

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22540466

研究課題名（和文）斑晶と石基から解き明かす火山爆発

研究課題名（英文）Study of volcanic eruptions inferred by phenocrysts and groundmass.

研究代表者

三宅 康幸（MIYAKE YASUYUKI）

信州大学・理学部・教授

研究者番号：70200144

研究成果の概要（和文）：浅間山火山の2004年噴火噴出物について、石基組織、石基ガラスの含水量などを測定した。その結果、噴火したマグマが火口地下に作っていたマグマ柱の長さは180m以上、マグマ柱（火道）の断面の直径は数m程度と算出された。美ヶ原の軽石堆積物についても石基の溶結構造と斑晶鉱物について検討して形成モデルを考察した。

研究成果の概要（英文）：The groundmass texture and water contents of groundmass glass in the ejecta of Asama volcano 2004-eruption were studied. As a conclusion, the magma column before the eruption (vent) reached longer than 180m, the diameter being several meters. Also, the groundmass textures in the pumice flow deposits in Utsukushigahara volcanics are studied.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：火山噴火，石基，浅間火山，美ヶ原火山岩類

1. 研究開始当初の背景

火山噴火が爆発的になるか否かは、マグマの諸性質の他に、マグマ上昇・固結のプロセスが関与していることが予想される。それを記録している斑晶や石基の解析を2つの火山の事例について行った。

(1) 浅間山火山

浅間山火山は2004年に複数回のヴルカニアン噴火を繰り返した。その一連の噴火のうちでも最も噴出量の多かった9月1日

噴火の噴出物は、ガラス質の急冷縁をもつパン皮状火山弾を含んでいる。この火山弾のガラス質急冷縁は噴火直前のマグマの情報をもっている。火山弾のうち、火山の東方に噴出したものについては、すでに三宅ほか(2005)や津金ほか(2005)などに記載されてマグマ上昇プロセスと石基組織との関連について議論されている。ところが火山西方に噴出した噴出物については十分検討されていなかった。したがって、2004年噴火の全体像が必ずしも全面的に把握できていなかった。

(2) 美ヶ原火山岩類

化学組成や構成鉱物が類似したマグマの活動でありながら火山爆発性の異なる火山岩の例として、美ヶ原火山群を構成するいわゆる塩嶺層群の中期更新世火山岩類の中に適切なもの：非爆発的な扉峠火砕岩と爆発的な三城火砕岩が記載されていた（向井ほか，2009）。

2. 研究の目的

(1) 浅間山火山

この研究開始以前に，大学院学生によって収集された，火山西方域のパン皮状火山弾について，石基組織を記載し，石基火山ガラスの水分量を測定し，その水分量が飽和量となる圧力を推定する．このようにしてすでに発表されている東方域の噴出物のデータを補完して全体像を解明することが目的である．

(2) 美ヶ原火山岩類

更新世火山である美ヶ原火山岩類のうちの爆発的噴火によって形成された水中火砕流堆積物と思わしき軽石質堆積物についても浅間山と同様の研究を進めることで，このおそらくプリニアン噴火によってもたらされた噴出物を形成したマグマの上昇プロセスも解明することを当初は目的としていた．ただし，顕微鏡観察によれば，火山ガラスの保存が悪く，そうした研究には不向きであることが判ったので，マイクロライトや斑晶鉱物の顕微鏡下の観察を主体として行い，水中に堆積したと考えられる（泥岩と互層しているので）この火砕流堆積物の定置過程についてモデルをうちたてることを目的とした．

3. 研究の方法

(1) 浅間山火山

収集した資料について，石基組織を記載する．その上で，石基ガラスの含水量を石基鉱物をこみにして（分離することは不可能なので）マイクロFT-IRを用いて分析する．石基鉱物の補正は，牧野ほか（2006）に従って，ガラスの吸収線を分離することにより求めた．爆発寸前の火山弾等の石基ガラスの含水量がマグマにかかった圧力の条件下で飽和していると見なすことができるので，それが噴き出したマグマの深度を示しているという前提で研究を進めた．

(2) 美ヶ原火山岩類

まず，軽石流堆積物の分布と岩相記載を行った．その斑晶鉱物組成から噴火ユニットの認識を行い，弱溶結した軽石の集合物からなる角礫状の軽石塊の成因について仮説を立

てることを試みた．

4. 研究成果

(1) 浅間山2004年噴火噴出物について

爆発的噴火の一つの様式として，ヴルカニアン噴火が挙げられる．浅間山で2004年に発生した噴火はこの様式のものであり，実測値も多く，噴火の細部について検討可能である．この噴出物のうち，火口西側に分布するものは以前から回収されて保存されており，その化学組成，含水量，発泡度などを測定し，すでに公表した火口東側の試料と比べることによって，噴火の方向的な偏りなどを示すことができた．また，石基中の火山ガラスのマイクロライトの影響を牧野ほか(2006)の方法によって除去した火山ガラスの含水量をFT-IRを用いて計測することによって，噴火直前にマグマにかかっていた加重を算出することができる．それらの検討の結果，火口西側地域に達した噴出岩塊は，東側と比較して発泡度の高い（含水量が多い）ものに乏しいことが判った．両地域の9月1日噴火火山弾の皮殻部分の含水量をまとめると，最大（最小）値は0.86（0.49）wt.%である．この値は深度に相当する岩圧と引張強度の合算された圧力（最大で $67.3 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，最小で $24.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）における飽和水蒸気量に対応していると考えられる．岩石の引張強度は推定するしかないが，それが一定であるとすれば，最大と最小の含水量差から導かれる深さの差は，噴火直前のマグマ柱の長さに対応すると考えることができ，それは180m程度であったと推定された．ただし，最大・最小値ともそれらより大きい／小さい値のものがある可能性を考えるとそれ以上である可能性もある．この値と噴出したマグマ物質の総量の公表値とから，マグマ柱の直径は数m程度と細かったことが推定された．ただし，火道のすべてのマグマが噴出したのではないはずなので，この値は火道の最小値を示している．

このように，火山噴出物の石基に残された情報から爆発の実相を復元することが可能であることが示された．

(2) 美ヶ原の火山岩について

松本市東部の美ヶ原に分布する更新世の火山岩類のうち，唐沢川火山岩類の主要な構成メンバーである三城火山碎屑岩類について，地質学的・岩石学的検討をおこなった．三城火山碎屑岩類の中に火砕流起源と見られる堆積物が挟在している．この堆積物は，弱溶結

した軽石の集合物が10cm～数cmオーダーの破片にブリットルに破碎されたものであり、火山角礫岩をなしている。主要な露出は、美ヶ原高原西部の大門沢流域と、美ヶ原高原東部のヤティ倉沢流域に分かれている。大門沢とヤティ倉沢の双方にそれぞれ2層準の数m以上の厚さの堆積ユニットが見られ、泥岩と互層しているのが確認できる。それぞれ上部層と下部層と呼ぶ。大門沢では上部層・下部層ともに、岩石学的には角閃石デイサイトであり、角閃石斑晶のサイズは0.2mm程度が最頻値となっている。石基の部分は軽石の構造がつぶれたユータキシティック構造を持つ。それに対してヤティ倉沢のものは、上部層で、斑晶鉱物種および角閃石の長径ともに、大門沢のものと同様であるのわかるが、下部層は斜方輝石・角閃石デイサイト質であり、角閃石斑晶も0.4mm程度が最頻値となっており、異なっている。したがって下部層は大門沢のものとは異なるフロー起源であると判断できた。

次に扉峠火山岩類と三城火砕岩類との比較検討を行ったところ、ほぼ同様の組成のデイサイト質のマグマでありながら、岩石の発泡の程度が全く異なっており、(前者で小さく、後者で大きい)爆発の程度に相当の差がある。両者のマイクロライトの形成過程を比べたのだが、予想に反して、そのオーダーでの差異は認められなかった。ただし肉眼で計測できる5mm程度以上の大型斑晶の量比に大きな差があることがわかった。そのことから、扉峠火砕岩は、大型斑晶に富んでいる結果、マグマ上昇中に斑晶効果のために発泡が促進され、地下のある程度の深所において脱ガスが促進されたため、非爆発的なドーム形成が行われたと考えた。その機能の一部にはキャビテーションが働いた可能性がある。

大門沢・ヤティ倉沢ともに、湖沼成の泥質堆積物を挟在しており、水中堆積物である。一方、石基部分が弱溶結していることは陸域で一旦堆積して溶結した後に角礫状のブロックへとブリットルに割れて水域に堆積したことを想定できる。かつては大門沢とヤティ倉沢で2つの層がそれぞれ対比できるものと想像されていたが、構成鉱物種の相違から、異なるフローが順次発生していると考えられる。

また、さまざまな程度にユータキシティックな構造をもって変形した軽石(数mm程度

の大きさ)が溶結しあって、一つの軽石塊を形成しているという産状は、現在のところ、以下のような仮説によって説明しうる。

すでに形成されていた池沼の上に軽石流が流下してきて、池沼の上に浮く形で一旦停止した。水面との接触による爆発はベーパーフィルム(気泡膜)の形成が湖面との間にあって妨げられていた。しかし、軽石質火砕流の溶結が進行するにつれて堆積物の荷重が増加したため、ある程度水中に没することになり、ベーパーフィルムが崩壊して湖水との接触による水蒸気爆発が起こり、その結果溶結軽石塊への破碎を進行させ、破碎した溶結軽石塊の集合物が湖底に沈降して現在見られる堆積物を形成した。このような仮説が正しいか否か、今後古地磁気学などにより検証しつつ、爆発的噴火の由来について検討を進めるべきであると考えられる。



溶結軽石塊に富む火砕流堆積物と泥岩との混合部

(3) 分析環境の整備

美ヶ原火山岩類の軽石質火砕流堆積物の層序対比や爆発・堆積プロセスについては、検討すべき課題として残されている。その解明のため行う構成鉱物の化学分析のための環境を整備する必要があり、分担者を中心に以下のような機器整備を行った。これまで、JSM-5200(EDS:エネルギー分散型X線分光装置)と新たに設置された中古のJXA733(WDX:エネルギー分散型X線分光装置)の分析環境を改善した。

①JSM-5200(EDS)の整備:20年近く経年している古い機器だが、修理を加え使用している。主に、組成像を観察しながら、斑晶鉱物の組成累帯構造や石基鉱物の観察、サイズ計測、同定、分析に活用されている。この分析に利用する劣化した標準試料を交換した。一部酸化したMnOとダメージの大きいAlbite

標準試料である。

②JXA733 の整備

新たに設置された中古の本機には、定量分析のために別途標準試料が必要となった。また、この装置も 20 年以上前に製造された機器なので、ハード上の経年劣化の修理とともに操作システムの改善を行った。本装置は、EDS に比べると操作性が劣るが、分析精度も高く、X 線スペクトルの重複も避けられるという長所を持っている。また、ステージと連動した自動測定ができる。主要 13 元素 (Si, Al, P, Ti, Fe, Mg, Ca, Na, K, Ni, Cr, Zn, V) が一般的な測定で、手持ちの標準試料に加えて、不足していた元素 Si(qtz), K(KTP), Na(jadeite)の標準試料を新たに購入した。このことにより、標準測定が可能となり、主要造岩鉱物と炭酸塩、リン酸塩の自動測定も可能となった。

<引用文献>

- 牧野州明・津金達朗・曾根原崇文・三宅康幸 (2006), 浅間火山 2004 年 8 月の噴出物の石基ガラスの含水量測定. 火山、第 2 集, 51, 151-159
- 三宅康幸・高橋康・津金達郎・牧野州明・角前壽一・西来邦章・福井喬士・信州大学浅間火山 0 4 年噴火調査グループ (2005), 浅間火山 2 0 0 4 年 9 月噴火の本質噴出物について, 火山, 第 2 集, 50, 333-346.
- 向井理史・三宅康幸・小坂共栄 (2009), 中部日本, 美ヶ原高原とその周辺地域における後期鮮新世-前期更新世の火山活動史. 地質学雑誌, 115, 400-422.
- 津金達朗・牧野州明・三宅康幸・高橋康 (2006) 浅間火山 2004 年噴出物の鉱物粒径分布とマグマの結晶化過程. 火山、第 2 集, 51, 49-62.

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 2 件)

- ①Nishiki, K., Takahashi, K., Matsumoto, A. and Miyake, Y. (2011) Quaternary volcanism and tectonic history of the Suwa-Yatsugatake Volcanic Province,

Central Japan. Jour. Volcanol. Geotherm. Res. 203, 158-167. 査読有

- ②阪上雅之・佐々木 寿・三宅康幸・向山 栄 (2011) IKONOS 高分解能衛星画像と現地踏査を併用したブルカノ式噴火噴出物の解析—浅間火山 2004 年 9 月 1 日噴火を例に—, 地質学雑誌, 117, 671-685. 査読有

[学会発表] (計 1 件)

- ①三宅康幸・内掘俊佑・西前健一・藤原幸介 (2012) 長野県佐久市およびその北方に分布する岩尾層について—高峯山周辺を起源とする岩屑なだれ堆積物である可能性. 日本火山学会 2012 年秋季大会. 2012 年 10 月 14 ~16 日, 御代田町.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三宅 康幸 (MIYAKE YASUYUKI)
信州大学・理学部・教授
研究者番号: 70200144

(2) 研究分担者

牧野 州明 (MAKINO KUNIAKI)
信州大学・理学部・教授
研究者番号: 30242712

(3) 連携研究者

なし