樹枝状のような形状を示し (福山・小野, 1981 など)、流下方向と平行に亀裂がみられることが多い (Omori, 1916; Koto, 1916; 横尾・谷口, 2001 など)。

そこで本研究では、上述のような「地形的特徴」に着目し、空中写真判読によって分類された溶岩流を、桜島火山の大正噴火における「二次溶岩流」として扱うことにする (Fig. 1)。本研究で新たに識別された二次溶岩流の分布域は、Fig. 1 において太線で囲んだ地域 (c, f-k) である。

3. 二次溶岩流の流出時期の推定

前章で認定した二次溶岩流の分布範囲と写真資料の撮影日をもとに、二次溶岩流の流出時期の推定を試みた。本研究では主に鹿児島県立博物館と京都大学防災研究所に保管されている、噴火当時に撮影された合計 200 枚以上の写真を再検討した。

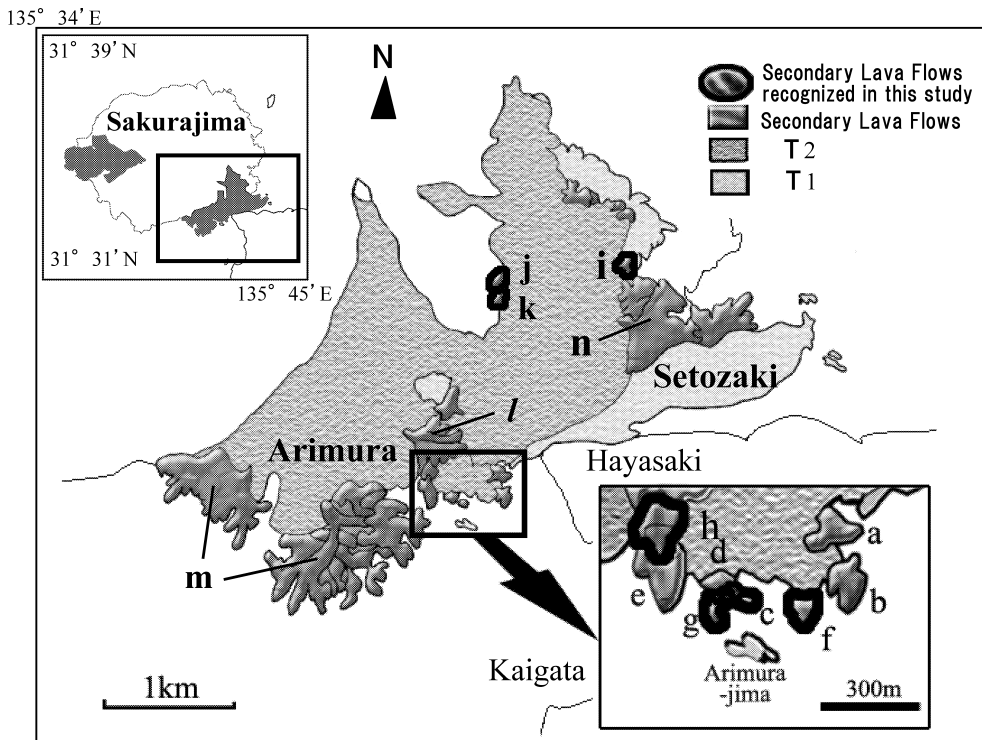


Fig. 1. Map showing the distribution of the Taisho Lava Flows including the T₁ Lava Flow, the T₂ Lava Flow and the Secondary Lava Flows in southeastern part of Sakurajima Island. a to n indicate the distribution of the Secondary Lava Flows.

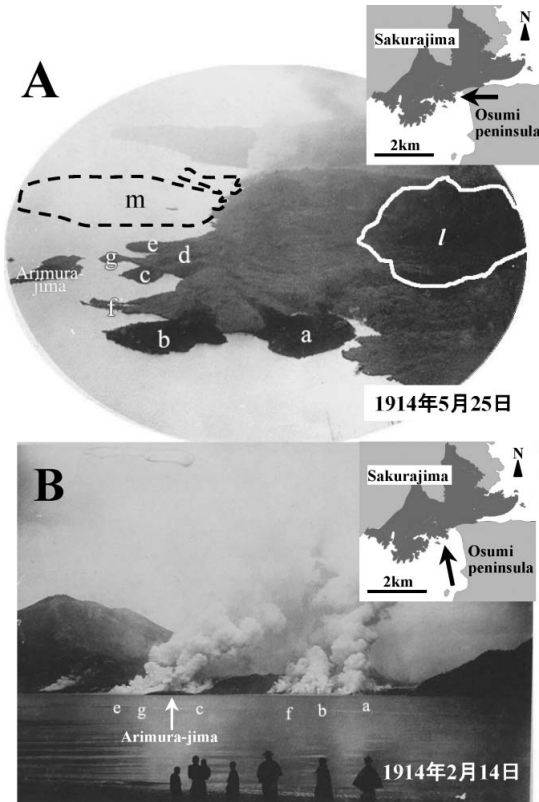


Fig. 2. Photographs of Arimura area during Taisho eruption. These photographs were taken by Mr. Kitamura and owned by the Kagoshima Prefectural Museum. (A) Photograph on 25 May 1914, taken from Hayasaki (325 m) in Osumi Peninsula. *a* to *g* and *l* denote the Secondary Lava Flows showing dark color. Secondary Lava Flows in *f* and *g* are estimated to have been submerged at the moment. Arimura-jima is composed of the T₁ Lava Flow. Areas of *a* to *g*, *l* and *m* correspond to those of Fig. 1. (B) Photograph on 14 February 1914, taken from Kaigata, near Tarumizu Town on Osumi Peninsula. Vapor columns indicate the effusing of the in-situ the Secondary Lava Flows. Areas of *a* to *c*, *e* to *g* correspond to those of Fig. 1 and 2A.

3-1 有村地域

桜島南東部、有村地域において、1914年5月25日に、大隅半島早崎から撮影された写真 (Fig. 2A) に、形状や色相から判断して二次溶岩流と判断できる地点を見出した (Fig. 1, 2A の *a*~*g*)。この地域は、Omori (1916) においても二次溶岩流と分類されている。また、写真の右端にも周囲より黒色を呈する溶岩流がある (Fig. 1, 2A の

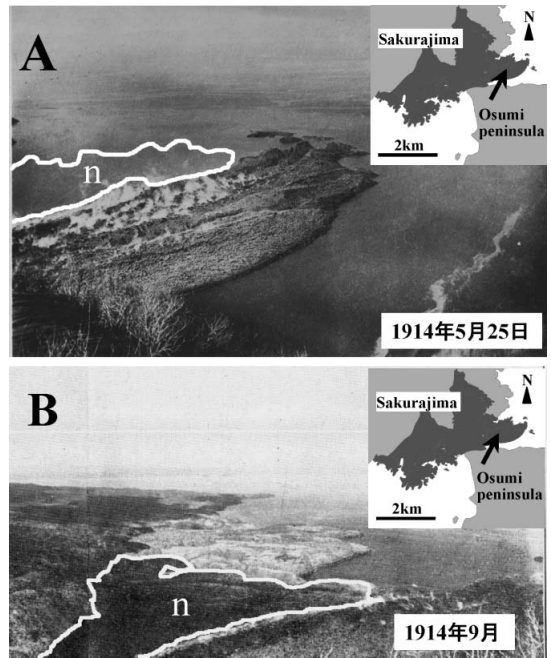


Fig. 3. Photographs of Setozaki area in Taisho eruption. (A) Photograph taken from Hayasaki on 25 May 1914. The date and location from which this photograph has been taken are the same as those of Fig. 2A. The Secondary Lava Flow which effused later on this area is not recognized on this photograph (*n*, delineated by white line). This photograph was taken by Mr. Kitamura and owned by the Kagoshima Prefectural Museum. (B) Photograph taken from near Hayasaki in September 1914 (Kobayashi, 1929). The Secondary Lava Flow can be recognized in this area and is delineated by white line; *n*.

l)。ここも地形分類によると二次溶岩流に相当する部分であり、これらの二次溶岩流は1914年5月25日までは流出していることがわかった。

さらに、時間を遡って、1914年2月14日に大隅半島の海溝から有村方面を撮影した写真 (Fig. 2B) では、有村島の後方と、その右側からはげしく水蒸気があがり、溶岩流が海中に流入していることが確認できる。水蒸気が上がっている地点 *a*~*c*, *e*~*g* は、Fig. 2A で見られる二次溶岩流出域の各地点と一致している。したがって、二次溶岩流はこの地域においては2月14日にはすでに流出していたと考えられる。なお、この写真は、鹿児島県立博物館の記録によると、1914年2月14日に北村氏によって撮影されたものであるとされているが、同じ写真が、Omori (1916) にも用いられ、そこでは「1914年2

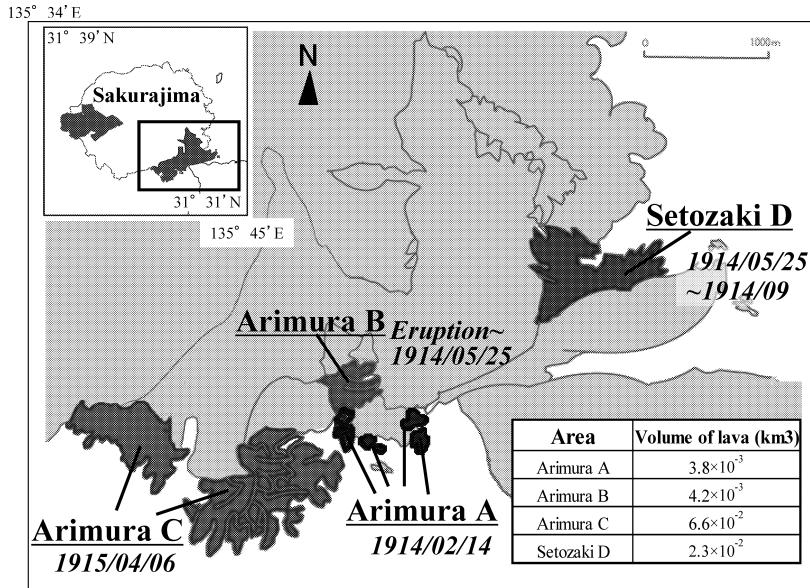


Fig. 4. Distribution, dates and estimated volume of the effusion of the Secondary Lava Flows in the southeast part of Sakurajima Island. Arimura A, Arimura B, Arimura C and Setozaki D are the areas of the Secondary Lava Flows where the timing of effusion was ascertained in this study. The estimate volumes of Secondary Lava Flows in these four areas are shown on inserted Table.

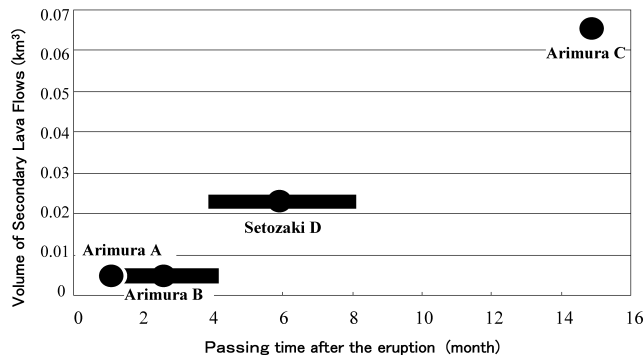


Fig. 5. The relation between volume of the Secondary Lava Flows and passing time after the beginning of eruption.

月4日 R. Higo 氏による撮影」と記載されている。鹿児島県立博物館には、他にも多数の北村氏による写真があり、それぞれ撮影日時や場所の記載が詳細であることや、2月14日に、北村氏によって Fig. 2B と同じ海溝近辺から撮影された写真が他に4枚存在することから、Omori (1916) による記載には誤りがあったと考えられる。

写真判読に用いた1966年の空中写真(国土地理院)では、Fig. 2A で二次溶岩流として見られる *f.g* と、*e* の東側一部分が確認できないのに対し、1947年の空中写真(米軍)では認められることから、1947年以降、*f.g* と *e* の東側一部分は沈降を始め、1966年までには完全に海面

下に没してしまったと考えられる。本研究対象地以外にも、Omori (1916) によって、二次溶岩流で形成された地形が後に消滅してしまった例が記載されており、*f.g* についても同様の現象が生じていたと考えられる。地点 *c* は、小野・福山 (1981)、国土地理院 (1990) では、有村島と同じ大正 I 溶岩流 (T_1) に分類されている。この地点 *c* は、地点 *g* が海没してしまったため島のように見えるが、*d* から続いていた二次溶岩流である。

Omori (1916) は、1915年の3月末から4月の始めに、南東側溶岩流の先端部から二次溶岩流が流出したとし、4月6日には有村方面で流出が目撃されたと記載している。この二次溶岩流は、Fig. 1 の *m* の部分と考えられ、

1914年5月25日の時点ではまだ流出していないが (Fig. 2A の *m*), 1915年4月24日に Omori 氏により撮影された写真では流出を確認できる。

3-2 瀬戸崎地域

Fig. 2A と同じ 1914年5月25日, 同地点から瀬戸崎方面を撮影した写真 (Fig. 3A) の中央には瀬戸海峡を埋めた大正 I 溶岩流 (T_1) が見られ, その後方の海の部分に分布する二次溶岩流は, まだこの時点では認められない (Fig. 3A の *n*). 一方, 1914年9月に, 同じく早崎から瀬戸崎を撮影した写真 (小林, 1929 の p. 121) には, 写真下部左に二次溶岩流が確認できる (Figs. 1, 3B の *n*). したがって, 瀬戸崎地域の二次溶岩流の流出時期は 1914年5月25日から同年9月までの間であることが判明した。

4. 二次溶岩流の流出量の推定

本研究により流出時期が判明した二次溶岩流の分布地域を, Fig. 4 に表示した. 地点 *a*~*h* を Arimura A, *l* を Arimura B, *m* を Arimura C, *n* を Setozaki D と名付け, 大正噴火前後の地形図を比較することによりその容積を見積もった. 必要なデータとして, 陸上部については, 大日本帝国陸地測量部 (1909; 1920) の 1/5 万地形図, 国土地理院 (1999) の 1/2. 5 万地形図と本研究による地形分類図, 海底部については, 有村地域は石原・他 (1981) の海底地形図, 瀬戸崎地域は 1/5 万海底地形図 (海上保

安庁, 1990) を用いた. 有村地域の海底地形図 (石原・他, 1981) では, 水面上での二次溶岩流の分布域の周りを大きく取り囲むように水深 40 m の台地状の流域が一樣に広がっており, それ以降急激に水深が深くなっている. 一方, 水面下においては, 二次溶岩流の特異な樹枝状の形 (福山・小野, 1981 など) の延長として拡大している海底地形は見られない. そのため, 同地域では, 二次溶岩流の海底における広がりほとんどないものと考え, 水面上で確認される二次溶岩流分布域における水面下の二次溶岩流のみを, 流出量の推定対象とした. 瀬戸崎地域については, 沖にまで到達した二次溶岩流のその下は, 瀬戸海峡を埋めた大正 I 溶岩流 (T_1) で覆われていると考えられる. 二次溶岩流の周囲の水深は, 約 10 m であるので, 二次溶岩流の海底部分の層厚を, 一律に 10 m とした. Arimura B は, 大正 II 溶岩流 (T_2) で形成された地形の河谷部に流出していることから, その基底を, 河谷部分の標高に合わせ 40 m とした.

以上の条件で見積もった二次溶岩流の流出量は, Arimura A では, $3.8 \times 10^{-3} \text{ km}^3$, Arimura B では $4.2 \times 10^{-3} \text{ km}^3$, Arimura C では $6.6 \times 10^{-2} \text{ km}^3$, Setozaki D では $2.3 \times 10^{-2} \text{ km}^3$ である (Fig. 4).

ここまでで明らかになった二次溶岩流の流出時期と流出量の関係を Fig. 5 に示す. 二次溶岩流の流出の噴火からの経過時間が長くなるほど, 流出量が増加する傾向がこの図では見られる。

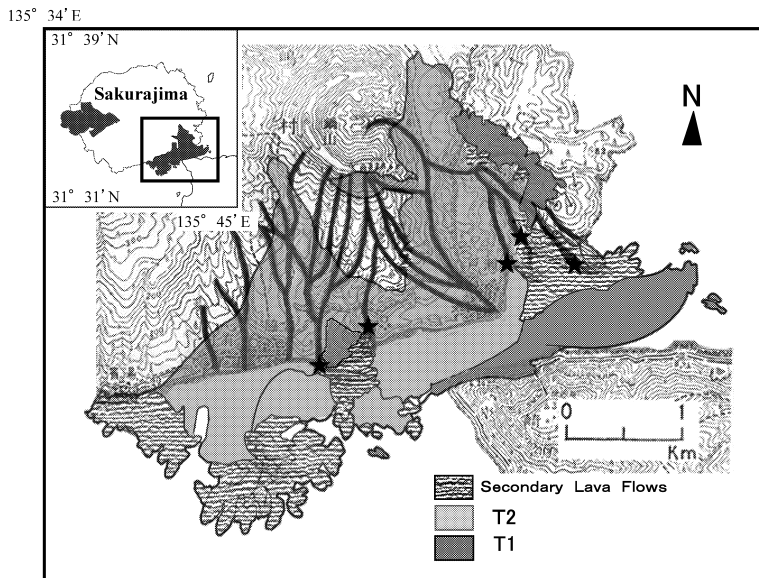


Fig. 6. Distribution of the Secondary Lava Flows superimposed on pre-eruption topography. The thick lines indicate the river valleys delineated from the pre-eruptive 1/50,000 topographic map (Geographical Survey of Imperial Army, 1909). The solid stars show the undisputed effusing points of the Secondary Lava Flows emerging on the river valley topography.

5. 二次溶岩流の流出口の推定

ここでは、二次溶岩流がどのような場所から、なぜ流出したのかを検討する。方法としては、噴火前の地形と、二次溶岩流の流出後の地形とを比較検討した。

瀬戸崎地域での二次溶岩流の流出口は、噴火前の地形において、河谷部の先端であり、旧海岸線の河口付近である。有村地域においても、旧地形の河谷部線上に二次溶岩流の流出口をもつ個所があり (Fig. 6 の星印)、噴火前の河谷部にあたる先端から二次溶岩流が流出する傾向にあるといえる。一般に、溶岩流は尾根よりも河谷部を流れ堆積しやすく、また、海水に触れて先端が急冷された部分では外殻が固結すると考えられる。河谷部に厚く堆積しながら流れていた溶岩流の内部は、冷えにくく未固結の状態が続いたと考えられる。おそらく、河谷の流出口では、上流側から溶岩流が供給されるため、内部の先端にかかる圧力が増加し、耐えきれなくなった先端の一部が破れ、未固結の溶岩流が溢れ出したと推定される。

6. 結 論

(1) 二次溶岩流の地形、形状、色相の特徴から、空中写真判読により大正噴火の東側の溶岩流を分類した結果、新たに二次溶岩流と確定できる個所を見出した。

(2) 従来、噴火から約1年後に流出したと考えられてきた二次溶岩流は、記録写真を時系列にあわせて検討した結果、噴火開始から約1カ月後の1914年2月14日の時点ですでに流出が確認できることが判明した。また、二次溶岩流は地域によって流出時期に差があることも明らかになった。

(3) 二次溶岩流の流出量と流出時期の関係から、流出時期が遅くなるほど、流出量が増えていることが判明した。

(4) 二次溶岩流は、旧地形の河谷部に厚く堆積した溶岩流の先端から流出する傾向が明らかになった。

謝 辞

噴火当時の写真の使用に関して、桑水流淳二学芸主事をはじめとする鹿児島県立博物館の方々、資料を貸与していただいた下鶴大輔東京大学名誉教授、奈良女子大学

文学部地域環境学講座の方々には厚く御礼申し上げます。京都大学大学院人間・環境学研究所の金子克哉博士、宇野康司博士、齋藤武士氏、古川邦之氏は、原稿を読み、有益な助言を下さいました。査読者の鹿児島大学の井村隆介助教授、信州大学の三宅康幸教授、および編集担当の宮縁育夫氏には重要なご指摘と適切なお助言をいただきました。ここに深く謝意を表します。

引用文献

- 大日本帝国陸地測量部 (1909) 1: 50,000 地形図「鹿児島」。
 大日本帝国陸地測量部 (1920) 1: 50,000 地形図「鹿児島」。
 福山博之 (1978) 桜島火山の地質。地質学雑誌, **84**, 309-316。
 福山博之・小野晃司 (1981) 桜島火山地質図 1: 25,000, 地質調査所。
 石原和弘・高山鉄朗・田中良和・平林順一 (1981) 桜島火山の溶岩流 (I)―有史時代の溶岩流の体積―。京都大学防災研究所年報, **24B-1**, 1-10。
 石原和弘・井口正人・加茂幸介 (1985) 桜島火山の溶岩流 (II)―大正溶岩流のシミュレーション―。京都大学防災研究所年報, **28B-1**, 1-11。
 海上保安庁 (1990) 1: 50,000 海底地形図「鹿児島湾北部」。
 小林房太郎 (1929) 火山。南光社, 東京, 583pp。
 小林哲夫 (1982) 桜島火山の地質: これまでの研究の成果と今後の課題。火山, **27**, 277-292。
 小林哲夫 (1986) 桜島火山の形成史と火砕流。文部省科学研究費自然災害特別研究, 計画研究「火山噴火に伴う乾燥粉体流 (火砕流等) の特質と災害」報告書, 137-163。
 国土地理院 (1990) 桜島火山土地条件図 1: 15,000。
 国土地理院 (1999) 1: 25,000 地形図「桜島南部」。
 Koto, B. (1916) The Great Eruption of Sakura-jima in 1914. *Journal College of Science, Imp. Univ. of Tokyo*, **38**, 1-237。
 Omori, F. (1916) The Sakura-jima eruptions and earthquakes III. *Bulletin of The Imperial Earthquake Investigation Committee*, **8**, 131-321。
 山口鎌次 (1975) 桜島火山の研究。日本地学教育学会, 128pp。
 横尾亮彦・谷口宏充 (2001) 桜島大正 II 二次溶岩流の形成プロセス。東北アジア研究, 93-111。
 (編集担当 宮縁育夫)