

# 見えない危機を傾斜計グラフで読み解く＝レベル4段階で避難勧告や花火大会を中止－2015年桜島のマグマ貫入で鹿児島市長

## The mayor who confront the crisis of the volcano that did not erupt; Sakurajima 2015

\*中川 和之<sup>1</sup>

\*Kazuyuki Nakagawa<sup>1</sup>

1. 時事通信社解説委員

1. Commentator ,Jiji Press

2015年8月15日、桜島南岳直下に約200万立方メートルのマグマが貫入し、気象庁が噴火警戒レベルを4に上げた。当時は、現象面としては、なにも起きていなかったが、鹿児島市長は、レベル4の段階で一部の地域に避難勧告を出すとともに、一大イベントだった花火大会の中止を決めた。その判断根拠となったのは、気象庁が資料提供した傾斜計のグラフだった。日頃、専門家からマグマの移動を示す傾斜計の変化について説明を受けていた市長が、そのデータの変化の様子から、「最悪、集団移転も考える事態まで想像」し、決断をした。結果的に噴火せず、観光関係者からは非難された。

噴火に至る以前の危機的な状況を、関係者がどのように判断して対応をしたのか、当日の朝から、市長や鹿児島市の防災担当者、研究者、気象庁関係者らのヒヤリングを元に、報告する。

キーワード：桜島、傾斜計、鹿児島市長

Keywords: Sakurajima, Inclinator, Mayor of Kagoshima

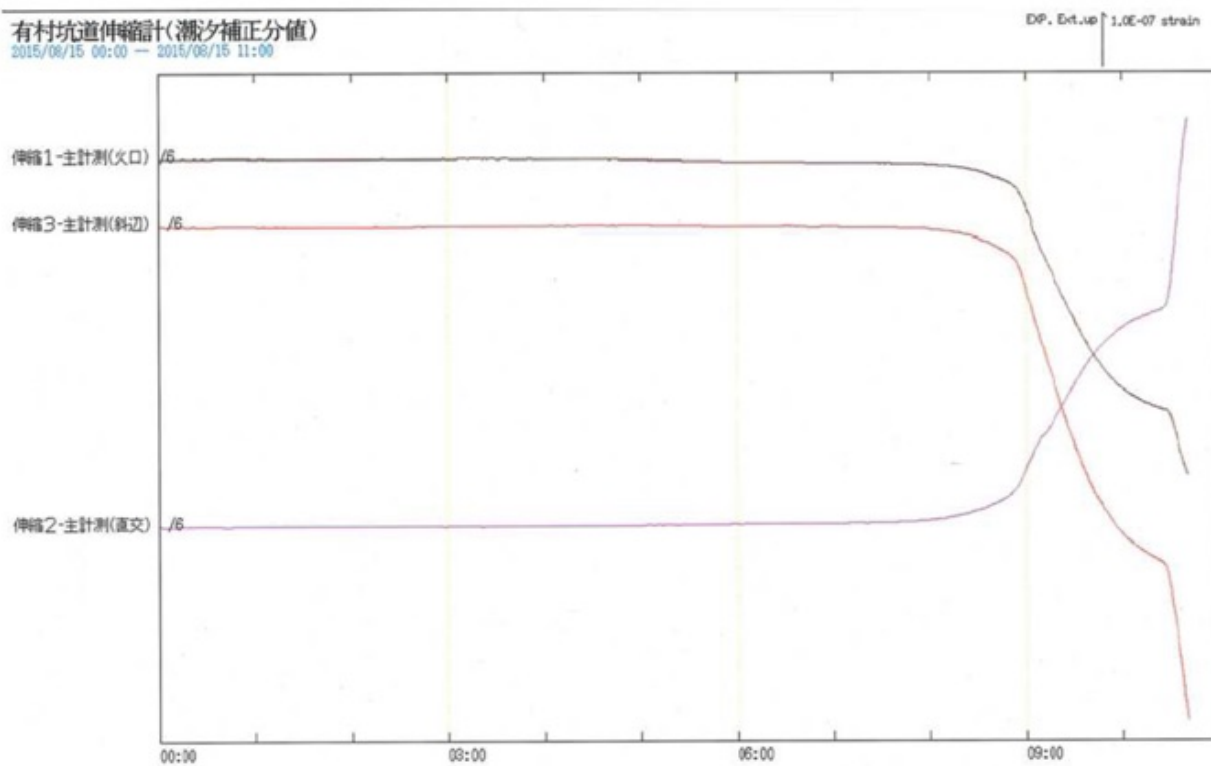


図1 桜島 有村坑道の伸縮計の変化 (2015年8月15日0時~11時)

## 火山観測用自走式センサー「ほむら」の開発：霧島硫黄山での運用試験と京大における長期間運用試験

### Development of mobile sensor for volcanic observation “HOMURA” : operation at Kirishima Iwo-yama and test for a long-term operation at Kyoto University

\*金子 克哉<sup>1</sup>、岩堀 功大<sup>2</sup>、伊藤 公一<sup>2</sup>、鷲 怒太郎<sup>3</sup>

\*Katsuya Kaneko<sup>1</sup>, Kodai Iwahori<sup>2</sup>, Koichi Ito<sup>2</sup>, Hirotarō Sagi<sup>3</sup>

1. 神戸大学大学院理学研究科、2. 京都大学大学院理学研究科、3. 京都大学総合人間学部

1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Graduate School of Science, Kyoto University, 3. Integrated Human Studies, Kyoto University

火山噴火の予兆現象を把握し、火山噴火のダイナミックスの理解を行うためには、火口近傍さらには火口内における諸現象のモニタリングが必須である。現状において、火山活動の静穏時に設置された火口カメラによる監視、火山ガスなどの観測が行われている。一方、活動が活発化している火山において、新たに観測機器を設置しようとしても、危険性のためそれができず、十分な観測体制を持っていない場合もある。これまでに、いくつかのプロジェクトで火山観測用の無人口ボットの開発が試みられてきたが、プロジェクトの終了とともに開発が停止し、実用化に至っていない。本研究では、この現状を打破し、火口内やごく近傍の機動的観測を行う実用的な無人陸上車両型ロボットのシステム「火山観測用自走式センサー『ほむら』」の開発を進めている。今回の発表では、2015年春および2016年春に霧島硫黄山にて行われた1~2か月間の観測試験、および2016年10月より現在（2017年2月15日）なお継続中の京都大学の建物の屋上で行われている長期観測試験についての結果を報告する。

ほむらが、目指すものは、遠隔地からの無線操縦により、火山フィールドを走行し、人が近づけない活動中の火口近傍や火口内の映像および搭載センサーによる観測データをリアルタイムで操縦局に送信する低コストロボットである。現段階において、我々は、ほむら試作機を製作した。ほむらは、上下対象の構造を持つ6輪の車形状のロボットである。大きさは長さ750 x 幅430 x 高さ310 mm、重さは約12kgである。機体内には、カメラ、GPS、CO<sub>2</sub>ガスセンサーなどのセンサー類を収納する。基地局との通信は、Docomo FOMAによる64kbps通信で行う。ほむらを使用しない場合には、遠隔操作より電源を切り、その間の消費電力をきわめて低く抑えることができる。また、任意の時に、遠隔操作により電源を入れ、観測活動を行うことができる。

我々は、立入規制が行われている2014年2月19日~2015年4月8日（49日間）、および、2016年3月7日~4月14日（37日間）に霧島硫黄山山頂までほむらを運び、硫黄山火口が見えるようにほむらを設置した。霧島硫黄山は、霧島火山に属し、北側のえびの高原に位置する小火山であり、2014年末以降たびたび火口周辺警報が出され、周辺約1 kmの立ち入りが規制されている。硫黄山山頂周辺では、火口縁の高まりのところでは、えびの高原の観光施設を見通すことができ、FOMA電波が良好であったものの、火口内および低い場所では、FOMA電波状況が不安定であった。そのため、今回は、電波状況が安定している場所にほむらを設置し、ほむらを移動させないことにした。設置の後、京都大学に戻り、大学よりほむらの遠隔操縦を行った。毎日ほむらを起動し、可視画像および内蔵の試験用のセンサー（CO<sub>2</sub>および温度計）のデータをリアルタイムで取得することを行った。試験期間中、雨や霧などの悪天候の時もあったが、遠隔操縦に関するトラブルは起こらなかった。

ほむらのさらなる実用的長期運用を目指し、小型の太陽電池を搭載したほむらの安定性の試験を現在行っている。2016年10月10日にほむらを京都大学建物屋上に設置し、6時間ごとに約4分間ほむらを立ち上げ、観測

を行う。現在（1017年2月15日）までの128日間、ほむらを安定して運用することができている。

今回の試験により、長期間でも安定して運用できることが確認された。FOMA電波が利用可能であるということは前提であるが、ほむらは、今回の試験のように、噴火の可能性が高まっている火山に、噴火が起こらないうちに設置し、数か月間にわたり、臨時の観測ポイントとして利用できる。

本活動は2013年度より東京大学地震研究所特定共同研究Bの援助を受けており、ここに謝意を表します。

キーワード：火山観測用ロボット、霧島硫黄山、携帯電話通信

Keywords: Robot for monitoring volcanoes, Kirishima Iwo-yama, communication with cellular phone

## 阿蘇4火砕流の岩相層厚変化と流動堆積機構

### Facies and thickness variations and emplacement mechanism of Aso-4 pyroclastic flow

\*宝田 晋治<sup>1</sup>、星住 英夫<sup>1</sup>

\*Shinji Takarada<sup>1</sup>, Hideo Hoshizumi<sup>1</sup>

1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門

1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

火砕流は、高温高速であることが多く、火山体周辺に多大な被害をもたらす。特にカルデラ形成を伴う大規模火砕流は、影響範囲も広く、正確な分布域の把握や、流動堆積機構の解明が重要となって来ている。90kaに発生した阿蘇4火砕流は国内最大級の噴火(VEI=7)であり、到達範囲も160km以上に達している。ここでは、阿蘇4火砕流堆積物の層厚や構成物の粒径、岩相変化に基づいた流動堆積機構を議論する。

層厚の変化を明らかにするために、地質図幅、ボーリングデータ、各種文献データ、地形図からの読み取り等によって、3,596地点の層厚データを収集した。溶結した地点については、溶結部の平均密度(1,800kg/m<sup>3</sup>)と非溶結部の平均密度(1,200kg/m<sup>3</sup>)から、非溶結としての層厚に換算した。得られた各地点の層厚データを元にクリギング法で内挿し、火砕流堆積物の層厚分布図を作成した。その結果、火砕流堆積物の最大層厚はカルデラ周辺ではなく、北北西42.5km(小国北西)付近、南南西33km(国見岳北部)付近、南東29km(高千穂溪谷)付近に、層厚60m以上の厚い領域が分布することが明らかになった。これらの領域は、比較的狭い峡谷部にあたる。カルデラ近傍ではなく、30~40km離れた峡谷付近に60m以上の厚い堆積物が見られることは、乱流状態で流動層厚数100m以上の火砕流がカルデラ斜面を流れ下り、峡谷付近でその流域のすべての斜面に残された堆積物がより低い領域に集まり、厚い堆積物を形成したと考えるとうまく説明ができる。比較的谷が広い、東部や西部では堆積物の厚さは比較的薄くなっている。

構成物の粒径変化については、阿蘇4火砕流のうち、北西、北側から東側を経て南東側の主に阿蘇4A火砕流を対象とした。これまでに、55箇所の地点で、軽石と岩片の最大粒径を計測した。最大粒径は、露頭毎に軽石と岩片について、10個の長径と短径を測定し、最大と最小を除いた8試料の算術平均を、各地点での最大粒径とした(図)。軽石の最大粒径は、カルデラ近傍ではなく、給源から25~30km離れた地点付近で最大値(47.2cm, 46.2cm)を示した。その後は、70km付近まで単調に減少し、160km離れた山口では、0.4~0.9cmと非常に小さい値を示した。最大粒径は、堆積物の上下方向でも変化が認められ、基底部付近主体部に比べ小さい傾向があった。また、軽石濃集部はマッシュな部分より最大粒径が大きくなる傾向があった。溶結部と非溶結部では、流走距離ごとの軽石の最大粒径に大きな違いは見られない。給源から20kmまでに分布するラグブレッチャ相では、2.3~5.3cmと比較的小さい値を示した。一方、岩片の最大粒径は、給源から10-15km付近のラグブレッチャ相で43cm, 45.6cmと最大を示した。その後、岩片の最大径は次第に減少し、117km離れた地点では0.3cmとかなり小さくなった。給源から南東11km付近の採石場では、層厚15mの阿蘇4火砕流堆積物の下部に、層厚8m以上のラグブレッチャ相が観察できた。ここでは、粒径変化から3枚のユニットに区分され基底は露出していない。構成物は、細粒物に乏しくやや円磨した多量の粗粒岩片(最大70cm)と少量の軽石を含む。ユニット内には、大きな岩片が、層厚20-50cm程度の間隔で横方向に並ぶなどの不明瞭な成層構造が発達する。

ラグブレッチャ相は、給源から約20kmまでに集中するが、これは噴煙柱が高速度で上昇し、周囲からの大気を十分に取り込めず、カルデラリムの外側付近で不安定になった噴煙柱の一部が崩壊し火砕流として流れ出した際に、まだ非常に乱流度が高い状態で、早期に離脱した比較的粗粒な岩片を含んだ相であると考えられる。細粒物が乏しいことは、堆積時の乱流度が高かったことを示唆する。岩片が円磨されていることは、ラグブレッチャ内の岩片が降下物ではなく、火砕流として流れ、相互作用を受け摩耗してから堆積したと考えることができる。ラグブレッチャ相に大きな岩石が並ぶ不明瞭な成層構造が存在することは、火砕流がフローユニット単位で一度に堆積(mass freezing)しているのではなく、乱流状態の火砕流基底部の境界層付近で、ある

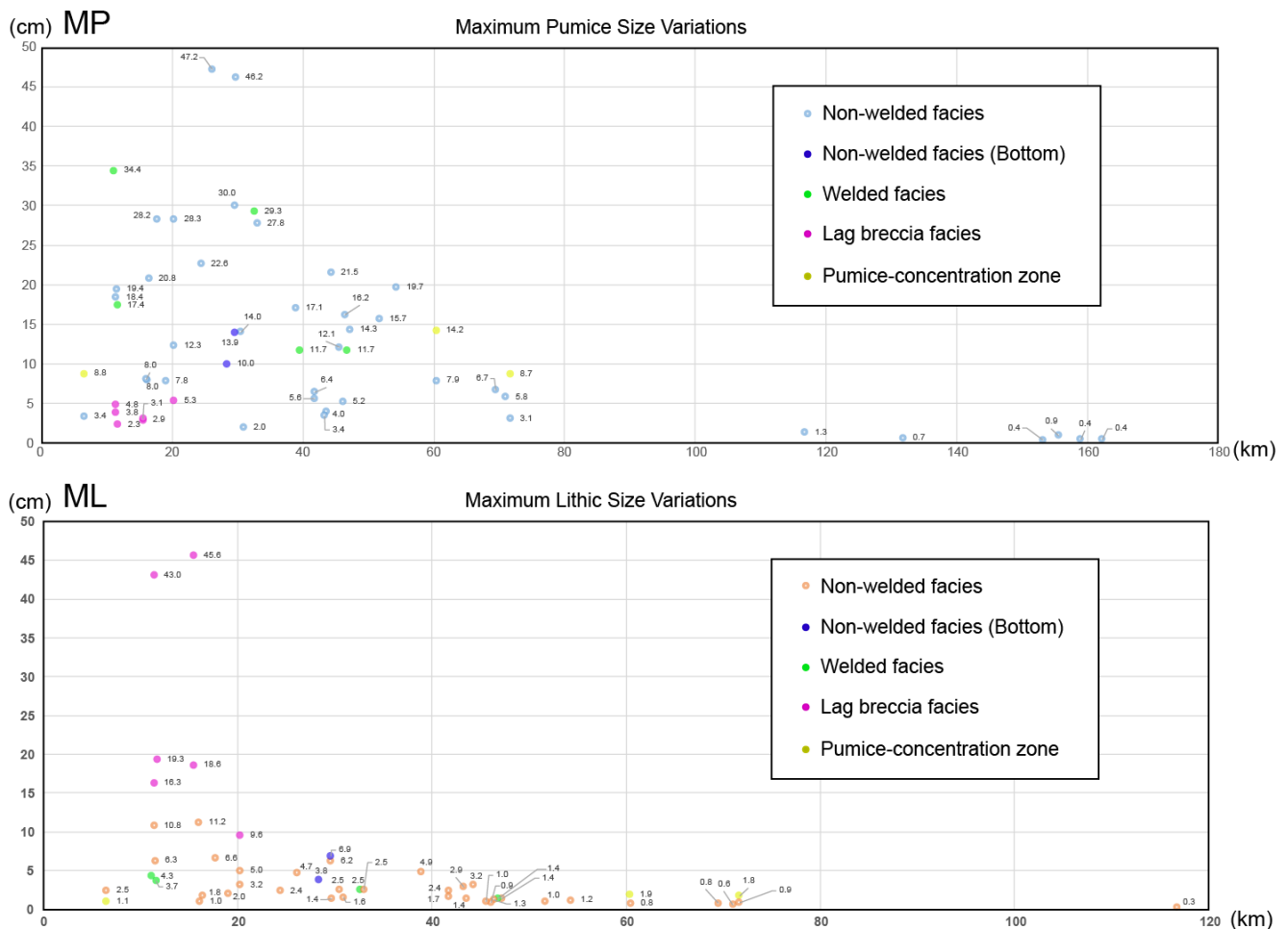
厚さの単位毎に、順次堆積していること（堆積サブユニット; DSU）を示唆している。岩片の並びは、火砕流基底部の比較的低速な境界層付近で、運び切れなくなった岩片が濃集し、基底部付近の速度勾配によって、粒子同士の摩擦や衝突などの相互作用が強まり、比較的大きい岩片が上部に集まって形成されたと考えられる。

軽石の最大粒径は、カルデラ北の小国町や東の竹田市付近で最大となっている。このことの原因として、地形障壁や火砕流流路の地形変換点などにより、斜面を流れ下ってきた火砕流が一時的に滞留し、そこで多量に粗粒な軽石を落とした可能性が高い（軽石や岩片の最大粒径と堆積物の層厚との相関について今後検討を行う予定である）。軽石や岩片の最大粒径が流走距離に応じて順次小さくなることも、乱流状態の流れの基底部から運べなくなった軽石や岩片が、順次定置したことを示唆する。

本研究の成果は、原子力規制庁からの平成27年度及び28年度原子力施設等防災対策等委託費「火山影響評価に係わる技術的知見の整備」として実施したものである。

キーワード：阿蘇4、火砕流、岩相、層厚、流動堆積機構

Keywords: Aso4, Pyroclastic flow, facies, thickness, emplacement mechanism



## 富士山で発生する融雪泥流・雪崩の発生の特性

### Characteristics of lahar and avalanche from snowmelt in Mount Fuji

\*小森 次郎<sup>1</sup>

\*Jiro Komori<sup>1</sup>

1. 帝京平成大学

1. Teikyo Heisei University

巨大な独立峰を呈する富士山では、規模の大きな雪崩とそれに引き続く火山泥流が発生し、山麓に被害をもたらしている。スラッシュ雪崩を含むこの雪崩現象は、日本海低気圧の通過に伴う暖気と強雨によって発生することが古くから明らかにされている。また山頂や山麓の気象データから、雪崩発生の気象条件も比較的明瞭であることが既に報告されている。本発表では、雪崩の発生につながるこれらの気圧配置の出現傾向について報告する。さらに、現地調査および防災科学技術研究所の地震計のデータをもとに富士山における雪崩の発生時間および発生位置の傾向について報告する。

キーワード：スラッシュ雪崩、火山泥流、雪代、時間空間的傾向、温帯低気圧、氷板

Keywords: slash avalanche, volcanic mudflow, yukishiro, spatiotemporal trend, extratropical cyclone, ice layer

## 流紋岩質メルトの発泡実験と溶岩ドーム爆発条件の制約

### Vesiculation experiments of rhyolitic melt: constraints on the conditions for lava dome explosions

谷口 瑞帆<sup>1</sup>、\*吉村 俊平<sup>1</sup>

Mizuho Taniguchi<sup>1</sup>, \*Shumpei Yoshimura<sup>1</sup>

1. 北海道大学・地球惑星科学

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Hokkaido University

#### 研究背景

溶岩ドームは定置後、突如大爆発を起こし、大規模な火砕流を発生させることがある。例えば1902年のブレレー火山、1973年のサンタマリア火山、1991年の雲仙普賢岳の火砕流も溶岩ドームの爆発が原因と考えられている(Ui et al., 1999)。溶岩ドームの爆発は、既に定置した溶岩内部でのガス圧の蓄積がトリガーとなる。すなわち、メルトの高い粘性が気泡の成長を妨げると、気泡内のガス圧は増加し、ガスの過剰圧がメルトの強度を超えることで溶岩が爆発すると考えられる(Sato et al., 1992)。したがって溶岩ドームの爆発の予測を行うには、溶岩の発泡速度を解明しなければならない。これまで流紋岩の発泡速度を求めた実験は行われたが、試料の含水量が非常に低いか(Bagdassarov et al., 1996・Ryan et al., 2015)、または非常に高く(Stevenson et al., 1997)、溶岩ドーム内部には適用しがたいものであった。そこで本研究では溶岩ドーム内部の条件に近い含水量(0.59 wt%)や温度(750~900°C)で加熱発泡実験を行った。そしてその結果を用いて、溶岩ドームの爆発の危険性が低下するまでの時間を予測した。

#### 実験方法

初期含水量0.59 wt%の黒曜石をマッフル炉に入れ、750、800、850、900°Cの4つの温度で15分~95時間加熱発泡させた。試料回収後、画像解析によって発泡度を測定し、その時間変化を調べた。

#### 実験結果

すべての実験温度で、時間とともに発泡度は増加した。発泡速度は初め遅く、あるところで一気に平衡発泡度(すべての水が気体になった場合の発泡度)付近まで増加した。発泡速度は温度に強く依存し、900°Cでは約45分、850°Cでは約4時間、800°Cでは約16時間で平衡発泡度付近に達した。また750°Cでは、95時間の加熱でも平衡発泡度付近には到達しなかった。

#### 考察

発泡度と加熱時間の関係にAvrami方程式を適用し、温度ごとに発泡の速度定数を求めた。

そして速度定数と温度の関係から活性化エネルギーを求めたところ、304 (+/-9) kJ/molであった。この値を、マグマの粘性流動の活性化エネルギー(338 kJ/mol, Giordano et al., 2008)と水の拡散の活性化エネルギー(88 kJ/mol, Zhang et al., 2007)と比較したところ、粘性流動の値と近い。したがって本条件での発泡の律速過程は、マグマの粘性流動だと考えられる。

#### 溶岩ドームへの応用

次にこの結果を溶岩ドームの爆発の予測に応用した。溶岩ドームの爆発の危険性が低下するためには、ガスの過剰圧がこれ以上蓄積しなければよい。ドーム表面は定置後急冷し、発泡の進行が停止するため、ガス圧の蓄積は回避される。一方ドーム内部は冷却するよりも速く発泡が十分に進行するため、ガス圧の蓄積は回避される。中間部分は、緩やかな温度低下と、それに伴う発泡速度の低下が同時に起こるため、発泡の進行は妨げられ、爆発の危険性は最も長時間維持される。そのため、ドーム全体の爆発の危険性が低下するのは、この中間部分のメルトが凍結される、または発泡が十分に進行した時と考えられる。そこで、このことを熱伝導によ



る温度低下と、実験で求めた発泡速度の係を用いてモデル化し、ドーム全体の爆発の危険性が低下するまでの時間を計算した。その結果、初期温度900°Cの場合、この時間はおよそ5時間であるが、750°Cの場合およそ11日であった。このようにドームの初期温度が低いほど、爆発の危険性は長時間維持されることがわかった。また、上記の考えに基づくと、ドームの地表付近は低発泡度、内部は高発泡度であると考えられる。この考えはパン皮状火山弾の冷却・発泡過程の理解にも有用と考えられる。

キーワード：発泡、溶岩、爆発

Keywords: vesiculation, lava, explosion

## 浅間山天明噴火降下火山灰粒子の遠方での地質学的認定：千葉県我孫子市における試み

### Geological identification of ash-fall particles of the Tenmei eruption of Asama volcano in distant area: An attempt at Abiko, Chiba

\*竹内 晋吾<sup>1</sup>、上澤 真平<sup>1</sup>

\*Shingo Takeuchi<sup>1</sup>, Shimpei Uesawa<sup>1</sup>

1. 一般財団法人 電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域

1. Central Research Institute of Electric Power Industry, Civil Engineering Research Laboratory, Geosphere Sciences

火山から遠方の地域に堆積した降下火山灰について、土壤中の粒子の分析により火山灰を認定し、火山灰粒子の粒径などの特性を得るための技術的検討を行っている。一例として、浅間山天明噴火の降下火山灰を対象とした千葉県我孫子市での調査について報告する。

降下火山灰は火山の遠方にまで到達し、人間社会に様々な影響を及ぼす。その影響の大小は堆積量の他、降下火山灰の粒径にも依存する。比較的最近に起こった噴火による降下火山灰は噴火直後の調査により、わずかな堆積量まで計測され、降灰分布などが良く調べられている（例えば及川ほか, 2010, 地質調査研究報告）。一方、百年以上の過去にさかのぼる歴史噴火の場合、層厚の薄い降下火山灰は堆積後の土壤内での物質移動（例えば生物擾乱）などにより地層として残っていない。しかしながら、地表水や風による水平方向の移動が非常に小さい条件であれば、降下火山灰粒子は土壤中に保存されているはずである。土壤中粒子を対象とした場合、降下層準や堆積量の推定は困難を極めるが、降下火山灰の粒径といった特性を得ることは出来ないだろうか？そのためには、土壤中の粒子から特定の噴火の火山灰粒子を認定する方法が必要である。

本研究では浅間山天明噴火の降下火山灰の検出を千葉県我孫子市で試みた。浅間山と我孫子の間には約150kmの距離があるが、降灰主軸が我孫子方向を向いており、天明噴火の際には降下火山灰の被害があったことが古文書から解読されている（例えば中尾, 1986, 手賀沼周辺の水害; 津久井, 2011, 火山）。

調査は電力中央研究所我孫子地区の森林林床内の表土について行った。調査地点付近は下総台地の下総下位面に区分される海成段丘面上にあり、地表から4メートルの深度までローム層が堆積している（杉原, 1970, 地理学評論）。過去の土地利用形態は不明であるが、地図記号で確認できる1927年以降、航空写真で確認できる1947年以降は森林である。林床の地表面から深さ20 cmまでの固く締まった褐色の土壤を検土杖（内径10 mm）により採集した。採集した土壤試料について、水洗の後、過酸化水素水によって有機物を除去し、篩い分けを行った。250 mmで篩い分けられた試料について、実体鏡およびE P M Aにより分析を行った。250 mm粒径の試料の中には、斜長石・カリ長石・石英・カンラン石・斜方輝石・単斜輝石・鉄チタン酸化物といった鉱物に加え、黒色スコリア・茶色ガラス片・透明な火山ガラス片が見られた。斜長石・斜方輝石・単斜輝石には、新鮮な火山ガラスが付着しているものが多く見られた。ガラスの組成分析により、付着ガラスの多くはSiO<sub>2</sub>量が66-69%を持つものと70-74%を持つものが見られる。70-74%の組成は、浅間山近傍で採集した浅間山天明噴火の軽石の石基ガラス組成と一致する。またTiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O空間でも両者は一致するため、SiO<sub>2</sub>量70-74%の付着ガラスを持つ鉱物は浅間山天明噴火起源の火山灰粒子である可能性が高い。手持ちの試料では確認できていないが、SiO<sub>2</sub>量が66-69%を持つガラスの組成は宇井ほか(2002, 火山)で報告されている富士宝永噴火の火山灰のガラスと似た組成を持っている。

以上から、鉱物へのガラス付着組織やガラス組成に基づき、土壤中の浅間山天明噴火起源の火山灰を遠方の土壤から検出し、粒径などに関する地質学的な検討が可能と考えられる。粒径データを古文書の解読による降灰量（津久井, 2011, 火山）と合わせることで、より精密な降灰影響評価につなげていけると期待でき

る。今後の課題としては、現状の検土杖による採集量は、粒径の代表性を考える上で十分かという点が挙げられる。この点に関しては、試料採集量を増やして、検証を行うことが重要である。また、降下火山灰堆積後の再移動の影響が粒径にどれだけ現れるかが不明である。この点に関しては、広域に調査を実施し、広域的な粒径の分布傾向を検討することが一つの方法である。

キーワード：降下火山灰、浅間山、火山ガラス

Keywords: volcanic ash-fall, Asama volcano, volcanic glass

# UAV撮影による阿蘇山2016年10月8日噴火の状況把握

## 3D modeling around Aso crater with SfM of UAV

\*千葉 達朗<sup>1</sup>、佐々木 寿<sup>1</sup>、荒井 健一<sup>1</sup>、佐野 実可子<sup>1</sup>

\*Tatsuro Chiba<sup>1</sup>, Hisashi Sasaki<sup>1</sup>, Kenichi Arai<sup>1</sup>, Mikako Sano<sup>1</sup>

1. アジア航測株式会社

1. Asia Air Survey Co., Ltd.

### 1.はじめに

火山防災にとって、噴火直後の火口付近の状況把握は重要な課題である。しかし、噴火の明らかな終息までは、現地への立ち入り調査や有人航空機による火口上空の飛行もリスクを伴う。そのため、火口から離れた地点からの斜め写真撮影や、高高度からのレーザ計測が行われてきた。しかしながら、高解像度衛星写真は真上から撮影できるが、雲の影響を受けやすいという難点があり、火口付近の詳細な情報を捉えるには不十分であった。これらの問題の解決には、無人航空機 (UAV) を使用した、低空からの撮影と3Dモデル作成が有効と考えられる。

### 2.阿蘇山噴火とUAV撮影

阿蘇山は2016年10月8日未明に噴火をした。噴出された火山灰は上空11000mに到達し、四国方面まで拡散した。噴火後のヘリからの映像からは、火口縁やその周辺に火山弾や降灰、ロープウェイの駅舎の屋根に大きな穴など、噴火前から大きく変わった状況が確認された。

そこで、緊急的に火口周辺2km四方の状況を把握するために、UAVによる撮影を行った。3Dモデルの作成や、被害状況の把握には、地上解像度1cm程度の画像が、一点につき5枚以上必要である。これらの条件を満たすためには、24mmのレンズを装着したフルサイズのCCDをもつ1眼レフで、対地高度は350m以下を保つことが必要であった。UAVのペイロードやバッテリーの持続時間を考慮すると、飛行時間は15分/回となり、火口にできるだけ近い、安全な地点からの離陸が必要である。そこで、火口から1.3kmのロープウェイの下の駅舎前の駐車場を離陸地点として選定した。

しかし、噴火直後に火山噴火警戒レベルは3となり、立ち入り禁止区域になっていたため、阿蘇火山防災会議協議会、京都大学火山研究センター、気象庁と協議の上、特別に入域の許可をいただき、噴火から2ヵ月後の12月8日に撮影を行った。

### 3.データの処理と判読

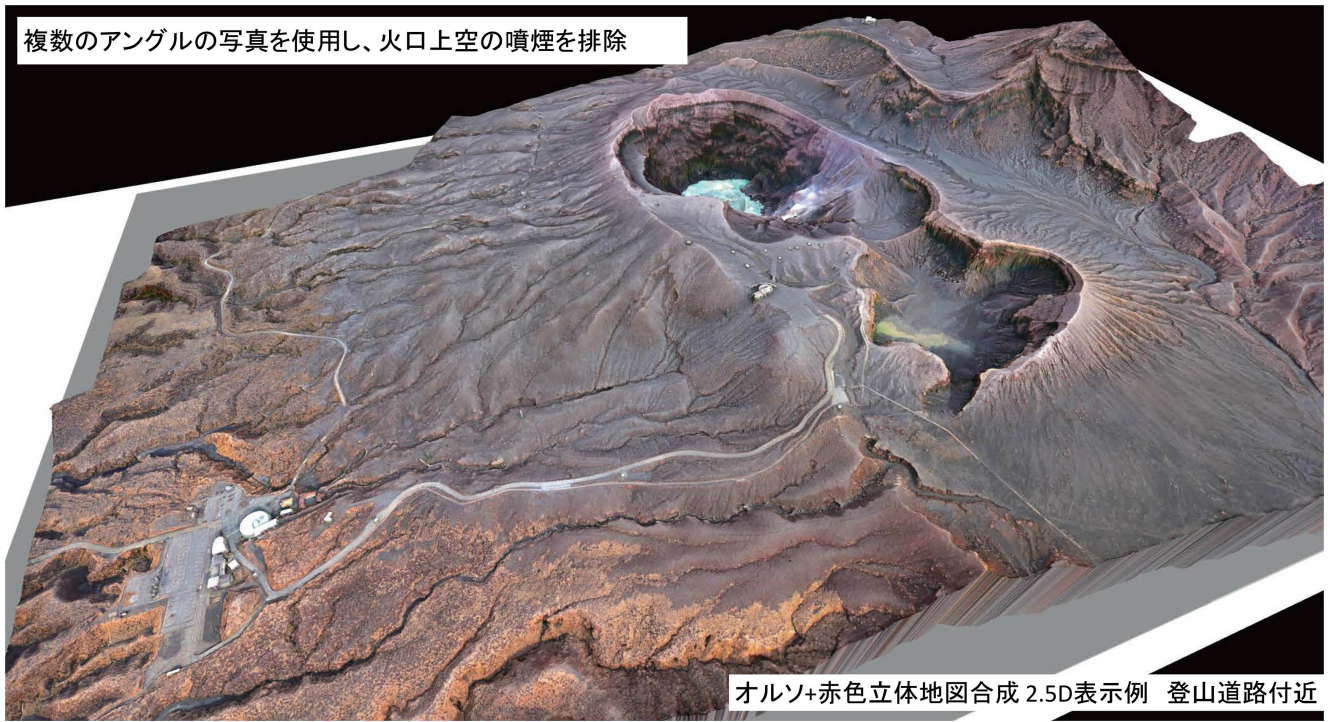
撮影された1000枚以上の写真から、SfM処理によって、3Dモデルを構築した。さらに20cmDSMデータとオルソフォトを作成し、赤色立体地図とあわせて、地形判読をおこなった。火口近傍の谷で、流れの堆積物と思われる、火砕流あるいは泥流のような微地形を確認することが出来た。また、火山弾やその落下時に形成されたクレーターも確認できた。一方、噴火後2ヶ月の間に形成された、ガリー侵食や降下火山灰の2次移動のために、クレーターのうちのいくつかは埋席積されている状況も確認できた。阿蘇山は2015年にも噴火しており、直前の地形との比較による噴出量の計算は、新たなモデル作成が必要で現在作業中である。

### 4.今後の課題

噴火を認知してから実際の撮影まで、2ヶ月を要した。これは、立ち入りのための関係各機関との協議や飛行申請と許諾等の手続きにかかったことが大きな理由である。あらかじめ、噴火時の緊急撮影のためのルールを定めておくか、危険区域外からも長距離・長時間自律飛行できるような、機体の開発が課題である。本調査は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの一環でおこなった。

キーワード : UAV、SfM、阿蘇山

Keywords: UAV, SfM, Aso volcano



# 雲仙普賢岳災害の教訓－火砕流・火砕サージによる衝撃力と人的被害の関係

## The case study of the volcanic disaster on Mt. Unzen and implications for disaster mitigation

\*長井 大輔<sup>1</sup>

\*Daisuke Nagai<sup>1</sup>

1. 雲仙岳災害記念館

1. Mt.Unzen disaster memorial hall

雲仙普賢岳の噴火災害から25年が経た。災害の教訓を活かし、今後の防災に繋げることが大切な課題である。本報告は、火山災害の事例として、43名の犠牲の出た平成3年の雲仙普賢岳噴火をテーマに、火砕流・火砕サージによる衝撃力と人的被害の関係について報告する。調査は、当時の被災地、島原市北上木場を中心に実施。当時の空中写真や映像、現地における堆積物の観察、被害家屋の調査、倒木などに残される衝撃痕の調査を行った。本研究で新しく得られた知見は、火砕流の流路における地形の効果が火砕サージの影響範囲に関わりがあり、人的被害にも影響したことが分かった。家屋の被害状況から火砕流・火砕サージの衝撃力を面的に報告した例は少なく、今後の防災上で、重要な研究事例であると考えられる。

キーワード：火山、災害

Keywords: volcano, disaster

# 噴煙柱の風による曲がり方を考慮した降下テフラシミュレーションコードの開発

## Development of a new tephra fall simulation code considering bending of eruption column under windy condition

\*萬年 一剛<sup>1</sup>

\*Kazutaka Mannen<sup>1</sup>

1. 神奈川県温泉地学研究所

1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

現行の降下火山灰のシミュレーションコードは、いずれも火口から垂直に上昇する噴煙柱を仮定している。この仮定はシンプルではあるが、実際の噴煙柱は風の影響を受けて曲がり、その効果は弱い噴煙ほど大きい。このため、どちらかと言えば弱い噴煙を対象としている現行の移流拡散モデルでは、強い風の環境下で発生した噴火における降下火山灰の分布を再現できない。広く利用されている移流拡散モデルに基づく降下テフラシミュレーションコードTephra2もその例外ではない。

最近、風による噴煙柱の曲がり方の定式化が試みられてきている。今回、Woodhouse et al. (2013)に基づき、風の影響を取り入れた改造版Tephra2（仮称Windy Tephra; wt）を開発したので報告する。

Woodhouse et al. (2013)では、風がある環境下で、噴煙中心の座標、噴煙の径、上昇速度、温度などを計算できる。一方、Tephra2では粒度別、噴煙高度別に、地表における分布中心の座標が計算される。wtはWoodhouse et al. (2013)による各高度の噴出中心の座標に、オリジナルのTephra2で計算される落下開始地点を原点とした分布中心の座標を足して、地表における分布中心の座標を求めた。また、Tephra2では地表における粒子の拡がり、噴煙径と落下中の拡散の和として表現されるが、wtではこの噴煙径をWoodhouse et al. (2013)のものにした。

発表では新燃岳2011年噴火を例に、実際の堆積物分布とwtにより計算された堆積物分布の比較検討を行う。

キーワード : Tephra2、弱い噴煙、降下火山灰シミュレーション

Keywords: Tephra2, weak plume, tephra fall simulation

# IVHHNの火山灰水溶性成分評価手順書の日本語訳公開

## Publication of a Japanese Website on the Protocol for Analysis of Volcanic Ash Leachable Elements

\*石峯 康浩<sup>1</sup>

\*Yasuhiro Ishimine<sup>1</sup>

1. 国立保健医療科学院健康危機管理研究部

1. Department of Health Crisis Management, National Institute of Public Health

2013年に改訂された国際火山災害健康リスク評価ネットワーク（International Volcanic Health Hazard Network:IVHHN）による火山灰試料の水溶性成分に関する分析手順書を日本語に翻訳し、IVHHNの日本語版ホームページで公開したことに報告する。噴火で放出されたばかりの火山灰に一定量含まれる水溶性成分には比較的強い毒性がある可能性があるため、火山噴火が起きると、火山灰が人間や動物の健康、飲料水の供給、農作物、土壌、そして地表の水系に与える影響が多く、市民や行政、農業従事者等の大きな懸案事項になる。そのため、緊急時の災害対応の一部として、火山灰の物理化学的な性質と、その毒性について速やかに情報を流すことが望ましい。実際、2016年10月に熊本県の阿蘇山が噴火した際にも、大分県の行政機関等から火山灰が農作物に及ぼす影響に関して、火山専門家らに問い合わせが寄せられている。しかしながら、日本国内では、火山灰の毒性評価に関する標準的な手法に関する情報が乏しいため、他の火山噴火による火山灰と定量的に比較しうるデータベースの構築が進んでいない。このような状況を解消するため、2011年6月に英国で開催されたワークショップに基づき2013年6月に公開されたIVHHNの「水溶性成分による影響評価のための火山灰試料分析の手順書」を日本語に翻訳し、IVHHNの日本語版ホームページ

(<http://www.geocities.jp/ychojp/ivhhn/>) にて公開した。この手順書には、①飲用水の供給や家畜用の飲み水、魚の養殖池、水溶性成分が植物に及ぼす可能性への影響評価に関する‘一般利用目的’の水への溶出に関する分析手順、②家畜が摂食することによる被害の評価方法、③人々が摂食することによる被害の評価方法、④人々が吸引することによる被害の評価方法が含まれている。これらに掲載された国際的に標準化された手法を適用することで、異なる調査どうしでの結果の比較を容易にするとともに比較の精度を上げることが可能になると考えられる。

キーワード：火山灰、水溶性成分、環境評価、分析手順書

Keywords: Volcanic Ash, Leachable Element, Environmental Assessment, Analysis Protocol



## 新聞における火山リスク報道のテキスト分析

### Text mining analysis of newspaper coverage with volcanic disaster risk

\*山田 耕<sup>1</sup>

\*Kou Yamada<sup>1</sup>

1. 早稲田大学政治経済学術院

1. Waseda University

Japan has been hit by many deadly volcanic eruptions. Public awareness of volcanic disaster risk and the volcanic risk reduction education are important to strengthen disaster preparedness for effective response. Mass media are one of primary channels in the permeation of expert knowledge to public. Mass media are therefore considered to have large influence on the public understanding of risk, leading to preventing and mitigating harm from volcanic disasters. Transmission of volcanic risk knowledge to public through media coverage is a key component of risk communication. During volcanic crisis, risk related information is frequently released through news media by experts or administrative agencies. Previous studies have paid attention on the risk communication in a short period just after large volcanic disasters. However, risk communication in peace time is also very essential in order to achieve the volcanic disaster reduction and risk awareness of citizen to the higher level and how volcanic risk related issues are framed by mass media in peace time as well as at the time of crisis remains still unsolved.

The Asahi Shimbun, Mainichi Shimbun, and Yomiuri Shimbun were chosen for this study. They are the representative national newspapers in Japan and have a circulation of several million. Almost all news articles published by these newspaper companies have been archived from the 1990s onward. These databases allow us to design the comprehensive research. Although it seems that volcanic risk may be the local problem, damages of volcanic ash widely spread once massive eruption occurs. In addition, an evacuation plan must be supported by not only municipality but also government. Thus, volcanic disaster risk can be a non-negligible national political concern. By examining the national newspaper, one can find which agenda related to volcanic disaster risk typical newspaper media extensively set as the national political concern.

The newspaper articles including two keywords “eruption” and “volcano”, which are published from January 1990 to December 2016, were selected, using these databases. The research methodology is the quantitative text mining analysis with the help of the LDA (Latent Dirichlet Allocation) which is a way of automatically extracting topics that texts potentially contain, on the base of distinctive patterns of lexical density. LDA can divide articles into several sub-groups of objects that share common characteristic and enables to identify volcanic disaster risk related articles. This study will exhibit when they are intensively distributed and what types of issues in the volcanic disaster risk are significantly framed by newspaper media. In this presentation, the feature that newspaper media mainly take up the volcanic hazard topic of Mt. Fuji will be presented.

キーワード：テキストマイニング、火山リスク、メディア、ニュース分析

Keywords: text mining, volcanic risk, mass media, news analysis

## 富士山における火山防災担当者研修プログラムの試案

### Prototype training program of the human resource development for volcanic disaster management officers at Mt Fuji

\*吉本 充宏<sup>1</sup>、藤井 敏嗣<sup>1</sup>、新堀 賢志<sup>2</sup>、金野 慎<sup>2</sup>、中田 節也<sup>3</sup>、井口 正人<sup>4</sup>

\*Mitsuhiro Yoshimoto<sup>1</sup>, Toshitsugu Fujii<sup>1</sup>, Kenji Niihori<sup>2</sup>, Konno Makoto<sup>2</sup>, Setsuya Nakada<sup>3</sup>, Masato Iguchi<sup>4</sup>

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 火山防災推進機構、3. 東京大学地震研究所、4. 京都大学防災研究所

1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Organization of Volcanic Disaster Mitigation, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

富士山周辺の市町村では、火山防災行政担当者は2~3年で異動する。これらの担当者は、異動当初の数日の引き継ぎのみで、基礎的な知識等については、火山防災パンフレットや短時間の講演会を聴講するのみである。そのため、知識の伝達や対策の継続性がしばしば滞ることがある。これまでも研修会や図上訓練などを実施することにより、火山防災担当者のスキルを向上させる試みは数多く行われているが、効果が上がっていない場合も多い。図上訓練の効果を上げるには、さまざまな個々の火山や火山防災特有の知識を必要とするが、それらを簡単に提供できる仕組みもない。本研究では、行政担当者が、継続的に知識を取得し、共通課題を共有し、地元の火山噴火に的確に対応できる人材育成を目指した研修プログラムを構築することを目的とする。

関係機関へのヒアリングを基に研修プログラム案を作成し、平成29年1月に試験的に研修会を実施した。プログラムの内容は火山噴火や災害の基礎知識、実際の噴火災害対応に関する知識、現行の富士山火山広域避難計画を学び、それらを振り返るための演習（図上訓練）で、実施時間は半日、他の業務と連携して行えるように富士山火山防災会議協議会山梨県コアグループ会議に合わせて開催した。研修会の運営はNPO法人火山防災機構に依頼し、研修会には、オブザーバーを含め50名が参加した。演習としては、「噴火警戒レベルに応じて実施する対策」と題してワールドカフェ形式の図上訓練を行い、最後に全体討論会として班毎の発表と講評、アンケートを実施した。

アンケートの結果、総じて定期的な火山防災研修を望む声が多く、年に1~2回程度実施し、2回の場合は担当者が新規に入れ替わる4月と秋頃に各1回程度、火山防災協議会開催時と同時期に行うのが望ましいとの情報が得られた。開催時間は演習100分程度を含め半日程度が望ましく、内容としては今回実施した内容に加えて「火山防災情報」や「住民等への広報」等の内容が必要とされる。運営面では、別途予算の確保は必要となるが、持続的に実施する場合においては担当者が変わらない民間事業者等の支援を受けることも有効だと考えられる。

本研究は、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所の拠点間連携共同研究によって行われたものである。

キーワード：火山災害、防災、研修プログラム

Keywords: Volcanic disaster, disaster management, training program