

UAVと画像解析による火山灰堆積厚の計測手法開発に向けた試み

国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 堤宏徳^{※1}・山本陽子^{※2}・岡崎敏
日本工営株式会社 ○田方智・五十嵐和秀・上條孝徳

※1 現所属：国土交通省九州地方整備局建政部住宅整備課

※2 現所属：国土交通省九州地方整備局福岡国道事務所福岡維持出張所

1. はじめに

「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」に定められた緊急調査において、火山噴火後には、緊急調査着手の判断およびその後の初動期の調査・継続監視期の調査等で、火山灰等が1cm以上の厚さで堆積している範囲を把握するための情報収集が必須である^{1) 2)}。これまで定面積サンプリング法等の現地調査によって堆積厚1cmの把握がなされているが、火山噴火時には立入が規制された範囲の火山灰堆積分布を把握することが困難であった。

それらの課題に対して、近年、画像解析技術の高度化や、UAVの市場拡大により、「空からの計測」に注目や期待が高まっている。本研究では、緊急調査時における降灰分布の情報量・精度の高度化を目的に、UAVと画像解析といった最新技術を用いて降灰厚を計測する降灰マーカー（凹型）を開発した。火山灰堆積厚の計測手法開発にあたっては、以下の点に着目・留意した。

- ・堆積厚1cmを計測する精度(画像解析による画素レベルの計測精度)
- ・判読者による違いが生じない(画像解析によるオートメーション)
- ・低コスト、低労力
- ・電源レス、通信レス
- ・立入規制区域内への搬入(UAVで輸送可能なサイズ、重量)

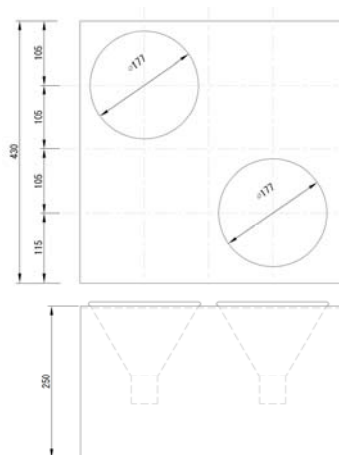


図 1 降灰マーカー（凹型）

2. 方法

2.1 調査地概要

本研究は、鹿児島県桜島の島内で比較的降灰量が多い有村川を対象とした。自動降灰量計の近傍に降灰マーカー（凹型）を設置し、2018年8月～2018年12月の期間でモニタリングを実施した。



図 2 桜島有村川に設置した降灰マーカー（凹型）

2.2 画像取得と画像解析

UAV撮影および地上デジカメ撮影により、降灰マーカー（凹型）を真上から画像取得した。降灰マーカー（凹型）は白と黒の2タイプを準備した。オープンソース画像解析ライブラリ（OpenCV）を用いて、降灰マーカー（凹型）の降灰部分とマーカー素地の 픽셀輝度情報を二値化した。なお、傾斜部に付着した灰は、画像処理（ランクフィルタ）によりノイズとして除去した。

① 画像取得
UAV撮影：2018/9/19

① 画像取得
トリミング・マスキング

② ノイズ除去処理
ランクフィルタ

③ 画像の二値化
降灰部と素地（白）の分離

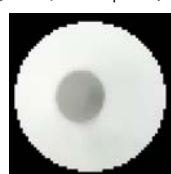


図 3 画像取得と画像解析

4. 結果

2018年8月8日～2018年12月5日の期間で実施した現地観測結果を示す。9月19日と12月5日は、地上からのデジカメ撮影の他、UAV撮影も実施した。マーカーの寸法から、火山灰の面積（mm²）から降灰厚（mm）への変換式をもとめ、計測した火山灰の面積率から降灰厚を推定した。

降灰マーカーは、黒タイプよりも白タイプの方が降灰部分の面積を鮮明に取得できた。地上からのデジカメ撮影画像、UAV画像の両方で火山灰の降灰厚を計測できた。

表 1 モニタリング結果（2018年8月8日～2018年12月5日）

	8/8		9/19				10/3	10/31	11/15	12/5	
地上デジカメ/UAV	地上デジカメ		地上デジカメ		UAV		地上デジカメ	地上デジカメ	地上デジカメ	地上デジカメ	UAV
オリジナル画像											
マスク画像 ノイズ除去 有/無	無	無	無	有	無	有	無	無	有	有	無
二値化											
降灰厚 (mm)	0	0	—	0.8	—	1.6	0.8	0.5	2.1	1.6	2.6

※降灰マーカー（凹型）は黒タイプより白タイプの方が計測精度を確保できるため、10/3以降は白タイプのみ解析した。

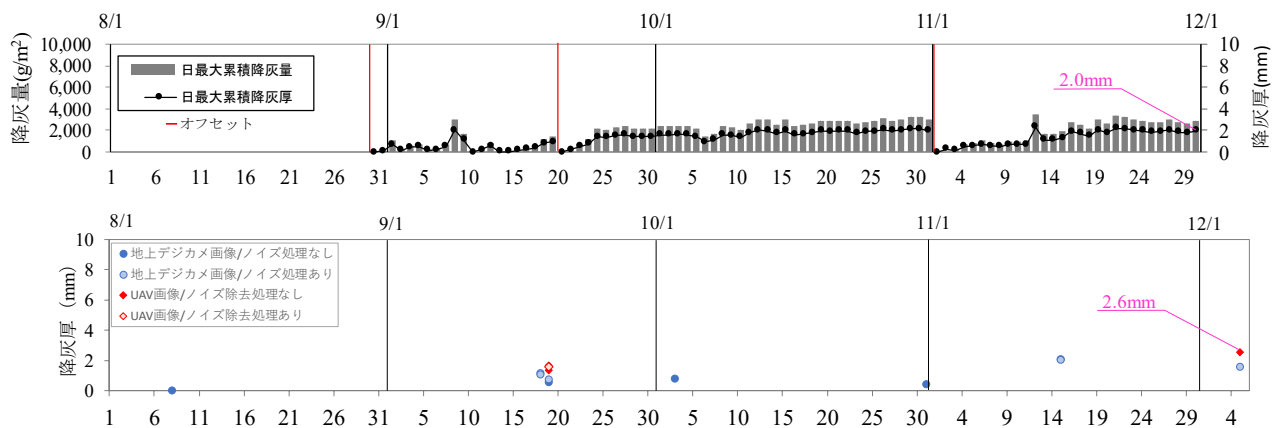


図 4 自動降灰量計と降灰マーカー（凹型）の降灰厚計測結果の比較

【上段：自動降灰量計、下段：降灰マーカー（凹型）】

4. まとめ

- ・降灰マーカー（凹）と画像解析技術を組み合わせることで、桜島火山噴火の降灰厚を数mm精度で計測できた。
- ・マーカーは白タイプの方が、カメラのホワイトバランスが効いて精度よく降灰厚を計測できた。
- ・ランクフィルタによって、ロート傾斜部に付着した火山灰をノイズとして除去できた。
- ・画像を二値化することで影の映り込みの影響を除去できるため、昼間であれば、撮影時間帯や尾根・谷等の日照条件の制約を受けないと考える。
- ・ロート傾斜部に付着する火山灰が顕著な場合は、エッジ抽出手法でノイズを除去する手法がある。
- ・現在の試作器は降灰厚の計測レンジが「0 mm～53 mm」であるので、今後ロートのサイズを大きくして、計測レンジを広げた検討も必要である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局砂防部砂防計画課（2011）：土砂災害防止法の一部改正について
- 2) 手塚ほか（2018）：UAVを用いた火山灰堆積状況および浸透能の概略把握の試み、平成30年度砂防学会研究発表会概要集，pp785-786