

三宅島 2000 年噴火及び御嶽山 2014 年噴火を事例とした
既往噴火直後の降下火砕物堆積量の推定手法の適用性

国立研究開発法人土木研究所 ○山本望*1・清水武志・石井靖雄

*1 現 応用地質株式会社

1. はじめに

噴火後に土石流発生の危険性が高まった溪流を抽出するためには、降下火砕物の堆積厚分布の迅速な把握が重要となる。しかし、噴火直後に取得可能な情報は限られる。そのような状況下で降下火砕物の堆積厚を把握するための手法は複数ある。例えば、Windy Tephra2 (Mannen et al., 2020), Tephra2 (Bonadonna et al., 2005), ジェットモデル (宮本, 1991), Gonzalez らモデル (Gonzalez and Cruz, 2010), 楢円近似法 (Tajima et al., 2013), 相似法 (木佐ら, 2011), 気象庁降灰予報 (新堀ら, 2014) である。しかしながら、それぞれの手法は利用可能な条件が異なる。そこで、各モデルの入力情報と火山噴火時に時系列で得られる情報を整理し、降下火砕物堆積厚の推定に活用可能なモデルを整理した。さらに、活用可能なモデルを2噴火の事例に適用し、降下火砕物堆積厚推定手法の適用性を評価した。

2. 研究手法と対象噴火

2.1. 噴火直後に利用可能な推定モデルの選択

本研究では気象庁降灰予報のようなスーパーコンピュータを利用する手法を除き火山ハザードマップ等の作成に利用される手法を中心に①Windy Tephra2, ②Tephra2, ③ジェットモデル, ④Gonzalez らモデル, ⑤楢円近似法, ⑥相似法の 6 つの降下火砕物堆積厚推定モデルを検討対象とした。まず、各モデルの利用可能な場面および入力パラメータを整理した。次に、この整理

表1 推定モデルとパラメータ一覧

推定モデル	入力パラメータ
①Windy Tephra2	大気条件 (高度別), 計算点地形 (標高あり), 噴火条件 (噴火規模, 噴煙初速, マグマ物性, 噴出物物性), 計算条件 (拡散係数, 渦拡散係数, 噴煙先端距離)
②Tephra2	大気条件 (高度別), 計算点地形 (標高あり), 噴火条件 (噴火規模, マグマ物性, 噴出物物性), 計算条件 (拡散係数, 渦拡散係数, 噴煙先端距離)
③ジェットモデル	大気条件 (一様), 計算点地形 (標高なし), 噴火条件 (噴火規模, 噴煙初速, 噴出物物性), 計算条件 (連行係数, 火砕物堆積濃度)
④Gonzalez らモデル	大気条件 (一様), 計算点地形 (標高なし), 噴火条件 (噴火規模, 噴出物物性)
⑤楢円近似法	実測堆積量
⑥相似法	実測堆積量

に基づき、噴火前～噴火後かけて様々な機関から公表される情報を、各推定手法で利用可能か整理した。さらに、これらの整理結果に基づき、噴火直後 (噴火から数時間以内とする) に利用可能な推定モデルを選択した。

2.2. 推定モデルの適用性の評価

2.1 で選択された推定モデルについて、それらのモデルが既往噴火直後に適用可能か評価した。噴火後に詳細な降下火砕物堆積厚とその分布に関する調査結果が公表された御嶽山 2014 年噴火と三宅島 2000 年噴火を対象とした。これらの噴火に対して、各推定モデルによる降下火砕物堆積厚分布を計算し、等層厚線図を作成した。その等層厚線の範囲 (計算分布範囲) と、実績の堆積厚に基づく等層厚線の範囲 (実績分布範囲) を比較した。ここで、既往火山噴火後の土石流発生実績が堆積厚数 cm であったこと (田村ら, 2010) を踏まえ、実績の等層厚線のうち三宅島 2000 年噴火は堆積厚 3.2cm 以上の範囲、御嶽山 2014 年噴火は堆積厚 1cm 以上の範囲を対象として評価した。計算分布範囲と実績分布範囲を適合率・再現率・F 値を用いて定量的に評価したが、紙面の都合上、その評価結果の掲載は省略する。

3. 結果と考察

3.1 噴火直後に利用可能な推定モデルの選択

検討対象とした推定モデルとその入力パラメータを表 1 に示す。表 1 に示したパラメータのうち、観測可能なパラメータが観測等によって取得される時期について整理した結果を表 2 に示す。地形データは、噴火前から国土地理院の基盤地図情報などを取得できる。また、噴火時の大気情報は、毎日 3 時間おきに配信される GPV データなどから取得できる。噴火開始後は気象庁発表の噴火に関する火山観測報から、噴煙高度などが取得できる。噴火後は、カメラ映像や地震計データなどから噴火継続時間を取得できる。実測堆積量は、自動計測・データ転送する仕組みがあれば取得可能である。し

表2 噴火前から噴火後にかけて取得可能な情報

	噴火前 ～噴火中	噴火中 ～噴火直後	噴火直後 ～数日
地形	○	○	○
大気	○	○	○
噴煙高度	○	○	○
噴火継続時間	×	○	○
実測堆積量	×	△	○
堆積物物性	×	×	○

○：取得可, △：限られた条件下で取得可, ×：取得不可

かし、実測堆積量や噴出物物性が取得されるのは通常であれば噴火から1日以上経過後と想定される。

以上の結果から、実測堆積量のデータ取得が必要な⑤、⑥のモデルは、噴火直後の利用が難しいため、以後の検討から除外する。噴火直後までに取得可能な情報で利用可能なモデルは、①～④であった。

3.2. 各推定モデルの適用性の評価

(1) 計算条件

計算点は①と②の手法には標高値を含めた地形データを与えた。③と④の手法には仕様上標高値は与えられない。

大気データは、火口に最も近い位置で与える。御嶽山2014年噴火ではGPVデータの初期値を、三宅島2000年噴火では高層風観測点の観測値を与えた。①と②には高度別の風を与えた。③と④には一様な風を与えるため、高度別の風向・風速から平均値を求めて与えた。

噴火条件は、噴煙高度および噴火継続時間に観測値を与えた。また噴出量は、噴煙高度と噴火継続時間から推定できるため(鈴木, 1990)、推定値を与えた。噴出物の粒径や密度は、既往噴火事例を参考に、取りうると思われる範囲の中央値を与えた。

計算条件は、拡散係数などであり、本検討では既往噴火事例に適用実績のある値を与えた。

(2) 推定結果とその評価

三宅島2000年噴火の計算分布範囲の形状を比較すると(図1左)、①と②の手法の分布軸は火口から北西および南東方向に伸びる。これは風速は小さいものの、高度によって風向が変化しているため2つの方向に伸びたと考えられる。一方、③と④の手法は一様な風を与えるため、南東方向への分布軸が顕著である。特に③の手法は風下方向の分布しか推定できないため、扇形状の分布を示した。

この事例から次の2点が示唆された。①と②の手法は、高度別の風を入力できるため、高度によって風向が変化する噴火や、風速が小さく分布範囲が火口を中心とした同心円に近い形状となる噴火に適用できる。一方、③と④の手法はそのような噴火には適用が難しい。

御嶽山2014年噴火の計算分布範囲の形状を比較すると(図1右)、①の範囲がほかのモデルよりも小さくなった。②の範囲は分布軸のずれのため範囲が全体的に南寄りになったが、実績分布範囲と似た形状を示した。③の範囲形状は扇形であるが、分布軸方向の到達距離は実績分布範囲と計算分布範囲でおおむね

一致した。④の分布はおおよそ楕円形状を示した。分布軸方向の到達距離は実績分布範囲と計算分布範囲でおおむね一致した。計算分布範囲は実績分布範囲をほとんど網羅する結果となった。分布軸から離れた方向では実績分布範囲よりも計算分布範囲が広がった。

①の計算分布範囲が大きく異なった理由としては、御嶽山2014年噴火の噴出量が、三宅島2000年噴火の噴出量より1桁程度小さかったことが考えられる。このことから、噴火規模が小さい場合には①が適用できない可能性が示唆された。

4. 結論

本稿では、モデルの入力情報を整理した。噴火直後に利用可能な情報は、噴煙高度、噴火継続時間、大気、地形であった。このことから、溪流抽出に役立つ降下火砕物の堆積量分布を推定でき、かつ、噴火直後に利用可能なモデルはWindy Tephra2、Tephra2、ジェットモデル、Gonzalezらモデルであった。三宅島2000年噴火、御嶽山2014年噴火に適用したところ、噴火規模と風の影響が大きい場合はWindy Tephra2とTephra2が有効であった。噴火規模が小さい場合はTephra2とGonzalezらモデルが有効である一方、Windy Tephra2が適用できない可能性が示唆された。

参考文献

- Bonadonna et al.(2005): JGR, 110, B03203
- A. O. González-Mellado and S. De la Cruz-Reyna (2010): Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, pp. 2241–2257
- 木佐ら(2011): 平成23年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 172–173
- Mannen et al. (2020): JGR Solid Earth, Vol. 125, Issue 6, e2019JB018902
- 宮本邦明(1991): 建設省土木研究所, pp. 1-75
- 新堀ら(2014): 気象研究所研究報告, Vol. 65, pp. 75-107
- 鈴木建夫(1990): 職業訓練大学紀要, Vol.19A, pp.1–17
- Tajima et al. (2013): Bull. Volcanol. Soc. Japan, Vol. 58, No. 1, pp. 291–306
- 田村ら(2010): 土木技術資料, 52-3, pp. 34–39

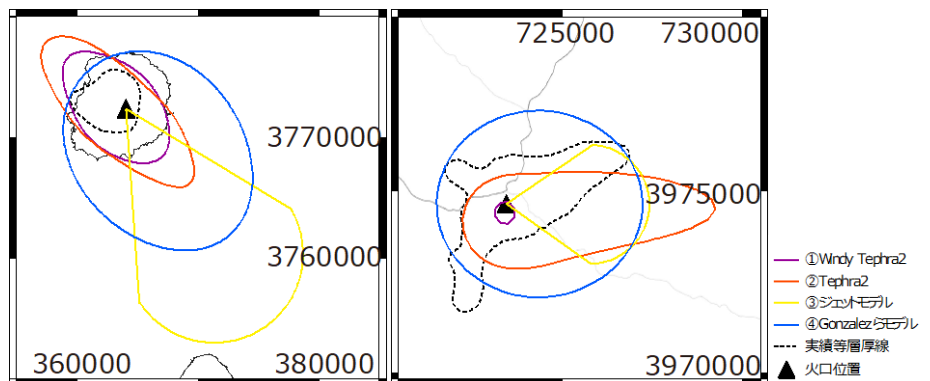


図1 三宅島2000年噴火(左)／御嶽山2014年(右)の計算分布範囲と実績分布範囲