

2015 年 8 月の桜島の地殻変動に伴い噴火が発生した場合の火砕流シミュレーション

中電技術コンサルタント(株) ○岩田直樹, 荒木義則
 京都大学防災研究所 井口正人
 筑波大学生命環境系 宮本邦明, 下村誠

1. はじめに

桜島では、1946 年の昭和噴火以降、大規模な噴火は発生していないが、2015 年 8 月 15 日には、火山性地震の多発や山体の膨張を示す急激な地殻変動の観測により大規模な噴火が発生する可能性があるとして、一時、噴火警戒レベル 4（避難準備）に達するなど活発な活動が続いている。そこで本検討では、1985 年 4 月 9 日に南岳で発生した火砕流と、2017 年 3 月 25 日に南岳の噴火により発生した火砕流の 2 つの再現計算結果をもとに、2015 年 8 月の地殻変動に伴うマグマが噴出した場合に発生すると考えられる火砕流の流下距離について推定を行った。

2. 火砕流のシミュレーション手法

火砕流は、流れの底部の粗い粒子からなる重力流動層と、その上部の微細粒子と気体とによって構成されている固・気混相流からなり、下部の重力流動層では、固体粒子が流れの中で互いに衝突しながら流下していく。火砕流の流動は、この下部の重力流動層が支配的と考えられることから、本検討では、宮本ら¹⁾が提案している重力流動層の流動・堆積挙動を粒子流でモデル化し、平面二次元流れによりシミュレーションを行う手法を用いた。

3. 1985 年 4 月に発生した火砕流の再現計算

1985 年 4 月に南岳で発生した火砕流（写真-1）は南岳より南西側に流下し、図-1 に示す持木川の標高 400m 付近まで達したものと推定されている²⁾。この火砕流に伴う噴火の継続時間や噴出量は不明であるが、爆発開始から 1 分後に火砕流が発生して流下したことから、噴火継続時間は数分程度、噴出量も数 10 万 m^3 以下であったと推定される。

本検討では、総火砕流量を 6 万、9 万、12 万、18 万 m^3 と変えて、火砕流の到達位置が一致するような粒子の固体摩擦係数の推定を行った。ここで、火砕流は図-1 の①で示す位置から矢印の方向へ流下開始するものとした。地形データは、2016 年の国土地理院の DEM データをもとに作成した 15m グリッドのデータを用いた。図-2 は総火砕流量 18 万 m^3 、摩擦係数 0.5 としたケースの流下範囲を示す。総火砕流量が 10 万 m^3 を超えるケースでは、摩擦係数を 0.5 程度とすると概ね整合した結果が得られるが、10 万 m^3 以下のケースでは、摩擦係数を 0.4~0.5 程度に低減すると整合した結果が得られる。このように、噴出量により摩擦係数は若干異なるが、0.4~0.5 程度とすると火砕流の流下範囲を概ね再現できることが分かった。

4. 2017 年 3 月 25 日に発生した火砕流の再現計算

2017 年 3 月 25 日に南岳で噴火が発生し、南岳南側に約 1.1km（標高 600m 付近まで）火砕流が流下した³⁾。シミュレーションでは、図-1 の②で示す位置から矢印の方向へ流下させ、到達位置が標高 600m 付近となる総火砕流量と摩擦係数の推定を行った。この結果、図-3 に示す総火砕流量 1 万 m^3 、摩擦係数 0.5 としたケースが実測と概ね整合した結果となった。1985 年の火砕流のシミュレーション結果と比べると 1/10 以下の流量



写真-1 1985 年 4 月に発生した火砕流
 （京都大学桜島火山観測所 HP より抜粋）

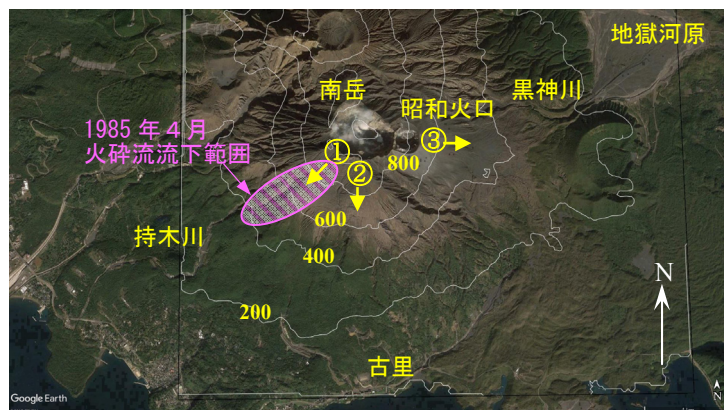


図-1 シミュレーション解析の流下開始位置と方向

であるが、標高600m付近まで到達している。これは火口付近の地形が急峻であるため、少ない流量でも比較的遠くまで流下するためである。

5. 2015 年 8 月に観測された地殻変動に伴い発生すると推定された火砕流の流下範囲の推定

2015年8月には桜島の地下1kmまでマグマが上昇し、そのマグマの量は 270万m^3 と推定されている⁴⁾。もしこのマグマが噴火した場合に噴出されるテフラの量は、堆積したテフラの量から体積換算すると、マグマ量の約2.5倍に相当する 700万m^3 と考えられる。その内、落下して火砕流となるものは、噴出したテフラの1/4程度と考えられていることから、 170万m^3 程度の火砕流が発生する可能性があったと推測される。この火砕流が南岳からの距離が最も近い南側にある古里地区方向（図-1の②方向）に流下したケースと、昭和火口から東側の黒神川方向（図-1の③方向）に流下したケース、1985年の火砕流と同様に南岳から南西側（図-1の①方向）に流下したケースの3つについて検討を行った。なお、摩擦係数は、前述の再現計算結果をもとに、0.4および0.5とした2ケースについて検討を行った。

図-4は、摩擦係数0.5とした場合の流下範囲を示す。ここで、水色の円弧は、南岳火口から半径1.0～3.0kmの位置を0.5kmピッチで示している。南岳から南西側および南側に流下した場合に、火口から半径2.7km付近まで火砕流が達し、南側では古里地区付近まで到達している。昭和火口より東側に流下した場合には、火砕流は黒神川に留まり、地獄河原までは到達しない。これは、黒神川付近は深く侵食され、火砕流を溜めるポケットがあるためである。なお、スペースの都合で図示していないが、摩擦係数を0.4とすると、南岳からの火砕流は火口から半径3.0km付近まで達し、南側に流下した場合、海まで到達する。また、昭和火口より東側に流下した場合には、地獄河原上流付近まで到達する。

6. おわりに

1985年4月と2017年3月の火砕流の再現計算結果をもとに、2015年8月に上昇したマグマが噴火した場合の火砕流の流下範囲についてシミュレーションを行った。この結果、

2015年8月に上昇したマグマが噴火した場合の火砕流は非常に大規模であり、南岳で噴火して南側に流下した場合には、海岸付近まで火砕流が達する可能性があったことが推測された。

【参考文献】1) 宮本ら：火砕流の流動モデルと流下・堆積範囲の予測に関する研究，水工学論文集，第36巻，pp.211-216，1992. 2) 荒牧ら：火山噴火に伴う乾燥粉体流(火砕流等)の特質と災害 報告書，pp.129-135，1985. 3) 気象庁：火山の状況に関する解説情報（桜島第24号），2017. 4) Hotta., K. et al. : Rapid dike intrusion into Sakurajima volcano on August 15, 2015, as detected by multi-parameter ground deformation observations, *Earth, Planets and Space*, 68, 2016.

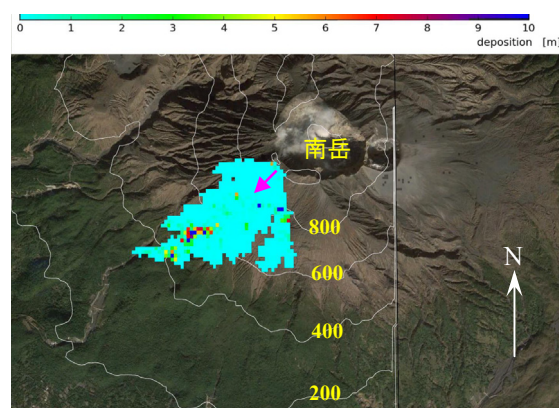


図-2 1985 年の火砕流のシミュレーション結果

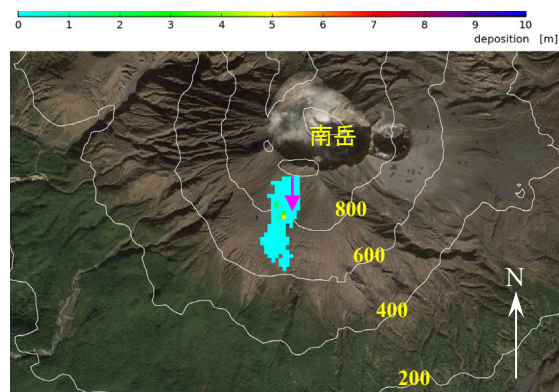


図-3 2017 年の火砕流のシミュレーション結果

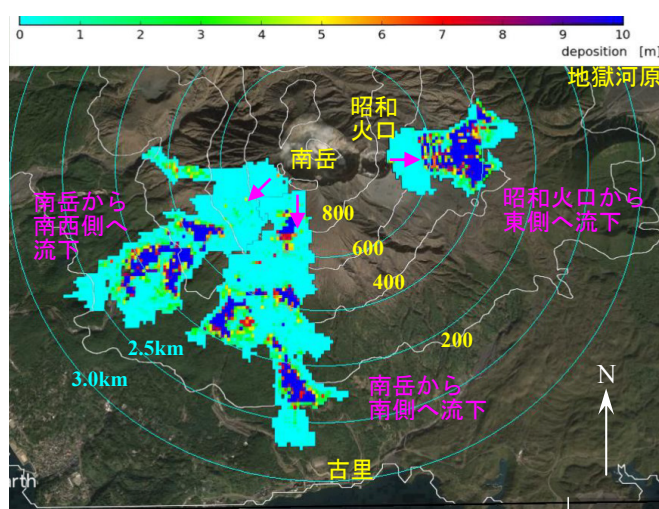


図-4 2015 年 8 月のマグマ上昇に伴う噴火が発生した場合の火砕流流下範囲の推定結果