

SVC070-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳 2011 年噴火を契機とする新しい火山活動論と造構論の進展 - カルデラチェーン・テクトニクスの誕生 - Progress in new theory of volcanism with 2011 eruption of Shinmoe-dake as a trigger: birth of caldera chain tectonics

飯田 義正<sup>1\*</sup>

Yoshimasa Iida<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> なし

<sup>1</sup> non

これは本学会での発表(衝撃波破碎パイプモデルによる噴火過程の思考実験, S-VC47)の続編となる。提案モデルではマグマ溜り(MR)のドーム崩壊で側方に発射される衝撃波が火道を形成するため、火口はMRの側方に位置する。予稿投稿翌日に新燃岳が爆発的噴火し、数日後に地理院が新燃岳西北西 10km にMRを推定と発表。上記モデルと整合する。その北西 5km 付近では群発地震(1968年えびの地震など)が発生しており、震源域下位の深度約 10km にMR本体があり、火道途中の溜りにマグマを供給したと考えた。

群発地震域の下にMRが疑われる。松代や伊豆半島東岸沖のものはマグマ貫入とされるが、下位に浅間山と伊豆大島のMRを推定。

その後、雲仙岳噴火開始前後の震源分布(太田, 1993; 地質雑, 第28図)が上記火道モデルと合致することに気付いた。MRは千々石カルデラの地下約 15km に推定されている。新燃岳に推定されるMRもカルデラ(加久藤)の深部に潜在。これは偶然か。

衝撃波破碎パイプモデルに従うと、MRのドームが支える荷重は浅いほど小さいため、浅いほど崩壊を起こさずに巨大MRを形成しやすい。マグマが深部で発生すると仮定すると、巨大な溜りは既存火道の浅所に二次的に形成されたと考えるのが自然だ。表層ほど冷却固化されやすいので火道上部が固化して栓となり、マグマの上昇を阻んで二次的溜りを作る。継続的マグマ供給で、浅部の溜りは一度も噴火することなくマグマを蓄積する沈黙の巨大MRに成長する。

巨大MRがドーム崩壊して側方噴火すると陥没カルデラが形成され、一気に荷重が減じることでその深部にマグマが発生する。この新たなMRのドーム崩壊、火道形成、噴火、浅部MRの成長、大噴火、カルデラ形成、という繰り返してカルデラ・チェーン(CC)が形成される。なお、発生するMRは複数で、多くは通常噴火の山体をカルデラの周囲に作る。

火山性地溝とされていたものはCCである。典型例は鹿児島湾で、南から、阿多南部、阿多北部、始良、のCCが見られる。始良カルデラの北西方に続く重力異常が次のカルデラとなると予想(桜島には阿多北部と始良の両カルデラ深部からのマグマ供給を推定)。薩摩半島西岸沖から千々石カルデラに到るチェーンを推定。その先は島原半島東岸沖の重力異常の可能性ある。霧島では小林と加久藤カルデラがCCを成し、次は牧園町の重力異常の可能性ある。大分県のもの、古い順に、日出生を北縁とするカルデラ(敷島火砕流のもの)と推定、玖珠盆地を北縁とするもの(耶馬溪)、野上川を北縁とするもの(今市)、庄内カルデラ(由布川)、のCCを推定。日出生から玖珠へは西、そこから折り返して東へ進み、その先に別府湾の重力異常がある(猪牟田の重力異常は3カルデラの重合部)。指摘した重力異常の中の3つは観測強化を願う。

CCは、小笠原、マリアナ、沖縄の各トラフ、フィリピン海、日本海、日本海溝西側の地溝などの海洋底にも認められ、陸のものより巨大である。陸のカルデラが大規模火砕流を噴出するのに対して、海のもの玄武岩溶岩を流出させる。本源マグマが大陸と海洋地殻で異なるためであろう。ただし、沖縄トラフのチェーン北端の鬼界カルデラは大規模火砕流(アカホヤ)で知られる。日本海の北大和堆は浅部巨大MRが噴出せずに固化した珍しい例であり、放射状岩脈を示す地形を伴う。その南東半分は別のCCにより失われた。

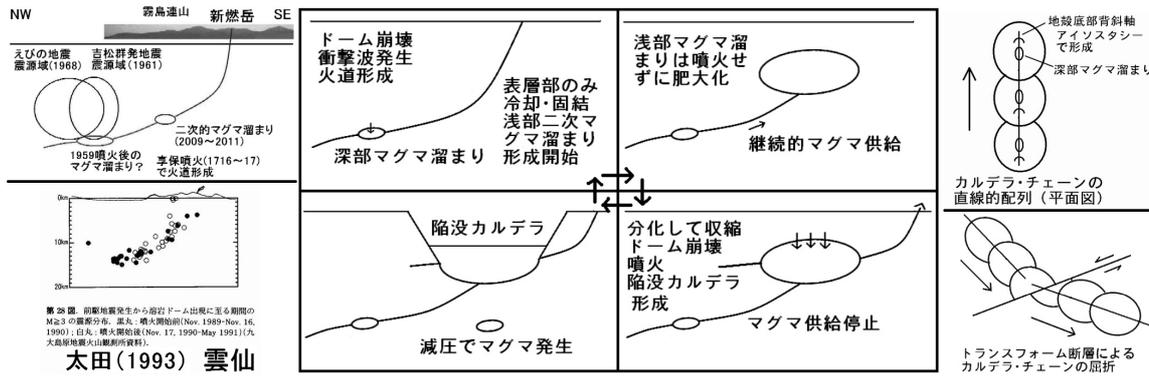
CCには直線性がある。アイソスタシーによりカルデラ列の中軸に地殻底部の背斜軸が形成され、新たなMRの長軸も同方向を向くためである。海山列もCCで形成。海洋地殻は均一性が高いため直線性が高い。カルデラがトランスフォーム断層で変位すると軸方向の屈折が起こる。

アメリカ西部のコロンビア川台地やイエローストーンに到る回廊、ベイズン・アンド・レインジもCCである。ベイズン・アンド・レインジは多数の南北方向のチェーンから成る。

東アフリカのリフト・バレーはCCである。紅海はチェーン通過後に分裂が開始したように見える。大西洋両沿岸にもCCが認められる。CCが超大陸を南から北に縦断し、大陸カッターとなった。CCは南北性が東西性より多いが、赤道域では東西性の傾向があるらしい。地球潮汐と自転が関係すると予想。

驚いたことに火星の大峡谷マリネリスもCCに見える。北半球平原はCCで形成された。月の海もCCで形成。規模

が大きいものほど古く小さいものほど新しい。月の冷却に伴い、二次的MRの生成深度が深くなるためと推定。ティコ・クレーターから北北西に伸びる光条もCCに見える。隕石衝突によりマグマが生成されたものと推定。  
最後に、この度の災害で被災された皆様に謹んでお見舞い申し上げます。



キーワード: 火山性地溝, カルデラチェーン, 大陸の分裂, 月の海  
Keywords: volcanic graben, caldera chain, separation of continent, luna mare

## 火山噴火についての理科教材開発の課題：2011年霧島山新燃岳の噴火を例として Subjects on teaching material development of volcanic eruption for science education: eruption of Shinmoedake, 2011

川村 教一<sup>1\*</sup>, 田口瑞穂<sup>2</sup>

Norihito Kawamura<sup>1\*</sup>, Mizuho Taguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 秋田大学, <sup>2</sup> 秋田県大仙市立神宮寺小学校

<sup>1</sup> Akita Univ., <sup>2</sup> Jinguu-ji Elementary School

### 1. はじめに

本研究では非火山地域、非活動地域在住の教員が、火山噴火の教材について求めている教材の特徴を明らかにする。また、2011年に噴火した霧島山（新燃岳）の降下噴出物標本および噴火画像を用いた小学校理科における火山の授業を実践し、その成果と課題を述べるとともに、火山研究者による教員への支援について検討する。

### 2. 教員向けアンケート調査結果

#### (1) 調査方法

小・中学校理科教員（秋田県）および高校理科教員（秋田県および香川県）に対し、調査用紙を郵送により2011年2月上旬に配布、2月末に回収した。調査票では、設問(a)新燃岳噴火について教材開発および教材使用の実態、設問(b)新燃岳噴火を取り上げた火山の授業を行うときに入手を希望する、教材研究の資料もしくは教材は何か、について取り上げた。

#### (2) 結果の分析

設問(a)について、小学校教員は、約60%の教員が新燃岳の噴火を話題として取り上げており、教員が希望する資料や教材があれば、より充実した指導を展開できた可能性がある。中学校理科教員も約50%が話題として噴火を取り上げており、同様のことが期待できる。設問(b)の希望事項から、小中学校教員には動画や静止画像を、さらに中学校教員には標本の提供が支援として適切である。一方、噴火を話題として取り上げた高校理科教員は、秋田県・香川県ともに少ない。しかし、平成24(2012)年度から「地学基礎」の開講が始まり、地学専攻以外の理科教員が担当する可能性を考えると、動画や静止画像や標本の提供が支援として適切であると考えられる。

### 3. 新燃岳の噴火を教材とした教育実践

#### (1) 教育実践の結果

##### 1) 教育実践の実施校と主題

秋田県大仙市内の公立小学校4年生および6年生各1クラスの児童を対象に、新燃岳噴火を例とした火山噴火と災害に関する授業「これが火山だ！地球は生きている」を、2011年2月25日(金)に行った。

##### 2) 本実践の特徴

本授業実践は、次の点を特徴とした。継続中の噴火活動について解説するとともに、新燃岳の降下噴出物を教材とし、視聴覚教材と併用して噴火活動についての教材化を図ったこと。火山災害について理解を深めさせることを狙ったことである。

#### (2) 成果の検討

##### 1) 結果

実践の成果を検討するために、授業前後に事前アンケートと事後アンケートを実施した。

事前アンケートから：火山について知りたいことは、4年生と6年生とで回答傾向は似ており、両学年を通じて多い回答は秋田県の山がこれから噴火するのだろうかである。

事前・事後アンケートの比較から：4年生では、学習後に火山災害や火山活動に関心を持った児童が増えた。6年生では、火山災害については実態から防災に関心が移った。また4年生同様、火山活動に関心を持った児童が増えた。

事後アンケートから：児童による学習の感想は、火山・火山災害に関する記述が大半である。火山噴出物試料や火山災害についての記述のほか火山活動に関するものが圧倒的に多く、教材が強く印象づけられたものと思われる。

##### 2) 成果

学習後には火山災害や火山活動に関心を持った。特に6年生では、火山防災に関心が表れた。試料を観察させる学習活動や、画像資料をもとに教員が火山災害について解説する活動が有用であった。

#### 4. 研究者による教員への支援の方策

新燃岳の噴火活動を教材とした授業は成果が見られた。それでは本実践のように教材開発を促進するため、教材用素材を提供するには、どのようにすれば良いのか。

##### (1) 小・中学校教員に対して

新燃岳の火山噴火について、テレビ報道や Web サイトで、静止画像や動画が多数見られ、後者の場合は画像等を教材として入手することは容易であった。しかし、教育素材あるいは教材開発に至らなかった教員が多く、教材化しようとする意欲のある教員が少なかった。例えば小学校教員は、「土地のつくりと変化」の実験・観察を苦手とする者が多い。この分野について教員の理解を深めることが、教材開発の促進につながると思われる。また、理科・地学を専門としない教員には、科学的な解説が加えられた画像・動画を効率よく収集できなかった可能性が大きい。このことについても改善が求められる。

##### (2) 高校教員に対して

地学専攻以外の理科教員が地学系科目を担当する可能性を考えると、小中学校教員向け同様に、Web サイトにおける動画や静止画像の可用性を高める必要がある。標本の提供も支援として適切である。

##### (3) 小～高校共通の課題

児童は地元秋田県の火山が噴火するかどうかについても知りたいと思っている。今回は授業者が答えることができたが、地学専攻でない教員でもこのことについて児童に解説できるよう、地域の火山・火山災害の研究成果に関して研究者からの支援が必要であると思われる。

謝辞 秋田大学教育文化学部教授の林信太郎博士からは、教材となる画像の提供、新燃岳周辺の情報提供でご協力いただいた。記して御礼申し上げます。

キーワード: 新燃岳, 教材開発, 小中高教員, 小学校理科, 研究者-教員連携

SVC070-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山群・新燃岳の先史時代の噴火について Pre-historic activity of Shinmoedake in Kirishima volcanic complex

田島 靖久<sup>1\*</sup>, 林 信太郎<sup>2</sup>, 安田 敦<sup>3</sup>, 菊井 稔宏<sup>4</sup>, 伊藤 英之<sup>5</sup>, 小林 哲夫<sup>6</sup>

Yasuhisa Tajima<sup>1\*</sup>, Shintaro Hayashi<sup>2</sup>, ATSUSHI YASUDA<sup>3</sup>, Norihiro Toshihiro<sup>4</sup>, Hideyuki Itoh<sup>5</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 日本工営(株), <sup>2</sup> 秋田大学, <sup>3</sup> 東京大学地震研究所, <sup>4</sup> (財) 砂防・地すべり技術センター, <sup>5</sup> 岩手県立大学, <sup>6</sup> 鹿児島大学  
<sup>1</sup>Nippon Koei CO.,LTD., <sup>2</sup>Akita University, <sup>3</sup>University of Tokyo, <sup>4</sup>SABO Technical Center, <sup>5</sup>Iwate prefectural University,  
<sup>6</sup>Kagoshima University

霧島火山群・新燃岳では、2011年1月19日にマグマが関与する噴火が生じ、26日には本格的なマグマ噴火となり、27日からは爆発的な噴火も発生しはじめた。その後、溶岩ドームが成長し、現在火口底は溶岩で埋められている。我々は、噴火前に享保噴火以前の噴出物に関する調査を実施する機会をえた。具体的には火口壁と山麓における火山噴出物の対比を行い、新燃岳の活動史を示すことである。本調査において、火口壁では前山軽石と享保軽石間に溶岩が2層あり、前山軽石の下位に溶岩が1層あることが明らかになったので報告する。新燃岳では、火山体の表面を厚く覆う新燃岳-享保軽石(Sm-KP:井村・小林, 1991, 以下享保軽石)より古いテフラとしては、前山軽石(MyP:5.6 cal ka BP)と瀬田尾軽石(StP:10.4 cal ka BP)の存在が知られている(井ノ上, 1988; 奥野, 2002)。前山軽石は山体西側山麓にある新湯林道沿いに模式的な露頭がある。この露頭では前山軽石は2層に識別され、下部は降下軽石、上部は薄い火砕流堆積物となっている。同様の関係は火口壁北西側でも確認でき、20mを超す角礫岩層の上位に風化浸食面の間隙を挟み、径10cm大の軽石を含む層厚1.5mの降下軽石堆積物、その上位に間隙がなく層厚2mの火砕流堆積物が見られる。加えて、北～北西火口壁では火砕流堆積物より漸移して層厚20mに及ぶアグルーチネートが存在する。この火砕堆積物は、前山軽石に係する一連の活動で噴出したものと考えられる。それゆえ前山軽石は新燃岳火口から北～西方向に広がる分布をしており、降下軽石堆積物の噴出量は107m<sup>3</sup>オーダーと推定された。次に、テフラの前後に見られる溶岩を示す。火口壁に見られる溶岩を史料に基づき両部溶岩(RyL)と仮称した。前山軽石と享保軽石間の溶岩で最上位のものはウサギの耳を構成しており、火口壁南西に火道断面が見られる(RyL-A)。上位から2番目のものは南～東壁面に分布している(RyL-B)。RyL-A, Bは南斜面において、中岳を起源とするテフラに覆われるが、両者の間には時間間隙が認められることから、RyL-A, Bは前山軽石により近い時期に噴出したと考えられる。前山軽石より下位の溶岩は西～南～東の火口壁に点在している(RyL-C)。この溶岩との直接の関係は不明であるが、新湯林道から新燃岳への登山道沿いでは、K-Ah下位の溶岩を確認しており、瀬田尾軽石に近い時期に噴出した可能性がある。なお、化学分析の結果、前山軽石は享保軽石と異なる組成トレンドを示す。また、RyL-A, B, Cの溶岩は享保軽石と同じ傾向となるが、享保軽石と比較し、SiO<sub>2</sub>量が1～4wt%程度高くなる傾向が読み取れる。このように新燃岳では軽石噴火のみならず、溶岩の流出を伴うような噴火が複数回生じていた。また、これらの溶岩は軽石噴火に近い時期に噴出しているように見える。本研究においては(財)砂防・地すべり技術センター、日本工営(株)の諸氏に世話になった。(株)パスコ本田氏、日本科学未来館の岡山氏には多くの議論を頂いた。国交省宮崎河川国道事務所の「平成18年度霧島火山噴火対策検討業務」のデータを一部使用させて頂いた。ここに御礼申し上げる。

キーワード: 新燃岳, 霧島火山群, 前山軽石, 溶岩, 火口壁

Keywords: Shinmoedake, Kirishima volcanic complex, Maeyama pumice, lava flow, crater rim

## 霧島，新燃岳の歴史時代の噴火の再検討：明和及び文政の噴火について Reconsideration of the historical eruption dates of Shinmoedake, Kirishima volcano group: Meiwa and Bunsei eruptions

筒井 正明<sup>1\*</sup>, 小林 哲夫<sup>2</sup>

Masaaki Tsutsui<sup>1\*</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 株式会社 ダイアコンサルタント, <sup>2</sup> 鹿児島大学 理工学研究科

<sup>1</sup>DIA Consultant Co., Ltd., <sup>2</sup>Kagoshima University

### 1. はじめに

新燃岳の活動開始時期は、韓国岳起源の小林軽石 (KbP: 伊田・他, 1956) に覆われた新燃岳の溶岩が存在することから、少なくとも KbP [14 ka BP (16.7 cal ka BP)] 以前だとされ、歴史時代より前の新燃岳のテフラとしては、瀬田尾軽石 [StP: 井ノ上, 1988; 4.9 ka BP (5.6 cal ka BP)], 前山軽石 [MyP: 井ノ上, 1988; 9.2 ka BP (10.4 cal ka BP)] が知られている (年代値は、いずれも奥野, 2002)。

新燃岳の歴史時代のテフラは、2011年1月の噴火以前、下位から順に、享保軽石 (Sm-KP: 1716-1717), 明和軽石 (Sm-MP: 1771-1772), 文政軽石 (Sm-BP: 1822) 及び昭和火山灰 (Sm-SA: 1959) が報告されている (井村・小林, 1991)。

しかし Sm-MP 及び Sm-BP については、記録からその認定に疑問があった。このため、MyP と Sm-SA の間のテフラについて、新燃岳山体斜面及び山麓を中心とした野外調査を継続していたが、Sm-MP と Sm-BP はいずれも Sm-KP の一部であることが明らかになった。また、噴火記録を再検討した結果、1) 1771-1772 (明和 8~9) 年の噴火は御鉢で発生した小規模な噴火、2) 1822 (文政 4) 年の噴火は新燃岳で発生した小規模な水蒸気噴火であったことが判明した。そのため、その詳細について報告する。なお、概要については、筒井・他 (2005) 及び筒井・小林 (2008) で報告済みである。

### 2. 1771-1772 (明和 8~9) 年の噴火

この噴火は、1795 (寛政 7) 年に薩摩藩の白尾国柱が編纂した『鹿藩名勝考』に、「明和八年辛卯七月、至翌年壬辰又炎、…凡享保元年より是歳に至り大に火を發して連日熄、岩石化して焰となりて虚空より隕ち、沙石 (= 禾 + 孚) を簸が如く、灰燼雨降に似たり、また昼にして夜に異ならず、行客路を失ひ、人々相比て筵席を載て其壓傷を遮防けり、數里の間、田畦を埋没し、草木焦枯る」とあり、これを引用したと思われる『三国名勝図会』の記載が良く知られている (大森, 1918; 村山, 1990; 井村・小林, 1991 等)。

しかし、新燃岳東側山麓の宮崎県高原町に残された『永浜家文書 (宮崎県, 1996)』に、「明和八年卯七月二十日晚、鳥 (西) 比より霧嶋山古御鉢燃出、差川内・猪之子石シ・福山・志布知 (志) 迄灰ふり候由、且霧嶋山より流出ル川筋どろ水出候由、七月廿三日近郷江灰降り、大燃二付狹野権現東御在所江神事の御願立成」等といった従来あまり知られていない記載がある。この記載にある「古鉢」は、1716-1717 (享保元-2) 年の新燃岳の噴火以前に活動を続けていた御鉢火山を示す。

1771-1772 (明和 8~9) 年のテフラは野外で確認できないことから、この御鉢の噴火は、明治~大正時代の噴火同様、堆積物としてほとんど残らない規模の噴火 ( $10^5\text{m}$  以下: 筒井・他, 2007) であったと考えられる。

### 3. 1822 (文政 4) 年の噴火

この年に新燃岳が噴火したことは、噴火数日後の現地観察記録 (今村, 1920) があり問題ない。この記録は、今村恒明が 1915 (大正 4) 年に霧島登山を行った際に、霧島山中を良く知る案内者から新燃岳で 1891-1892 (明治 24-25) 年頃まで微弱な硫黄があったことを聞き、下山後に専門家の助けを得てはじめて見出したもので (今村, 1934), 新燃岳の南西にあたる鹿児島県国分 (現霧島市) に残されたものである。

この記録にある「晩片に相成黒煙夥敷炎上り」という記載がマグマ噴火を示唆するようにも思えるが、噴火数日後の火口 (「燃口」や「燃出候口」等と記載) 周辺の状況として、「硫黄湧出」や「硫黄気の泥湧出」といったことが示されていない。また、1834 (天保 4) 年に書かれた『永浜家文書』には、「文政四年巳十二月十九日七ツの比より新燃之近所に燃出、俄にドロメク方ライ (雷) のごとし、左候而今晩中どろめき翌日に相成候而者しづまり、皆々悦び申事御座候」とある。このように、鹿児島・宮崎両県の記録とも、軽石や溶岩等のマグマ噴火が発生したことを積極的に示唆する記載はみあたらない。

1822 (文政 4) 年のテフラも野外で確認できず、この新燃岳の噴火は、1959 (昭和 34) 年の Sm-SA の噴火規模 (降灰量  $8.6 \times 10^6\text{t}$ : 福岡管区気象台・他, 1959) より小さいことが記載からも明らかで、堆積物としてほとんど残らない規模 ( $10^5\text{m}$  以下) の水蒸気噴火であったと考えられる。

キーワード: 火山, 噴火, 霧島, 新燃岳, 歴史噴火, 史料

Keywords: Volcano, Eruption, Kirishima volcano group, Shinmoedake, historical eruption, documentary records

SVC070-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 古記録からみた新燃岳享保噴火の推移

### Reconstruction of the sequence of the Kyoho Eruption of Shinmoedake Volcano based on the historical record

伊藤 順一<sup>1\*</sup>, 及川 輝樹<sup>1</sup>  
Jun'ichi Itoh<sup>1\*</sup>, Teruki Oikawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所・地質情報

<sup>1</sup> AIST, GSJ

2011年1月以前の霧島新燃岳におけるVEI3以上の噴火は、AD1716-1717の享保年間のものが知られている。従来この噴火の推移は、震災予防調査会がまとめた「日本噴火志」に採録された史料を基に復元されてきた。しかし、「日本噴火志」に採録された史料、「三国名勝図会」や「日本災異志」などは、噴火後百年以上経過した後に編纂された史料であり、記録の信頼性及び具体性に乏しく噴火推移の正確な復元には相応しくない。

近年、神社の記録や地元の行政記録の中に記された享保噴火の記録について、大學(2010, 2011)が広報「たかはる」において紹介している。これらの史料は「狭野神社文書」、「高原所系図巻冊」、「古今山之口記録」などで、後者二つは地域の行政記録を編纂したものである。それらに紹介された史料を基にして、新燃岳享保噴火の推移をまとめ、火山学的な考察を行なう。なお、日付は、和暦をグレゴリオ暦に変換したものをを用いる。

史料からは、第1期:前駆的な噴火活動(1716年4月10日, 5月7日), 第2期:やや規模の大きな噴火(1716年9月26日), 第3期:大規模な軽石噴火(1716年11月9日), 第4期:小規模な噴火(1716年11月9日から1717年2月9日の間), 第5期:繰り返す大規模な軽石噴火(1717年2月9日, 2月10日, 2月13日, 2月17日, 2月18日, 2月21日)とその後の火山灰の放出(1717年2月22日), 第6期:小規模な噴火(1717年3月13日), 第7期:最後のやや大きな(1717年9月6日)に区分される。このうち特に規模の大きかったものは、第3, 5期で、この時の噴火は、大量の火砕物の降下が記録され、その熱によって山麓の集落・寺社が炎上したため、住民が立ち退いたことが記録されている。また、第5期の噴火は顕著な表面現象が無く、突然始まったことが読みとれる。第2, 3, 5期の噴火は、降灰量も記録されている。それに基づくと、第2期(1716年9月26日)の噴火では $0.7\text{ l/m}^2$ , 第3期(1716年11月9日)では $35\text{ l/m}^2$ , 第5期の1717年2月17日の噴火では、 $7.1\text{ l/m}^2$ もの降下テフラを新燃岳から30kmほど離れた山之口に降らせた。これら降灰量を2011年1月26-27日の軽石噴火と比べると、第3, 5期の噴出物の体積は、数倍から一桁程度大きかった可能性が高いことがわかる。

文献: 大學(2010) 広報 たかはる. No.588~596, 大學(2011) 広報 たかはる. No.597~599.

キーワード: 新燃岳, 霧島, 享保, 1716-1717, 噴火, 古記録

Keywords: Shinmoedake, Kirishima, Kyoho, 1716-1717, eruption, historical record

SVC070-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山・新燃岳 2011 年マグマ噴火の先駆的噴火 Precursory eruptions of the 2011 Shinmoedake eruption, Kirishima volcanoes, Japan

小林 哲夫<sup>1\*</sup>, 田島靖久<sup>2</sup>, 筒井正明<sup>3</sup>, 山越隆雄<sup>4</sup>, 木佐洋志<sup>4</sup>  
Tetsuo Kobayashi<sup>1\*</sup>, Yasuhisa Tajima<sup>2</sup>, Masaaki Tsutsui<sup>3</sup>, Takao Yamakoshi<sup>4</sup>, Hiroshi Kisa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学, <sup>2</sup> 日本工営 (株), <sup>3</sup> (株) ダイアコンサルタント, <sup>4</sup> 土木研究所

<sup>1</sup>Kagoshima University, <sup>2</sup>Nippon Koei Co. Ltd., <sup>3</sup>DIA Consultant Co. Ltd., <sup>4</sup>Public Works Research Institute

新燃岳では今年(2011)1月の本格的なマグマ噴火に先行して、その前触れの噴火が2年半ほど前から発生していた。最初は2008年8月22日に発生した割れ目噴火である。噴出量が約20万トンとやや規模が大きかったが、マグマ物質は確認されなかった(下司・他, 2010)。その後、2010年3月30日、4月17日、5月27日、6月27、28日、7月5、10日と水蒸気噴火が続き、2011年1月19日にはマグマが関与する噴火が発生し、26日の午後から本格的なマグマ噴火へと移行した。我々は2010年および2011年1月19日の噴出物調査を実施していたため、その概要を報告する。

2010年3月30日の噴火はごく小規模で、そのテフラは火口の東および南の登山道沿いに極わずかな泥滴状の付着として認められた。火口南の気象庁カメラ付近で採取した火山灰量から、数10トン前後の噴出量と推定した。5月27日には水蒸気爆発が発生し、そのテフラは高千穂河原から中岳にむかう登山道沿いの葉上に小斑点状の付着物として認められた。火口に近づくにつれ降水量が増大し、噴出量を数100トンと推定した。その後発生した6月27、28日の噴火の調査はできなかったが、火口の東約10kmの地点でも降灰があった(火山活動解説資料(平成22年6月))と報告されており、5月27日噴火より規模が大きかったと推定される。7月10日の水蒸気爆発では小規模な火砕サージ(火山活動解説資料(平成22年7月))が発生したと報じられたが、爆発の規模等を考慮すると誤認ではないかと思われる。

その半年後の2011年1月19日に再び噴火が発生した(火山活動解説資料(平成23年1月))。テフラの分布は火口から南東に向かい、都城市街から東側海岸にまで達していた。当初の発表では小規模な噴火といわれたが、噴出量は約6万トンと推定された。テフラは全体的に細粒であり、乾燥後の密度は1.0 g/cm<sup>2</sup>より小さかった。またマグマ物質が10%以下含まれており(東大地震研究所・産総研)、その後、26日のマグマ噴火へと移行した。

2009年12月頃より山体の膨張が発生していたことが報告されており、我々の観測期間はこの間にほぼ一致する。

キーワード: 新燃岳, 先駆的噴火, 2011年, 霧島火山

Keywords: Shinmoedake, Precursory eruption, 2011, Kirishima volcano

SVC070-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島新燃岳 2011 年噴出物の岩石学的性質 Petrology of the 2011 ejecta of Shinmoedake, Kirishima volcano

佐藤 博明<sup>1\*</sup>, 鈴木 桂子<sup>2</sup>, 佐藤 鋭一<sup>3</sup>, 和田 恵治<sup>3</sup>, 佐野 恭平<sup>3</sup>  
Hiroaki Sato<sup>1\*</sup>, Keiko Suzuki<sup>2</sup>, Eiichi Sato<sup>3</sup>, Keiji Wada<sup>3</sup>, Kyohei Sano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学防災総合センター, <sup>2</sup> 神戸大学地球惑星科学, <sup>3</sup> 北海道教育大学旭川校

<sup>1</sup>Shizuoka Univ. CIREN, <sup>2</sup>Kobe Univ., EPS, <sup>3</sup>Hokkaido Univ. of Education, Asahikawa

霧島新燃岳 2011 年 1 - 2 月噴火の噴石と降下火砕物について、相組成と全岩含水量の測定を行った。今回の噴出物の全岩化学組成は SiO<sub>2</sub>=57-61% でほぼ 1716-1717 年噴出物とほぼ同じである(産総研, 東大地震研)。斑晶鉱物にはかんらん石, 斜方輝石, 単斜輝石, 磁鉄鉱, チタン鉄鉱, 磁硫鉄鉱, 斜長石等が含まれるが, 少なくとも高温マグマに由来するかんらん石 + Ca に富む斜長石, と低温マグマに由来する, 斜方輝石(一部カンラン石), 単斜輝石, 磁鉄鉱, チタン鉄鉱, 磁硫鉄鉱, Ca に乏しい斜長石に区分される。斜長石組成を見ると, 高温マグマに由来する高 MgO 量のもの(An<sub>63-91</sub>)と低温マグマに由来する低 MgO 量のもの(An<sub>53-85</sub>)に区分され, 低 MgO 量の斜長石は, 950 程度の低温のマグマ溜りで長時間(少なくとも 10 年程度)おかれ拡散により MgO 量が低下したものと考えられる。かんらん石も, 斜方輝石の微斑晶で取り囲まれたり, 斜長石に包有されたものは Fo<sub>65-72</sub> と低い値であるが, 自形の斑晶は Fo<sub>75-77</sub> である。磁鉄鉱は, 大半が累帯構造をしておらず比較的一定な組成を持っている(Ulv=28-35)。一部に外縁 10 μ で Ulv 成分に富む。これはマグマ混合で温度上昇に伴って生じたものと考え、混合以降噴火冷却までの時間は極めて短く、混合が火道内で生じた可能性が大きい。このことは不均質なガラスの存在やガラス組成範囲が広いことと調和的である。チタン鉄鉱組成は, Ilm<sub>72-82</sub> 程度であり, 酸化温度計(QUILF)で共存ペアについて平衡条件を求めると温度約 947-956 °C, デルタ FMQ=+1.67~1.88 となった。斜方輝石-単斜輝石のペア温度では, 4 ペアについて 902-933 °C の値が得られている。最も珪長質なガラス組成(SiO<sub>2</sub>=70.76wt%)について, 200MPa で 930-950 °C でリキダスになる含水量を見積もると, 4.5 - 5.5wt%であった。これは低温マグマについての情報であるが, 高温マグマについては, 現在のところ SiO<sub>2</sub> 量が 65% 以下で斑晶として斜長石(An<sub>80-90</sub>)とカンラン石(Fo<sub>75-77</sub>)を含むということしか判っていない。現在, 2011 年 1 月の噴火前とほぼ同じ速度で霧島火山周辺の GPS 基線長が伸張しており, これは高温マグマが残りのマグマ溜りに貫入していると考えられ, もし次に噴火があったらより苦鉄質で高温なマグマが噴火する可能性が考えられる。カールフィッシャー法による全岩含水量は発泡度の低い暗灰色粒子では, 0.02 - 0.10wt% であるが, 軽石では 0.10 - 0.17wt% である。結晶に水が含まれないとして計算すると軽石中のガラス含水量は 0.13-0.22wt% となる。これは飽和圧力換算で, 0.1-0.3MPa に相当し従来知られている爆発的噴出物の値と比べて低い。1000 °C で加熱するカールフィッシャー法でのガラスの含水量測定では通常 0.10% 程度の脱水残りとされているので, それを補正すると, ガラス含水量は 0.25-0.35 % となり, 飽和圧力換算で, 0.4-0.8MPa となる。軽石の気泡形状は球からは変形したものであり, 火道中で脱水過程が継続した可能性がある。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳 2011 年噴火, マグマ混合, 斜長石, ガラス含水量

Keywords: Kirishima volcano, 2011 eruption of Shinmoedake, magma mixing, plagioclase, water content of glass

SVC070-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山新燃岳 2011 年噴火マグマの化学組成 Geochemistry of Shinmoe-dake 2011 eruption magma, Kirishima Volcano

土屋 美穂<sup>1\*</sup>, 三好 雅也<sup>2</sup>, 小林 哲夫<sup>4</sup>, 山本 順司<sup>3</sup>, 福岡 孝昭<sup>1</sup>

Miho Tsuchiya<sup>1\*</sup>, Masaya Miyoshi<sup>2</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>4</sup>, Junji Yamamoto<sup>3</sup>, Takaaki Fukuoka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 立正大・地球, <sup>2</sup> 東大・地震研, <sup>3</sup> 京都大・地球熱学, <sup>4</sup> 鹿児島大・理

<sup>1</sup>Fac. Geo-env., Risscho Univ., <sup>2</sup>ERI, Univ. Tokyo, <sup>3</sup>Inst. Geotherm. Sci., Kyoto Univ., <sup>4</sup>Fac. Sci., Kagoshima Univ.

2011 年、霧島火山新燃岳は 1717 年の活動以来 294 年ぶりにマグマ噴火を開始した。

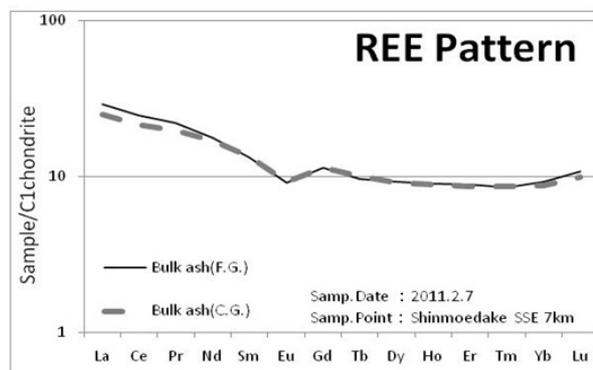
本研究では 2011 年 2 月 7 日に霧島火山新燃岳から 7 km 南南東の地点で 2 試料の火山灰を採取し、主成分、微量元素 (主に希土類元素) 組成を XRF、LA-ICP-MS で分析した。

1 試料は粗粒 (0.2-0.8 mm)、もう 1 試料は細粒 (> 0.2 mm) で、両試料の化学組成は極めて類似している。

2 試料の主成分化学組成は SiO<sub>2</sub> 53-56%、FeO 9-10%、MgO 7-8%、Na<sub>2</sub>O 2.2-2.4%、K<sub>2</sub>O 0.9-1.4% であった。この主成分化学組成は、2 試料がカルクアルカリ岩質の玄武岩質安山岩であることを示す。

2 試料の希土類元素組成を C1 コンドライト隕石の値で規格化した希土類元素パターンを図に示した。2 試料の希土類元素パターンはよく似ており、軽希土が重希土よりも高い。このパターンもまた、2 試料がカルクアルカリ岩質の玄武岩質安山岩であることを示す。

発表では、2011 年の噴火の時間変化と、1717 年に噴火した試料との差について議論する。



キーワード: 化学組成, マグマ, 2011 年噴火, 新燃岳, 霧島火山

Keywords: Chemical composition, Magma, 2011 eruption, Shinmoe-dake, Kirishima volcano

SVC070-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳 2011 年噴火における高温マグマの混入とその時期

### Injection of hot mafic magma prior to the 2011 eruption of Shinmoedake, Kirishima volcano, Japan

東宮 昭彦<sup>1\*</sup>, 齋藤 元治<sup>1</sup>, 下司 信夫<sup>1</sup>, 宮城 磯治<sup>1</sup>  
Akihiko Tomiya<sup>1\*</sup>, Genji Saito<sup>1</sup>, Nobuo Geshi<sup>1</sup>, Isoji MIYAGI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研地質調査総合センター

<sup>1</sup>GSJ, AIST

新燃岳 2011 年噴火は、1 月 19 日のマグマ水蒸気噴火に始まり、1 月 26-27 日に準プリニー式のやや規模の大きな噴火があった後、間欠的なブルカノ式噴火、およびその間に挟まる小規模な噴火が繰り返されている (3 月 31 日現在)。本質物の全岩組成は、大半が SiO<sub>2</sub> 57 wt.% であるが、1 月 26-27 日までの噴出物には一部 SiO<sub>2</sub>=62-63 wt.% のものが含まれる (下司・他, 2011)。斑晶やメルト包有物の化学組成分析から、SiO<sub>2</sub>=57 wt.% のマグマは SiO<sub>2</sub>=62-63 wt.% の低温マグマ (マッシュ状) と SiO<sub>2</sub> 53-54 wt.% の高温マグマの混合物であることが推定されており (齋藤・他, 2011)、高温マグマの供給・混入が一連の活動の推移や噴火様式に影響を与えている可能性がある。これを調べるには、高温マグマがどの時期にどのように混入してきたかを知ることが必要である。

本研究では、この問題に取り組むため、元素拡散が速くて数日から数年スケールのマグマプロセスを調べるのに適した磁鉄鉱に着目した。磁鉄鉱の化学組成の頻度分布からは噴火直前のマグマ混合の有無が分かり、各斑晶内部のゾーニングプロファイルからはマグマ混合から噴火までの時間が推定できる。主成分 (Usp[ウルボスピネル成分]?Ti 濃度) だけでなく、副成分 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO) にも着目し、温度・fO<sub>2</sub>・メルト組成の各変動を分離することを目指した。特に Mg/Mn はメルト組成を強く反映し、マグマ混合の検出に最も有効である (e.g., Tomiya & Takahashi, 2005)。これまでに分析した試料は次の噴出物である: 1 月 19 日 (マグマ水蒸気噴火), 1 月 26-27 日 (準プリニー式), 2 月 1 日 (ブルカノ式), 2 月 14 日 (ブルカノ式)。

磁鉄鉱の斑晶コアの化学組成は、いずれの噴出物でも Mg/Mn 7-11 のものが多い。ただし 1 月 26-27 日噴出物には、このほか Mg/Mn > 15 の高 Mg タイプが特徴的に含まれる (2 月 1 日噴出物にもわずかに含まれる)。斑晶リムの化学組成は、多くの場合コア同様 Mg/Mn 7-11 であるが、1 月 26-27 日噴出物では Mg/Mn 11-16 であり、高 Mg タイプを除いて顕著な逆累帯を示すのが特徴である。これらより、1 月 26-27 日噴火の直前に高 Mg の苦鉄質マグマの混入があったことが分かった (2 月 1 日噴出物にも混入の痕跡が伺える)。磁鉄鉱とイルメナイトの斑晶コア同士および接触面付近の組成を Andersen & Lindsley (1985) の地質温度計に適用すると、苦鉄質マグマ混入直前のマグマ温度は約 880 ± 10 °C、混入後は約 950-1030 °C と見積もられる。

磁鉄鉱とイルメナイトの接触面付近の Ti 濃度 (拡散) プロファイル、および磁鉄鉱中の Ti の拡散係数 (4.0 × 10<sup>-16</sup> m<sup>2</sup>/s at 1000 °C: Freer & Hauptman, 1978) から、高温マグマ混入のタイミングは、1 月 26-27 日噴火の約 1 日前かそれより直近、2 月 1 日噴火の約 1 週間前、とそれぞれ見積もられた。両者は同一のイベントに対応するだろう。1 月 26-27 日には、直前に高温マグマ混入があり、これが規模のやや大きな準プリニー式噴火をトリガーしたのに対し、2 月のブルカノ式噴火直前には混入がなく、火口内溶岩湖に溜まったマグマ (溶岩) の内圧が高まって自発的に発生した可能性がある (簡単な熱モデル計算から、厚さ 100m 強の溶岩湖は 1-2ヶ月ではほとんど固化せず、表面付近の数 m ほどを除いた大部分は溶融状態である)。もしそうであれば、火口内溶岩湖の揮発性成分が脱ガスで失われればブルカノ式噴火は停止するであろう。

1 月 26-27 日の磁鉄鉱は、低 Mg (Mg/Mn 7)、中 Mg (Mg/Mn 11)、高 Mg (Mg/Mn > 15; 前述) に分けられる。このうち中 Mg タイプではリム付近で幅約 30 μm に渡り Mg 濃度の逆累帯が見られる。磁鉄鉱中の Mg の拡散係数 (1.9 × 10<sup>-18</sup> m<sup>2</sup>/s at 900 °C: Liermann & Ganguly, 2002) を適用すると 2 年ほど前にも苦鉄質マグマの混入イベントがあったと推定されるが、これは時期的に 2008 年 8 月噴火に近い。さらに、中 Mg マグマ (中 Mg 磁鉄鉱のコアと平衡なマグマ) が、低 Mg マグマと高 Mg マグマの混合でできたとすると、磁鉄鉱の均質化時間を考えれば、この混合イベントは数十年かそれ以上前と考えられる。従って、1 月 26-27 日噴火直前だけでなく、高温マグマの混入は何度が繰り返されていたと考えられる。

キーワード: 新燃岳, 霧島, マグマ混合, 磁鉄鉱, タイムスケール

Keywords: Shinmoedake, Kirishima, magma mixing, magnetite, time scale

SVC070-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島山新燃岳 2011年噴火の準備過程と推移-火山灰からの考察- Preparation processes and evolution of the 2011 eruption of Shinmoe-dake -insights from volcanic ash

鈴木 由希<sup>1\*</sup>, 前野深<sup>1</sup>, 安田敦<sup>1</sup>, 外西奈津美<sup>1</sup>, 長井雅史<sup>2</sup>, 嶋野岳人<sup>3</sup>, 金子隆之<sup>1</sup>, 中田節也<sup>1</sup>  
Yuki Suzuki<sup>1\*</sup>, Fukashi Maeno<sup>1</sup>, Atsushi Yasuda<sup>1</sup>, Natsumi Hokanishi<sup>1</sup>, Masashi Nagai<sup>2</sup>, Taketo Shimano<sup>3</sup>, Takayuki Kaneko<sup>1</sup>, Setsuya Nakada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大・地震研, <sup>2</sup> 防災科研, <sup>3</sup> 富士常葉大学

<sup>1</sup> Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, <sup>2</sup> NIED, <sup>3</sup> Fuji-Tokoha University

噴火活動においては、入手が比較的簡単な火山灰の観察結果が、活動の推移を予測する重要な手がかりとなる。新燃岳の火山灰の構成物およびそれらの形状・組織や化学組成の変化を、a) 2008年8月以降、2011年1月26日の準プリニー式噴火に至るまでの期間と、b) 2011年1月28日に溶岩が火口内に蓄積した後に分け議論する。a) では、2011年1月19日の火山灰中にマグマ物質の急増をとらえた(1月26日昼に気象庁報告)。b) からは、火口蓄積溶岩の結晶度や発泡度の時間変化の手がかりを得ると共に、より深部から直接もたらされたマグマ物質の量の変化についても検討した。本質物質や火口蓄積溶岩由来の粒子については、岩石学的検討も合わせて報告する。

火山灰構成粒子は、どのサンプルでも、軽石、スコリア、新鮮溶岩、変質物質、遊離結晶のいずれかに分類される。“軽石”と“スコリア”には、本質物質と判断されるものから、僅かに変質したものの両方が分類される。構成物の比率の算出は、250-500 μm径で、粒子数に基づき行った。

2008年8月から2010年6月(2008/8/22, 2010/3/30, 2010/5/27, 2010/6/27):スコリアと軽石の総量は10%以下で、軽石は多くのサンプルで1%未満である。新鮮溶岩と変質物質は各々20-50%の範囲にある。軽石は、変色したり、気泡内に変質物質が付着したり、粒子表面が摩耗したような粒子のみである。スコリアは、2010年5月27日以降、光沢があり、本質物質と判断できるような粒子が一部出現するようになった。新鮮溶岩は、灰色・黒色・茶褐色・緑灰色を呈し、石基結晶度は多様だが、仮にガラス質でも、2011年2月以降のような光沢の顕著な粒子はない。変質物質は、橙色化した粒子や、珪化変質を受け硫化物を伴うような粒子である。遊離結晶は、斜長石+単斜輝石+斜方輝石+Fe-Ti酸化物の組み合わせである。これらの噴火は基本的には水蒸気爆発であったと理解される。

2011年1月19日:2010年6月までと異なり、軽石が8%に達し、その95%が変質や変質物質の付着のない、非常に新鮮な粒子である。この軽石は発泡度が低く、ブロック状の外形を呈する傾向があり、マグマが帯水層と接触したことを示唆する。スコリア(4%)にも、2割程度、光沢があり本質物質と判断できるような粒子が存在する。この噴火でマグマ水蒸気爆発に移行したと考えられる。

2011年2月以降(2/2, 2/7-8, 2/18, 2/24, 3/13):2011年1月19日までと比べ、1)新鮮溶岩が65-80%に増加、2)変質物質が10-数%に減少、3)遊離結晶にかんらん石が加わる、という変化がある。新鮮溶岩の増加は、1月28日に出現した火口蓄積溶岩が加わることでもたらされた。新鮮溶岩には、A)2008年8月から継続して観察された光沢の乏しい粒子に、B)光沢があり非常に新鮮なガラス質の粒子、が加わり、後者が2011年の溶岩と推定される。B)は2月2日に新鮮溶岩(約65%)の半分を占める。B)は時間と共に、オリーブ色(2/2, 2/7-8)から青灰色へ変化し、光沢の程度も弱まり、次第に新鮮溶岩A)と区別しにくくなる。少なくとも2月2日や2月7-8日の粒子は、2月1日の噴石を人為的に粉砕し得た粒子と色彩が似ており、斑晶組み合わせも、共に、斜長石+単斜輝石+斜方輝石+かんらん石+Fe-Ti酸化物である。2/7-8までの火山灰には、B)の光沢のあるガラス質溶岩と似た色彩の発泡ガラスが確認される。この発泡ガラスの量は2月2日には火山灰の約7%であるが、7-8日には1%まで減少する。

この時期、スコリアや軽石粒子は、ほとんどが変質や変質物質付着のない、本質物質と判断できるものである。軽石は常に2%未満である。一方スコリアは0.2%(2/2), 3%(2/7-8), 6%(2/18), 15%(2/24)と時間と共に増加し、3/13でも8%存在する。少なくともスコリアについては、火口蓄積溶岩と同じ斑晶鉱物を有し、その組成も類似していることを確認した。これらは火口蓄積溶岩の未固結部分か、地下からきた新たなマグマに由来するかのいずれかであろう。

謝辞: 気象庁, 小林哲夫氏, 田島靖久氏, 井村隆介氏, 佐藤博明氏, 阪上雅之氏には、火山灰サンプルの一部をご提供頂いた。記して感謝いたします。

キーワード: 新燃岳, 火山灰, 本質物質, 水蒸気爆発, マグマ水蒸気爆発, 構成物

Keywords: Shinmoe-dake, volcanic ash, juvenile material, phreatic eruption, phreatomagmatic eruption, component

SVC070-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山新燃岳 2011 年噴火に関するマグマ粘性の簡便的評価 Simplified estimation of preeruptive magma viscosity for the 2011 eruption at Shinmoedake, Kirishima volcano

竹内 晋吾<sup>1\*</sup>, 土志田 潔<sup>1</sup>  
Shingo Takeuchi<sup>1\*</sup>, Kiyoshi Toshida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 電力中央研究所

<sup>1</sup> CRIEPI

マグマの粘性はマグマの運動しにくさを表す物性であり、噴火活動を予測する上でも重要な基礎情報である。マグマの粘性は岩石学的手法による評価がある程度、可能であるが、粘性評価に必要な岩石学的データ(メルト組成・メルト含水量・温度・斑晶量)の取得は必ずしも簡単ではなく、時間を要する。これに対し竹内(2010, 地惑連合大会)は、メルト SiO<sub>2</sub> 量と斑晶量からマグマ粘性を評価する簡便法を提案した。簡便法は、マグマ溜まりでは斑晶・メルト間の相平衡によって、温度や含水量が不確定であってもある特定の組成(SiO<sub>2</sub> 量)のメルトの粘性の不確定性が比較的小さい範囲( $\pm 0.5 \log$  unit)に収まることに基づいている。本報告では、その簡便法を霧島山新燃岳 2011 年 1 月 26-27 日噴火で噴出したマグマに適用することを試みた。なお噴火の際に起こる減圧過程で、発泡・脱水・結晶化によりマグマの粘性は劇的に変化する。本報告で扱う粘性は、減圧される前のマグマ溜まり条件でのマグマの粘性(preeruptive magma viscosity)を指す。またマグマの液体部分の粘性を呼ぶ場合には“メルト粘性”を用い、斑晶を含んだマグマ全体の粘性を指す場合には“マグマ粘性”という言葉を用いる。

本研究で噴出物解析に用いた試料は 1 月 28 日の 18 時頃に新燃岳火口から南東に 9 km 離れた地点(御池駐車場)のアスファルト舗装面上で採集された長径 3 cm、灰色の軽石質降下火山礫である。この軽石試料に空隙への真空樹脂充填処理を行い、片面研磨した試料を作成し、電力中央研究所の EPMA 装置(JXA8800)により分析を行った。

マグマ粘性の簡便評価のためには、斑晶量(bubble free basis)とメルト SiO<sub>2</sub> 量(石基 SiO<sub>2</sub> 量)を知ることが必要である。そこで斑晶モード・空隙率を得るために反射電子像を撮影した。2 mm × 2 mm の範囲を 1000 × 1000 pixels(空間分解能は 2 μm)で撮影した約 50 枚の画像を Adobe Photoshop の Photomerge 機能により連結し、約 1.0 cm × 1.1 cm(約 5000 × 5500 pixels)の画像を生成し、反射電子像の明度から空隙・石基・斑晶を肉眼で判別した。斑晶鉱物種の判別の際には元素像(Mg, Fe, Ca)も使用した。各相を判別した画像を画像解析ソフト(Image J 1.37v)で解析し各相の面積分率を求め、体積分率と仮定した。その結果、空隙率は  $64 \pm 3 \text{ vol}\%$ 、斑晶モード組成は斜長石( $29 \pm 3 \text{ vol}\%$ )・カンラン石( $4 \pm 0 \text{ vol}\%$ )・単斜輝石( $4 \pm 0 \text{ vol}\%$ )・斜方輝石( $2 \pm 0 \text{ vol}\%$ )・磁鉄鉱( $1 \pm 0 \text{ vol}\%$ )、斑晶量は  $40 \pm 3 \text{ vol}\%$  となった。軽石試料に含まれる石基には多量の石基鉱物が晶出していたため、石基 SiO<sub>2</sub> 量の測定にあたってはビーム直径を 20 μm まで広げたブロードビームによる定量分析を行った。その結果、石基 SiO<sub>2</sub> 量 62-63 wt% が得られた。灰色軽石の全岩 SiO<sub>2</sub> 量 57 wt%(地質調査総合センターおよび東大地震研究所による速報値)および本研究で求めた斑晶モード組成・斑晶の平均的 SiO<sub>2</sub> 量を基にマスバランス計算により石基 SiO<sub>2</sub> 量を計算すると  $65 \pm 2 \text{ wt}\%$  となり、ブロードビームによる測定と比較的近い。また高温高圧相平衡実験データのコンパイル研究に基づいて得られた全岩 SiO<sub>2</sub> 量と斑晶量から石基 SiO<sub>2</sub> 量を概算する経験式(竹内, 2010, 地惑連合大会)を適用すると、石基 SiO<sub>2</sub> 量は 63 wt% となる。

以上の分析に基づきメルト SiO<sub>2</sub> 量を 63% として、粘性評価の簡便式(竹内, 2010, 地惑連合大会)を適用するとメルト粘性は約  $10^3 \text{ Pas}$ 、Einstein-Roscoe 式により斑晶量 40 vol% の影響を考慮すると、斑晶を含んだマグマの粘性は約  $10^4 \text{ Pas}$  となる。得られた結果をマグマ粘性のコンパイル研究(竹内, 2009, 日本火山学会)の事例と比較した。メルト粘性およびマグマ粘性について、それぞれ約  $10^3 \text{ Pas}$ 、約  $10^4 \text{ Pas}$  に比較的近い値を持つ事例は桜島ブルカノ式噴火マグマ、浅間山 2004 年噴火マグマ、北海道駒ヶ岳 1929 年噴火の先駆噴火マグマ・Pinatubo 1991 噴火の先駆噴火マグマであった。本予稿の内容は 1 試料のみから得られた予察的結果とし、発表までには複数の試料の解析に基づく結果を示したい。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 2011 年噴火, マグマ粘性

Keywords: Kirishima volcano, Shinmoedake, 2011 eruption, preeruptive magma viscosity

SVC070-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳 2011年噴火噴出物の斑晶・マイクロライト・発泡組織から見た、マグマ混合および上昇プロセス

### Magma mixing and ascent process of Shinmoedake 2011 eruption from phenocrysts, microcline, vesicle textures

星出 隆志<sup>1\*</sup>, 寅丸 敦志<sup>1</sup>, 池端 慶<sup>1</sup>, 入山 宙<sup>1</sup>  
Takashi Hoshide<sup>1\*</sup>, Atsushi Toramaru<sup>1</sup>, Kei Ikehata<sup>1</sup>, Yu Iriyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学 大学院理学研究院  
<sup>1</sup>Kyushu University

Shinmoedake 2011 eruption which started on 26th January 2011 showed a characteristic transition of eruption styles.

Two sub-plinian eruptions from 15 h on 26th and from midnight of 27th produced a pumice deposit of 6 cm in thickness at 8 km from the vent. After the sub-plinian phase, the eruption style shifts to vulcanian type which majorly produced volcanic ash with emitting air shock, since an eruption at 15 h on 27th Jan. Among vulcanian eruptions exceeding 10 times until end of Feb, the most intensive eruption on 1st Feb ejected volcanic bombs of 1 m in diameter at 2 km from the vent.

In order to quantify the magma ascent and degassing processes and clarify the governing factors of such an eruption style transition, we carried out the textural and compositional analysis of pumices sampled at 8 km from the vent from 26 and 27, Jan and of bomb sampled at 2.6 km from vent from 1 Feb. We recognize three types of pumices by color: white, gray and brown. White pumices are generally well vesiculated, flake-shaped, 1 to 2 mm in length, and include relatively spherical bubbles (5 to 20 μm in diameter) and platy plagioclase (10 to 100 μm in length), equant, platy or acicular pyroxene (sub-micron to 10 μm) and equant oxide (2 to 10 μm) microlites. Gray pumices are generally moderately vesiculated, block-shaped, 2-20 mm in diameter, and include relatively irregular coalesced interconnected bubbles (10 to 100 μm in typical scale) and platy plagioclase (10 to 50 μm in length), equant, platy or acicular pyroxene (sub-micron to 10 μm) and equant oxide (2 to 5 μm) microlites. Bomb has a relatively vesiculated inner part (bulk density is 1700kg/m<sup>3</sup>) with a rind. The inner part includes two types of vesicles: large irregular shaped (several milli meter in typical scale) and small spherical (10-30 μm in diameter), whereas the rind has no small type of vesicle. The bomb includes plagioclase (0.2 to 3 mm in length), clinopyroxene (0.1 to 0.5 mm), orthopyroxene (0.1 to 0.5 mm), olivine (0.2 to 0.5 mm) and magnetite (0.2 to 0.5 mm) as phenocrysts and plagioclase (3 to 100 μm in length), clinopyroxene, orthopyroxene (sub-micron to 40 μm), and magnetite as microlites. Sulfide minerals of iron and copper are found in inclusion of phenocrysts and groundmass. Plagioclase phenocrysts are largely classified into two types: one has calcic core (An<sub>90</sub>) with the normal zoning (An<sub>70</sub> rim) (A-type), the other has sodic core (An<sub>50-75</sub>) with the reverse zoning (An<sub>70</sub> rim) (B-type). Olivine phenocrysts coexist with A-type plagioclase phenocrysts whereas pyroxene and magnetite phenocrysts coexist with B-type plagioclase phenocrysts. Plagioclase microlites in the bomb are platy to acicular shaped and 10-150 μm in length. Larger microlites show a characteristic stepwise zoning structure with calcic core (An<sub>70</sub>) and sodic rim (An<sub>58-60</sub>). Microlite sodic rims include pyroxene microlites.

From the systematics of the mineral assemblage in glomeroporphyritic phenocrysts and the zoning pattern of two types of plagioclase phenocrysts, it is suggested that the magma mixing process occurred between a basaltic magma and a silicic magma. The chemical composition of An<sub>70</sub> of plagioclase phenocryst rim and microlite core requires 3.5 wt% of water content in the mixed magma, which approximately corresponds to 1 kbar saturation pressure and 4 km depth. As a result, it is concluded that core of larger pl microlites and rim of pl phenocrysts crystallize under the pressure and water content. From the systematic change in microlite size of white pumice, gray pumice to bomb and the bubble size from white pumice to gray pumice, it is suggested that the decompression rate or water-exsolution rate systematically decrease from white pumice, gray pumice to bomb from the corresponding microlite number density and bubble number density. For more quantitative estimation, we have to develop the method to extract the original signature at the nucleation stage of bubble and microlite.

キーワード: 霧島山, マグマ混合, 噴火様式, 岩石組織, マグマの上昇

Keywords: Kirishimayama, magma mixing, eruption style, rock texture, magma ascent

SVC070-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 1994年における新燃岳マグマ性ガスCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比：2011年噴火との関係 CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O ratio of magmatic gas at Shinmoe-dake volcano, Japan, in 1994: Implication to the eruption in 2011

大場 武<sup>1\*</sup>

Takeshi Ohba<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東海大学理学部化学科

<sup>1</sup>Dep. Chem. School Sci. Tokai Univ.

火山ガスにはマグマから放出された成分が含まれ、マグマ噴火の原動力がマグマに溶存する揮発性成分であることから、火山ガスの性質、特にその化学組成は、噴火のポテンシャルを推定する上で重要な情報をもたらすと考えられる。本研究では1994年に新燃岳山頂付近で採取された噴気の化学組成と安定同位体比 (Ohba et al., 1997) を再検討し、2011年の噴火との関連を考察する。

1994年の噴気は噴出の勢いが非常に強く、轟音を伴い噴出していた。しかし温度は高々103℃程度であった (Ohba et al., 1997)。一般的にマグマ性ガスはマグマから放出された後に、地下水と混合し、熱水と蒸気を発生する。その蒸気が地表に現れたものが噴気であると考えられる。新燃岳の噴気の形成過程を上述のモデルにあてはめ、噴気の化学組成からマグマ性ガスのCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比を推定することができる。具体的には、噴気のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比、H<sub>2</sub>OのD/H比、18O/16O比を相関させ、マグマ性ガスの最適なCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比を推定する。1994年の新燃岳噴気データを再解析したところ、マグマ性ガスのCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.03であった。

マグマ性ガスのCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比と火山活動の“活発度”は相関していると考えられる。たとえば、草津白根山、アトサヌプリ、箱根山は静穏な火山でありCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.006と低い。1998年に活発化したものの噴火未遂に終わった岩手山では0.008であった。アトサヌプリに隣接する雌阿寒岳は近年小噴火を繰り返しており、CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.012と高い。最近活動が活発化した口之永良部島ではCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.013と推定されている (Shinohara et al., 2011)。雲仙普賢岳では、溶岩流出が起きていた際にドーム脇で採取したガスのCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.03と高く、溶岩流出が止まった時期には0.015に低下した。1986年伊豆大島噴火直後のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.04と高かった (Kazahaya et al., 1993)。非常に活発な噴火活動を示すエトナ山ではCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.1~1.0ときわめて高い値を示す (Shinohara et al., 2008)。

1994年時の新燃岳のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は、上述の各地の火山のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比と比較すると、噴火中あるいは噴火直後の火山に匹敵するほど高い値を示していたと判断される。新燃岳で1994年に観測を実施してから今回の噴火まで16年余りが経過しており、現時点でCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比を噴火の直前予測に利用することは難しいだろう。しかし噴気から推測されるCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は活火山の中長期的な噴火予測に利用できる可能性がある。一例として、国内の火山ではないが台湾北部に位置する大屯山のCO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O比は0.018~0.027と比較的高い (Ohba et al., 2010)。大屯山に歴史噴火はないが、中長期的には噴火のポテンシャルを有していると推定される。

キーワード: 新燃岳, マグマ, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, 噴気

Keywords: Shinmoe-dake, magma, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, fumarolic gas

SVC070-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳 2011 年噴火における二酸化硫黄放出率の推移 Sulfur dioxide flux of Shinmoedake 2011 eruption

森 俊哉<sup>1\*</sup>, 鹿児島地方気象台<sup>2</sup>

Toshiya Mori<sup>1\*</sup>, Kagoshima Local Meteorological Observatory<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東大院理, <sup>2</sup> 気象庁

<sup>1</sup>Grad. School of Sci., the Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>Japan Meteorological Agency

霧島火山新燃岳は 2011 年 1 月 19 日に小規模な噴火をおこし、その後 1 月 26 日からは大規模な噴火活動を開始した。この噴火活動を受け、1 月 27 日より小型紫外分光計を用いた二酸化硫黄測定装置 (COMPUSS) を使用して新燃岳の二酸化硫黄放出率測定を開始した。

二酸化硫黄放出率の観測はトラバース法で行った。車に COMPUSS を搭載し、上空の二酸化硫黄量を測定しながら、噴煙の下を移動し、噴煙の断面の二酸化硫黄量を測定した。断面二酸化硫黄量と噴煙移動速度より二酸化硫黄放出率を求めた。噴煙移動速度には、噴煙高度に対応する GPV の風速値を使用した。観測を開始した 1 月末は、大量の火山ガスと火山灰のため、測定は新燃岳から約 25km 離れた都城市街地を中心にトラバース測定を行った。その後、灰噴出が少なくなりガス量も減ったことに合わせて、新燃岳から 7-10km 離れた道路を使用してトラバースを行った。

新燃岳 2011 年噴火では、最初の 10 日は二酸化硫黄放出率が非常に高く、10000 トン/日を超えるような値が測定され、特に、火口内で溶岩ドームが急速に成長していたと考えられる 1 月 28 日の測定では、40000 トン/日を超える放出率が観測された。その後、2 月後半以降の測定では、放出率は 1 桁以上下がった。時折活動の活発化に伴い約 1000 トン/日のレベル放出率が観測される日があるが、基本的には数百トン/日が現在 (3 月下旬) まで続いている。発表では、放出率の推移を議論するとともに、2 月 3 日に見られた噴火前の前兆的な放出率の減衰や 2 月 25 日に見られた噴火を伴わない放出率の減衰についても報告する。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 二酸化硫黄, 火山ガス, 放出率

Keywords: Kirishima Volcano, Shinmoedake, sulfur dioxide, volcanic gas, flux

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SVC070-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 気象レーダーにより観測された2011年霧島山(新燃岳)の噴煙エコー Eruption Cloud Echo from Shinmoe-dake Volcano in 2011 Observed by Weather Radars

新堀 敏基<sup>1\*</sup>, 福井 敬一<sup>1</sup>

Toshiki Shimbori<sup>1\*</sup>, Keiichi Fukui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所

<sup>1</sup> Meteorological Research Institute

鹿児島空港, 種子島および福岡気象ドップラーレーダーで捉えられている2011年霧島山(新燃岳)噴火に伴う噴煙エコーについて報告する.

### 謝 辞

気象レーダーの解析には田中恵信氏・鈴木 修氏・山内 洋氏により気象研究所で開発・改良された「Draft」を使用しました. この場を借りてお礼申し上げます.

キーワード: 気象レーダー, 噴煙エコー, 霧島山, 新燃岳, 噴火, 2011年

Keywords: weather radar, eruption cloud echo, Kirishima, Shinmoe-dake volcano, eruption, 2011

SVC070-P16

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島新燃岳爆発噴煙の映像観測と衛星画像解析 Image observation and satellite image analysis of eruption clouds at Kirishima-Shinmoedake volcano

木下 紀正<sup>1\*</sup>, 飯野直子<sup>2</sup>, 金柿主税<sup>1</sup>, 原田 一平<sup>3</sup>, 朴 鍾杰<sup>3</sup>, 坂本昌弥<sup>1</sup>

Kisei Kinoshita<sup>1\*</sup>, Naoko Iino<sup>2</sup>, Chikara Kanagaki<sup>1</sup>, Ippeei Harada<sup>3</sup>, Jonggeol Park<sup>3</sup>, Masaya Sakamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学, <sup>2</sup> 熊本大学, <sup>3</sup> 東京情報大学

<sup>1</sup>Kagoshima Univ., <sup>2</sup>Kumamoto Univ., <sup>3</sup>Tokyo Univ. Information Sciences

新燃岳の南南西 50km からの近赤外望遠観測によって、2008 年から白い噴気や噴煙がしばしば見られた [1]。2011 年 1 月 19 日 01:27 の小噴火のあと、1 月 22・25 日には連続噴煙に変わり、26・27 日の大規模灰煙放出に到る時間変化が、ビデオカメラの近赤外スームズインターバル撮影で捉えられた。26 日の地表付近は大気混濁で視界が悪い状態であったが、大規模灰煙の上部は新燃岳の南西 58km および北 38km の人吉盆地の可視映像観測でも捉えられた。これらの観測点に加え、霧島田口の 2 点（新燃岳の南南西 9km, 11km）でも可視・近赤外の映像自動観測でその後の活動を記録している。

遠方からの観測では、広い視野で噴煙の全貌を捉えやすい。衛星画像データでは、さらに下流の洋上における火山灰煙の長距離移流・拡散まで捉えられる。1 月 26・27 日の大規模灰煙は、簡易受信システムによる NOAA-APT 画像でも、日向灘から太平洋に広がる 100-300km のスケールで認められた。東京情報大学受信の Terra/MODIS および Aqua/MODIS 画像データの解析では、さらに 750km 南東に到る場合など様々なスケールの移流・拡散が分かった [2]。衛星データでは、昼間の可視・近赤外画像とともに、夜間の熱バンドやその波長による違いを利用した Aerosol Vapor Index によって、洋上に薄く拡散した灰煙まで容易に捉えられる。この方法は観測頻度の高い MTSAT/VISSR にも用いられ、大規模な灰煙拡散の時間発展が求められた。灰煙拡散の形態は気象条件、特に風向風速の高度依存性に支配されるので、地上における映像自動観測との対比は重要であり、検討を進めている。

観測点と火山の位置関係や、火山周辺における噴石や降灰・降雨時の土石流および火山泥流などに対する防災対策と啓発活動を進めるのに火山地形の理解は重要である。このため、可視・近赤外画像データを用いた SiPSE-3D 衛星画像を作製した。

これらの結果は、動画も含めて 2 つのサイトで公開している。

Volc 霧島新燃岳噴火 2011 <http://arist.edu.kagoshima-u.ac.jp/volc/kiri/kiri11/kiri11top.htm>

新燃岳（霧島連山） <http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/volc/shinmoe/index.htm>

[1] 木下紀正, 永松哲郎, 土田理, 金柿主税, 飯野直子: 噴煙・黄砂の映像観測と鹿児島の大気環境, 日本気象学会九州支部発表会要旨集, 2009, pp.7-8.

[2] 原田一平, 朴鍾杰, Xiangguang ZHANG, 浅沼市男, 木下紀正: MODIS とサイマルキャスト・ビューアを用いた霧島新燃岳噴火の観測, 本セッション, 2011.

キーワード: 火山灰煙, 近赤外映像, 近赤外映像, NOAA-APT 画像, MODIS 画像, AV 指数

Keywords: volcanic ash cloud, near-infrared image, interval record, NOAA-APT image, MODIS image, Aerosol Vapor Index

SVC070-P17

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島山新燃岳の噴煙放出における噴出条件と噴煙高度の関係

### The relationship between the eruption condition and column height during the 2011 eruptions of Shinmoe-Dake volcano

鈴木 雄治郎<sup>1\*</sup>, 小屋口 剛博<sup>1</sup>, 武尾 実<sup>1</sup>, 大湊 隆雄<sup>1</sup>, 市原 美恵<sup>1</sup>, 中田 節也<sup>1</sup>, 鈴木 由希<sup>1</sup>, 金子 隆之<sup>1</sup>

Yujiro Suzuki<sup>1\*</sup>, Takehiro Koyaguchi<sup>1</sup>, Minoru Takeo<sup>1</sup>, Takao Ohminato<sup>1</sup>, Mie Ichihara<sup>1</sup>, Setsuya Nakada<sup>1</sup>, Yuki Suzuki<sup>1</sup>, Takayuki Kaneko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 地震研

<sup>1</sup> ERI University of Tokyo

噴煙は単位時間にマグマから大気に供給される熱エネルギーの直接的指標であり、爆発的噴火過程や噴火強度を推定する上で貴重な情報源となる。したがって、噴煙の観測量と火口での噴出条件を定量的に正しく関係付けることが、火山学上にも防災上にも強く要請されている。2011年1月終わりから火山活動が活発化した霧島山新燃岳では、数時間に渡る爆発的噴火とそれに伴う高度数千mに達する噴煙柱が数回確認された。これらの噴火では、人工衛星や気象レーダーによって噴煙高度が観測量として得られていると同時に、様々な野外観察から噴出条件を見積もることができる。そこで、新燃岳の代表的な爆発的噴火における噴煙高度と噴出条件の関係に対し、モデル予測を実際の観測データで検証し、モデルの限界や問題点について検討した。

これまでに、噴煙高度と噴出条件の関係を求めるため、風のない成層大気中で、大気圧と平衡状態にある噴煙が水平方向に均質であると仮定した定常1次元モデルが提案されている [例えば, Woods, 1988]。この定常1次元モデルでは、大気状態とマグマ物性(温度, 揮発成分量), 噴出条件(噴出率, 噴出速度)を与えたときに、噴煙高度として上昇速度がゼロになる高度が見積もられる。ただし、噴煙ダイナミクスを大きく支配する乱流混合過程に関しては、エントレインメント仮説 [Morton et al., 1956] を適用し、混合効率の尺度となるエントレインメント係数を経験的に与えなければならない。

1月26日から27日までの3回の爆発的噴火に関するモデル計算を行った。大気状態は一般的な中緯度大気成層、マグマ温度と揮発成分量は岩石学的に求めた約950℃, 3wt%をそれぞれ与えた。噴出率は、フィールド調査で得られた堆積物の総質量を、人工衛星画像、空振観測、微動観測から得られた噴火継続時間で割った平均的な値(10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> kg/s)を与えた。任意性のある噴出速度とエントレインメント係数は幅を持たせ与えた。その結果、噴煙高度はエントレインメント係数に最も強く依存することが分かった。仮定するエントレインメント係数kが0.05から0.13に変化する時、噴煙高度は12kmから6kmに変化した。気象レーダーを用いたエコー頂高度は約8km[気象研, 地震及び火山噴火予知のための観測研究計画・平成22年度成果報告シンポジウム]であり、k=0.1 ± 0.03を仮定した定常1次元モデルの結果とおおよそ一致した。

観測データから得られた噴煙高度と噴出条件の関係を定常1次元モデルで正確に再現するためには、適切なエントレインメント係数を与えなければならない。より精度の高いエントレインメント係数の見積もりには、高い分解能での噴煙高度観測と、渦構造まで含めた乱流混合に関する理論的研究が求められる。特に、風は混合効率に寄与する渦構造に影響を与える可能性があるため、3次元シミュレーションでエントレインメント係数の時空間分布を見積もる必要がある。

キーワード: 新燃岳, 噴煙, 数値モデル

Keywords: Shinmoe-Dake, eruption cloud, numerical model

SVC070-P18

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山, 新燃岳 2011年噴火のテフラ粒度分布と噴煙柱モデル

### Tephra fallout model and grain size distribution of Shinmoe-Dake tephra, 2011 eruption of Kirishima volcano.

長谷中 利昭<sup>1\*</sup>, Wibowo Haryo Edi<sup>1</sup>, Kurniawan Idham Andri<sup>1</sup>, チャック・コナー<sup>2</sup>, ローラ・コナー<sup>2</sup>, 清杉孝司<sup>2</sup>, コスタ  
ザ・ボナドナ<sup>3</sup>

Toshiaki Hasenaka<sup>1\*</sup>, Haryo Edi Wibowo<sup>1</sup>, Idham Andri Kurniawan<sup>1</sup>, Chuck Connor<sup>2</sup>, Laura Connor<sup>2</sup>, Koji Kiyosugi<sup>2</sup>, Costanza  
Bonadonna<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 熊本大院・自然科学・地球環境, <sup>2</sup> 南フロリダ大学地質学教室, <sup>3</sup> ジュネーブ大学地球環境科学部門

<sup>1</sup> Grad School Sci & Tech, Kumamoto Univ., <sup>2</sup> Dept. Geology, South Florida Univ., <sup>3</sup> Sec. Earth Environ. Univ. Geneve

新燃岳テフラ分布と粒度分析結果に基づいて解析したテフラ降下モデルを報告する。霧島火山新燃岳の南東方向 67 地点で、1月28、29日、2月1日にテフラ試料を採集した。試料はおそらく1月26日?28日の間に降った新燃岳噴火初期の噴出物に対応すると考えられる。この期間にはいくつかの噴火事象が報告されているが、現地では、単一のテフラユニットとそれを覆う薄い淡灰色細粒火山灰が共通して観察できた。降下テフラ堆積物はどの地点でも逆級化しており、厚さの割には粗粒であった。火口から6km離れた地点でテフラ分布の伸長方向に直角な方向の変化を見ると、テフラの厚さは御池小学校付近で最大となった。また御池青少年自然の家付近で粗粒な降下軽石が特徴的に多く観察された。テフラの等層厚線は火口から南東方向に非常に狭く帯状に伸びた分布をし、都城市、日南市の海岸まで達した。

中距離および遠方の降下堆積物のデータに基づき Tephra2 の計算機コード、数値インバージョン法を用いたモデリングを試みた。入力データは各試料採集地点でのテフラの厚さから成り、滑降シンプレックス法によるインバージョン過程で、テフラの層厚変化の観測値を最も良く説明できる噴火パラメータを探した。我々が得ることができた最適解は噴煙柱の高さ8km、噴出物の質量(中距離および遠方の堆積物のみ)  $5 \times 10^9$  kgであった。推定テフラ体積は火口近傍のものは含まず、5km以遠のものだけである。噴火終了後、火口近傍のデータを取ってテフラ体積の推定値を改善する必要がある。

我々の中距離および遠方の降下堆積物だけの観察結果は、放出エネルギーが高く短期間の噴火によって少量の体積ではあるが、大きなクラストから成る降下テフラが堆積したことを示している。これは、もっとも活発な噴火時期における噴煙柱が比較的高かった(約8km)ことを反映していると考えられる。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, テフラ, 噴煙柱, 粒度分布, 滑降シンプレックス法

Keywords: Kirishima volcano, Shinmoedake, Tephra, eruption column, grain size distribution, downhill simplex method

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SVC070-P19

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 2011年霧島新燃岳噴火に伴う噴煙観測および降灰調査

Visual observation and ash fall sampling for the 2011 Eruptive activity of Shinmoe-dake, Kirishima volcano

鬼澤 真也<sup>1\*</sup>, 福井 敬一<sup>1</sup>, 新堀 敏基<sup>1</sup>, 安藤 忍<sup>1</sup>, 木村 一洋<sup>1</sup>, 弘瀬 冬樹<sup>1</sup>, 吉田 康宏<sup>1</sup>, 岩切 一宏<sup>1</sup>, 吉田 知央<sup>1</sup>, 山本 哲也<sup>2</sup>, 吉川 澄夫<sup>1</sup>

Shin'ya Onizawa<sup>1\*</sup>, Keiichi Fukui<sup>1</sup>, Toshiki Shimbori<sup>1</sup>, Shinobu Ando<sup>1</sup>, Kazuhiro Kimura<sup>1</sup>, Fuyuki Hirose<sup>1</sup>, Yasuhiro Yoshida<sup>1</sup>, Kazuhiro Iwakiri<sup>1</sup>, Tomohisa Yoshida<sup>1</sup>, Tetsuya Yamamoto<sup>2</sup>, Sumio Yoshikawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象庁気象研究所, <sup>2</sup> 気象庁地磁気観測所

<sup>1</sup>Meteorological Research Institute, JMA, <sup>2</sup>Kakioka Magnetic Observatory, JMA

霧島新燃岳では2008年以来、小規模な噴火を繰り返していた。2011年1月26日に始まった本格的なマグマ噴火を受けて、気象研究所では1月末から3月末にかけて映像による噴火・噴煙観測および降灰調査を行った。

映像観測： 噴火に伴う噴煙活動の把握や放熱率を明らかにするために、新燃岳火口近傍の映像取得を行った。新燃岳南方約8 kmに定点を設け、カメラインターバル撮影やビデオカメラによる可視映像とともに熱赤外映像を取得した。これらによって詳細な噴煙の噴出状況を捉えている。

降灰調査： 噴火による火山灰移送の理解と降灰予測の高度化に向けて、その検証データを取得する目的で降灰調査も並行して行った。映像データにより噴煙活動を把握しながら、個々の噴火に対応する降灰状況の把握を目指した。冬季の風下にあたる新燃岳南東方に定点を設け定期的に試料採取するとともに、一部の噴火に関しては、高時間分解能での降灰直接採取を行っている。

本発表では、これらの観測結果について報告する予定である。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 噴煙観測, 降灰調査

Keywords: kirishima volcano, Shinmoe-dake, visual observation, ash fall sampling

SVC070-P20

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳 2011年1月28日以降の降下テフラ

### Fallout tephra of the eruption of Shinmoedake in Kirishima Volcanoes after January 28th, 2011

及川輝樹<sup>1\*</sup>, 古川 竜太<sup>1</sup>, 中野 俊<sup>1</sup>, 下司 信夫<sup>1</sup>, 西来 邦章<sup>1</sup>, 三輪 学央<sup>2</sup>, 篠原 宏志<sup>1</sup>, 星住 英夫<sup>1</sup>, 東宮 昭彦<sup>1</sup>, 田中 明子<sup>1</sup>  
Teruki Oikawa<sup>1\*</sup>, Ryuta FURUKAWA<sup>1</sup>, Shun Nakano<sup>1</sup>, Nobuo Geshi<sup>1</sup>, Kuniaki Nishiki<sup>1</sup>, Takahiro Miwa<sup>2</sup>, Hiroshi Shinohara<sup>1</sup>,  
Hideo Hoshizumi<sup>1</sup>, Akihiko Tomiya<sup>1</sup>, Akiko Tanaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所・地質情報, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科

<sup>1</sup> AIST, Geological Survey of Japan, <sup>2</sup> Graduate School of Science, Tohoku Univ

霧島火山群に属する新燃岳は2011年1月26日から27日にかけて噴出量1千万tonオーダの軽石噴火を行なった(産総研HP <http://www.gsj.jp/kazan/kirishima2011/>)。その後、1月28日から1月29日にかけて連続的に火山灰を放出する活動を行ない、高原町を中心とする地域に火山灰を降下させた。1月29日以降は、2月3日ごろまでは爆発的な噴火が度々発生し火山礫を伴う火山灰の放出が続いた。しかし、2月4日以降の噴火頻度は徐々に少なくなり、3月以降の顕著な噴火の頻度は週に1~2回程度となっている。

我々は、1月28日以降に宮崎県高原町周辺に降下した降下火山灰の噴出物の調査を2月7-9日において行なった。この地域には27日までの降下軽石は1 kg/m<sup>2</sup>以上降下していない。1月28日以降に高原町周辺に降下した火山灰は、礫サイズの緻密な岩片が混じる火山灰からなる。火口から9 km以内では1 cm以上の岩片を含む。1 kg/m<sup>2</sup>, 2 kg/m<sup>2</sup>及び5 kg/m<sup>2</sup>の等層厚線を基にHayakawa(1985)の簡便法を用いて噴出量を求めると、総噴出量(重量)は約200万tonである。聞き取り調査によると火口から南東方向へも28日以降も降灰があったことから、実際の総噴出量は200万tonより多い。

2月24日以降は、宮崎県都城市、高原町の協力を得て、それらの地域内の21ヶ所において降灰量調査を行っている。また、3月9日からは鹿児島県霧島市の協力を得てさらに5ヶ所の地点における降灰量調査が開始され、毎週の降灰量が観測できる態勢となった。今後、霧島ジオパークのネットワークを使い、宮崎県小林市、えびの市の協力を得て、観測点を充実させていく。発表では、これらの結果も紹介する。

文献: Hayakawa (1985) Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo, 60, 507-592.

キーワード: 新燃岳, 霧島, 九州, 噴火, テフラ, 火山灰

Keywords: Shinmoedake, Kirishima, Kyushu, eruption, tephra, volcanic ash

## RADARSAT-2 データを用いた 2011 年霧島山 (新燃岳) 噴火による火山噴出物の分布解析

### Distribution analysis of pyroclastic deposits on 2011 eruption of Shinmoedake Volcano, Kirishima Volcanic Group, using

佐々木 寿<sup>1\*</sup>, 阪上 雅之<sup>1</sup>, 佐藤 匠<sup>1</sup>, 藤原 伸也<sup>1</sup>, 曾我 智彦<sup>1</sup>, 本田 謙一<sup>1</sup>, 原口 正道<sup>1</sup>, 春日 明子<sup>2</sup>, 村木 広和<sup>2</sup>, 入部 紘一<sup>2</sup>  
Hisashi Sasaki<sup>1\*</sup>, Masayuki Sakagami<sup>1</sup>, Takumi Sato<sup>1</sup>, Shinya Fujiwara<sup>1</sup>, Tomohiko Soga<sup>1</sup>, Kenichi Honda<sup>1</sup>, Masamichi Haraguchi<sup>1</sup>,  
akiko kasuga<sup>2</sup>, HIROKAZU MURAKI<sup>2</sup>, Koichi Iribe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 国際航業株式会社, <sup>2</sup> 株式会社イメージワン

<sup>1</sup>Kokusai Kogyo Co., Ltd., <sup>2</sup>ImageONE Co., Ltd.

#### 1. はじめに

宮崎県と鹿児島県の県境に位置する霧島火山群の新燃岳は、2011年に1月19日に小規模噴火を起こした後、1月26日に再び噴火した。一般的に火山噴火時は、上空を航空機が飛ぶことができず、垂直写真の撮影が不可能である。また、撮影できた場合でも、噴煙等が映るため、地表付近の情報を得ることは難しい。合成開口レーダー (SAR) は、昼夜の区別なく、雲や雨等の天候や噴煙にもほとんど影響されない全天候型のセンサーであり、火山噴火時の地表付近の情報を得ることができる。本研究では RADARSAT-2 を用いた火山噴火のモニタリングの可能性について検討を行った。

#### 2. 変化抽出画像を用いた解析

新燃岳周辺では、RADARSAT-2 によって 2009 年 8 月に観測された Multi-look Fine の 8m 分解能のデータがある。この SAR データと同じ軌道、同じ入射角程度の新規観測を計画し、2011 年 2 月 2 日に観測を行った。噴火前と噴火後の SAR データを重ねることで生成された変化抽出画像をオルソ補正し、重ね合わせを行った (図 1)。赤色は噴火前のマイクロ波散乱強度 (db 値) が高く、水色 (緑+青) は噴火後のマイクロ波散乱強度がより高いことを表している。

新燃岳の火口から東南方向に扇状の特徴的なパターンを確認できる。パターンは、青みのみならず赤みを帯びている。これは地表が火山灰で被覆されているためマイクロ波が鏡面反射し、噴火前に比べ、後方散乱成分が著しく低下していることに起因するものと解釈される。

噴火前後の SAR データを比較検討することで、火山灰の降灰や土石流発生による地表面形状の変化 (マイクロ波散乱強度の変化) を広域・面的にモニタリングすることが可能である。

#### 3. フル偏波データを用いた解析

RADARSAT-2 は、水平偏波 (H) と垂直偏波 (V) の組み合わせで送受信することにより、フル偏波 4 チャンネル (HH, HV, VH, VV) で観測可能である。取得した新燃岳周辺のフル偏波データ (Fine Quad-Polarimetry) にポーラリメトリを適用し、地表面の形状把握を試みた。ここでは 2011 年 2 月 7 日に取得されたフル偏波データにパウリ分解法を適用した。図 2 にパウリ画像を示す。赤色は地面と建物等の二面構造により引き起こされる二回反射の過程 (二回散乱)、緑色はランダムに向いた線状の集合から引き起こされる散乱過程 (体積散乱)、青色は地面などの表面で引き起こされる一回反射の散乱過程 (表面散乱) を表している。新燃岳の東方~南東方向および御鉢の山頂付近は他の山と異なり、表面散乱が支配的である。これらの場所は山肌が露出している、または降灰により山肌が被覆され比較的滑らかな地表面となったなどの理由が考えられる。今後、他のデータや現地調査などにより検証が必要である。

変化抽出画像は複数時期の観測を必要とするが、フル偏波データは一時期観測から情報量が多い解析画像を作成できることが特徴である。また、複数時期の観測により散乱過程の変化をモニタリングすることも可能である。

#### 4. まとめ

火山モニタリングの手法としては干渉 SAR が良く用いられているが、本研究で示したように、変化抽出図やフル偏波の解析結果も高いポテンシャルを有する。全天候型センサーである SAR を活用することで、航空規制時や天候悪化時にも火山周辺のモニタリングの実施が可能であると考えられる。

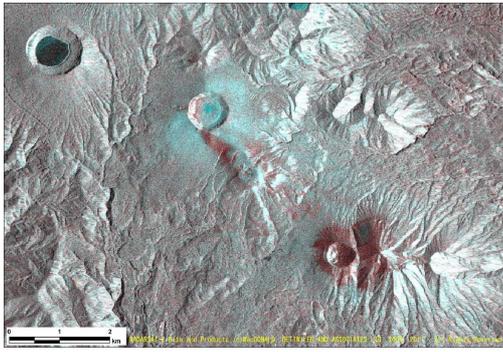


図1 変化抽出図

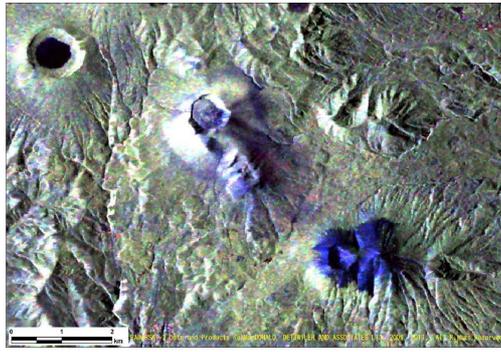


図2 パウリ画像

キーワード: 新燃岳, RADARSAT-2, 合成開口レーダ, 火山噴火, 火山噴出物, モニタリング  
Keywords: Shinmoedake, RADARSAT-2, SAR, volcanic eruption, pyroclastic deposit, monitoring

SVC070-P22

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 簡易な降灰分布推定手法による2011年1月霧島山(新燃岳)噴火に伴う降灰範囲の推定

### Simple approximation method for prompt recognition of ash fall distribution: A case study at Shinmoe-dake Volcano

木佐 洋志<sup>1\*</sup>, 山越 隆雄<sup>1</sup>, 石塚忠範<sup>1</sup>, 瀧口茂隆<sup>2</sup>, 田島 靖久<sup>3</sup>

Hiroshi Kisa<sup>1\*</sup>, Takao Yamakoshi<sup>1</sup>, Tadanori Ishizuka<sup>1</sup>, Shigetaka Takiguchi<sup>2</sup>, Yasuhisa Tajima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(独)土木研究所, <sup>2</sup>国土交通省, <sup>3</sup>日本工営(株)

<sup>1</sup>Public Works Research Institute, <sup>2</sup>Ministry of Land, Infrastructure, Transport, <sup>3</sup>NIPPON KOEI CO., LTD.

一般的に、火山噴火等により火山灰等の堆積物が厚く堆積した渓流においては、通常よりも小規模の降雨においても土石流が発生する危険度が高まるとされている(山越、松岡他、2010)。

そのため、噴火後には火山周辺の渓流における降灰分布を迅速にかつ安全に把握する必要がある。しかしながら、火山噴火活動が激化した場合や、降灰後の最初の降雨までの期間がほとんどない場合においては、従来の現地調査を主体とする方法では、安全性、迅速性が確保されるとは限らない。

そこで、現地調査等により得られる少ない観測点数を用いて、面積と堆積厚の関係の経験則(早川、1985)にもとづき、降灰がより厚い火口周辺～山間部における降灰分布を推定する簡易な降灰分布推定手法を提案するとともに、新燃岳2011年1月の噴火に適用した結果を報告する。

キーワード: 降灰分布の推定, 等層厚線, 少ない観測点, 霧島山(新燃岳)

Keywords: prompt recognition of ash fall distribution, isopachs, Shinmoe-dake

## MODIS とサイマルキャスト・ビューアを用いた霧島新燃岳噴火の観測 Analysis of explosive eruption of Kirishima-Shinmoedake volcano using MODIS and Simulcast Viewer

原田 一平<sup>1\*</sup>, 朴 鍾杰<sup>1</sup>, Zhang Xiangguang<sup>1</sup>, 浅沼 市男<sup>1</sup>, 木下 紀正<sup>2</sup>  
Ipppei Harada<sup>1\*</sup>, Jonggeol Park<sup>1</sup>, Xiangguang Zhang<sup>1</sup>, Ichio Asanuma<sup>1</sup>, Kisei Kinoshita<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京情報大学, <sup>2</sup> 鹿児島大学

<sup>1</sup>Tokyo University of Information Sciences, <sup>2</sup>Kagoshima University

2011年1月26日に宮崎県、鹿児島県境の霧島新燃岳(1421m)で約半世紀ぶりに爆発的噴火を起こした。気象庁によると爆発的噴火は、1959年以来で、1月27日には上空3000mの高さまで噴煙を上げて太陽を遮り、一連の噴火活動が始まった1月26日から1週間で8回の爆発的噴火が起こった(気象庁2011)。風下の地域では噴石や火山灰により、住民生活や農作物への影響が拡大しており、降雨時には土石流や泥流による二次災害を引き起こす可能性があるため、霧島新燃岳噴火の実態を時系列で把握することは重要である。MODISは解像度が500mと低いが、Terra/MODISおよびAqua/MODISはそれぞれ1日に2回もしくは3回のデータを取得しており、広範囲に影響を及ぼす火山灰のモニタリングは時間分解能が高いMODISデータが有効である。また、熱赤外画像(解像度1km)は、日中だけでなく夜間のデータを取得しており、噴火による火山灰の把握が可能である(Watson et al, 2004; Kinoshita et al, 2001, 2003)。そこで、本研究では東京情報大学が運用する3つの地上局(オホーツクキャンパス、千葉キャンパス、宮古島農場)から、リアルタイムで受信されたサイマルキャスト・ビューア(Simulcast Viewer)とMODIS衛星画像を用いた新燃岳の噴火活動をモニタリングすることを目的とする。

東京情報大学では千葉市にあるキャンパスに地上受信局を2000年に設置し、米国航空宇宙局(NASA)が1999年12月に打ち上げた地球観測衛星EOS AM-1(Terra)に搭載されたModerate Resolution Imaging Spectroradiometer(MODIS)センサのデータの定常的受信に、2000年11月18日に成功し、継続的に衛星データを直接受信してきた。東京農業大学オホーツクキャンパス(網走市、2008年12月設置)及び東京農業大学宮古亜熱帯農場(宮古島市、2009年6月設置)に地上局を整備し、西部ベーリング海からフィリピン全域を含む南シナ海までの陸圏及び水圏の環境変化をリアルタイムで取得・処理している。

本研究では3つの地上局で受信したTerra/MODISおよびAqua/MODISのMOD02、MOD03を使用して幾何補正を行い、爆発的噴火が起こった2011年1月26日から2月4日までの日中および夜間のデータ(101シーン(オホーツクキャンパス)、78シーン(千葉キャンパス)、73シーン(宮古島農場))計252シーンを使用した。熱赤外域のBand28、Band29、Band30、Band31、Band32を用いて、Aerosol Vapor Index(AVI)を算出することにより爆発噴煙などの火山灰煙の検出が可能となり(Kinoshita et al, 2001, 2003)、日中だけでなく夜間の噴火活動のモニタリングが可能となる。また、東京情報大学では衛星飛来時に地上局において受信したデータを受信と同時に配信するサイマルキャスト・サービス(同時伝送サービス)の機能の整備を進めてきた。このサイマルキャスト・サービスは、米国航空宇宙局(NASA)が開発したプログラムであり、衛星観測データを世界中のどこにいても、インターネットを利用し、サイマルキャスト・ダウンストリーム・サーバーを経由し、衛星飛来時に同時観測を実現したプログラムである。気象庁によると1月26日15時半頃から噴火の規模が大きくなり、19時頃には上空2000mの高さまで噴煙が上がり南東へ流れたと報告している(気象庁2011)。Aqua/MODISの夜間熱赤外画像(1月26日22:00 JST)からAVIを算出した結果、霧島新燃岳噴火口から南東方向約750kmまで噴煙が拡散していることを確認した。

### 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金(私立大学戦略的研究基盤形成支援事業「アジア東岸域の環境圏とそれに依存する経済・社会圏の持続的発展のための総合研究」課題番号20241009)の助成を得た。

### <参考文献>

- K. Kinoshita ed., Flow and Dispersion of Volcanic Clouds, 110p, Kagoshima University, 2001.
- K. Kinoshita, C. Kanagaki, N. Iino, M. Koyamada, A. Terada, A. Tupper, Volcanic plumes at Miyakejima observed from satellites and from the ground, Proceedings of SPIE, Vol.4891, 227-236, 2003.
- I. M. Watson, V. J. Realmuto, W. I. Rose, A. J. Prata, G. J. S. Bluth, Y. Gu, T. Yu, Thermal infrared remote sensing of volcanic emissions using the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS), Journal of volcanology and geothermal research, Vol.135, 75-89, 2004.

キーワード: Terra/MODIS, Aqua/MODIS, 火山煤煙, Aerosol Vapor Index, モニタリング  
Keywords: Terra/MODIS, Aqua/MODIS, volcanic ash, Aerosol Vapor Index, monitoring

SVC070-P24

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 2011年霧島山(新燃岳)噴火における衛星画像を用いた火山灰堆積範囲の検討 The range of volcanic deposit from the eruption of the 2011 eruption of Shinmoe - dake detected by satellite imagery

中野 陽子<sup>1\*</sup>, 清水武志<sup>1</sup>, 山越隆雄<sup>1</sup>, 石塚忠範<sup>1</sup>, 木佐洋志<sup>1</sup>  
youko nakano<sup>1\*</sup>, takeshi shimizu<sup>1</sup>, takao yamakoshi<sup>1</sup>, tadanori ishiduka<sup>1</sup>, hiroshi kisa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人土木研究所

<sup>1</sup>Public Works Research Institute

降灰が厚く堆積した範囲で土石流が頻発するといわれている。ゆえに火砕物の堆積範囲を把握することは、土砂移動による二次災害を防ぐために重要である。しかしながら、噴火中の火山山体に近づいての調査は危険であるため、衛星リモートセンシング技術の活用が有効である。本検討では、2011年1月に噴火した霧島山(新燃岳)において撮像された衛星画像(ALOSのAVNIR-2とPALSAR、MODIS)を用い、降灰状況を時系列的に整理し、火砕物の堆積範囲を把握することが可能であったか検証した。

光学画像であるAvnir-2、MODISの雲や噴煙等の影響の少ない画像を整理し、降灰範囲を推定した。噴火時期と画像取得時期との時間経過による降灰範囲判読性の整理を行った。また、合成開口レーダ画像であるPALSAR画像により推定される降灰範囲を算出した。合成開口レーダ画像においても、降灰範囲との相似する形状を取得することが可能であった。光学及びSAR衛星画像から判読される降灰範囲の推移は、現地調査結果と整合的であった。

キーワード: 火山灰, 衛星, 合成開口レーダ

Keywords: Volcanic ash, Satellite, Synthetic Aperture Radar

SVC070-P25

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## TEPHRA2 による霧島火山新燃岳の降灰シミュレーション Tephra fallout simulation of Kirishima Volcanoes, Shinmoedake using TEPHRA2

稲倉 寛仁<sup>1\*</sup>, 西園幸久<sup>1</sup>, 椎原美紀<sup>1</sup>, チャールス・B・コナー<sup>2</sup>, ローラ・J・コナー<sup>2</sup>, 清杉孝司<sup>2</sup>, 小林哲夫<sup>3</sup>  
Hirohito Inakura<sup>1\*</sup>, Yukihisa Nishizono<sup>1</sup>, Miki Shiihara<sup>1</sup>, Charles B. Connor<sup>2</sup>, Laura J. Connor<sup>2</sup>, Koji Kiyosugi<sup>2</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 西日本技術開発株式会社, <sup>2</sup> 南フロリダ大学, <sup>3</sup> 鹿児島大学

<sup>1</sup>WJEC, <sup>2</sup>USF, <sup>3</sup>Kagoshima Univ.

霧島火山新燃岳は、2011年1月26日以降噴火活動が本格化し、新燃岳南東側の宮崎県南部の広範囲で降灰が見られ、道路・鉄道・航空などに様々な影響が出ている。新燃岳の活動については、火山噴火予知連絡会が2月3日、「活発な噴火活動が続いており、現在と同程度の溶岩を吹き飛ばす爆発的な噴火を繰り返すと考えられる」との見解を発表した。噴火が長期化した場合、噴火当初の冬期と風の条件が異なる夏期になれば、現在降灰が記録されていない地域においても降灰が十分考えられ、また、梅雨や台風の磁気近年多くの被害を出している局地的豪雨などが発生した場合には、火山泥流の発生も懸念される。このため、過去の風のデータをもとに、様々な風の条件下での降灰領域を想定することが防災上重要となる。そこで、本報告では、TEPHRA2による降灰シミュレーションにより、今回と同規模な噴火を想定して様々な風の条件下で降灰分布を計算した結果を報告する。

TEPHRA2は移流拡散数値モデル(Bonadonna et al., 2005)に基づいた降灰シミュレーションであり、南フロリダ大学のサイト(<http://www.cas.usf.edu/~connor/vg@usf/tephra.html>)よりダウンロードすることができる。計算の際には大きく分けて、噴火パラメータ、粒子パラメータ、大気パラメータ、グリッドパラメータの4つのパラメータが必要となる。噴火パラメータは、噴火の基本的な情報であり、火山の火口位置(m; UTM座標系)、総噴出物量(kg)、粒子サイズ分布(最小粒径、最大粒径、平均粒径、分散)、火口標高(m)、噴煙高度(m)からなる。粒子パラメータは、噴出物の基本的な情報であり、落下時間閾値、拡散係数、岩片の見かけ密度( $g/cm^3$ )、軽石の見かけ密度( $g/cm^3$ )からなる。大気パラメータは、高度別の風向(°)・風速(m/s)からなるウィンドプロファイルであり、降灰領域に最も影響を与える。グリッドパラメータは、降灰地と想定され範囲の地形のデータであり、位置データ(m; UTM座標系)を持った標高データ(m)からなる。計算結果として、グリッドごとに単位面積あたりの降灰量( $kg/m^2$ )とその粒度組成が得られる。

噴出物量、噴煙柱高度等のシミュレーションのパラメータは、各研究機関が発表している噴火の情報とフィールドで採取したサンプルの情報をもとに設定した。また、降灰領域に最も影響を与える風のデータについては、霧島火山に最も近い気象庁鹿児島観測所のデータを使用した。使用した風のデータは以下のとおりである。

- (1) 噴火当日(2011年1月26日午前9時)のデータ
- (2) 1991年から2000年までの過去10年間のデータに基づく各月午前9時の平均データ
- (3) 1988年から2010年までの過去22年間の2月の午前9時と午後3時のデータ(合計1,214ファイル)
- (4) (3)と同期間の8月の午前9時と午後3時のデータ(合計1,302ファイル)

これらをもとに、まず噴火当日の風のデータ(1)を用いて設定した他のパラメータを検証し、降灰の再現性を確認した。次に平均の風のデータ(2)による各月の降灰領域の計算を行った。これらの計算結果は、基本的には設定してひとつのパラメータセットに対するものであり、将来の噴火が同じ条件で起こる可能性は低い。こうしたパラメータの不確かさを補完する方法としては確率論的手法が有効であり、他の降灰リスク評価の事例でも多く利用されている。降灰領域は特に風による影響が大きく、これらの事例では多量の風のデータを用いて検討を行っている。そこで最後に大量の風のデータ(3)(4)および噴煙柱高度をランダムに抽出し、繰り返し計算を実施することにより降灰量の確率的な予測も実施した。

キーワード: 霧島火山, 新燃岳, 降灰, シミュレーション, TEPHRA2

Keywords: Kirishima Volcanoes, Shinmoedake, tephra fallout, simulation, TEPHRA2

SVC070-P26

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 高高度レーザ計測による新燃岳火口縁での地形変化量計測 High Altitude airborne LiDAR at south east edge of Shinmoedake-crater in Kirishima Volcano, Japan

千葉 達朗<sup>1</sup>, 井上 武士<sup>1\*</sup>  
Tatsuro Chiba<sup>1</sup>, Takeshi Inoue<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> アジア航測株式会社

<sup>1</sup> Asia Air Survey co., Ltd.

### 1. はじめに

一般に、火山噴火の推移を把握するには、噴出物の噴出量の変化を計測することが重要である。新燃岳の2011年噴火でも、火口内部の溶岩体積や、2kmより遠方の降灰量については、さまざまな機関によって計測が行われたが、火口の縁のすぐ外側の堆積厚さについては、有効な計測手段がなく、データの空白状態が続いていた。航空レーザ計測は、このような目的の計測に最適な手法のひとつであるが、噴煙が高度数千mに達する爆発的な噴火が数日~10日おきに発生する状況であり、対地高度1000m程度の火口上空の計測は極めて危険で不可能であった。

### 2. 計測

そこで、危険な火口から水平距離で2kmはなれた上空から、高高度斜めレーザ計測を行ったので、その結果を報告する。このような、レーザ計測は、初めての試みである。2011年2月26日は、測定の対象とした火口の南東側が風上で、上空6000mまで雲がなく、火口の噴煙も少ないという気象条件であった。

この計測は、気象庁からの要請を受けてアジア航測が自主的に実施した。なお、比較用の噴火前地形データについては、宮崎県側については国土交通省宮崎河川国道事務所、鹿児島県側については鹿児島県土木部より提供を受けた。ここに記して感謝申し上げる。計測条件は以下の通り。

- 1) 計測月日 2011年2月26日、計測時刻 10:39-10:41
- 2) 飛行高度 5650m (18,532ft)、対地高度 4483m ~ 5008m (14,704ft ~ 16,426ft)
- 3) スキャン角 ± 25° 飛行速度 70m/s (136kt)、計測コース数 1コース
- 4) デジタルカメラ OL 80%、使機材 固定翼 LASER BIRD 6号機 (ALS60)
- 5) MPiA を使用、計測データ密度 5.0 × 5.0 m/点
- 6) レーザ計測と同時に取得したオルソ画像を撮影した。

### 3. 測定結果

新燃岳噴火では1月26日から27日の噴火により、火口の南東方向に軽石が降下堆積した。オルソフォトでは、その範囲の地表面は明灰色に変化している。その後の爆発的な噴火による細粒暗色の火山灰はその上を覆うように堆積している。降灰の軸はやや北側に偏っている。火口近くには多数のインパクトクレーターが見られ、その周囲には、飛び散った軽石による灰色のスポットが判読できる。また、新燃岳火口の南側（鹿児島県側）の谷筋では、2次的な土砂移動の痕跡が判読できる。新燃岳火口から南東側に伸びる領域は、レーザの反射率が著しく、5m四方から全く反射がなかった地点が多い。このような、レーザの反射強度が低いもしくは反射が検出できなかった地点は、これまでに明らかにされている、降下火山灰堆積域とおおむね一致する。黒色火山灰の反射率が著しく低く、レーザパルスを反射しなかったものと考えられる。また、新燃岳の東方約2kmに位置する矢岳の北に延びる尾根では、新燃岳に面した西斜面と反対側の東斜面で極端に反射率が異なり、西よりの風で運搬された低い噴煙からもたらされた火山灰の堆積状況を示す可能性がある。

### 4. 地形変化量

噴火前の地形データとの差分計算結果のうち中央部付近の拡大図を作成した。このデータは、噴火前が樹木を取り除く処理をしたDEMデータ、噴火後の高高度レーザ計測は樹木などを含んだDSMデータである。5mに1点程度と計測密度が低いので、樹木のデータを取り除くことは難しい。

しかし、噴火前・噴火後とも、植生で覆われていない範囲で、地形変化量が1m以上の値をとった場合は、今回の噴火による地形変化とみなして問題ない。

その結果、新燃岳火口縁南側で10m前後（最大12m）、火口縁東方向で4mと求められた。なお、理論的な測定誤差は±約50cm程度である。

キーワード: 航空レーザ計測, 噴出量計測, レーザー, 降下火砕物

Keywords: Airborne LiDAR, volumetry, Laser, airfall

SVC070-P27

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島山（新燃岳）噴火後に発生した土砂移動現象について

## Secondary sediment movement phenomena observed after the 2011 eruption of Mt. Kirishima

山越 隆雄<sup>1\*</sup>, 木佐洋志<sup>1</sup>, 石塚忠範<sup>1</sup>

Takao Yamakoshi<sup>1\*</sup>, Hiroshi Kisa<sup>1</sup>, Tadanori Ishiduka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 土木研究所

<sup>1</sup>Public Works Research Institute

2011年霧島山（新燃岳）噴火の結果、新燃岳の南東方向に火山灰が厚く堆積した。噴火後何回かの雨が降った後の2月18日のヘリ調査では、火山灰が厚く堆積していると考えられる高千穂岳南側斜面の荒川内川、荒襲川上流域に二次的な土砂移動の痕跡が認められたことから、堆積物を現地で確認した。

規模は小さく、土砂量等は不明であるが、堆積物の先端は、標高1,000m付近に達し、過去の軽石や溶岩片が堆積するガレ場上で停止していた。堆積物は、主に粗砂、細礫の土砂で構成され、表面に軽石が目立つものの、その下部については、特に目立った層構造は見えなかった。一方、先端部の形状が舌状を呈し、土砂が通過した両側に、土石流堤防の形成が見られる等、堆積物の形状としては、土石流堆積物の特徴を有していることから、ここで確認された土砂移動現象は、小規模ながら土石流であったと推定される。なお、土石流であるにせよ、勾配が急な斜面（約30°）で停止している。これは、今後の調査結果にもよるが、一般的に考えられることとしては、渓床の透水性が高いために土石流内の水が失われたからではないかと考えられる。最後に、ガレ場から下流では、両側に接続する斜面からの土砂流出の痕跡が認められはしたが、上流からの土砂が流下した痕跡は認められなかった。

キーワード: 土石流, 火山灰

Keywords: debris flow, volcanic ash

SVC070-P28

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島山(新燃岳)2011年噴火に関する合成開口レーダー解析 SAR data analysis for 2011 Kirishima-yama (Shinmoe-dake) eruption

小澤 拓<sup>1\*</sup>

Taku Ozawa<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup> NIED, Japan

Volcanic eruption of Shinmoe-dake, Kirishima-yama, began in January 2011. To investigate volcanic activity of Kirishima-yama, we analyzed satellite synthetic aperture radar (SAR). First, we investigated temporal change of the crater from SAR images. PALSAR image of January 27 showed that the crater lake had disappeared, and lava was identified in PALSAR data of January 29. It rapidly grew until January 31, its extrusion rate was estimated to  $7.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{day}$ . After that, it seems that volume change of lava was negligible but that surface configuration of lava changed associated with eruptions. Next, we investigated crustal deformation applying Interferometric SAR technique (InSAR). Slant-range shortening indicating the inflation in the west of Kirishima-yama was detected from ascending and descending interferograms for pre-eruption period, and it changed to slant-range extension indicating deflation in the co-eruption period. Their results corresponded to results of GPS observations. After February 1, significant deformation was not detected. In the ascending interferogram generated from 2008/2/12 and 2011/2/20 PALSAR data, 12cm slant-range shortening was found in the southeast of Shinmoe-dake. Its area corresponds to the area where volcanic ash accumulated thickly. So we assume that its slant-range change was due to accumulation of volcanic ash, and we estimate its thickness. Estimated thickness was in good agreement with result of field investigation of volcanic ash by NIED and ERI, the University of Tokyo.

キーワード: 合成開口レーダー, 霧島山, 噴火, 溶岩, 地殻変動, 火山灰

Keywords: SAR, Kirishima-yama, eruption, lava, deformation, volcanic ash

SVC070-P29

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 「だいち」が捉えた2011霧島新燃岳の噴火経過 The Eruption Activity in 2011 at Kirishimayama Shinmoedake volcano revealed by ALOS

安藤 忍<sup>1\*</sup>, 桜井利幸<sup>2</sup>, 藤原 善明<sup>2</sup>, 福井 敬一<sup>1</sup>  
Shinobu Ando<sup>1\*</sup>, Toshiyuki Sakurai<sup>2</sup>, Yoshiaki Fujiwara<sup>2</sup>, Keiichi Fukui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所, <sup>2</sup> 気象庁火山課

<sup>1</sup>MRI, <sup>2</sup>Volc,JMA

宮崎県と鹿児島県境に位置する霧島新燃岳で、2011年1月19日から始まった噴火は26日には大量の降灰や噴石を伴う中規模噴火となり、噴火警戒レベルが2から3に引き上げられた。最初の噴火形態は水蒸気爆発が主体であったが、次第にマグマ噴火へ移行し、28日の上空からの観測では山頂火口内に溶岩ドームが確認された。その後も活動は継続しており、警戒区域は火口から4 kmの範囲に設定されている(3月1日現在)。

陸域観測衛星だいち(ALOS)には、Lバンド波長帯をもつPALSARが搭載されている。PALSARはその波長の性質から悪天候や昼夜の区別なく地表観測することが可能である。通常、噴火活動が活発になると噴煙の影響により、火口内の目視観測は困難になるが、SAR衛星の場合は雲や噴煙を透過して対象物の情報を得ることが可能なため、活火山における活動推移の把握に非常に有効な手段のひとつである。

気象研究所では、霧島新燃岳の噴火前後におけるSAR強度画像の比較解析を行った。その結果、27日夜の北行軌道からの解析結果では、従来存在していた火口湖は消滅し、火口内中央部に溶岩ドームの存在が確認された。この時点における衛星画像解析からの大きさは最大100m四方であったが、29日夜には火口内に直径500m程度の溶岩が蓄積されていることが確認された。また、翌30日午前の南行軌道からの解析結果でも同程度の大きさの溶岩蓄積が確認された。その後、新燃岳山頂火口では爆発的噴火が複数回発生しているが2月26日までのだいち/PALSARによる解析では、火口内の溶岩量に大きな変化は認められていない。本発表では光学センサを用いた解析結果と併せて報告する。

本解析で用いたPALSARデータの一部は、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験(火山WG)に基づいて観測・提供されたものである。また、一部はPIXELで共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。PALSARに関する原初データの所有権は経済産業省およびJAXAにある。なお解析には、宇宙航空研究開発機構の島田政信氏により開発されたSIGMA-SARを使用させていただいた。また、干渉画像の描画についてはGMTを用い、その方法について北海道大学の奥山哲氏およびJAXAの宮城洋介氏に多くの助言を頂いた。ここに記してお礼申し上げます。

キーワード: だいち, 霧島新燃岳, 合成開口レーダ, マイクロセンサ, 光学センサ

Keywords: ALOS, Kirishima Shinmoedake, SAR, PALSAR, AVNIR-2

SVC070-P30

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 水準測量による霧島山の変動 - 1968 ~ 2011 - Elevation change detected with Levellings at Mt. Kirisimayama between 1968 and 2011

森 濟<sup>1\*</sup>, 小山 悦郎<sup>2</sup>, 大島 弘光<sup>1</sup>, 鈴木 敦生<sup>1</sup>, 前川 徳光<sup>1</sup>, 森 貴章<sup>1</sup>, 松本 征海<sup>1</sup>

Hitoshi, Y. Mori<sup>1\*</sup>, Etsuro Koyama<sup>2</sup>, Hiromitsu Oshima<sup>1</sup>, Atsuo Suzuki<sup>1</sup>, Tokumitsu Maekawa<sup>1</sup>, Takaaki Mori<sup>1</sup>, Masami Matsumoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学大学院地震火山研究観測センター, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup> ISV, Faculty of Science, Hokkaido Univ., <sup>2</sup> ERI, Tokyo Univ.

1968年に東京大学地震研究所が設置したえびの市飯野からえびの高原に至る水準ルート及び1991年に同所が設置したえびの高原内の水準ルートの再測を、2011年2月に行った。前者は、GPS及びSARから推定される深部圧力源の近傍を通過しており、噴火に伴う変動の影響が予測された。

前者は、43年ぶりの測量であったため、ほとんどの水準点が亡失しており、発見できたのは、ルートの始まりのえびの市の2点(KVO010, KVO009)と、ルートの最後の霧島火山観測所の1点(KVO001)の計3点のみであった。KVO009を基準とすると、この間の変動は、山頂部のKVO001で12.82cmの沈降であった。この沈降量は、最近の噴火前後の変動と考えられるSAR及びGPSでとらえられた変動から推定されるKVO001の沈降量よりかなり大きい。

えびの高原の水準ルートの変動は、KVO001を基準として、東に行くほど大きく、1991年からの20年間で最大7.3cmの沈降であった。これは、GPS及びSARから推定される深部圧力源による変動とは逆向きであり、浅部ソースの存在を暗示している。

霧島山の活動は長期化が予測されており、変動も継続すると考えられるので、今後、水準測量を繰り返して変動を追っていく予定である。

キーワード: 霧島山, 水準測量, 地殻変動, 2011

Keywords: Mt. Kirishimayama, levelling, ground deformation, 2011

SVC070-P31

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 火山 GPS 統合解析データに基づく霧島山の変動源モデル Source model for crustal deformation of Kirishima volcano based on GPS Integrated Analysis in Volcanic Region

霧島火山観測解析グループ<sup>1</sup>, 今給黎 哲郎<sup>1\*</sup>

Kirishima Volcano Observation and Analysis Group<sup>1</sup>, Tetsuro Imakiire<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院

<sup>1</sup> GSI of Japan

国土地理院では、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霧島火山の地殻変動を監視している。霧島山を囲む GEONET の基線「えびの」-「牧園」、 「牧園」-「都城 2」, 「都城 2」-「えびの」で、2009 年 12 月頃から伸びの傾向が見られ始め、山体の膨張を示す変動としてその推移に注目し、2010 年 6 月および 10 月の火山噴火予知連絡会にも地殻変動観測結果とそれに基づく変動源モデルを提出して報告した。変動源モデルについては、最初の GEONET 観測点だけに基づくモデルから防災科研、気象庁の観測点も加えた結果でより洗練されたものになり、1 月 26 日の噴火前までの変動からは、韓国岳北西の深い変動源と、新燃岳直下の浅い変動源からなるモデルが作成された。1 月 26 日の本格的マグマ噴火開始以降は、急速な山体収縮を示す地殻変動が観測された。この急速な収縮は 2 月 1 日頃まで続いたが、その収縮量は約 1 年間で膨張した量よりも少なく、推定された収縮量も膨張量より少なかった。「だいち」PALSAR データの干渉解析により 2011 年 1 月噴火の前の膨張期と噴火を挟んだ収縮期に対応する干渉画像からは、これらの変動と整合する地殻変動パターンが確認されている。その後、国土地理院では臨時の観測点も追加して地殻変動の推移を観測しているが、3 月中旬時点までの観測結果によれば、1 月 26 日の噴火以前と同程度の速度で、深い側の変動源が膨張を継続していることが推定される。

### 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。

だいち/PALSAR データの所有権は、経済産業省および宇宙航空研究開発機構にあります。またデータは、国土地理院と宇宙航空研究開発機構との共同研究協定に基づいて、提供を受けたものです。この場を借りて、御礼申し上げます。

キーワード: 霧島火山, 2011 年噴火, 地殻変動, GPS 観測, 変動源モデル, 統合解析

Keywords: Kirishima volcano, 2011 eruption, crustal deformation, GPS observation, source modeling, integrated analysis

SVC070-P32

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島新燃岳噴火後の地殻変動とGPS観測

### Crustal deformation after eruption of Shinmoedake, Kirishima and Continuous GPS Observation

中尾 茂<sup>1\*</sup>, 森田 裕一<sup>2</sup>, 後藤 和彦<sup>1</sup>, 八木原 寛<sup>1</sup>, 平野 舟一郎<sup>1</sup>, 及川 純<sup>2</sup>, 上田 英樹<sup>3</sup>, 小園 誠史<sup>3</sup>, 平田 安廣<sup>2</sup>, 高橋 浩晃<sup>4</sup>, 太田 雄策<sup>5</sup>, 松島 健<sup>6</sup>, 井口 正人<sup>7</sup>

Shigeru Nakao<sup>1\*</sup>, Yuichi Morita<sup>2</sup>, Kazuhiko Goto<sup>1</sup>, Hiroshi Yakiwara<sup>1</sup>, Shuichirou Hirano<sup>1</sup>, Jun Oikawa<sup>2</sup>, Hideki Ueda<sup>3</sup>, Tomofumi Kozono<sup>3</sup>, Yasuhiro Hirata<sup>2</sup>, Hiroaki Takahashi<sup>4</sup>, Yusaku Ohta<sup>5</sup>, Takeshi Matsushima<sup>6</sup>, Masato Iguchi<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 鹿大理工, <sup>2</sup> 東大地震研, <sup>3</sup> 防災科技研, <sup>4</sup> 北大理, <sup>5</sup> 東北大理, <sup>6</sup> 九大理, <sup>7</sup> 京大防災研

<sup>1</sup>GSSE, Kagoshima Univ., <sup>2</sup>ERI, Univ. of Tokyo, <sup>3</sup>NIED, <sup>4</sup>GSS, Hokkaido Univ., <sup>5</sup>GSS, Tohoku Univ., <sup>6</sup>GSS, Kyushu Univ., <sup>7</sup>DPRI, Kyoto Univ.

2011年1月27日に霧島山新燃岳において爆発的噴火が発生した。われわれは噴火以前に4つのGPS連続観測点を設置し、これにあわせて防災科学技術研究所の2点、京都大学防災研究所の1点、さらに国土地理院 GEONET の3点で、観測網を構築していた。噴火後新燃岳周辺の地殻変動を明らかにするために1月29日に MNZS, 1月31日に TKCH, KRNO, さらに2月8日に KRYK と計4点のGPS連続観測点を増設した。それぞれのGPSデータは東京大学地震研究所を經由し、あるいは直接鹿児島大学に1日1回集められ、Bernese GPS Software Ver. 5.0でIGS速報暦を使用して自動的に解析されている。その結果、基線長を計算し、1日1回ホームページに自動でアップしている。

中尾・他(2011)は韓国岳西北西約4kmの深さ9.7kmに噴火時の変動源を推定した。その収縮源をまたぐ基線について、基線長変化を比較した。2010年12月1日から2011年1月25日までと2011年2月1日から3月28日までの2つの期間について、最小二乗法を用いて基線長の変化率を見積もった。噴火時の変動源をはさむ基線について噴火前に比べて噴火後の変化率が減少したという事実はなく、年率4から5cmで噴火後も伸びていることがわかった。また、噴火後に設置した観測点からなる変動源をはさむ基線長についても年率4から6cmで伸びていることが分かった。

以上より、新燃岳の噴火活動は低下したとは言えず、今後マグマの蓄積、移動に起因する地殻変動を注意深く観測する必要がある。

キーワード: 新燃岳, GPS

Keywords: Shinmoedake, GPS

SVC070-P33

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 地殻変動連続観測記録に見られる新燃岳噴火の直前挙動 The preparation stage of the Mt. Shinmoe eruption implied by crustal deformation

大久保 慎人<sup>1\*</sup>, 寺石 眞弘<sup>2</sup>, 山崎 健一<sup>2</sup>, 小松 信太郎<sup>2</sup>, 加納 靖之<sup>2</sup>

Makoto OKUBO<sup>1\*</sup>, Masahiro Teraishi<sup>2</sup>, Ken'ichi Yamazaki<sup>2</sup>, Shintaro Komatsu<sup>2</sup>, Yasuyuki Kano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東濃地震科研, <sup>2</sup> 京都大学防災研究所

<sup>1</sup> TRIES, ADEP, <sup>2</sup> DPRI, Kyoto Univ.

宮崎・鹿児島県境に位置する霧島火山群に属する新燃岳が2011年1月26日15時, 27日2時, 17時に大規模な噴火を起こした。これらの噴火に伴う顕著な地殻変動が約20km離れた京都大学防災研究所伊佐(吉松)観測点で観測された(京都大学防災研究所, 2011)。噴火と同時に現れる地殻変動記録は, 新燃岳山頂直下での収縮を示していると考えられる(噴火予知連拡大幹事会資料, 2011)。26日, 27日以降にも新燃岳は噴火を起こしているが緩やかな変動を示すにとどまっており, 顕著な山頂直下の収縮を示すような変動は見られていない。

著者らは伊佐観測点で得られた噴火直前10時間程度の記録を精査することで, 6~8時間かけて深部のマグマだまりが収縮し, マグマが浅部へと移動する現象を発見した。この現象は, 26日15時の噴火前の微動の活発化(気象庁, 2011)より先行して発生している。このような噴火の先行現象は地殻変動を伴う3回の噴火すべてに見られ, 2011年新燃岳噴火の直前予備段階を表していると考えられる。加えて, 噴火に伴う浅部マグマだまりの収縮の時間変化は各噴火で異なっており, 繰り返し噴火による火道の確立過程を表している可能性もある。このように火山直近で得られる地殻変動連続観測記録には, 深部マグマだまりへのマグマの流入(深部での膨張), 浅部マグマだまりへの移動(深部での収縮+浅部での膨張), 噴火(浅部での収縮), 火道の拡張(浅部での収縮レートの時間変化)といった, 火山噴火のすべての状態が記録されていると考えられる。

発表では, 3回のイベントをひずみ変動源であるマグマの移動と考えることで, ごく単純なモデルを用いてモデル化を行い, 地殻変動の定量的な評価も行う予定である。

謝辞:

観測記録の確認および解析には, 北海道大学の地殻変動データベース(山口・ほか, 2010)を利用した。

キーワード: 新燃岳, 地殻変動連続観測, 直前挙動, 収縮時間

Keywords: Mt. Shinmoe, crustal deformation, preparation stage, contraction duration

SVC070-P34

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 横坑式伸縮計記録を用いた2011年新燃岳噴火に伴う圧力源の位置推定 Locating magma chambers during the 2011 eruptions of Kirishima volcano, southwest Japan, by using strain data obtained i

寺石 眞弘<sup>1\*</sup>, 山崎 健一<sup>1</sup>, 大谷 文夫<sup>1</sup>, 森井 互<sup>1</sup>, 加納 靖之<sup>1</sup>  
Masahiro Teraishi<sup>1\*</sup>, Ken'ichi Yamazaki<sup>1</sup>, Fumio Ohya<sup>1</sup>, Wataru Morii<sup>1</sup>, Yasuyuki Kano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所

<sup>1</sup>DPRI, Kyoto Univ.

霧島連山の新燃岳は2011年1月26日に小規模な噴火が発生し、現在(同年2月2日)まで爆発的噴火を繰り返している。火口の北西18kmにある京都大学防災研究所伊佐観測室の観測坑道には伸縮計3成分と水管傾斜計(3成分)が設置されており、同噴火活動に伴う地殻変動を明瞭に記録している。観測された地殻変動が、深さに対して半径が小さい圧力源により生じたもの(茂木モデル)であると仮定して、伸縮計記録をもとに圧力源の位置の推定を行った。茂木モデルに対する解析解(Yamakawa, 1955)から、歪変化量のtransverseとradial成分の比が、観測点からの距離・圧力源の大きさなどとは無関係に、観測点から圧力源を見込む伏角の関数として決まることがわかる。したがって、一観測点における伸縮計記録から圧力源の方向が推定できる。新燃岳では1991年にも微噴火が起こっているが、このときにも伊佐観測室の伸縮計・傾斜計が地殻変動を捉えており、解析が試みられている(大谷他, 1993年合同大会)。今回は複数回の爆発的噴火のそれぞれに対して圧力源の方向の推定を行なった。1月26日および27日に発生した爆発的噴火に対しては、圧力源の方向は、すべて伊佐観測室からおよそS37度E、伏角25-27度の方向と推定された。GPS等の空間的に高密度なデータに基づくインバージョン結果と比較することで、この結果の精度を確認する予定である。伊佐観測室における歪観測は1987年から継続しており、その間に新燃岳は小規模な噴火を繰り返している。今回の解析により伸縮計記録による圧力源位置推定の精度について肯定的な結果が得られたならば、GPS導入以前の小規模なイベントのメカニズムについて再検討することも可能となると期待できる。なお、本要旨作成時(2011年2月2日時点)では火山活動は終息しておらず、今後の噴火過程がどのように進行するか不明なので、講演では発表時までには得られるデータに対する結果を合わせて示す予定である。

キーワード: 伸縮計, 横坑式地殻変動連続観測, 新燃岳, 霧島連山, 噴火, 茂木モデル

Keywords: extensometer, observation in vaults, Shinmoe-dake, Kirishima Volcano, eruption, Mogi model

SVC070-P35

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 傾斜変動データに基づく2011年新燃岳噴火におけるマグマ噴出率の見積もり Estimation of magma flux during the 2011 eruption of Shinmoedake volcano based on tilt data

小園 誠史<sup>1\*</sup>, 上田 英樹<sup>1</sup>, 小澤 拓<sup>1</sup>, 藤田 英輔<sup>1</sup>, 鷓川 元雄<sup>1</sup>, 棚田 俊收<sup>1</sup>  
Tomofumi Kozono<sup>1\*</sup>, Hideki Ueda<sup>1</sup>, Taku Ozawa<sup>1</sup>, Eisuke Fujita<sup>1</sup>, Motoo Ukawa<sup>1</sup>, Toshikazu Tanada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup> NIED

火山噴火におけるマグマ噴出率は、爆発的・非爆発的などの噴火タイプや噴煙高度などの噴火強度を支配する重要なパラメータである。2011年の霧島山新燃岳噴火においては、1月26, 27日に数回のサブプリニー式噴火、1月28~31日に連続的な溶岩の流出が起こり、噴火のタイプや強度が約1週間以内で急激に変化するという特徴があった。この一連の噴火過程に対応して、防災科研のボアホール式傾斜計による傾斜変動観測によって、地表へのマグマ流出に伴うマグマ溜まりの収縮を捉えることに成功した。そこで本研究では、この傾斜変動データに基づいて、新燃岳噴火における一連の噴火過程に対応してマグマ噴出率がどのように変動していったのかを調べた。

傾斜変動データの解析によって、新燃岳北西の深さ約7kmにおいてマグマ溜まりと考えられる球状の収縮源があることがわかった。また、噴火中においては線形の収縮が観測され、1月26, 27日のサブプリニー式噴火中に3回の急激な収縮、1月28~31日の溶岩流出中に緩やかな収縮が見られた。この傾斜データを基に、それぞれの収縮イベントにおける平均的な収縮率を見積もったところ、1回のサブプリニー式噴火中における収縮率は、溶岩流出期の収縮率より約6~10倍高いことがわかった。ここで、溶岩流出期におけるマグマ噴出率は、SAR解析などによる火口クレーター内の溶岩流成長の観測によって精度よく見積もられている(約50-80m<sup>3</sup>/s)。そこで、このマグマ噴出率に、溶岩流出期に対するサブプリニー式噴火中の収縮率の比を掛けることによって、サブプリニー式噴火時におけるマグマ噴出率を見積もることができる。その結果、3回の収縮イベントに対応して、サブプリニー式噴火中の噴出率が約330-480, 570-820, 450-650 m<sup>3</sup>/sと見積もられた。

見積もられた噴出率と世界中の様々な噴火タイプにおける噴出率のコンパイルデータとの比較を行ったところ、今回の新燃岳噴火におけるサブプリニー式噴火中のマグマ噴出率は、サブプリニー式・プリニー式噴火の噴出率範囲の最小値付近に相当し、一方で溶岩流出期の噴出率は、溶岩ドーム噴火の噴出率範囲の最大値付近に相当することが分かった。このことから今回の新燃岳噴火は、爆発的噴火と非爆発的噴火の間で遷移が生じる臨界の状態で噴火が推移していったことが示唆される。

キーワード: 新燃岳, マグマ噴出率, 傾斜変動, 噴火タイプ, マグマ溜まり

Keywords: Shinmoedake volcano, magma flux, tilt data, eruption style, magma chamber

SVC070-P36

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新燃岳噴火に前駆する傾斜変動について Tilt change preceding the eruption at Shinmoedake Volcano

加藤 幸司<sup>1\*</sup>, 小久保 一哉<sup>2</sup>, 藤原 善明<sup>2</sup>, 松末 伸一<sup>1</sup>  
Koji Kato<sup>1\*</sup>, Kazuya Kokubo<sup>2</sup>, Yoshiaki Fujiwara<sup>2</sup>, Shin'ichi Matsusue<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島地方気象台, <sup>2</sup> 気象庁地震火山部火山課

<sup>1</sup>Japan Meteorological Agency, <sup>2</sup>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、2月上旬以降も、爆発的噴火や噴煙を単発的に噴出する噴火を繰り返している。これらの噴火発生に前駆して顕著な傾斜変動がみられることがある。ここでは、噴火に前駆する傾斜変動の特徴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は、ほとんどが新燃岳火口の南西約3kmの湯之野傾斜計で北西方向の上昇、火口から南南東約3kmの高千穂河原傾斜計では北方向の上昇を示している。したがって、これらの傾斜変動の変動源は、火口直下の等方膨張では説明できない。噴火に前駆する傾斜変動は、2月7日頃までは、噴火発生の数十分～2時間前から始まっていたが、2月11日以降は10～60時間前からと長くなっている。また、噴火に前駆する傾斜変動量は、2月14日頃までは高千穂河原傾斜計で、概ね0.04  $\mu$  rad以下であったが、2月18日以降は0.04～0.14  $\mu$  radと大きくなっている。噴火に前駆する傾斜変動量をその継続時間で割った平均傾斜変動速度は、徐々に小さくなる傾向がみられていたが、2月11日以降はほぼ一定の割合で経過している。噴火に前駆する傾斜変動量と噴火に伴う地震及び空振振幅を比較すると、2月14日までは、傾斜変動量と地震及び空振振幅に明瞭な相関は認められないが、2月18日以降は傾斜変動量が大きくなるにつれて、地震及び空振振幅も大きくなる傾向がみられている。

キーワード: 新燃岳, 傾斜変動

Keywords: Shinmoedake, Tilt Change

SVC070-P37

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 地震計, 傾斜計でみた2011年新燃岳噴火活動 The 2011 Volcanic Activity of Mt. Shinmoe inferred from seismic and tilt data

中道 治久<sup>1</sup>, 寺川 寿子<sup>1\*</sup>, 山中佳子<sup>1</sup>, 吉本昌弘<sup>1</sup>, 上田 英樹<sup>2</sup>, 河野 裕希<sup>2</sup>, 棚田 俊收<sup>2</sup>, 松島 健<sup>3</sup>, 松澤 孝紀<sup>2</sup>, 山崎 文人<sup>1</sup>, 奥田 隆<sup>1</sup>, 堀川 信一郎<sup>1</sup>

Haruhisa Nakamichi<sup>1</sup>, Toshiko Terakawa<sup>1\*</sup>, Yoshiko Yamanaka<sup>1</sup>, Masahiro Yoshimoto<sup>1</sup>, Hideki Ueda<sup>2</sup>, Yuhki Kohn<sup>2</sup>, Toshikazu Tanada<sup>2</sup>, Takeshi Matsushima<sup>3</sup>, Takanori Matsuzawa<sup>2</sup>, Fumito Yamazaki<sup>1</sup>, Takashi Okuda<sup>1</sup>, Shinichiro Horikawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学, <sup>2</sup> 防災科技研究所, <sup>3</sup> 九州大学

<sup>1</sup>Nagoya University, <sup>2</sup>NIED, <sup>3</sup>Kyushu University

### 【はじめに】

名古屋大学では1月30日より新燃岳の東北東でのアレイ観測を開始した。また地震波からマグマの動きを調べる目的で、これらのデータと併せて防災科技研の広帯域地震計、傾斜計、Hi-net 傾斜計および九州大学の広帯域地震計の記録を併せてモニターしている。

### 【アレイ観測】

1月26日からの霧島山新燃岳の本格的なマグマ噴火を受けて、名古屋大学は新燃岳から東北東5kmにある宮崎県小林市夷守台(ひなもり台県民ふれあいの森敷地内)に地震計アレイ設置した。地震計アレイの設置は1月30日に開始し、2月1日に設置完了した。地震計アレイは16台の地震観測点からなり、観測点間隔は50m、アレイ口径400m、アレイ内での地震計の最大高低差は40mである。地震計は2Hz3成分(L22D)である。データロガーHKS-9550にて現地収録をしており、2週間から3週間間隔でデータ回収を進めてきた。爆発地震、火山性微動などが数多く観測されてきた。そこで、相互相関アレイ解析(zero-lag cross-correlation method: Frankel et al., 1997)にて上下動成分を対象に解析を行った。

### 【アレイ解析】

爆発地震のP波初動部分の見かけ速度は4-6km/sで、到来方向はN280°E(N80°W)となった。一方、ひなもり台アレイから新燃岳山頂はN255°E(N105°W)である。爆発地震は新燃岳火口で起こっているのは間違いないと思われるので、爆発地震の波動が新燃岳周辺の地形や速度構造の影響を受けている可能性が高い。そのため、到来方向がN280°E(N80°W)付近の場合は新燃岳火口から波動が来ていると判断した。爆発地震の後続波の到来方向はN280°Eで見かけ速度は1-5km/sであった。見かけ速度が徐々に低下することから実体波から表面波に変化していると言える。次に、2月1日13時からの2月14日15時までのデータについて連続的なアレイ解析を行った。相関値が閾値を超えた場合の到来方向と見かけ速度について1分間の平均値を求めて、プロットして時間変化について調べた。2月1日~2月7日にかけてはどの時間帯でも見かけ速度1.8-2.4km/sで、到来方向がN270°E~N285°Eの波を検出することが出来た。気象庁が火山性微動や低周波地震や爆発地震を報告している時間帯以外においても検出出来ていることから、2月1日~7日においては火口方向から常時の振動現象が起こっていたと思われる。2月8日以降は、相関値が閾値を超える場合が少ないため、特定方向と見かけ速度の波動は存在しなかったといえる。したがって、2月8日以降は火口からの常時振動は無かったと思われる。火山活動の推移と火口からの常時振動については今後の精査が必要であろう。

### 【広帯域および傾斜計データ】

広帯域地震計記録からは水蒸気爆発、プリニー式噴火、ブルカノ式噴火でスペクトルや継続時間に多くの特徴があることがわかった。まだ原因はわからないが長周期の波やステップ状のものが見えることもある。また時々特徴的な長周期の波が長時間継続することがあり、これらと火山活動との関係については今後検討が必要である。

キーワード: 新燃岳, 火山性微動, アレイ解析

Keywords: Mt. Shinmoe, volcanic tremor, Array analysis

SVC070-P38

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 新湯地震計アレイおよび広帯域地震計でみた新燃岳爆発的噴火および火山性微動 Characteristics of eruption and volcanic tremor in Shin-moe crater, Kirishima volcano, Japan based on seismic array

松本 聡<sup>1\*</sup>, 清水 洋<sup>1</sup>, 松島 健<sup>1</sup>, 植平 賢司<sup>1</sup>, 池端 慶<sup>1</sup>, 山下 裕亮<sup>2</sup>, 中元 真美<sup>2</sup>, 宮崎 真大<sup>2</sup>, 千蔵 ひろみ<sup>2</sup>

Satoshi Matsumoto<sup>1\*</sup>, Hiroshi Shimizu<sup>1</sup>, Takeshi Matsushima<sup>1</sup>, Kenji Uehira<sup>1</sup>, Kei Ikehata<sup>1</sup>, Yusuke Yamashita<sup>2</sup>, Manami Nakamoto<sup>2</sup>, Masahiro Miyazaki<sup>2</sup>, Hiromi Chikura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学地震火山センター, <sup>2</sup>九州大学大学院理学府

<sup>1</sup>SEVO, Kyushu University, <sup>2</sup>Graduate School of Science, Kyushu Univ.

2011年1月から活発な噴火活動を継続している霧島・新燃岳の火口から南西約3km離れた新湯温泉近傍に、我々は1月29日から2 Hz3成分地震計25台による地震計アレイ観測を行っている。地震計の間隔は20-40m, サンプル周波数1kHzで現地において連続記録を収録した。本研究では得られた記録のうち、大きな空振によって周辺地域に被害を及ぼした2月1日午前7時54分の爆発的噴火前後のデータを詳しく解析した。地震計記録には爆発に伴う地震動や空振が明瞭に記録されている。アレイ解析から求めた空振の見かけ速度は0.345 km/secで、火口方向から到達していることが明らかになった。また、アレイ近傍に落下した火山弾の到達位置と時間から、火山弾はおよそ0.284km/secの速度で放出されたと見積もられる。さらに、MUSIC spectrum解析に基づいて、地震波のスローネスを詳細に推定した。その結果、空振に先行してスローネス0.28 s/km- 1 s/kmの大きな振動がみられ、空振から見積もられる爆発時間に出た実体波および表面波であると解釈される。また、この爆発時間より前15秒以上前から振幅の小さな振動がいくつも発生し、爆発に至っていることが明らかになった。これらは爆発時の実体波とほぼ同じスローネスを持ち、火口近くの浅部において発生したと考えられる。

また、微動については本研究では得られた記録のうち、顕著な微動として観測されている震動について詳しく解析する。2011年2月2, 3日には振幅の大きい微動が観測されている。これらは数分間の継続時間を持ち、比較的ものクロマティックな振動である。これらを地震計アレイデータでのMUSICスペクトラム解析を通して、振動の発生源の方向特定を試みた。その結果、震動は新燃岳火口方向の浅部から到達している震動が明瞭に検出された。その一方、見かけ速度が速く、方向が火口より北西側から到達している震動も見出された。これは圧力源として地殻変動から見出されている深部マグマだまりと対応している可能性があり、少なくとも2つの震動源が震動を発生していることが明らかになった。

キーワード: 新燃岳, 地震計アレイ, 噴火, 微動

Keywords: Kirishima volcano, seismic array, eruption, volcanic tremor

SVC070-P39

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 2011年霧島山新燃岳噴火活動に伴う地震と微動の高周波振幅を用いた震源決定 Source locations of explosion events and tremor associated with eruptive activity at Kirishima volcanic complex

熊谷 博之<sup>1\*</sup>, 藤田 英輔<sup>1</sup>, 鶴川 元雄<sup>1</sup>, 上田 英樹<sup>1</sup>, 棚田 俊收<sup>1</sup>, 小園 誠史<sup>1</sup>, 汐見 勝彦<sup>1</sup>

Hiroyuki Kumagai<sup>1\*</sup>, Eisuke Fujita<sup>1</sup>, Motoo Ukawa<sup>1</sup>, Hideki Ueda<sup>1</sup>, Toshikazu Tanada<sup>1</sup>, Tomofumi Kozono<sup>1</sup>, Katsuhiko Shiomi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科研

<sup>1</sup> NIED

はじめに: 2011年1月から始まった霧島山新燃岳の噴火活動に伴う地震と微動について、高周波の振幅を用いた震源決定を行った。その結果、爆発的噴火に伴う地震の震源は、概ね火口下の海拔下約5 kmまでに決まった。微動については、火口の直下に決まるものと、海拔下約8 kmまでの深部に決まるものがあることが分かった。

データ: 霧島火山を取り囲むように分布する防災科研の霧島山万膳 (KRMV)・霧島夷守台 (KRHV)・都城北 (MJNH) と気象庁の霧島山高千穂河原 (KITK) の高感度地震計のデータを用いた。

解析手法: Kumagai et al. (2010) による高周波の振幅を用いた震源決定を行った。この手法では、サイトの増幅特性の補正を施した5-10 Hzの周波数帯の振幅に、S波の等方輻射を仮定してフィティングを行い、空間のグリッドサーチにより最小残差点として震源を決定する。5-10 Hzの周波数帯では、火山の不均質性による地震波の散乱により輻射分布が崩れ、等方的な振幅分布になると解釈されている。サイトの増幅特性は、霧島火山周辺で発生した構造性地震のコーダ波を用いて推定した。

結果: 1月31日18時47分に発生した低周波地震の波形を用いて、震源決定を行った結果、震源は海拔下約5 kmに決まった。この位置は、KRMV観測点の波形のS-P時間や、KITKとKRMV観測点の初動の到着時間差と整合的であった。さらに噴火に伴う地震と微動については震源決定を行った結果、爆発的噴火に伴う地震の震源は、概ね海拔下約5 kmまでに決まった。一方、微動は、その震源が火口直下に決まるものと、海拔下約8 kmまでの深部に決まるものがあることが分かった。

議論: 震源決定により推定された噴火に伴う地震や微動の震源の深さは、霧島山と同様な噴火を起こしているエクアドルのトゥングラワ火山の爆発的噴火に伴う地震の震源深さ(山頂から約5-6 km)(Kumagai et al., 2011)と類似している。一方で、推定された深さは、桜島の爆発的噴火に伴う地震の震源の深さである約2 km(Tameguri et al., 2002)より深い。新燃岳の北西の深さ約10 kmに傾斜計データの解析から圧力源が推定されているが(鶴川、本連合大会)、これとつながった火道深部でのマグマの発泡・破砕プロセスによって一連の噴火が生じていると解釈できる。推定された深さでこのようなプロセスを起こすことが可能かどうか、今後さらに検討が必要である。

Kumagai, H. et al., J. Geophys. Res., 115, B08303, doi:10.1029/2009JB006889, 2010.

Kumagai, H. et al., Geophys. Res. Lett., 38, L01306, doi:10.1029/2010GL045944, 2011.

Tameguri, T., M. Iguchi, and K. Ishihara, Japan, Bull. Volcanol. Soc. Jpn, 47, 197-216, 2002.

SVC070-P40

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島山（新燃岳）噴火における空振および広帯域地震観測記録の特徴 Infrasonic wave and seismic tremors recorded during Shinmoe-dake (Kirishima) eruption

松島 健<sup>1\*</sup>, 山下 裕亮<sup>1</sup>, 清水 洋<sup>1</sup>, 松本 聡<sup>1</sup>, 植平 賢司<sup>1</sup>, 市原 美恵<sup>2</sup>, 及川 純<sup>2</sup>

Takeshi Matsushima<sup>1\*</sup>, Yusuke Yamashita<sup>1</sup>, Hiroshi Shimizu<sup>1</sup>, Satoshi Matsumoto<sup>1</sup>, Kenji Uehira<sup>1</sup>, Mie Ichihara<sup>2</sup>, Jun Oikawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学地震火山観測研究センター, <sup>2</sup>東京大学地震研究所

<sup>1</sup>SEVO, Kyushu University, <sup>2</sup>ERI, University of Tokyo

九州大学地震火山観測研究センターでは、2011年1月26日の霧島火山の活発化を受けて、火山活動の推移を把握し、地下のマグマの動きを知るために、火口から西南西約3kmの新湯付近と西北西約4kmの大浪池登山口付近で、広帯域地震計および空振（霧島新湯）・傾斜（霧島大浪池登山口）の観測をそれぞれ1月28日および1月30日から開始した。2地点とも携帯電話を用いた簡易テレメータ装置を使ってデータを送信し、九大センターで受信している。

### 霧島新湯観測点で記録された空振記録

火口から3km離れた霧島新湯観測点において白山工業製広帯域マイクロフォン SI102 を用いた空振観測を実施している。当マイクロフォンは、大震幅時に真の値より2倍程度大きな測定値が出ることがわかり現在キャリブレーション中であるが、それを考慮にいれても、2月1日朝の爆発的噴火では1500Pa程度の空振が記録されている。また波形もそのほかの爆発的噴火の波形とは異なり、立ち上がりが大変鋭いものとなっており、継続時間も短いという特徴を持っている。また、空振が1000Paを超えた6回目と10回目の爆発的噴火でも、立ち上がりが他の空振と比べて急になっている。

また同じ霧島新湯観測点に設置されている広帯域地震計の波形と比較すると、空振が到達する2秒前までは上下動の波形と空振計の波形がほぼ一致している。これはマイク周辺に到達した地震動が空気圧変動に変化したものと考えられる。また大きな空振がとどく2秒前から正の空気圧振動がみられる。これは爆発直前の溶岩ドームの地殻変動に起因する空気圧変化の可能性もある。

### 霧島新湯観測点で観測されたハーモニック微動

溶岩が新燃岳火口の大部分を覆い始めた1月31日ごろから数回にわたり、周波数1-2Hzが卓越する顕著なハーモニック微動が記録されている。このうちに特に顕著な4回の微動は広帯域地震計のみならず、同じ場所に設置された空振計にも明瞭に記録されている。2011年2月2日の21時前後のハーモニックな微動発生時のランニングスペクトル解析をすると、ハーモニック微動は数分間にわたって続いていることがわかった。広帯域地震計（上下動）と空振計の波形の相互相関をとると、地震計と空振計の微動記録の到着時間差はおよそ6.2秒であり、震源を新燃岳火口直下とした場合（震央距離3km）の地震波と音波の走時差と考えると矛盾しない。また火口から約750mの東京大学新燃北観測点でも、微動と音波の時間差は約1.7秒となっていることから、このハーモニック微動の振動源（共鳴体）は火口直下のごく浅所にあり、微動と音波を同時に放出しているものと推定される。

また微動および空振のスペクトル波形を比較すると、卓越する周波数は毎回異なっており、共鳴体の大きさがそのつど異なっていることを示していると考えられる。

キーワード: 霧島山, 新燃岳, 空振, 広帯域地震計, ハーモニック微動

Keywords: Kirishima Volcano, Shinmoedake, Air blast, broadband seismic stations, harmonic tremor, infrasonic wave

SVC070-P41

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 霧島火山西部域における短期間高密度アレイ観測 (序報)

Preliminary report for a dense seismic array observation for a short period in the western area at Kirishima Volcanoes

宮町 宏樹<sup>1\*</sup>, 筒井 智樹<sup>2</sup>, 松島 健<sup>3</sup>, 山下 裕亮<sup>3</sup>, 清水 洋<sup>3</sup>, 為栗 健<sup>4</sup>, 井上 寛之<sup>4</sup>, 及川 純<sup>5</sup>, 八木原 寛<sup>1</sup>, 平野 舟一郎<sup>1</sup>, 後藤 和彦<sup>1</sup>, 下宍 駿<sup>1</sup>, 岩本 健吾<sup>1</sup>, 飯干 隆介<sup>1</sup>

Hiroki Miyamachi<sup>1\*</sup>, Tomoki TSUTSUI<sup>2</sup>, Takeshi MATSUSHIMA<sup>3</sup>, Yusuke YAMASHITA<sup>3</sup>, Hiroshi SHIMIZU<sup>3</sup>, Takeshi TAMEKURI<sup>4</sup>, Hiroyuki INOUE<sup>4</sup>, Jun OIKAWA<sup>5</sup>, Hiroshi YAKIWARA<sup>1</sup>, Shuichiro HIRANO<sup>1</sup>, Kazuhiko GOTO<sup>1</sup>, Suguru SHIMOSAKO<sup>1</sup>, Kengo IWAMOTO<sup>1</sup>, Ryusuke IHHOSHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学, <sup>2</sup> 秋田大学, <sup>3</sup> 九州大学, <sup>4</sup> 京都大学, <sup>5</sup> 東京大学

<sup>1</sup>Kagoshima University, <sup>2</sup>Akita University, <sup>3</sup>Kyushu University, <sup>4</sup>Kyoto University, <sup>5</sup>University of Tokyo

Dense seismic array observation composed of 97 temporary seismic stations was carried out in the western wide area at Kirishima Volcanoes in a period from March 7 to March 13, 2011. This observation aims to observe the volcanic events such as volcanic earthquakes, tremors and local earthquakes occurred in and around the volcanoes, in order to try to estimate the spatial locations of these events, to try to detect the temporal change of the event locations, and to obtain the basic velocity structure beneath the volcanoes.

The array consisted of three profiles, A-profile, B-profile and C-profile. Each profile has 46, 25 and 26 temporary seismic stations equipped with a 4.5Hz UD-component seismometer and LS-8200SD recorders, respectively. A spatial interval between the stations along the profiles is about 100m. At each station, it was scheduled to record continuously seismic waves every about 3 hours.

During the whole observation period, one eruption occurred on 02h50m, March 8. Because the 10 minutes interruption scheduled between the continuous recording periods unfortunately overlapped the eruption time, we have no seismic data accompanied by the eruption. In addition, the main shock and many big aftershocks of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake occurred on March 11 strongly disturbed weak signals produced in the volcanic area. However, we could successfully obtain other seismic data derived from local earthquakes and volcanic events.

キーワード: アレイ観測, 火山, 霧島

Keywords: array, volcano, Kirishima

SVC070-P42

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 最近10年間の霧島火山群周辺領域の地震活動と臨時地震観測 Seismicity in and around Kirishima Volcanic Group for recent 10 years and temporary seismic observation

八木原 寛<sup>1\*</sup>, 後藤 和彦<sup>1</sup>, 平野 舟一郎<sup>1</sup>, 宮町 宏樹<sup>1</sup>, 中尾 茂<sup>1</sup>  
Hiroshi Yakiwara<sup>1\*</sup>, Kazuhiko Goto<sup>1</sup>, Shuichiro Hirano<sup>1</sup>, Hiroki Miyamachi<sup>1</sup>, Shigeru Nakao<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学大学院理工学研究科

<sup>1</sup> GSSE, Kagoshima Univ.

新燃岳は、2011年1月26日に顕著なマグマ噴火活動を開始した。この噴火活動の前後の期間において、霧島火山群の山腹領域内では顕著な地震活動が発生しておらず、火口直下の極浅部を除いた周辺領域の地震活動は極めて低調であったと言える。これは、2008年8月22日と2010年の3月から7月にかけての期間に発生した火山灰放出を伴う小規模な噴火の前後においても認められる。従って、GPS観測により山体の膨張が観測されていた（例えば、気象庁、2008、火山活動解説資料）にもかかわらず山腹領域下のVT地震活動が低調であることは、霧島火山群の山体内部活動の特徴の1つとしてあげられる。一方、霧島火山群の北東～東方山麓領域（小林市～高原町付近）下ではepisodicな地殻内地震活動（深さ約5～10kmが卓越）が発生した他、えびの高原の西方の大霧地域（井田・他、1986）でも浅部地震活動の増加が時折発生した。森田・大湊（2005）は火山周辺で発生するVT地震を2種類に大別し、それぞれ、a)火山の形成の背景としての大きな構造や、火山体の形成、カルデラの形成に関わる既存断層や不均質構造で発生する地震、b)マグマの移動によりマグマの先端付近で発生する地震、とする分類を提案した。VT地震活動の低調さの度合いを指摘しておくこと、北東～東方山麓下や大霧地区周辺の地震活動が森田・大湊（2005）のVT地震活動の分類b)に当てはまるのか否か、といった視点から霧島火山群の周辺領域の地震活動を考察しておくことは、火山体内部の状態を推測する上で重要であると考えられる。

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気象庁と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いる。2001年以降における霧島火山群周辺領域の上部地殻内の地震の検知能力はM0.5～1.0の間と推定された（森、2001、卒業論文）。従って、M1.0以上の地震については、過去10年超にわたってVT地震の時間推移を均質に考察できると考えられる。一方、個々の火山体（新燃岳、御鉢）の火口直下極浅部の微小なBL、BH地震の震源決定は困難である。この震源リストの特性から、ここではやや広域である霧島火山群の周辺領域の地震活動について考察を行う。なお霧島火山群の広域地震観測網の強化のために、現地収録の臨時地震観測点を山腹領域の5点に設置して観測を開始した。

2001年1月から10年間のVT地震活動の特徴は次のとおりである。霧島火山群の山腹領域で発生し、かつ相対的に規模の大きなM1.5以上に限定すると、地震数は47個（このうち28個は大霧地域で発生）と少ない。最大地震はM4.1で、えびの高原北方下に発生した。M2.5～4.0の地震は0個である。また、VT地震の発生は浅部に限定され、海水準下3.5km以深に決定された地震は無い。一方、近年、明瞭に地震活動が活発化した領域が認められる。1つは東麓（高原町付近）下で2005～2006年以降に明瞭に活発化している。もう1つは霧島火山群と始良カルデラのほぼ中間の領域（霧島市国分付近）であり、2009年以降M1～2程度の地震活動が発生しており、それ以前と比較して活動度に明瞭な違いが生じた。後者の活動は、霧島火山群と始良カルデラとの相互の関係で興味深い。本ポスターセッションでは、霧島火山群の周辺領域のVT地震活動についてその特徴を示す。また、震源メカニズム解析による起震応力軸の方位の地域性とその時間変化について示し、VT地震活動について議論する。

キーワード: 霧島火山群, 新燃岳, VT地震

Keywords: Kirishima Volcanic Group, Shinmoe-dake, Volcano-Tectonic earthquakes

SVC070-P43

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## CTBT 微気圧振動監視施設 (IS30) で観測された微気圧振動波形 - 事例 : 新燃岳の噴火 - Detected infrasound signals in Isumi, Japan - the Eruption of Shinmoe-dake -

岩國 真紀子<sup>1\*</sup>, 新井伸夫<sup>1</sup>, 村山 貴彦<sup>1</sup>, 野上 麻美<sup>1</sup>  
Makiko Iwakuni<sup>1\*</sup>, Nobuo Arai<sup>1</sup>, Takahiko Murayama<sup>1</sup>, Mami Nogami<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 一般財団法人 日本気象協会

<sup>1</sup>Japan Weather Association

The infrasound observation system is installed in Isumi, Chiba-prefecture (approximately 60 km SE of Tokyo) as a component of the International Monitoring System for CTBT's verification scheme. It is an array observation site and is comprised of six elements. It had been deployed on November 2004. Until now, many interesting infrasound signals were observed.

The infrasound signals generated by the volcanic explosions of Minamidake, Sakura-jima might be the typical examples. Signal made by the large explosions of Sakura-jima were sometimes detected and we are trying to discuss propagation characteristics of infrasound signals by using them, which include dispersion, attenuation, etc.

Shinmoe-dake had minor eruption on 19th of January 2011 and is erupting actively since 26th of January. Furthermore the large explosions occurred several times, whose waveforms at JMA's nearest microphone station had more than 100[Pa]. The observation system detected successive infrasound signals which came from the direction of Shinmoe-dake since 26th of January, and also detected a series of infrasound signals as often as large explosion had occurred. The distance between Shinmoe-dake and the observation site is approximately 950 km. Travel time of infrasound waves was estimated approximately fifty minutes. According to estimated sound speed profile along the propagation path, duct might be established within the troposphere, and a series of infrasound signal seemed to show a tendency of dispersion.

キーワード: インフラサウンド, 火山爆発, 圧力波, 微気圧計

Keywords: infrasound, volcanic explosion, pressure wave, microbarometer

## 新燃岳噴火における衝撃波伝播の数値計算 Numerical Analysis of Shock Propagation in Eruption of Mt. Shinmoe

畠中 和明<sup>1\*</sup>, 安田 章悟<sup>1</sup>, 齋藤 務<sup>1</sup>, 市原 美恵<sup>2</sup>, 鈴木 雄治郎<sup>2</sup>, 小屋口 剛博<sup>2</sup>  
Kazuaki Hatanaka<sup>1\*</sup>, Syougo Yasuda<sup>1</sup>, Tsutomu Saito<sup>1</sup>, Mie Ichihara<sup>2</sup>, Yujiro Suzuki<sup>2</sup>, Takehiro Koyaguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 室蘭工業大学, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>Muroran Institute of Technology, <sup>2</sup>Earthquake Research Institute

新燃岳の噴火においては、火口から数 km 離れた建物の窓ガラスが割れるなどの被害が発生し、“空振”という言葉が広く認知されるようになった。空振のピーク圧力を測定することによって、およそその噴火の規模を知ることができる。また、その圧力波形は、噴火の形態によって異なった形を取り得るため、波形には噴火の情報が含まれており、これを解析することによって噴火の特徴を捉えられる可能性が考えられる。本研究では、火口から伝播する衝撃波を数値計算によってシミュレーションし、噴火の初期条件の違いや、地形データの有無などによって、火口遠方で観測される圧力履歴がどのような特徴を示すかを調査することを目的とする。

基礎方程式として、3次元圧縮性オイラー方程式を用い、理想気体の状態方程式とともに解いた。数値積分に Godunov 型 2 次精度 WAF 法を用い、数値流束の評価には HLLC 近似リーマン解を用いた。地形データとして国土地理院の数値地図 (10m メッシュ) を使用し、新燃岳周辺 5km × 5km、および海拔 3000m までの空間を計算領域とした。噴火の際に放出されたエネルギーを、 $7.3 \times 10^5$  MJ とした。これは、火口から 3km 地点でピーク圧力 1500Pa の空振が観測された場合に相当する。噴火モデルは、次の二つのケースについて計算を行った。

1. 圧力容器モデル: 火口上空に高温・高圧の気体を封入した容器を配置し、時刻ゼロで容器の壁を取り払う。初期条件として、圧力容器は半径 50m の球体、火口上空 60m に配置し、初期圧力・温度をそれぞれ 558kPa, 1000K とした。

2. ショックチューブモデル: 火道を模擬した縦長直方体の計算領域を火口直下に配置し、その底部に高温・高圧の気体を仮想的な隔膜で封入する。時刻ゼロで隔膜を取り払い、火道を開放する。火道の大きさは 100m × 100m × 150m とし、初期条件として、高圧部の体積がケース 1 と同じになるようにし、更にケース 1 と同じ圧力・温度の気体を火道底部に封入した。

図 1(a) に、圧力容器モデルとショックチューブモデルについて、火口から南へ 1km 離れた地表面で記録した圧力履歴を示す。圧力容器モデルに比べ、ショックチューブモデルでは負圧部分の圧力の落ち込みが少なく、負圧部の持続時間も長くなっている。図 1(b) は、新燃岳火口から約 1km にある SMN で観測された実際の圧力波形の一例である [1]。噴火の規模や時間のスケールが異なるが、ショックチューブモデルと似た特徴を有しており、類似の形態で起こった噴火である可能性がある。

本研究では、新燃岳の地形データを用い、二つの噴火モデルで衝撃波伝播を模擬した。噴火モデルによって遠方で観測される圧力波形が明確に異なる結果が得られた。また、実際に観測された波形の中に、ショックチューブモデルで得られた圧力波形と類似する波形が見られた。更に異なる噴火モデルでシミュレーションを行うことによって、類似の観測データと対応付けられる可能性もあり、今後研究を継続する必要がある。

### 参考文献

[1] 火山噴火予知連絡会拡大会議, 霧島新燃岳噴火に伴う空振, 東京大学地震研究所, 2011

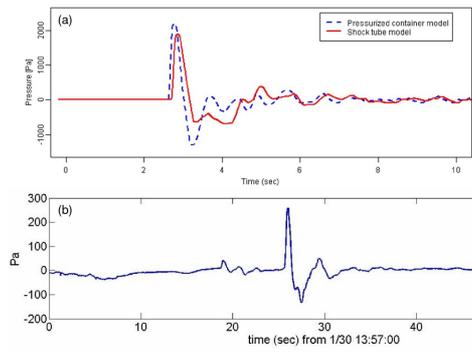


Fig. 1

キーワード: 新燃岳, 数値計算, 衝撃波  
Keywords: Mt. Shinmoe, CFD, Shock wave

SVC070-P45

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 広範囲で観測された霧島山新燃岳噴火の空振 Mt. Shinmoe eruption: Air-shock waveforms widely observed in Japan

藤原 善明<sup>1\*</sup>, 山里 平<sup>1</sup>, 坂井 孝行<sup>1</sup>, 小久保 一哉<sup>1</sup>, 加藤 幸司<sup>1</sup>, 新堀 敏基<sup>2</sup>, 松末 伸一<sup>1</sup>

Yoshiaki Fujiwara<sup>1\*</sup>, Hitoshi Yamasato<sup>1</sup>, Takayuki Sakai<sup>1</sup>, Kazuya Kokubo<sup>1</sup>, Koji Kato<sup>1</sup>, Toshiki Shimbori<sup>2</sup>, Shinichi Matsusue<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象庁, <sup>2</sup> 気象研究所

<sup>1</sup>JMA, <sup>2</sup>MRI

火山噴火に伴う空振波は、大気中を遠距離まで伝播することが知られており、これまでに桜島（例えば、石原・他（1984））、浅間山（例えば、藤原（2004））等の事例がある。2011年1月26日以降本格的なマグマ噴火を開始した霧島山（新燃岳）で発生した爆発的噴火および連続噴火に伴う空振波を、気象庁が全国の火山に展開している空振計（低周波マイクロフォン、周期特性は0.1~100Hzで平坦）で観測した。

2011年2月に発生した爆発的噴火による空振波は広範囲にわたって記録され、新燃岳から500km以上離れた焼岳、浅間山や伊豆大島など関東・中部地方でも観測された。このことは、空振波の複数の伝播経路、および高層気象による影響を示唆する。

本稿では、2011年の新燃岳の爆発的噴火等に伴う空振の振幅距離減衰、2004年9月に全国規模で観測された浅間山噴火との比較、および伝播の特徴等について報告する。

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SVC070-P46

会場:コンベンションホール

時間:5月23日 16:15-18:45

## 2010年、2011年霧島山広帯域MT探査(序報)

## Magnetotelluric survey at Kirishima volcanoes in 2010 and 2011 (Preliminary report)

小山 崇夫<sup>1\*</sup>, 上嶋 誠<sup>1</sup>, 長谷 英彰<sup>1</sup>, 相澤 広記<sup>1</sup>, 菅野 貴之<sup>1</sup>, 渡邊 篤志<sup>1</sup>, 宮川 幸治<sup>1</sup>, 前原 祐樹<sup>1</sup>, 橋本 武志<sup>2</sup>, 山谷 祐介<sup>2</sup>, 八神 樹<sup>2</sup>, 市來 雅啓<sup>3</sup>, 神田 径<sup>4</sup>, 鍵山 恒臣<sup>5</sup>, 宇津木 充<sup>5</sup>, 吉村 令慧<sup>6</sup>, 山崎 健一<sup>6</sup>, 小松 信太郎<sup>6</sup>  
Takao Koyama<sup>1\*</sup>, Makoto Uyeshima<sup>1</sup>, Hideaki Hase<sup>1</sup>, Koki Aizawa<sup>1</sup>, Takayuki Sugano<sup>1</sup>, Atsushi Watanabe<sup>1</sup>, Koji MIYAKAWA<sup>1</sup>, Yuki Maehara<sup>1</sup>, Takeshi Hashimoto<sup>2</sup>, Yusuke Yamaya<sup>2</sup>, Itsuki Yagami<sup>2</sup>, Masahiro Ichiki<sup>3</sup>, Wataru Kanda<sup>4</sup>, Tsuneomi Kagiya<sup>5</sup>, Mitsuru Utsugi<sup>5</sup>, Ryohei Yoshimura<sup>6</sup>, Ken'ichi Yamazaki<sup>6</sup>, Shintaro Komatsu<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 北海道大学, <sup>3</sup> 東北大学, <sup>4</sup> 東京工業大学, <sup>5</sup> 京都大学, <sup>6</sup> 京都大学防災研究所

<sup>1</sup>ERI, University of Tokyo, <sup>2</sup>Hokkaido University, <sup>3</sup>Tohoku University, <sup>4</sup>Tokyo Institute of Technology, <sup>5</sup>Kyoto University, <sup>6</sup>DPRI, Kyoto University

We conducted broadband magnetotelluric (MT) survey at Kirishima volcanoes in 2010 and 2011 to elucidate the electrical resistivity structure. From July to September 2010, we made MT measurements at 17 sites around Mt. Shinmoe. 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. Shimoe.

From 26 January 2011, it occurred the active eruptions of Mt. Shinmoe. GPS measurements found that the position of 6km apart from Mt. Shimoe in north-west direction 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.

After the eruption mentioned above, we are going to conduct MT survey at another 12 sites from March to April 2011 around the position of the magma chamber, and aim to detect main, sub magma chambers and its path.

キーワード: 新燃岳, MT, 比抵抗

Keywords: Mt. Shinmoe, MT, resistivity

## 霧島新燃岳 2011 年噴火前の全磁力変化について Geomagnetic total intensity monitoring before the 2011 summit eruption at Shinmoe-dake crater in Kirishima volcano

上嶋 誠<sup>1\*</sup>, 小山 崇夫<sup>1</sup>, 鍵山 恒臣<sup>2</sup>

Makoto Uyeshima<sup>1\*</sup>, Takao Koyama<sup>1</sup>, Tsuneomi Kagiya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所, <sup>2</sup> 京都大学理学研究科

<sup>1</sup>ERI, U.Tokyo, <sup>2</sup>Graduate School of Science, Kyoto U.

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、現在に至っている。噴煙を高く噴き上げる爆発的噴火は、1959年以来52年ぶりの出来事であった。

新燃岳では上記の最近の活動に先んじて、1991年暮れから1992年初頭にかけて連続微動や間欠的に火山灰を噴き上げる活動が起き、その後火山活動が活発化する可能性が懸念された。このため、東京大学地震研究所においては、その頃より新燃岳周辺域（山頂から半径約1.5km以内の領域）の数点において、プロトン磁力計を用いた全磁力連続モニター観測を続けてきた。火山活動に先行ないしは伴うことが期待される、熱磁気効果やピエゾ磁気効果による全磁力変化をとらえることが観測の主たる目的であった。

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、2011年1月からの爆発的噴火活動によって、IWNを残してすべての観測点が失われた。このため、2011年噴火開始時までの全磁力変化の特徴とその解釈について報告する。

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単純差を検討したところ、2009年頃よりSMNやSMWにおいて全磁力が増加し、SMSにおいては全磁力値が減少し、2010年初頭からその変化が急になるという傾向が認められ、新燃岳の地下で熱消磁が進行していたことが示唆された。しかし、新燃岳周辺の磁化強度が常温で数A/m程度とやや弱いことや1)2)、観測点が山頂からやや離れたところに位置することから、その変化は2009年からの2年間でSMNやSMWにおいて約5nTの増加、SMSにおいて約3nTの減少と小さく、観測された全磁力差変動が地磁気永年変動による見かけの変化である可能性を捨てきれない。実際、鹿屋においては、特に鉛直成分が2008年からの3年間で約100nTの増加を示していた。

このため、2011年3月9日よりIWN観測点において磁場3成分観測を開始し、そのデータを用いて全磁力差3成分補正を行うことを試みることとした。本ポスターでは、その3成分補正の結果をあわせて報告する予定である。

- 1) 根木まるか、火山地域における地磁気の局所的年周変化に関する研究、東京大学大学院理学研究科修士論文、1999。
- 2) H. Utada, M. Neki and T. Kagiya, A study of annual variations in the geomagnetic total intensity with special attention to detecting volcanomagnetic signals. Earth Planets and Space 52, 91-103, 2000.

キーワード: 霧島新燃岳, 2011年噴火, 全磁力, 熱磁気効果

Keywords: Shinmoe-dake crater, Kirishima, 2011 summit eruption, geomagnetic total intensity, thermal magnetic effect