Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P01 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

活火山における能動監視 -桜島火山へのアクロス設置-
Active Monitoring at Active Volcanoes - Deployment of ACROSS at Sakurajima Volcano -

山岡 耕春[2], 渡辺 俊樹[2], 井口 正人[3], 為栗 健[3], 八木原 寛[1], 三ケ田 均[4], 竹中 博士[5], 清水 洋[5], 宮町 宏樹[1*]
YAMAOKA Koshun[2], WATANABE Toshiki[2], IGUCHI Masato[3], TAMEGURI Takeshi[3], YAKIWARA Hiroshi[1], MIKADA Hitoshi[4], TAKENAKA Hiroshi[5], SHIMIZU Hiroshi[5], MIYAMACHI, Hiroki[1*]

[1] 鹿児島大学大学院理工学研究科, [2] 名古屋大学大学院環境学研究科, [3] 京都大学防災研究所, [4] 京都大学大学院環境学研究科, [5] 九州大学大学院理学研究院
[1]Graduate school of Science and Engineering, Kagoshima University, [2]Graduate School of Environment, Nagoya University, [3]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, [4]Graduate School of Environment, Kyoto University, [5]Graduate school of Science, Kyushu University

Quantitative monitoring of magma transport process is essentially important for understanding the volcanic process and prediction of volcanic eruptions. To realize this monitoring, a project, an establishment of active monitoring using a vibration source called ACROSS in Sakurajima volcano, is being underway and will be finished by the end of March 2012. In this report we show how the ACROSS source was deployed in Sakurajima volcano, and also show the feasibility of monitoring using ACROSS vibrator system for Sakurajima volcano in terms of detectability of signal and its temporal variation due to reasonable change in volcanic structure. Sakurajima volcano is one of the most active volcanoes in the world, which made about 1000 explosive eruptions in 2011, and has been intensively monitored by high-performance observation networks operated by institutions such as Sakurajima Volcano Research Center of DPRI, Kyoto University. Therefore, Sakurajima volcano is one of the best volcanos as a first test site for volcano monitoring with ACROSS.

ACROSS source is deployed in the northwestern flank of the volcano at the site of former Sakurajima Clean Center. Two vibrators are deployed, which were originally operated as a four-vibrator system. The control-gear, that is originally designed to operate the four-vibrator system, has been already modified for two-vibrator system and in operation at Toyohashi site. We brought the system to Sakurajima volcano in order to prevent unexpected troubles. The two vibrators are firmly fixed in a basement, that is called a "core-coupler", which is build with steel-beamed frame. The core-couple is cemented in the square-shaped hole with a dimension of 4.3 x 3.8m and 3m depth. As the ground of the site is not solidified well for the vibrator, twelve stakes are driven to the depth of 5m and the centroid of the vibrator is situated at a depth of about 1.5m below the surface, that is 0.5m deeper than that of Toyoyashi site. The vibrators can produce a sinusoidal force of about 10ˆ6 N at 15Hz, and can be reduced by changing eccentric moment of the mass. The operation will be made with an accurately repeating sweep signals with a frequency range of about 10-20Hz that are synchronized to GPS clock. We look for best parameters for operation when the deployment finished.

Before operation we simulated the wave propagation with a 3D structure model of Sakurajima volcano and assess the detectability of signal in the seismic stations in the volcano. 3D model is made based on a structure model (Miyamachi et al. 2010), and implemented for the simulation system GEOWAVE. The attenuation is given by the analysis using the data of the explosion experiment in 2008. The simulation shows that the maximum change in the signal can be observed at the seismic stations in the southeastern flank of the volcano if the magma ascent beneath the Showa or Minamidake craters. Based on the estimation of the distance-dependent attenuation relationship by Yamaoka et al. (2011), the signal of an ACROSS vibrator can be recorded with a signal-to-noise ration of 10 for the whole area of Sakurajima island for the staking length of 3 months. We will, therefore, be able to monitor the change of signal that may be correlated with long-term activation or deactivation of the Sakurajima Volcano with ACROSS system.

キーワード: 桜島, 火山, アクロス
Keywords: Sakurajima, Volcano, ACROSS

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

桜島火山における反復地震探査（第三回）
The third round of the repetitive seismic experiment in Sakurajima Volcano.

筒井 智樹 [1*], 井口正人 [2], 菅井　明 [3], 大島弘光 [4], 前川徳光 [4], 植木貞人 [5], 山本　希 [5], 野上健治 [6], 武尾　実 [7], 大湊隆雄 [7], 及川　純 [7], 渡邉篤志 [7], 中道治久 [8], 堀川信一郎 [8], 大倉敬宏 [9], 吉川　慎 [9], 高山鐵朗 [2], 園田忠臣 [2], 清水　洋 [10], 松島　健 [10], 宮町宏樹 [11], 八木原　寛 [11], 平野舟一郎 [11], 岡本和喜 [3], 片岡義久 [3], 松末伸一 [3], 小窪則夫 [3], 河野太亮 [3], 真崎潤一郎 [3], 中橋正樹 [3], 宇都宮真吾 [3], 生駒良友 [3], 芥川真由美 [3]
TSUTSUI, Tomoki[1*], Masato IGUCHI[2], Akira SUGAI[3], Hiromitsu OSHIMA[4], Tokumitsu MAEKAWA[4], Sadato UEKI[5], Mare YAMAMOTO[5], Kenji NOGAMI[6], Minoru TAKEO[7], Takao OHMINATO[7], Jun OIKAWA[7], Atsushi WATANABE[7], Haruhisa NAKAMICHI[8], Shinichiro HORIKAWA[8], Takahiro OHKURA[9], Shin YOSHIKAWA[9], Tetsuro TAKAYAMA[2], Tadaomi SONODA[2], Hiroshi SHIMIZU[10], Takeshi MATSUSHIMA[10], Hiroki MIYAMACHI[11], Hiroshi YAKIWARA[11], Shuichiro HIRANO[11], Kazuki OKAMOTO[3], Yoshihisa KATAOKA[3], Shinichi MATSUSUE[3], Norio KOKUBO[3], Taisuke KOHNO[3], Junichiro MASAKI[3], Masaki NAKAHASHI[3], Shingo UTSUNOMIYA[3], Yoshitomo IKOMA[3], Mayumi AKUTAGAWA[3]

[1] 秋田大学大学院, [2] 京都大学防災研究所, [3] 気象庁, [4] 北海道大学大学院, [5] 東北大学大学院, [6] 東京工業大学火山流体研究センター, [7] 東京大学地震研究所, [8] 名古屋大学大学院, [9] 京都大学大学院, [10] 九州大学大学院, [11] 鹿児島大学大学院
[1]Graduate school, Akita University, [2]DPRI, Kyoto University, [3]Japan Meteorological Agency, [4]Graduate School of Science, Hokkaido University, [5]Graduate School of Science, Tohoku University, [6]Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, [7]Earthquake Research Institute, University of Tokyo, [8]Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, [9]Graduate School of Science, Kyoto University, [10]Faculty of Sciences, Kyushu Universit, [11]Graduate School of Science, Kagoshima University

桜島火山北東部で行われた第 3 回目の繰り返し地震探査の概要とデータ整理結果を報告する。

九州南部に位置する桜島火山では 2006 年 6 月以降、東山腹の昭和火口からの活動が活発化している。1946 年に昭和火口から溶岩を流出した活動では、溶岩流出に先立った数年間の爆発活動が記録に残されている。さらに、桜島にマグマを供給しているとされる姶良カルデラの隆起量は 1914 年の大正噴火直前のレベルに近づきつつあることから（山本他, 2010）、昭和火口の今後の活動の推移は注目される。

火山活動のレベルを支配する要素として、火口へのマグマ供給量は本質的に重要である。火口へのマグマ供給量を前もって直接モニターするためには、マグマ供給路上における観測が必要である。桜島で行われている繰り返し地震探査では Hidayati et al.(2007) が提唱したマグマ供給モデルを考慮して桜島北部から東部にかけて測線を設定し、姶良カルデラから桜島へのマグマ移動にともなう地下構造変化の検出をねらっている。

本観測は 2008 年の先行観測に引き続き、2009 年から毎年 1 回実施されている。桜島東麓と北山腹にそれぞれ 1 本ずつの測線を設定し、合計 14ヶ所のショットポイントと 252 点の臨時観測点を測線上に設置した。観測機器および発破薬量はこれまで行われた 2 回の観測と同一仕様のものを用いた。震源にはダイナマイト (20kg）を使用した。臨時観測点には固有周波数 4.5Hz の上下動地震計とデータロガー LS-8200SD とを用いた。9 割以上の観測点は昨年と同一の場所に復元された。

展開した臨時観測点 252 点中、データが回収できた観測点は 251 点でデータ回収率は 99.6%であった。得られた観測記録では 3ヶ所の発破に対して後続波波形が著しく変化している。これらのショットに対する観測ではコヒーレンスの高い周波数帯域（5～8Hz）における、走時に対するコヒーレンスおよびコヒーレント角の変化率に変化が認められた。本講演ではこの波形変化に対する震源波形の寄与と地下構造応答の寄与の分離と評価について議論する。

キーワード: 桜島火山, 構造探査, 地震探査, マグマ
Keywords: Sakurajima, Geophysical survey, Seismic survey, Seismic survey

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

CCD カメラと画像解析を用いた桜島火山灰のキャラクタリゼーション
Characterization of volcanic ash samples from Sakurajima volcano by CCD camera image

三輪 学央 [1*], 嶋野 岳人 [2], 西村 太志 [1]
MIWA, Takahiro[1*], SHIMANO, Taketo[2], NISHIMURA, Takeshi[1]

[1] 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, [2] 富士常葉大学大学院環境防災研究科
[1]Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, [2]Graduate school of Enviroment and Disaster Research, Fuji Tokoha University

In order to conduct a petrologic monitoring of ongoing eruption, a speedy and simple characterization method of volcanic ash particle is needed. We develop a new simple system for quantitatively characterizing of volcanic ash properties that analyzes CCD camera images, and apply the method to volcanic ash samples from Showa crater of Sakurajima. Our method characterizes volcanic ash particles by 1) apparent luminance through RGB filters and 2) irregularity of the shape of ash particles. Using a monochromatic CCD camera (Starshoot by Orion Co. LTD.) attached to a stereoscopic microscope, we captured images of ash particles set on white colored paper. These images are taken through three kinds of filters (Red, Green and Blue) under incandescent light with constant brightness. The images are analyzed by Adobe photoshop and Scion Image software. Apparent luminance of the ash particle images are represented by 256 tones for each pixel, and the average, median and standard deviation are measured for each ash particle for each filtered image in Adobe photoshop. Luminance is calibrated by taking images of white and black colored paper. Binary image converted from the 256 tones through Red filter is used for the analysis of the FF (Form Factor: 4*pi*A / perimeter^2; A is cross sectional area) of ash particles by Scion Image program.

To compare a result of the image analysis and a classification under stereoscopic microscope, we characterized a day (January 13, 2010) sample of volcanic ash from Showa crater of Sakurajima volcano. Firstly, we divide volcanic ash into 11 types of particle under the stereoscopic microscope. Subsequently, we quantify the luminance and FF for the each type of the ash particles. The results show that the distributions of luminance and FF differ for different type of the ash particles. This suggests that classification using luminance and FF is quite useful to quantitatively distinguish and group the volcanic ash samples, and suitable for the petrologic monitoring of ongoing eruption.

キーワード: 火山灰, 分類手法, CCD カメラ, 画像解析, 活動的火山モニタリング
Keywords: Volcanic ash, Classification method, CCD camera, Image analysis, Monitoring of ongoing eruption

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P04　　会場:コンベンションホール　　時間:5月24日 15:30-17:00

水準測量による桜島火山の地盤上下変動（2010年11月〜2011年11月）
Vertical ground deformation in Sakurajima volcano measured by precise leveling surveys (during Nov. 2010 - Nov. 2011)

山本 圭吾[1*], 園田 忠臣[1], 高山 鐵朗[1], 市川 信夫[1], 大倉 敬宏[2], 横尾 亮彦[2], 吉川 慎[2], 井上 寛之[2], 堀田 耕平[2], 松島 健[3], 内田 和也[3], 中元 真美[3]
YAMAMOTO, Keigo[1*], Tadaomi Sonoda[1], Tetsuro Takayama[1], Nobuo Ichikawa[1], OHKURA, Takahiro[2], YOKOO, Akihiko[2], Shin Yoshikawa[2], Hiroyuki Inoue[2], Kohei Hotta[2], MATSUSHIMA, Takeshi[3], UCHIDA, Kazunari[3], NAKAMOTO, Manami[3]

[1] 京都大学防災研究所, [2] 京都大学大学院理学研究科, [3] 九州大学大学院理学研究院
[1]DPRI, Kyoto Univ., [2]Graduate School of Science, Kyoto Univ., [3]Faculty of Sciences, Kyushu Univ.

桜島火山においては，1955年の山頂噴火活動活発化以降，火山活動に伴う地盤変動を調査するための水準測量が繰り返されてきた (Yoshikawa, 1961；江頭・他，1997)．それらの結果から，噴火活動に伴う地盤変動は，桜島北方の姶良カルデラ地下の深さ約10 kmに推定される主マグマ溜りと桜島直下約3 kmの深さに推定される副マグマ溜り内のマグマの貯留と放出に伴う現象として説明されている (江頭，1989)．1990年代以降，山頂噴火活動静穏化に伴ってマグマの放出量が減り，主マグマ溜りの増圧によって桜島北部の地盤変動がそれまでの沈降から隆起に転じたことが1991年から1996年の測量により確認された (江頭・他，1997)．この桜島北部の地盤隆起傾向は，1996年以降も現在まで継続している (山本・他，2008, 2010, 2011)．一方で，2006年6月から始まった昭和火口における噴火活動が近年激化する傾向が見られ，2010年，2011年と年間に1000回を超える爆発的噴火が発生した．このような状況の中，2011年11月に，桜島において1等水準測量の繰返し観測を実施した．本講演では，この水準測量の結果について報告し，最新の桜島火山の地盤上下変動について議論する．
2011年11月に水準測量を実施した路線は，海岸線に沿って桜島を一周する桜島一周道路路線および桜島西部山腹のハルタ山登山路線および桜島北部山腹の北岳路線であり，総延長は56 kmである．これらの路線を，大学合同で3測量班を構成し約2週間測量に当たった．各水準点間の往復測量を行い，その測量誤差は，一等水準測量に従いその許容誤差以内となるように実施した．今回の測量における1 km当りの平均自乗誤差は桜島一周道路路線，ハルタ山登山路線および北岳路線においてそれぞれ± 0.39 mm/km，± 0.39 mm/km，± 0.52 mm/km，水準環閉塞誤差は桜島一周道路路線およびハルタ山登山路線において時計回りにそれぞれ2.2 mm（一周約36 km），2.3 mm（一周約15 km）であり高精度の一等水準測量と言える．
桜島西岸の水準点S.17を不動点（基準）とし，各水準点の比高値を前回の2010年11月における測量結果と比較した．なお，北岳路線はこの2010年11月の測量の際に新設されたものであり，今回の測量によって初めてその地盤上下変動量が求められた．2010年11月から2011年11月の期間における桜島北部の地盤上下変動量は3 mm程度以内であった．桜島北部の地盤においては，1991年以降，姶良カルデラ地下の主マグマ溜りにおけるマグマの貯留を反映すると考えられる地盤隆起が観測されてきたが，2010年4月〜11月の期間に続きその地盤隆起がほぼ停滞していたことが確認された．一方で，桜島中心部に近いハルタ山登山路線と北岳路線の水準点においては，この期間，最大で約13 mmにおよぶ地盤の沈降が確認された．これは，桜島直下の副マグマ溜りにおける減圧，すなわちマグマの放出量の増大を示唆しているものと考えられる．特に2009年以降，昭和火口における噴火活動が活発化し，それに伴ってマグマの放出量も増加傾向にあるが，桜島火山の噴火ポテンシャルの評価においても今後の噴火活動の変化に伴う地盤変動の推移に注意を払っていく必要があると考えられる．

キーワード: 桜島火山, 姶良カルデラ, 精密水準測量, 地盤上下変動
Keywords: Sakurajima volcano, Aira caldera, precise leveling survey, vertical ground deformation

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P05 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

桜島火山におけるくり返し空中磁気観測 (2007-2011 年)
Repeated aeromagnetic survey on Sakurajima Volcano(2007-2011)

宇津木 充 [1*], 神田 径 [2], 橋本 武志 [3], 井上 直人 [5], 小森 省吾 [4], 井上 寛之 [4], 井口 正人 [4]
UTSUGI, Mitsuru[1*], KANDA, Wataru[2], HASHIMOTO, Takeshi[3], INOUE, Naoto[5], KOMORI, Shogo[4], Hiroyuki Inoue[4], IGUCHI, Masato[4]

[1] 京都大学大学院理学研究科, [2] 東京工業大学火山流体研究センター, [3] 北海道大学大学院理学研究科, [4] 京都大学防災研究所, [5] 財団法人 地域地盤環境研究所
[1]Kyouto Univ., [2]Tokyo Inst. Tech., [3]Hokkaido Univ., [4]D.P.R.I., Kyoto University, [5]Geo-Research Inst.

桜島火山の活動に起因する磁場時間変化を検出することを目的に 2011 年 10 月 24 日?26 日の 3 日間にかけて、桜島島内で空中磁気観測を行った。観測は、ヘリコプターに磁力計及び GPS を搭載したバードを曳航させ、磁場全磁力及び計測位置を逐次計測し、桜島火山及びその周辺の磁気異常を求めた。フライトは、各々の測線間隔 500m を目安に南北 22 測線、東西 15 測線で行った。また対地高度は地表から 150?200m を目安とした。
この観測から得られた磁気異常分布からは、桜島火山・山体の南北に山体が正帯磁している場合の正・負の磁気異常が見られ、それに安永溶岩に対応すると見られる正の磁気異常が山体北東部に見られる。こうした傾向は、2007 年桜島集中観測の一環で行われた空中磁気観測の結果 (宇津木ほか,2008) と調和的である。
今回の結果について、2007 年の空中磁気観測結果をリファレンスとして、2007 年から 2011 年の間の 4 年間における磁場時間変化の検出を試みた。時間変化の検出にあたっては、Nakatsuka and Okuma,2002 の上方接続の手法を用いた。この手法では、観測面下部に仮想的な磁気異常源 (等価磁気異常源) を分布させ、それらの強度を、良く観測値を説明できるよう最小自乗的に求める。こうして求められた等価磁気異常源から再計算される磁場が磁場の上方接続値として高い精度を持つ。今回の解析ではこの手法を応用し、2007 年の磁気異常を説明するため、及び 2007 年?2011 年の間の磁場時間変化を説明するための 2 種の等価磁気異常源を仮定し、それらの強度を 2007 年及び 2011 年の観測で得られた全データから同時に求める、という方法を採った。
この結果得ら、昭和火口付近を中心とした北に負、南に正の時間変化が検出された。この変化の傾向は、昭和火口付近に新たな帯磁源が現れた場合のものと一致する。2011 年までの 4 年間に、昭和火口で活発な活動が繰り返されており、地表に大量の火山灰が堆積している。こうした事から、堆積した火山灰が冷却し磁化を帯びたことがこの時間変化の原因のひとつとして考えられる。今後、この時間変化のソース位置の推定を行い、今回検出された時間変化がどのような原因で生じたか、またより深部の熱的状態変化に起因する変化成分が含まれていないかを精査する予定である。

キーワード: 空中磁気観測, 磁気異常, 地球磁場時間変化
Keywords: aeromagnetic survey, magnetic anomaly, temporally change of geomagnetic field

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P06　　会場:コンベンションホール　　時間:5 月 24 日 15:30-17:00

桜島火山における浅部比抵抗構造調査 2011
Audio-frequency magnetotelluric survey of Sakurajima volcano in 2011

神田 径 [1*], 小川 康雄 [1], 高倉 伸一 [2], 小山 崇夫 [3], 橋本 武志 [4], 小森 省吾 [5], 園田 忠臣 [6], 佐藤 泉 [1], 井上 直人 [7], 宇津木 充 [5]
KANDA, Wataru[1*], OGAWA, Yasuo[1], TAKAKURA, Shinichi[2], KOYAMA, Takao[3], HASHIMOTO, Takeshi[4], KOMORI, Shogo[5], Tadaomi Sonoda[6], SATO, Izumi[1], INOUE, Naoto[7], UTSUGI, Mitsuru[5]

[1] 東京工業大学火山流体研究センター, [2] 産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門, [3] 東京大学地震研究所, [4] 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター, [5] 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター, [6] 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター, [7] 地域地盤環境研究所
[1]Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, [2]National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, [3]Earthquake Research Institute, University of Tokyo, [4]Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, [5]AVL, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, [6]SVO, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, [7]Geo-Research Institute

平成 23 年度の「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」における「桜島火山における多項目観測に基づく火山噴火準備過程解明のための研究（課題番号 1809）」により、AMT 法 (Audio-frequency Magneto-Tellurics) を用いた浅部比抵抗構造調査を行った。

桜島火山では、1955 年にはじまった南岳山頂火口における噴火活動が継続していたが、2006 年 6 月からは昭和火口において活発な爆発的噴火活動を繰り返している。一方、歴史時代に溶岩流を流出した噴火 (天平宝宇, 文明, 安永, 大正) では、いずれも山腹に火口を形成している。このような活動状況にある桜島火山の浅部構造を明らかにし、山腹からの噴火可能性を評価することを主たる目的として、2007 年度の第 10 回桜島火山の集中総合観測において、AMT 法による地下構造調査を実施した。調査の概要と二次元および三次元構造解析の結果については既に報告されており（神田・他, 2008; Kanda et al., 2012)、桜島地下浅部の不均質な構造が明らかとなっている。しかしながら、前回の調査では、桜島の山腹に設定した 3 測線に沿ってデータが取得されたため、空間的な分解能にやや問題があった。今回の調査では、いくつかの観測点で繰り返し観測を行うことで、火山活動の活発化に伴って地下構造の時間変化があったかどうかを確認するとともに、2007 年度調査の観測領域を広げて、より広範囲のデータ取得を目指した。

調査は 2011 年 10 月 23 日から 10 月 29 日にかけて実施された。前回の調査の結果、熱水系の存在を示唆する浅部低比抵抗層の盛り上がりが推定された引の平溶岩ドーム～大正火口の周辺、および同様の構造が存在する可能性のある北部安永火口の周辺を中心に観測点を設定した。測定は、S/N の良い夜間に行い、合計 23 観測点で電磁場データを取得した。うち、3 点が 2007 年に測定した観測点の繰り返し測定である。データは測定機器が不調であった 1 観測点を除き概ね良好であった。発表では、これらの観測の概要と予察的な解析結果について報告する。

キーワード: 比抵抗構造, 桜島火山, 熱水系, 山腹噴火
Keywords: resistivity structure, Sakurajima volcano, hydrothermal system, flank eruption

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P07 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

鉱物化学組成と揮発性成分から見た桜島火山大正噴火の浅部マグマ供給系
Shallow magma feeding system of the 1914 eruption of Sakurajima inferred from mineral chemistry and volatile contents

佐藤 智紀[1*], 中村 美千彦[1], 奥村 聡[1], 味喜 大介[2], 井口 正人[2]
SATO, Tomoki[1*], NAKAMURA, Michihiko[1], OKUMURA, Satoshi[1], MIKI, Daisuke[2], IGUCHI, Masato[2]

[1] 東北大・理・地球惑星物質科学, [2] 京大・防災研・火山活動研究センター
[1]Earth Material Sci., Tohoku Univ., [2]S.V.R.C., D.P.R.I., Kyoto Univ.

噴火前のマグマの揮発性成分濃度や脱ガスプロセスを知るためには，メルト包有物の分析が有効である．また，メルト包有物の主要化学組成や母斑晶組成の分析を組み合わせれば，より詳細にマグマの挙動を知ることが可能となる．そこで本研究では，活発な活動を継続している桜島火山に注目し，近年最も大規模な軽石噴火（プリニー式噴火）が発生した大正噴火のマグマの揮発性成分量（H_2O，CO_2 濃度）と，斑晶鉱物とメルト包有物の主要化学組成分析を行い，噴火前のマグマプロセスを明らかにすることを目的とした．

斑晶鉱物とメルト包有物の化学組成は，EPMA (JEOL JXA-8800M) を用いて分析した．その結果，斜方輝石コアはMg#63-75，単斜輝石コアはMg#67-77の幅広い値を示し，それぞれの輝石についてその組成累帯構造からMg#69，73を境界として，よりMg#の高い苦鉄質マグマと，よりMg#の低い珪長質マグマに分けられた．さらに，苦鉄質マグマ起源のメルト包有物組成は SiO_2=62-67 wt.%，珪長質マグマ起源のものは SiO_2=67-76 wt.%と決まった．珪長質マグマ側，即ち逆累帯を示す輝石コアのMg#が幅広いのに対し，苦鉄質マグマ側，即ち正累帯を示す輝石コアの組成幅が比較的狭いことは，より深部に存在した苦鉄質端成分マグマが，相対的に珪長質であった浅部のマグマ溜りに繰り返し注入され，毎回の混合における珪長質側のマグマが次第に苦鉄質になっていった可能性を示す．メルト包有物の主要元素組成やホスト鉱物との組成関係，輝石中の斜長石包有物組成の分布も，そのようなモデルと調和的である．

メルト包有物の揮発性成分量はFT-IR（Nicolet iN10）で分析した．その結果，H_2O=0.8-2.5 wt.%, CO_2<40 ppmとなり，そのほとんどが珪長質マグマ溜り起源のものであった．H_2O-CO_2 最大飽和圧力は珪長質マグマ溜りのもので約60 MPa，推定される深度は約2.4 kmとなり，地球物理学的観測から推定されている桜島直下の浅部マグマ溜りに対応する可能性がある．

また， H_2O 濃度に対して CO_2 濃度の比較的高いメルト包有物が多く見出された．これらは最も飽和圧力の高いメルトからの単純な脱ガスだけでは説明することが困難であることから，珪長質マグマ溜りへ CO_2 流体の供給が何らかの形で起こっているか，またはマグマ混合の影響が揮発性成分量にも反映されていることが推察される．

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P08 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

桜島大正噴火噴出物中に産する磁硫鉄鉱の酸化組織とその成因
Oxidation texture of pyrrhotite in the eruptive products of the Sakurajima Taisho eruption

松本 恵子 [1*], 中村 美千彦 [1]
MATSUMOTO, Keiko[1*], NAKAMURA, Michihiko[1]

[1] 東北大学大学院理学研究科地学専攻
[1]Dept. Earth Science, Tohoku Univ.

硫黄（S）は主要な揮発性成分である H_2O や CO_2 に比べ，マグマ中の含有量は少ないものの，酸化還元状態によってマグマ中の溶存種と溶解度が変化し，共存する流体相の組成も変化するので，脱ガス過程に関する特有の情報をもたらす場合がある．そのため，マグマ中の硫化物の挙動を調べることで，火山噴火メカニズムの理解につなげられる可能性がある．

今回対象としたのは，桜島の大正噴火（1914 年）である．噴火初期のプリニー式噴火の軽石中において，球状の微小な磁硫鉄鉱（直径 20-50 μ m）が，主に磁鉄鉱・輝石・斜長石斑晶中の包有物や付随結晶として産する．これらの磁硫鉄鉱はしばしばスポンジ状の鉄酸化物に置換されていた．このスポンジ状鉄酸化物は，Ti 濃度が共存する鉄チタン酸化物に比べて有意に低い（0-0.6wt. %）．また，スポンジ状組織の空隙率は約 60-80 %であり，これは $FeS + 3/2O_2 = FeO + SO_2$ や $2FeS + 7/2O_2 = Fe_2O_3 + 2SO_2$ の反応から見積もられる FeS から FeO への体積減少割合 (67.3-81.0%) と調和的である. これらのことから，この組織は硫化物の酸化（脱硫化）反応によると考えられる．

Hattori (1993) は，同様の組織をピナツボ火山 1991 年噴火デイサイト中に見出した．その成因として，深部の苦鉄質マグマから供給された SO_2 に富む流体によって，上部の珪長質マグマ中に硫化物が生成され，さらに酸化が起こるという二段階のプロセスを提案した．桜島においても，有史以降の噴火では，苦鉄質マグマと珪長質マグマとの混合が起きていることが指摘されている（例えば Yanagi et al.,1991）．また，大正軽石の斑晶中に含まれるメルト包有物の H_2O・CO_2 濃度から，苦鉄質マグマから珪長質マグマへの CO_2 に富む揮発性成分の供給があったことが示されており（佐藤ほか, 本連合大会），それに伴い SO_2 も供給されている可能性がある．桜島の磁硫鉄鉱にも先行研究と同様のメカニズムで反応が起こった可能性が考えられる．一方，Keith et al.(1997) によると，単にマグマが地殻浅部に上昇する際の減圧による硫黄の溶解度の減少や，マグマから定常的に硫黄に富んだ流体が放出される際の硫黄濃度の低下によって脱硫化反応が進行したという可能性も提案されている．磁硫鉄鉱の酸化反応と，苦鉄質マグマとの混合やそれに伴う揮発性成分の供給との関係を調べる必要がある．

磁硫鉄鉱には完全に置換反応が進行したもの（仮像）だけではなく，しばしば反応途中のものが見られるので，今後，反応速度を実験的に求めることによって，反応が進行したタイミングを見積もることができる可能性がある．

キーワード: 硫黄, 磁硫鉄鉱, スポンジ状鉄酸化物, 桜島大正噴火
Keywords: sulfur, pyrrhotite, spongy Fe-oxide, Sakurajima Taisho eruption

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P09 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

伊豆大島火山における地殻変動観測 (3)
Ground deformation measurements in Izu-Oshima volcano (3)

鬼澤 真也[1*], 高木 朗充[1], 小久保 一哉[1], 山本 哲也[1], 新堀 敏基[1]
ONIZAWA, Shin'ya[1*], TAKAGI, Akimichi[1], KOKUBO, Kazuya[1], YAMAMOTO, Tetsuya[1], SHIMBORI, Toshiki[1]

[1] 気象研究所 地震火山研究部
[1]Seismology and Volcanology Department, MRI

伊豆大島火山では，収縮，膨張を繰り返しながらマグマ蓄積を示唆する山体膨張が続いている． 気象研究所では，マグマ供給系の解明と火山活動監視・評価手法の開発を目指し，伊豆大島火山において地殻変動観測を実施してきた．2009 年に強化した GPS 観測網によって，水平歪分布から収縮，膨張がカルデラ北部を中心に繰り返していることが明瞭になってきた．一方，気象庁では 1986 年噴火以前から北西山腹に体積歪計を設置し連続観測を実施しており，GPS 観測と同期した収縮，膨張を捉えている．さらに 2010 年以降，島内 3ヶ所に深さ 100m の傾斜計を設置して監視の強化が図られた．多点 GPS 観測からは地殻変動源の水平位置を把握しやすいのに対し，高感度，高時間分解能の歪計，傾斜計は迅速な活動状況の把握に有効である．これら多項目の観測を相補的に活用することによりマグマ供給系の理解が深まり，監視・評価の高度化が図られることが期待される．

GPS 基線解析結果から得られる水平歪分布からは，収縮，膨張ともにカルデラ北部地下に変動源が存在することが示唆される．これらのパターンからほぼ等方的な変動源が示唆されるため茂木モデルを仮定し，2009 - 2010 年の収縮，2010 年の膨張現象に対して変動源の推定を行った．水平変位 2 成分を利用した場合，収縮，膨張ともに変動源はカルデラ北部の深さ 3600 m に推定され，収縮現象については体積変化率-2.1 × 10^6 m^3/yr（体積変化量-1.3 × 10^6 m^3），膨張現象については体積変化率 5.3 × 10^6 m^3/yr（体積変化量 2.9 × 10^6 m^3）と見積もられた．

推定された変動源パラメータを用いて北西山腹での面積歪を計算すると収縮期，膨張期に対してそれぞれ-1.0 × 10^{-6}, 3.2 × 10^{-6} と求められる．トレンド除去方法にも依存するが，体積歪計でも約-1 × 10^{-6}，3 × 10^{-6} の収縮，膨張が認められ，ほぼ期待される値が観測されている．なお，茂木モデルを仮定した場合，面積歪は深さに対する水平距離の比が 1.41 を超えると極性が反転する．このため，仮に変動源が現在の水平位置のまま浅くなった場合，深さ約 2400m にて膨張期に収縮が観測されることが予想される．また，3 点の傾斜計の位置でも，10^{-6} radian のオーダーの傾斜が期待され，設置後の擾乱が収まれば火山活動状況の変化を十分に捉えられると考えられる．

キーワード: 伊豆大島火山, 地殻変動, 測地データ
Keywords: Izu-Oshima volcano, ground deformation, geodetic data

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P10 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

ALOS/PALSAR を用いた PS-InSAR 解析の伊豆大島火山への適用
Application of PS-InSAR analysis to Izu-Oshima volcano, using ALOS/PALSAR

葛西あやか [1], 古屋 正人 [1*]
KASAI, Ayaka[1], FURUYA, Masato[1*]

[1] 北海道大学大学院理学研究院
[1]Hokkaido University, Graduate School of Science

本研究では、ALOS/PALSAR が 2006 年 6 月～2011 年 2 月に取得したデータを使用し
て伊豆大島火山のカルデラ周辺における PS-InSAR 法を適用することで、地殻変動の時空間変化をより詳細に調べることをめざした。

国土地理院の GPS 観測網により伊豆大島火山全体の膨張・収縮の様子の詳細は捉えられているが、そのデータのみでは火口付近の細かい変動を捉えることはできない。一方、通常の InSAR では衛星軌道間距離が長くなると干渉画像が作成不可能なデータが生ずるため、全期間で取得されたデータの全てが干渉画像の作成に利用できるわけではないという問題があった。PS-InSAR 法は、画像全体にうつる pixel の中から、特に反射位相の値が時間的にみて安定な pixel だけを抽出しつつ、全期間で得られたデータを使って、数値地図の誤差と地表変位を変数とするような時空間モデルにあてはめることにより、このような制約を除くものである。一種のスタッキング処理であるともいえ、時間的にみてランダム（だと思われる）大気や軌道誤差によるシグナルは取り除かれる。また、全期間のデータを使うことから、変位の時系列が得られることになり、InSAR 時系列解析と称されることもある。

ALOS/PALSAR は 2006 年から 2011 年にかけて運用された L-band SAR 衛星で植生を透過しやすいことから、従来の衛星では干渉画像を得ることができなかったような地域の地殻変動の検出に大きく貢献した。この ALOS/PALSAR でも、基線長（衛星軌道間距離）の問題があって時系列解析は困難な場合があったが、PS-InSAR を用いることで時系列データが得られる。

本研究では StaMPS ソフトウェアを用いて、伊豆大島周辺の北行軌道と南行軌道の両方のデータを使って、島内の地殻変動の詳細を抽出した。

5 年間のデータでも、GPS データと整合的な島全体の膨張を示す変位分布が得られたほうか、従来から指摘されていたカルデラ内の沈降のシグナルも得られている。時系列データを見ると、カルデラ内の沈降は必ずしも時間的に見て単調な変化をしているようには見えないが、測定誤差の評価は現時点ではまだ十分ではない。講演では、GPS で見えていた、間欠的な収縮に対応する時系列変化が InSAR からも見えているか、そのときのカルデラ内での変形はどうか、について議論する。

キーワード: 伊豆大島火山, 地殻変動, PSInSAR, ALOS/PALSAR
Keywords: Izu-Oshima volcano, crustal deformation, PSInSAR, ALOS/PALSAR

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P11 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

ALOS/PALSAR を用いた干渉 SAR で見た諏訪之瀬島の地殻変動:2007-2011 年
Ground deformation at Suwanose-jima volcano as viewed from ALOS/PALSAR InSAR: 2007-2011

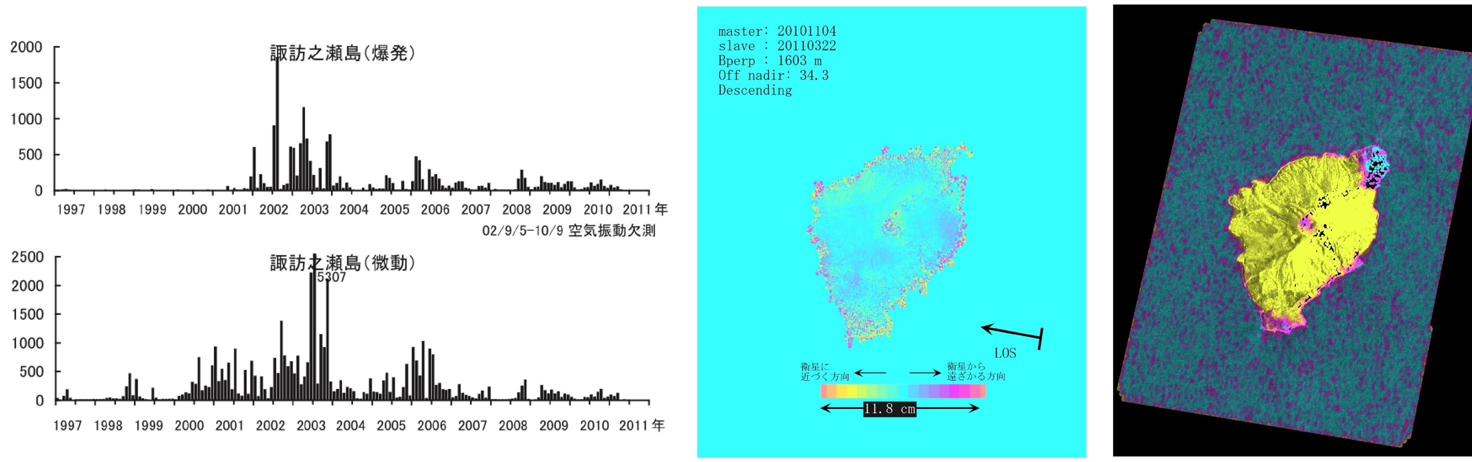
及川 純 [1*], 青木 陽介 [1], 古屋 正人 [2], 井口 正人 [3], 綿田 辰吾 [1]
OIKAWA, Jun[1*], AOKI, Yosuke[1], FURUYA, Masato[2], IGUCHI, Masato[3], WATADA, Shingo[1]

[1] 東京大・地震研, [2] 北海道大・大学理学院, [3] 京都大・防災研
[1]ERI, Univ. of Tokyo, [2]Hokkaido Univ., [3]DPRI, Kyoto Univ.

諏訪之瀬島は，鹿児島市の南南西約 240km にある，東西 5.5km，南北 7.5km の楕円形の火山島である．19 世紀以降の噴火記録が残っているが，最近では 1957 年から噴火活動が頻発し始め，現在までほぼ連続的に噴火を繰り返している，国内で最も火山活動が活発な火山の１つである．現在の噴火口は，島の東側に広がる馬蹄形カルデラ内にあり，カルデラ壁から見下ろせる位置にある．山頂爆発の発生機構としては，広帯域地震観測から，火口直下のゆっくりした増圧の後に減圧を伴って発生していることが示されている（井口・他，2004）．また，山頂火口近傍における傾斜観測からは，やはり，火口直下における噴火直前の圧力変動過程が捉えられている（西村・他，2010 年日本地球惑星科学連合大会）．しかしながら，観測点維持の困難さ等から全島的な地殻変動観測が行われておらず，山頂活動の源であるマグマの上昇過程，マグマ蓄積過程は全く不明である．火山学としては，50 年以上も活発な火山活動を続けている諏訪之瀬島のマグマ供給系を明らかにすることは，火山噴火過程の研究において最も重要なテーマの１つである．そこで，本研究では，諏訪之瀬島直下のマグマ上昇過程を明らかにする目的で地殻変動を捉えるため，ALOS/PALSAR データを用いた干渉 SAR 解析を行った．

図左は，京都大学防災研究所火山活動研究センターによってまとめられた爆発（上），火山性微動（下）の発生頻度である．ALOS/PALSAR データが取得されたのは 2006 年?2011 年であるが，火山活動としては，2002?2003 年の活動と比較するとやや弱いものの，やはり火山活動は活発であったことがわかる．2006 年?2008 年のデータを用いた時系列解析では，全体的に見て，ほぼ 1cm 程度の精度で系統的な変動は見られなかった（及川・他，2009 年日本地球惑星科学連合大会）．今回は， ALOS/PALSAR が撮った諏訪之瀬島の最後のデータ（2011 年 3 月 22 日）を含めた 2010 年後半から 2011 年のデータ解析を行なった．図中は，2010 年 11 月 4 日と 2011 年 3 月 22 日のデータを干渉解析したもの，図右は解析の正否を表すコヒーレンスである．コヒーレンスは黄色がよく干渉していることを表す部分で，ほぼ全島でよい干渉が得られていることがわかる．山頂部分に干渉性が悪い部分があるが，これは，噴火が頻発しているためと考えられる．干渉画像からは，何かイベントを表すような系統的な地殻変動は見られない．他のペアによるデータの解析でも，同様の結果が得られている．従って，現在の諏訪之瀬島では，山頂の噴火活動を支えるマグマは，地殻変動を伴わず定常的に供給されていると考えられる．もちろん，本研究の精度以下の変動がある可能性もあり，より精度のよい解析方法を適用する必要があると共に，より精度のよい地殻変動観測（例えば GPS 観測）が期待される．

キーワード: 諏訪之瀬島, 活動的火山, 地殻変動, SAR 干渉解析
Keywords: Suwanose-jima, active volcano, ground deformation, InSAR



©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P12 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

GPS観測による三宅島2000年噴火以降の地殻変動
Crustal deformation since eruption in 2000 at Miyakejima by GPS observation

弓取 なつみ [1], 松島 健 [1*], 及川 純 [2], 渡邉 篤志 [2], 奥田 隆 [3], 河野 裕希 [4], 小澤 拓 [4]
YUMITORI, Natsumi[1], MATSUSHIMA, Takeshi[1*], OIKAWA, Jun[2], WATANABE, Atsushi[2], OKUDA, Takashi[3], KOHNO, Yuhki[4], OZAWA, Taku[4]

[1] 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター, [2] 東京大学地震研究所, [3] 名古屋大学環境学研究科地震火山・防災研究センター, [4] 独立行政法人　防災科学技術研究所
[1]Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, [2]Earthquake Research Institute, University of Tokyo, [3]Research Center for Seismology, Volcanology and Disaster Mitigation,Gldiate School of Enviromental S, [4]National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

三宅島では，1995年より地震研究所・九大・名大の共同で稠密なGPS観測網が構築され，次の三宅島噴火に向けて毎年キャンペーン観測が実施されてきた．また東京都基準点約40地点においてはラピッドスタティック観測が実施されていた．2000年6月の噴火では，最大70cmにおよぶ変位が観測され，これらの観測点で求められた変位量から，三宅島の南西部から西部にかけて貫入したマグマの様子を詳細にとらえることができた．しかし，噴火災害や復興事業で多くの基準点が失われるとともに，大学としても三宅島の常時観測研究体勢を中止したため，2002年以降の測定が行われていなかった．現在，島内で常時観測されている2周波のGPS観測点は国土地理院の電子基準点の4点だけであり，それだけでは島内の詳細な地殻変動を得ることはできず，現在は次の噴火の準備過程に入っている三宅島火山の状況を詳細に把握することは難しかった．そのため本研究では，2011年9月に三宅島においてGPSキャンペーン観測を行い，2000年噴火以降の三宅島の詳細な地殻変動を把握するとともに，来たるべき次回の噴火活動の基礎となるデータを取得することとした．
今回のGPSキャンペーン観測では，スタティック観測とラピッドスタティック観測を行った．スタティック観測は2011年9月6日から9日の間，島内の15点で行った．このうち既存の観測点が8点，新設点は5ヶ所の防災科学技術研究所の観測局を含む7点である．ラピッドスタティック観測は，9月8日に三宅島の外周道路に沿って行なわれた．今回のラピッドスタティック観測では，島の南に位置する新澪池の水準点1004を基準局とし，公共基準点の22点をサンプリング間隔5秒で，１点につき約10分間の観測を実施している．
2011年9月の観測で得られたデータと，2000年噴火後に行っていた2001年1月の観測のデータを用いてスタティック解析を行った．また，島内の電子基準点のデータも解析に用いた．解析には，解析ソフトウェアRTK-LIB(高須他，2007)を用いIGS精密暦を使用した．その結果，2001年1月から2011年9月までの水平変動は，最大でも16cm程度であり，島の中心に向かって縮む傾向がみられた．さらに，得られた地殻変動データを基に球状圧力源モデルを用いて圧力源を推定すると，雄山の直下約4kmに$1.6 \times 10^7 m^3$の収縮源があることが求められた．しかし，島の西側では観測値と計算値のずれが大きい点もあるため，より複雑なモデルでの計算が必要である．また，次の噴火に備えるためにも今後もデータの蓄積が重要である．

キーワード: 三宅島, GPS, 地殻変動
Keywords: Miyakejima, GPS, Crustal Deformation

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P13 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

推定圧力源の直上における上下変動から推定される 2004 年浅間火山噴火後のマグマ供給システム (2005-2011 年)
Magma-plumbing System of Asama Volcano after 2004 Eruption, Estimated from Vertical Deformation above the Presumed Press

木股 文昭 [1*], 浅間山水準測量研究グループ [1]
KIMATA, Fumiaki[1*], Research Group of Precise Leveling on Asama Volcano[1]

[1] 名古屋大学　環境学研究科
[1]Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

[Introduction]

Asama volcano is one of the active volcanoes in Japan, and it erupted on September 1, 2004. A shallow dike intrusion is estimated in the Takamine, 4 ? 5 km west of the Asama crater from the ground deformation detected by GPS measurements (Murakami, 2005; Aoki et al., 2005). However they discussed pressure sources based on GPS data observed far field as 4 km away from the presumed pressure source.

Ground deformation observation close to the pressure source should clarify the depth and volume change of pressure sources. We establish the precise leveling routes ranging to Mt. Takamine above the presumed pressure source from Oiwake, at the southern foot of Asama volcano in May 2005. The route is consisting of 60 benchmarks in 28 km distance.

[Vertical deformation detected precise leveling]

The precise levelings have practiced seven times for five years since May 2005 to June 2011. We calculated the vertical deformation for six-months to two-years between leveling epochs. Generally, deformations detected by the precise leveling are small of 10 mm. For example, it is measured the subsidence of 9 mm in the mountainside and relative uplift of 7 mm to the mountain path in the period of May 2005 to June 2011.

Vertical deformations detected in the periods of May 2005 ? Nov.2005 ? May 2006 ? May 2009 ? June 2010 ? June 2011, are grouping two patterns. One is definite subsidence, and another is slight uplift. Murakami (2005) discusses the line length changes between two GPS sites of Tsumagoi and Tobu, and he shows that the extension of line length just before the eruption in 2004 and 2009 and contraction between the eruption. Slight uplifts in the periods of May 2005 ? May 2006 are corresponding to the period observed the extension, and subsidence in the periods of May 2006 ? May 2007, May 2009 ? June 2010, and June 2010 ? June 2011.

[Magma-pluming system after the 2004 explosions]

Two pressures sources are estimated from the ground deformation detected by precise levelings. One is a deeper spherical deflation source in the 6 km BSL depth beneath the mountainside, and another is the shallow dike intrusion beneath Mt. Takamine.

A spherical source is previously estimated from the leveling data for last 100 years (Murase et al., 2007), and it is suggestive a dominant source of the Asama volcano. They suggest a slight inflation after 1960, however our results show the deflation of -6.6 km3/6yr in the deeper sources for five years after the 2004 eruption.

A shallow pressure source at 1.3 km BSL depth is corresponded to the presumed dike intrusion in 2004 eruption. It is very difficult to discuss the volume change of the dike, because of insignificant identification of dike length and width. Since May 2009, large deformation of 10 mm uplift and subsidence are detected around Mt. Takamine. It is suggested a drain back in May 2009 ? June 2010 and an intrusion in June 2010 ? June 2011. There is one possibility that the deformation of the dike caused by 2011 Tohoku earthquake (Takada and Fukushima, 2011).

Members of research group; Fumiaki Kimata, Keita Ishikawa, Masao Matsumura, Enrique Fernandez (Nagoya Univ), Masayuki Murase (Nihon Univ), Hitoshi Mori, Atsuo Suzuki, Tokumitsu Maekawa (Hokkaido Univ), Tomoyuki Matsumura, Yoshio Yamagiwa, Makoto Miyashita, Mitsuharu Arisono, Jyun-ichi Miyamura (JMA)

Keywords: Asama volcano, magma-plumbing system, vertical deformation, precise leveling

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P14 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

口永良部島火山山頂部で繰り返し発生する累積的山体変動について
Repeat of accumulative expansion of summit area of Kuchinoerabujima volcano

斎藤 英二[1*], 井口 正人[2]
SAITO, Eiji[1*], IGUCHI, Masato[2]

[1] 産総研 地質調査総合センター, [2] 京大防災研付属 火山活動研究センター
[1]Geological Survey of Japan, AIST, [2]Sakurajima Volcano Research Center, DPRI, Kyoto Univ.

2004年4月から鹿児島県の口永良部島火山においてGPSの連続観測を実施中である．新岳山頂火口の北西約250m地点に設置した観測点おいてこれまでに４回の膨張変位を捉えた．特徴は以下の通りである．
a. １回の変位量は数cmのオーダーである．
b. １回の膨張が停止するまでに数ヶ月を要する．
c. １回の膨張の経過は概ね成長曲線様で，停止時の変位を累積する．
d. 膨張の初期に地震活動が活発化と同期した傾向は，徐々に不明瞭になった．
膨張源は新岳山頂火口直下300m以浅に推定されており（斎藤・井口，2006や井口，2008），地震（Hetty et. al，2007）や全磁気（Kanda et. al，2007），火山ガス（森ほか，2007）の観測結果も合わせると，膨張は火山性熱水の間欠的な上昇によって引き起こされたものと考えられる．定性的な膨張の仕組みは，上昇流体からの圧力や熱の吸収と緩和過程として理解される．これまでの観測結果を紹介し，噴火との関係を議論する．

キーワード: GPS, 火山, 地盤変動, 膨張, 口永良部島
Keywords: GPS, Volcano, Ground deformation, Expansion, Kuchinoerabujima

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P15 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

水準測量で検出された上下変動から推定する台湾大屯火山の圧力源（2006-2011）
Estimated pressure source and vertical deformation in Tatun volcano ,Taiwan, detected by precise leveling in 2006-2011

村瀬 雅之 [1*], 林正洪 [2], 木股文昭 [3], 森済 [4], 鈴木敦生 [4], 大屯火山水準測量グループ [1]
MURASE, Masayuki[1*], LIN Cheng-Horng[2], KIMATA Fumiaki[3], MORI Hitoshi[4], SUZUKI Atsuo[4], Research Group of Precise Leveling on Tatun Volcano[1]

[1] 日本大学文理学部地球システム科学科, [2] 台湾中央研究院地球科学研究所, [3] 名古屋大学大学院環境学研究科, [4] 北海道大学大学院理学研究科
[1]Department of Geosystem sciences, Nihon University, Japan, [2]Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan, [3]Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Japan, [4]Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, Japan

Tatun volcano group (TVG) including more than 20 volcanoes such as Chihsing, Siaoguanyin, and Huangzuei volcanos is located in the 15 km northeastward from Taipei, Taiwan. Although TVG has a hydrothermal activity characterized by some strenuous fumarolic activities and hot springs, it was evaluated that there is no resent eruptive activity and the nuclear power stations were constructed on the mountainside. Seismological network installed in 2003 detects a micro-seismic activity such as the volcano-tectonic earthquakes, tremors, monochromatic events and long-period earthquakes in and around Chihsing volcano (Lin et al., 2005; Konstantinou et al., 2007).

Based on the recent stratigraphy research, it makes clear that the magmatic eruption of 13,000-23,000 years ago and the phreatic eruption of about 6,000 years ago occurred at TVG and Chihsing volcano respectively. As results, the government established the volcano observatory in TVG to monitor the volcano activity in 2011.

Since those volcano-seismic swarm occur just around some fumaroles, it strongly suggests that the micro-seismic activity and the hydrothermal activity are closely related. Basically, the swarm activity around volcano is often accompanied by the deformation (e.g.: Kimata et al., 2004; Daita et al., 2009). Since these deformations are sometimes localized to a small region and few mm scale, a precise leveling survey is the most efficient survey to detect the deformation successfully.

Therefore, we established a 10km leveling route crossing the Chihsing volcano from south to north to detect the vertical deformation in June 2006. The leveling route is consisting with 30 benchmarks, and the defference of height is 300m. Our leveling surveys were re-conducted five times of June 2006, March 2007, August 2007, March 2009, and March 2011. Additionally, the leveling route was extended to the fumarolic area in the east part of the Chihsing volcano in August 2007.

We detected the subsidence of 5 mm in the east part of the Chihsing volcano for 9 months from June 2006 to March 2007. The subsidence was observed in the period of March-August 2007, and it became 10 mm in total for 14 months from June 2006 to August 2007.

After the leveling route extension, we detected the significant deformations in two areas. One is the subsidence of 5 mm in the mountainside, and another is the uplift in the fumarolic area for 19 months from August 2007 to March 2009. The similar deformation pattern to the preceding observation was observed in March 2011. However, the subsidence in the mountainside was relatively larger than the uplift close to the fumarolic area.

Based on the observed deformation in the period between August 2007 and March 2011, we estimate the volume changes and the locations of two spherical sources on that condition by employing a genetic algorithm (GA).

As a result, shallow pressure sources are estimated. One pressure source is estimated with -1.7 × 10^5 m^3 at 3 km depth beneath the northeast foot of the Chihsing volcano, and another source is estimated with 0.3 × 10^5 m^3 at 0.7 km depth in the fumarolic area.

It suggested that the estimated pressure sources are related to the hydrothermal activity. In the study period, the subsidence in the mountainside was detected to be caused by a major deeper deformation in TVG. The hydrothermal fluid supplied to the shallow sources in TVG may not be significant in this period.

Keywords: Tatun volcano, Taiwan, leveling, pressure source, vertical deformation

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P16 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

境界要素法に基づくストロンボリ火山の傾斜変動データの解析
Analysis of tilt data at Stromboli volcano using boundary elemental method

川口 亮平 [1*], 西村 太志 [1], 佐藤 春夫 [1]
KAWAGUCHI, Ryohei[1*], NISHIMURA, Takeshi[1], SATO, Haruo[1]

[1] 東北大院・理・地球物理
[1]Geophysics, Science, Tohoku Univ.

近年，火口近傍で爆発的噴火に伴う傾斜変動記録が行われ，噴火直前に発現する山体膨張や，噴火時の山体収縮現象などが捉えられるようになってきた．これらのデータを解析することで，噴火直前のマグマ上昇過程や噴火時のマグマ後退現象を定量的に把握できると期待されている．

これまでにも，このような山体の膨張・収縮データは解析されてきたものの，半無限均質媒質を仮定したものが多く行われてきた．しかし，火口近傍の観測点で得られる噴火活動に伴う山体膨張や収縮のデータは，圧力源が浅いため，急峻な火山体形状の影響を強く受けることが考えられる．そこで今回，3 次元境界要素法を用いて山体変形を計算し，ストロンボリ火山 (イタリア) で報告されている繰り返し噴火に先行する傾斜変動データ (Genco and Ripepe, 2010) と比較したので報告する．

境界要素法では任意の形状の圧力源による山体変形を地形の効果を考慮して求めることができる．本研究では，ストロンボリ火山の 10 m メッシュの数値標高モデル (DEM) をもとに山体地形を表現する．噴火に先行するマグマ上昇に伴う圧力源は，火口直下の半径 5 m の円筒形火道内で起きると仮定する．これらの地形および火道形状を 6974 個のメッシュで表す．噴火直後のマグマの減圧，引き続くマグマ上昇を考え，噴火直後の火道内部で圧力が噴火により変化しない深さを H，噴火終了時のマグマヘッドの深さを h とし，マグマが地表面 (深さ 0) に達したときに噴火すると仮定すると，火道内の圧力は深さ h で最大圧力 (dp) となる三角形状の分布となる．本研究では，これらの h,H,dp を圧力源のパラメータとして計算を行う．

本研究では，Genco and Ripepe (2010) に報告されているストロンボリ火山の噴火前後の傾斜データを用いる．火口からの距離 300 m-1100 m の間のボアホール傾斜計 3 台と広帯域地震計 2 台から推定された 5 点の傾斜変動データは，最大で 90 nrad を示し，おおむね火口からの距離に応じて振幅が小さくなっている．このデータを説明するために，火山体の剛性率を 1.3 GPa，火道半径を 5 m とし，圧力源のパラメータを求める．まず，h，H を 100-500 m の範囲で任意に設定し，観測点間の傾斜変動量の比を説明できるパラメータをフォワードモデリングにより求めた．さらに，dp は傾斜変動量と観測量の絶対値が合うように求めた．その結果，h=45 m，H=450 m，dp=1.28 MPa により，観測変動量をおおむね説明できることがわかった．

今後，傾斜変動の時間変化を加味することにより，噴火前のマグマ上昇ダイナミクスに制約を与えることが期待される．

キーワード: ストロンボリ火山, 山体変形, 境界要素法, 傾斜変動
Keywords: Stromboli Volcano, volcano deformation, boundary element method, tilt motion

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P17 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

火山用地殻活動解析支援ソフトウェアの開発(5)
MaGCAP-V (5) - Upgrade for strainmeter data

小久保 一哉 [1*], 福井 敬一 [2], 安藤 忍 [3], 高木 朗充 [1], 鬼澤 真也 [1], 新堀 敏基 [1], 山本 哲也 [1], 大須賀　弘 [4]
KOKUBO, Kazuya[1*], FUKUI, Keiichi[2], ANDO, Shinobu[3], TAKAGI, Akimichi[1], ONIZAWA, Shin'ya[1], SHIMBORI, Toshiki[1], YAMAMOTO, Tetsuya[1], Hiroshi, OHSUGA[4]

[1] 気象庁気象研究所, [2] 気象庁地磁気観測所, [3] 文部科学省研究開発局, [4] 株式会社ヴィスコア
[1]Meteorological Research Institute, JMA, [2]Kakioka Magnetic Observatory, [3]MEXT, [4]VisCore Corp.

１．はじめに

気象庁では火山活動監視のため，GPS や傾斜計等を用いた地殻変動観測，プロトン磁力計による全磁力繰り返し観測を実施している．またこれらデータから，マグマ供給等に関連した圧力源や熱消磁域などの変動源を推定するため，PC 用の火山用地殻活動解析支援ソフトウェア MaGCAP-V を開発し（中禮ほか 2002，福井ほか 2005)，火山監視業務や研究に活用している．

MaGCAP-V は，地殻変動のみならず地磁気データも同時に取り扱うことができ（このため「地殻活動」という用語を用いる），それら種々の観測データを用いた変動源モデル計算の実行，その計算結果と観測値の比較，計算条件の修正などを GUI で対話的に容易に行うことができる．モデルの推定は，地形の影響を考慮した標高補正茂木モデル（福井ほか，2003）や，構造や地形の影響を考慮した有限要素法計算結果によるモデル推定も可能である（福井ほか，2006）．2009 年度に，光波測距と干渉 SAR の解析機能，簡易版動的解析機能を追加し（福井ほか，2010），2010 年度には重力データ解析，楕円体変動源モデルを追加するとともに，高速化のための改良を施した（福井ほか，2011）．本講演では新たに追加したひずみ計データの解析機能について紹介する．

２．ひずみ計データ解析機能

火山の地殻変動の連続・高感度観測には主として傾斜計を用いているが，変動源の深さをより精度よく監視する目的でボアホール型のひずみ計がより有利な点があることから，2012 年度に伊豆大島において多成分ひずみ計を設置する計画である．そのデータを活動監視に活用できるように，MaGCAP-V に解析機能を追加した．多成分ひずみ計のデータは水平４方向の線ひずみで，それらを用いた水平ひずみテンソル解析機能，指定座標軸によるひずみ解析表示機能，これまでに実装した各モデル推定への活用機能を追加した．

謝辞

本ソフトウェアは科学技術振興調整費「雲仙火山：科学掘削による噴火機構とマグマ活動解明のための国際共同研究」（H11～13）において，溶岩ドームの帯磁過程の解明のために作成されたソフトウェアを元に順次機能を追加し開発を進めている．開発の初期段階で中村浩二氏（現気象庁総務部）には SEIS-GPS および PAT-ME を，内藤宏人氏（現気象庁地震火山部）には MICAP-G を参考にするためご協力頂いた．重力データ解析機能においては古屋正人北海道大学准教授のご協力を得た．

キーワード: ソフトウェア, 火山監視, 地盤変動, 地磁気変化, モデル解析, ひずみ
Keywords: software, volcano monitoring, ground deformation, geomagnetic change, model analysis, strain

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P18　会場:コンベンションホール　時間:5 月 24 日 15:30-17:00

伊豆大島三原山の火山ガス組成
Chemical and isotopic composition of fumarolic gas at Mihara volcano, Izu-Oshima Island, Japan

荻沼 優[1*], 大場 武[1]
OGINUMA, Yu[1*], OHBA, Takeshi[1]

[1] 東海大学理学部化学科
[1]Dep. Chem. School Sci. Tokai Univ.

１．背景

伊豆大島では 19 世紀後半からほぼ 30 数年ごとに噴火が繰り返されている．前回の 1986 年噴火では山腹から溶岩流が発生し住民が島外に避難した．今後の火山災害を防止するために火山活動活発化を早期に検出する技術が求められている．火山ガスは地殻内で早く移動するため，マグマ溜りとその周辺環境の変化をいち早く地表にもたらす可能性がある．Suwa and Tanaka (1959) によると，1953 年の噴火に先立ち，山頂のいくつかの噴気孔では温度の上昇が観測された．Sano et al.(1995) によると，北山麓に位置する温泉ホテルのボアホール蒸気に含まれる He の 3He/4He 比は 1986 年の噴火後に急上昇したが，その後，徐々に低下した．Shimoike and Notsu (2000) によれば，同蒸気の CO2 濃度は 1986 年の噴火後に年周変化を伴い，徐々に減少した． これらの現象は，伊豆大島において噴気やボアホール蒸気が実際に火山活動の影響を受けていることを示している．

２．観測と結果

2004 年から 2011 年にかけて，三原山中央火口西方の X-15 地点（X），中央火口東方の剣が峰（K）で，噴気の出口温度の測定し，CO2/H2O 比，H2O 安定同位体比（dD，d18O）を測定するために噴気を採取した．

X-15 地点では気象庁が噴気温度の連続観測を実施している．我々の観測によると X 噴気の出口温度は 2008 年まで 65C 以上の値を維持したが，2011 年に入り 62C 台に低下した．CO2/H2O 比はばらつきが大きく，原因として噴気の温度が 60C 台で水蒸気密度が低く，H2O の回収が完全ではない可能性が考えられる．安定同位体比は 2011 年に低下傾向がみられる．

K の噴気は崖の壁から放出されており，放出量は大きく，御神火茶屋から肉眼で放出が確認できる．K 噴気の温度は安定しており，観測期間を通じて 77～79C の範囲に収まっている．CO2/H2O 比も安定しており，0.02～0.03 の範囲にある．安定同位体比は X 噴気よりも若干高い．X，K 噴気とも安定同位体比は伊豆大島の局地天水の値（Takahashi et al., 2000）よりも低い．X，K 両噴気孔で SO2，H2S 臭いは全く知覚されなかった．

３．　噴気組成の変動要因

Ohba (2008) は伊豆大島三原山における噴気の形成過程を推定した．それによると，CO2 に富むマグマ性高温ガスが地下水と接触し，気液 2 相が形成され，その気相が地下水起源の水蒸気と混合した後に上昇し，冷却をうけ，一部が凝縮し失われ，残存した蒸気が噴気として放出されている．仮にマグマから放出されるガスの量が増加した場合，安定同位体比の上昇が期待される．CO2/H2O 比は水蒸気の凝縮が抑制され，活発化はむしろ比を低下させる可能性が高い．2004 年から 2011 年にかけて噴気の組成には，活発化を示唆するような変動は見られない．

キーワード: 伊豆大島, 火山ガス, CO2/H2O, 同位体比, 噴気
Keywords: Izu-Oshima, Volcanic gas, CO2/H2O, Isotope ratio, Fumarolic gas

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P19　　会場:コンベンションホール　　時間:5月24日 15:30-17:00

TDLASを用いた箱根山大涌谷噴気地帯における大気CO2濃度観測
Atmospheric CO2 observation at the fumarolic area of Hakone volcano by use of TDLAS

大場 武[1*], 中塚伸悟[1], 荻沼 優[1]
OHBA, Takeshi[1*], Shingo Nakatsuka[1], OGINUMA, Yu[1]

[1] 東海大学理学部化学科
[1]Dep. Chem. School Sci. Tokai Univ.

１．序
火山ガスはH2O，CO2，H2S，SO2，HCl等の気体から成る．一般的に火山ガス中でCO2はH2Oに次ぐ濃度を有する主要な成分である．H2Oは温度低下に伴い凝縮するので失われ易く，また大気に水蒸気として大量に含まれている．一方，CO2は凝縮せず，大気濃度は390ppm程度と低い．地上で火山ガスの放出量を観測する場合，CO2はH2Oに比べ，保存性とコンタミネーションの少なさで有利である．火山ガスは主に噴気あるいは土壌拡散ガスとして地表に放出されている．そのため，噴気地帯から放出される火山ガスの総量を正確に測定することは容易ではない．火山ガスの放出量を測定する技術として現在実用化されているのは，SO2ガスによる散乱太陽紫外光吸収を利用した，COSPEC，DOASである．活動度の低い火山の噴気でSO2の濃度は非常に低く，COSPEC，DOASは適用できない．最近になり波長可変ダイオードレーザーを利用した赤外光吸収量の測定（TDLAS：Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy）に基づき大気CO2を観測する機器が利用できるようになった．本研究では活火山の噴気地帯で実施したTDLASによる大気CO2濃度観測の結果を報告する．
２．観測
大気CO2観測は箱根山大涌谷噴気地帯で2011年1月6日の13時から14時にかけて実施した．駐車場の南方にあたる冠ケ岳北山麓に広がる噴気地帯で北東ー南西方向に観測ラインを設定した．観測ラインの長さは263mで北東に赤外レーザー光（1575nm）の発射点を設定し，南西の玉子茶屋付近にレトロ反射鏡を設置した．観測にはBoreal社のGasFinderを使用した．この計測器はCO2積算濃度をppm・mの単位で出力する．この値を観測距離（263m）で割ると，観測ライン上のCO2平均濃度が与えられる．CO2濃度観測と並行し，北東のレーザー光発射地点の地表から4m上空で，気象要素（風向，風速，気温）を取得した．
３．結果および考察
CO2積算濃度は毎分38のデータが取得された．大気CO2濃度は大まかには500ppmから515ppmの範囲で変動した．変動は短時間成分と長時間の成分が重畳しているように見える．気象要素の変化との相関は必ずしも明確ではなかった．風向は大部分の時間，西だったが，短期間（3分程度）西南西に変わった際に，CO2濃度が507ppmから503ppmに急激に低下した．この変化は明らかに風向きの変化と考えられる．気温が徐々に低下するとCO2濃度は5ppm程度増加した．気温の変化は噴気に含まれる水蒸気の凝結と水滴の発生に関係する可能性があるので，今後は湿度も合わせて観測する必要があるだろう．

キーワード: レーザー, 二酸化炭素, 火山ガス, 箱根山
Keywords: Laser, CO2, Volcanic gas, Mt. Hakone

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P20 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

CO_2 に富む火口湖でのリアルタイム溶存 CO_2 濃度測定の試み
Trial of real-time measurement of dissolved CO_2 concentration in CO_2-rich volcanic crater lakes

実政 光久 [1*], 佐伯 和人 [1], 金子 克哉 [2], 大場 武 [3]
SANEMASA, Mitsuhisa[1*], SAIKI, Kazuto[1], KANEKO, Katsuya[2], OHBA, Takeshi[3]

[1] 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, [2] 京都大学大学院人間・環境学研究科, [3] 東海大学理学部化学科
[1]Earth & Space, School Sci., Osaka Univ., [2]Earth Sci., School HES., Kyoto Univ., [3]Dept. Chem., School Sci., Tokai Univ.

アフリカ・カメルーンのマヌーン湖・ニオス湖（以下、カメルーン火口湖と呼ぶ）では火山由来 CO_2 が湖水に供給されており、1984 年と 1986 年に相次いで CO_2 が噴出し、約 1800 名の死者を出した。それ以来、様々な研究者・技術者によってカメルーン火口湖の水質モニタリングや人口脱ガスなどの災害防止対策がなされている。その結果、溶存 CO_2 量はマヌーン湖では最大時の 10%以下に減少したが、ニオス湖では依然 73%程度が溶存している [1]。また、湖への供給経路なども明らかになっておらず、火山活動の活発化などにより供給量が突然に急増する可能性もある。

現在、CO_2 濃度プロファイルは溶存 CO_2 と平衡にある HCO_3^- を用いて、電気伝導度や pH センサーの測定結果と深度毎サンプル採取後の化学分析によって得られた各深度での全 CO_2 濃度を関係付けることにより見積もられている。しかしこの手法ではサンプル採取と化学分析に時間と手間がかかり、リアルタイム測定を行うことは難しく、今のところおよそ年 1 回しか行われていない。これでは供給量が急増した場合に対応できないため、湖に常設、あるいは頻繁に投入することでリアルタイムに溶存 CO_2 濃度を測定する手法を開発する必要がある。

常設の溶存 CO_2 濃度測定法としては水相と気相を、透過膜を通して平衡に達した後、気相の CO_2 濃度を赤外線で測定する方法などがあるが、カメルーン現地では精密な機器を継続的にメンテナンスすることが難しいので、簡便で応答の速い測定法が要求される。その結果、溶存物質とその濃度によって水溶液の音速が変化することを利用した音速変化法、または現在の電気伝導度を用いた測定法を改良・高精度化することが適当と考えられた。この両者については、前者は湖の主な溶存物質である CO_2 が音速変化の大半を担っている可能性がある一方、後者の電気伝導度と pH による測定は他の比較的低濃度な溶存イオンの影響が大きいことがすでに示唆されている [1] ため、まずは音速変化法による測定に着手した。音速変化法では、イオン性水溶液の音速変化から濃度を求める試みが [2] などによって行われているが、CO_2 による音速変化の先行研究はなかったため、始めに溶存 CO_2 濃度に応じて音速がどの程度変化するのか実験した。

始めに水道水の入った炭酸飲料のペットボトル内に 2 つの圧電素子（富士セラミックス製）を向かい合わせて 16 cm 離して封入し、炭酸水を作るために CO_2 で加圧した。CO_2 濃度は 172 mmol/kg 以上であった（ニオス湖の約 0.5 倍）。片方の圧電素子を 2 MHz で発振させ、もう片方で受信してオシロスコープでモニターすることにより加圧前と加圧後の音波の到達時間差を比較した。その結果、当該濃度では 10 m/s の精度内で音速変化は観察されなかった。より精度の高い測定を行うため、実際に湖に投入する音速プロファイラ（AML oceanographic 社製 MinosX）を CO_2 加圧下で用いることの出来る加圧タンクを製作し、音速測定を行った。その結果について発表する。

2012 年 2 月～3 月にかけてカメルーン現地で音速プロファイラを用いて、温度と音速の測定を行った。その結果についても発表する。

[1]Kusakabe et al.(2008) Evolution of CO_2 in Lakes Monoun and Nyos, Cameroon, before and during controlled degassing, Geochemical Journal, 42, 93-118
[2]S. J. Kleis and L. A. Sanchez (1990) Dependance of Speed of Sound on Salinity and Temperature in Concentrated NaCl Solutions, Solar Energy, 4, 201-206

キーワード: カメルーン火口湖, 溶存 CO_2, 音速
Keywords: Cameroon volcanic lakes, dissolved CO_2, sound velocity

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P21　会場:コンベンションホール　時間:5月24日 15:30-17:00

阿蘇火山の火口湖・湯だまりの地下浅部に推定される温水だまり
Hot water reservoir beneath Yudamari crater lake at Aso volcano

寺田 暁彦 [1*]
TERADA, Akihiko[1*]

[1] 東京工業大学火山流体研究センター
[1]Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

阿蘇火山の活動火口である中岳第一火口には，水温 60-70 ℃に達する「湯だまり」と呼ばれる火口湖が存在する．湖面放熱率は非噴火期を通じて 200 MW を超え，世界有数の熱活動が長期にわたり継続している．
中岳第一火口では，2009 年 2 月 6 日深夜，振幅の大きな火山性微動が発生するとともに，マイクロフォンで異音が捉えられた．翌朝行われた現地調査では，湯だまりの一部が変色しており，何からの噴出現象が発生したことが示唆される．同様の現象は 2011 年 9 月にも確認されている．活動静穏期に火口湖底で起きる突発的な噴出現象は，草津白根火山の火口湖「湯釜」でも繰り返されており，活動的な火口湖において普遍的に認められる現象かも知れない．
阿蘇火山 2009 年 2 月の事象は，湯だまり水位および水温変化の詳細を観測することができた．その結果，火山性微動の前後で，湖水量が 26,300 m^3 増加する一方で，水温は 3 ℃ 低下したことが明らかとなった．その後 1 週間かけて，水位は - 6.3 cm/day の割合で急減した．この水位減少率は，詳細な水位観測を実施した 2006 年 6 月から 2009 年 3 月の期間の中で得られた最大値 - 2.5 cm/day の 2.5 倍に相当する，顕著な変動である．
これら観測事実を満足する湖底噴出流体の噴出率とエンタルピーを，降水や風などの気象条件を考慮した数値モデル（Terada et al., 2012）を用いて推定した．その結果，火山性微動発生時の噴出量は 29,000 m^3 と推定された．この量は，ふだん湖底噴出している流体量の数日分に相当する．また，土砂噴出の際にしばしば発生する，火口直下のクラック開閉に伴う体積変化量（Kawakatsu et al., 2000）よりも 1-2 桁大きい．一方，噴出流体のエンタルピーは 400 kJ/kg と見積もられた．大気圧を仮定すれば，このエンタルピーは温度 90 ℃前後の液相水に相当する．
火山性微動発生後の 1 週間については，噴出率は 43 kg/s と見積もられた．これは，火山性微動発生前の時期に推定された 70 kg/s よりも明らかに低い．また，エンタルピーは 4,000 kJ/kg であり，大気圧を仮定すれば，これは温度 650 ℃の蒸気に相当する．通常の湯だまりにおける湖底噴出流体のエンタルピーは 3,000 kJ/kg 前後であり，湯だまりとしては特異な値である．
これらの推定結果は，液相水を供給する，地下浅部の温水だまりの存在を想定すると理解できる．湯だまりには，800 ℃前後の高温ガスと液相水が半々の割合で供給されていると考えられている（Terada et al., 2012）．火山性微動発生時に，温水だまりから 90 ℃前後の液相水が 3 万トン前後噴出した．圧力低下した温水だまりからは，その後 1 週間，湯だまりへの温水供給がほぼ途絶えた．この結果，湯だまりには高温ガスのみが供給された．すなわち，高いエンタルピーの火山ガスのみが供給されたため，湖水位が急低下したと考えられる．

キーワード: 火口湖, 阿蘇火山, 熱水系
Keywords: crater lake, Aso volcano, hydrothermal system

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P22 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

吾妻火山の大穴火口下で発生している熱消磁について
On the recent thermal demagnetization beneath the Oana Crater, Azuma Volcano

山崎 明[1], 福井 敬一[1*], 山崎　伸行[1], 小林　徹[2], 石井　邦男[2], 簗田　高広[2]
YAMAZAKI, Akira[1], FUKUI, Keiichi[1*], YAMAZAKI, Nobuyuki[1], KOBAYASHI, Tooru[2], ISHII, Kunio[2], YANADA, Takahiro[2]

[1] 地磁気観測所, [2] 仙台管区気象台火山監視・情報センター
[1]Kakioka Magnetic Observatory, JMA, [2]Volcanological Center of Sendai District Meteorological Observatory, JMA

吾妻火山の一切経山南東斜面には大穴火口と呼ばれる直径約 200m の火口があり，火口内およびその周辺部に噴気・地熱地帯が拡がっている．2008 年 11 月にこの火口内で高さ 300m の噴気を上げる新たな噴気孔 (W-6 噴気孔) が出現し，それ以降噴気活動が活発な状態が続いている．また 2010 年には 5 年ぶりとなる火山性微動も発生し，火山活動が徐々に活発化しつつあるようにみえる．

仙台管区気象台火山監視・情報センターおよび地磁気観測所では大穴火口の周囲に 12 点の全磁力繰り返し観測点を設置し，2003 年より年 1 回ないし 2 回の観測を実施している．観測の結果，全磁力は大穴火口を中心とする半径 500m ほどの領域で変化しており，大穴火口の北側では全磁力の増加，南側では減少する典型的な消磁の変化パターンを示していることがわかった．この消磁傾向は噴気活動が盛んな大穴火口の地下で発生していることを考慮すると，地下の熱水活動などに伴う熱消磁であろうと解釈できる．

全磁力変化の解析から，大穴火口下の熱消磁は観測開始の 2003 年から 2010 年まではほぼ一定の割合で進行していたと考えられた．ところが，2011 年 9 月に実施した観測において，各観測点の全磁力変化のトレンドがはっきりと変化しており，熱消磁の傾向が加速していることが明らかとなった．年毎の全磁力変化から熱消磁球を求めると，2010 年までは大穴火口下の深さ 300m～400m，熱消磁球の半径は 60～70m に求まる．一方，2010 年 10 月から 2011 年 9 月の全磁力変化の解析結果では熱消磁球はやや深くなり，深さ 500 m，半径は 108m と求まり，熱消磁の規模 (体積) としてはそれまでの 5 倍程度に大きくなることがわかった．すなわち，2010 年 10 月以降，大穴火口の地下で熱消磁が大きく拡大する事象が発生したものと推定され，今後の火山活動の推移に注目される．

なお，火山の磁化構造と熱消磁域との関連を調べる目的で，2011 年 9 月に大穴火口周辺において全磁力測量を実施した．測量は徒歩により大穴火口の半径 500m の範囲の約 450 地点で行い，大穴火口周辺の全磁力分布を調査した．この全磁力測量の結果についても報告する．

キーワード: 吾妻山, 全磁力観測, 熱水活動, 熱消磁, 磁気探査
Keywords: Azuma Volcano, geomagnetic total force, hydrothermal reservoir, thermal demagnetization, magnetic survey

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P23 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

広帯域MT観測から推定される阿蘇火山の比抵抗構造
The electrical resistivity structure of Aso volcano inferred from broadband MT surveys

浅野 剛[1*], 宇津木 充[1], 鍵山 恒臣[1], 小森 省吾[1], 井上 寛之[1]
ASANO, Tsuyoshi[1*], UTSUGI, Mitsuru[1], KAGIYAMA, Tsuneomi[1], KOMORI, Shogo[1], Hiroyuki Inoue[1]

[1] 京都大学大学院理学研究科
[1]Kyoto Univ.

阿蘇火山は，熊本県北東部に位置する第四紀の活火山である．４度の大規模火砕流噴火でカルデラを形成した後，約90kaから現在に至るまで中央火口丘中岳を中心に活発な活動を続けている．活動的火山の比抵抗構造からは，現在や過去の活動メカニズムの理解，及び今後の活動を予見する上で有用な情報を得ることが可能である．

阿蘇火山の比抵抗構造も数多く推定されており，例えば高倉ほか(2000)及び宇津木ほか(2009)では，広帯域MT探査を用いて阿蘇カルデラを北東ー南西に切る測線での比抵抗断面を示している．しかし，これらで得られた構造は海抜下5km程度までであり，どの様な物質・状態を反映したものか結論づけるには十分と言えない．地震波トモグラフィーでは海抜下6km付近に低速度域が(Sudo and Kong, 2001)，GPS連続観測では15km付近にシル状の変動源が推定されており(国土地理院, 2004)，それらとの比較から正確な地下構造を推定するには，まずはこの探査深度のギャップを埋めることが必要である．また，カルデラ底部の形状とその形成過程，大規模火砕流噴火に関連のある地下構造，さらには複雑且つ情報の少ないカルデラ内のテクトニクス等，未だ明確な答えが得られていないテーマは数多く存在する．それらを解決する為にも，より深部までの比抵抗構造を明らかにすることが必要と考え，阿蘇火山にて広帯域MT探査を実施した．

観測点は計９点設置し，内７点は宇津木ほか(2009)の測線を踏襲しつつ中岳火口や地震波低速度域の辺縁部をカバーしている．残りの２点は，高倉ほか(2000)の測線を踏襲しつつ低速度域の直上をカバーしている。１点につき１～２カ月間の長期観測を行い，前者７点では周期1000[s]までのデータを低ノイズで取得することに成功した．不足する地点のデータには先行研究の観測結果を充て，Ogawa and Uchida(1996)のコードを用いたTMモードによる２次元インバージョンで海抜下15kmまでの比抵抗構造を推定した．その結果，特に注目すべき以下の様な３つの特徴が明らかとなった．

(1) 深部へ連続する高比抵抗域

カルデラ中央部で，数100[Ωm]の領域(幅約5km)が15km付近まで連続している．大分ー熊本構造線の推定軌跡に沿う様な走向を持っており，同構造線を弱線とした大規模な貫入の様子を捉えている可能性がある．

(2) カルデラ南部の低比抵抗域

中央火口丘南麓から南郷谷にかけて，9km付近に中心を持つ低比抵抗域が存在する．数10～100[Ωm]の領域と見られ，地震波速度や磁化の程度を踏まえると凝灰岩塊の様な低密度の物質，もしくは何らかの高温域と考えられる．

(3) 低比抵抗に見えないマグマ溜り

草千里付近を中心とした低比抵抗域は見られず，地震波低速度域は比較的高比抵抗な領域に対応している．岩石メルトは低比抵抗を示すとされるが，実際のマグマ溜まりは構造的・物質的に複雑な構成になっており，際立った低比抵抗域としては表れない可能性が考えられる．

キーワード: 阿蘇火山, 広帯域MT観測
Keywords: Aso volcano, broadband MT survey

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P24 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

阿蘇カルデラにおける高密度地震観測網を用いたレシーバ関数解析
Crustal structure beneath Aso caldera, Japan, as derived from receiver function analyses

安部 祐希 [1*], 大倉 敬宏 [1], 澁谷 拓郎 [2], 平原 和朗 [3], 吉川慎 [1], 井上寛之 [1]
ABE, Yuki[1*], OHKURA, Takahiro[1], SHIBUTANI, Takuo[2], HIRAHARA, Kazuro[3], Shin Yoshikawa[1], Hiroyuki Inoue[1]

[1] 京都大学火山研究センター, [2] 京都大学防災研究所, [3] 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
[1]AVL, Kyoto Univ., [2]DPRI, Kyoto Univ., [3]Graduate School of Science, Kyoto Univ.

阿蘇火山は、9 万年前に 600km^3 以上の噴出物を放出する大規模火砕流噴火を起こし、南北 25km 東西 18km の世界最大級のカルデラを形成した。それ以降は、中央火口丘を形成する火山活動が続いている。火山地域の地殻構造を調べ、流体の存在領域や含有量を明らかにすることは、火山活動を理解する上で重要である。阿蘇カルデラでは、地震波トモグラフィ法により地下 10km までの地震波速度構造が明らかにされている (Sudo and Kong, 2001, Bull. Volcanol.)。この解析では、中央火口丘西部の草千里の深さ約 6km を中心とする低速度領域が見出されており、その低速度領域はマグマ溜りに対応すると考えられている。それより深部の地殻構造は、レシーバ関数 (RF) 解析により明らかにされてきた (Abe et al., 2010, J. Volcanol. Geotherm. Res.)。この研究では、阿蘇カルデラ西部の 15-21km の深さに S 波速度が 2.4km/s の低速度層が存在することが明らかになった。推定された S 波速度構造から、この低速度層には最大で 15%のメルトか 30%の水が含まれていると解釈されている。ただし、観測点が不足していたため、Abe et al. (2010) は阿蘇カルデラ東部の地殻構造を明らかにすることができなかった。そこで、我々は阿蘇カルデラの東部の地殻構造を明らかにするため、2009 年 6 月からカルデラ東部に 5 点の臨時観測点を設置し、地震観測を行なった (大倉ほか, 2010, 連合大会)。そして、定常観測点のデータに加えこの臨時観測点のデータも用いて、RF 解析を行ない阿蘇カルデラ全体の地殻構造を明らかにした。

我々は、上述の臨時観測点、阿蘇カルデラおよびその周辺に設置された Hi-net および京都大学火山研究センターの定常観測点による遠地地震 (震央距離：30-90°、M5.5 以上) の波形記録を用いて RF を作成した。RF は、遠地地震の P 波の波形の水平成分を鉛直成分でデコンボルブして得られる時間関数で、後続波に含まれる地下の不連続面で変換・反射した S 波を検出することができる。本研究では、時間拡張型マルチテーパ (Shibutani et al., 2008, Bull. Seismol. Soc. Am.) を用いて RF を計算し、RF の遺伝的アルゴリズムインバージョン (Shibutani et al., 1996, Geophys. Res. Lett.) を用いて観測点下の S 波速度構造を推定した。

その結果、Abe et al. (2010) が見出した低速度層が、阿蘇カルデラの西部だけでなく北東部にも存在することが明らかになった。また、この低速度層がカルデラの南東部まで広がっていないことも明らかになった。この低速度層は、過去の大規模噴火 (Aso4) の名残あるいは、将来の大規模噴火 (Aso5) の準備の場である可能性がある。たとえば、大規模噴火で噴出するマグマは、地殻物質の部分溶融により生成されたと考えられており (Petford et al., 2000, Nature; 金子ほか, 2008, 月刊地球)、この低速度層は地殻の溶融域に対応すると考えることもできる。

本研究では、防災科学技術研究所の波形データを使用させていただきました。記して感謝いたします。

キーワード: 阿蘇カルデラ, レシーバ関数, 遺伝的アルゴリズムインバージョン, 地殻構造
Keywords: Aso caldera, receiver function, genetic algorithm inversion, crustal structure

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P25 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

波形相関を利用した三宅島 B 型地震の震源決定
Hypocenter determination of B-type earthquakes at Miyakejima volcano using waveform cross correlation technique

内田 東 [1*], 西村 太志 [1], 佐藤 春夫 [1], 山里 平 [2], 藤田 英輔 [3]
UCHIDA, Higashi[1*], NISHIMURA, Takeshi[1], SATO, Haruo[1], YAMASATO, Hitoshi[2], FUJITA, Eisuke[3]

[1] 東北大院・理・地球物理, [2] 気象庁地震火山部, [3] 防災科学技術研究所
[1]Geophysics, Science, Tohoku Univ., [2]Seismol. and Volcanol. Dep., JMA, [3]NIED

三宅島火山は，2000 年 6 月からのダイク貫入の後，山頂部の陥没とカルデラの形成，爆発的噴火をともなう活発な活動を起こした．その後の大量の火山ガスの放出活動は現在までも継続している．この火山ガスの放出中にも多数の地震が観測されているが，そのほとんどは P 波と S 波が不明瞭な B 型地震で，その震源分布や発生メカニズムは明らかになっていない．本研究では，この多数の B 型地震を，波形の相互相関をもとにグループ分けし，その震源を推定した．
今回解析したデータは，三宅島島内の気象庁および防災科学技術研究所の観測点で，2010 年 8 月下旬から 2011 年 4 月に観測された約 1020 の B 型地震である．これらは，気象庁による火山監視業務により，イベント別のデータファイルとして連続記録から切り出されたものである．解析に使用した島内 11 の観測点は，火口中心から概ね 1 km から 4 km 以内の範囲に分布し，各観測点には固有周期 1 秒の 3 成分地震計が設置されている．
地震波形のグループ分けは次のように行った．まず，三宅島の B 型地震は，おおむね周波数 2-4 Hz が卓越するので，観測波形に 2-4 Hz のバンドパスフィルターを通す．そして，全てのイベントから任意の二つの波形を取り出し，最大振幅を中心とした約 50 秒の時間窓を設定して，波形の相互相関係数を求める．これらの計算をすべての組み合わせで行い，相互相関係数が 0.7 以上となる組み合わせでグループ分けをした．その結果，全 B 型地震の約 18% にあたる約 180 の地震が，メンバー数 20 以上からなる 4 つのグループの相似地震に分類された．このグループ分けは，山頂火口中心の南西 2 km に位置する，ボアホール観測点の上下動の観測波形で行った．
同じ相似地震グループに分類された B 型地震は，その波形の相似性から互いにほぼ同じ場所，同じメカニズムで発生していると考えられる．そこで，グループごとに波形を重合したところ，多くの観測点で重合によって初動の立ち上がりが明瞭となった．P 波と S 波の到達時刻から震源を求めた結果，いずれのグループも山頂カルデラ内部南側の直下付近に震源が推定された．なお，震源決定では P 波，S 波速度をそれぞれ 2 km/s，1.15 km/s とした．4 つのグループの震源は，水平位置でおよそ 1 km 以内，鉛直位置は，深さ 1.5 km から 0.5 km の範囲内に分布している．
続いて，グループ分けされた相似地震の長周期成分に注目した．解析対象とした 0.25-0.5 Hz 帯では，常に環境雑音が卓越し，信号対ノイズ比が悪く，個々のイベント波形からその特徴を調べることはできない．そこで，2-4 Hz 帯で相互相関が最大となった時刻で，0.25-0.5 Hz 帯の地震波形を重合した．その結果，ある 1 グループで信号対ノイズ比が上がり，長周期成分の信号が明瞭に現れた．この上下動成分を利用して，次のように震源を推定した．まず適当な位置に震源を仮定し，地震波の伝播時間を考慮して全観測点の波形を重合する．この仮震源の位置を様々に変えて，同様の操作を繰り返す．こうして最も重合した波形の振幅が大きくなる場所を真の震源と推定する．この結果，長周期成分の震源は，先の到達時刻読みとりで決められた震源とほぼ一致した．一方，水平成分の振動軌跡を調べると，ほぼ全ての観測点で直線状になり，その長軸方向は山頂カルデラ南端付近の 1 km の範囲内で交わった．このような長周期成分の波形軌跡の特徴は，他の火山で観測される超長周期地震の波形特性と類似しており，体積変化を伴うメカニズムが示唆される．
以上のように，波形相関を利用して B 型地震を解析した結果，これまでほとんど不明であった B 型地震の震源分布が明らかとなった．また，卓越する 2-4 Hz の波の励起源以外に，0.25-0.5 Hz に体積変化を伴うメカニズムを示唆する震動源があることが明らかとなった．

キーワード: 三宅島火山, 相似地震, 震源決定, B 型地震
Keywords: Miyakejima volcano, earthquake family, hypocenter determination, B-type earthquake

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P26 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

Stratigraphy records of 1883 Krakatau eruption and tsunami in Java coastline Indonesia
Stratigraphy records of 1883 Krakatau eruption and tsunami in Java coastline Indonesia

Purna Sulastya Putra[1*], Yuichi Nishimura[1], Eko Yulianto[2]
SULASTYA PUTRA, Purna[1*], Yuichi Nishimura[1], Eko Yulianto[2]

[1]Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, [2]Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI)
[1]Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, [2]Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI)

During the paroxysmal stage of 1883 Krakatau event, a series of eruption and tsunami occurred and destroyed more than 250 coastal villages along the Sunda Strait. We reported the result of our field works in Java coastline located to the east of Krakatau volcano. Around 30 cores and pits were observed and samples were collected. We described and examined the cores and pits of tsunami-related deposits and primary tephra deposits. In general the stratigraphy of the 1883 eruption and tsunami in coastal Java composed of intercalation of sand, pumiceous sand and tephra. The stratigraphic record is unique and very complex and was formed by successive deposition of tephra and tsunami deposit and also erosion by tsunamis. The tsunami layers sometimes contain pumice and/or ash. These pumice and/or ash had been carried up inland together with the beach sand from their original position by the tsunami run-up. To understand the sedimentation processes and chronology of eruption and tsunami during the 1883 paroxysmal stage, we used the stratigraphy characteristics in conjunction with historical record account. At some locations, the stratigraphic records observed in the field and historical account are correlated.

キーワード: 1883 Krakatau, tsunami, eruption, stratigraphy, sedimentology, historical account
Keywords: 1883 Krakatau, tsunami, eruption, stratigraphy, sedimentology, historical account

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P27 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島新燃岳 2011 年噴火前後の全磁力変化
Temporal variation of geomagnetic total intensity before and after the 2011 summit eruption at Shinmoe-dake crater

上嶋 誠[1*], 小山 崇夫[1], 鍵山 恒臣[2]
UYESHIMA, Makoto[1*], KOYAMA, Takao[1], KAGIYAMA, Tsuneomi[2]

[1] 東京大学地震研究所, [2] 京都大学理学研究科
[1]Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, [2]Graduate School of Science, Kyoto University

霧島火山新燃岳においては，2008 年 8 月 22 日に小規模な山頂噴火が起きて以来，2010 年には 3 回の小規模噴火が起き，2011 年 1 月 26 日より本格的なマグマ活動を開始した．その後，溶岩の噴出が確認され，爆発的噴火を繰り返していたが，2011 年 9 月 7 日の小噴火を最後に噴火は発生していない．

新燃岳周辺域では，最近では，新燃北 (SMN)，新燃北西 (SMNW)，新燃西 (SMW)，新燃南 (SMS)，北北西に約 5km 離れた硫黄山北 (IWN) の 5 観測点において観測を行っていたが，新燃岳山頂噴火による噴石や降灰のため，2011 年 1 月末には新燃岳直近の 4 観測点（SMN， SMNW，SMW，SMS）での観測はすべて途絶えた．その後，新燃岳西 (SMW) 観測点については 2011 年 7 月 15 日より観測を復旧させることが出来た．

2003 年以来の観測データのコンパイルを行い，気象庁鹿屋地磁気観測所における全磁力値に対する各観測点での全磁力差変化を検討した．データの飛びを補正し，年周変化を除去した後に毎日の夜間値の中央値を吟味したところ，新燃岳西 (SMW) 観測点や新燃岳北 (SMN) 観測点で噴火に先行して 2010 年初頭より顕著な増加が始まっていたことが確認された．また同時期に，新燃岳南 (SMS) 観測点では顕著な変動は認められなかった．その変化が熱消磁によって生じたとして，SMN 観測点に対する SMW,SMS の変動比を説明する球状熱消磁源の位置をグリッドサーチによって求め，変動の大きさから商事の大きさを決定した．その結果，新燃岳西側斜面の海面下約 300m のところでの，半径 348m（2010 年 1 月～9 月），338m（2010 年 10 月～2011 年 1 月）の球状領域（磁化 1.5A/m を仮定）の消磁によって，その全磁力変化は説明可能であった．

2011 年 7 月 15 日の観測復帰時には，新燃岳西 (SMW) の全磁力は 2010 年 9 月のレベルに減少していたが，その後増加を示していて，この増加を上記の消磁源で説明したとすると，新燃岳西側斜面の地下浅部で引き続き温度上昇による消磁が進行していたことを示す．新燃岳西 (SMW) の全磁力増加傾向は，その後，2011 年 9 月～10 月あたりで鈍化し，2011 年 1 月噴火直前のレベルに達しないうちに 2011 年末まで停滞し，その後、現在（2012 年 1 月末）に至るまで減少傾向を示し始めている．噴石の影響でローカルな磁化分布が大きく変化した場合には年周変化のパターンが変わる可能性もあり，今後の検討が必要であるが，上記の変化は，最近になって温度上昇が停滞し温度下降が始まったことを示すものである．

キーワード: 霧島新燃岳, 火山噴火, 全磁力, 熱消磁
Keywords: kirishima shinmoe-dake crater, volcanic eruption, geomagnetic total intensity, thermal demagnetization

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P28 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

2010－2011 年霧島新燃岳周辺における比抵抗構造探査
MT survey around Mt. Shinmoedake, Kirishima Volcanoes in 2010-2011

小山 崇夫 [1*], 上嶋 誠 [1], 長谷 英彰 [1], 相澤 広記 [1], 山谷 祐介 [1], 渡邉 篤志 [1], 宮川幸治 [1], 前原 祐樹 [1], 橋本 武志 [2], 神田 径 [3], 小川 康雄 [3], 宇津木 充 [4], 鍵山 恒臣 [4], 吉村 令慧 [5], 山崎 健一 [5], 小松 信太郎 [5]
KOYAMA, Takao[1*], UYESHIMA, Makoto[1], HASE, Hideaki[1], AIZAWA, Koki[1], YAMAYA, Yusuke[1], WATANABE, Atsushi[1], Koji Miyakawa[1], MAEHARA, Yuki[1], HASHIMOTO, Takeshi[2], KANDA, Wataru[3], OGAWA, Yasuo[3], UTSUGI, Mitsuru[4], KAGIYAMA, Tsuneomi[4], YOSHIMURA, Ryokei[5], YAMAZAKI, Ken'ichi[5], KOMATSU, Shintaro[5]

[1] 東京大学地震研究所, [2] 北海道大学大学院ん理学研究院附属地震火山研究観測センター, [3] 東京工業大学火山流体研究センター, [4] 京都大学理学部, [5] 京都大学防災研究所
[1]Earthquake Research Institute, Univ. Tokyo, [2]Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido Univ., [3]Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, [4]Graduate School of Science, Kyoto Univ., [5]DPRI, Kyoto Univ.

We conducted broadband magnetotelluric (MT) survey at Kirishima volcanoes in 2010 and 2011 to elucidate the electrical resistivity structure. From We made MT measurements at 17 sites around Mt. Shinmoe in July to September 2010, and made another MT measurements at 12 sites in March to April 2011. ADU07s of Metronix were used for measurements and measurement term was almost three weeks at each site. By preliminary results, directions of induction vectors go to north of Mt. Shinmoe, around Mt. Karakuni in and below the periods of 1 seconds, and tend to go to north-west of Mt. Shimoe, westward of Mt. Karakuni around 100 seconds. This may indicate that a shallow low resistive body exists at a few km depth of the north position of Mt. Shinmoe and a deep low resistive body exists at tens km depth of the north-west position of Mt. Shinmoe.

From 26 January 2011, it occured the active eruptoins of Mt. Shinmoe. GPS measurements found that the position of 6km apart from Mt. Shimoe in north-west direciotion is the source of stress at 10 km depth, that is, a magma chamber. Thus the induction vectors may point at a deep main magma chamber and a shallow sub magma chamber.

キーワード: 新燃岳, MT 法探査
Keywords: Mt. Shinmoedake, MT survey

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P29 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

2011 年新燃岳の噴火に前駆する傾斜変動量と噴出物量の関係について
The relation between amount of tilt change preceding the eruption and the volume of tephra at Shinmoedake Volcano

加藤 幸司[1*], 藤原 善明[1]
KATO, Koji[1*], FUJIWARA, Yoshiaki[1]

[1] 気象庁
[1]Japan meteorological agency

新燃岳では，2011 年 1 月 19 日に噴火活動が始まり，1 月 26 日からは本格的なマグマ噴火となり，多量の火山灰等の噴出や火口内への溶岩の蓄積，爆発的噴火の発生がみられ，周辺では大量の火山灰や空振による被害があった．これらの噴火に前駆して地盤の隆起を示す顕著な傾斜変動とやや高周波地震（BH 型地震）の増加がみられ，噴火発生予測に活用された．気象庁は，2007 年に火山活動を取るべき防災対応に応じて 5 段階に区分した噴火警戒レベルを導入しており，噴火発生の予測だけではなく，噴火による影響範囲の把握も噴火警戒レベルの適切な運用には重要である．そこで，本研究では噴火に伴う空振振幅や地盤変動量などのパラメータ間の相互関係を調べ，噴火による噴出物量や空振振幅などの規模の予測やリアルタイム把握について調査したので報告する．

噴火に前駆する傾斜変動量と噴出物量を比較し，噴火発生前に規模の予測が可能かをみると、爆発的噴火を除いて，両者の間には多少のばらつきはあるものの，正の相関があるようにみえる．爆発的噴火は、非爆発的噴火と比べ傾斜変動量に対する噴出物量が多くなっている．空振振幅と噴火に前駆する傾斜変動量を比較すると、両者に相関は認められない．空振振幅が 200Pa を超える爆発的噴火では，傾斜変動量は小さい．非爆発的噴火では，空振振幅の上限をみると傾斜変動量の大きいものほど空振振幅が小さく，傾斜変動量の小さいほうが空振振幅が大きくなっている．

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P30　　会場:コンベンションホール　　時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島山新燃岳 2011 年噴火にみる噴火シナリオの課題と地殻変動観測の活用
Geodetic aspects in difficulties of eruption scenario inferred from Shinmoedake events in 2011

山本 哲也 [1*], 高木 朗充 [1], 鬼澤 真也 [1]
YAMAMOTO, Tetsuya[1*], TAKAGI, Akimichi[1], ONIZAWA, Shin'ya[1]

[1] 気象庁気象研究所
[1]Meteorological Research Institute, JMA

気象庁は、全国の活火山を対象に火山監視を行い、噴火シナリオに基づいた噴火警戒レベル等の防災情報を発信している。今日、火山活動評価における地殻変動観測の役割が大きくなっているが、多くの火山では火山噴火時やそれに先行する地殻変動観測の事例がないため、噴火シナリオの中で地殻変動の異常が位置づけられていない火山がほとんどである。噴火警戒レベルの迅速・確実な判定のために、地殻変動観測から地下のマグマの状況をより定量的に捉えることが求められている。

霧島山新燃岳では 2011 年 1 月に準プリニー式噴火が発生した。この噴火に先行して、2009 年 12 月頃から約 1 年間にわたり新燃岳の西北西約 10km を中心とする膨張が GPS 観測によって明らかにされており（国土地理院、2011）、深さ 7.5km の茂木ソースを仮定した場合、その体積増加は $13 \times 10^6 m^3$ であった。深部からのマグマ供給に伴う、後にマグマ溜まりと推定された領域の膨張が原因と見られていたものの、このような現象は新燃岳の噴火シナリオとして想定されておらず、また位置が新燃岳の直下ではなかったため、新燃岳の火山活動に直接関与する地殻変動であるとは必ずしも認識されていなかった。実際には、準プリニー式の噴火とその後の溶岩噴出に同期した収縮が観測され、噴出したマグマはこの膨張源（マグマ溜まり）から供給されていたことが明らかになった。ここでは、今後の噴火シナリオにおける地殻変動観測の活用を目指して、地下のマグマについて量的な状況を整理する。

今回の噴火では火口から約 10km 離れたマグマ溜まりからマグマが供給されたが、マグマの蓄積が明確に始まってからマグマ噴火に至るまでの約 1 年間、新燃岳付近の地震活動は決して活発と言えるレベルではなかった。これは、新たなダイクの形成などがなかったことを意味し、既存の火道を通過してマグマが噴出したとみられる。また、高木（2011）によれば、2005 年 12 月頃から新燃岳火口付近の GPS 繰り返し観測では局所的な基線長の伸びが観測されており、火口直下の熱水溜りの膨張によると考えられている。これは、今回の噴火に先行して高温の火山ガスがマグマ溜まりから供給されためと推定でき、マグマ溜まりと火口直下が連結していたことを示唆する。

鬼澤他（2011）が重力探査のデータから求めた霧島火山地域の地下密度構造によれば、この地域は、火山性噴出物からなる密度 $2.3g/cm^3$ の表層と、四万十層群からなる密度 $2.65g/cm^3$ の基盤からなっており、新燃岳付近では表層の厚さは約 2km である。また、斎藤（2011）によれば、当初からマグマ溜りに存在したマグマに、深部から ”軽い ”マグマが注入・混合して噴出に至ったとみられており、それぞれのマグマの密度は $2.610g/cm^3$、$2.510g/cm^3$ と見積もられている。マグマの密度が表層の密度よりも高いため、噴火に先行したマグマ溜まりの膨張が始まる段階では、地下のマグマ・ヘッドの位置（マグマ頭位）は、表層と基盤の境界付近にあったと思われる。したがって噴火時にマグマが火口から噴出するまでに、マグマ頭位は約 2km 上昇したことになる。

マグマの蓄積に伴うマグマ溜まりの圧力増加が火道内のマグマ頭位の上昇に伴う増圧と釣り合っていたと仮定すると、圧力増加は約 50MPa となり、マグマ溜まりの半径は約 1.7km、体積は約 $21km^3$ と推定される。この体積は、噴出したマグマの体積 $0.01km^3$～$0.03km^3$（地震研，2011，産総研，2011）に比べてかなり大きい。深部から注入されたマグマの量は、マグマ溜まり全体の体積に比べるとわずかであった。ただし、斎藤（2011）によれば深部からマグマ溜まりに注入されたマグマが噴出したマグマに占める割合は約 4 割であることから、マグマ溜まりに滞留していたマグマは、ごく一部が噴出したにすぎないことがわかる。これは宮城（2011）が示唆するマグマの生成過程とも整合的である。

通常、地殻変動観測では、マグマの蓄積量の変化は捉えられるものの、蓄積しているマグマの総量を推定することが困難であり、そのため噴火シナリオにおける現象の推移の予測に活用することが難しかった。ここに示したような推定値を活用することで、噴火シナリオを高度化できる可能性がある。

キーワード: 噴火シナリオ, 新燃岳, 火山性地殻変動
Keywords: eruption senario, Shinmoedake, volcanic deformation

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P31 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島山北西部の上下変動 (2011 年 2 月－6 月－2012 年 3 月)
Vertical deformation at the northwestern part of Mt. Kirishima(Feb.,2011-May,2011-Mar.,2012)

森 済 [1*], 大島 弘光 [1], 小山 悦郎 [2]
MORI, Hitoshi Y.[1*], OSHIMA, hiromitsu[1], Etsurou Koyama[2]

[1] 北大院理地震火山センター, [2] 東大震研
[1]ISV, Faculty of Science, Hokkaido University, [2]Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2011 年 1 月から始まった霧島山新燃岳のマグマ噴火活動中の 2 月に、1968 年に東京大学地震研究所が設置した霧島山北西部の、えびの高原～えびの市飯野小学校の水準路線の再測を行った。その結果については、2011 年 5 月の地球惑星科学連合大会で述べた。

その後の変動を見るために、2011 年 6 月 1 日～9 日に同路線の再測を実施した。さらに、2012 年 3 月にも再測を予定している。また、2011 年 6 月には、えびの高原～新湯入口についても路線を追加測量した。これについても、2012 年 3 月に再測を予定している。

本稿の時点では、2012 年 3 月の測量前なので、以下では、2011 年 2 月～6 月の変動について記述する。発表では、2012 年 3 月の測量結果を含めて報告する予定である。

飯野小学校を基準とすると、この期間の変動は、霧島山の隆起傾向を示している。最大隆起量は飯野小学校を基準とすると約１２mmである。細かくみると、路線距離で、２～８ km の部分で相対的な局所的沈降が認められる。この局所的沈降を除いたパターンは、球状圧力源モデルで説明できるように思われるので、水準点の標高を考慮した球状圧力源モデルでソース位置の推定を試みた。

この時、飯野小学校付近の変動パターンから、飯野小学校も隆起しているように思われたので、飯野小学校内の電子基準点 960714「えびの」の変動を、火山性の変動がないと思われる、「えびの」より北側の南九州内陸部の 5 点の電子基準点と比較した結果、「えびの」が 2.9～6.7mm 隆起していると推定された。

「えびの」の隆起量を考慮して、ソースの位置推定を、標高を考慮した球状圧力源モデルでグリッドサーチにより行った。その結果、「えびの」の隆起量の少ない場合には、韓国岳西方約 3km の深さ 10.2～11.0 ｋｍに、多い場合には、韓国岳西南西方約 3.8km の深さ 15.2～15.8 ｋｍにソース位置が推定された。これらの位置は、同期間の GPS 等により推定されるソース位置と比較して、水平的にはほぼ同じであるが、深さが、異なっている。

また、ソースの推定される深さにより北北東－南南西方向に 1.8 ｋｍ程度の水平方向のばらつきを示している。これについては、2011 年 6 月に追加した水準路線がほぼ南北に 5km 以上伸びているので、2012 年 3 月の再測により、より狭い範囲に絞られると考えられる。

前述の北西山麓部の局所的沈降については、原因の特定ができていないが、その位置と広がりから、霧島山の今回の火山活動に直接関係しているとは考え難い。これについても 2012 年 3 月の測量結果を含めて論じる予定である。

2011 年 2 月の水準測量では北大の鈴木敦生、前川徳光、森貴章、松本征海の 4 名にお手伝いいただいた。記してお礼申し上げます。

キーワード: 霧島山, 新燃岳, 火山性地殻変動, 水準測量
Keywords: Mt. Kirishima, Shinmoe-dake, volcanic deformation, leveling survey

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P32 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

火山GPS統合解析データに基づく霧島山の変動源モデル(続報)
Source Model of Kirishima Volcano Based on GPS Integrated Analysis in Volcanic Region(2nd report)

今給黎 哲郎[1*], 西村 卓也[1]
IMAKIIRE, Tetsuro[1*], NISHIMURA, Takuya[1]

[1] 国土地理院
[1]Geospatial Information Authority of Japan (GSI)

国土地理院では、山体を取り囲むGPS連続観測網を用いて霧島火山の地殻変動を監視している。2011年1月の噴火前に、2009年12月から霧島山を囲むGEONETの観測網で山体の膨張を検知し、その後の変動について電子基準点（GEONET）と気象庁および（独）防災科学技術研究所が設置したGPS観測点のデータを用いて変動源のモデルを作成した。2011年1月26日の噴火前までの膨張源に関するモデル、および噴火後数日間の急速な山体収縮のモデルについては昨年の連合大会や火山噴火予知連絡会でも報告したが、韓国岳北西の深い変動源と、新燃岳直下の浅い変動源が推定されている。噴火時における山体を挟む基線の短縮は、噴火前の伸張よりも少なく、推算された体積減少も噴火前の膨張量よりは少なかった。その後の噴火の推移が注目されるため、国土地理院では2011年2月に山体の北西側にGPS機動観測点を設置し、監視体制を強化してその後の地殻変動をモニターしているが、2011年2月以降11月頃までは噴火前とほぼ同じようなレートでの山体膨張が観測されていた。変動源モデルを作成してマグマの蓄積量を推定すると、この期間においては毎月約100万ｍ3程度の体積増加が見込まれている。2011年12月以降、山体の膨張速度は鈍化しているが、2010年7月から8月にかけてもその前後と比較して山体の膨張が一時的に停滞した時期もあったため、今後の推移は注意して見守りたい。

謝辞
火山GPS統合解析のために提供された気象庁の火山GPS観測点および（独）防災科学技術研究所のGPS観測点のデータを本報告の解析に用いました。ここに記して感謝致します。

キーワード: 霧島火山, 地殻変動, GPS, インバージョン, 変動源モデル, 2011年新燃岳噴火
Keywords: Kirishima Volcano, Crustal deformation, GPS, Inversion, Source model, 2011 Shinmoedake eruption

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P33 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

地盤の膨張と同期して活発化した霧島火山周辺の広域地殻内地震活動
Activity of crustal earthquakes in and around the Kirishima volcano synchronizing and activating with ground inflations

八木原 寛 [1*], 後藤 和彦 [1], 平野　舟一郎 [1], 宮町 宏樹 [1], 中尾 茂 [1]
YAKIWARA, Hiroshi[1*], GOTO, Kazuhiko[1], Shuichiro Hirano[1], MIYAMACHI, Hiroki[1], NAKAO, Shigeru[1]

[1] 鹿児島大学大学院理工学研究科
[1]GSSE, Kagoshima Univ.

火山体の周辺領域では，地殻内地震（VT 地震）活動が主要なマグマ溜まりへのマグマ蓄積に伴う静的な応力変化によって活発になる可能性が考えられる．著者らは，霧島火山周辺領域の地殻内地震が 2002 年，2006 年，及び 2009 年に増加したことを見出した．これらの地震活動度の増加の時期は，GEONET の基準点間の基線長変化の伸長で示される火山体の膨張の時期とほぼ一致することが分かった．ここでは，地震活動の増加と地盤変動との関連について議論する．
鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所（NOEV）では，微小地震観測網データに九州大学，気象庁及び Hi-net の観測データを加えて，九州南部の微小地震の震源決定を行ってきた．2000 年 10 月以降，霧島火山群周辺領域の上部地殻内の地震の検知能力は M0.8 と推定された（森，2001，学士論文）．従って，2001 年以降の過去 11 年超にわたって霧島火山周辺領域の地殻内地震活動の時間推移を，M0.8 以上の均質な条件の下でたどることが可能である．ここでは，M0.8 以上の地殻内地震の積算回数の時間変化と GEONET の 2 基準点（えびの：960714 と牧園：950486）間の基線長変化（国土地理院，2011）とを比較した．この基線は，2009 年 12 月から 2011 年の噴火開始前の期間において，霧島火山周辺の基準点間で最も伸長が観測された基線である．また，著者らは 1 日あたりの地震回数（Number par day : NPD），すなわち積算回数の勾配（時間微分）を同期間にわたって 1ヶ月毎に計算した．NPD の平均値（ANPD）は，2002 年の前半の約 0.1～0.2 から 2003 年には約 0.8～1.0 に，2006 年には第一四半期の約 0.3 から約 0.7 に変化した．さらに，2009 年 12 月に 0.8 であった ANPD は 2010 年には 1.3 程度に増加した．先行研究（例えば，Reasenberg and Simpson,1992; Toda et al.,1998）は，非火山地域のテクトニックな地震活動について，0.01～0.1MPa のわずかなクーロン破壊応力変化によって活発化や静穏化が認められることを報告している．霧島火山下の主要なマグマ溜まりの膨張に対応した静的な応力変化が地震発生レート（ANPD）の変化をもたらした可能性がある．
地殻内地震活動はまた，プレート運動によっても発生するであろう．観測された地震活動のうち，マグマ溜まりの圧力の増加によって発生した地震活動を抽出できると望ましい．そこで，著者らは火山体の膨張に対応した活動を量的に抽出するために z 値（例えば，Habermann,1983; Wiemer and Wyss,1992）を計算した．z 値の正と負はそれぞれ，対象領域の seismicity rate の静穏化と活発化を示す．ここでは，上記の GEONET 基線長が最も顕著に伸長した 2010 年の前半と後半の期間について z 値を計算した．その結果，統計的に有意な z の負の値が得られたのは，霧島火山の南西，北東，及び北西山麓領域であった．マグマ溜まりの膨張による静的な応力変化が，これらの領域の地震活動を引き起こした可能性が考えられる．さらに著者らは，対象期間における相対的にマグニチュードの大きな地震の震源メカニズム解を求め，起震応力軸の方位の時間変化の有無を調べた．その結果，起震応力軸に有意な時間変化は認められない．以上のことから，負の z 値が得られた領域の地殻内地震活動がマグマ活動に伴う静的応力の変化に伴い，既存の断層で発生した（森田・大湊，2005）ことが示唆される．

キーワード: 霧島火山, 地震活動
Keywords: Kirishima Volcano, seismicity

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P34 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

山頂を挟む東西地震計アレイでみた 2011 年新燃岳噴火活動
Characteristics of volcanic tremor at Shin-moe dake inferred from two seismic array analysis

山中 佳子[1*], 中道 治久[1], 寺川 寿子[1], 奥田 隆[1], 堀川 信一郎[1], 山崎 文人[1], 松本 聡[2], 清水 洋[2]
YAMANAKA, Yoshiko[1*], NAKAMICHI, Haruhisa[1], TERAKAWA, Toshiko[1], OKUDA, Takashi[1], HORIKAWA, Shinichiro[1], YAMAZAKI, Fumihito[1], MATSUMOTO, Satoshi[2], SHIMIZU, Hiroshi[2]

[1] 名古屋大学大学院環境学研究科, [2] 九州大学地震火山観測研究センター
[1]Nagoya Univ, [2]SEVO, Kyushu Univ.

名古屋大学は 2011 年 2 月 1 日より新燃岳東北東約 5km の夷守台（中道・他，2011 連合大会，火山学会）で，九州大学は 2011 年 1 月 29 日より新燃岳南西約 3km の新湯温泉近傍（松本・他，2011 連合大会，火山学会）で，地震計アレイ観測を実施している。今回，我々はこの 2 つの地震計アレイデータを用いて火山活動が活発であった 2 月 1 日から 4 月 17 日までの連続的アレイ解析を行った。アレイ解析では，波形データに 2-3Hz のバンドパスフィルタを施し，解析長 0.5 秒にて時間を 0.125 秒ずつ変化させながら微動源の到来方向，スローネスをセンブランス法で求めた。

これまでに名大で見られたセンブランス値の高い波群到来時間帯では九大アレイでも同様の結果が見られることがわかった。また火口付近で起こっている現象については，九大アレイではほぼ火口方向 (N60E-N75E：火口方向は N65E) から波群が到来しているが，名大アレイでは新燃岳火口方向 (N255E) よりやや北 (N265E-N275E) から波群が到来していることがわかった。活動パターンから 2 つのアレイで同じ現象を見ていると考えられることから，名大アレイでの到来方向が北よりにずれるのはおそらく山体北東部にある高速度領域（西・鍵山，2002 合同大会）などが影響しているものと思われる。

約 3ヶ月間の解析を行ったがセンブランス値が高い波群が連続的に来ていたのは 2 月初旬と 2 月末から 3 月初旬で，その他の時期は単発的であった。連続的に起こっている時期をみるとおおむね火口方向に微動源はあるが，スローネスはかなり変動しており，深さ方向の移動があることがわかる。その中で時々火口より北側から波群が来る時期があり，そのときのスローネスは火口方向から来る波群より小さくなることから，これらは新燃岳北側のやや深いところにある微動源からの波群と考えられる。

キーワード: 霧島山, 新燃岳, 地震計アレイ観測, 噴火, 微動
Keywords: Kirishima Volcano, Shinmoedake, seismic array, eruption, volcanic tremor

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P35 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

2011年新燃岳の噴火活動
Eruptive activity of Shinmoedake Volcano

福岡管区気象台・鹿児島地方気象台[1], 長門 信也[1*]
JMA[1], NAGATO, Shinya[1*]

[1] 福岡管区気象台火山監視・情報センター
[1]Fukuoka District Meteorological Observatory

新燃岳では、2008年8月に小規模な噴火を発生し、2010年3月～7月にかけても小規模な噴火を繰り返した。2011年1月19日にマグマ水蒸気噴火が発生し、その後1月26～27日にかけて約300年ぶりの本格的なマグマ噴火（準プリニー式噴火）に移行した。1月28日には火口内に溶岩が確認され、２月２日には直径600 m程度となっていた。1月26～27日のマグマ噴火や火口内の溶岩の成長に伴って、傾斜計では新燃岳の北西での収縮を示す地殻変動が観測され、GPS観測では2009年12月から2011年1月の噴火前まで観測された新燃岳北西の圧力源が収縮を示していた。2011年1月27日からは、爆発的噴火を含め、噴火が繰り返し発生し、特に2月1日の爆発的噴火では、火口から南西3.2km付近に大きな噴石が飛散した。２月以降の噴火では、噴火発生に前駆して地震回数の増加と新燃岳側が隆起する傾斜変動が観測されている。

噴火の発生は2011年２月９日以降断続的となり、９月８日以降の発生はない。また火口内に蓄積された溶岩の大きさや形状に大きな変化は認められない。二酸化硫黄放出量についても、噴火活動が特に活発であった１月下旬から２月上旬にかけては１万トン/日を超えたが、その後は噴火時及び噴火直後にやや増加して1000トン/日程で、概ね500トン/日以下で経過している。

一方でGPS観測では2011年12月以降に一部の基線で伸びの傾向が鈍化・停滞したものの、2011年２月上旬頃から再び新燃岳北西のマグマだまりへのマグマの供給を示す伸びの傾向がみられる。また火山性地震についても、2011年９月上旬からの回数はやや減少したが、引き続きやや多い状態が続いている。

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P36 会場:コンベンションホール 時間:5月24日 15:30-17:00

霧島山新燃岳火山2011年噴火の降下火砕物噴出量
Pyroclastic fall deposit and eruptive mass of 2011 eruption from Shinmoedake Volcano, Kirishima Volcanic Group

古川 竜太[1], 下司 信夫[1*], 及川 輝樹[1], 千葉 達朗[2], 中田 節也[3], 長井 雅史[4]
FURUKAWA, Ryuta[1], GESHI, Nobuo[1*], OIKAWA, Teruki[1], CHIBA, Tatsuro[2], NAKADA, Setsuya[3], NAGAI, Masashi[4]

[1] 産業技術総合研究所地質調査総合センター, [2] アジア航測株式会社, [3] 東京大学地震研究所, [4] 防災科学技術研究所
[1]Geological Survey of Japan, AIST, [2]Asia Air Survey Co., LTD., [3]Earthquake Research Institute, University of Tokyo, [4]National Research Institute for Earth Science and and Disaster Prevention

新燃岳2011年噴火による降下火砕堆積物の堆積量を約2900万トンと見積もった．陸上部分は約1400万トンで，情報の乏しい山頂火口内は含んでいない，海域に降下した量は約1500万トンと推定した．

2011年1月26日から2月末までの各機関による現地調査結果を総合し，噴火開始後10ヶ月以内に実施した補足調査結果も加味して，降下火砕物の分布を推定した．火口近傍域は2月26日の高高度レーザ測量，およびその後の無人ヘリ観察結果から推定した．陸上で火山灰が観察された範囲を対数近似で積分した総量は約1400万トンである．海域は衛星観測で噴煙が観察された東海沖までの範囲を0.5g/m2とした場合，1500万トンとなり，陸域と海域を合わせると2900万トンとなる．
本報告にあたり気象庁，電力中央研究所，日本工営（株），ダイヤコンサルタント（株），鹿児島大学，熊本大学による調査結果を使わせていただいた．

キーワード: 霧島, 新燃岳, 2011, 噴火, 噴出量, 降下火砕堆積物
Keywords: Kirishima, Shinmoedake, AD2011, eruption, eruptive mass, pyroclastic fall deposit

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P37 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

新燃岳 2011 年噴火噴出物の低水蒸気圧下での融解実験
Remelting experiments of the erupted materials of the 2011 eruption of Sinmoedake, Kirishima Volcano

無盡 真弓 [1*], 中村 美千彦 [1], 奥村 聡 [1]
MUJIN, Mayumi[1*], NAKAMURA, Michihiko[1], OKUMURA, Satoshi[1]

[1] 東北大学地学専攻地球惑星物質科学講座
[1]Dept. Earth Science, Tohoku Univ.

新燃岳 2011 年噴火は 1/26~27 にサブプリニー式噴火を起こし，2/1 以降にブルカノ式噴火を起こした．上記の噴火に伴って噴出した軽石には白色，褐色，淡灰色，白と褐色の縞状のものがあり，色の違いには SiO2 含有量（鈴木・他，2011）と石基の結晶度の違いが大きく影響していると考えられる．2/1 以降のブルカノ式噴火で噴出した軽石は白色から淡灰色を呈し，また濃灰色の石質岩片や火山弾も噴出した．白色軽石に含まれるマイクロライトの結晶量は極めて少なく，まれに輝石・斜長石のマイクロライトが見られる．それらの一部は樹枝状を呈する．淡灰色軽石のマイクロライト結晶度は白色軽石より高く，輝石・斜長石に加え，磁鉄鉱のマイクロライトが晶出している．濃灰色の岩片の石基結晶度は淡灰色軽石より高く，輝石・斜長石・磁鉄鉱のマイクロライトが含まれる．微斑晶の表面に，マイクロライトが核形成しているものがしばしば観察される．石質岩片の結晶度はサンプルごとに異なり，同様に火山弾の結晶度も、サンプルごとに大きく異なる．これらの石基結晶度が高い軽石・岩片・火山弾では、マイクロライトの粒間を埋めるように，サブミクロンスケールの大きさ（幅）を持つナノライトが晶出している．白色軽石にはマイクロライトが少なく樹枝状結晶が見られることから，火道浅部で定置せずにマグマだまりから比較的高速に上昇して噴出したと考えられ、一方その他の石基結晶度の高い噴出物は火道浅部で定置した可能性がある．

本研究では，2011 年噴火におけるマグマ上昇過程を石基の結晶化過程から明らかにするため，石基の結晶化の条件を調べる実験的研究を行った．出発物質として比較的石基結晶度の低いブルカノ式噴火の灰色軽石を用いた．試料は石英ガラス管に封入してボルトナットセル（Yoshimura & Nakamura, 2008）内に組み込み，957 ℃の温度に加熱をした．酸素分圧は NNO 緩衝とし，真空封入および Mg(OH)2 により最大 8MPa の水蒸気圧を発生させ，30 分から１週間の実験を行った．

実験の結果，全ての実験産物中で石基結晶度の増加（主にマイクロライトの成長とナノライトの生成）が観察された．30 分の実験ではサブミクロンサイズの FeTi 酸化物の晶出が観察され，１週間の実験では新たにミクロンサイズの輝石・斜長石・FeTi 酸化物の晶出・成長が確認された．これら FeTi 酸化物は（微）斑晶の表面や，気泡壁表面に晶出する傾向があった．灰色軽石を出発物質として用いることで，マイクロライト量がきわめて少ない白色軽石と，逆に石基結晶度が極めて高い一部の火山弾試料を除く，淡灰色軽石から濃灰色石質岩片までのほとんどの噴出物の石基結晶度を再現することができた．以上の実験結果から，灰色軽石の定置深度は 8MPa よりも高圧か，もしくは 8MPa より低圧であっても定置時間が 30 分未満であったと考えられる．今後、出発物質の石基ガラスの組成効果，結晶化量に対する圧力効果と時間効果の分離などを検討していく必要がある．

キーワード: 新燃岳, マイクロライト, 融解実験
Keywords: Sinmoedake, microlite, remelting experiment

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P38 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

噴火強度が変化する原因；新燃岳2011年噴火の噴出物の密度の時間変化に注目した岩石学的研究
The mechanism that causes shift of explosive intensity; petrological case-study for Mt. Shinmoe 2011 eruption

吉瀬 毅 [1*], 寅丸 敦志 [2]
KICHISE, Tsuyoshi[1*], TORAMARU, Atsushi[2]

[1] 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, [2] 九州大学理学研究院地球惑星科学部門
[1]Dept. of Earth and Planet. Sci., Grad. school of Kyushu Univ., [2]Det. of Earth and Planet. Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.

一般に, 火山噴火の爆発現象は多様である. 単一の火山で数日間に繰り返して発生する場合にも, 噴火の継続時間や噴出量, 噴火強度, 噴出物の構成量比などの噴火現象を特徴付けるパラメータに多様性がある. そのため, 地下のマグマ溜りや地殻の構造などの噴火の背景となるような地質学・物理学的条件の他に, 噴火現象の多様性を生み出す本質的なメカニズムの存在が予想されるが, それらは十分に理解されていない. また, 一回の爆発的噴火であっても, こうした噴火現象を特徴付けるパラメータが時間と共に変化している様子が確認されている. しかし, 一回の爆発的噴火において, 噴火の開始から終了までを岩石学的に詳細に記載した例は極めて少なく, 噴火強度や噴出量, 噴出物の変化が生じる原因は未だ理解がなされていない. 観測事実と照らして, 地質学的に高分解能に, 岩石学的に詳細に記載を行い, マグマの上昇履歴などを考察することで, 一回の爆発的噴火において, 噴火を特徴付けるパラメータが変化する本質的な原因を理解できる可能性がある. そこで本研究では, 地球物理学的に詳細な観測がなされ, 数日の間に 3 度の大規模噴火が確認された, 新燃岳火山 2011 年噴火によって噴出した噴出物の時間変化について岩石学的に記載する.

新燃岳は 2011 年 1 月 26 日から 27 日にかけて,3 回の準プリニー式噴火を起こしている.3 回目の噴火による軽石層は,1 回目および 2 回目の噴火によるに軽石層とは異なる方向に降下している（古川他,2011, 地球惑星科学連合大会）. そのため,3 回目の準プリニー式噴火は他の噴火との区別が容易である. そこで, 本研究では噴火の発生から終息までの時間変化に関して議論が可能な 3 回目の準プリニー式噴火についてサンプリングを行った. また,3 回目の準プリニー式噴火の後, 新燃岳 2011 年噴火はブルカノ式噴火や溶岩ドームを形成する噴火に推移し, その推移の原因も理解できる可能性がある. サンプリングは, 降下の主軸である南方向に約 3 km 地点（高千穂河原）で行った. 堆積層の層厚は約 7 cm であり, 堆積層の特長により下層・中間層・上層の 3 層に堆積層を区分した. さらに, 時間分解能を高めるために, それぞれのサブユニットについて上部・下部と機械的に区分を行った. 構成粒子の分類を行ったところ, 全サブユニットに共通して, 白色軽石・灰色軽石・黒色噴出物が含まれていた. 黒色噴出物には火砕成溶岩の特徴を持つものが含まれ, 吉瀬他 (2010, 地球惑星科学連合大会) はこのような降下火砕物中に含まれる緻密な岩石片は本質の火砕物であると考えた. 白色軽石は最下層でもっとも多く含まれ (3.2 wt.%) その後噴出料は減少する. 灰色軽石は 58.3 -82.9 wt.%含まれ, 中間層の上部でもっとも多く含まれる. 黒色噴出物は 15.6 - 36.2 wt.%含まれ, 噴火の最終期にもっとも多く含まれる.

噴煙柱高度 (噴火の強度) は, マグマの上昇の駆動力がマグマの発泡であるため, 噴出物の発泡度 (軽石の密度) に記録されている可能性が高い. そこで本研究では, 体積を David Laser Scanner 2.6.3 を用いて測定し, 電子天秤で重量を測定することによって, 噴出物の見かけ密度を測定した.David Laser Scanner 2.6.3 はラインスキャンにより画像の 3D データを取得するソフトウェアであり, 試料の体積を± 5%以内の精度で測定することができる. 測定可能な試料径は 4.0 mm 以上であり, これほど粒径の小さな試料で見かけ密度を測定し, 同一の試料について組織解析を行った例は本研究が初である. また本研究では, 密度測定後に鉱物化学組成や石基ガラス化学組成の測定などの岩石学的な記載を行う. 密度測定を行った結果, 灰色軽石 (0.7-2.2 g/cm^3) と黒色噴出物 (1.4-2.7 g/cm^3) であり, 黒色噴出物の密度が灰色軽石の密度よりも高い. また, 石基の組織は, 噴出物の密度が大きくなるほど (発泡度が小さくなるほど), マイクロライトの (特に輝石の) 結晶度が高くなる傾向が見られた. 石基の化学組成・ガラスの化学組成を測定したところ, 石基化学組成は灰色軽石と黒色噴出物は同一の化学組成領域にあり, ガラスの化学組成は黒色噴出物の方が SiO_2 に富む. 黒色軽石の方が石基に含まれるマイクロライトの結晶度が高いため, 石基ガラスの化学組成に違いが現れたと考えられる. 同様な, 発泡度とマイクロライト結晶度の腑の相関 (マイクロライトシステマテックス) は, 伊豆大島 1986b や富士宝永のプリニー式噴火のスコリアでも見られ, 玄武岩質安山岩から安山岩のプリニー式噴火における普遍的ダイナミクスを表現している可能性がある.

今後, 発泡したマグマから緻密なマグマまで, 気泡組織やマイクロライトの組織 (結晶度や結晶数密度)・化学組成について検証することで, マグマの上昇過程を推定し, 噴火の強度が弱くなる原因を特定できる可能性がある. また,12 回目の噴火によりに噴出した堆積物を同様の手法を用いて比較することによって, 単一の火山において噴火現象に多様性を生じさせるメカニズムについて理解できる可能性がある.

キーワード: 新燃岳２０１１年噴火, 爆発的噴火, 噴出物密度, 継続時間
Keywords: Shinmoe volcano 2011 eruption, explosive eruption, bulk density, duration time

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P39 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島火山新燃岳 2011 年噴出物の結晶サイズ分布，化学的手法による，火道浅所のマグマ上昇ダイナミクスおよびタイムスケール
Dynamics and timescales of magma ascent in the shallow conduit of Shinmoedake volcano, Japan, deduced from ash texture

Vinet Nicolas[1*], 大石 雅之 [1], 下司 信夫 [1], 篠原 宏志 [1], 東宮 昭彦 [1]
VINET, Nicolas[1*], OISHI, Masayuki[1], GESHI, Nobuo[1], SHINOHARA, Hiroshi[1], TOMIYA, Akihiko[1]

[1] 産業技術総合研究所　地質情報研究部門
[1]Geological Survey of Japan, AIST

九州南部に位置する霧島火山新燃岳は，約 300 年の静穏期をおいて 2011 年 1 月 19 日にマグマ水蒸気爆発を発生させた．その後，1 月 26 から 27 日にかけて準プリニー式噴火を発生させて 7×10^7 トンの安山岩質テフラを放出し，さらに溶岩による火口の埋積を経て，ブルカノ式噴火および小規模灰噴火を繰り返し発生させた．噴火様式を変化させながらその活動が継続したが，本研究ではほぼ全期間を通して新鮮な火砕物試料を入手できたため，それらの組織や岩石化学的特徴を時系列で明らかにし，浅所におけるマグマ供給プロセスを推定することができた．

準プリニー式噴火の噴出物は，本質物としては主として灰色軽石からなるが，褐色や白色の軽石，または縞状軽石がやや含まれる．含有する斑晶およびマイクロライトとしては，カンラン石，斜方輝石，単斜輝石，斜長石および鉄チタン酸化物からなる．鉱物および石基の組成は噴火イベントまたは粒子のタイプによって変化する．軽石の全岩組成をみると，灰色軽石の SiO_2 含有量は 57 wt %である一方，白色軽石では 62〜63 wt %であり，両者は 2 種類のマグマからもたらされたと思われる．細粒火山灰については，本質粒子は軽石，スコリア，および緻密なガラス質粒子からなり（大石ほか，本大会），その構成比は時系列変化しているが，含有する粒子の組み合わせは一連のイベントを通して変わらない．さらにブルカノ式噴火は溶岩の破壊によるものではなく，下部からの新鮮なマグマの上昇または冷却過程やマグマの上昇速度などのマグマ供給プロセスの変化によるものであると推定される．

このようなマグマ供給プロセスやタイムスケールについての定量的評価は，結晶サイズ分布（CSD）による組織解析を用いることが有効である．そこで私たちは，1 月から 9 月までの一連の活動中の主要な噴火でもたらされた火山灰粒子について，そのタイプごとに，BSE 画像を用いて斜長石マイクロライトの CSD 分析を行った．いずれの本質粒子のタイプも，完全に代表的・典型的である CSD は見られなかった．さまざまな粒子タイプから得られた多くの試料では，上に凹の CSD カーブが描かれた．これは火道にいくつかの CSD タイプのマグマがあり，組織の異なるマグマの混合があったかもしれないことを示唆する．準プリニー式かブルカノ式かといった噴火様式が同じで，かつ同じタイプの粒子においても，このようなカーブを描く CSD は，直線的な CSD とともに認められる．これは結晶化や過冷却といった火道における状態が，単発の噴火において短時間のうちに変化したことを示している．さらに，必ずしもすべての単発の噴火ではないが，すべての噴火タイプ（マグマ水蒸気爆発，準プリニー式噴火，ブルカノ式噴火）による火山灰について同様の特徴を持つ，少なくともひとつの直線の CSD が認められた．これは，噴火様式ごとに，火道の特徴・プロセス（シンプルな核形成・成長）が類似していることを示唆している．CSD によって示される火道浅所のタイムスケールは，数時間から数日以内である．磁鉄鉱の拡散プロファイルによっても同程度の規模が見られる．

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 2011 年噴火, 結晶サイズ分布, マグマ上昇のタイムスケール
Keywords: Kirishima volcano, Shinmoedake, 2011 eruption series, Crystal size distributions, Timescales of magma ascent

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P40 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

細粒火山灰の構成粒子観察に基づく霧島火山新燃岳2011年噴火の噴火様式変化の考察
The eruption styles and grain compositions of deposits from the 2011 eruption of Shin-moedake, Kirishima volcano, Japan

大石 雅之 [1*], 下司 信夫 [1], 篠原 宏志 [1], Nicolas Vinet[1]
OISHI, Masayuki[1*], GESHI, Nobuo[1], SHINOHARA, Hiroshi[1], Nicolas Vinet[1]

[1] 産業技術総合研究所　地質情報研究部門
[1]Geological Survey of Japan, AIST

霧島火山新燃岳 2011 年噴火の火山灰堆積物について，構成粒子およびその形態的・化学的特徴を明らかにした．その結果，準プリニー式噴火からブルカノ式噴火とその噴火様式が変化したにもかかわらず，火山灰の構成粒子やその化学組成が共通していることが明らかになった．このことから，一連の噴火は同一マグマによる，同様のマグマの上昇プロセスによって引き起こされていると推定された．

九州南部に位置する霧島火山の噴出中心のひとつである新燃岳は，2011 年 1 月 19 日のマグマ水蒸気爆発から，同月 26〜27 日の準プリニー式噴火，その後の火口底溶岩の噴出とブルカノ式噴火，小規模灰噴火と噴火様式を変えながら活発に活動し，9 月初旬まで噴火を繰り返した（2012 年 2 月 3 日現在）．このような一連の活動は，噴火様式と噴出物の特徴の時系列変化から、噴火様式の変化を決定するメカニズムを考察する絶好の機会である．そこで本研究では，新燃岳 2011 年噴火の，主要な噴火の噴出物を系統的に入手して，その特徴をまとめた．

まず試料を粒径 0.25〜0.5mm に篩い，構成粒子の観察を行った．火山灰粒子のうち，新鮮な表面形態を持ち変質の痕跡が見られないものを，本質粒子とみなした．さらに本質粒子をその色や形，発泡度から，P（白色〜淡褐色発泡粒子，いわゆる軽石），S（褐色〜黒色発泡粒子，いわゆるスコリア），WG（白色ガラス質緻密粒子），GG（灰色ガラス質緻密粒子），BG（褐色〜黒色ガラス質緻密粒子）の 5 種類に分類した．これに基づき，すべての火山灰試料について 200 粒子をカウントしてその構成比を時系列で表した．

その結果をみると，発泡の良い粒子（P および S タイプ粒子）は，1 月 19 日のマグマ水蒸気爆発の時点で既に 14 %含まれている．同月 26 日の準プリニー式噴火では 26.5 %と，一連の噴火活動で最大となった．ブルカノ式噴火に移行した 2 月には減少したが，3 月と 6 月の噴火では再びやや増加するなど，2〜25.5 %の範囲で変動した．つまり，噴火様式が変化していても，発泡粒子はすべての噴出物に含まれる．一方，同じブルカノ式噴火でも，発泡粒子の量は大きな差がある．緻密な粒子については，すべての噴火で 35〜70.5 %の範囲で推移しているが，いずれの粒子も，噴火様式の変化に関わらず，すべての噴出物に含まれている．本質粒子の石基ガラスの平均組成は，一部の粒子で分化が進んでいることからバリエーションがあるものの，すべての粒子タイプで，大部分が SiO_2 ＝ 65 %付近に集中している．分化のトレンドも共通している．

以上をまとめると，新燃岳 2011 年噴火では，マグマ水蒸気爆発，準プリニー式噴火，ブルカノ式噴火および小規模灰噴火と，噴火様式が変化したにも関わらず，どの噴火様式の噴出物でも，構成粒子の組み合わせとその化学的特徴は共通であることが明らかになった．特に発泡粒子は，含有量が噴火により増減しているものの，すべての噴出物に含まれている．このことは，いずれの噴火様式でも，同一の新鮮なマグマが浅所まで上昇し，噴出物として放出されていることを示している．ブルカノ式噴火においても，例えば溶岩ドームやキャップロックの破壊によってのみ噴火，火山灰粒子の形成が行われているのではなく，準プリニー式噴火と同様に，発泡した新鮮なマグマが下部から上昇し，噴出しているとみられる．

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 2011 年噴火, 火山灰, 構成粒子, 噴火様式
Keywords: Kirishima volcano, Shinmoedake, 2011 eruption series, ash deposit, grain composion, eruption style

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P41 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島火山新燃岳 2011 年 3-6 月の小規模噴火の岩石学的特徴とマグマ混合過程
Petrological characteristics and magma mixing of minor eruptions in 2011 at Shinmoedake, Kirishima volcano, Japan

斎藤 元治 [1*]
SAITO, Genji[1*]

[1] 産業技術総合研究所　地質調査総合センター
[1]Geological Survey of Japan, AIST

The 2011 eruption of Shinmoedake, Kirishima volcanic group, Japan, started with phreatomagmatic eruptions on 19 January. The eruptive activity was culminated with the sub-Plinian eruptions on 26-27 January, followed by lava effusion within the summit crater. Vulcanian explosions and minor ash emissions together with degassing activity from the summit crater occurred intermittently from February to September. Petrological studies on the eruptive products in January and February indicated that input of mafic magma to a magma chamber just before the sub-Plinian eruptions (e.g., Geshi et al., 2011; Saito et al., 2011; Tomiya et al., 2011). The products of the minor eruptions also contained essential material (Oishi et al., this JpGU meeting) but the origin of the material was not clear.

In this study, the essential products of the minor eruptions in March to June were analyzed to know their petrological characteristics and the eruption process. The samples are ash particles of the eruption on 13 March (March-ash), lapilli of the eruption on 18 April (April-lapilli) and pumiceous and scoriaceous ash particles (P- and S-types ; Oishi et al., 2012) of the eruption on 29 June (June-ash). Mode composition, chemical composition of phenocrysts and groundmass minerals, zoning profiles of olivines and bulk composition of groundmass were analyzed using EPMA.

Phenocryst contents of March-ash, and April-lapilli (34 vol%) are slightly higher than that of pumices of the sub-Plinian eruptions (26-28 vol%). Chemical composition of groundmass of March-ash and April-lapilli have slightly SiO_2 and K_2O-rich composition (65-67 wt.% SiO_2 and 3 wt.% K_2O) than that of the pumices of the sub-Plinian eruptions (61-62 wt.% SiO_2 and 2 wt.% K_2O). P- and S-type June-ash have similar groundmass composition to that of the pumice of the sub-Plinian eruptions. Plagioclase, clinopyroxene, orthopyroxene of phenocrysts and groundmass minerals of March-ash, April-lapilli and P and S types of June-ash have similar chemical composition to the sub-Plinian eruptions. Two-pyroxene thermometry applied to the March-ash and April-lapilli samples gave 960-970 degree C, that was similar to the estimates for the magmas erupted January and February. Core compositions of olivine phenocrysts of all samples are similar, but March-ash and April-lapillil have slightly Fo-poor rims.

Similar chemical compositions of phenocrysts, groundmass minerals and groundmass of the eruptive products to those of the sub-Plinian eruptions indicated that magma mixing process proposed for the sub-Plinian eruptions occurred in March to June. Slight variation in the groundmass composition and mode composition from March to June could be caused by change of mixing ratios between mafic and felsic magmas. Assuming that the normal zoning in the rim of the olivines was produced by the magma mixing event, the residence time of the olivines was 5-30 days for March-ash and 2-20 days for April-lapilli. The residence time is similar or a little longer than that estimated for the eruptions in January and February (1-10days). These results suggest that the mafic magma input to felsic magma intermittently occurred after the sub-Plinian eruptions to cause the mionor eruptions in March to June.

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 2011 年噴火, 岩石学, マグマ混合, かんらん石
Keywords: Kirishima volcano, Shinmoedake, 2011 eruption, petrology, magma mixing, olivine

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P42 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島火山群・新燃岳の先史時代の噴火について
Prehistorical volcanic stratigraphy of Shinmoedake in the Kirishima volcanic complex

田島 靖久 [1*]
TAJIMA, Yasuhisa[1*]

[1] 日本工営
[1]Nippon Koei Co., LTD.

霧島火山群・新燃岳では，2011 年 1 月の本格的なマグマ噴火によって降下軽石 (テフラ) が堆積した．昨年，享保軽石と前山軽石の間に２層の溶岩があることを報告した (田島・他，2011)．その後の調査によって前山軽石としたテフラは，２層に分けられることが明らかになったため報告する．新燃岳を起源とする降下軽石として，瀬田尾，前山，新燃岳 (享保) 軽石が知られている (井ノ上，1988)．また，享保軽石より後に２回のマグマ噴火の可能性が議論されているが (井村・小林，1991)，水蒸気噴火であった可能性も指摘されている (筒井・他，2006)．昨年報告した新湯林道付近に見られる降下軽石は，享保軽石とアカホヤ火山灰の間の前山軽石と同じ層準にあった．しかし，新燃岳の北東に主軸が推測される前山軽石 (井ノ上，1988) に対して，分布の主軸が北に偏るなど整合しない結果も得られていた．昨年の発表では新燃岳を起源とする以外に積極的な証拠がないことより前山軽石と称した．念のために北方の林道においてテフラ直下土壌の C14 年代測定を実施した．その結果，前山軽石より若い 4030 ± 20 yrBP の値が得られた．分布に加え年代も異なっていたため新燃岳の北～西に分布する降下軽石を新湯テフラとし，前山軽石と区別した．さらに，新湯軽石の上位には新燃岳を起源とする火山砂が２層見られ，その年代測定を実施した．下位の火山砂直下の土壌より 2635 ± 20 yrBP，上位の火山砂直下の土壌より 2305 ± 20 yrBP の年代が得られた．新湯テフラは，新湯林道の西方の大浪池と韓国岳の間の鞍部で，えびの高原を起源とする D テフラの直下に見られる．D テフラは 4.5 ka の年代が得られていることからもこの結果は妥当と言える．即ち，5.6 cal ka BP (奥野，2002) の前山軽石より，新しい時代に噴火した降下軽石を新たに確認した．田島・他 (2011) で示した RyL-A，RyL-B 溶岩は新湯テフラの上位にあり，火山砂の堆積年代はこれら溶岩の噴出年代を示す可能性が高い．

以上の結果は，新燃岳の活動を考える上で次のような示唆を与える．新燃岳では 2011 年噴火以前には 10.4 cal ka BP, 5.6 cal ka BP，AD 1716-17 が明らかなマグマ噴火の活動と言える．本調査結果から 5.6 cal ka BP より若い時代に 4.5 cal ka BP, 2.8 cal ka BP, 2.5 cal ka BP のマグマ噴火が加わった．加えて，享保軽石－ AD 1822 の間に火口底を埋める溶岩が噴出したことが知られており (井村・小林，1991)，角閃石を含むなど享保軽石と性質が異なる．本調査によって前山軽石から享保軽石の間に３回以上のマグマを噴出する活動があったことが明らかになった．新燃岳は，従来考えられてきたより高頻度でマグマ噴火をする火山と言える．また，新湯テフラと K-Ah テフラの間には，化学組成の異なる溶岩が複数あり，高い頻度でマグマを噴出する傾向は新湯テフラ以前にも延長できる可能性がある．ただし，これらの噴火間隔は必ずしも一定でなく，活動が集中する時期と少ない時期を繰り返している．2011 年噴火とその前のマグマ噴火までの間隔は 300～200 年であり，享保軽石とその前の噴火までの間隔は 2000 年以上と推定され，近年は活動が集中する時期のようにも見える．4.5 cal ka BP 頃には，霧島火山群東部では御池軽石 (MiP)，中央部では新湯テフラ，西部ではえびの D テフラが噴出した．霧島火山群では近い時期に異なる火口で活動が生じることも考慮する必要がある．

年代測定はパレオ・ラボ社の『災害履歴解明のための研究助成』によるものである．鹿児島大学の小林哲夫博士との議論が有益であった．厚く御礼申し上げます．

キーワード: 新燃岳, 降下軽石, 先史時代, 年代測定, 霧島, 長期活動
Keywords: Shinmoedake, pumice fall, prehistorical eruptions, C14 age, Kirishima, long term activity

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P43 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

霧島火山群・新燃岳享保噴火（1716-17 年噴火）のマグマシステム：2
Magma systems of the Kyoho eruption in Shinmoe-dake volcano, Kirishima volcanoes: 2

宮本 毅 [1*]
MIYAMOTO, Tsuyoshi[1*]

[1] 東北大学東北アジア研究センター
[1]Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University

2011 年 1 月に噴火を開始した新燃岳の活動は現在小康状態を保っているが，マグマ溜りへのマグマの供給は続くなど今後の活動再開が懸念されている。2011 年噴火はマグマ組成や噴火推移が 1716-17 年の享保噴火とよく類似することから，享保噴火のマグマや噴火過程を理解することは今後の活動予測に対し重要な知見を与えると考えられる。本報告では宮本（2011 年火山学会秋季大会）にその後の分析結果を加え，享保噴火噴出物をもたらしたマグマシステムについて検討する。

享保噴火噴出物は 8 つのユニット（Sm-KP1~7，Sm-MP）に区分される（井村・小林，1991；筒井・小林，2011）。享保噴火の軽石は全ユニットを通じて黒灰色と黄色の軽石からなり，黒灰色軽石がその大部分を占める。全岩組成でみると黒灰色軽石は SiO_2=57-58.5wt.%，黄色軽石は SiO_2=62wt.%で，両者の間には明瞭な組成ギャップが存在する。肉眼レベルでの縞状軽石はあまり顕著ではないが，いずれの軽石も数 mm~数十μm の不均質な組織をもち，黒灰色と黄色が混交している特徴が観察される。

享保噴火噴出物の斑晶鉱物組み合わせは斜長石 (Pl)・単斜輝石 (Cpx)・斜方輝石 (Opx)・磁鉄鉱 (Mt)・チタン鉄鉱 (Ilm) である。2011 年の混合軽石中ではかんらん石 (Ol) 斑晶の存在が報告されているが（鈴木ほか，2011），享保噴火噴出物では Sm-KP4 相当の火砕流堆積物中の黒灰色軽石にのみ遊離した Ol 斑晶が認められる。

黒灰色軽石中の Opx 斑晶コア組成は $Mg\#_{64-66}$，$_{73-76}$ のバイモーダルな分布を示すが，いずれもリム組成は $Mg\#_{72-74}$ であり，低 Mg の Opx 斑晶には厚い逆累帯したリムが発達する。Opx 斑晶のリム部において組成累帯が複数回認められる結晶も含まれる。Cpx（$Mg\#_{68-75}$）は Opx のようなコア組成でのバイモーダルな分布は顕著ではないが，正累帯・逆累帯を示す両方の輝石が存在する。Pl 斑晶コア組成も同様に Ca に富む Pl（An_{80-90}）と Ca に乏しい Pl（An_{75-50}）の 2 種類からなり，Ca に乏しい Pl はリムで逆累帯を示す。以上の特徴から享保噴火の主体である黒灰色軽石はマグマ混合による産物であるといえる。Fo_{77-80} の Ol 斑晶をもつ Sm-KP4 の軽石では，他よりも Mg に富んだ Cpx（$Mg\#_{78-81}$）を含み，この Mg に富む Cpx と Ol 斑晶は平衡に共存しうる。他の Opx と Cpx は Ol とは平衡関係ではないことを考慮すると，苦鉄質マグマ起源の苦鉄質斑晶はかんらん石，Mg に富む単斜輝石であると考えられ，バイモーダルな分布を示す高い $Mg\#$ の輝石は混合後のマグマに由来する。軽石中で不均質な組織を示す場合，黄色部分に含まれる輝石斑晶には組成累帯がほとんど認められず，均質な組成を示す。また，Pl 斑晶は Ca に乏しいものが主体である。

享保噴火の混合マグマの端成分は珪長質側で兎の耳溶岩，苦鉄質側で夷守岳溶岩に類似する (宮本，2011)。苦鉄質側端成分について Fo_{77-80} のかんらん石と共存する条件を考慮すると SiO_2=52.5wt.%と推定され，2011 年噴火で推定された苦鉄質端成分 (SiO_2=54wt.%；鈴木ほか，2011) よりもやや未分化である。

享保噴火では苦鉄質端成分マグマは噴出されておらず，軽石中に認められる不均質な構造から珪長質端成分マグマ (黄色軽石) と混合マグマ (黒灰色マグマ) が同時に噴出されたといえる。この点に加え，混合マグマ中では苦鉄質端成分に由来するかんらん石斑晶が大部分の試料において認められない点，輝石斑晶での逆累帯を示す厚いリムや $Mg\#$ の反復累帯は，噴火開始以前にはすでに混合マグマは生産されていたことを示唆していると考えられる。磁鉄鉱斑晶では斑晶コア-リム間の Usp 成分で最大 0.08 の差を示し，噴火の直前に高温マグマの注入が行われた可能性が高い。しかし，その程度も個々の結晶間で異なり，2011 年噴火での現在のような連続的なマグマの注入が行われていたことを示唆する。一方，軽石中にみられる Mt の斑晶コア組成の方が個々の結晶内でみられるよりも Usp 成分で 0.1-0.18 と広い組成幅を示す。このような結晶間の不均質は，噴火前のマグマ溜り内において Mt 組成に反映される温度や化学組成などの不均質構造が存在していたことを示唆している。噴火が開始した際にはこのような不均質なマグマが混合して噴出したと考えられるが，黒灰色軽石の組成のばらつきがそれほど広くないことを考えると化学組成の不均質よりも温度や酸素分圧などの不均質に起因するのかもしれない。マグマ溜りに注入され底付けされた苦鉄質マグマに由来するかんらん石斑晶が含まれないことは，後から注入された苦鉄質マグマは上位の混合マグマが厚いために噴出した混合マグマとは直接混ざり合っていないことを示唆しているのではないだろうか。そう考えると 2011 年噴火でかんらん石斑晶が含まれるのは，上位の混合マグマの量が享保噴火によって少なくなったことを指しているのかもしれず，その場合には今後の活動ではかんらん石斑晶の増加とともに組成が苦鉄質に変わっていくことが考えられる。

キーワード: 霧島火山群, 新燃岳, 享保噴火, マグマ混合, 2011 年噴火
Keywords: Kirishima volcanoes, Shinmoe-dake, Kyoho eruption, magma mixing, 2011 eruption

Japan Geoscience Union Meeting 2012
(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SVC50-P44 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 15:30-17:00

十和田火山平安噴火におけるマグマ噴火 - マグマ水蒸気噴火推移と本質物質の発泡度推移
Magmatic-phreatomagmatic transition and vesicularity change in Heian eruption of Towada Volcano

広井 良美 [1*], 宮本 毅 [2]
HIROI, Yoshimi[1*], MIYAMOTO, Tsuyoshi[2]

[1] 東北大・院理, [2] 東北大・東北アジア研セ
[1]Grad.Sci.Tohoku Univ., [2]CNEAS.,Tohoku Univ.

１．はじめに
火山噴火において噴火様式がマグマ噴火及びマグマ水蒸気噴火のいずれになるのかはマグマに対する外来水の量比の変化に依存し，マグマ水蒸気噴火はマグマと外来水の量比がある一定の範囲にあるときに発生すると考えられている (Wohletz and McQueen,1984)．しかしこれは苦鉄質マグマの場合のことで (Kato et al.,1997)，珪長質マグマによる爆発的噴火の場合は既に発泡破砕したマグマが外来水と接触する場合もあるため，破砕度合いによる接触面積の違いも噴火様式と関わってくると考えられる (山元,1989)．本研究では噴出物の発泡度合いを基にマグマ噴火 - マグマ水蒸気噴火推移におけるマグマ - 水比以外の噴火様式を変化させる要因について検討する．

２．十和田火山平安噴火のマグマ噴火 - マグマ水蒸気噴火推移
十和田火山平安噴火はマグマ噴火から開始し，流紋岩質マグマによるマグマ噴火とマグマ水蒸気噴火を交互に繰り返した (広井・宮本,2010)．給源は中湖カルデラであるが (工藤,2010)，噴火開始時の中湖カルデラには明瞭な火口地形が存在していたと考えられ，初期の噴出物中に外来水との接触を示唆するカリフラワー状軽石 (Heiken, 2006) が存在することからも，平安噴火ではマグマが湖水中を通過して噴出した可能性が高い.
平安噴火最初のユニットである OYU-1 はプリニー式噴火による降下軽石堆積物であり，ユニットを通じて粒径の変化がほとんど見られず，噴出率は一定であったと考えられる．また粒径は噴煙柱高度に依存し，噴煙柱高度は外来水の量比によって影響を受けるため (Koyaguchi and Woods,1996)，OYU-1 噴出中のマグマ - 水比はほぼ変化していないとみなせる．OYU-1 の噴出開始後，数時間でマグマ水蒸気噴火によるベースサージ堆積物のユニット OYU-2 へ推移するが，両者の境界は明瞭であり，噴火様式の推移は速やかに生じている．

３．噴火推移と本質物質の発泡度変化
珪長質マグマにおけるマグマ水蒸気噴火の典型例である phreatoplinian 噴火では細粒火山灰に富む噴出物が生産され (Self and Sparks,1978)，大きく成長した気泡が破砕した際の気泡壁の一部である平板状の火山ガラスが卓越することが報告されている (Heiken and Wohletz,1985)．広井・宮本 (2011) では平安噴火噴出物の火山ガラスの形状を大きな気泡に由来するものと小さな気泡から成るものとに分類し，噴火の進行に伴い大きな気泡による火山ガラスの比率が上昇しているのを確認した．
火山ガラスでは大きな気泡の比率が増加することから OYU-1 から OYU-2 への軽石の発泡度の上昇が推測されるが，マグマ噴火噴出物に含まれる軽石は高発泡，マグマ水蒸気噴火では低発泡となることが報告されている (Heiken and Wohletz,1985)．平安噴火噴出物の軽石密度測定結果からも OYU-1 の軽石は密度が低く，OYU-2 の軽石は密度が高いという同様の差異が見られ，火山ガラスの気泡サイズから推測される発泡度と矛盾する結果が得られた．この矛盾についてはマグマ水蒸気噴火の OYU-2 は外来水の影響が大きく，軽石は急冷されてそれ以降発泡できなかったのに対し，OYU-1 は水の影響が小さかったことでマグマ噴火となり，軽石は水との接触後も継続して発泡したと考えられる．軽石内部に対して軽石表面の発泡組織はマグマの発泡破砕時に近い組織を保持していると考えられることから，火山ガラスが示す気泡の成長度と軽石密度が示す発泡度の矛盾の原因を検討するために軽石の表面形状について大きな気泡から成る領域と小さな気泡から成る領域とに分類を行った．その結果，噴火の進行に伴い大きな気泡から成る領域の面積が増加し (OYU-1 下部:25%, 上部 58%，OYU-2 下部:53%, 上部:62%)，火山ガラスと同様に発泡度が上昇している様子が確認できた．しかし火山ガラスの場合とは異なりその変化は連続的ではなく，OYU-1 から OYU-2 へ推移する際に一度減少し，その後再び増加する．このことから元々火山ガラスと同様に連続的に上昇していた発泡度が，マグマ噴火の軽石では外来水との接触後も発泡が継続することによりさらに上昇し，表面においても組織改変が生じていた可能性が示唆される．

４．まとめ
以上のことから，従来報告されていたマグマ水蒸気噴火噴出物における細粒火山ガラスの特徴と軽石密度との相違について，細粒火山ガラスは発泡破砕時の情報を保持しているのに対し，マグマ水蒸気噴火の粗粒軽石は外来水との接触直前まで，マグマ噴火の粗粒軽石は噴出後までの組織改変を伴っている可能性が示唆される．加えて，細粒火山ガラス

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

によって示される噴火の進行に伴う気泡の成長は外来水との接触面積を増加させ，効率的な熱伝達を可能にすることでマグマ水蒸気噴火の発生に寄与していると考えられる．

キーワード: マグマ噴火, マグマ水蒸気噴火, 発泡度, 細粒火山ガラス, 粗粒軽石, 珪長質噴火
Keywords: magma eruption, phreatomagmatic eruption, vesicularity, fine-grained shards, coarse-grained pumice, felsic eruption