

## 2 (4) 桜島大規模火山噴火

「桜島大規模火山噴火」総合研究グループリーダー 井口正人  
(京都大学防災研究所)

活発な噴火活動を60年以上続け、今後、大規模噴火の発生が予想される桜島を対象に、各研究項目間で緊密な連携と成果の共有を図り、住民避難を視野に入れた総合的研究を推進する。観測研究を通じて、マグマの動きとマグマ供給系への理解を深め火山活動推移モデルを高度化することで、噴火発生予測研究を進展させる。噴火発生前の規模の予測と、噴火発生直後の噴出物の把握を即時的に行うことで災害予測研究を進める。災害予測に基づき、住民への情報伝達などの火山災害情報に関する研究と、避難や交通網の復旧などの対策に資する研究を行う。他の火山における類似研究と連携し、都市、中山間地域、離島などの地理的、社会的環境による対策の違いなど幅広い研究を目指す。本総合研究グループには異なる部会に属する27の研究課題が参画している。令和3年度も、12月に対面とオンラインによるハイブリッド研究集会を開催し、グループに参画している課題の成果から大規模噴火研究に資する知見を取りまとめた。

桜島ではマグマ蓄積が進行していると考えられる始良カルデラの隆起と膨張が観測されている。始良カルデラの比高は、1914年に発生した大正噴火直前のレベルに近づいており、今後、同等規模の噴火発生が懸念される。大規模噴火に伴い、桜島島内では以前から島外避難の対策の高度化が進められてきた。桜島からの島外避難に加え、鹿児島市街地側の広域避難のための対策も進められようとしている。幸いなことに21世紀の我が国における住民の避難を要する噴火は、2000年に発生した有珠山噴火及び三宅島噴火、2011年霧島新燃岳噴火、2015年口永良部島噴火、2015年桜島群発地震にとどまっており、最大の避難人口は2000年有珠山噴火の1万6千人であった。一方、世界では令和3年度だけでも、セントビンセント島のLa Soufriere火山、コンゴのNyiragongo火山、カナリア諸島ラ・パルマ島のCumbre Vieja火山、インドネシアのSemeru火山、トンガのHunga Tonga-Hunga Ha'apai火山（以下「HTHH火山」という。）において噴火が発生し、数千人から数十万人の住民が避難した。桜島の大規模噴火では鹿児島市は38万人の住民の避難を想定しており、まさに世界クラスの噴火に対する予測と災害研究が必要とされている。

La Soufriere火山やCumbre Vieja火山では有感となる火山構造性地震が多発した。La Soufriere火山では、M4級の火山構造性地震が避難の意思決定のトリガーとなっているし、Cumbre Vieja火山の火山構造性地震は深部から溶岩を流出した火口に向かって見事に移動している。桜島の大正噴火に前駆して有感を含む火山構造性地震が群発し、噴火開始から8時間後にはM7級の地震を発生させている。極めてクラシックな研究課題であるが、火山噴火の発生予測研究において今一度火山構造性地震の研究に立ち戻るべきと考える。HTHH火山噴火においては、2022年1月15日に発生した極めて強い爆発と津波は想定外であったかもしれないが、その前日には爆発が発生しているし、前駆的な噴火活動は前年12月から始まっており、その噴煙高度も10 kmをはるかに超えるものであった。

一方、Semeru火山の溶岩ドーム崩壊による火砕流発生では前駆的な異常が検知されて

いない。溶岩ドームは12年の歳月をかけて成長したため、その成長速度が極めて遅く、溶岩ドームの成長を忘れさせてしまった可能性がある。このような例外があるものの、一般的には大規模噴火には前駆的な強い異常現象がみられ、詳細な観察と研究が必要である。

大規模噴火では、その災害要因の複合性は極めて高い。桜島の過去の大規模噴火でも降下火山灰・軽石、火砕流、溶岩流、地震、津波、土石流など様々な現象が災害を引き起こしている。ハザード予測は初期条件を与えれば可能となる段階まで進んできているが、初期条件の与え方とハザードの順序については依然として研究が必要である。総マグマ量については、地盤変動などからある程度予測は可能であるが、それが、どのハザードに分配されるかは過去の噴火記録に立ち戻り詳細検討する必要がある。Explosiveな噴火であれば、降下火山灰と軽石が卓越するであろうし、Effusiveな噴火であれば、溶岩流となる。桜島の大正噴火では溶岩流の量が多いが、これに相当するマグマ量がExplosiveな噴火で噴出すれば、多量の火山灰と軽石が降下することになる。ハザードの視点に立てば、噴火様式に対応するマグマのハザード要因ごとの分配が問題となる。

桜島の大規模噴火を想定した島内からの避難計画は改良を繰り返されている。避難訓練は50年以上の歴史をもち、防災リテラシーはかなり高いレベルにある。一方、大規模噴火によって鹿児島市街地側への大量降灰災害についてはリテラシーは低い。鹿児島市が想定する38万人の事前避難を実現するためには、火山の予知・予測情報が適切な避難へと結びつくような情報の作成と、不断の対話を通じての専門家と住民との共創が必要である。

本建議研究計画の総合研究グループは、実施課題が部会をまたがって連携することが基本である。現状の総合研究グループは、グループの意思とは無関係に立ち上げられた各課題の寄せ集めにすぎない。建議で実施される課題を集めるだけでは、総合研究グループの目標に到達できるはずもなく、建議以外のプロジェクトとの連携が必須である。総合研究グループには研究集会を実施する程度の予算配分しかなく、実施体制は極めて脆弱である。課題の寄せ集め体制とはいい加減に決別し、総合研究グループを中核課題とし、それを中心とした課題募集と、グループリーダーによる予算配分を行うべきである。現在の専門分野ごとの部会を中心とした実施体制は、専門分野の研究を高度化するには有効であるが、本建議が目標とする「災害軽減」の道筋が見えにくくなっており、部会体制は限界にあると考える。

総合研究グループのような連携を進めるためには、それを組織化する必要がある。京都大学防災研究所は、令和3年12月に火山防災連携ユニットを立ち上げた(図1)。火山防災連携ユニットは、火山観測データに基づく噴火発生予測をもとに、ハザード予測、リスク評価、対策研究までを一貫通貫で進める。すなわち、火山観測から得られるデータから複雑な推移を示す火山噴火の様式と規模を逐次予測し、火山噴火発生に起因する災害の要因ごとのハザード評価研究を行う。さらに、交通など様々なインフラ等へのリスク評価と対策研究を行う。さらに、発生予測にもとづく火山噴火の切迫性評価を避難等の対策に活用する研究を行う。また、これまで構築されてきた国際協力関係を発展・拡充し、世界の火山災害の軽減に資することを目指すものである。連携ユニット自体に予算が配分されるわけではないが、研究組織を構築することが、連携の第一歩と考える。

## 成果リスト

- Diaz Vecino, M. C., E. Rossi, V. Freret-Lorgeril, A. Fries, P. Gabellini, J. Lemus, S. Pollastri, A. P. Poulidis, M. Iguchi, and C. Bonadonna, 2022, Aerodynamic characteristics and genesis of aggregates at Sakurajima Volcano, Japan, *Scientific Reports* 12, 2044.
- Iguchi, M., T. Yamada, and T. Tameguri, 2022, Sequence of volcanic activity of Sakurajima volcano, as revealed by non-eruptive deflation, *Frontiers in Earth Science* doi:10.3389/feart.2022.727909.
- Kosei Takishita, Alexandros P.Poulidis, Masato Iguchi (2022, In-situ measurement of tephra deposit load based on a disdrometer network at Sakurajima volcano, Japan, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 421, 107442, doi:10.1016/j.jvolgeores.2021.107442.
- Liu, M., T. Maruyama, K. Sasaki, M. Inoue, M. Iguchi, and E. Fujita, 2021, Measurement of aerodynamic characteristics using cinder models through free fall experiment, *Atmosphere* 12, 5, 608, doi:10.3390/atmos12050608.
- Maki, M., R. Takaoka, and M. Iguchi, 2021, Characteristics of Particle Size Distributions of Falling Volcanic Ash Measured by Optical Disdrometers at the Sakurajima Volcano, Japan, *Atmosphere* 12, 5, 601, doi:10.3390/atmos12050601.
- Maki, M., Y. Kim, T. Kobori, K. Hirano, D. I. Lee, and M. Iguchi, 2021, Analyses of three-dimensional weather radar data from volcanic eruption clouds, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 412, 107178, doi:10.1016/j.jvolgeores.2021.107178.
- Poulidis, A. P., A. Shimizu, H. Nakamichi, and M. Iguchi, 2021, A computational methodology for the calibration of tephra transport nowcasting at Sakurajima volcano, Japan, *Atmosphere* 12, 1, 104, doi:10.3390/atmos12010104.
- Poulidis, A. P., S. Biass, G. Bagheri, T. Takemi, and M. Iguchi, 2021, Atmospheric vertical velocity - a crucial component in understanding proximal deposition of volcanic ash, *Earth Planet. Sci. Lett.* 566, 116980, doi:10.1016/j.epsl.2021.116980.
- Poulidis, A., and M. Iguchi, 2021, Model sensitivities in the case of high-resolution Eulerian simulations of local tephra transport and deposition, *Atmospheric Res.*, 247, 1, 105136, doi:10.1016/j.atmosres.2020.105136.
- Sasaki, K., M. Inoue, T. Shimura, and M. Iguchi, 2021, In situ, rotor-based drone measurement of wind vector and aerosol concentration in volcanic areas. *Atmosphere* 12, 3, 376, doi:10.3390/atmos12030376.
- Shimizu, A., M. Iguchi, H. Nakamichi, 2021, Seasonal variations of volcanic ash and aerosol emissions around sakurajima detected by two lidars, *Atmosphere* 12, 3, 326, doi:10.3390/atmos12030326.
- Syarifuddin, M., S. F. Jenkins, B. Taisne, S. Oishi, A. Basuki, and M. Iguchi, 2021, Estimating the velocity of pyroclastic density currents using an operational dual-PRF radar, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 29, 107462, doi:10.1016/j.jvolgeores.2021.107462.

Takebayashi, M., M. Onishi, and M. Iguchi, 2021, Large volcanic eruptions and their influence on air transport: The case of Japan, J. Air Trans. Manag., 97, 102136, doi:10.1016/j.jairtraman.2021.102136.

Takemi, T., A. P. Poulidis, and M. Iguchi, 2021, High-resolution modeling of airflows and particle deposition over complex terrain at sakurajima volcano, Atmosphere 12, 3, 325, doi:10.3390/atmos12030325.

Takishita, K., A. P. Poulidis, and M. Iguchi, 2021, Tephra4d: A python-based model for high-resolution tephra transport and deposition simulations- applications at sakurajima volcano, Japan, Atmosphere 12, 3, 331. doi:10.3390/atmos12030331.

## 京都大学防災研究所火山防災連携研究ユニット

所内のダブルアポイントメント. 所外, 学外からの参画も可能とする.

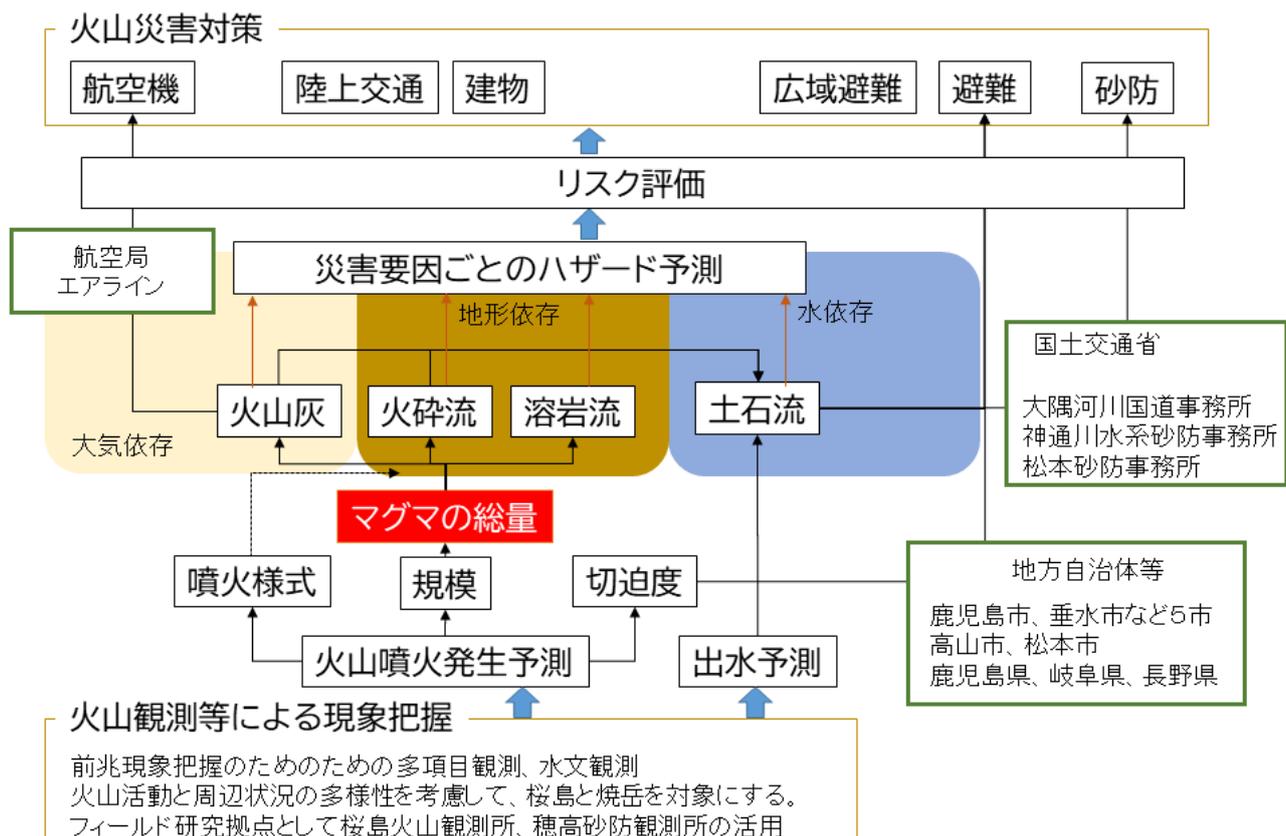


図1. 桜島総合研究グループ設置背景を考慮した研究体制の組織化の事例。京都大学防災研究所火山防災連携研究ユニット。