

桜島昭和火口における噴火活動と地球化学的観測研究 —火山灰水溶性成分及びSO₂放出量による噴火活動評価—

野上健治*・井口正人**・中道治久**・味喜大介**・為栗 健**
山本圭吾**・園田忠臣**・関健次郎**・佐藤 泉*・平林順一*

* 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

桜島の南岳における爆発的噴火回数は減少傾向にあり、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、2009年以降爆発回数が急激に増加している。2010年始めから2014年11月末までの水溶性成分の変動及びSO₂放出量の観測結果から、2010年から2013年までは約6ヶ月に一度のペースでマグマの貫入・昭和火口の地下浅部への上昇・顕著な脱ガスが起こっていたが、2014年にはCl/SO₄モル比の急激な上昇は認められなかったと考えられる。また、SO₂放出量も若干低下しており、この時期に貫入したマグマは地下浅部まで上昇せず、貫入量も少なかった可能性がある。

キーワード: 桜島火山, 火山灰, 水溶性成分, SO₂放出量

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り、火山噴火はこれらの放出率が極端に高まった状態であると言える。従って物質の放出量や組成変化を捉える事ができれば、活動の変化を予測することができるものと考えられる。

火山噴火の原動力がマグマに含まれる揮発性成分であり、その組成や放出量はマグマ活動の直接的情報となる。爆発的噴火を繰り返す火山では火山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噴火時の火山ガス組成が測定されている。浅間山では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ので、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、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、噴出物量は最盛期の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、2010年始めから2014年11月末までの水溶性成分の変化を示し、2006年からのSO₂放出量の観測結果とあわせて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

噴火に伴う降灰試料は採取後、直ちに草津白根火山観測所に送付していただいた。分析には特級試薬を用い、水は蒸留水を更にイオン交換高純度精製装置により精製したものをを用いた。火山灰試料をテフロンビーカーに正確にはかりとる。これに精製水を

加え、約80℃に保ったホットプレート上で一昼夜加温する。空冷後濾過し、精製水で定容にしたものを分析した。塩化物イオン及び硫酸イオンはイオンクロマトグラフによって定量した。SO₂放出量は噴煙の下を往復するトラバース法によって測定した。

3. 結果

火山灰1kgあたりの水溶Cl、SO₄量から求めたCl/SO₄モル比の時間変化をFig. 1に示す。2010年から2013年にかけて、Cl/SO₄モル比はほぼ6ヶ月周期でパルス状の上昇と漸減を繰り返している。この4年間に見られたこの変動は、昭和火口で噴火が再開した2006年から2009年までの変動に比べて遥かに大きい変化である。

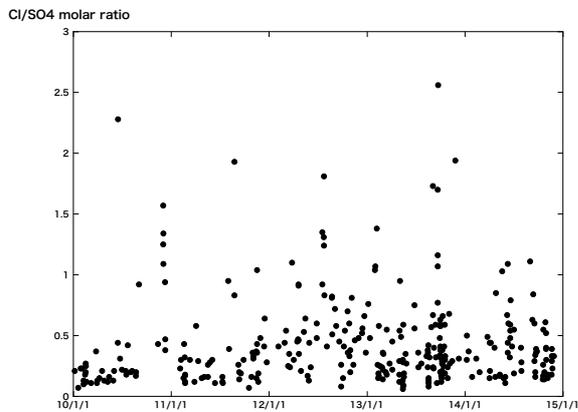


Figure 1 Temporal change in Cl/SO₄ molar ratio of the water leachates of the ash samples from Showa crater and Minamidake crater, Sakurajima volcano between 2010 and 2014.

1970年代から1980年代にかけては桜島南岳が非常に活発な噴火活動を繰り返していたが、この時期には「BL型地震の群発を伴う非爆発的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。採取されていた降灰の水溶性成分分析結果と噴火様式及び地震活動との比較を行った結果、非爆発的噴火によって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よりも極端に高かった。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モル比は漸減した。これらの結果から、揮発性成分に富むマグマが火道内に貫入し、地表のごく近傍に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ての変化によって捉える事ができることが明らかになった (Sato and Nogami, 2012)。こ

の結果は、2010年から起こっているパルス状のCl/SO₄モル比の上昇は、マグマが地表のごく近傍まで上昇した事に起因するもので、2010年から2013年までは約6ヶ月に一度のペースでマグマの貫入・昭和火口の地下浅部への上昇・顕著な脱ガスが起こっていた事を示している。

2006年以降のSO₂放出量の変化をFig. 2に示す。2006年の噴火再開以来、放出量は上昇傾向をしており、2013年末までは日量4000トンを超える事もあった。南岳からの定常的放出量である日量約2000トン (森・他, 2008) の2倍程度に達している。この結果はHClの放出量もこの時期に増大している事を示しており、この時期にマグマが頻繁に地表のごく近傍に上昇し、脱ガスが促進されていたことを裏付ける結果であると考えられる。これに対して、2014年は11月末までにCl/SO₄モル比の急激な上昇は認められない。また、SO₂放出量も2013年以前に比べて若干低くなっており、この時期に貫入したマグマは地下浅部まで上昇せず、貫入量が少なかった可能性がある。この点は地盤変動など、地球物理学観測データとの比較検討によって詳細が明らかになるものと考えられる。

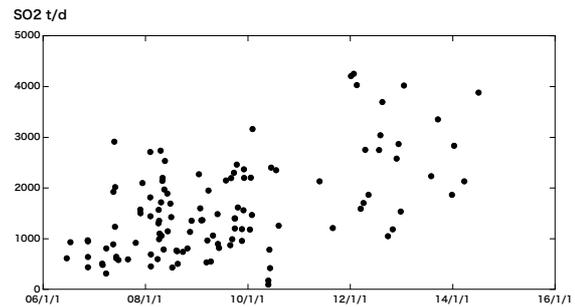


Figure 2 Temporal change in SO₂ emission rate from Showa crater between 2006 and 2014.

4. まとめ

2010年から2013年にかけて、降灰の水溶性成分のCl/SO₄モル比はほぼ6ヶ月周期でパルス状の上昇が起こっており、この変動は、2006年から2009年までの変動に比べて遥かに大きい変化だった。SO₂放出量も同じ時期に上昇しており、この時期にマグマが頻繁に地表のごく近傍まで上昇し、脱ガスが促進されていたものと考えられる。これに対して、2014年になって、Cl/SO₄モル比の顕著な上昇は起こっておらず、SO₂放出量も若干低下していることから、貫入したマグマは浅部まで上昇せず、貫入量も少なかった可能性がある。

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.

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.

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.

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.

Sato, I., Nogami, K. and Hirabayashi, J. (2012):Geochemical Monitoring of Volcanic Activity at Sakurajima through Analysis of Ash leachate, Abstract of 1st Anniversary International Conference Commemorating the 2011-2012 FI Hierro Submarine Eruption,

Geochemical Monitoring of Eruptive Activity of Sakurajima Volcano through analysis of ash leachate and measurement of SO₂ emission rate

Kenji NOGAMI*, Masato IGUCHI**, Haruhisa Nakamichi**, Daisuke MIKI**, Takeshi TAMEGURI**, Keigo YAMAMOTO**, Tadaomi SONODA**, Kenjiro Seki**, Izumi Sato* and Jun-ichi Hirabayashi*

* Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

** Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Synopsis

Eruptive activity at Showa crater of Sakurajima volcano between 2010 and 2014 was monitored through analysis of ash leachate. The spike increase of the molar ratio of water-soluble Cl to water-soluble SO₄ of the ash leachate between 2010 and 2013 was captured around every six months, and the emission rate of SO₂ gradually increased at the same period. These results demonstrate that sufficient magma ascended to the shallower zone beneath Showa crater semiannually and volatile components were degassed intensively from the ascended magma. While, spike increase of Cl/SO₄ value was not detected and SO₂ emission rate slightly decreased in 2014. Magma intruded to the volcanic edifice did not ascend to the shallower zone and volume of magma might be insufficient.

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