

視認条件による降灰観測精度低下の実態把握

株式会社建設技術研究所 ○伊藤巧, 鴨志田毅, 小尾亮, 矢作和樹
国土交通省北海道開発局函館開発建設部 矢野雅昭, 佐藤大介

1. はじめに

国土交通省では、火山噴火に起因して重大な土砂災害(降灰後の土石流)が急迫している状況において、土砂災害が想定される土地の区域及び時期を明らかにするため、土砂災害防止法に基づく緊急調査を実施する必要がある。緊急調査の着手の判断に際しては、火山灰等が1cm以上の厚さで堆積している範囲が、山間部における河川のうちその勾配が10度以上である部分の最も下流の地点より上流の部分の流域のおおむね5割以上を占める場合に、火山灰等の堆積に起因する土石流の発生が想定されることから、これを土石流現象の規模要件としている。

この規模要件の確認のため、国土交通省では、降灰分布および厚さ等を把握する必要がある。しかしながら、緊急時には噴火警戒レベル引き上げに伴う警戒区域の拡大により、人が立ち入っての降灰調査が不可能と考えられる。このため、国土交通省九州技術事務所が開発した降灰マーカーを用いて、UAVで火山灰の堆積状況を確認し降灰厚を計測する手法の適用性を検討した。

本研究では、立入困難区域の降灰厚を調査する降灰マーカーを対象にUAVによる空撮に関する実験を実施した。火山噴火時には必ずしも恵まれた条件で視認できるとは限らないため、噴出物の色や湿潤状態、空撮時の日照条件を変えたうえで、各条件のもとでの視認性低下の実態について結果を報告する。

2. 実験の概要

2.1 降灰マーカー

マーカーの諸元を表1、台座の諸元を表2、マーカーと台座を組み合わせた降灰マーカーの写真を図1に示す。

表1 マーカーの諸元

マーカー形状	色	サイズ (mm)	材質
正円形型	赤	直径 100×厚 10	ジュラコン (POM)
正三角形型	青	1辺 100×厚 20	ジュラコン (POM)
正四角形型	黄	1辺 100×厚 30	ジュラコン (POM)

表2 台座の諸元

台座形状	色	サイズ (mm)	材質
正方形	黒	1辺 500 角×40	アルミ t=1.5

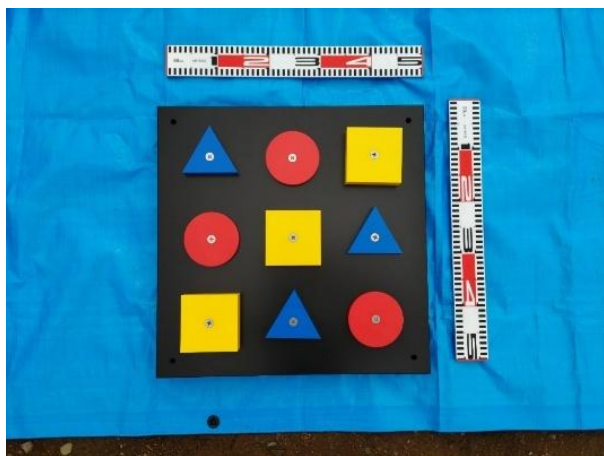


図1 降灰マーカーの写真

2.2 実験手法

実験に使用したUAVは、DJI社製Mavic 3 Thermalである。光学7倍ズームが可能なカメラを搭載しており、本実験では降灰マーカーの視認性を向上するため7倍ズームによる空撮とした(表3参照)。UAVによる空撮は、対地高度20m~100mで実施した。また、田方ら(2023)が検証した降灰マーカー側面部の判読が可能になる斜め45度程度からの空撮を基本とした。ただし、実験場の制約上、最大で60度程度(対地高度100m)で撮影を実施した。

また、降灰マーカーの堆積状況は、疑似火山灰として市販の細粒砂(川砂)や園芸用の軽石を用いて再現した。

表3 等倍と7倍ズームの視認性

対地高度 (m)	等倍	光学ズーム7倍
100		

2.3 実験ケース

実験ケースを表4に示す。マーカーの配置パターンや火山灰堆積厚、性質、含水状態、視認時間帯を変えた。

表4 実験ケース

実験ケース	実験概要	詳細
実験A	マーカーの配置パターンを変えた実験	下図の3種類とした。
実験B	火山灰堆積厚を変えた実験	火山灰(細粒砂)の堆積厚を0cm, 1cm, 2cm, 3cmとした。
実験C	火山灰の性質や含水状態を変えた実験	細粒砂と軽石を用いて乾燥状態、湿潤状態の堆積状況とした。
実験D	UAVによる視認時間を変えた実験	視認時間帯を晴天時の昼間、曇天時の昼間(日陰を想定)、日没前とした。

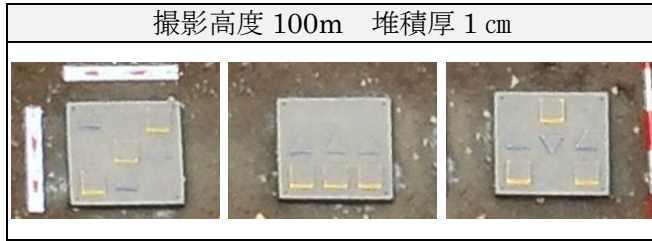
3. 実験結果

3.1 実験A

マーカーの配置パターンを3種類とし、それぞれ高度100mで撮影した結果を表5に示す。左図の配置パターンは阿蘇山や新燃岳に設置した実績がある。いずれのパタ

ーンにおいても堆積厚 1 cm を視認することができた。

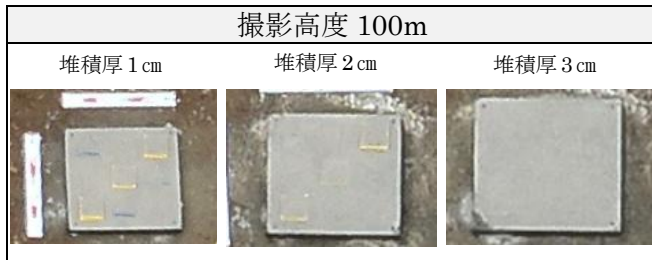
表 5 実験 A (配置パターン) の撮影結果



3.2 実験 B

堆積厚を 1 cm, 2 cm, 3 cm とした場合の高度 100m の撮影結果を表 6 に示す。堆積厚が 1 cm の場合は青色と黄色のマーカースが視認可能で、堆積厚が 2 cm の場合は黄色のマーカースが視認可能で、堆積厚が 3 cm の場合はいずれのマーカースも視認できなかった。よって、火山灰の堆積状況を 0 ~ 1 cm, 1 ~ 2 cm, 2 ~ 3 cm, 3 cm 以上というオーダーで確認できる。

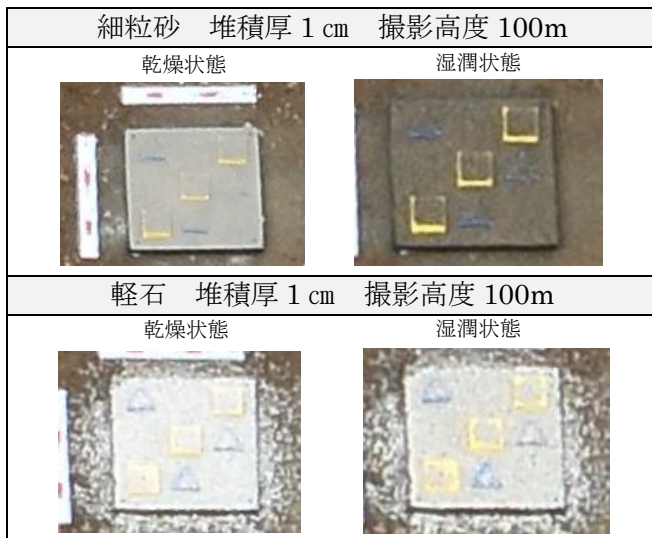
表 6 実験 B (堆積厚) の撮影結果



3.3 実験 C

堆積厚を 1 cm とし、細粒砂および軽石をそれぞれ乾燥状態、湿潤状態とした場合に高度 100m で撮影した結果を表 7 に示す。乾燥状態の軽石は細粒砂と比較すると白みが強く若干黄色のマーカースが視認しづらい結果であった。湿潤状態であるとマーカースとのコントラストがあり視認しやすい結果であった。

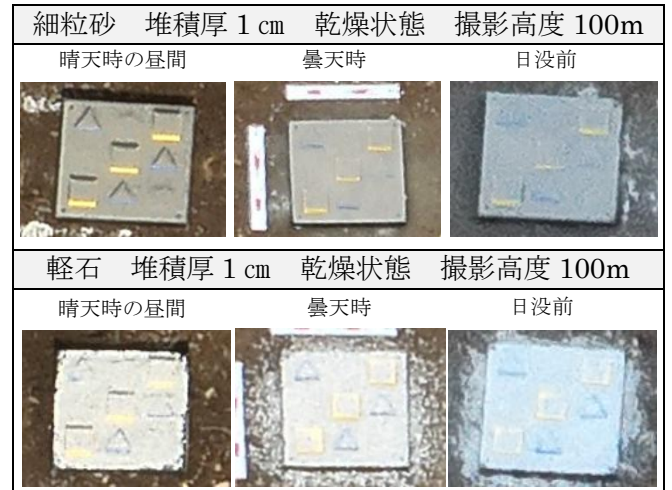
表 7 実験 C (性質) の撮影結果



3.4 実験 D

堆積厚は 1 cm で細粒砂および軽石を乾燥状態とし、晴天時の昼間、曇天時(日陰)、日没前と視認時間帯を変えた場合に高度 100m で撮影した結果を表 8 に示す。晴天時および曇天時の昼間の撮影結果は、細粒砂、軽石ともに視認可能であった。ただし、実験 C において述べたように軽石の乾燥状態は白みが強く黄色のマーカースが若干視認しづらい。日没前は暗さの影響によりとくに細粒砂の青色のマーカースが若干視認しづらい結果であった。

表 8 実験 D (視認時間帯) の撮影結果



3.5 考察

実験 A の結果より、マーカースの配置パターンは視認性に大きく影響がないことを確認できた。ただし、降灰マーカースを設置した現地状況によっては、風の影響等により火山灰が堆積する箇所が変わる。また、実験の準備中に台座の角は火山灰が堆積しづらいことが確認できた。よって、厚さの異なるマーカースを台座の四辺に配置し、どの方向から視認しても厚さが異なるマーカースが手前で確認できる配置(図 1)が適していると考えられる。このマーカースの配置パターンによる実験 B においては、0 cm ~ 3 cm の堆積厚を視認できたことからマーカースの配置が適していると言える。

実験 C, D の結果より白みが強い火山灰の場合には黄色のマーカースが若干視認しづらいことがわかった。これはカメラの露出補正によって明るさを調整し対応可能と考えられる。また、日没前では明るさの影響により、とくに細粒砂で青色のマーカースが視認しづらく、これは撮影時の ISO 感度が上がった影響と考えられる。よって、ノイズの影響により画質が低下することが確認できたことから日没前のような暗い時間帯での撮影は望ましくないと言える。

4. まとめと今後の課題

本研究では、マーカースの配置パターンや火山灰の性質、視認時間帯等の様々な条件下における実験を行い、降灰マーカースの視認性の比較検証を行った。この結果、適したマーカースの配置パターンおよび火山灰の性質による撮影時の留意点、望ましい視認時間帯を確認できた。

今後は降灰マーカースを設置する現地条件に応じて、UAV による視認を行う場合にどのような問題点、解決策を講じることができるか検討したい。

参考文献

田方ら(2023): 降灰マーカース(凸型・凹型)の適用性検証, 令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集, p.341-342