

SVC048-01

会場:301B

時間:5月22日 09:30-09:45

## 南西北海道，羊蹄火山の完新世噴火史の再検討：長期噴火予測に向けて Re-investigation of Holocene Eruptive History of Yotei Volcano, Southwest Hokkaido, Japan

上澤 真平<sup>1\*</sup>, 中川 光弘<sup>1</sup>

Shimpei Uesawa<sup>1\*</sup>, Mitsuhiro Nakagawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道大学理学院自然史科学専攻

<sup>1</sup> Natural History Sci., Hokkaido Univ.

羊蹄火山の最新の噴火は約1万年前の山腹噴火であると考えられている(宇野, 1989; 星住, 2004; 廣瀬・他, 2007)。しかしながら, 山頂には新鮮な火口地形が認められ, 完新世の活動である可能性も考えられる。そこで, 我々は山頂周辺を中心に地質学的, 岩石学的検討を行った。その結果, 山頂周辺で完新世の活動を含む複数の噴出物が認められ, 火口の位置, マグマタイプ, 噴火様式に規則性が見出された。本報告では, この特徴を用いて羊蹄火山の長期噴火予測を試みる。

山頂の火口と溶岩の地形から読み取れる噴火層序および現地調査により, 噴出物の層序を決定した。山頂周辺には, 山頂火口, 避難小屋火口, ニセコ火口, 北山火口群があり, 山頂火口以外のほとんどの火口が北西~西側に形成されている。山頂周辺では各火口に対応して, 下位より山頂火口噴出物, 避難小屋火口噴出物, ニセコ火口噴出物, 北山火口群噴出物が認められる。これらの噴出物は5枚の溶岩流と6つの降下火砕物(下位よりユニットS-6'S-1)からなる。溶岩流は, 避難小屋火口, ニセコ火口, 北山火口群からそれぞれ流出し, 北西~西, 南西山麓まで流下している。これらの火口から流出した溶岩流の体積は0.1~0.18km<sup>3</sup>である。降下火砕物は小規模で, その体積は0.003~0.013km<sup>3</sup>である。北山火口群の火口の一つである北山 高峰火口から噴出したユニットS-2からは4,010 ± 30cal.yBPの14C年代値が得られた。この年代値と, これらの噴出物を被覆するB-Tmから土壌の堆積速度を見積もった結果, ユニットS-1が約2,500年前, ユニットS-4が5,000年以前の活動であると推定した。

山頂周辺の噴出物は玄武岩質安山岩から安山岩質の噴出物で, 噴出物の全岩化学組成はユニット内の複数のサンプルで組成幅の狭い類似した組成を示すか, SiO<sub>2</sub>量で組成幅が認められた場合でも, 一連のトレンドを描く。山頂火口噴出物とそれ以外の噴出物とは, Na<sub>2</sub>OやP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>で組成が大きく異なる。また, ニセコ火口溶岩はK<sub>2</sub>Oで, 他の噴出物と組成が異なる。Na<sub>2</sub>OやP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>で同じトレンドである避難小屋火口噴出物と北山火口噴出物は, MgO, FeO\*のハーカー図では異なるトレンドを示す。さらに, 北山火口噴出物は下位層から上位層に向かうにつれ, SiO<sub>2</sub>に富む傾向を示す。

火口位置と組成領域で区別できるグループを噴火グループと定義すると, 山頂周辺の噴出物は山頂グループ, 避難小屋グループ, ニセコグループ, 北山グループの4つに分けられる。避難小屋グループ以降の噴火では, 各噴火グループは火口の位置とマグマの組成を変化させながらそれぞれ0.1km<sup>3</sup>以上の溶岩流を噴出している。このうち, 最新期の活動である北山火口は完新世の中頃の約5,000年前から約2,500年前まで活動していたと考えられ, 約4,000年前の噴火では約0.1km<sup>3</sup>の溶岩流出を伴い, 北山火口群の活動の中で最大規模の噴火であった。避難小屋グループ以降の活動をまとめると, それぞれの活動で, 火口の位置とマグマタイプを変えながら, 0.1km<sup>3</sup>以上の溶岩流出を伴う噴火を繰り返している。

これらの山頂周辺における噴火履歴から羊蹄山の今後の噴火活動について考える。もし, 北山火口の活動が現在まで継続しているとすれば, 次の噴火は山頂での0.001~0.01km<sup>3</sup>程度の小規模な噴火であると考えられる。しかし, より長期的な視野に立って今後の活動を考えると, 北山火口群の活動はすでに0.1km<sup>3</sup>以上の溶岩流を噴出していることから終了した可能性が高く, 次の噴火は火口とマグマを変えて0.1~0.2km<sup>3</sup>程度の溶岩流出を伴う可能性が高いと考えられる。この場合, 火口の位置によっては北西~西, 南西山麓の居住地まで到達することもありうる。

キーワード: 羊蹄火山, 完新世, 噴火史, 長期噴火予測

Keywords: Yotei volcano, Holocene, eruptive history, long-term forecasting of eruption

SVC048-02

会場:301B

時間:5月22日 09:45-10:00

## 微細組織からみる白滝・十勝石沢黒曜石溶岩の定置プロセス Emplacement processes inferred from micro-textures in Tokachi-ishizawa obsidian lava, Shirataki, northern Hokkaido

佐野 恭平<sup>1\*</sup>, 和田 恵治<sup>1</sup>, 佐藤 鋭一<sup>1</sup>  
Kyohei Sano<sup>1\*</sup>, Keiji Wada<sup>1</sup>, Eiichi Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道教育大学旭川校

<sup>1</sup>Hokkaido University of Education

Obsidian lava complex in Shirataki, Hokkaido, erupted at 2.2Ma and formed obsidian monogenetic volcanoes. A cross section of Tokachi-ishizawa obsidian lava (TI lava) in the complex is about 50 m in height and is stratigraphically observed from its flow bottom; pumice layer 1, obsidian layer, pumice layer 2, and rhyolite layer. The boundary between obsidian layer and pumice layer 1&2 is transitional. In this study, we precisely described the rock micro-textures of TI lava samples from obsidian layer to the rhyolite interior in order to understand the eruption processes of silicic obsidian lava.

TI lava samples are almost aphyric, composed of glasses (>98% in volume), rare plagioclase phenocryst (0.4-1.0 mm), plagioclase microlite (<0.2 mm), magnetite (<0.05 mm) and rare biotite (<0.01 mm). Magnetite can be classified into euhedral or subhedral group and acicular group, based on aspect ratio. We counted crystal number ( $N_v$ ) of acicular magnetite by 3D counting method (Castro et al., 2003). The  $N_v$  value in all of the TI lava samples is high with  $10^7$ - $10^8$  [number/cm<sup>3</sup>]. On the other hand, euhedral magnetite (low aspect ratio) has obviously low crystallinity. Since  $N_v$  reflects the cooling history of crystallizing melt (Toramaru et al., 2008), this result indicates that acicular magnetite was probably crystallized by decompression like a degassing process, and thus magnetite in the groundmass was derived from two crystallization stages.

In the rhyolite layer, porosity is variable; bottom rhyolite layer sample (close to obsidian layer) has low porosity (2-3%), while interior rhyolite sample has high porosity (7-8%). Vesicles in rhyolite samples vary from spherical to high deformed shape. These porosity and vesicle shape variation imply difference in vesiculation processes in conduit and/or surface.

$N_v$  and vesicle textures in TI lava indicate cooling history and vesiculation processes during conduit and surface flow. We intend to model the replacement processes that produced the obsidian-rhyolite internal structure of TI lava by viscous silicic magma.

キーワード: 黒曜石, 流紋岩, 白滝

Keywords: obsidian, rhyolite, Shirataki

SVC048-03

会場:301B

時間:5月22日 10:00-10:15

## グリーンタフ中に発見された Neptunian 噴火に伴う材木状軽石 Neptunian Eruptions and Woody Pumices in Greentuff

細井 淳<sup>1\*</sup>, 天野 一男<sup>1</sup>  
Jun Hosoi<sup>1\*</sup>, Kazuo Amano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 茨大・理・地球

<sup>1</sup>Environmental Sciences,Ibaraki Univ.

海底における火山活動は、陸上の火山活動と比べその場観察が困難である。従来、海底火山の研究は、陸上に産出する過去の水中火山岩類と海底火山活動の数少ない観察データを基に進められて来た。グリーンタフは、水中火山岩類の代表的なものであり、海底火山活動のメカニズムを解明する上で、格好の研究材料である。近年、爆発的水中噴火のメカニズムについて、Neptunian 噴火が提唱された (Allen and McPhie, 2009)。Neptunian 噴火に伴って巨大軽石が噴出する可能性は大きく、この軽石は海面に浮くと考えられている。一方、Kato(1987) は海底噴火に伴って形成され、噴火直後に沈積する巨大軽石“材木状軽石”を沖縄トラフから報告している。

グリーンタフの分布する典型的な地域である岩手県西和賀町周辺において、Neptunian 噴火堆積物とそれに伴った材木状軽石を発見したので報告する。本地域に見られる Neptunian 噴火堆積物は、層厚約 10m の、粗粒軽石質凝灰岩ないし細粒軽石質凝灰岩からなる。下部の粗粒質軽石凝灰岩から上部の細粒軽石質凝灰岩へと粒径が漸移し、噴煙柱の崩壊に伴った構造である二重級化構造 (Fiske and Matsuda, 1964) が認められる。今回発見した材木状軽石は直径 1m 前後であり、下部の粗粒軽石質凝灰岩中に含まれている。噴火の初期堆積物である下部の粗粒軽石凝灰岩から材木状軽石が見つかったことは、材木状軽石が噴火直後に沈積するという Kato(1987) の考えと調和的である。材木状軽石が Neptunian 噴火堆積物中から見つかったことは、材木状軽石が噴火直前に火道中で形成されたことを示唆している。

Allen and McPhie(2009) のモデルに材木状軽石を加え、新たな堆積様式を考案した。Neptunian 噴火は海中で噴煙柱を形成し、その堆積物は噴煙柱の崩壊に伴う重力流堆積物(水中噴煙柱崩壊堆積物)と、静かに沈積し海中に散在した堆積物(水中降下火砕物)からなる。噴出物の石質岩片と軽石の量比と巨大軽石(普通の軽石と材木状軽石)の有無から、水中噴煙柱崩壊堆積物を 4 種類、水中降下火砕物を 2 種類に分類し、これらの組み合わせから Neptunian 噴火堆積物の堆積様式を考察した。

キーワード: グリーンタフ, ネプチュニアン噴火 (ネプチューン式噴火), 材木状軽石

Keywords: Greentuff, Neptunian Eruptions, Woody Pumice

SVC048-04

会場:301B

時間:5月22日 10:15-10:30

## 三宅島火山，八丁平カルデラ形成噴火の再検討 -八丁平テフラと大路池テフラの層序 Reexamination of Hachoudaira caldera eruption in Miyakejima Volcano

及川輝樹<sup>1\*</sup>, 下司信夫<sup>1</sup>  
Teruki Oikawa<sup>1\*</sup>, Nobuo Geshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所地質情報研究部門

<sup>1</sup>GSJ, AIST

三宅島火山は2000年に山頂カルデラが形成される噴火活動があったため、カルデラ形成、今後どのように火山活動が推移するのかが重要な問題である。それを推測する鍵の一つは、過去のカルデラ形成後の火山活動史の解明があげられる。そのため、我々は、2000年カルデラ形成の一つ前のカルデラ形成期、八丁平カルデラ形成以降の火山活動史の再検討・高分解能化を行っている。

従来、八丁平カルデラの形成は、山頂からのスコリア噴火、山頂からの火山豆石を含む火山灰の放出、泥流の発生、南東麓において割れ目噴火が発生し海岸付近でマグマ水蒸気爆発が発生し南東麓に大路池マールを形成したという推移をたどったとされてきた。これらイベントに対応する噴出物・堆積物は、八丁平スコリア、八丁平火山灰、八丁平泥流、古湾爆発角礫と名づけられている。従来、これら堆積物間には土壌などの噴火休止期が認められないことから、それぞれの噴火の間には数十年以上の休止期は存在しないとされてきた。

我々は、三宅島南西山腹で八丁平スコリア・火山灰（八丁平テフラと名付ける）の上に褐色土壌を挟んでスパッター・火山弾を含む粗粒で厚いスコリア層、褐色土壌、成層スコリア層、褐色土壌、スコリア層とその直上に爆発角礫層が重なることを発見した。スコリア・爆発角礫層は大路池の方向へ急激に厚くなることから、これらテフラは大路池を形成した噴火による噴出物である。以下、このスコリア・爆発角礫を大路池テフラとよぶ。各テフラに含まれる火山弾やスパッター直下の炭化木片の<sup>14</sup>C年代は、八丁平テフラが約2.5ka BP、その上のスパッター・火山弾を含む厚いスコリア層が約2.5ka BP、成層スコリアが約2.4ka BP、大路池テフラが約2.0ka BPである。これらの年代値は三宅島島内の遺跡と八丁平テフラ及び大路池テフラの層位的関係とも整合的である。つまり、八丁平テフラと大路池テフラは別の噴火堆積物で両者の間には、600年間もの間があったことが明らかになった。発表では、これらの結果を基に、八丁平カルデラの形成噴火の推移の再検討を行なう。また、スパッター・火山弾を含むスコリア層は火口近傍相と判断され、山腹での側噴火の活動により放出されたと判断される。そのため、八丁平テフラの活動（すなわち八丁平カルデラの形成）後、それほど時間をおかずに山腹で割れ目噴火が発生していたことも明らかとなった。つまり、カルデラ形成後、それほど時間をおかずにカルデラ外でも噴火が発生する可能性が指摘される。

キーワード: 三宅島火山, 八丁平カルデラ, 古湾爆発角礫, 火山層序, テフロクロノロジー, 炭素14年代測定

Keywords: Miyakejima Volcano, Hachoudaira caldera, Frumio explosion breccia, Volcanic stratigraphy, tephrochronology, Radiocarbon dating



SVC048-05

会場:301B

時間:5月22日 10:45-11:00

## 富士火山・宝永噴火（西暦1707年）中のマグマ供給率変化 Sequential change of magma supply rate during the Hoei eruption, Fuji Volcano, Japan (AD 1707)

宮地 直道<sup>2</sup>, 金丸 龍夫<sup>2</sup>, 萬年 一剛<sup>1\*</sup>  
Naomichi Miyaji<sup>2</sup>, Tatsuo Kanamaru<sup>2</sup>, Kazutaka Mannen<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所, <sup>2</sup> 日本大学  
<sup>1</sup>Hot Springs Research Institute, <sup>2</sup>Nihon University

宝永噴火（西暦1707年）は、富士火山の噴火史の中でも最も噴火強度の大きい噴火の一つで、風下に深刻な被害をもたらした。この噴火の推移やそれに基づく噴煙高度の時間変化についてはこれまでも研究が行われてきたが、本研究で噴出物の層序とその形成時刻を再検討した。まず、層序に関しては17のユニットに分離し、古文書の記述と噴出物の色や粒径、降雨、江戸での降灰の有無などを検討してそれらの形成時刻を推定した。この作業の結果、文献から明瞭に認められる噴火の休止期ないしは噴火が非常に弱かった時期は6つしか特定できなかった。そこで、この6つの時期で区切られる活発な噴火の時期7つをパルスと呼ぶことにし、そのパルス内での噴火強度の推移や、パルス間の時間間隙をもとに、宝永噴火全体を3つのステージに分類することにした。各ステージには以下のような特徴がある。

ステージIは、2つのプリニー式噴火のパルスからなり、いずれも噴火の始めに噴火強度が高く、後に減衰して比較的穏やかな噴火に移行する。

ステージIIでは噴煙柱高度が15km以下と比較的低強度で、継続時間が短い噴火が、散発的に発生した。

ステージIIIでは噴火が明瞭な活動の減衰期を伴わず長期にわたり継続し、最低でも噴煙高度は13kmを下らず、しばしば16kmを超えることがあったものと見られる。

マグマ供給率は、珪長質のマグマが噴出したステージIの前半が $3.3 \times 10^{11}$  kg/day、苦鉄質のマグマが噴出したステージIの後半が $1.2 \times 10^{11}$  kg/dayで、その後ステージIIが $0.8 \times 10^{11}$  kg/day、ステージIIIが $1.1 \times 10^{11}$  kg/dayであった。噴火全体の噴出率は $1.2 \times 10^{11}$  kg/dayであった。

ステージIIは他のステージに比べ有意に供給率が低いが、噴火中における深部からのマグマ供給率が平均噴出率に等しいとすると、 $0.4 \times 10^{11}$  kg/dayは貫入によって消費されたことになる。一方ステージIIは火口の地形やアイソパックの軸の解析から宝永山が形成した時期と見られるが、宝永山の体積は上記計算から見積もられる貫入したマグマの体積と概ね一致する。

マグマ供給率は宝永噴火の最後まで顕著な現象を示さず、突然噴火が終了したように見える。このことは、マグマの噴出率が、マグマだまりの過剰圧力により支配されているのではなく、火口とマグマだまりの圧力差で基本的に駆動されていることを示唆する。

キーワード: 富士火山, 宝永噴火, 1707年, プリニー式噴火, テフラ, 噴煙柱  
Keywords: Fuji Volcano, Hoei Eruption, AD1707, Plinian, tephra, eruption column

SVC048-06

会場:301B

時間:5月22日 11:00-11:15

## 新潟焼山早川火砕流噴火の炭素 14 ウィグルマッチング年代 Radiocarbon wiggle-matching for the age of the Hayakawa ignimbrite from Niigata Yakeyama Volcano

早川 由紀夫<sup>1\*</sup>, 藤根 久<sup>2</sup>, 伊藤 茂<sup>2</sup>, Lomtatize Zaur<sup>2</sup>, 尾崎 大真<sup>2</sup>, 小林 紘一<sup>2</sup>, 中村賢太郎<sup>2</sup>, 黒沼保子<sup>2</sup>, 宮島 宏<sup>3</sup>, 竹之内 耕<sup>3</sup>  
Yukio Hayakawa<sup>1\*</sup>, Hisashi Fujine<sup>2</sup>, Shigeru Ito<sup>2</sup>, Lomtatize Zaur<sup>2</sup>, Hiromasa Ozaki<sup>2</sup>, Koichi Kobayashi<sup>2</sup>, Kentaro Nakamura<sup>2</sup>, Yasuko Kuronuma<sup>2</sup>, Hiroshi Miyajima<sup>3</sup>, Ko Takenouchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>群馬大学教育学部, <sup>2</sup>(株)パレオ・ラボ, <sup>3</sup>糸魚川市立フォッサマグナミュージアム

<sup>1</sup>Gunma University, Faculty of Education, <sup>2</sup>Paleo Labo Co., Ltd., <sup>3</sup>Fossa Magna Museum, Itoigawa City

新潟焼山は、新潟県西部にある標高 2400m の活火山である。わずか 3000 年前に誕生した。1974 年噴火で登山者 3 名が火山弾に当たって死亡する災害があった。早津賢二による長年の研究によって地質と噴火史がよくわかっている(早津, 2008, 実業広報社)。そのなかで、約 1000 年前に起こった早川火砕流(噴火マグニチュード M4.2)と KGc 火山灰(M3), そして前山溶岩と一の倉溶岩(合わせて M5.1)を出した噴火が、最大だった。早川火砕流は、早川に沿って 22km 流れ下って日本海まで届いた。早津(2008, p163)は噴火直後の早川谷の姿を想像して「焼山から日本海までつづく巨大なすべり台のような景観を呈していたことであろう」と書いている。東側の妙高山麓や高田平野に降り積もった KGc 火山灰が多数の考古遺跡で見つかっている。

この噴火は、早川谷に伝わる古記録の記述から、887 年あるいは 989 年に起こったと考えられてきた(たとえば早津, 1994, 地学雑誌)。しかしそれらの来歴は不明である。ほんとうにその年に噴火したのか、たいへん疑わしい。

今回、早川火砕流の堆積物に埋没していた木材を試料にして、加速器質量分析計を用いた炭素 14 ウィグルマッチングによる年代測定を行った。火山噴火で埋没した木材を使った炭素 14 ウィグルマッチングによる噴火年代の精密測定は、榛名山の渋川噴火で成功した(2009 年のこの大会で報告済み)。今回もそれと同じ手法を用いた。

測定した試料は、糸魚川市立フォッサマグナミュージアムに展示されている炭化材ブナ(FMM00655)と大型木材スギ(FMM01997)の 2 点である。結果は、従来考えられていた年代より 200 年以上若い 1233 年前後(1223-1242 calAD, 95.4%)が得られた。これは平安時代ではなく鎌倉時代に当たる。

従来の炭素 14 年代がなぜ古く出たのか。早川火砕流の炭素 14 年代報告はこれまで 5 つある。単純平均をとると 972 y BP, 暦年較正すると 11 世紀前半に当たる。なぜ 200 年も古い年代が報告されたのだろうか。いままでの炭素 14 年代測定に不注意があったと疑われる。炭素 14 年代測定法においては、年輪はそれが形成された年を与える。内側の年輪を測ればその分だけ古い年代が得られる。大型樹幹の場合に 100 年や 200 年の食い違いが簡単に発生することは、今回測定したスギ(FMM01997)に 199 年輪が数えられたことを見れば十分納得できることだ。今回はひとつの樹幹から試料を複数採取して、ウィグルマッチングという巧妙な手法を使っただけでなく、一番外側の年輪の年代をきちんと出して、それを火砕流が発生した年代だとした。

糸魚川市は、989 年、1361 年、1773 年に新潟焼山が大噴火したとみなし、その発生頻度をおよそ 400 年に 1 度と想定して地域防災計画を立案している。本研究によって、早川火砕流の噴火は 989 年ではなく 1233 年前後だったことがわかった。244 年も若返ったわけだ。大谷 1 火砕流の噴火年代ははっきりしない。大谷 2 火砕流の年代は従来の考えと同じ 1773 年でよいだろう。噴火マグニチュード M3 を超える大噴火の発生頻度は、実はおよそ 270 年に 1 度だった。新潟焼山の地域防災計画は、リスクをより深刻にとらえて再検討されるべきかもしれない。

キーワード: 新潟焼山, 早川火砕流, 放射性炭素年代, ウィグルマッチング, 埋没木材, 噴火年代

Keywords: Radiocarbon wiggle-matching, Hayakawa ignimbrite, Niigata Yakeyama Volcano, age of an eruption, buried wood

SVC048-07

会場:301B

時間:5月22日 11:15-11:30

## 霧島火山群における甕岳の火山活動について Activity of Koshikidake volcano in Kirishima volcanic complex

田島 靖久<sup>1\*</sup>, 小林 哲夫<sup>2</sup>

Yasuhisa Tajima<sup>1\*</sup>, Tetsuo Kobayashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本工営株式会社, <sup>2</sup> 鹿児島大学理学部地球環境科学科

<sup>1</sup>Nippon Koei CO., LTD., <sup>2</sup>Faculty of Science, Kagoshima University

霧島火山群では、20余りの火砕丘などが、西北西 - 東南東に 25 km、北北東 - 南南西に 15 km の範囲に分布している。アカホヤ火山灰より新しい活動については、井ノ上 (1988)、井村 (1992) などによって明らかにされているが、それ以前の活動については不確かなことが多く具体的な活動時期などを示す必要がある。一方、霧島火山群には、プリニー式噴火による火砕物の堆積により成長した山体や、溶岩流が度々流出し成長した山体がある。これらの活動性の違いについて明確な説明はなされておらず、その違いに関する手がかりを得る必要がある。我々は、その手始めとして甕岳の活動を明らかにし、上記について手がかりを得ることを試みた。既に報告したが、甕岳は火山砂とスコリアが互層するテフラ層序より 10 回程度の活動に分けられる。今回は初期の噴火によって焼かれた炭化物の年代測定を行い 19,000 cal yrs. BP の年代を得たことを報告する。次に、甕岳の一連の活動の中で、6 番目としたスコリア噴火が最大規模のテフラを噴出し、その時もしくはその直後に溶岩 (甕岳溶岩) が流出したことが明らかになった。また、甕岳溶岩は、テフラとの関係から今まで知られていたより広範囲に分布しており、その噴出量は 1 km<sup>3</sup> を超える。その後、スコリア噴火とブルカノ式噴火を繰り返し、活動末期には上記スコリア噴火に匹敵する規模の火山砂を堆積させたブルカノ式噴火で活動を終えた。甕岳の活動に関する総噴出量は、霧島火山群 3 万年間の中では最大規模のものの一つである。井ノ上 (1988) に示された牛のすね火山灰下部層の堆積率を参考に甕岳の活動期間を推定した。

キーワード: 霧島火山, 甕岳, 活動史, 年代, 噴出量

Keywords: Kirishima volcano, Koshikidake, volcanic activity, age, volume of eruption

SVC048-08

会場:301B

時間:5月22日 11:30-11:45

## 九州パラオ海嶺北部、駒橋第二海山深成岩および火山岩に認められる熱水変質、接触変成作用

### The hydrothermal alteration and contact metamorphism on the tonalite and volcanics of the Komahashi-Daini Seamount

原口 悟<sup>1\*</sup>, 徳山 英一<sup>1</sup>, 石井 輝秋<sup>2</sup>, 加藤 泰浩<sup>3</sup>

Satoru Haraguchi<sup>1\*</sup>, Hidekazu Tokuyama<sup>1</sup>, Teruaki Ishii<sup>2</sup>, Yasuhiro Kato<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大気海洋研究所, <sup>2</sup> 深田地質研究所, <sup>3</sup> 東京大学大学院工学系研究科

<sup>1</sup> Atmosphere and Ocean Research Institute, <sup>2</sup> Fukuda Geological Institute, <sup>3</sup> University of Tokyo

九州パラオ海嶺北部の駒橋第二海山では1970年代のGDP航海、1990年代の東大海洋研淡青丸の調査航海で珪長質深成岩が採取されており、Harguchi et al. (2003)はこの深成岩の形成過程を四国海盆拡大前の島弧火成活動による玄武岩質マグマの結晶分化によるものとした。同研究は変質していない深成岩を対象としたが、実際に採取された深成岩は変質度の高いものがきわめて多い。また、火山岩も併せて採取されているが、同様に変質度が極めて高いのが特徴である。本研究では、これら的高変質度の深成岩、火山岩に生じた二次鉱物をEPMAによる化学分析、XRDによる鉱物同定手法を用いて岩石学、化学、鉱物学的に観察、解析し、珪長質深成岩の貫入に伴う変質作用を考察する。

深成岩は角閃石トーナライトと黒雲母角閃石トーナライトに区分され、ドレッジサイトによってどちらか一方が採取されるが、変質度の高い深成岩は両者に同様に認められる。変質作用は有色鉱物に顕著で、緑泥石への変化がEPMA、XRDによる分析で確認された。緑泥石はしばしば黒雲母に似た見かけを呈するが、反射像では表面がくすんで見えることと、化学的にはKをほとんど含まないことで区別される。有色鉱物の変質していない深成岩は全体の1割程度である。これに対して斜長石は変質に強いが、強変質度のものではアルバイト化作用が顕著に認められた。カリ長石は稀である。

火山岩は深成岩が採取された各地点から採取されているが、いずれの地点でも変質度が極めて高い。変質度は火山岩としての組織を残すものから、火山岩としての組織が失われているものまで幅がある。斜長石斑晶はアルバイト化作用が顕著で、石基部分の分析からはアルバイト、緑泥石の卓越が確認され、深成岩と同様の傾向を示した。また、石英の再結晶作用がEPMA、XRFの両分析で確認された。これらの変質による二次鉱物は細粒で顕微鏡観察では観察が難しく、化学分析は鉱物相の同定に有効な手段と考えられる。

緑泥石とアルバイト、石英という深成岩と火山岩の二次鉱物組み合わせは変質作用が150 °Cから200 °C、あるいはそれ以上の温度で起こったことを示し、深成岩体の貫入に伴って被貫入岩体である火山岩との間で活発な熱水循環が起こったことが示唆される。また、火山岩は再結晶作用が顕著なことから、接触変成作用も受けていたと考えられる。

火山岩の全岩組成は、 $\text{SiO}_2=54\sim64\%$ で、高温変質を受けているために変質に強い元素の移動が起こっていると考えられるが、珪長質深成岩によく似た組成を示す。特に $\text{TiO}_2$ , Y, Zrなど、HFSEが近似した濃度、組成トレンドを示し、九州パラオ海嶺の他の火山岩はHFSE濃度が極めて高いのに対して反対の傾向を示す。これらの火山岩は四国海盆拡大と関係するリフト性の火山岩と考えられ、このようなenrichした組成の火山岩はリフト活動より前には認められない(Haraguchi et al., 投稿中)。よって、駒橋第二海山の変質した火山岩は背弧海盆拡大以前の島弧活動による産物であることが全岩化学組成からも示唆され、変質作用より示唆される深成岩との関係から、この火山岩は深成岩の貫入(38Ma頃)と同時期かより古いものであると考えられる。九州パラオ海嶺の最初期の活動に関係する火山岩はパラオ諸島から報告されているに過ぎず、駒橋第二海山深成岩に伴う火山岩は九州パラオ海嶺の島弧活動初期の状況を示すものとして重要と考えられる。また、熱水活動に注目すると、金属資源として注目されている珪長質火山活動に伴う熱水活動に関係すると考えられる組織が駒橋第二海山深成岩、火山岩に認められたことは、四国海盆拡大前の古伊豆小笠原弧の火山活動で熱水活動が既に起こっていたこと、及び九州パラオ海嶺における熱水性金属鉱床存在の可能性を示唆するものとして注目される。

キーワード: 九州パラオ海嶺, 島弧火成活動, 珪長質深成岩体, 二次鉱物組み合わせ, 熱水変質作用, 接触変成作用

Keywords: Kyushu-Palau Ridge, Arc volcanism, Acidic plutonic body, Secondary mineral assemblage, Hydrothermal alteration, Contact metamorphism



SVC048-09

会場:301B

時間:5月22日 11:45-12:00

## 高温マグマが大陸地殻へ貫入する場合に起こる地殻溶融マグマ生成の1次元物理モデル One dimensional model on crustal melting by injections of hot magmas into continental crust

金子 克哉<sup>1\*</sup>

Katsuya Kaneko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京大・人環

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

大陸地殻場の火成活動において、地下深部からの高温マグマの貫入による地殻溶融は、マグマ生成のための重要な過程である。日本のような大陸地殻をもつ島弧の火成活動においては、多くのマグマが地殻溶融過程により生成している可能性がある。本研究は、地下深部からの高温マグマが地殻に貫入した場合、地殻溶融により生成するマグマの組成、量、時間スケールに関する束縛条件を、物理的考察に基づき明らかにすることを目的とする。本発表では、熱源となる高温マグマが地殻中に繰り返し貫入し、地殻溶融によるマグマ生成が起こる場合について、様々なパラメータ（高温マグマ貫入率、地殻組成など）を変化させ、一次元の熱移動物理モデルによる計算を行った結果について報告する。

地殻溶融過程の一次元物理モデルとして、Koyaguchi and Kaneko (2000) を用いた。地殻中に高温マグマが貫入した場合、高温マグマを熱源として地殻溶融が起こる。熱の移動は、高温マグマの熱対流により上方方向に大きく、上方の地殻は、臨界メルト分率（固液混合相全体として対流が開始するメルト分率）以上の高い部分溶融度まで溶融し、メルトと結晶の混合物は全体として対流し、さらに上方地殻を溶融して、地殻溶融が急速に進行する（～100年）。時間とともに、熱源となった高温マグマは、冷却結晶化し、臨界メルト分率に達して、対流が停止する。貫入高温マグマの上の地殻溶融マグマも、その上部の地殻を溶融しつつ、自身が冷却結晶化していくため、やがて臨界メルト分率に達して、対流が停止する。この状態になると、系全体は、熱移動が熱伝導により支配され、時間的変化がゆっくり進むステージ（>1万年）に移行する。高温マグマが貫入するたびに、上記の溶融結晶過化過程が繰り返される。本発表におけるモデルでは、高温マグマは、繰り返し地殻の同一場所に貫入するとした。また、溶融による固液分離は起こらないことを仮定した。

モデルにおいては、マグマの溶融関係に大きな影響を与える水が、貫入する高温マグマに含まれる場合についても考察した。含水高温マグマが地殻を溶かす場合、自身の冷却結晶化によって水に飽和し、水を地殻に供給する。水の移動に関しては、過飽和分の水が自由水として分離上昇し、水に不飽和な領域で吸収されるとした。

計算に先立ち、高温マグマおよび地殻の温度、組成、液相分率の関係を、先研究の実験およびMELTSプログラムの結果によりモデル化した。計算では、貫入する高温マグマについて、水を除く組成を玄武岩質マグマ、貫入温度を1250℃、一回の貫入厚を50mとそれぞれ設定し、初期地殻について、温度を地表0℃で温度勾配20℃/km（深さにより初期温度が異なる）、含水量を2wt%とした。また、変化させるパラメータとして、高温マグマの貫入位置の圧力（0.25GPa-1.0GPa）、固液混合体の対流の臨界メルト分率（0.5-1.0）、高温マグマ貫入率（2-20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>ky）と含水量（2-12 wt.%）、地殻組成（玄武岩質～デイサイト質）をとった。30万年間の計算を行い、メルト量とその部分溶融度を求めた。

計算結果の重要な点を以下にのべる。

（1）対流が起こることにより、地殻溶融は効率的に進行する。対流が起こらない場合に比べ、地殻溶融量は20倍以上である。

（2）対流が起こる場合、臨界メルト分率以上の部分溶融度まで溶融し、対流を経験した領域は、対流停止後も臨界メルト分率付近の部分溶融度のまま、相対的苦鉄質メルトを含んで長時間存在する。その上部には、臨界メルト分率以下の低部分溶融度の相対的珪長質メルトを含む領域ができる。

（3）高温マグマの貫入率は、地殻溶融量およびメルト組成にとって重要なパラメータである。貫入率が増加すると、地殻溶融メルト量は増加する。地殻溶融メルト組成に関して、貫入開始後数万年の間は、溶融メルト全量に対して相対的珪長質メルトの割合が高く、時間とともに相対的苦鉄質メルトの割合が増加し、5万年以降は、このメルトがほぼ90%以上となる。この時間経過によるメルト組成変化は、高温マグマ貫入率が高いほど速やかに起こる。

（4）貫入する高温マグマの含水量は、極端に水が多い場合を除き、溶融量や溶融の性質に大きな影響を与えない。

仮に本モデルの状況において地殻溶融によるマグマ生成が起こったと考えた場合、高温マグマ貫入開始後、数万年において珪長質および苦鉄質マグマが生成しているという状況は、2-3万年の間隔において起こる阿蘇火山の大規模噴火サイクル活動をよく説明する。一方、モデルで数年以上経過し、臨界メルト分率付近の部分溶融領域が系の大部分を占

めているという状況は、多斑晶の苦鉄質マグマが卓越している状態と解釈でき、東北日本の火山活動のような多斑晶の安山岩質マグマの活動を説明できるかもしれない。

キーワード: 地殻溶融, 大陸地殻, 物理モデル, 熱移動

Keywords: crustal melting, continental crust, physical model, heat transfer

SVC048-10

会場:301B

時間:5月22日 12:00-12:15

## 噴火しうるマグマの粘性の上限の再検討 Re-examination of upper limit viscosity of eruptible magmas

竹内 晋吾<sup>1\*</sup>

Shingo Takeuchi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 電力中央研究所

<sup>1</sup> CRIEPI

マグマの噴火能力を検討することは、火山での噴火および災害発生の可能性評価の際には重要である。マグマの噴火能力に関わる要素の中で、マグマの運動のタイムスケールを支配するマグマの粘性は第一の要素である。噴火直前のマグマ溜まり条件でのマグマ粘性は岩石学的手法によって見積もりが可能である。竹内(2009, 日本火山学会)では、マグマ粘性の見積もり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)がそろっている国内・国外の噴火事例について、文献データの編纂を行い、玄武岩から流紋岩組成のマグマにわたって噴火直前のマグマ溜まり条件でのマグマの粘性を見積もった。過去文献の中ですでに粘性計算が行われている場合でも、必要な岩石学的データを抽出し、同一の粘性計算モデル(Giordano et al., 2008, EPSL)によって、再計算を行った。マグマ粘性に対する斑晶の効果は最も簡便な Marsh (1981, CMP) による Einstein-Roscoe 式を使用した。その結果、玄武岩から流紋岩質のマグマは  $10^1$  から  $10^8$  Pa s の粘性を持ち、特に安山岩から流紋岩組成のマグマにおいて全岩  $\text{SiO}_2$  量はマグマ粘性と良く相関しないことが分かった。これはマグマに含まれる斑晶の影響により、全岩  $\text{SiO}_2$  量がメルト  $\text{SiO}_2$  量を反映しないためである。

同様の手法により、さらに噴火事例を加えて、83の噴火実績のあるマグマについて粘性見積もりを行った。本発表では、粘性の見積もり結果を用いて、噴火しうるマグマの粘性の二重の上限に関する仮説(岩脈伝播限界とマグマ噴出限界, Takeuchi, 2004, Geology)を再検討した。検討を行った噴火事例の中では、岩脈伝播限界として提案されている約  $10^6$  Pa s を超える粘性のマグマが噴出している事例が20事例存在し、9事例において噴火最初期に先駆噴火する低粘性マグマが存在することが分かった。低粘性マグマの発生メカニズムとしては低温で高粘性のマグマと高温で低粘性のマグマとの間の相互作用によって生ずる再流動化(記載岩石学的にはマグマ混合と認識される)や高粘性のクリスタルマッシュからのメルトの分離が考えられる。噴火しうるマグマの粘性の二重の上限に関する仮説は今後、さらなる検証を行う必要があるが、ある程度の普遍性を持ってマグマの噴火能力を支配していると考えられる。

マグマ粘性評価の簡便法(竹内, 2010, 地惑連合大会)を適用することによって、粘性見積もり事例を増やし、同様の検討を現在、進めている。本発表では、それらについても触れる予定である。

キーワード: マグマ粘性, マグマの噴火能力, 岩脈伝播, マグマ溜まり条件

Keywords: magma viscosity, magma eruptibility, dike propagation, pre-eruptive condition

SVC048-11

会場:301B

時間:5月22日 12:15-12:30

## GEO Grid 火山重力流シミュレーションシステム -霧島火山新燃岳 2011年噴火への適用- GEO Grid volcanic gravity flow simulation system: A case study on the 2011 eruption at Shinmoedake, Kirishima Volcano

宝田 晋治<sup>1\*</sup>, 児玉 信介<sup>1</sup>, 山元 孝広<sup>1</sup>, 浦井 稔<sup>1</sup>  
Shinji Takarada<sup>1\*</sup>, Shinsuke Kodama<sup>1</sup>, Takahiro Yamamoto<sup>1</sup>, Minoru Urai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup> AIST

GEO Grid (Global Earth Observation Grid: 地球観測グリッド)とは、グリッド技術を用いて、地球観測衛星データの大規模アーカイブ・高度処理を行い、さらに各種観測データベースや GIS データと融合し、ユーザが手軽に扱えることを目指したシステムである。現在では、GEO Grid から、地震動マップ即時推定システム (QuiQuake) や PRISM DEM 作成サービスなど各種アプリケーションが提供されている。その一つに、火山災害軽減を目的とした火山重力流シミュレーションシステムがある。

火山災害の軽減のため、全国の主要な活火山では、火山防災マップ (ハザードマップ) が作成されている。これらの多くは、紙ベースのものであり、次世代ハザードマップとして、各種データの統合機能や、現地での状況に応じて臨機応変に対応できる「リアルタイムハザードマップ」が重要となってきた。

数年前から、GEO Grid 火山重力流シミュレーションでは、エナジーコーンモデルによるシミュレーションを Web ブラウザ上で行うシステムを提供している。このシミュレーションは、地点を指定し、噴煙柱高度 (Hc) と火砕流の等価摩擦係数 (H/L) の 2 つのパラメータを入力するだけで火山重力流がエネルギー的に到達しうる範囲を数分以内で評価することが可能である。シミュレーション結果は、GIS 用の Shape ファイルや Google Earth 用の KML ファイルとしてダウンロード可能であるため、避難経路や各種のデータと組み合わせて利用できる。このシミュレーションシステムは、さまざまな条件を変更して、比較的迅速に火砕流到達域の評価を行うことが可能であり、今後リアルタイムハザードマップのための支援システムとして利用されることを期待している。

2011 年 1 月 26 日から始まった霧島火山新燃岳の噴火では、マグマ水蒸気爆発に始まり、約 7000 万トンの準プリニー式噴火が起こった。2 月 3 日現在、火口内に直径約 600m の溶岩ドームが形成されている。1 月 26 日-27 日の噴火は 1716 年-1717 年享保の降下火砕物の 1 イベントと同規模であるため、ここでは、享保噴火の活動を考慮したシミュレーションを検討した。享保噴火では何度か火砕流が発生しており、その対策のため、GEO Grid 火山重力流システムを用いて、エナジーコーンモデルによるシミュレーションを実施した。享保火砕流堆積物の産状から、今回はスプリール型の火砕流を仮定し、噴煙柱崩壊高度 (Hc) 300-1000m、等価摩擦係数 (H/L) 0.2-0.4 で検討を行った。その結果、Hc=300m、H/L=0.2-0.3 の場合に、享保噴火の火砕流堆積物の分布を良く再現できることが分かった。このことは、比較的低い噴煙柱でも火口径の急激な変化や噴出率の増加などで噴煙柱崩壊となり、H/L=0.2-0.3 程度の比較的流動性の高い火砕流が発生し得ることを示唆している。また、溶岩ドームの成長に伴い、メラピ型やプレー型の火砕流が発生する可能性も考えられる。このようなケースのシミュレーションも実施した。

これまでは、霧島火山、雲仙火山など 14 地域の火山に限られていたが、今後大幅な改良を実施し、ASTER Global DEM (G-DEM)、SRTM-3、国土地理院 10m メッシュ標高データを実装する予定である。これらの標高データの実装により、全世界中のすべての火山で高精度のシミュレーションを行えるようになる予定である。本火山重力流シミュレーションは、火砕流、岩屑なだれ、地すべりなど様々な火山災害、地質災害に広く利用できる。世界中の研究者や噴火対策機関が、いつでも世界中のどの火山でも使用することができる。本 GEO Grid 火山重力流シミュレーションシステムは、火山活動の推移に応じて、研究者や噴火対策機関が各種の条件を変えてシミュレーションを行い、臨機応変にハザードマップを改訂するための、支援システムとして活用できる。

GEO Grid 火山重力流シミュレーション : <http://www.geogrid.org/jp/pyroclasticflow.html>

キーワード: ジオグリッド, 火砕流, 火山, シミュレーション, 霧島, ハザードマップ

Keywords: GEO Grid, pyroclastic flow, volcano, simulation, Kirishima, hazard map



## FEP解析を応用した火山噴火シナリオ構築手法の検討 - 演繹的推論的要素導入の試み -

### A study on a methodology of volcanic scenario analysis applying FEP analysis: Development of deductive inferring method

村上 亮<sup>1\*</sup>, 川村 淳<sup>2</sup>, 牧野 仁史<sup>3</sup>, 下司 信夫<sup>4</sup>, 及川 輝樹<sup>4</sup>, 西村 卓也<sup>5</sup>, 梅田 浩司<sup>3</sup>, 佐々木 寿<sup>6</sup>, 瀬尾 俊弘<sup>3</sup>, 大井 貴夫<sup>7</sup>

Makoto Murakami<sup>1\*</sup>, Makoto Kawamura<sup>2</sup>, Hitoshi Makino<sup>3</sup>, Nobuo Geshi<sup>4</sup>, Teruki Oikawa<sup>4</sup>, Takuya Nishimura<sup>5</sup>, Koji Umeda<sup>3</sup>, Hisashi Sasaki<sup>6</sup>, Toshihiro Seo<sup>3</sup>, Ohi Takao<sup>7</sup>

<sup>1</sup>北海道大学, <sup>2</sup>三菱マテリアルテクノ, <sup>3</sup>原子力機構, <sup>4</sup>産総研, <sup>5</sup>国土地理院, <sup>6</sup>国際航業, <sup>7</sup>原環機構

<sup>1</sup>Hokkaido Univ., <sup>2</sup>MMTEC, <sup>3</sup>JAEA, <sup>4</sup>AISAT, <sup>5</sup>GSI, <sup>6</sup>KKC, <sup>7</sup>NUMO

#### 1. 研究目的と背景

火山噴火シナリオの構築手法については、これまでの主流である、対象火山の過去事例や世界の類似火山の活動事例に基づく経験論的な手法に加えて、火山現象を物理的・化学的な素過程の集積ととらえ、その進展を推定する演繹的要素も加味すれば、より一層、網羅性の高い火山シナリオが作成できると考えられる。さらに、火山活動の進展と同時進行形で、その都度得られる観測情報などから推定される火山活動の状況と火山噴火シナリオとのリアルタイムな比較により、演繹的な特徴を生かし、修正や追加をしながら、その後の推移を予測・評価する手法も用意しておけば、噴火の進展に合わせて、その時点の最適な防災対策を選択できると考えられる。そこで、本研究では演繹的な火山噴火シナリオ構築手法の開発を目的とした。

#### 2. 予測対象としての火山活動の特徴と演繹的推論の可能性

そもそも、火山噴火シナリオは、避難、救助、復興などの準備を適切に行うための事前検討や訓練に用いる、仮想的な火山の活動推移の記述である。この目的を考えると、シナリオは、場所、時間、継続時間、噴火規模、噴火様式、噴出率などや、その変化をできるだけ詳細に予測するものでなくてはならない。また、可能性を一つに絞り込むことが困難な場合は、できれば確率を付与して幾つかの候補（経路）を並列して示すことも有効である。

予測や推論の対象として火山活動を考えると、火山活動を支配するマグマ移動や発泡など、重要なプロセスは、ほぼすべて地下で起こり、直接観察や観測の困難性が特徴であることがわかる。また、その根源の駆動力は熱であり、各種のプロセスまたは素過程は、時として劇的な相変化をとともなう物理的現象、化学的現象である。それら各種の過程の影響が地表に現れる場合に限り、観測・観察を実施し、地下の状態やその変化をある程度推定することも可能である。しかし、地下のマグマは直接は見えないため、その理解は推論による部分が大きい。

火山は多くの要素が関係した極めて複雑な地下の巨大システムではあるが、火山活動の推移を構成する素過程が、物理・科学的過程であるとすれば、火山の状態があるステージにあるとき、そこから出発して次に到達する可能性のあるステージの提示が、演繹的な推論によって、ある程度可能となるかもしれないとの期待も生ずる。

そこで、我々は、まず、火山活動は、物理または化学的素過程の時系列的連鎖として表現できるという仮定から出発する。これは、自明ではないが、多くの研究者によって受け入れられている火山噴火シナリオという概念が、時系列的な記述を前提としていることを想起すると、この仮定にも一定の正統性があると考えられる。

#### 3. 演繹的推論の具体的方法

我々の演繹的推論システムの目標は、個々の素過程の集積により、火山現象全体の推移を表現することである。素過程の記述方法、素過程の関連付けの方法等がルール化できれば、それをを用いて過去の火山現象の推移について、解釈や理解も含めて記述することができるし、将来の火山活動についても推移の物理・科学的解釈を伴った予測を実施することができる。

我々は、素過程を表現するために、それを特徴づけるパラメータとして、場所、時間、物性、マグマや熱水の存否を考えることとした。また、素過程は、 $F(X1, X2, d) \quad X3$  等の関数表記で表現することとした。ただし、 $X1$  を場のパラメータ、 $X2$  を発端現象、 $X2$  を帰結現象、さらに  $d$  を観測結果である。この定式化は、場と時間が異なっても、同じ条件が整えば同じ現象が発生するという前提としている。

場のパラメータは、幾何学的条件（マグマ溜まりの存否、既設火道の存否、断層等の既設弱面の存否）、原因物質（マグマ、熱水、ガス等の存否）、物理的・化学的環境（岩石強度、応力状態等々）である。 $X1, X2, d, X3$  は、たとえば、 $X1$  (位置、時間) のように、それぞれに位置と時間を区別するパラメータが含まれている。さらに、ひとつ前の過程の帰結である  $X3$  が、次の過程では、発端現象の  $X2$  となり、そのような連鎖で火山現象を推論する枠組みを構築した。観測要素  $d$  は、同じ条件がそろっても、観測が明らかにその過程の進行を否定する場合には、推論においてその経路を停止

させるために用意した。

このような枠組みで推論を実施する場合、その正統性は、結局どれだけ見落としなく素過程を準備しておくかに依存する。

今回、我々が、予察的に試作した推論システムについて紹介するが、本講演では、基本的構造について主として報告し、適用した事例については、「FEP 解析を応用した火山噴火シナリオ構築手法の検討 - その具体例の提示 - 」という表題の講演（ポスター）で紹介する。

キーワード: 火山噴火シナリオ, 火山噴火予知, 防災, FEP:状態・イベント・プロセス, FEP 解析

Keywords: Volcanic Scenario, Volcanic Eruption Prediction, Disaster Mitigation, FEP: Feature, Event, Process, FEP Analysis

## FEP解析を応用した火山噴火シナリオ構築手法の検討 - その具体例の提示 - A study on a methodology of volcanic scenario analysis applying FEP analysis - A case study -

村上 亮<sup>1</sup>, 川村 淳<sup>2\*</sup>, 牧野 仁史<sup>3</sup>, 下司 信夫<sup>4</sup>, 及川 輝樹<sup>4</sup>, 西村 卓也<sup>5</sup>, 梅田 浩司<sup>3</sup>, 佐々木 寿<sup>6</sup>, 瀬尾 俊弘<sup>3</sup>, 大井 貴夫<sup>7</sup>

Makoto Murakami<sup>1</sup>, Makoto Kawamura<sup>2\*</sup>, Hitoshi Makino<sup>3</sup>, Nobuo Geshi<sup>4</sup>, Teruki Oikawa<sup>4</sup>, Takuya Nishimura<sup>5</sup>, Koji Umeda<sup>3</sup>, Hisashi Sasaki<sup>6</sup>, Toshihiro Seo<sup>3</sup>, Takao Ohi<sup>7</sup>

<sup>1</sup>北海道大学, <sup>2</sup>三菱マテリアルテクノ, <sup>3</sup>原子力機構, <sup>4</sup>産総研, <sup>5</sup>国土地理院, <sup>6</sup>国際航業, <sup>7</sup>原環機構

<sup>1</sup>Hokkaido Uni., <sup>2</sup>MMTEC, <sup>3</sup>JAEA, <sup>4</sup>AIST, <sup>5</sup>GSI, <sup>6</sup>KKC, <sup>7</sup>NUMO

【背景・目的】火山噴火活動の全期間を通じた時系列的な予測に関しては、火山噴火シナリオの適用による予測手法が注目されてきている [1]。火山噴火シナリオは、これまでは主として対象とする火山の活動について、現象や観測事実の推移に着目した経験論的な検討がなされてきた。

ここで、その都度得られる観測情報などから推定される火山活動の状況と火山噴火シナリオとのリアルタイムな比較によりその後の推移を予測・評価することができれば、その時点の最適な防災対策を選択できると考えられる。このことは、発生の可能性のある火山噴火現象を原因と結果の連鎖として記述する「詳細な火山噴火シナリオ」を準備し、必要に応じてリアルタイムにシナリオを修正・補正可能にすることで実現できる可能性がある。また、このようなシナリオを対象とする火山だけでなく他の事例も含め、事前に可能な限り幅広く準備できれば、更に有効なものになるであろう。そこで、本研究ではそれに資するための火山噴火シナリオ構築手法の開発を目的とした。

【アプローチ】原因と結果の連鎖としてシナリオを構築することの先行的な検討としては、高レベル放射性廃棄物地層処分における長期的な安全評価を目的としたものがある。それは「FEP解析」と呼ばれ、処分場閉鎖後の超長期に亘る処分システムやそれを取り巻く地質環境および安全性に係わる放射性核種の移行に係わる状態・特性 (Feature) がどのようなイベント (Event) やプロセス (Process) (それらを総称して「FEP」とよぶ) を経て変遷していくかを分析・検討し、シナリオを構築する手法である。また、この手法では、上記のような変遷を記述するための要素となる多数のFEPを適切な設定とともに、それらの相互関係の過不足ない設定が重要となる。そのための、FEPの相互関係を一定のルールに従いマトリクス上に構造的に整理し、検索機能等により相互関係の連鎖を効率的に分析できるツールも開発されている [2]。

火山噴火時の予測評価は短期間の現象を取り扱うため、求められる精度や対象は、長期の現象を取り扱う地層処分の安全評価に求められるそれらと必ずしも同じではないが、地下深部のマグマ活動 (Event) により、地下の状況や状態 (Feature) が変化し、それがどのようなプロセス (Process) として観測されるかという形で、複雑な現象を、それを構成する要素と相互関係として解きほぐし論理的に取り扱えるようにする方法論は共通すると考える。本研究では、上記の違いを認識した上で、地層処分の研究分野でのFEP解析の方法論を火山活動に発展的に応用することにより、火山活動の進展の予測に資する火山噴火シナリオ構築手法の開発を旨とした。

【検討内容】火山活動では、地殻変動をはじめ地震、重力変化など多くの観測項目が地表で観測されるが、これらは、地下のマグマの位置やその活動状況を反映したものである。そこで我々は既存火山の事例を参照し、火山活動を構成すると考えられる現象を素過程に分解するとともに、それらを

- ・前提となる「場の環境、条件 (x1)」
- ・事象発生の状況を示す「発端 (x2)」
- ・事象発生の結果を示す「帰着 (x3)」
- ・事象の発生に伴う「観測・観察される事項 (d)」

に分類・要素化し、さらにそれらの関係を「 $f(x1, x2, d) \rightarrow x3$ 」のように論理関数論的に整理し、活動の展開を関数の連鎖として表現することを基本コンセプトとした。

例えば、「地下水の存在する領域にマグマが貫入し水蒸気圧が上昇する。それが地震増加として観測される。」という素過程は、

$f(x1: \text{地下水の存在}, x2: \text{マグマの貫入}, d: \text{地震増加}) \rightarrow x3: \text{地下水の水蒸気圧の上昇}$

という関数で示す。このような関数を数多くの素過程について用意し、発生場所の違いなども考慮しながら時系列的に組み合わせることにより火山活動の一連の詳細なシナリオを構築できる。また、同じ  $x2$  から異なる  $x3$  への帰着を表現することにより、現象連鎖の分岐も表現可能であり、一般的なシナリオのフォーマットとして受け入れられているツリー図とも互換可能であるとともに、事象の分岐の判断に資する素過程の同定やそれに関わる条件などの情報の提示が可能である。一方、要素化した事象の連鎖の組合せの可能性を検討することから、今まで気づけなかった展開も推定で

きる可能性がある。上記のような関数の連鎖を前述の地層処分分野で開発したツールを用いてマトリクス上に展開することで、検索機能を活用した連鎖分析の支援が可能になる。

本検討により、想定される活動推移を可能な限り列挙した火山噴火シナリオをシステムチックに構築できる見通しを得た。また、本検討を観測にフィードバックすることにより、火山噴火の前兆現象の検出や、噴火の推移を予測するために有効な観測手法の選択にも資するものと考えられる。

【引用文献】[1] 科学技術・学術審議会 (2008): 建議 [2] 牧野他 (2007): JAEA-Data/Code 2007-005.

キーワード: 火山噴火シナリオ, FEP: 状態・イベント・プロセス, FEP 解析, 素過程, 関数形, マトリクス

Keywords: Volcanic Scenario, FEP: Feature, Event, Process, FEP Analysis, Single-process, Function, Matrix



SVC048-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 箱根火山における群発地震活動に先行する地殻の膨張

### Dilatational crustal deformation preceding earthquake swarm activities in Hakone volcano

原田 昌武<sup>1\*</sup>, 細野 耕司<sup>2</sup>, 伊東 博<sup>1</sup>, 明田川 保<sup>1</sup>, 小林 昭夫<sup>3</sup>, 本多 亮<sup>1</sup>, 行竹 洋平<sup>1</sup>, 吉田 明夫<sup>1</sup>

Masatake Harada<sup>1\*</sup>, Kohji Hosono<sup>2</sup>, Hiroshi Ito<sup>1</sup>, Tamotsu Aketagawa<sup>1</sup>, Akio Kobayashi<sup>3</sup>, Ryou Honda<sup>1</sup>, Yohei Yukutake<sup>1</sup>, Akio Yoshida<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所, <sup>2</sup> 気象庁精密地震観測室, <sup>3</sup> 気象庁気象研究所

<sup>1</sup>Hot Springs Research Institute of Kanaga, <sup>2</sup>Matsushiro Seismological Observatory, JMA, <sup>3</sup>Meteorological Research Institute, JMA

温泉地学研究所では箱根火山とその周辺で、1968年から地震観測を実施してきた。観測初期には煤書き記録の読み取りにより、S-P時間を用いて震源計算を行っていた。当時の地震観測報告を見ると、震源のほとんどが中央火口丘北部の大涌谷直下周辺に決まっている。しかし、最近の震源計算法によって1970年代の震源を再検討した本多ほか(2011)の調査結果によれば、地震活動は大涌谷直下に集中していたのではなく、全体的な震源分布の様子は現在と大きく違っていなかったようである。箱根カルデラ内の地震活動は1970年代は低く、その後、1980年代半ば、1990年代半ばにやや顕著な群発活動も見られたが、2001年6-10月に地殻変動を伴う、近年では最大級の群発地震活動が発生して以後、それ以前と比べて全体的に地震数が増え、また、発生域も拡大してきたと言われている(原田ほか、2009)本報告では、1995年以降のデータを用い、クラスター活動とデクラスターした地震ファイルで見たときの活動(ここではバックグラウンド活動と呼ぶことにする)に分けて、それぞれのタイプの地震発生の時間的経過及び空間分布の違いについて、詳細に検討する。その際、特に、それぞれのタイプの活動の変化と地殻変動の推移との関連に注目する。

解析した全期間にわたってほぼ補足できていると推定されるM0.1以上の地震数について見ると、2001年以降の総数は2000年以前よりもひと桁大きい。また、積算数で見たときの平均地震発生率も、クラスター活動及びバックグラウンド活動の双方とも、今世紀になって明瞭に増加している。ただし、地震発生率の変化の様子はMの下限によって、有意な違いがみられる。2001年以降、国土地理院のGPS観測網によって、2001年、2006年、2008-2009年の3回、膨張歪が観測されているが、M0.1以上の地震で見た場合には、それぞれの地殻変動に伴う地震活動の変化ははっきり見えず、M0.8程度以上の地震で見ると対応した変化が明瞭に認められる。注目されるのは、バックグラウンド地震の発生率の上昇やクラスター地震活動の発生が、地殻変動の開始時期に遅れて現れる傾向が見られることである。このことは、クラスター活動の発生を事前に知ることができる可能性があることを示唆する。クラスター活動と地殻変動の推移との間に直接的な関係が見られないことは、伊豆半島東方沖の群発地震活動との顕著な違いである。クラスター活動のb値はバックグラウンド活動のb値に比べて大きく、相対的により小さな地震が多いことと合わせ、箱根の群発地震活動はエネルギー的には箱根火山活動のごくわずかな部分を占めているに過ぎないと考えられる。この特徴は、箱根の群発地震の発生の仕組みと密接に関係していると推定される。なお、クラスター活動とバックグラウンド活動とは、震源の空間分布にも明瞭な違いが見られ、後者の地震活動は中央火口丘の特に南部で顕著である。

キーワード: 箱根火山, 群発活動, バックグラウンド活動, b値, 地殻変動, 予測

Keywords: Hakone volcano, swarm activity, background activity, b value, crustal deformation, forecasting

SVC048-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 大雪火山, 黒岳における 2 種類の苦鉄質包有物の起源 Origin of two types of mafic inclusions for Kurodake volcano, Taisetsu volcanic group, central Hokkaido, Japan

佐藤 鋭一<sup>1\*</sup>, 和田 恵治<sup>1</sup>  
Eiichi Sato<sup>1\*</sup>, Keiji Wada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 北海道教育大学旭川校

<sup>1</sup> Hokkaido University of Education

大雪火山・黒岳は約 20 万年前に形成された溶岩を主体とする火山である。黒岳の溶岩流には苦鉄質包有物が多く含まれ、その量は最大で 30 vol.% に達する。苦鉄質包有物は主に微斑晶サイズの鉱物によって構成されるが、それらのサイズの違いによって 2 種類に分類できる。一つは微斑晶が細粒なタイプ (Fine-type) で、もう一つは粗粒なタイプ (Coarse-type) である。本研究では、岩石学的手法に基づき 2 種類の苦鉄質包有物の起源を明らかにした。

全岩化学組成を示したハーカーダイアグラムでは、ホスト溶岩 ( $\text{SiO}_2 = 62.1\text{-}62.2 \text{ wt.}\%$ ) と Fine-type ( $\text{SiO}_2 = 50.8\text{-}56.4 \text{ wt.}\%$ ) は直線的なトレンドを示すのに対して、Coarse-type ( $\text{SiO}_2 = 52.0\text{-}56.9 \text{ wt.}\%$ ) は直線的トレンドを示さない。斜長石の化学組成に注目すると、ホスト溶岩中の斜長石斑晶は主に  $\text{An} = 40\text{-}55$  のものを含むが、 $\text{An} = 70\text{-}80$  にも小さなピークを持つことから、マグマ混合が生じたことが示唆される。苦鉄質包有物に関しては、Fine-type の斜長石微斑晶が  $\text{An} = 70\text{-}80$  にピークを持ち、ホスト溶岩の高  $\text{An}$  組成の斜長石斑晶の化学組成に一致する。一方で、Coarse-type の斜長石微斑晶は  $\text{An} = 45\text{-}55$  にピークを持ち、ホスト溶岩の低  $\text{An}$  組成の斜長石斑晶に一致する。これらのことから、Fine-type はマグマ混合における苦鉄質端成分マグマ由来であり、Coarse-type は珪長質端成分マグマ由来と考えられる。おそらく、Coarse-type は珪長質マグマ溜まり外縁部で急冷されたものと考えられる。Coarse-type の  $\text{SiO}_2$  量がホスト溶岩よりも小さいのは、微斑晶サイズの結晶に富んでいるためと思われる。ハーカーダイアグラムにおいて、Fine-type がホスト溶岩と直線的なトレンドを示すのに対して、Coarse-type が直線的なトレンドを示さないことも、Fine-type がマグマ混合における苦鉄質端成分由来であり、Coarse-type は苦鉄質端成分マグマ由来ではないことを指示する結果である。

キーワード: 苦鉄質包有物, マグマ混合, 斜長石

Keywords: mafic inclusion, magma mixing, plagioclase

## 八ヶ岳火山における歴史時代の小規模噴火堆積物の記載とその意義 Description of the deposits of a historical small eruption in the Yatsugatake Volcano, Japan, and their significance

大石 雅之<sup>1\*</sup>, 町田 尚久<sup>2</sup>

Masayuki Oishi<sup>1\*</sup>, Takahisa Machida<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京都市大・知識工・自然科学, <sup>2</sup> 立正大・院・地球環境

<sup>1</sup>Dept. of Natural Sci., Tokyo City Univ., <sup>2</sup>Geo-environmental Sci. Risho Univ.

八ヶ岳火山は本州中部に位置する, 南北に約 21 km にわたって多数の噴出中心を持つ火山群である。その活動は約 50 万年前以降であるが, 周辺地域も含めると 100 万年以上にわたって火成活動をしている(例えば, 西来・他, 2007)。噴火イベントごとの年代データは近年しだいに蓄積されつつあるが, 特に完新世を中心とした新しい時代の噴火史については, 未解明なところが多い。

火山列最北部の横岳では, 約 2.4 ka と約 0.9~0.7 ka の少なくとも 2 回噴火があったらしい(奥野, 1994)。約 0.9~0.7 ka の噴火では横岳南山腹で八丁平溶岩が流出している(奥野, 1995)。本研究では, その他の地域でも完新世の噴火堆積物があるか否かを明らかにするため, また同時に, 西暦 887 年または 888 年に火山列中部の稲子岳付近を中心に発生した大月川岩屑なだれの発生誘因に, 火山活動が関与しているか否かを検討するため, 北八ヶ岳地域において野外調査を行った。

その結果, ニュウから白駒池を中心とする地域の複数地点で, 層厚 2.5~8 cm 程度の, 白色のシルトサイズ粒子からなる火山灰堆積物を認めた。いずれも地表から数 cm 下位の, 黒色土壌から褐色土壌へ遷移する層準付近にあたる。斑晶鉱物として, 両輝石・斜長石・石英・普通角閃石のほか, 酸化角閃石が含まれる。酸化角閃石の屈折率は, いずれも 1.733~1.752 の範囲に入る。

これらの火山灰の堆積年代を明らかにするため, 火山灰直下の土壌の AMS 年代を測定した。その結果, Libby Age の中央値はいずれも 415~585 yrBP, 暦年校正年代は 1320~1465AD (68.2 % probability) の範囲であった。

以上の特徴が類似することから, 今までに認められた火山灰はすべて同一の噴出物であると, 現時点では考えている。

本火山灰は, 新鮮かつ発泡した粒子を伴わないことから, 小規模な水蒸気爆発によるものと考えられる。その分布から給源は, 麦草峠からニュウにかけての地域であろう。また本火山灰には酸化角閃石が含有するが, 八ヶ岳火山で酸化角閃石を含むことが知られているのは, 稲子岳から麦草峠北方にかけて分布している稲子岳溶岩である。したがって, 給源火口は稲子岳溶岩の堆積域に限定される可能性が高い。

西暦 887 年または 888 年の大月川岩屑なだれの発生年代より若い年代値が得られているため, 現時点では本火山灰の噴出と大月川岩屑なだれとの関連はないと考えられる。しかしながら, 本火山灰は八ヶ岳火山で知られている噴出物の中では最も若い年代を示すものであり, 当該地域での火成活動の変遷を考える上で重要であることから, 給源火口の特定など更なる調査が必要である。

なお本研究は, 株式会社パレオ・ラボの「若手研究者を支援する研究助成(第6期)」の支援を受けて行われている。

キーワード: 八ヶ岳火山列, 歴史時代噴火, 火山灰, AMS 年代

Keywords: Yatsugatake Volcanic Chain, historical eruption, volcanic ash, AMS dating

SVC048-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 浅間山鬼押出火山観測井コア試料の岩相と層序 Stratigraphy and Lithologic Features of the Borehole Core from the Onioshidashi Observation Well, Asama Volcano

長井 雅史<sup>1\*</sup>, 中田 節也<sup>2</sup>, 高橋 正樹<sup>3</sup>, 安井 真也<sup>3</sup>, 鶴川 元雄<sup>1</sup>, 小園 誠史<sup>1</sup>, 金丸 龍夫<sup>3</sup>, 金子 隆之<sup>2</sup>, 武尾 実<sup>2</sup>  
Masashi NAGAI<sup>1\*</sup>, Setsuya Nakada<sup>2</sup>, Masaki Takahashi<sup>3</sup>, Maya Yasui<sup>3</sup>, Motoo Ukawa<sup>1</sup>, Tomofumi Kozono<sup>1</sup>, Tatsuo Kanamaru<sup>3</sup>, Takayuki Kaneko<sup>2</sup>, Minoru Takeo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所, <sup>3</sup> 日本大学文理学部地球システム科学科

<sup>1</sup>NIED, <sup>2</sup>ERI, <sup>3</sup>Geosystem Sciences, Nihon Univ.

防災科学技術研究所が浅間山北麓で掘削した浅間山鬼押出火山観測施設の観測井コア(深度201m)は岩相から大まかに3つのグループに区分される。安山岩質の火砕流堆積物主体の上部(深度0m~72.4m),安山岩のほかにデイサイト質の溶岩片や軽石礫を含む火山泥流堆積物主体の中部(深度72.4m~98.3m),苦鉄質安山岩質の火山泥流ないし火砕流堆積物主体の下部(深度98.3m~201m)である。それぞれ浅間火山の前掛期,仏岩期,黒斑期に相当する堆積物である可能性が高い。黒斑期末期に発生した応桑岩屑なだれ,仏岩期のプリニー式噴火に伴う軽石流堆積物群は欠如している。上部に挟まる土壌層(深度51.3m)からは鬼界-アカホヤ火山灰(約7300年前)が検出された。この前後の層準にある数枚の火砕流堆積物は,これまで降下テフラ以外の噴出物の存在が明確にされていなかった前掛火山初期の噴火様式を解明する上で重要である。

キーワード: コア試料, 浅間火山, 噴火履歴, 火山泥流, 火砕流, アカホヤ火山灰

Keywords: Borehole core, Asama volcano, Eruptive History, Lahar, Pyroclastic flow, K-Ah tephra



SVC048-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 中部九州阿蘇カルデラ形成後火山噴出物の噴火年代 K-Ar ages of post-caldera volcanic products from Aso volcano, central Kyushu, Japan

三好 雅也<sup>1\*</sup>, 角野 浩史<sup>2</sup>, 宮縁 育夫<sup>3</sup>, 長尾 敬介<sup>2</sup>

Masaya Miyoshi<sup>1\*</sup>, Hirochika Sumino<sup>2</sup>, Yasuo Miyabuchi<sup>3</sup>, Keisuke Nagao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学地球熱学研究施設, <sup>2</sup> 東京大学地殻化学実験施設, <sup>3</sup> 熊本大学教育学部

<sup>1</sup>BGRL, Kyoto University, <sup>2</sup>GCRC, University of Tokyo, <sup>3</sup>Faculty of Education, Kumamoto Univ.

The geochronological and geochemical data of post-caldera volcanic products are expected to provide us key information about magmatic evolution process and magma plumbing system after the formation of caldera.

Aso volcano, situated in central Kyushu, produced four gigantic caldera-forming pyroclastic eruptions (Aso-1 to Aso-4) between 270 and 90 ka. On the other hand, the post-caldera volcanism (after 90 ka) is characterized by multiple effusive eruptions from several vents, and formed the present central cones inside of caldera (Ono and Watanabe, 1985). The drastic change of eruption style during caldera formation probably reflects the change of magma-plumbing system beneath caldera. To clarify the detailed temporal change of the magma-plumbing system, the absolute age dating of volcanic products is necessary. We, therefore, determined the K-Ar ages for several lava units of the post-caldera volcanic products from Aso volcano.

The argon isotopic ratio was measured using a noble-gas mass spectrometer MS-IV (modified VG-5400) in the Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo. In this study, the radiogenic <sup>40</sup>Ar contents of samples were determined by using the sensitivity method. In this method, the unknown concentration of <sup>40</sup>Ar contained in a sample is determined by comparing its <sup>40</sup>Ar peak intensity with that of a standard air sample whose <sup>40</sup>Ar concentration is known. The isotopic composition of the initial <sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar ratio of the sample that differs from the modern atmospheric value of 296 was determined with correction of mass-dependent fractionation based on measured <sup>38</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar ratio (Takaoka et al., 1989).

K-Ar ages of the following lava units were obtained.

1) Tateno lava: 60-50 ka, 2) Matsunoki lava: 80-70 ka, 3) Okamadoyama lava: 70-60 ka, 4) Hakusui lava: 40-30 ka, 5) Akase lava: 40-30 ka, 6) Otogase lava: 20-10 ka, 7) Eboshidake lava: 40-30 ka, 8) Karisako lava: 40-30 ka, 9) Narao-dake lava: 20-10 ka.

These obtained eruption ages are quite consistent with stratigraphic succession which was established by the previous geological studies (e.g., Ono and Watanabe, 1985).

キーワード: カリウム - アルゴン年代測定, 感度法, 阿蘇, 後カルデラ火山活動, 中央火口丘群

Keywords: K-Ar age dating, unspiked method, Aso, post-caldera volcanism, central cones

SVC048-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 気象庁火山観測井試錐調査による神津島中央部の火山層序 Volcanic stratigraphy on the central part of Kozushima Volcano, based on JMA volcano-observation drilling core

伊藤 順一<sup>1\*</sup>, 中田節也<sup>2</sup>, 齋藤公一滝<sup>2</sup>  
Jun'ichi Itoh<sup>1\*</sup>, Setsuya NAKADA<sup>2</sup>, Koichiro SAITO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>産総研 地質調査総合センター,<sup>2</sup>東大 地震研究所,<sup>3</sup>気象庁 地震火山部  
<sup>1</sup>GSI, AIST,<sup>2</sup>ERI,<sup>3</sup>JMA

気象庁火山観測施設整備の目的で、神津島天上山西部において、ボーリング掘削がなされ、そのボーリングの観察の結果、下記の火山層序が明らかとなった。

地表面から孔底まで良好なコアが採取された。本報告で用いる火山噴出物の名称については、基本的に一色(1982)および菅ほか(1992)に準拠する。

1) 天上山火山噴出物 地表面?37.0m: 黒雲母流紋岩質の火山角礫岩、火山礫凝灰岩および火山灰からなる。主体となる流紋岩質と地表部から連続する火山噴出物であることから、西暦 838 年の天上山火山噴出物と認定した。

0.00m?7.14m: 淘汰不良の火山角礫岩で、最大径 7cm の火山岩塊を含む。構成礫の岩質の大半は黒雲母流紋岩であるが、黒曜石状の緻密な岩塊から軽石質のものまで発泡度は多様で、形状も亜円?亜角礫である。基底部には風化作用を被ったと考えられる黄褐色の火山灰を伴う。雑多な構成礫を含むことから、天上山溶岩の破碎部の再堆積物と考えられる。

7.14m?37.00m: 火山礫凝灰岩および火山灰の互層。火山礫凝灰岩は、粗粒火山灰質から粗粒な軽石質火山礫から構成されるものまで多様であるが、内部堆積構造は不明瞭である。また掘進長 22m までの火山灰層はラミナ構造(試錐孔に対して 15-20 °で斜交)が顕著な火砕サージ堆積物と考えられる。掘進長 22m 以深の火山灰層は無層理の細粒火山灰であり降下火山灰が主体と考えられる。

2) 風化火山灰土 37.0m?38.0m: 火山礫凝灰岩を挟在する風化火山灰土からなる。風化火山灰土は暗赤橙色を呈し、粘土質土壌化しており、植物遺骸と思われる炭化物が含まれる。なお挟在される火山礫凝灰岩は噴火堆積物(じょうご山あるいは神戸山-穴の山-花立山起源?)の可能性も考えられるが詳細は不明である。

3) 秩父山火砕サージ堆積物-A 38.0m?62.53m: 火山礫凝灰岩及び火山灰互層からなり、火山灰は全体的に風化あるいは二次的作用による色調変化が顕著である。下位に始良 Tn(AT)火山灰が散在する層準を覆うことから、菅ほか(1992)の火山層序に準拠して秩父山火砕サージ堆積物-A に対比した。

38.0m?43.1m: 細粒火山灰を含む火山礫凝灰岩で、淘汰不良。軽石は不鮮明な正級化構造を示し基底部で 4cm 大となる。他の火山礫凝灰岩に比べ火山灰に富み、火砕流堆積物が挟在されている可能性も考えられる。掘進長 44m?55m までの火山灰層にはラミナ構造(ほぼ水平)が発達すると共に、火山豆石を含む。55m 以深は火山礫凝灰岩と無層理細粒火山灰が互層する。

4) 風化火山灰土 62.53m?63.1m: 暗赤褐色の粘土質風化火山灰質土壌。バブルウォール型の火山ガラスが散在しており、屈折率測定により始良 Tn(AT)火山灰と同定された。

5) 那智山火山噴出物 63.1m?孔底: 黒雲母流紋岩質溶岩。岩質及び位置関係から、那智山溶岩円頂丘に対比した。最上部の溶岩破碎部の上面風化部は、他の火砕物を介在せずに AT 火山灰が散在する風化火山灰土に覆われる。また最下部および掘進長 86m 付近に溶岩破碎部が認められるが、岩質が同一で、連続的に遷移することから同一溶岩内の構造と判断した。

キーワード: 神津島, 気象庁火山観測井, 火山層序

SVC048-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 阿蘇根子岳に分布する火山岩のSr同位体比 Sr isotopic ratios of volcanic rocks from Nekodake in Aso area, Central Kyushu

新村 太郎<sup>1\*</sup>, 上田 恭裕<sup>2</sup>, 荒川 洋二<sup>3</sup>  
Taro Shinmura<sup>1\*</sup>, Yasuhiro Ueda<sup>2</sup>, Yoji Arakawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 熊本学園大学経済学部, <sup>2</sup> 熊本大学自然科学研究科, <sup>3</sup> 筑波大学生命環境科学研究科

<sup>1</sup>Fac. of Economics, Kumamoto Gakuen Univ., <sup>2</sup>Grad. Sch. Sci. & Tech., Kumamoto Univ., <sup>3</sup>Grad.Sch.Life Environ.Sci., Univ.Tsukuba

根子岳は阿蘇カルデラ内で阿蘇中央火口丘群の東側に位置する火山岩からなる山体である。溶岩流、アグルチネート、火砕岩および岩脈など様々な産状の火山岩で構成され、岩脈がほぼ山体中央から放射状に分布すること、溶岩流の各ユニットが山体の傾斜とほぼ平行に分布していることなどから、一つの火山体として認識される。カルデラ内部に位置していることから、かつては中央火口丘群の一部と考えられていたが、主要元素組成の特徴が異なることと阿蘇-3 火砕流堆積物に覆われることから、より古い火山体として区別された(小野・渡辺, 1985)。K-Ar 法による絶対年代は Itaya *et al.* (1984) および松本ほか(1991) によってそれぞれ 14-15 万年前、8-11 万年前と報告されている。これらの年代報告値は阿蘇-2 から阿蘇-4 前後の年代を示すが、新村ほか(2010) は根子岳の火山岩の同位体比と全岩 REE 濃度は、カルデラ期および間カルデラ期とは異なった特徴を示すことを指摘した。

本研究では根子岳の広い範囲において調査を行い、火山岩を採取して、全岩化学組成、Sr および Nd 同位体比の測定を行った。SiO<sub>2</sub>wt.% は 53-60% の玄武岩から安山岩の範囲であった。Sr 同位体比は 0.7041-0.7047 であり、Hunter (1998) による阿蘇火砕流の値(0.7040-0.7042) に比較して高い領域に幅が広い。新村ほか(2010) による後カルデラ期の値(0.7040-0.7044) および先阿蘇火山岩類の値(0.7039-0.7045) に比較しても同様に高い領域に幅が広い。根子岳の火山岩には主に石英と長石からなる地殻物質の捕獲岩が含まれ、これらは主に楕円から直方体に近い形で、長径が 2cm から 15cm 程度であった。これらの Sr 同位体は 0.7046-0.7055 であり、根子岳の火山岩の高い値と一部で重なるが、高い範囲で幅が広い。捕獲岩の中には、マグマが入り込んで融けかけた状況を残すものもあり、根子岳火山の火山岩を作ったマグマは、これらの地殻物質を取り込んで、その一部では同化した可能性がある。

図 1 は根子岳の火山岩の Sr 同位体比を縦軸に Sr 濃度の逆数を横軸にとったグラフである。図上で最も Sr 同位体比が低い岩石(図上の星印)は、分化の程度が小さい玄武岩である。他の岩石のデータはこの値から地殻物質であるゼノリスのもつ高い Sr 同位体比(0.7046-0.7055) の範囲に向けた直線付近に分布する。すなわち根子岳に分布する火山岩は、星印付近の組成をもつマグマが地殻物質を取り込んで同化し、その程度によって火山岩のもつ同位体比の多様性が生じたと考えられる。また、この直線より右に若干それたものは、結晶分化作用によるものと解釈することができる。

以上のように、根子岳に分布する火山岩が阿蘇に分布する他の火山岩に比較して多様な Sr 同位体比を示すのは、地殻物質の取り込みと同化作用によることが判明した。今後は、1) 根子岳の火山岩に含まれるゼノリスは地表に露出しているどの岩体と対比できるか、2) 地殻物質の同化の程度は年代によってどう変化するか、3) 阿蘇地域に分布する他の火山岩に比較して地殻物質の同化作用が大きかった理由は何かについて解明していく必要がある。

### 参考文献:

小野晃司・渡辺一徳(1985): 阿蘇火山地質図, 地質調査所。

Itaya T., Nagao K., Nishido H. and Ogata K. (1984): K-Ar age determination of Late Pleistocene volcanic rocks. Jour. Geol. Soc. Japan, 90, 899-909.

松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳(1991): 阿蘇火山岩類の K-Ar 年代測定-火山層序との整合性と火砕流試料への適応-, 日本火山学会講演予稿集, 73.

新村太郎・荒川洋二・三好雅也・柴田知之(2010): 阿蘇地域におけるマグマの地球化学的特性の時間変化と超巨大噴火(阿蘇-5)の可能性評価, 地球惑星科学関連学会, 2010 年合同大会, 千葉幕張メッセ。

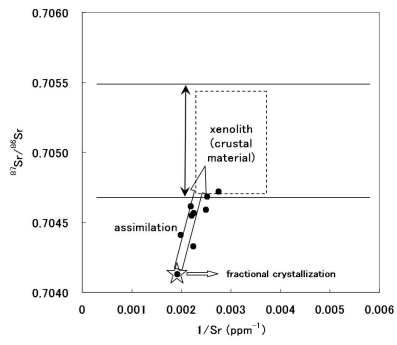


Fig 1.  $1/Sr$  vs.  $^{87}Sr/^{86}Sr$  diagram for the Nekomake volcanic rocks.

キーワード: 根子岳, 阿蘇, Sr 同位体比, 地殻物質混合, ゼノリス

Keywords: Nekomake, Aso, Sr isotopic ratio, mixing of crustal materials, xenolith



SVC048-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## 苦鉄質黒曜石の産状と岩石微細組織：ロシア極東プリモリーエ地域の玄武岩台地における火山活動の特質

### Occurrence and microtexture of the mafic obsidian from the late Miocene basaltic plateau in the Primorye region, Russia

和田 恵治<sup>1\*</sup>, ウラディミール・ポポフ<sup>2</sup>, 向井正幸<sup>3</sup>, 出穂雅実<sup>4</sup>, アレキサンダー・ポポフ<sup>5</sup>, 佐野 恭平<sup>1</sup>

Keiji Wada<sup>1\*</sup>, Vladimir Popov<sup>2</sup>, Masayuki Mukai<sup>3</sup>, Masami Izuho<sup>4</sup>, Aleksander Popov<sup>5</sup>, Kyohei Sano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>北海道教育大学旭川校, <sup>2</sup>ロシア科学アカデミー, <sup>3</sup>旭川市博物館, <sup>4</sup>首都大学東京, <sup>5</sup>ロシア国立極東大学

<sup>1</sup>Hokkaido University of Education, <sup>2</sup>Russian Academy of Sciences, <sup>3</sup>Asahikawa City Museum, <sup>4</sup>Tokyo Metropolitan University, <sup>5</sup>Far Eastern National University

ロシア極東プリモリーエ地域のウラジオストクから北方には玄武岩台地が広がり、ラゾルナヤ川を挟んで西側にシュファン台地(3100km<sup>2</sup>)、東側にシヨコトボ台地(4500km<sup>2</sup>)をつくる。ソレアイト系列、カルクアルカリ系列、アルカリ系列の玄武岩及び安山岩マグマが14-7Maに活動してこれらの台地を形成した(Maksimov et al., 2008など)。これらのマグマ活動の中で初期(14-13Ma)には枕状溶岩やハイアロクラスタイト、薄いシート状溶岩の噴火活動がおこった(Popov et al., 2009)。シート状溶岩や枕状溶岩・ハイアロクラスタイト破片の表皮は浸食されずに残存し新鮮なガラスからなる。これらの急冷縁は厚さが1cmを越える場合があり、時に数cm以上に及ぶ。急冷縁のガラスとしては異常な厚みを呈しており、これらは「黒曜石」と呼ぶに値するものである。また転礫として時に拳大以上(<10cm)の黒曜石が散在する。これらの黒曜石は黒色のつややかな光沢を示し、青黒色や灰色を示すものも見られる。

黒曜石ガラスはSiO<sub>2</sub>=56-59wt.%の安山岩組成を示す。一般によく知られた黒曜石の定義は流紋岩・デイサイト組成のものを指すことから(地学事典)、本地域の黒曜石は希少な試料であり、ここでは「苦鉄質黒曜石」と呼ぶ。苦鉄質黒曜石はほとんどすべてガラスからできており、微小結晶(数マイクロメートル以上)はほとんど認められない。これらのことは苦鉄質マグマが大きな過冷却のもとでガラスに移したことを示す。安山岩マグマ組成であるが、非常に粘性が低く温度が高かったと思われる。苦鉄質黒曜石の形成条件としては、海底噴火による急冷の可能性も考えられるが、そういった通常の条件下での過冷却よりも、氷河下での噴出のような高い過冷却が関係して形成された可能性があると思われる。14-13Maの時期は地球が寒冷期にあった(Flower and Kennett, 1993; Holbourn et al., 2005)ことも調和的である。

キーワード: 苦鉄質黒曜石, 玄武岩台地, ロシア極東, 枕状溶岩

Keywords: mafic obsidian, basaltic plateau, Far East Russia, pillow lava

SVC048-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 14:00-16:30

## Textural characterisation of Volcanic Debris Avalanche Deposit matrix through field and SEM study

### Textural characterisation of Volcanic Debris Avalanche Deposit matrix through field and SEM study

audray delcamp<sup>1\*</sup>, Shinji Takarada<sup>1</sup>, Ben van Wyk de Vries<sup>2</sup>  
audray delcamp<sup>1\*</sup>, Shinji Takarada<sup>1</sup>, Ben van Wyk de Vries<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AIST-GSJ, <sup>2</sup>Laboratoire Magmas et Volcans, France

<sup>1</sup>AIST-GSJ, <sup>2</sup>Laboratoire Magmas et Volcans, France

Volcanic Debris Avalanches (VDA) constitute a major hazard in volcanic areas, especially as it can travel long run-out distance unlike non-volcanic landslide. To understand mechanisms of emplacement of VDAs is thus essential in view of hazard mitigation.

Until now, scientist community tend to agree on the importance of the matrix in VDAs transport. However, it stays unclear how matrix form and in which manner it helps VDAs transport. Internal deformation, stresses repartition, and how the matrix acts to allow such long distance of transport remain obscure. Similarly, does the matrix behave as laminar or turbulent flow or is it a combination of both processes?

To answer those fundamental questions, we propose to use field and SEM data. Outcrop and micro-scale structures such as striation, tension gashes, hackle fractures etc can give some insights onto matrix formation and role in VDAs emplacement.

キーワード: Volcanic Debris Avalanches, Matrix, Structural characteristics, Emplacement mechanisms

Keywords: Volcanic Debris Avalanches, Matrix, Structural characteristics, Emplacement mechanisms