

UAV を活用した降灰観測施設の自動点検

国土交通省 九州地方整備局 阿蘇砂防事務所 大木 鉄夫、竹下 一路、園田 明花里※
 アジア航測株式会社 ○新田 寛野、佐藤 厚慈、鳥田 英司、滝澤 雅之
 ※現所属：九州地方整備局 川内川河川事務所

1 はじめに

九州地方中央部に位置する阿蘇砂防事務所管内では、阿蘇山の噴火活動に伴う火山災害および降灰堆積物を要因とする土砂災害の発生が懸念されている。火山噴火時には土砂災害防止法においても降灰状況の把握が求められている¹⁾。阿蘇山では2016年熊本地震以降、降灰マーカールおよび降灰ゲージを設置した降灰観測施設を火口周辺に分散整備してきたが、火口近傍の観測施設は、噴火に伴う入山規制時には調査員による直接目視観測が不可能となる。このため、噴火直後における降灰厚を安全かつ確実に把握する手法が課題となっていた(図1)。

そこで本検討では、噴火直後の降灰厚を安全・確実・迅速に把握することを目的として、立入制限範囲外(2km圏外)から無人航空機(以下、UAV)を用いた降灰観測施設9基の空中写真撮影を実施し、撮影結果から降灰厚を把握する手法の有効性について検証した。

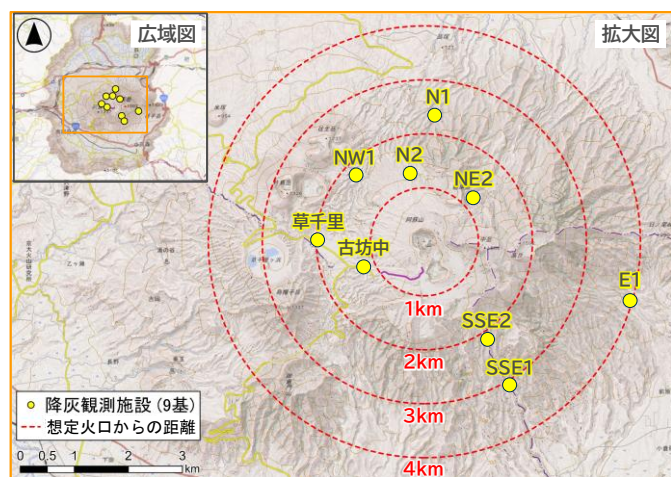


図1 阿蘇管内における降灰観測施設位置図

2. 検討手法

2.1 検討手順

検討の項目および手順を図2に示す。

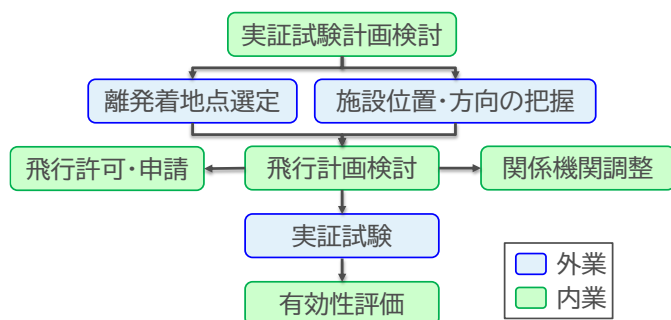


図2 検討の実施フロー

2.2 観測施設位置・設置方向の把握

広大な火口周辺に配置された観測施設の適切な撮影位置までUAVを確実に到達させ、正確な空中写真撮影を行うために、各施設の三次元座標をVRS計測により取得するとともに、降灰ゲージ正面の設置方向を計測した(図3)。また、ゲージが斜面上部を向く施設は、UAVと周辺地形との安全な離隔を確保するため、後日設置方向を斜面下部に変更した。



図3 降灰観測施設の設置方向の計測状況

2.3 使用機器

UAVは以下を選定基準として、DJI社製Mavic3 Enterpriseを使用した(図4)。

- ①自機位置の正確な測位が可能(RTK等)
- ②高倍率の光学ズームカメラを装備
- ③実用飛行時間が20分以上
- ④持ち運びが容易な小型機

項目	諸元
概観	
機体	<ul style="list-style-type: none"> ・離陸重量895g ・格納状態221×96.3×90.3mm ・飛行状態347.5×283×107.7mm ・対角寸法380.1mm ・最大飛行時間46分
カメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・広角：20MP、メカニカルシャッター ・望遠：12MP、7倍(光学) ・～56倍ハイブリッドズーム
測位	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSS(GPS + Galileo + BeiDou) ・RTK

図4 使用機器の概要

3. 飛行計画

立入制限範囲外のUAVの離発着場所から目標とする観測施設までの距離は最大1kmを越えるため、UAVの飛行は基本的に目視外飛行となる。そこで、各観測施設の位置情報に基づき撮影位置の三次元座標を算出し、以下の条件を満たす飛行計画を作成した。

- 飛行経路は最短となる直線コースとする
- 途中で障害物がなく、十分な見通しを確保できる
- 地上との離隔を50m以上確保できる

航空レーザ測量から作成した地形表層モデル(DSM)を用いた縦断面図により、飛行計画がこれらの条件を満たすことを確認した(図5)。

またUAVの撮影は以下の条件に基づき設定した。

- 高解像度を確保し、かつ施設が撮影画角外とならないよう、光学ズームの最大倍率7倍で撮影する。
- 撮影位置到着後、機体の動作安定化のため3秒間のホバリングを行う。

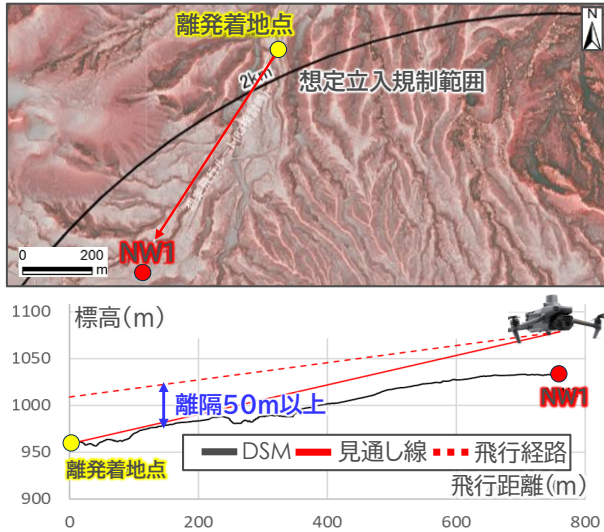


図5 DSMによる飛行計画の離隔・見通しの確認

4. 検討結果

4.1 自律飛行結果

UAVを用いた自律飛行による降灰観測施設の撮影画像は、観測施設が画面中央に捉えられており、静止画像を拡大表示することで、降灰マーカおよびゲージを明瞭に確認できた(図6)。



図6 降灰観測施設の撮影画像

自動撮影では撮影位置の日照条件の影響により、降灰ゲージの目盛が白飛びすることもあった。その場合は、手動撮影に切り替え、露出を調整することで、目盛の判読が可能な画像を取得した(図7)。

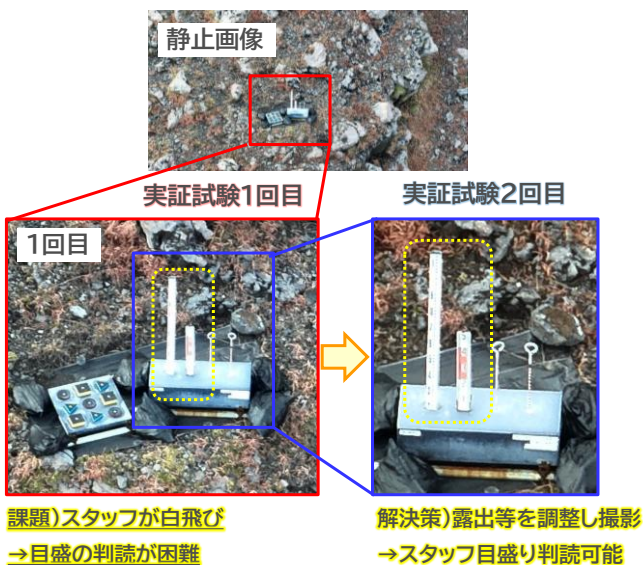


図7 手動撮影による露出の調整事例

表1 点検所要時間

施設番号	火口からの距離	飛行時間(分)	飛行距離(m)
N1・N2	~2km	12	4,524
NW1	~2km	12	4,590
NE2	~2km	8	2,042
E1	2~4km	5	2,564
SSE1	2~4km	8	2,784
SSE2	~2km	7	1,784
古坊中・草千里	~2km	10	1,890

また、UAV自律飛行による点検では降灰観測施設まで約3~12分程度で到達可能であった(表1)。観測施設の中には荒道を1時間以上登山する箇所もあることから、時間短縮と安全性の向上を図れた。

4.2 撮影結果

降灰マーカに厚さ1.5cm、降灰ゲージに厚さ3cmの模擬火山灰(砂)を散布し、撮影画像から降灰厚を把握可能か検証した(図8)。

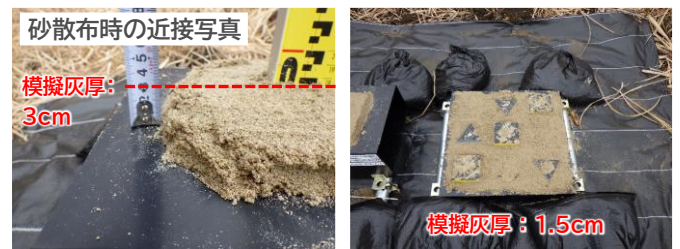


図8 模擬火山灰の散布状況

その結果、降灰ゲージでは約3cm、降灰マーカでは約1~2cmの降灰厚を把握できた(図9)。

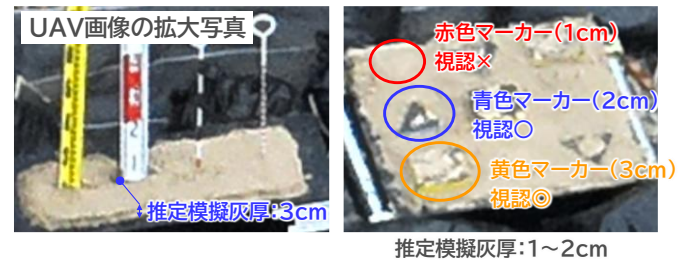


図9 撮影画像拡大図

5. おわりに

本稿では、立入制限範囲外を離発着地点としたRTK測位を有するUAVによる降灰観測施設の遠隔点検手法を検討し、各施設の適切な撮影位置へUAVを精密誘導できた。自動撮影は光学ズーム7倍により行うことで、ゲージの目盛の判読が可能となり、模擬火山灰の降灰厚を把握できた。また、日照条件の影響を受ける場合は、手動調整が必要となることも分かった。本手法は、安全性や迅速性の観点から、広大な阿蘇管内の降灰調査手法として有効である。

一方、本計画では立入制限範囲2km圏外からUAV離発着を想定しており、制限範囲が拡大した場合には適用が困難となる可能性がある。そのため、今後はLTE等を活用した長距離遠隔点検手法やドローンポートの活用を検討していきたい。

参考文献

- 1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き(平成28年3月、国土交通省砂防部砂防計画課)