

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24 年 6 月 11 日現在

機関番号： 12601
研究種目： 特別研究促進費
研究期間： 2010 年度 ～ 2011 年度
課題番号： 22900001
研究課題名（和文）
2011 年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査
研究課題名（英文）
General study on the eruption at Shinmoedake volcano, Kirishima, in 2011
研究代表者
中田節也（NAKADA, SETSUYA）
東京大学・地震研究所・教授
研究者番号： 60128056

研究成果の概要（和文）：霧島山新燃岳では2011年1月末に300年ぶりのマグマ噴火が発生した。すなわち、1月26、27日に準プリニー式が起これり、引き続いて山頂火口に溶岩蓄積が4日間続いた。2～4月にはブルカノ式噴火が断続的に発生し、6月からは複数回の水蒸気噴火が起こった。2011年9月中旬以降噴火は起きていない。この一連のマグマ噴火に先行して水蒸気爆発が繰り返し発生し、火山周辺地域の地震活動が活発化した。さらに、噴火の約1年前からは、火口の北西約6kmの地下にあるマグマ溜まりの膨張を示す、顕著な地殻変動が観察された。また、地殻変動観察では、準プリニー式噴火や火口への溶岩蓄積に対応したマグマ溜まりの収縮が認められた。準プリニー式噴火に数10分先行して微弱な増圧が伴ったことが歪計解析から明らかになった。ブルカノ式噴火中の火山性微動の発生域は、火口直下からマグマ溜まりまでの間で起こっており、マグマ溜まりから火口へのマグマ移動に対応したと考えられる。ブルカノ式噴火にマグマ溜まりからマグマが移動することが重力的にも確認された。また、この噴火の直前には火口浅部の膨張、火山性地震が増加し、それと連動して火山ガス放出率が減少することが観測され、火道最上部におけるガス閉塞が噴火に先行したことが明らかになった。初期の噴出物には組成の2種類の異なる組成のマグマが認められ、噴火に先行してマグマ混合起こったことが明らかになった。今回の噴火で噴出したマグマの総量は約2500万 m^3 に達したと見積もられ、300年前の噴火の噴出量の3分の1程度であった。

噴火中には、300年前の噴火や国内外の類似火山の噴火例を参考に、噴火の推移を表す噴火シナリオの作成が試みられた。今回の噴火では顕著な土石流の発生がなかったが、噴出物が主に軽石であったため、顕著な雨浸透性悪化が起こらなかったためと考えられる。2011年1月末の噴火直後から再開したマグマ溜まりへのマグマ蓄積は、2011年末まで継続し、その膨張量は2011年1月噴火前とほぼ同様になった。その後、2012年に入って山体膨張はほぼ停滞し、火口へのマグマ供給が停止したものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：A magmatic eruption event took place at Shinmoedake (Kirishima) Volcano in January 2011, leaving about 300 years of hiatus. Three subplinian explosions occurred on 26 and 27 January, which were followed by 4-day accumulation of lava at the summit crater. Vulcanian explosions were repeated from February to April, and a series of eruptions ended with phreatic explosions which occurred in June and September 2011. This eruption event was preceded by both phreatic explosions in 2008 and 2010 and elevated seismic activity in the regions surrounding Kirishima. GPS observation indicated that significant swelling of the magma chamber which located about 6 km NW of the Shinmoedake crater had continued since the end of 2009. Deflation of the magma chamber accompanied clearly subplinian explosions and the lava accumulation in the crater. The strain-meter observation showed small increases in pressure several tens of minutes prior to the subplinian explosions. Seismic array-observation during a series of vulcanian explosions showed that volcanic tremors occurred beneath the summit crater and between it and the magma chamber, supporting magma's migration from the magma chamber to the crater. The latter was confirmed by the absolute gravity measurement at the place just above the magma chamber. Inflation of the summit area, increase in the shallow earthquakes and decrease in the volcanic gas emitted from the crater were observed prior to the vulcanian explosions,

strongly implying sealing of the conduit top preceding the explosions. It is considered that magma mixing occurred just before the eruption event because the products of the earliest stage consisted of two magmas with different compositions. The total volume of magma erupted in this event is estimated about 25 million m³, which is about 1/3 volume of the eruption 300 years ago.

During this study, we tried two times to make the eruption scenario in which sequences of eruptions are indicated, based on records of eruptions of this volcano 300 years ago and of analogous volcanoes in and outside Japan. No significant mudflows occurred in this eruption event. It is considered that the reason is that the eruption products were mainly of pumice which has high permeability of rain water. Inflation of magma chamber resumed soon after the eruptions in January 2011 and continued by the end of 2011, reaching the same level before the eruption event. It almost stopped in the beginning of 2012, suggesting a halt of the magma supply from depth.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	13,455,000	0	13,455,000
2011年度	24,677,000	0	24,677,000
年度			
年度			
年度			
総計	38,132,000	0	38,132,000

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：(A)地震現象、(B)火山現象、(C)地殻変動・海底変動、(D)地磁気、(E)重力、(F)観測手法、

1. 研究開始当初の背景

霧島火山新燃岳では、2008年8月の水蒸気爆発から始まった一連の噴火活動が、2011年1月19日にはマグマ水蒸気爆発に、1月26日からはマグマ噴火に至った。現在発生している爆発的噴火では、高度7000m以上に達する噴煙を上げ、降灰による農業被害、鉄道・道路の不通、空港の閉鎖などの生活被害が広がった。また、1月28日に出現が確認された溶岩は火口を埋めるまでに成長し、火砕流を伴う規模の大きな噴火が発生する危険性が高まった。今後、噴火活動が長期化すれば、被害が一層広域化、拡大化するおそれがあった。

1716～17年に発生した300年前のマグマ噴火では、3ヶ月間にわたって、火砕流を伴う規模の大きな噴火が3回発生し、当時で、30名を超える死傷者、多数の家屋の焼失を出すに至った。今回の噴火は完全には終息しておらず、300年前の噴火と同じ推移をする保証はなかった。比較的規模の大きな噴火の現象を近代的な観測網で観測し、データを取得することができる機会は極めて稀であり、この機を捉え調査観測を実施し、噴火推移を決める要因は何かを解明し、進行中の現象について、推移予測の試行とその結果を検証するこ

とは、火山学的に意義のある研究であるばかりか、社会的要請も極めて高いと考えられた。

2. 研究の目的

新燃岳の噴火活動では、その様式が噴火開始から時々刻々変化している。一旦開始した噴火活動の推移予測が困難であるのが火山噴火予知の現状であり、推移予測のための研究を緊急に強化することが求められている。そのためにはマグマの蓄積状態、火道における状態、物性等を知ることが不可欠である。

火道のマグマの状態を知るひとつの手掛かりは、火口近傍に設置されている広帯域地震計、傾斜計で観測される長周期振動の解析である。また、多数の地震計を並べるアレー観測から振動源の移動も推定できる。これらから、火口を含む火道浅部の状態とその時間変化を推定するための研究を実施する。

長期的な噴火推移に関与すると考えられるのは、新燃岳北西数kmの地下にあるマグマ溜まりの状態である。そのマグマ蓄積量とマグマ上昇による蓄積深度の時間変化は、広域の地殻変動、地震、電磁気、重力観測から捉え

ることができる。そのため、今後観測点を増強し、深部マグマ溜まりの状態から噴火推移を予測するための研究を行う。

噴火推移を予測するためには火山噴出物の総量の時間変化を正確に推定し、地下のマグマ量との比較を行うことが必要である。また、マグマの物性は噴火様式や推移に大きく関係する。そのため、火山灰・火山ガスの噴出量や噴出物の組成や組織の時間変化を追跡し、噴火現象との関連を理解する研究を実施する。

火山灰の降り積もった霧島火山では、降雨により土石流の発生の危険性が高まっている。火山灰分布、堆積厚、粒径分布の調査を行い、降灰域で起こりうる水・土砂流出の発生や規模を予測し、土砂災害対策に資する基礎的資料を得る。

本研究では、現在進行中の噴火現象を理解し噴火の推移と災害予測に役立てることを目的にしている。そのため、本研究を緊急に実施する必要がある。

3. 研究の方法

(1) 火山体周辺での地震・傾斜観測による火口から火道浅部構造の調査

火山体周辺の観測を増強し、爆発性地震、火山性微動、空振の観測から、噴火様式に大きな影響を与える火口を含む火道浅部構造の時間変化を調査する。それらと噴火毎の噴煙高度の時間変化との関連を調べ、火道浅部でのマグマの状態を調査する。

(2) 広域地殻変動、地震観測、電磁気観測によるマグマ蓄積系調査

噴火活動の長期的な推移に大きく影響を与える地下深部のマグマ蓄積過程を解明する。広域的な地殻変動、地震、地球電磁気観測から山体直下及び地下深部のマグマ蓄積量の時間変化の推定し、マグマ供給系の包括的な理解する。

(3) 火山灰・火山ガス調査による噴出物成分調査

新燃岳から放出される火山ガスを継続的に採取し、それに含まれる揮発成分から火山ガスの組成の変動と脱ガス過程を明らかにする。また、噴火の進行に追従した噴出物分布の現地調査、上空や衛星画像からの観察による火口付近の地形変化、噴火の規模とその推移を把握する。比較的規模の大きな噴火直後に現地で地表調査を実施し、堆積物の分布・堆積状況を調査する。

(4) 降灰域での土石流危険度調査

噴火に伴った降灰により、地表面浸透能の低下、雨による表面・リル・ガリー侵食の激化、土石流・泥流・洪水の頻発が予想される。

火山灰の分布、堆積厚、粒径の調査、火山灰堆積斜面における雨水浸透・流出の調査・観測、火山灰堆積流域における土石流・泥流の発生と規模に関する調査を行う。

4. 研究成果

(1) はじめに

霧島山新燃岳（鹿児島県・宮崎県）では、2011年1月19日に小規模な噴火が始まり、26日午後からは2～3時間継続して高い噴煙を上げる噴火（準プリニー式噴火）を始め、27日18時頃までに3回の噴火を繰り返した。その後、溶岩が火口に蓄積されはじめ、1月31日まで溶岩が火口全体を埋めるまでに成長した。2月1日以降は間欠的に噴石を飛ばす小規模な噴火（ブルカノ式噴火）を繰り返したが、その後、頻度は次第に減少しつつも噴火を繰り返し、現在に至っている。霧島山新燃岳の本格的なマグマ噴火は1716～17年以來、約300年ぶりの現象であり、噴火間隔の長い火山の噴火現象の発生や推移を理解する上で、今回の噴火過程の解明は極めて重要である。また、噴火間隔が長い火山は、噴火頻度が高く噴火に慣れた周辺住民が多い火山に比べ、火山防災の観点からより配慮が必要であり、噴火活動予測や噴火に伴う土砂災害予測の重要性は一層高い。

噴火活動とそれに伴う諸現象を緊急に研究するため、平成22年度科学研究補助金特別研究促進費「2011年霧島火山（新燃岳）噴火に関する総合調査」を交付頂き、以下のような4つの項目に分けて研究を推進した。

- 1) 火口近傍における観測による火口及び火道浅部構造・状況の調査
- 2) 広域地殻変動・地震観測・地球電磁気観測によるマグマ蓄積系の調査
- 3) 火山灰・火山ガス調査による噴出物成分調査
- 4) 降灰域での土石流危険度調査

火山噴火現象の包括的把握には、個々の調査項目の成果の羅列ではなく、複数の調査項目から現象を理解する方が有用であることから、本稿では、最初に霧島火山新燃岳の噴火履歴を概説し、その後、各調査項目の枠を取り払い、噴火に至るまでの経過、噴火活動の推移と火山活動の現状、想定される土砂災害に関する成果を紹介する。最後に、今後の噴火活動推移の予測に有用な「噴火シナリオ」について概説する。

(2) 新燃岳の噴火履歴と今回の噴火の意味
霧島火山新燃岳の活動度が、これまでどれ

くらいかであったかを見るため、現在明らかになっている過去の噴火活動をTable1に示す。

地質調査により確認されている霧島火山群の噴火は、瀬田尾軽石を作った10,400年前の噴火と、前山軽石を作った5,600年前の噴火がある。その後の噴火は、歴史史料には享保噴火(1716~17年)以降の噴火が記載されているが、この間約5,000年の活動休止期があったと考えられている。その後は、水蒸気爆発しか発生せず、今回の噴火は約300年ぶりのマグマ噴火であった。このように、霧島山ではマグマ噴火の間隔は常に長く、噴火頻度は低いと言える。

今回の噴火の特徴は、噴火休止期の長い火山で、本格的なマグマ噴火が発生したということである。日本全国には、このような噴火休止期の長い火山が多数あり、そのような火山の噴火発生予測や噴火推移予測は極めて重要でありながら、噴火の記録や観測データが少ないことから、それらの予測の手法が確立しておらず、火山噴火予知研究の一つの隘路となっている。今回の噴火活動から、本格的な噴火に至るまでの経過を明らかにし、噴火現象の実体を理解し、想定される土砂災害について考慮し、今後の噴火活動の推移の予測を試行することは、火山防災を考えるうえで、極めて重要である。

Table 1 霧島火山新燃岳の過去の主な噴火

(地質および文書記録による噴火活動)	
●	瀬田尾軽石を噴出した噴火 (10,400 年前*) * 14C 年代測定
●	前山軽石を噴出した噴火 (5,600 年前*) による推定値
—	この間約 5000 年の活動休止期間 (歴史史料, 観測記録のある噴火)
●	享保噴火 (1716~1717 年)
○	文政噴火 (1822 年)
○	1959 年噴火 (割れ目噴火)
○	1991 年噴火
○	2008 年 8 月噴火
●	はマグマ噴火, ○は水蒸気噴火を示す。

(3) 噴火5年前から噴火にいたるまでの現象
 今回の一連の噴火活動の前兆的な現象として認識されるのは、2006年6月頃から始まったと見られる深部マグマ溜まりへのマグマ蓄積と、新燃岳周辺域の地震活動の系統的な増加であろう。2006年6月の時点では、これが約300年ぶりのマグマ噴火につながることは、必ずしも確信が持てるものではなく、噴火後に気づいた現象である。

国土地理院のGPS観測網では、霧島火山群を挟む観測点(牧園、えびの、都城2)の基線長変化を図1に示す。これら3観測点は霧島山新燃岳を取り囲むように配置されているため、新燃岳の地下のマグマ溜まりにマグマが蓄積すると、どの基線も伸長する。2003年

から2011年の期間の基線長変化を図1に示す。この図で示すようにどの基線も2006年6月頃より、緩やかな伸長は始まっている。これは地下におマグマの蓄積が始まったことを示す。一方、これに同期して、新燃岳周辺域(新燃岳から半径30kmの範囲)の地震発生日数が多くなり、地震活動度は高くなった。更に、2009年12月より基線長の伸長速度が一層高くなり、また、これに同期して地震活動度も一層増加した。このように、霧島山のマグマ蓄積は2段階に分かれて進行したと考えられる。

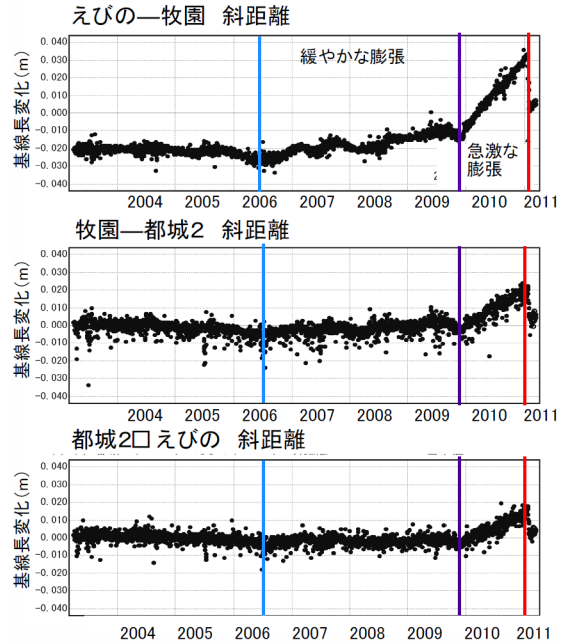


図1. 霧島山周辺のGPS観測点の基線長居類の変化(2003年~2011年)2006年6月(青線)頃より緩やかな基線長の伸長が始まり、2009年12月(紫線)よりは伸長速度が増加した。本格的なマグマ噴火(赤線)により、マグマが放出され、蓄積されていたマグマが減少した。

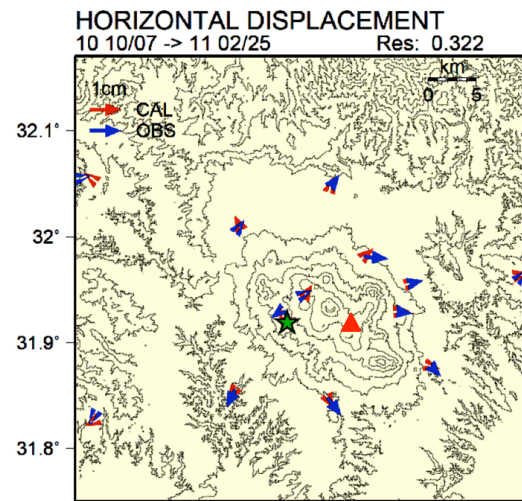


図2. GPS観測から推定された変位分布とそれから推定されたマグマ蓄積場所(★)。新燃岳山頂(▲)北西約7km深さ10kmの位置と推定された。

マグマ蓄積の場所は、これら国土地理院の3観測点のほか、大学、防災科技研の観測点も加えて、その位置が推定された(図2)。新燃岳北西約7kmの深さ約10kmの位置にあり、本格的なマグマ噴火前に、マグマが約3,200万 m^3 蓄積していたと推定されている。

更に、新燃岳周辺の3観測点で全磁力の測定を継続して実施していた。火山活動の上昇に伴い、岩石の温度が上昇することにより磁化が失われる熱消磁現象がしばしば見られる。今回の噴火でも、2010年5月頃より、新燃岳西方約1.5kmのごく浅い領域で熱消磁があったとする観測データが得られた。これは、地殻変動から推定されたマグマ蓄積場所より明らかに浅く、場所も異なることから、マグマの上昇に先行する火山ガスが地下水と接触し、周辺の岩石を温めた現象と理解される。

新燃岳では1991年の水蒸気爆発以後しばらく静穏であったが、2008年8月22日に小規模な水蒸気爆発が発生した。その後、約7ヶ月において、2010年3月30日から7月までの間に小規模な水蒸気爆発を7回繰り返した。2008年8月に噴出した火山灰はほとんどが古い溶岩の破片からなり、新たなマグマの関与は認められなかった。しかし、2010年5月に放出された火山灰の中には、ごくわずかながら発泡した黒色ガラス片が明らかに認められた。このことは水蒸気爆発を起こした熱源となったマグマが、水蒸気爆発の噴出物に含まれ始めたことを示しており、2011年1月から始まったマグマ噴火につながる準備過程であったと考えられる。

(4) 本格的なマグマ噴火

2011年1月19日に発生した小規模な噴火では、火山灰の中に含まれる新鮮なマグマ物質(軽石)の割合が顕著に増加した。これと同時に火山性の連続微動が発生し始めたことから、この噴火が今回のマグマ噴火の開始を示すと考えられる。22日にも小噴火があったが、連続微動の振幅は1月26日08時頃から一段階大きくなった。

26日14時49分に最初の準プリニー式噴火が始まると同時に、更にもう一段階大きくなり、噴火が継続した4時間程度、大振幅の微動が継続した。準プリニー式噴火は、27日01時頃と15時頃にも発生し、26日14時49分の噴火と同様に火山性微動の振幅も大きくなった。噴火時の傾斜計記録から、準プリニー式噴火時にマグマ溜まりが急激に収縮し、噴火活動の停滞期には収縮が弱まる様子が明瞭に捉えられた。これら3回の準プリニー式噴火で放出さ

れた軽石と火山灰は新燃岳周辺地域に堆積し、現地調査によるとその量はマグマ換算で約1,000万 m^3 と見積もられた。

さらに、28日21時頃から31日18時頃にかけて、マグマ溜まりの収縮がゆっくり継続し、この間に山頂火口内に溶岩が蓄積された。火口内に蓄積される溶岩の成長は、悪天候のために目視観測はできなかったが、衛星によるSAR画像からは明瞭に捉えられ、噴火活動推移の把握が可能であった。また、噴火の様子はドップラーレーダーでも捉えられ、噴煙高度推定、火山灰の流れの観測に極めて有用であった。

2月1日の時点での火口内に蓄積した溶岩の量は、航空機からの測量によってマグマ換算量で約1,400万 m^3 と推定された。この結果、1月26日から2月1日までの噴火で約2,400万 m^3 のマグマが噴出したと見積もられた。一方、GPS等の観測データから、この期間のマグマ溜まりの体積減少量を推定すると約2,400万 m^3 となり(図3)、噴出量と一致している。これは、新燃岳北西7~8km地下約10kmにあるマグマ溜まりから火口へ、マグマが移動したことを定量的に示す貴重なデータである(図4)。

今回の準プリニー式噴火で放出された軽石は、 SiO_2 量が異なる安山岩(58と62% SiO_2)からなる。これは噴火時か噴火の直前に少なくとも2種類のマグマ(約860°Cの62% SiO_2 と約1050°Cの54% SiO_2 のマグマ)が混合したために生じたものであると推定される。ブルカノ式噴火によって放出された火山弾や溶岩片はほとんど時間変化を示していないので2月以降は新たなマグマの注入は無視できると考えられる。

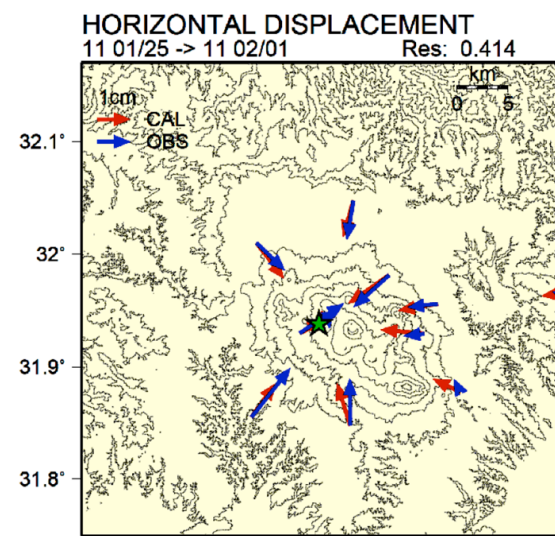


図3. GPSで観測された2011年1月26日~2月1日の期間の水平変位と、それから推定された減圧源

の位置(★)。図2のマグマ蓄積場所とはほぼ一致する。マグマ噴火のよりマグマが噴出され、それに等しい量のマグマがマグマ溜まりから消失した。

平成23年1月霧島山(新燃岳)噴火時のマグマ移動

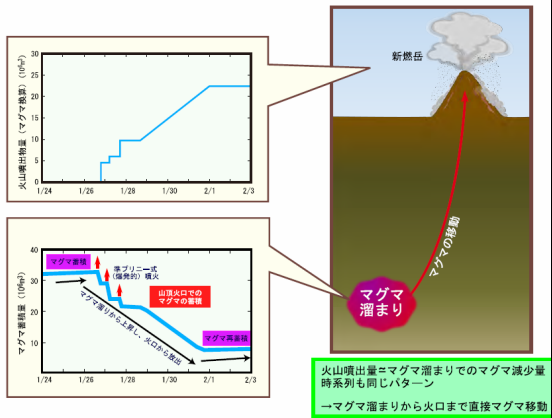


図4. マグマ噴火時のマグマ移動の模式図。傾斜計データから3回の爆発的噴火時に、マグマが階段状に流出し、その後の火口へのマグマ蓄積時には緩やかにマグマがマグマ溜まりから消失したことが明らかになった。

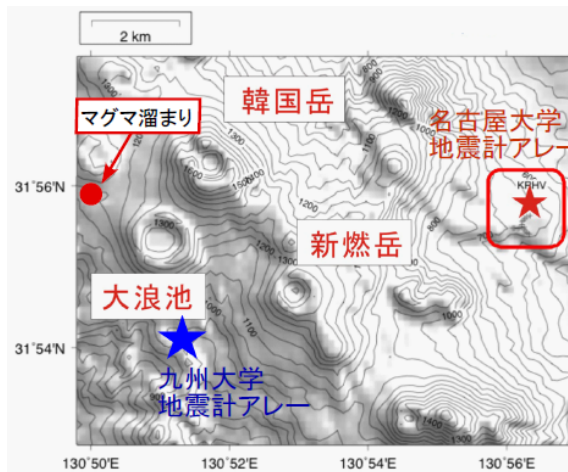


図5. 新燃岳の東西の両側で、噴火直後から地震計アレー観測が九州大学と名古屋大学で始められ、現在も観測が継続されている。

マグマ噴火直後に、新燃岳の東西の両側で、地震波の到来方向、見かけ速度を観測し、振動源を推定する地震計アレー観測網が2組設置され、火山性微動の振動源の推定が行われている。マグマ噴火直後の振幅の大きな火山性微動の波形を解析すると、ほとんどの火山性微動の波動は新燃岳火口方向から到来し、火口直下での噴火に伴う増減圧を起源としているものと思われる。しかし、一連の火山性微動の中に、マグマ溜まりと火口を結ぶ位置の地下から到来していると思われる地震波も存在していることが明らかになった。このような振動は、マグマ溜まりから火口への通り

道(火道)の振動で生成していると思われる。どのような時にこのような振動が発生するかは、マグマ移動の詳細を解明するために重要な情報となり得る。今後、解析を進める予定である。

(5) 現在の活動と土砂災害への備え

2011年6月中旬まで、新燃岳では小規模なブルカノ式噴火が間欠的に発生した。噴火前に山体浅部が膨張し、火山性地震の発生回数が増加する。噴火後は膨張した山体は元に戻り、地震数も減少する(図7)。これは火口付近の浅部にあるマグマの一部が発泡し、火口を覆う溶岩を吹き飛ばしていた現象であろう。

噴火後に、マグマ溜まりのほぼ直上にある東京大学地震研究所霧島火山観測所で、絶対重力の連続観測が開始され、現在も継続して実施されている。このような間欠的な噴火を繰り返しているときに、数時間の間に、マグマ溜まりの増圧とその後の減圧を示す重力変化が捉えられた。これは、間欠的な噴火過程の発生機構を解明するために重要な手掛かりとなる可能性が高い。現在も続く間欠的な噴火現象を継続して観測し、噴火機構の包括的理解と、今後の噴火推移に役立てたい。

一方、深さ10kmのマグマ溜まりは1月26日～31日の噴火により2009年12月から蓄積されたマグマの四分之三が放出されたが、その後、噴火前1年間とほぼ同じ速度でマグマの蓄積が続いている。噴出物の分析から2011年6月下旬からは、これまでのブルカノ式噴火からマグマ水蒸気爆発に移行しているように思われる。

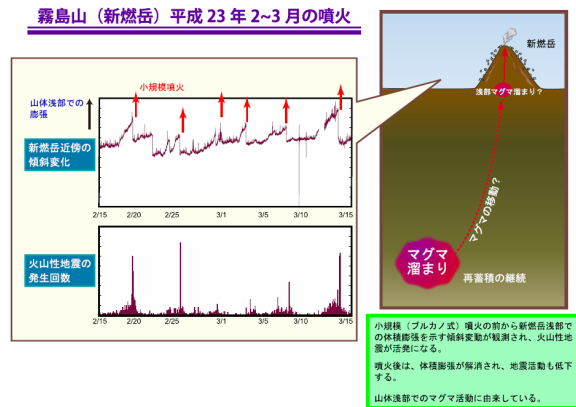


図7. 2011年2月～3月の霧島山の小規模な噴火活動。

この一連の噴火によって、新燃岳の周辺、特に南東から東山麓に厚く堆積した火山灰が原因で発生する土石流災害が懸念された。特に、1月28日～29日の連続噴火で放出された火

山灰は、26日～27日の準プリニー式噴火の軽石を主とする大量の火山灰とは異なり、少量ではあったが、極細粒で広範囲に地表を覆ったため、不透水層として挙動し、降雨時の土石流発生を促進する可能性が十分にあった。実際に新燃岳の斜面で実施した降雨時の水の流出率観測によると、時間雨量約14mmで流出率が悪くなる結果が得られた。また、表面の細粒火山灰が見かけ上削剥されても、下位の軽石層に移動し不透水層として機能し続けることも明らかになった。今までの所、幸いなことに大きな土石流は発生していない。

(6) 噴火シナリオによる噴火推移予測を指して

新燃岳の地質学的研究の成果(例えば井村・小林, 1991)を参考にし、複数の類似火山の噴火事例を考慮しながら作成した噴火シナリオが図8である。類似火山は、今回の噴火と同様に、火口内の溶岩蓄積に引き続きブルカノ式噴火を繰り返したことがある安山岩の火山である。新燃岳の300年前の噴火は、1月26日・27日噴火よりも規模の大きい軽石噴火を2、3ヶ月にわたって複数回繰り返し、その後、数ヶ月の噴火休止期を挟んで大きな爆発で活動が終息した。300年前の噴火の規模がより大きかったことで今回の噴火とはやや異なる。小林哲夫(2011私信)はこの最後の噴火が規模の大きな水蒸気爆発であった可能性を指摘している。マグマ噴火の後に水蒸気噴火が起こる事例は、火山島であるアナタハンでも認められており(Nakada et al., 2005)、新燃岳が電磁気学的にも帯水層が発達した火山であることから十分に考えられるシナリオである。

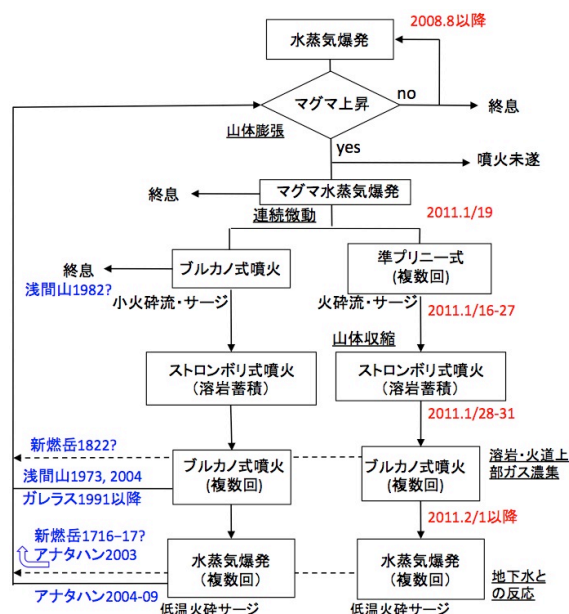


図8. 試作した新燃岳の噴火シナリオ。

今回の噴火で発生した、準プリニー式噴火、溶岩蓄積、ブルカノ式噴火への推移は、マグマ中の揮発性成分が減少することによって期待される噴火様式の推移であり、噴火の1輪廻を示していると考えられる。地殻変動の解析では噴火に先立って山体が膨張した量の約半分は1月の噴火によって収縮したが、2月からは噴火前の1年間とほぼ同じ速度で山体膨張が継続している。そのため、この傾向が継続すれば、次の噴火輪廻に移行することが容易に理解される。類似のアナタハン火山では、2003年の1輪廻噴火の後半にマグマ水蒸気～水蒸気爆発が繰り返され、その翌年マグマ噴火が起こった。また、浅間山やガレラス火山では一旦火口に蓄積された溶岩を噴き飛ばすブルカノ式噴火で活動を再開しており、その後、溶岩蓄積とブルカノ式噴火を繰り返している。

今後の活動推移については、準プリニー式噴火(爆発的噴火)を再度発生するのか、溶岩流出(非爆発的噴火)が起こるのか、マグマ水蒸気爆発を発生するのかなど、いくつかの噴火推移(噴火シナリオ)が想定される。進行中の噴火活動に対面して、噴火シナリオを準備し、観測・監視することは、噴火事象分岐のメカニズムを理解することにつながる。この噴火活動の観測研究を一層推進する必要がある。

参考文献

井村隆介・小林哲夫(1991): 霧島火山群新

燃岳の最近300年間の噴火活動, 火山, 36, pp. 135-148.

Nakada, S., Matsushima, T., Yoshimoto, M., Sugimoto, T., Kato, T., Watanabe, T., Chong, R., Camacho, J. T. (2005) : Geological aspects of the 2003-04 eruption of Anatahan Volcano, Northern Mariana Islands, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 146, pp. 226-240.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

清水 収・地頭蘭隆・下川悦郎・山越隆雄・他 (2011) 霧島山新燃岳の2011年1月噴火による降灰とその後の土砂移動. 砂防学会誌, 64(3), 46-56

相澤広記・上嶋誠・橋本武志・神田 径・他 (2011) 観測紹介(霧島山広帯域 MT 観測). 物理探査ニュースレター, 2011年12号, 1-2.

中田節也・森田裕一・清水 洋・宮町宏樹・中道治久・他 (2012) 2011年霧島火山(新燃岳)噴火に関する総合調査. 第48回自然災害科学総合シンポジウム論文集 (印刷中)

中田節也 (2012) 火山噴火予測における測量データの重要性. 先端測量技術, 104号 (印刷中)

[学会発表] (計20件)

中道治久・山中佳子・他, 地震計, 傾斜計でみた2011年新燃岳噴火活動. 日本地球惑星科学連合2011年度連合大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

大久保修平・植木真人・田中愛幸・大島弘光・他, 霧島火山新燃岳2011年噴火後の重力変動 - 定点連続観測及び多点ハイブリッド観測の結果. 日本地球惑星科学連合2011年度連合大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

八木原寛・後藤和彦・宮町宏樹・他, 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. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

上嶋 誠・小山崇夫・鍵山恒臣, 霧島新燃岳2011年噴火前の全磁力変化について. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ
森 俊哉・鹿児島地方気象台, 新燃岳2011

年噴火における二酸化硫黄放出率の推移. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ
小林哲夫・田島靖久・他, 霧島火山・新燃岳2011年マグマ噴火の先駆的噴火. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

鈴木由希・安田 敦・中田節也・他, 霧島山新燃岳2011年噴火噴出物の岩石学的特徴と時間変化. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

鈴木由希・前野 深・中田節也・他, 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-. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

中田節也・霧島山(新燃岳)総合観測班, 霧島山(新燃岳)の2011年噴火の概要と噴火シナリオ. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 2011年5月23日, 千葉市・幕張メッセ

Nakada, S., Kaneko, T., Nagai, M., Kobayashi, T., et al., Chronology of monitoring of the 2011 eruption at Kirishima Volcano (Kyushu), Japan. 第25回IUGG総会, 2011年7月4日, オーストラリア, メルボルン市。

中田節也, 新燃岳の噴火シナリオ(2)。日本火山学会秋季大会, 2011年10月2日, 旭川市・大雪クリスタルホール

筒井正明・小林哲夫, 新燃岳・享保噴火における被災状況について. 日本火山学会秋季大会, 2011年10月2日, 旭川市・大雪クリスタルホール

佐々木寿・中田節也・小林哲夫・他, 霧島山新燃岳における斜め写真を用いた火口内溶岩の体積推定. 日本火山学会秋季大会, 2011年10月2日, 旭川市・大雪クリスタルホール

中尾 茂・森田裕一・後藤和彦, 他, 霧島新燃岳2011年1月26日噴火前後の地殻変動. 日本火山学会秋季大会, 2011年10月2日, 旭川市・大雪クリスタルホール

鈴木由希・中田節也・他, 霧島山新燃岳2011年噴火噴出物の岩石学的特徴と時間変化. 日本火山学会秋季大会, 2011年10月3日, 旭川市・大雪クリスタルホール

相澤広記・上嶋誠・橋本武志・神田 径・他, MT連続観測による霧島硫黄山北の比抵抗変化. 日本火山学会秋季大会, 2011年10月3日, 旭川市・大雪クリスタルホール

松本 聡・清水 洋・他, 新湯地震計アレイおよび広帯域地震計でみた火山性微動. 日本火山学会2011年度秋季大会, 2011年10月3日, 旭川市・大雪クリスタルホ

ール

植木貞人・大久保修平・大島弘光・他，霧島火山地域における精密相対重力測定。日本火山学会 2011 年度秋季大会，2011 年 10 月 3 日，旭川市・大雪クリスタルホール

寺石真弘・石原和弘・他，2011 年霧島新燃岳噴火に関連した伊佐（吉松）観測室における歪変化。京都大学防災研究所研究発表講演会，2012 年 2 月 21 日，宇治市・おうばくプラザ

安部祐希・大倉敬宏・平原和朗・澁谷拓郎，レシーバ関数を用いて明らかにした九州地方のフィリピン海スラブによる流体輸送。日本地震学会秋季大会，2011 年 10 月 12 日，静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップ

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中田節也（東京大学地震研究教授）
研究者番号：60128056

(2) 研究分担者

清水 洋（九州大学理学研究院教授）
研究者番号：50178985

宮町宏樹（鹿児島大学理工学研究科教授）
研究者番号：30182041

中道治久（名古屋大学環境学研究科助教）
研究者番号：00420373

大久保修平（東京大学地震研究所教授）
研究者番号：30152078

森田裕一（東京大学地震研究所教授）
研究者番号：30220073

石原和弘（京都大学防災研究所教授）
研究者番号：30027297

中尾 茂（鹿児島大学理工学研究科准教授）
研究者番号：90237214

大倉敬宏（京都大学理学研究科准教授）
研究者番号：40233077

植木貞人（東北大学理学研究科准教授）
研究者番号：40004501

大島弘光（北海道大学理学研究院准教授）
研究者番号：10213703

上嶋 誠（東京大学地震研究所准教授）
研究者番号：70242154

鍵山恒臣（京都大学理学研究科教授）
研究者番号：50126025

神田 径（東京工業大学火山流体研究センター准教授）
研究者番号：00301755

橋本武志（北海道大学理学研究院准教授）
研究者番号：70283588

野上健治（東京工業大学火山流体研究センター教授）
研究者番号：70251376

森 俊哉（東京大学理学系研究科准教授）
研究者番号：4027463

小林哲夫（鹿児島大学理工学研究科教授）
研究者番号：70112430

宮縁育夫（熊本大学教育学部准教授）
研究者番号：30353874

下川悦郎（鹿児島大学農学部教授）
研究者番号：60041670

地頭蘭隆（鹿児島大学農学部准教授）
研究者番号：50145455

清水 収（宮崎大学農学部准教授）
研究者番号：20178966