

小型無人ヘリコプターによる火山噴火調査手法の検討

— 降灰マーカーを用いた降灰調査 —

日本工営（株） ○上條孝徳， 松山洋平， 梅谷涼太， 工藤英一
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧砂防海岸事務所 岩田清徳， 本間雄介， 宮崎亮直※
(※現所属 北海道開発局 小樽開発建設部 倶知安開発事務所)

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堆積厚を把握することは、土石流発生危険性の把握するうえで重要であり、さらに土砂災害防止法に基づく緊急調査要件の把握のためにも重要である。

これまで火山噴火後の調査においては直接火山灰を採取・計測する方法で火山灰の堆積状況や堆積厚を把握してきた。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、降灰の及んだ流域内での直接的な調査や試料採取が困難な状況が想定されるため、降灰マーカーや降灰ゲージなど、UAVを用いた降灰厚推定手法の検討がなされてきている状況である^{1)・2)}。

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、小型無人ヘリコプターや降灰マーカーを用いて火山灰の堆積厚を概略的に把握する火山調査手法の検討を行ったので報告する。本検討は、降灰マーカーの視認性の検討および運搬について行ったものであり、現地検証は北海道樽前山で実施した。

2. 小型無人ヘリコプター・降灰マーカーを用いた検討概要

2.1 小型無人ヘリコプター

機体は北海道開発局 札幌開発建設部所有のYAMAHA製のFAZER R G2を用いた。
小型無人ヘリコプターによる火山調査は、室蘭開発建設部により、平成23年度より樽前山・有珠山・倶多楽において実施されてきた。令和4年度に小型無人ヘリコプターは新型機へ移行し機体性能は向上した。衛星通信による飛行環境の整備により、さらなる活用が期待されているところである。



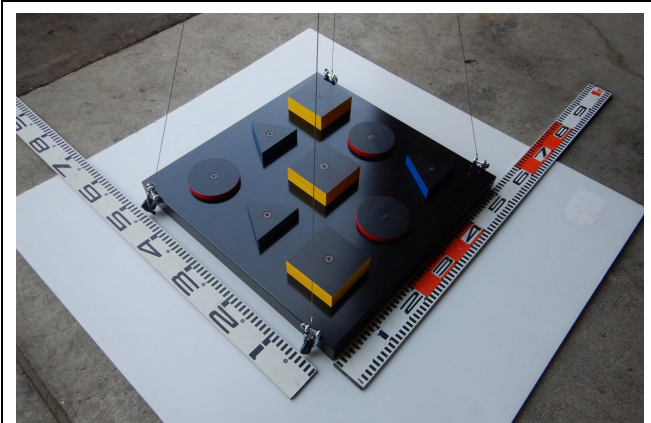
写真 2.1 小型無人ヘリコプター（FAZER R G2）

表 2.1 小型無人ヘリコプター諸元

諸元	概要
飛行条件	旧機体（RMAX-G1）より風に対する対候性が強い
通信距離	航続距離 90 km※（旧機体：5.0 km） ※衛星通信オプション使用時
ペイロード	35kg（旧機体：10 kg）
最大飛行時間	100 分（旧機体：90 分）
飛行可能高度	海拔 2,800m（旧機体：1,000m）
カメラ	汎用性カメラジンバル採用により多彩なカメラを搭載可能

2.2 降灰マーカー

降灰マーカーは、過年度から検討されてきたものの^{1)・2)}を踏襲し、径または一辺の大きさが10 cmのジュラコン製とし、アルミ製の50cm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、10 mm, 20mm, 30 mmの3パターンとした。



諸元	概要
降灰マーカー	H=●10mm ▲20mm ■30mm (ジュラコン製)
台座	50 cm × 50 cm × 4 cm (アルミ製)
総重量	約 4 kg

図 2.1 降灰マーカー

3. 検討結果

3.1 視認性の検討

降灰厚計測における飛行ルートを図 3.1 に示す。映像監視による飛行を踏まえ、離発着地点から5km地点までの降灰マーカーの撮影を実施し、厚さ計測の可否を確認した。飛行にあたっては、降灰マーカー地点上空まで自動航行により飛行させ、約90m上空より撮影した。

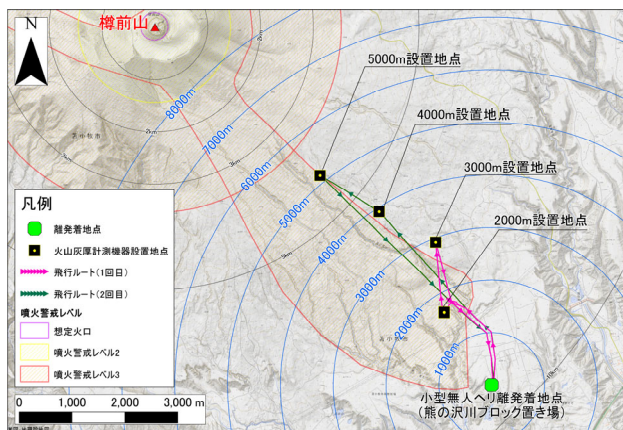


図 3.1 視認性確認試験飛行ルート

離発着地点から 2km～5km に設置した降灰マーカーは、いずれも小型無人ヘリコプターから撮影が可能、降灰厚の計測も可能であった(写真 3.1)。

対地 90m からの撮影であればズームなしでも判定が可能であったことから、自動航行の際、降灰マーカー設置箇所において複数枚写真を撮影することで、降灰マーカーの確認が可能である。

ただし目視による判断の場合、現行の運航中画面からは車両規模の目印がないと設置箇所の発見が難しいことが判明した。今後は自動航行と目視の相互確認による撮影精度向上のため、小型無人ヘリコプターから、降灰マーカー設置箇所の目印を発見するための工夫が必要である。例えば灰に埋もれない目印の開発や確認試験、設置箇所を知らない人間による降灰マーカーの確認試験等を実施することが望まれる。

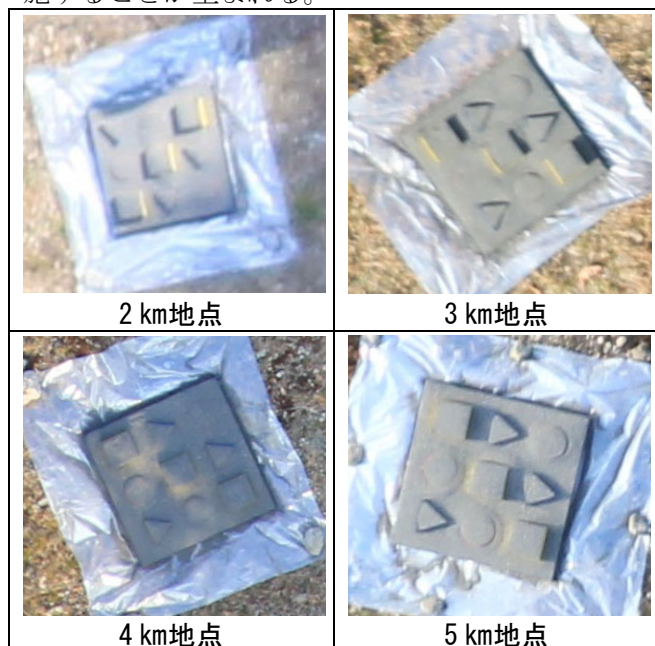


写真 3.1 小型無人ヘリコプターより撮影した写真(拡大)

3.2 降灰マーカーの運搬試験

噴火時の立ち入り規制などを想定し、立ち入り規制区域に降灰マーカーを設置することを目的に、小型無人ヘリコプターを用いた降灰マーカーの運搬試験を実施した。降灰マーカーは離発着地点で吊り下げ・運搬・切り離し及び設置試験を実施し

た。降灰マーカーの四隅にワイヤーを結び付け(写真 3.2)、飛行高度約 20m の小型無人ヘリコプターから降灰マーカーを降下させ、切り離し式のウィンチを作動させて設置を行った(写真 3.3)。



写真 3.2 降灰マーカーの吊り下げ状況



写真 3.3 降灰マーカーの運搬状況

降灰マーカー設置時にウィンチにて降下させた際も振れ幅は 2m 程度と安定していた。接地後、ワイヤーの切り離しを行い、降灰マーカーを設置できた。小型無人ヘリコプターのペイロードが向上したことにより、気象条件が良好であれば、降灰マーカーの運搬・設置には小型無人ヘリコプターの運用が可能であることが確認できた。ただし強風等の際にはホバリングの正確性や吊り下げた降灰マーカーの揺れ等により運搬・設置に支障が生じることも考えられる。今後は噴火警戒レベルに応じた設置候補箇所の選定を行い、小型無人ヘリコプターで運搬及び設置の実地試験を行うことが望まれる。

4. おわりに

本検討では小型無人ヘリコプターを用いた火山調査方法について検討し、降灰マーカーを使った長距離の降灰量調査の可能性や、降灰マーカーの立ち入り禁止区域への運搬・設置についての可能性を広げることができた。今後はより対象の火山の実態に応じた検討を行い、実績を蓄積することにより、噴火に備えていくことが望まれる。

【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 2) 上條ほか(2019)：2019年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 701-702