

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(その2)

国土交通省九州地方整備局 九州技術事務所 堤宏徳(現所属 九州地方整備局 建設部 住宅整備課),

岡崎敏, 山本陽子(現所属 九州地方整備局 福岡国道事務所 福岡維持出張所)

日本工営(株)○上條孝徳, 田方智, 関本あすみ

1. はじめに

火山噴火に伴って多量の火山灰が流域に堆積する場合、火山灰に覆われた山地斜面では浸透能が低下し、小規模な降雨でも土石流が発生しやすくなるといわれている。そのため、降灰後の火山地域において、火山灰の堆積状況や、地表面の浸透能を把握することは、土石流発生の危険性を把握するうえで重要である。

これまで火山噴火後の火山地域においては、降灰後の地表面の浸透特性を把握する場合、じょうろを用いた現地散水式浸透能試験や、採取試料を用いた室内試験(JIS規格である室内飽和透水試験等)が行われている。一方で、火山噴火時や噴火警戒レベルの引き上げによって、流域内での調査や試料採取が困難な状況が想定され、特に火山噴火後の火口周辺や流域上流部の山地斜面等における調査手法の確立が求められている。

そこで本検討では、火山地域において直接調査地点に立ち入ることができない場合において、UAV等の無人航空機を用いて、火山灰の堆積厚や浸透能を概略的に把握する調査手法の検討を昨年度に引き続き行ったので報告する。現地検証は鹿児島県桜島で実施した。

2. 降灰マーカー・降灰ゲージを用いた火山灰堆積厚把握手法の検討

2.1 手法の概要

高さ毎に色や形状を変えた杭(以下、降灰マーカーと呼ぶ)を流域内に設置し、UAV搭載カメラによる撮影写真等から指標杭の見え方を確認することで、火山灰の堆積厚を概略的に把握する手法について検討した。

降灰マーカーは、径または一辺の大きさが10cmのジュラコン製とし、アルミ製の75cm四方のはめ込み式の板に自由に配置可能な構造とした(図2.1)。降灰マーカーの高さは、国土交通省の緊急調査の着手判断基準の一つである火山灰堆積厚1cmを念頭に、10mm, 20mm, 30mmの3パターンとした。

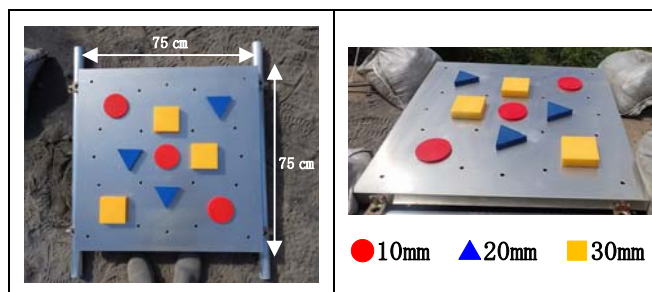


図 2.1 降灰マーカー

また、スタッフ等のメモリを読むことで降灰厚を識別することを目的として、 $H=20\text{cm} \cdot W=75\text{cm} \cdot D=30\text{cm}$ のアルミ製の架台に、スタッフ・ロッド・ピンポールを立てた、降灰ゲージを作成した(図2.2)。降灰マーカーと同じ手法でUAV搭載カメラによる写真撮影により、降灰厚を概略的に把握する手法について検討した。



図 2.2 降灰ゲージ

2.2 実証試験結果と手法の適用性

上記の通り作成した降灰マーカーを用いて検証実験を行った。撮影に用いたUAV機体は「SPIDER-6」、使用したカメラは市販品の「sony α7R」である。また、降灰ゲージにおいても同様の撮影を行った。

2.2.1 視認性の検証

カメラに搭載したレンズは28mmと55mmの2種類を準備した。500m程度離れた箇所から自動航行により、対象物からの高度30mにおいて、両レンズで撮影を行った。飛行高度30m程度の場合、28mm・55mmのいずれのレンズでも降灰マーカーを確認することができた(図2.3)。降灰ゲージについても、飛行高度が30mの場合は、28mm・55mmのいずれのレンズでも降灰ゲージを確認することができる(図2.4)。しかしメモリの判読は画像が不鮮明であるため難しい。

UAVの自動航行は、UAVの高度を20m~30m程度までしか下げることができない。今回この高度で撮影を行ったが、降灰マーカー・ゲージについて、判読が可能であり、本手法は適応性が高いといえる。期待される精度として、降灰マーカーでは1cm単位で降灰厚を読み取ることが可能であり、また、降灰ゲージでも同様に1cm単位での判読が可能である。



図 2.3 降灰マーカーの高度30mからの撮影

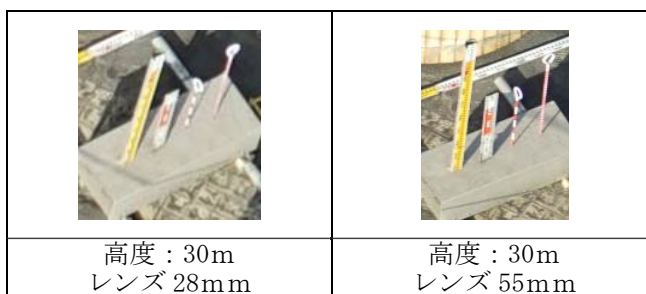


図 2.4 降灰ゲージの高度30mからの撮影

2.2.2 撮影角度の検証

降灰マーカー・降灰ゲージまでの高度・仰角を予め設定し、UAVの自動航行にて撮影を実施した。撮影に当たっては、視認性の良い55mmレンズを使用することとした。検証に当たっては、人工的に降灰させ、約2cmの降灰状況を再現した。

検証の結果、鉛直方向からの撮影においては、降灰マーカーの側面が見えている方が、判別がしやすいことが確認された(図2.5)。降灰ゲージにおいても同様であり、斜め45°程度の角度からの撮影が、視認性が高いことが示された(図2.6)。

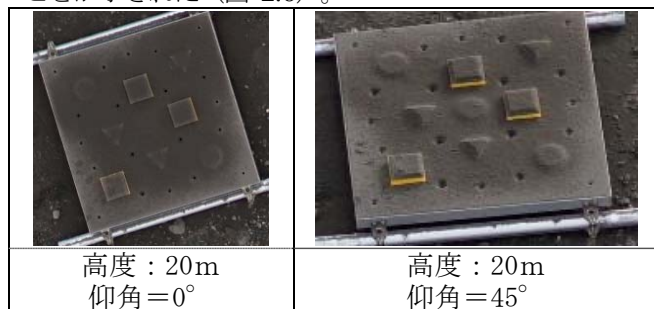


図 2.5 撮影角度の違いによるマーカーの見え方

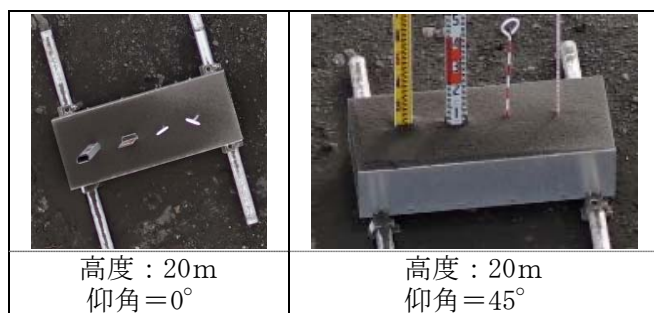


図 2.6 撮影角度の違いによるゲージの見え方

3. UAVを用いた浸透能概略把握手法の検討

3.1 手法の概要

既往報告ではUAVを用いて火山灰が堆積した斜面に水を供給し、地表面における浸透状況・表面流発生状況をカメラで記録して、浸透能を概略的に把握する手法について検討された¹⁾。本検討では、4つの異なる材料による試験ヤードを作製し、可視カメラとサーモカメラによる撮影を行った。計測にあたっては、UAVを用いた撮影を行い、画像解析により表面流の発生状況を定量的(流下長さ・面積)に評価する方法を検討した(図3.1)。

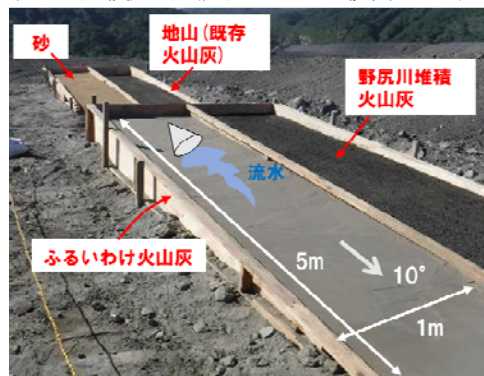


図 3.1 浸透能概略把握手法の概要

3.2 実証試験結果と手法の適用性

可視カメラ画像とサーモカメラ画像の比較例を図3.2に示す。可視画像については、材料が白っぽい場合、

視認性が悪くなることが示された。サーモ画像については、流水範囲を捉えることができることが確認できた。表3.1に検証結果のまとめを、表3.2に流水面積・流水距離と散水式浸透能の関係を示す。

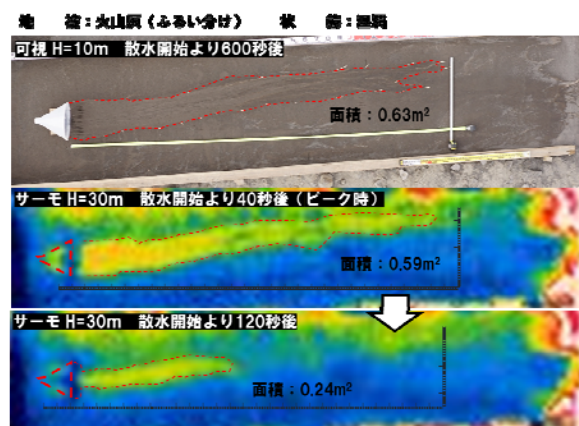


図 3.2 可視画像とサーモ画像の比較

表 3.1 検証結果のまとめ

項目	可視カメラ	サーモカメラ
乾燥状態	砂 識別にやや難あり	識別可能
	火山灰 識別可能	識別可能
湿潤状態	砂 識別に難あり	識別にやや難あり
	火山灰 識別可能	識別可能
特徴	両者、同等程度の定量的な面積を把握できる。サーモカメラは、表面流の範囲が広い(長い)場合、表面流の温度と地面の温度に差が無くなってきてしまうため、正確な表面流の範囲が確認できない。	
その他	材料が白い場合識別が難しい。	視界不良時に効果が発揮できる可能性がある。

表 3.2 流水面積・流水距離と散水式浸透能の関係

項目	砂	火山灰(地山)	火山灰(野灰)	火山灰(篩分け)
流水範囲(m²)	0.10	0.13	0.10	0.36
流水距離(m)	0.3	0.7	0.6	2.2
浸透能(mm/hr)	240以上	211	232	97

4. おわりに

火山地域の立ち入りが困難な区域において、UAV等を用いて現地状況を把握する手法について検討を行った。火山灰堆積厚把握手法は、降灰マーカー・降灰ゲージのUAVによる斜め方向からの撮影により、適用性が高まることが示された。

UAVを用いた浸透能試験は、浸透能試験値と流水面積・流水距離との関係を示すことができた。また、サーモカメラを用いた浸透能の概略把握も可能であることが示された。

謝辞: 本検討を行うにあたり鹿児島大学地頭菌教授にご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】1) 手塚ほか(2018): 平成30年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 785-786