

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：82102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26800261

研究課題名(和文)火山灰凝集過程：降下火山灰の高速度カメラ多点その場観測と粒径分析からの解明

研究課題名(英文) Ash aggregation: Reconstruction from in situ observation of falling ash by using high-speed camera imaging.

研究代表者

三輪 学央 (Miwa, Takahiro)

国立研究開発法人防災科学技術研究所・観測・予測研究領域・地震火山防災研究ユニット・任期付研究員

研究者番号：80615659

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：爆発的噴火に伴う火山噴煙の内部では、噴出物が様々な速度で動き回り、巨視的な火山噴煙の挙動を支配している。従って、火山灰の沈降速度を大きく変化させる火山灰凝集過程の理解は火山噴煙の挙動を理解する上で重要である。しかしながら、少規模噴火における火山灰凝集過程を扱った研究は少なく、その実態はほとんど分かっていない。本研究では、降下火山灰の高速度カメラその場観測を様々な火口距離・降灰継続期間で行い、桜島火山の小規模噴火における火山灰凝集効率・様式の時空間変化を調べた。その結果、降灰初期から中期・後期にかけて火山灰凝集効率が高くなることと、火口距離に依らず外来水による凝集は卓越しないことが分かった。

研究成果の概要(英文)：Moving of pyroclast with various velocities controls macroscopic behavior of volcanic cloud by explosive eruption. It is important to obtain knowledge of aggregation which largely affects terminal velocity of volcanic ash particles, however, there are few studies which deals with ash aggregation process in small-scale explosive eruption. This study reveals spatiotemporal variation of ash aggregation process in small-scale eruptions at Sakurajima volcano from in situ observation of falling ash by using high-speed camera imaging. The results demonstrate that efficiency of ash aggregation increases from initial to later phases of ash falling period, and bonding by external water does not dominate in the aggregation with regardless of distance between the eruptive vent and observation point.

研究分野：火山学

キーワード：火山灰 高速度カメラ その場観測 凝集 落下速度 火山噴煙 火山噴火

1. 研究開始当初の背景

爆発的噴火に伴う火山噴煙の内部では、噴出物が様々な速度で動き回り、巨視的な火山噴煙の挙動を支配している。従って、火山灰の沈降速度を大きく変化させる火山灰凝集過程の理解は火山噴煙の挙動とそれに伴う火砕堆積物の形成を理解する上で重要である。火山灰凝集には、外来水・火山ガスを媒体とした「強い凝集」と、静電気力を媒体とした「弱い凝集」の二つの凝集様式があると知られている。そして、プリニー式噴火(噴煙柱高度 > 20 km)のような大規模噴火では、火口から 100 km 以上の地点で降下した火山灰において、弱い凝集が卓越すると指摘されてきた。しかしながら、噴煙高度が 5km を越えないような小規模噴火における火山灰凝集過程を扱った研究は少なく、その実態はほとんど分かっていない。

2. 研究の目的

本研究では、小規模噴火について火山灰凝集過程の時空間変化を解明し、それが火山噴煙挙動や火砕物堆積構造へ与える影響を考察する。火山噴煙は、上昇する柱部と、密度が大気と釣り合い水平に移動する傘部に分けられる。そして、柱部から傘部へと遷移するコーナー部の火口からの水平距離は噴煙高度と共に増加する。すなわち、噴煙高度が低い小規模噴火では大規模噴火に比べて、コーナー部の火口からの水平距離が短い。これらは、噴煙高度が低く継続時間が短い小規模噴火において、(1) 降灰初期から後期にかけて火山灰凝集過程が短時間で変化することや、(2) 火山噴煙の柱部と傘部での火山灰凝集過程の違いが短い距離変化として見られることを予感させる。

3. 研究の方法

本研究では、降下火山灰の高速カメラその場観測を様々な火口距離・降灰継続期間で行い、火山灰物性試験の結果と組み合わせることで、小規模噴火における火山灰凝集効率・様式の時空間変化を解明する。対象は桜島火山で頻発している小規模噴火である(噴煙柱高度 < 3km)。

高速カメラその場降灰観測は、2016年2月～4月にかけて発生した10回の小規模噴火について、火口距離 2.5km～4.8km の地点で計 19 回行った。特に、2016年3月26日 10:44 に昭和火口で発生した小規模噴火については、降灰初期(11:00-11:01)、中期(11:36-11:37)、後期(12:03-12:04)における降灰を水平方向から撮影し、粒径と落下速度の時間変化を検討した。その他の観測では、高速カメラを水平から 30 度傾け、地面に設置した白板上に落下する凝集粒子の割合や接地時の破碎の様子を火口距離との関係に着目しつつ観察

した。撮影周波数を 1000 あるいは 3000Hz とし、得られた火山灰粒子の落下画像について画像解析を行った。また、高速度カメラ撮影と同時に降灰粒子の採取を行い、得られた粒子を用いて粒子密度等の物性解析を行った。

4. 研究成果

本研究では高速カメラその場観測から、小規模噴火での降灰における火山灰凝集過程の時空間変化を実証した。

(1) 火山灰凝集過程の時間変化

高速カメラその場観測の結果から、桜島火山の小規模噴火では、降灰初期から中期・後期にかけて火山灰凝集効率が高くなることが分かった。高速カメラ画像から得られた粒径と落下速度に基づいて(図 1)、落下時の粒子レイノルズ数と抵抗係数を見積もり、Wilson and Huang (1979)の火山灰粒子落下モデルに適用することで、粒子密度を計算した(図 2)。

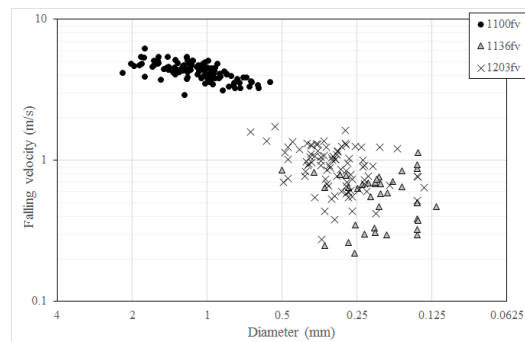


図 1. 粒径と落下速度の関係

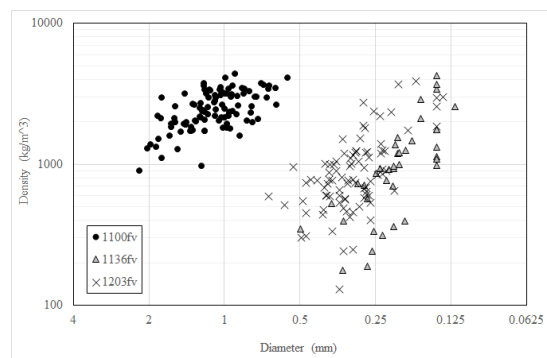


図 2. 粒径と密度の関係

その結果、降灰初期(1000-4000kg/m³)から中期・後期(100-4000 kg/m³)にかけて降灰粒子の密度が減少することが分かった。凝集していない火山灰粒子の密度は最低でも約 1000kg/m³ 以上なので、このような低密度粒子は、凝集粒子だと考えられる。凝集粒子の個数割合は降灰初期において 2%程度と見積もられるのに対し、噴火中期・後期では全体の 50～60%である。このことは、小規模噴火における噴煙内部では、凝集に係る物理量(粒子濃度、粒径やガス濃度等)が数 10 分程度の時間スケールで劇的に変化しているこ

とを示唆する。

(2) 火山灰凝集過程の火口距離変化

小規模噴火では火口距離によらず「強い凝集」は卓越しないことが明らかとなった。地面に衝突した凝集粒子は速やかに破砕され、また、衝突痕が泥雨のように残ることがない。これは、凝集媒体が多量の外来水や火山ガスのように粒子同士を強く結合させるものではないことを示している。しかし、これは静電気力が媒体となる「弱い凝集」が卓越することを示しているとは限らない。凝集粒子の結合媒体を明らかにすることは今後の課題である。

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6件)

Maki, M., Iguchi, M., Maesaka, T., Miwa, T., Tanada, T., Kozono, T., Momotani, T., Yamaji, A., and Kakimoto, I., Preliminary Results of Weather Radar Observations of Sakurajima Volcanic Smoke, Journal of Disaster Research, 11, 15-30, 2016. 査読有

Miwa, T., Shimano, T, and Nishimura, T., Characterization of the luminance and shape of ash particles at Sakurajima volcano, Japan, using CCD camera images, Bulletin of Volcanology, 77, Article number 5, 2015. 査読有

三輪学央, ブルカノ式噴火研究の現在地, 火山, 印刷中. 査読無, (招待論文)

三輪学央・真木雅之・小園誠史・藤田英輔・棚田俊收・井口正人, パーシベルを用いた桜島火山産噴出物の落下速度に関する実験的測定, 京都大学防災研究所年報, 58, 91-94, 2015. 査読無

小園誠史・三輪学央・真木雅之・前坂剛・味喜大介・井口正人, 桜島火山におけるパーシベルによる降下火山灰の観測, 京都大学防災研究所年報, 58, 86-90, 2015. 査読無

真木雅之・井口正人・藤田英輔・三輪学央・前坂剛・出世ゆかり・小園誠史・桃谷哲也・山路昭彦, 気象レーダによる桜島火山噴煙の観測, 京都大学防災研究所年報, 58, 76-85, 2015. 査読無

[学会発表](計11件)

Miwa, T., Kawaguchi, R., Nishimura, T., Aoyama, H., Yamada, T., and Fujita, E., Role of pyroclast recycling on style of small basaltic explosions at Stromboli Volcano, Italy, deduced from real-time collected ash samples, AGU Fall meeting 2015, 2015年12月18日, San Francisco (USA).

小園誠史・三輪学央・真木雅之・前坂剛・味喜大介・井口正人, 桜島火山におけるパーシベルによる降下火山灰の観測, 日本火山学会 2015年度秋季大会, 2015年9月29日, 富山大学(富山県), 古川竜太・石塚吉浩・山崎誠子・萬年一剛・長井雅史・三輪学央・吉本充宏・常松佳恵・内山高・馬場章, 箱根火山 2015年噴火の降灰分布, 日本火山学会 2015年度秋季大会, 2015年9月28日, 富山大学(富山県).

千葉慶太・上田英樹・棚田俊收・宮城洋介・三輪学央・川口亮平・長井雅史・前坂剛・岩波越・松本拓己・松澤孝紀, 2015年5月における口永良部島の噴火活動について, 2015年9月28日, 富山大学(富山県).

三輪学央・長井雅史・川口亮平, 花粉センサーで捉えられた御嶽山 2014年噴火の火山灰, 日本地球惑星科学連合 2015年大会, 2015年5月27日, 幕張メッセ(千葉県).

三輪学央・川口亮平・西村太志・青山裕・山田大志・藤田英輔, 火砕物リサイクリングが支配する玄武岩質火山の小規模爆発様式, 日本地球惑星科学連合 2015年大会, 2015年5月24日, 幕張メッセ(千葉県).

Miwa, T., Ishibashi, H. and Iguchi, M., Oxidation of shallow conduit magma: Insight from μ -XANES analysis on volcanic ash particle, AGU Fall meeting 2014, 2014年12月16日, San Francisco (USA).

三輪学央・真木雅之・小園誠史・藤田英輔・棚田俊收, パーシベルを用いた火山灰の粒度分布測定に関する実験的研究, 日本火山学会 2014年秋季大会, 2014年11月2日, 福岡大学(福岡県).

三輪学央, 火山噴出物の組織解析に基づく火山噴火機構の解明(招待講演), 日本火山学会 2014年秋季大会, 2014年11月3日, 福岡大学(福岡県).

御嶽山降灰合同調査班(三輪学央を含む), 御嶽山 2014年9月27日噴火による降灰分布, 日本火山学会 2014年秋季大会, 2014年11月2日, 福岡大学(福岡県).

Miwa, T., Iguchi, M., and Nishimura, T., Change of the Conduit Process During the 2011 Eruption at Bromo Volcano, Indonesia, Inferred from Volcanic Ash Texture, AOGS2014, 2014年7月31日, Royton Sapporo Hotel(札幌市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三輪学央 (MIWA TAKAHIRO)

防災科学技術研究所・観測・予測研究領

域・地震火山防災研究ユニット・任期付研
究員
研究者番号：80615659