

最先端技術を取り入れた 火山噴火時における降灰厚計測手法の検討

遠藤 駿介・小島 宏一

利根川水系砂防事務所 調査課 (〒377-0008 群馬県渋川市渋川121-1)

我が国は世界の活火山の約一割を有しており、世界有数の火山国である。

利根川水系砂防事務所管内は活火山である浅間山、草津白根山を有しており、それらが噴火し、10mm以上の降灰が観測された場合、国土交通省は土砂災害防止法に基づき緊急調査を実施する必要がある。しかし、浅間山の場合、火口から4km圏内は立入規制区域となり有人での降灰量調査が困難になる。降灰量調査を安全かつ効率的に行う手法と日本の最先端技術を用いた研究について記述する。

キーワード 火山噴火、降灰量調査、浅間山、土石流、火山

1. はじめに

浅間山の状況

浅間山は群馬県・長野県の境に位置し、古来より多くの噴火記録があり、近年100年間で50回以上の噴火を繰り返している。令和5年3月には火山性地震の増加などから噴火警戒レベル2が継続中、火口から2km以内立入規制範囲(令和7年2月現在)。山麓状況としては家屋や別荘、温泉地等の観光資源、国道146号等の緊急輸送道路が整備されており降灰後の土石流発生時には経済活動、社会活動への影響が懸念される。



図-1

2. 背景と目的

(1) 緊急調査について

降灰後は土石流発生のリスクが増加するため国土交通省は土砂災害防止法に基づき緊急調査を実施する必要がある。

(2) 降灰と土石流発生の関係

噴火後に土石流が発生しやすくなる原理としては、普段山の斜面はスポンジのような雨水を吸収する役割を持っているが、火山灰が斜面に積もって雨で濡れると表面

がアスファルトのような役割に変わり地面に雨水が浸透しにくくなる。その結果雨水がそのまま下流に流れ土石流が発生しやすくなる。

(3) 土砂災害防止法の改正経緯

土砂災害防止法は国民の生命を守るために、土砂災害が発生する恐れのある区域を明らかにし、警戒避難体制の整備を図ることを目的としている。平成23年5月に一部改正が行われ、国土交通省の所掌で大規模な土砂災害が急迫している場合における緊急調査の実施や被害の予想される区域、時期の情報を市町村への通知と一般への周知が必要になった。

平成13年(旧土砂災害防止法)から平成23年(新土砂災害防止法)までの改正経緯	
平成13年4月 土砂災害防止法施行	・基礎調査の実施および土砂災害警戒区域等の指定による危険の周知 ・土砂災害警戒区域における警戒避難体制の整備 ・土砂災害特別警戒区域における住宅等の新規立地の抑制等
平成17年7月 一部改正	・土砂災害警戒区域内の要配慮者利用施設への情報伝達、土砂災害ハザードマップの配布等を義務付け
平成23年5月 一部改正	・大規模な土砂災害が急迫している場合における緊急調査の実施 ・被害の重なる区域、時期の情報(土砂災害緊急情報)を市町村へ通知、一般へ周知

図-2

3. 課題

緊急調査の条件としては、河川の勾配が10度以上である区域の概ね5割以上に10mm以上の降灰が堆積した場合、又は概ね10戸以上の人家に被害が予想される場合には範囲等の降灰状況調査や降灰量調査が必要になる。

(1) 調査の手法

緊急調査では火口周辺の立入が困難な地域においても、降灰厚を把握する必要があるが、降灰量が多く重要性の高い立入規制範囲の地域において降灰状況を調査する手法は人間の手以外にないのが現状だ。

(2) 有人調査の危険性

かつては写真のように国土交通省の職員が有人で降灰量調査を行っていた。しかし火山灰は火山ガラスというガラス繊維でできており吸い込みによる人体への影響や再び噴火する危険性もありとても危険である。



図-3

4. 取り組み

(1) 調査手法の立案

有人での降灰量調査には危険を伴うため安全かつ効果的に調査をする手法として4つの手法を立案した。

名称	UAVによる 構造物空撮	降灰マーカー	降灰スケール	降灰厚計測 デバイス
概要	・ UAV空撮等により登山道沿いの地物等を撮影し降灰厚を把握する。 ・ 事前に地物の大きさを計測したり、目安となる印をつけて降灰厚を把握する。	・ 厚さの異なるマーカーを事前に設置 ・ 噴火後にマーカーの様子を監視カメラやUAVで撮影し、降灰によるマーカーの見え隠れを元に降灰厚を把握する。	・ 大きさの異なるスケールをUAVで散布 ・ 噴火後にスケールの状況をUAV等で撮影し、降灰によるスケールの見え隠れを元に降灰厚を計測する。	・ UAVによりデバイスを運搬し噴火後に火山灰が積もった地点の降灰厚を直接計測する。
イメージ				

図-4

a) UAVによる構造物空撮

登山道や看板などの地物がある場合には事前に地物に目印を付けておき、事前に付けた目印がどこまで隠れているかをUAVや監視カメラで確認する。看板や地物などがある場合に活用でき既存のものに目印を付けるため低コストで降灰厚を把握できるメリットがある。

b) 降灰マーカー

厚さの異なるマーカーを事前に設置し、降灰後にマーカーの状況を既設の監視カメラやUAVを飛ばしマーカーの見え隠れを元に降灰量を把握する。

c) 降灰スケール

噴火の前兆期に大きさの異なるスケールをUAVで散布し、噴火後にスケールの状況を既設の監視カメラやUAVなどで撮影し降灰によるスケールの見え隠れを元に降灰厚を計測する。撮影や回収のしやすさを前提に目立ちやすい派手な色で作られているが生分解プラスチックでできており万が一回収できない状況でも2年ほどで

水と二酸化炭素に分解されるため環境に悪影響は与えない作りとなっている。

d) 降灰厚計測デバイス

降灰後に降灰厚計測デバイスをUAVによる吊り下げ運搬し実際に降灰があった箇所まで飛行しウインチをつかい計測デバイスを地表に下ろす。計測の方法としては、着陸後まず地表を測量し。その後ブラシにより灰を除去。除去した地表を再び測量し降灰除去前後の地表の形状比較により降灰厚を把握する。

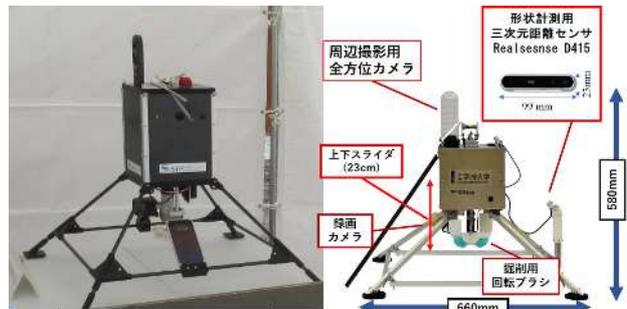


図-5

(2) 手法の比較

a) ~c)の計測手法は事前にスケールやマーカー等を設置しておくことが前提であり、設置するタイミングや場所を決定することが難しいことや、設置と計測という2段階の作業を要するという課題がある。d)の降灰厚計測デバイスはブラシ回転による火山灰除去前後の形状を比較することにより一度で降灰厚を把握することができる。

(3) 最先端ロボット技術

4つの手法のなかでも降灰厚計測デバイスは日本の最先端ロボット技術を用いている。この検討に使用した降灰厚計測デバイスは戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)により改良されたデバイスを使用しており、今回の改良は構造部材見直しによる5.5kgから3.8kgへの軽量化、計測するセンサーにiPhoneを使用することで操作性向上、片道1kmから2kmへの飛行可能距離の延長、汎用部品を使うことによる生産性向上につながった。

(4) SIPとは

SIPとは内閣府主導で科学技術イノベーションの実現を目指し、分野、省庁、産学官の枠を超えた、研究開発から社会実装まで一気通貫の研究開発プロジェクトのことであり、この研究で降灰厚計測デバイスの改良等を行いその成果を活用している。



図6

(4) マーカーの設置

昨年度、浅間山周辺半径4キロをピザ状にブロック分けし、風向きによりどの方向に降灰しても対応できるよう降灰マーカーの設置場所を計画し、今年度に入り降灰マーカーを設置している。比較的、東側に降灰する傾向があることから、東側に降灰厚計測デバイスの計測地を選定した。

5. まとめ、今後の予定

デバイスにより計測可能な適地を選定するための手法を検討。現地での実証実験によりブラシの回転制御と上下動制御の機構により安定した火山灰除去が可能で、UAVにより運搬できるデバイスの稼働確認ができた。

しかし、降灰厚計測計測のうち全箇所マーカーを設置できているわけでもなく、デバイスで計測できる硬質な平面等を確保する問題もある。また、降灰スケールの散布地を選定することや調査地点、各種手法から適切な手法を選択することで噴火時に迅速に適地選定から計測作業となるように多様な現地条件でのデバイスの作動検証を重ね実用に向けて引き続き検討を行う必要がある。

6. おわりに

本投稿にて記載した内容は検討中であり発展途上にある。技術革新が急速に発展している現代だからこそ日々進化を遂げる、AIやICT等の新しい技術を取り入れていき検討を進めていきたい。

謝辞：この検討で利用した技術は内閣府、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期課題「スマートインフラマネジメントシステムの構築」の成果を利用させていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) R3年度砂防学会研究発表会概要集
「R1-22 火山噴火時を想定した規制区域内の降灰厚分布調査デバイスの開発」