

( 1 ) 実施機関名：

東京大学理学系研究科

( 2 ) 研究課題(または観測項目)名：

火山噴火過程における火山ガス挙動の観測：ガス蓄積過程とガス放出推移の理解

( 3 ) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 3 ) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

( 3-3 ) 火山噴火過程

ア．噴火機構の解明とモデル化

( 4 ) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

( 2 ) 地震・火山噴火に至る準備過程

( 2-2 ) 火山噴火準備過程

ア．マグマ上昇・蓄積過程

( 5 ) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究課題の目的は、火山ガス観測により、噴火過程における火山ガス放出挙動を定量的に測定し、噴火過程におけるガス放出の特徴を調べる。特に、ブルカノ式噴火の際のガス蓄積過程や、ストロンボリ式噴火にかかわるガス量の観測に重点をおき、新しい知見を火山ガス観測によって提供することで、噴火機構のモデル化に貢献する。

( 6 ) 本課題の 5 か年計画の概要：

上述の本課題の 5 か年の到達目標を達成するためには、噴火に関連した現象を観測する必要があり、長期的な定常観測を行うことが必要となる。

平成 21 年度においては、これまでに開発してきた観測手法を更に改良し、火山ガス放出率の長期観測に向けた観測装置及び観測手法の高度化を行う。また、データ処理法などを構築し、桜島で実験的観測を実施する。

平成 22 年度においては、桜島での長期観測に向け高度化した装置の短期間の試験運用を開始する。また、ストロンボリ式噴火において、噴火の駆動力となっているガス量の定量を行うための観測をイタリアのストロンボリ火山で実施する。

平成 23 年度においては、桜島での長期連続観測に向け高度化した装置の長期間試験運用を開始し、定常観測に向けた観測手法や装置の問題点を解決する。

平成 24 年度においては、桜島での高度化した装置による観測体制の構築し、運用を開始する。桜島で見られるブルカノ式の噴火現象にかかわる、火山ガス放出量の変動の観測を目指す。また、ストロンボリ式噴火に関連した観測では、コスタリカ・アレナル火山(または、ストロンボリ式噴火が頻繁に観測される火山)での観測を実施する。

平成 25 年度においては、桜島での火山ガスの定常観測を運用しつつ、これまでに蓄積した観測データをもとに、ブルカノ式噴火現象に関わるガス放出の挙動について総括する。

( 7 ) 計画期間中 ( 平成 21 年度 ~ 25 年度 ) の成果の概要 :

本研究課題は、火山ガス観測により、噴火過程における火山ガス放出挙動を定量的に測定することで、噴火活動に関連したガス放出の特徴を調べることに重点を置き、火山ガス観測によって新しい知見を提供することで、噴火機構のモデル化に貢献することが目標である。火山ガス観測としては、火山ガス放出率に着目し、紫外分光計や紫外カメラを使用した測定技術を駆使して取り組んだ。浅間火山では、超長周期 ( VLP ) パルスの発生に伴い、火山ガスの噴出が見られる。このガス噴出を二酸化硫黄可視化手法を用いて、二酸化硫黄放出量を定量した結果、VLP のモーメントと二酸化硫黄放出量の間には正の相関関係があることを見出した ( Kazahaya et al., 2011 )。2011 年の霧島火山新燃岳の噴火では、噴火活動期間を通して二酸化硫黄の放出率測定を行った。噴火活動を通しての二酸化硫黄放出量が 280 kt でその三分の二が最初の 2 週間に放出されたことを明らかにしたほか、噴火活動推移に伴う二酸化硫黄放出量の変動を明らかにした ( Mori and Kato, 2013 )。桜島火山では現在、昭和火口と南岳火口の二つの火口から火山ガスを放出し、昭和火口では頻繁に噴火が生じている。この 2 火口の火山ガス放出量比を明らかにするため、二酸化硫黄可視化測定を行った。その結果、南岳火口の二酸化硫黄放出率は 2007 年から 2012 年の 4 回の観測で、数百 ton/day 程度で大きな変化はなかった。一方、昭和火口の放出率は大きく変化した。また、2 火口の放出量比は 2007 年 6 月の測定では南岳の方が大きかったが、それ以降の観測では、昭和火口の方が 2 倍から 7 倍大きかったことを定量的に明らかにした ( Kazahaya et al., 2013 )。

これまでのガス放出率観測は、観測者が現地へ赴く短期間の観測によって行われていたため、噴火に関連したガス放出の変動を数多く捉えることは困難であった。このため、本研究課題では、日本において二酸化硫黄放出率の自動観測を確立し運用することが、主たる課題のひとつとなっており、そのための装置や解析手法の高度化を行った。上記のような取り組みの結果、この 5 か年で、桜島火山だけでなく、浅間火山と諏訪瀬島火山の 3 火山で二酸化硫黄放出率の自動観測を確立し、現在も測定を継続している。桜島での解析法の開発や諏訪之瀬時までの観測が平成 25 年度の主な成果にあたる。以下に各火山での二酸化硫黄放出率の自動観測の状況についてまとめる。

平成 23 年度 7 月末に運用を開始した浅間火山での二酸化硫黄放出率連続自動測定は、運用を開始して約 2 年半になるが、この間、2012 年 10 月中旬にスキャニング装置のモーター故障のため約 3 週間、2013 年 12 月中旬からの 1 か月間、観測用 PC のトラブルにより約 1 か月測定が止まった以外には、測定自体は順調に稼働した。浅間火山の二酸化硫黄放出率は基本 2-3 kg/s レベルで推移していることが明らかになった。浅間火山は活動期には 1000 ton/day を超え、静穏期には 100-300 ton/day で推移することがトラバース測定により知られている ( Ohwada et al., 2013 ) が、本研究課題で自動測定を開始してからは静穏期にあたるため、上記の結果はトラバース測定と調和的である。放出率の変化を詳しくみると、一日のうちでも変動が大きく見られることがあり、短時間ではあるが 10 kg/s の高い放出率を示すようなガス噴出が起きているようである。浅間火山では長周期パルス ( VLP ) 地震に引き続いておこる火山ガス噴出 ( Kazahaya et al., 2011 ) が知られているが、先述の短時間のピーク状放出率変化には、VLP やその他の地震に対応しているように見られるものが認められた。その一方で、SO<sub>2</sub> 放出率変化を伴わない VLP や VLP と無関係な SO<sub>2</sub> 変動もみられた。

桜島火山では、京大防災研の黒神観測室に自動放出率測定装置を平成 23 年度末に設置した。平成 25 年 11 月中旬から約 1 ヶ月電源系のトラブルで停止した以外は、順調に運用することができた。桜島火山の場合、浅間火山とは異なり、火山灰の噴出もあるので、噴煙中や噴煙外の大気に火山灰がある場合が多く、このため紫外光の散乱状況が大きく変化するため、二酸化硫黄の定量解析が困難な場合が多い。平成 25 年度に、自動観測において噴煙と観測装置の間の散乱効果を補正する手法を開発し、二酸化硫黄放出率を算出できるようにした。桜島火山では、天候・風向などの観測条件が良かった数十個の爆発について、爆発前後の放出率変動を調べることができた。その結果、爆発の前に放出率が減

少するパターンを定量的に示すことができた。また、変動パターンとしては、噴火直前の減少ばかりでなく、増加から噴火するパターンも見られた。

これまでの浅間火山や桜島火山での自動測定装置は、商用電源を用いて運用されているが、今後観測を展開していくに当たっては、商用電源が使えない場での測定も重要になる。スキヤニング装置を改良し小型化することで消費電力を大幅に削減したほか、通信・制御系も省電力化することで、ソーラーパネルで稼働できる自動観測装置を製作し、諏訪之瀬島火山に設置した。自動観測としては、平成25年1月中旬から5月初旬までの4か月間(第一期)と平成25年11月初旬以降現在まで(第二期)行った。観測期間全体を通しての平均二酸化硫黄放出率は、16 kg/sで、標準偏差は6kg/sであった。また、第一期と第二期の両期間で放出率はそれぞれ  $16.9 \pm 6.2$  kg/s と  $14.0 \pm 5.7$  kg/s とほぼ同程度で違いは見られていない。諏訪之瀬島火山では、2012年9月から2013年7月までの期間、ほぼ連続して微動が継続し、この期間爆発は一度も発生しなかった。一方、2013年7月以降は、微動は間欠的になり、爆発が時折発生するようになった。上記のように、地震や表面活動は2013年7月前後で変化しているが、二酸化硫黄の放出率に変動が見られていない。このことは、諏訪之瀬島火山地下の脱ガスマグマ率に変化していない状態で、表面現象が変化している可能性が明らかとなった。

- (8)平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：  
Kazahaya R., Mori, T. and Yamamoto K., Separate quantification of volcanic gas fluxes from Showa and Minamidake craters at Sakurajima volcano, Japan. J. Volcanol. Soc. Of Japan, 58, 183-189, 2013.  
Mori T. and Kato K., Sulfur dioxide emissions during the 2011 eruption of Shinmoedake volcano, Japan. Earth Planets Space, 65, 573-580, 2013.

- (9)実施機関の参加者氏名または部署等名：

東京大学大学院理学系研究科地殻科学実験施設 森俊哉 角森史昭  
他機関との共同研究の有無：有  
東京工業大学火山流体研究センター 野上健治  
京都大学防災研究所火山活動研究センター 山本圭吾

- (10)公開時にホームページに掲載する問い合わせ先  
部署等名：東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設  
電話：  
e-mail：mori@eqchem.s.u-tokyo.ac.jp  
URL：

- (11)この研究課題(または観測項目)の連絡担当者  
氏名：森俊哉  
所属：東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設