

気象レーダとディストロメータ観測から得られた桜島降灰情報
Sakurajima Volcanic Ash Fall Information Derived from Weather Radar and Disdrometer
Observations

○真木雅之・井口正人・中道治久・西隆昭・小堀壮彦
○Masayuki MAKI・Masato IGUCHI・Haruhisa NAKAMICHI
Takaaki NISHI・Takehiko KOBORI

We have developed the ‘Database of Sakurajima Volcanic Ash Fall Distributions (VASH)’, which is based on weather radar and disdrometer observations. VASH provides basic information on an eruption event, such as the eruption onset time, eruption cloud top height, horizontal distributions of ash fall amounts and ash fall durations, and the temporal changes of total ash fall amounts and total ash fall areas. VASH also provides specific information that is derived from a variety of research radars; X-band polarimetric radar and marine radar provide the temporal change of the vertical structure of an eruption cloud. Disdrometer data provides the ash particle size distribution and the relationship between ash fall amount and the radar reflectivity factor for each eruption event. VASH contributes not only on volcanic hazard prevention studies but also on eruption cloud dynamics and cloud micro physics.

1. はじめに

気象レーダが火山噴火に伴って放出される火砕物の検出に有効であることが国内外の研究で明らかになってきている。京大防災研は2017年に6台の小型のXバンド偏波レーダを南九州地方に設置し、桜島を含む5つの火山を対象に噴煙のモニタリングをおこなっている。鹿児島大学は、2017年に高速スキャンが可能なKuバンドドップラーレーダを導入して特に噴煙柱の3次元観測をおこなっている。2018年には、船舶レーダによるRHI観測がおこなわれ、1.25秒間隔という高時間分解で、噴煙柱の発達過程を捉えることに成功した。このほか、気象研究所、防災科学技術研究所、神戸大学などが研究用レーダを設置して桜島の噴煙観測をおこなった。一方、降灰粒子の粒径分布と落下速度を測定できる光学式ディストロメータ計21台が桜島に設置され、継続した降灰の観測がおこなわれている。

多種多様な気象レーダによる観測と地上の降灰粒子の観測は国内外でも桜島以外にはない。本報では気象レーダとディストロメータの観測からどのような降灰情報が求められるのかを述べ、その情報をデータベース化して公開する取り組みを紹介する。

2. 降灰情報

Fig.1に桜島の降灰観測に利用されている気象レーダの一部とディストロメータの配置を示す。本研究で使用した研究用気象レーダは、京大防災研の桜島火山観測所に設置された小型XバンドMPレーダ(SVO-XMP)、鹿児島大学・光電製作所のXバンド固体化船舶レーダ(MRN-1, MRN-3)、北大のマグネトロンタイプの船舶レーダ(MRN-2)、鹿児島大学・大阪大学のKuバンド高速スキャンドップラーレーダ(KuRAD)である。また、

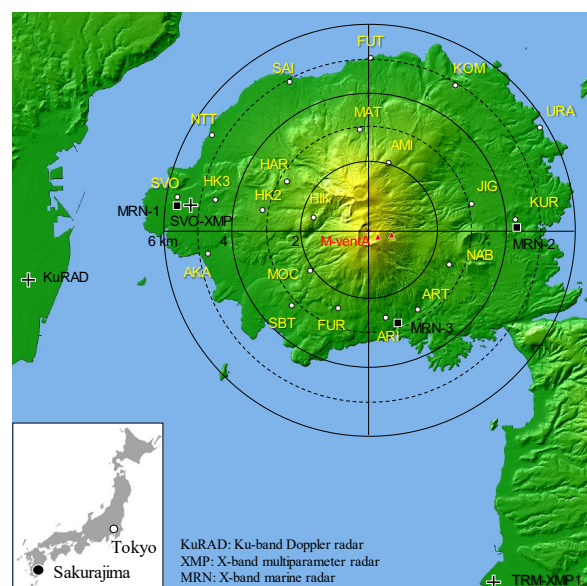


Fig.1 Locations of research weather radars used for monitoring Sakurajima volcanic eruption clouds. Small white circles with three letter abbreviations are locations of Parsivel².

垂水に設置された国土交通省の現業用 X バンドマルチパラメータレーダ (TRM-XMP) も使用した。光学式ディストロメータは火口を中心に全方位角方向に計 21 カ所に設置されている。

気象レーダとディストロメータの観測データから得られる降灰情報は VASH と名付けられた web サイト (<https://vash.jp/>) で公開される。Fig2.は VASH に登録されたある噴火事例の概略を説明するページである。時間積算降灰量分布図と降灰継続時間分布図に加えて、噴火事例の基本情報 (噴火発生日時、噴煙高度、総降灰量、総降灰面積) と詳細情報 (噴煙の写真、様々なレーダデータの解析結果、ディストロメータ観測結果) の有無が示されている。具体的な例を以下に示す。

Fig.3 は SVO-XMP レーダの観測データの解析結果で、計 11 の方位角 RHI スキャンのデータを積算して 1 枚の鉛直断面上に表示している。レーダ反射因子とドップラー速度の二種類のデータが表示されており、それぞれ噴煙量に関する情報と噴煙内部の動きに関する情報が得られる。

Fig.4 は船舶レーダの観測から得られた噴煙柱の発達の様子である。前述した SVO-XMP の観測時間間隔が約 2 分毎であるのに対して、船舶レーダの観測時間間隔は約 2.5 秒と短いことが最大の特徴である。これにより、噴火直後の変化の激しい噴煙柱の成長過程を捉えることに成功している。Fig.4 の右図は噴煙高度と噴煙の上昇速度の時間変化である。

Fig.5 はディストロメータから得られた降灰情報である。ART (Fig.1 参照) に設置されたディストロメータにより 17 分間の降灰粒子のデータが収集されている。べき乗式を仮定して求めた降灰粒子の落下速度 V (ms^{-1}) と粒径 D (mm) との関係式は $V=4.08D^{0.586}$ で雨滴の落下速度の式に近かった。またガンマ分布で近似された粒径分布の時間変化が求められた。

3. まとめ

火山防災と噴煙のダイナミクスや微物理過程の理解に役立てることを目的に、様々なタイプの気象レーダとディストロメータの観測から得られた降灰情報をデータベース化し、web サイトでの公開を開始した。今後、ドップラー速度から得られる噴出率情報や偏波レーダパラメータから得られる凝集に関する情報を提供する予定である。

謝辞：本研究を実施するに当たって、国交省 X バンド MP レーダデータは「データ統合・解析システム (DIAS)」からダウンロードした。また、文科省文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト (JPJ005391)」と科研費 JSPS 科研費 (課題 22K03760) の支援を受けた。

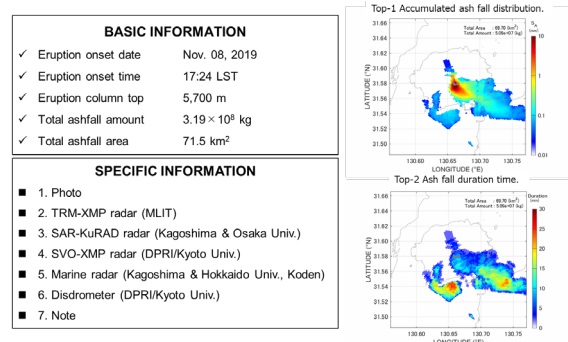


Fig. 2 Example of a search results page. Basic information and available specific information are presented on the page.

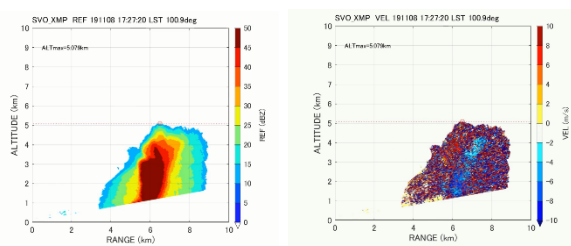


Fig. 3 Development of the eruption column observed by SVO-XMP radar: Reflectivity (left) and Doppler velocity (right).

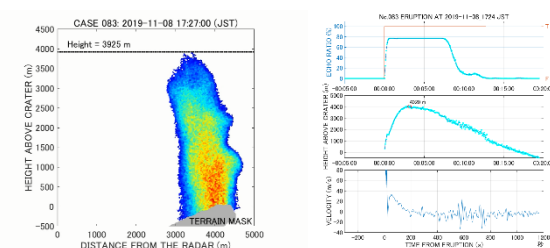


Fig.4 Development of the eruption column (left) and temporal change of the echo top height and upward motion (right).

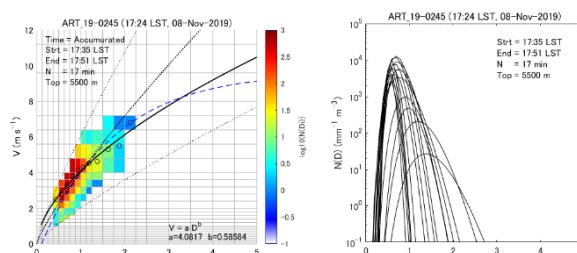


Fig. 5 Distributions of ash particle fall speeds (left) and particle size distribution (right).