

桜島昭和火口における噴火活動と地球化学的観測研究 -火山灰水溶性成分による噴火活動評価その2-

野上健治*・井口正人**・味喜大介**
為栗 健**・山本圭吾**・園田忠臣**

*東京工業大学火山流体研究センター

** 京都大学防災研究所

要 旨

2006年6月に58年振りに再開した桜島昭和火口の噴火活動は、2009年からは爆発的噴火回数も急増、非常に活動的な状態が続いている。継続的に採取した降灰の水溶性Cl, SO₄量及びCl/SO₄モル比の変動とSO₂放出量観測から、2009年7月以降マグマヘッドが火山体浅部に移動して脱ガスが促進された可能性がある。2010年6月には非爆発的な噴火が発生し、Cl/SO₄モル比が急激に上昇した。これは、火口底までマグマが上昇したことを示している。地表までのマグマ供給系が確立されたものと考えられ、今後非爆発的な噴火が頻発する可能性が高いと推察される。

キーワード：桜島、南岳、昭和火口、火山灰水溶性成分

1. はじめに

火山活動はエネルギーと物質の持続的な放出現象である。火山噴火はこれらの放出率が極端に高まった状態であり、従って物質の放出量や組成変化を捉える事によって活動の活発化を予測することができるものと考えられる。火山からは様々なphaseで物質が放出されているが、爆発の原動力となるものが火山ガスである。

爆発的噴火を繰り返す火山ではガスを直接採取することは現時点では不可能であり、様々な間接的方法で火山ガス組成が測定されている。最近でフーリエ変換型赤外分光放射計 (FT-IR) を用いた火山ガス成分の遠隔測定が盛んに行われている。浅間山ではFT-IRによって2004年噴火の前後でのHCl/SO₂, HF/HClの変化が捉えられている(森・野津, 2005)。また、UVカメラを使ったSO₂放出量の測定法も開発されている(Mori and Burton, 2006)。

火山灰の水溶性成分の化学分析もガス組成を推定する間接的な方法の一つである。火山ガス/火山灰

比、ガス濃度、火山灰の粒径、表面積、温度等によってガス成分の吸着量は変動するが、降灰の水溶性成分のCl/SO₄モル比がほぼ同時期に測定した大気中に拡散していた噴煙のHCl/SO₂の平均値とよく一致していることが示されている(小坂・小沢, 1975; Nogami et al., 2001)。噴火時には降灰によって太陽光が著しく遮られるため、これを利用する測定は困難になるが、降灰の水溶性成分から噴火時の噴煙中のHCl/SO₂を推定することができることを意味し、相互に補完的な役割を果たす事ができる。

桜島(Hirabayashi et al., 1982)や、有珠山(野上・他, 2002)や十勝岳(小坂・他, 1998), 雲仙普賢岳(Nogami et al., 2001)などでもこの方法によって火山活動のモニタリングが行われている。

桜島の南岳における爆発的噴火回数は減少傾向にあり、2009年10月から2011年2月までの1年4ヶ月間では噴火が発生しておらず、噴火活動の静穏化が著しい。これに対して、昭和火口は2006年の噴火開始以来、火口を拡大し続けており、噴出物量は南岳に比べて少ないものの、2009年以降爆発回数が急激

に増加している。本報告では、2009年始めから2011年3月末までの変動結果を示し、火山活動の推移について考察する。

2. 火山灰試料の採取と分析

2006年以降の噴火に伴う降灰試料はその殆どを桜島火山観測所のスタッフに採取していただき、直ちに草津白根火山観測所に送付していただいた。火山灰試料は降灰中に採取したものだけではなく、土砂等の混入の恐れがないように、通行量の多い道路から離れた地点の植物の葉や駐車中の車両、観測井のステンレス製蓋などから採取した。

分析にはすべて特級試薬を用い、水は逆浸透 - イオン交換水を更にイオン交換高純度精製装置（著者らはBarnstead NANO pure IIを使用）により精製したものをを用いた。火山灰試料をビーカーに正確に秤り、これに精製水を加える。約80℃に保ったホットプレート上で一昼夜加熱する。空冷後、これを濾過しながらメスフラスコに移し、精製水で定容にしたものを分析した。塩化物イオンおよび硫酸イオンはイオンクロマトグラフで定量し、火山灰量と濃度から火山灰1kgあたりの水溶性成分量を求めた。

3. 結果と考察

2006年の噴火開始から2011年3月末までの火山灰1kg中の水溶性Cl、SO₄量及びこれらから求めたCl/SO₄モル比の時間変化をFig.1に示す。

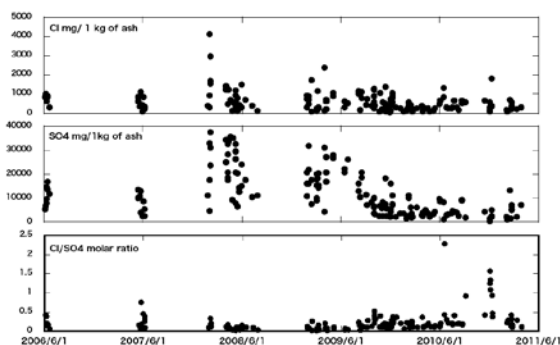


Figure 1 Temporal change in Cl/SO₄ molar ratio of the ash samples from Showa crater and Minamidake crater, Sakurajima volcano till the end of March, 2011

2009年1月の噴火再開直後の降灰の水溶性Cl、SO₄量は2008年7月末の降灰に比べて大幅に増えており（Fig.1）、2008年7月以降に水溶性塩類として大量のCl、SO₄が火口内に蓄積されていたものと考えられる。水溶性Cl量、SO₄量ともに4月以降低下し、7月まではCl/SO₄モル比も低下を続けている。従

ってHClの放出量も急激に減少し、噴火活動は一時的に沈静化していると推測される。7月以降、Cl/SO₄モル比は緩やかに上昇しており（Fig.1）、火映も観測されている。これらの結果は2009年7月以降マグマヘッドが火山体浅部に移動し、脱ガスが促進された可能性を示唆する。これ以降、2010年6月までCl/SO₄モル比は漸減していたものの、2010年6月17日にはCl/SO₄モル比は急激に上昇した。その後、再び漸減したが12月には再び急激に上昇している。2010年後半に見られたこの変動はこれまでの変動に比べて比較にならないほどの大きなものである。

1970年代から80年代にかけて噴火活動が激化していた桜島南岳では、「BL型地震の群発を伴うストロンボリ式噴火」の後、「爆発地震を伴うブルカノ式噴火の発生」から「連続微動を伴う連続噴煙活動」へと至るのが典型的な噴火様式の変化であった。BL型地震の群発を伴うストロンボリ式噴火で放出された火山灰のCl/SO₄モル比は爆発的噴火や連続噴煙による火山灰のそれに比べて極端に高かった。また、爆発的噴火から連続噴煙へと噴火様式が移行するにつれてCl/SO₄モル比が低下した。これらの結果は、揮発性成分に富むマグマが火道内に貫入し、火口底付近まで上昇した場合には火山灰の水溶性成分のCl/SO₄モル比は非常に高くなり、活動の推移をこの比の値で捉える事ができることを示している。

この結果から、2010年後半に起こったCl/SO₄モル比の急上昇はマグマが地表のごく近傍、火口底まで上昇した事に起因するものであると言え、現在の昭和火口の様な開口系である火道でも揮発性成分に富むマグマが上昇した場合には火山灰水溶性成分のCl/SO₄モル比の上昇によってそれを捉える事ができることを意味する。また、2011年3月末までの変動ではCl/SO₄モル比の上昇の間隔が短くなっていることは、昭和火口に対して連続的にマグマが上昇していることを示しており、地表までのマグマ供給系が完全に形成された昭和火口での非爆発的な噴火が頻発する可能性が高くなっていると考えられる。

4. まとめ

2006年の昭和火口での噴火活動再開以来、継続的に火山灰水溶性成分の測定を実施している。2009年のCl/SO₄モル比の上昇は、マグマヘッドが火山体浅部に移動し、脱ガスが促進された可能性を示唆するものであったが、2010年6月以降に発生したCl/SO₄モル比の変化はそれまでの変動を大幅に超えるものであった。これはマグマが地表のごく近傍まで上昇した事を示すものである。また、2011年3月末までの変動は昭和火口に対して連続的にマグマが上昇し

ていることを示しており、地表までのマグマ供給系が完全に形成された昭和火口での非爆発的な噴火が頻発する可能性が高くなっていると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、京都大学防災研究所附属火山活動研究センターの方々には試料採取や現地観測でご協力いただきました。ここに記して深く感謝いたします。

参考文献

小坂丈予・小沢竹二郎（1975）：桜島火山噴出ガスの成分の観測と活動状況. 第1回桜島火山の集中総合観測, pp.62-66.
小坂丈予・野上健治・平林順一（1998）：十勝岳1988-1989年噴火で放出された火山灰の付着水溶性成分. 火山, 第43巻, pp.25-31.
野上健治・平林順一・大場 武・安孫子 勤・岡田

弘・西村裕一・前川徳光・鈴木敦生（2002）：有珠山2000年噴火における地球化学的研究-火山灰付着水溶性成分の変動と火山活動-. 火山, 第47巻, pp.325-332.

森 俊哉・野津憲治（2005）：浅間山噴煙中の火山ガス化学組成の遠隔測定. 火山, 第50巻, pp.567-574.

Mori, T. and Burton, M.(2006) : The SO₂ camera: A simple, fast and cheap method for ground-based imaging of SO₂ in volcanic plumes. *Geophysical Research Letters*, **33**, L24804.

Hirabayashi, J., Ossaka, J. and Ozawa, T. (1982): Relationship between volcanic activity and chemical composition of volcanic gases – A case study on the Sakurajima volcano. *Geochem. J.*, Vol.16, pp.11-21.

Nogami, K., Hirabayashi, J., Ohba, T., Ossaka, J., Yamamoto, M., Akagi, S., Ozawa, T. and Yoshida, M. (2001): Temporal variations in the constituents of volcanic ash and adherent water-soluble components in the Unzen Fugendake eruption during 1990-1991. *Earth Planets Space*, **53**, 723-730.

Geochemical Monitoring of Eruptive Activity of Sakurajima Volcano from June 2006 to March 2011 through analysis of ash leachate and measurement of SO₂ discharge rate

Kenji NOGAMI*, Masato IGUCHI**, Daisuke MIKI**,
Takeshi TAMEGURI**, Keigo YAMAMOTO** and Tadaomi SONODA**

* Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

** Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Synopsis

Eruptive activity at Showa crater of Sakurajima volcano has continued since 2006, and intermittent explosions in 2008 has been followed by frequent explosive activity since 2009. Increase in the molar ratio of water-soluble Cl to water-soluble SO₄ of the ash collected after July 2009 suggests ascent of magma head to the shallower volcanic edifice. The ash emitted by the non-explosive strombolian eruptions in the middle of June 2010 had intensively high Cl/SO₄ molar ratio, which suggested that magma appeared near the surface and/or the bottom of Showa crater. Increase in the Cl/SO₄ ratio with short intervals after June 2010 probably indicates that magma supply system from the magma chamber within the volcanic edifice to the bottom of the crater has established, and that occurrence of non-explosive eruptions will become intensively frequent.

Keywords: Sakurajima volcano, Showa crater, water-soluble components, SO₂ emission rate