

火山防災計画を検討するにあたっての降灰シミュレーション結果の表現方法

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○仲田光輝、藤沢康弘、佐藤初洋
国際航業(株) 永田直己、金井啓通

1. はじめに

火山噴火が発生した場合に放出される火山灰は、火山上空の風によって広範囲に運ばれ、火口から離れた場所まで到達し堆積する。堆積した火山灰は除去する必要があり、またインフラへの影響や土砂移動など、長期的かつ広範囲に影響を及ぼすため、火山防災上の重要な対策項目である。

降灰への対策として、内閣府では富士山の噴火により首都圏において広域降灰が発生した場合をモデルケースとした対策の検討が進められており、降灰の増加に従って発生する影響・被害の様相と、それに応じた避難行動やライフライン復旧の内容を整理している*1。

火山砂防事業では、火山灰が厚く堆積した範囲にある溪流において少雨であっても土石流が発生しやすくなる実態を踏まえ、火山砂防計画策定指針・火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドラインに基づいた降灰後の土石流に対する対策を検討し、計画をとりまとめることとなっている。また、土砂災害防止法に基づく緊急調査（以下「緊急調査」という。）における調査方法等の整理も進められている。

上記のような降灰に対する火山防災に関する各種計画（以下「火山防災計画」という。）の検討においては、降灰が想定される影響範囲を把握することが重要である。降灰の影響範囲を把握する手法として、近年の検討事例では数値シミュレーションがよく用いられており、代表的なものとしては移流拡散モデルに基づいたシミュレーションコード Tephra2 が挙げられる*2。

このような降灰の数値シミュレーション結果を平面的に描画し、火山防災計画を検討するための表現方法として、「降灰分布図」や「降灰頻度マップ」*3、「降灰可能性マップ」*4 が用いられている。どのような規模や発生頻度を対象として火山防災計画を検討するかによって、用いるべき表現方法は異なると考えられる。本発表では、火山防災計画の検討にあたっての降灰シミュレーション結果の表現方法の特徴と課題を整理し、各種防災対応における表現方法の適用性について考察した。

2. 降灰シミュレーション結果の表現方法の特徴

降灰シミュレーション結果を平面図上に表現する主な方法である「降灰分布図」「降灰頻度マップ」「降灰可能性マップ」について、その特徴を整理した。

2.1. 降灰分布図

ある特定の風向・風速の条件下（例えば、ある日付の風や年平均風、季節風等）を考えた場合の降灰

の影響範囲を示した図である（図 1）。また、複数ケースの降灰分布を重ね合わせて描画することで、後述する降灰頻度マップ・降灰可能性マップが作成される。

降灰分布図は1回の噴火による降灰の影響範囲を示しているため、ある特定の条件・期間の降灰範囲について議論する場合に用いられる。

一方、特定の風向・風速条件下の降灰範囲を表現するため、長期間の噴火や複数の風向・風速による降灰の影響範囲を示すことには不向きである。

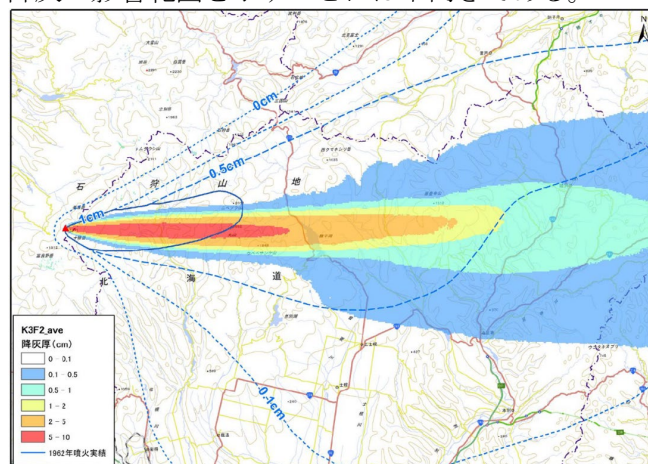


図 1 降灰分布図の例（年平均風）

2.2. 降灰頻度マップ

任意期間の複数の風向・風速による全ての計算結果を重ね合わせ、期間中に特定の降灰厚が生じた回数をカウントし、計算ケースの全数に対する特定の降灰厚の発生頻度によって降灰の影響範囲を示した図である（図 2）。

降灰頻度マップは、長期間の噴火や複数の風向・風速による降灰の影響範囲を表現できる。このため、降灰が発生する頻度から実態に即した降灰範囲を想定し、対策箇所の優先度を検討する場合などに用いられる。

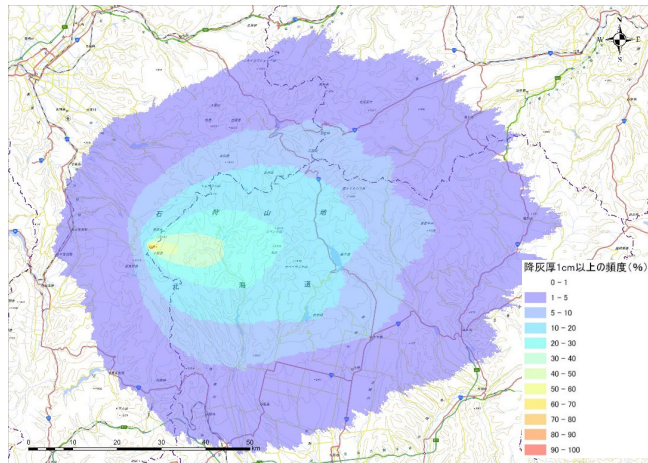


図 2 降灰頻度マップの例

また、特定の降灰頻度に着目して等層厚線を整理すると、その頻度で発生し得る想定降灰厚を平面的に表現することができる(図3)。

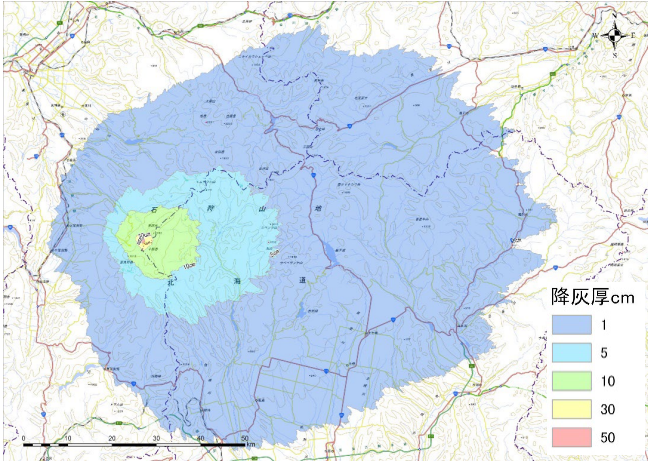


図3 降灰頻度1%以上における等層厚線図

2.3. 降灰可能性マップ

任意期間の複数の風向・風速による全ての計算結果を重ね合わせた図であり、噴火が発生した場合に降灰の可能性のある範囲と、その時の最大降灰厚を示している(図4)。

シミュレーションの計算ケースのうち、一度でも降灰が生じる場合には影響範囲として描画されるため、頻度マップに比べて影響範囲として描画される範囲は広がる。

降灰可能性マップでは、特定の厚さ以上の降灰が及ぶ可能性のある全ての範囲を網羅的に示すため、降灰が発生した場合の影響の最大範囲について議論する場合に用いられる。

なお、例えば台風時ような極端な強風条件下での降灰範囲など、発生の可能性が極めて小さなケースも含まれる点に注意が必要である。

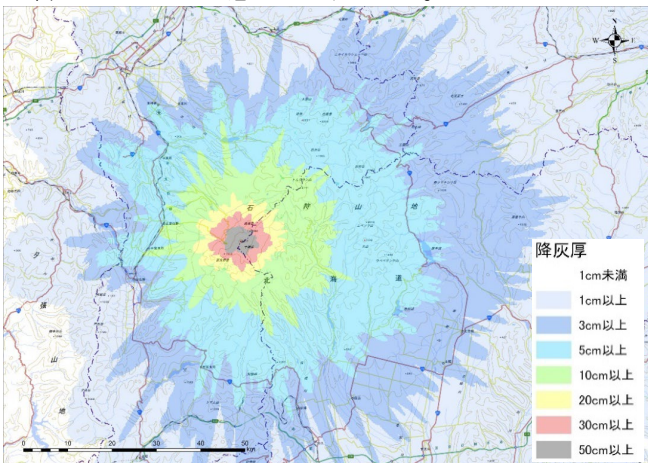


図4 降灰可能性マップの例

3. 火山防災計画検討への適用性

火山防災計画において降灰の影響範囲を基に検討を行う場面は、例えば、住民への啓発や避難場所を示した防災マップや、住民避難のための避難計画、インフラ復旧のための除灰計画、降灰に起因する土石流対策(噴火対応火山砂防計画)等が挙げられ

る。これら各種計画検討にあたっての表現方法の適用性を考察した。

降灰分布図は、風向・風速が異なる条件で場合分けをした影響範囲を示すことができる。そのため、例えば、季節毎に特徴的な風向・風速条件に基づく噴火の発生時期に応じた避難経路の選定など、より現実的な避難計画の立案に活用できると考えられる。

降灰頻度マップは、例えば「降灰頻度1%(1年間のうち約3~4日程度)の範囲」や「降灰頻度0.27%(1年間のうち約1日程度)の範囲」のように、降灰の影響範囲と想定される発生頻度を表現できる。このため、砂防事業で用いられている年超過確率規模の考え方に近い表現で降灰発生の可能性を示すことができる。これにより降灰後の土石流発生の急迫性が高い溪流の選定や範囲内の土砂量の見積りに活用できることから、火山砂防計画における降灰後の土石流対策の検討や除灰計画など、降灰の頻度と降灰厚の両方を考慮する必要がある検討において有効と考えられる。

降灰可能性マップは、降灰が及ぶ可能性がある範囲を示すため、避難計画や降灰後の土石流対策の検討よりも、最大でどこまで影響が及ぶのかを把握するための降灰ハザードマップとしての活用が考えられる。

4. まとめ

降灰シミュレーション結果の表現方法は、それを用いる計画の内容を踏まえた使い分けが必要である。

降灰頻度マップは、検討する計画によってどのような頻度を採用するのが重要である。また、対象とする降灰厚は、緊急調査の着手の目安である1cmや、降灰後の土石流が発生しやすくなる降灰厚約10cm^{*5}、広域降灰時の被害様相・影響の目安とされている3cmや30cm^{*1}などを参考として設定し検討する必要がある。

降灰可能性マップには、降灰がほとんど起こらない低頻度の範囲が広く含まれるため、対策検討などに用いると極端な安全側となる(対策範囲等が過大となる)ことに注意が必要である。

以上の特徴や適用性を踏まえ、降灰厚と発生頻度のバランスを考慮し、使用目的に応じて適切な範囲と頻度を用いて検討することが重要である。

(参考文献)

- *1) 内閣府, 首都圏における広域降灰対策検討会(2025): 首都圏における広域降灰対策検討会報告書, 65pp.
- *2) 萬年一剛(2013): 降下火山灰シミュレーションコードTephra2の理論と現状—第四紀学での利用を視野に, 第四紀研究, 52(4), p.173-187
- *3) 金井啓通・柁木敏仁(2019): 降灰頻度マップを用いた火山砂防における降灰範囲評価について, 令和元年度砂防学会研究発表会概要集, p.725-726
- *4) 内閣府富士山火山防災協議会(2024): 富士山ハザードマップ検討委員会報告書, 240pp.
- *5) 国土交通省, 大規模土砂災害の緊急対策の強化に関する検討委員会(2025): 火山噴火に伴い林地に堆積した火山灰が水文環境に及ぼした事例, 9pp.