

粒径に着目した桜島昭和火口噴出物による活動評価指標の検討

嶋野岳人*・横尾亮彦**,***・井口正人**・味喜大介**

* 富士常葉大学環境防災研究科

** 京都大学防災研究所

*** 現所属：東北大学大学院理学研究科

要 旨

2008年2月から約2年間にわたり、桜島火山昭和火口における噴火の降下火山灰をほぼ毎日、自動火山灰採取装置により採取することに成功した。降灰量の増加率は加速的であり、2008年2月～2009年2月の降灰率に対し2009年2月～11月は約5倍、更に2009年2月～11月に対し2009年11月～2010年4月は約10倍の降灰率となっている。降灰量と火山灰粒子の粒径構成には2つのタイプが認められた。

キーワード：桜島火山，噴出物観測，活動指標

1. はじめに

桜島火山は我が国で有数の活火山である。安永、大正噴火など、歴史時代にもたびたび規模の大きい噴火をしているが、その一方で、これらの噴火の間には、休止期を挟みつつ断続的に灰放出活動を行ってきたと考えられている。このような小規模噴火から大規模噴火への移行過程の理解は中長期的活動予測を行う上で必須の課題である。さらに言えば、2006年に58年ぶりに活発化した昭和火口の活動については、活発化から数年で溶岩流出に至った昭和噴火の場合と同様の経緯を辿っていることが指摘されており（井口ほか，2008）、今後、昭和噴火レベルの活動により的確に対処するためには、長くとも数年の時間スケールでの将来予測が必要となっているといえよう。

これまで桜島火山では、様々な地球物理学的手法に基づく連続観測によって、マグマの蓄積・移動量、深度等の推定が行われ、短期的な爆発予測や上昇過程や爆発メカニズムの理解につながる成果が得られてきた（Tameguri et al., 2002; Iguchi et al., 2008 など）。これに対して、マグマそのもの、すなわち噴出物については、降灰量の連続観測は確立されているが、連続的かつ多角的な解析体制の整備には至っていない。筆者らは、火山近傍の悪条件下でも十分に動作する自動火山灰採取システムを完成させ、約2年間の連続採取に成功した（現在も継続中）。これらの試料の石基ガラス組成や鉱物組成等による多角的かつ

詳細な解析は現在進行中であり（嶋野ほか，2010）、今後、マグマ供給系やマグマ上昇過程、噴火様式等の時間変化に関する制約条件が得られると期待される。

一方で、噴出物の連続観測をいち早く活動予測につなげるためには、このような分析作業は繁雑すぎるため、より迅速にデータ提供ができる簡便な手法を用いることが望ましい。しかし、噴出物を長期にわたって連続採取した例がほとんどないため、噴火活動の尺度となりうる観測量で、容易かつ客観的に（できれば定量的に）評価できるものは何か、とい

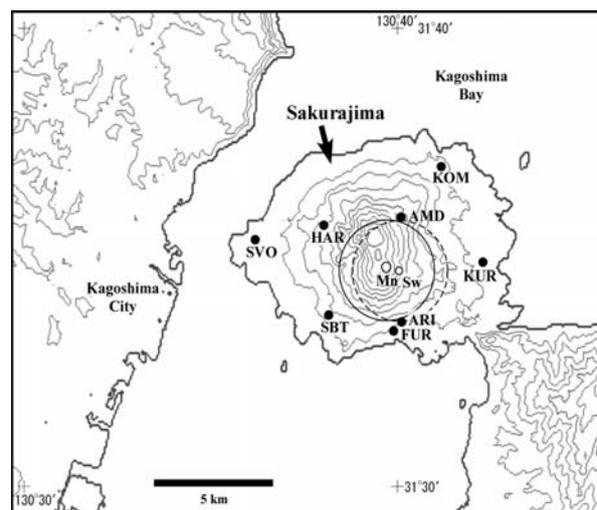


Fig. 1 火山灰試料採取地点。実線、破線の円はそれぞれ南岳 (Mn)、昭和火口 (Sw) から2kmの範囲を示している。

う点が必ずしも明らかではない。筆者らはこれまでいくつかの火山活動指標を検討してきたが（嶋野ほか, 2008, 2010など）、本稿では新たに、これまでに得られた降灰量とその構成粒子サイズの解析結果に基づき、その活動指標としての可能性について考察を行う。

2. 観測手法・解析手法

本研究では、自動火山灰採取装置（嶋野ほか, 2010）により、桜島火山南東麓の有村観測点（Fig. 1 のARI）において2008年2月14日から24時間間隔で1試料採取し、およそ1ヶ月毎に回収した試料を用いた。装置上面の採取口は直径15 cm（開口面積0.177 m²）である。これまでの観測では、粒径が数 mm を超える噴出物が降下した場合、1m²あたり数個程度しか認められないケースも多く、採取口にこのような試料が入ることはあまりなかった。本稿では降灰量を1m²あたりの値（乾燥重量）として示したが、正確な噴出量見積もりにはこのような開口径に対する採取量依存性を考慮する必要があることを付け加えて

おく。

試料調整については、実験室において乾燥後、篩い分け、秤量を行った。篩い分けは簡便性を優先して目幅1mmのみを行い、粒径が1mm以上および未満の粒子の重量を測定した。試料が多数であるため、篩い分けは採取量が1g以上の試料については全て行ったが、1g未満の試料については、篩い分けを行っていないものもある。

3. 採取火山灰量

これまで2年間の有村観測点における火山灰採取量（乾燥重量）は、概ね加速的な増加傾向にある（Fig. 2）。連続観測を開始した2008年2月から約1年間は比較的降灰量が少なく、一日あたりの降灰量もほぼ一定していた。しかし、2009年2月から同年11月には、比較的降灰量の多い（1 m³あたりで50g 程度以上）日数が増加し、これに伴って平均的な日別降灰量の増加が認められた（2008年の数倍程度）。更に2009年11月から2010年1月には、2009年11月までの10倍程度の降灰率となっており、約3ヶ月で過去2年間の倍

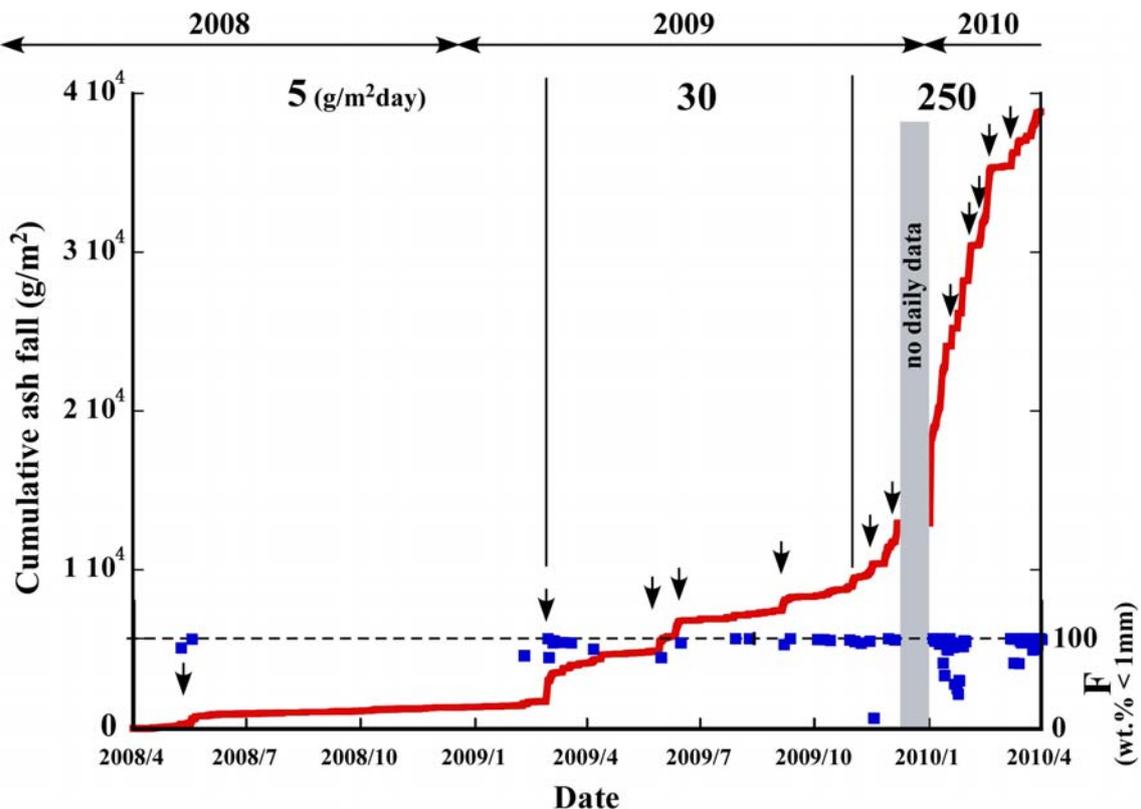


Fig. 2 有村観測点（Fig. 1のARI）における2008年4月から2010年4月までの積算降灰量およびF値（2009年12月の日別量は欠測だが、この間の積算値は計測）。2009年の年間平均降灰率の上昇には数回の比較的大規模な降灰（矢印）の寄与が大きい。これに対して2010年では全体的に規模の大きい噴火の頻度が高く、ステップ間隔が小さい。■は採取量1g以上の試料のF値（試料を占める粒径1mm未満の粒子の重量%）。

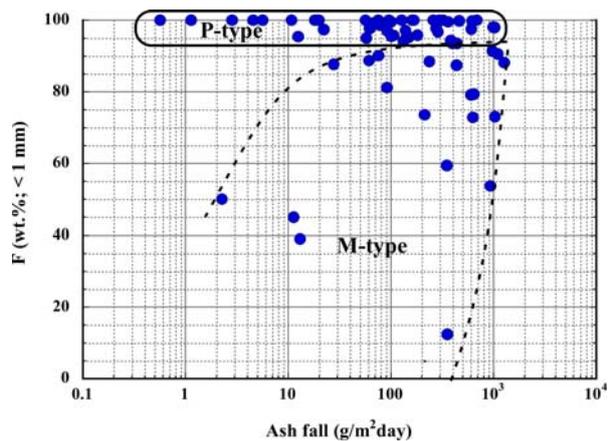


Fig. 3 桜島昭和火口噴出火山灰の有村観測点における降下量とF値。ほとんどは80%を超えるが、いくつかの噴火では大きく下回るものがある。

の量が低下したことになる。直近数ヶ月（2010年4月時点）では降灰率がやや低下した時期もあるが、概ね高いレベルで推移している。なお、これらの結果は、あくまで1観測点におけるものであるが、卓越風の影響などを加味しても、他の方法で求めた総噴出量と定性的には整合的であることから（嶋野ほか，2010），火山活動の強弱を概ね反映していると考えて良いであろう。

4. 分析試料の噴出時期と火山灰粒子粒径

採取試料のうち、篩い分けを行った採取量が1g以上のもの（Fig. 2で↓をつけたステップ状になっているところは数g以上のものに相当）は、2008年5月を除き、2009年以降にのみ認められた。最大日別採取量は22.31g（1.262 kg/m²）であった。また、試料中の粒径1mm未満の粒子の存在量は、多くの試料が90%以上となった一方で、山麓に多量の礫が降下した2009年11月17日や軽石噴出が報告されている2010年1月15日（産業技術総合研究所，2010）以降十数日間の噴出物など、同程度の降灰量でも90%を大幅に下回る試料も認められた（Fig. 3）。なお、篩い分けを行わなかった採取量1g未満の試料の多くは、粒径1mm以上の粒子を含まない場合が多く、目視観察では、1mm以上の粒子を含んでいる場合もその量は1割程度かそれ未満であると考えられる。

6. 考察：火山灰粒径と活動度

火砕堆積物を構成する粒子のサイズ分布については、古くから解析が行われている。中でも噴火様式と堆積物の分布および粒度特性を関連づけたWalker（1973）やこれに続く一連の研究（Wright et al., 1980な

ど）では、噴火様式の違いが堆積物の分布面積と堆積物を構成する細粒物質の割合によって対応づけられている。彼らは堆積物の分布範囲と構成粒子サイズに着目して、それまで経験的に知られてきたいくつかの爆発的噴火を定量的に分類した。すなわち、横軸に最大層厚の1/100となる等層厚線の囲む面積（D値）をとり、縦軸に最大層厚の1/10となる等層厚線と分布主軸が交わる地点での堆積物を占める細粒物（<1 mm）の割合（F値；重量%）をとって様々な噴火事例についてプロットした（F-D図）。その結果、外来水の関与の少ないマグマ噴火（以下、マグマ噴火）についてはF値とD値に正の相関がみられることを指摘した。また、ブルカノ式噴火とマグマ水蒸気噴火では、同じD値でも上記噴火よりF値が高くなることから、外来水の関与がよりマグマの効果的な破砕に寄与しているものと考えた。

Fig. 3では、降灰量に関係なくF > 80%となるもの（P-type）と最大降灰量に向かってF値が上昇していくもの（M-type）の二つの変化トレンドが認められ、特に後者では良く発泡した軽石が噴出するなどマグマ噴火に特徴的な噴出物が認められる。Fig. 3は縦・横軸ともWalker（1973）らの値とは定義が異なり、噴出時の風向変化などを考慮するとそのままF-D図と比較することはできないが、上記の2つのトレンドの存在は、F-D図と同様に何らかの噴火メカニズムの違いを反映している可能性がある。

7. おわりに

桜島昭和火口の噴火活動は、噴火活動休止期をはさみながらも、確実に活発化しつつ継続しており、今後の活動傾向の変化をいち早く検知する方法を見出すことが喫緊の課題である。本稿では火山灰の構成粒子の粒径に着目し、火山活動度の評価指標としての考察を行った。今後、上記の解析を進めると同時に、これまでに得られている火口・噴煙映像記録（横尾ほか，2010）やその他の地球物理学的時系列データと比較を行うことによって、より多角的に検証し、マグマ供給系の時間変化を生むメカニズムの理解につなげていく必要がある。

謝辞

本研究で行った桜島での降下火山灰の採取は、京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、石原和弘氏をはじめとする同センター職員諸氏による支援を受けて実施した。自動火山灰採取装置の立案・設計・作製からトラブル対応までの全般については、東北大学理学部技術部の方々ならびに同理学研究科

の西村太志氏の御尽力によるところが極めて大きい。以上の方々に厚く感謝いたします。なお、本研究の一部には、科研費補助金（No. 18740332, 代表：嶋野岳人；No. 20310104, 代表：井口正人）、平成21年度京大防災研一般共同研究（代表：嶋野岳人）経費を使用した。

参考文献

井口正人・為栗 健・横尾亮彦 (2008) 火山活動の経過－1997～2007年－. 第10回桜島火山の集中総合観測, 1-18.

Iguchi, M., Yakiwara, H., Tameguri, T., Hendrasto, M. and Hirabayashi, J. (2008) Mechanism of explosive eruption revealed by geophysical observations at Sakurajima, Suwanosejima and Semeru volcanoes. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 1-9.

産業技術総合研究所 (2010) 桜島南岳昭和火口から2010年1月15日夕～16日朝にかけて噴出した軽石. 第115回火山噴火予知連絡会資料.

嶋野岳人・花田泰裕・井口正人 (2008) 火山灰によ

る桜島火山の噴火活動評価手法の検討. 桜島火山の集中総合観測, 9, 165-172.

嶋野岳人・横尾亮彦・井口正人・味喜大介 (2010) 桜島昭和火口噴出物の連続サンプリングによる活動監視. 平成21年度京都大学防災研究所一般共同研究報告書, 29-36.

Tameguri, T., Iguchi, M. and Ishihara, K. (2002) Mechanism of explosive eruptions from moment tensor analyses of explosion earthquakes at Sakurajima volcano, Japan. *Bull. Volcanol. Soc. Japan*, 47, 197-215.

Walker G.P.L. (1973) Explosive volcanic eruptions – a new classification scheme. *Geol. Rundsch.*, 62, 431-446.

Wright, J.V., Smith, A.L., and Self, S. (1980) A working terminology of pyroclastic deposits. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 8, 315-336.

横尾亮彦・井口正人・為栗健・園田忠臣 (2010) 2010年までの桜島昭和火口の噴火活動について. 平成21年度京都大学防災研究所一般共同研究報告書, 3-16.

Grain Size Monitoring of Ashfall from Showa Crater by Time Series Sampling at Sakurajima Volcano

Taketo SHIMANO*, Akihiko YOKOO**,***, Masato IGUCHI** and Daisuke MIKI**

*Fuji Tokoha Univ., **DPRI, Kyoto Univ., ***Present address: Tohoku Univ.

Synopsis

Ash samples have been collected daily at Sakurajima Volcano for about two years since February 2008 by automatic ash sampling system. The average accumulation rate has been gradually increased to date; the rate from February to November 2009 is several times that from February 2008 to February 2009, and that from November 2009 to April 2010 is about ten times that from February to November 2009. There are two variation trends between the amount of ash fall and the fraction of fine particles (< 1mm in diameter) which may be correlated with different types of eruptions or mechanisms.

Keywords: Sakurajima volcano, monitoring of eruptive products, index of activity