

小型無人機(UAV)を用いた土石流発生区域の調査手法開発に向けた取組

国際航業株式会社 ○藤原伸也、金井啓通、島田 徹、手束宗弘、森山裕二、皆川 淳
 東北大学 永谷圭司
 株式会社エンルート 伊豆智幸

1. はじめに

火山噴火後の土石流や泥流などの現象は、地形変化の影響を受けて流路が大きく変わることも考えられ、噴火後、迅速に地形変化を把握することは防災上、非常に重要である。また、火口からの噴出物が採取できればその噴火様式や、地下のマグマの情報を得ることができるほか、火山灰の質を検証することで土石流などの二次災害の可能性を精査することができるかもしれない。こういった背景のもと、筆者らは火山地域における土石流災害の軽減に着目し、平成 26 年度から、マルチロータ型の小型無人機 (UAV) を用いた安全・迅速・確実なセンシング技術の開発と実用化を進めてきた。平成 27 年度には、以下に示す項目について開発・検討・改良を行い、実際の災害時における UAV の運用方法を検討した。

2. 小型無人機の飛行高度による解像度等の違いと災害時の運用案

平成 26 年度までの検討において、UAV からのオートシャッター機能によって取得した連続静止画を、SfM (Structure from Motion) を用いて三次元化し、10cm 程度の誤差で地形モデルが再現できたことを実証している。しかしながら、飛行高度による撮影画像の解像度や見え方、写真枚数による解析時間などはまだ十分な検討は行われていなかった。火山噴火という緊急的な状況においては、UAV 飛行時間と解析時間を予め把握し、緊急度に応じて必要な箇所を迅速に撮影することが重要である。そこで、適切な対地高度を検証する実験を、平成 27 年 10 月に富士山麓大沢扇状地、および同年 11 月に雲仙普賢岳山麓にて行った。使用した機体はエンルート社製 Zion QC730、撮影カメラは SONY α 6000 である。

本試験では、同一エリアにおいて対地高度 50 m と 150 m の、2 種類の三次元地形図生成を試みた。図 1 は大沢扇状地の撮影範囲全体のオルソ画像 (対地高度 150 m) であり、図 2 には、対空標識、河床礫・侵食地形、ブロックえん堤の写真を掲載した。対地高度 150m でも解像度は約 3 cm であり、十分な解像度を確保しているが、対地高度 50m はさらに鮮明になり、解像度は約 1 cm となる。本試験での写真解像度、対象領域 (600 m × 400 m)、解析用 PC の性能 (Core T Mi7-5930K CPU 12core)、ソフトウェア (Photoscan、Medium モード) で、対地高度 50 m の場合、結果が出るまで約 15.5 時間を要するのに対し、150 m の場合は、3.5 時間で結果が出る。目的が災害対応のため、できる限り早く結果を出すという意味では、後

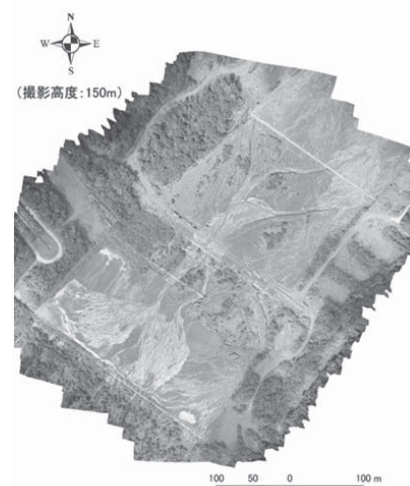


図1 UAV撮影から作成した大沢扇状地のオルソ画像

対象物	現場での状況	対地高度 50m	対地高度 150m
対空標識			
河床礫・侵食地形			
ブロックえん堤			
解析時間	—	15.5 h	3.5 h

図2 現地写真と UAV 撮影画像から作成したオルソ画像の撮影高度による見え方、解析時間の違い

者の方が利用価値が高い一方、解像度を比較すると、50 m 高度で得た三次元地形図は遙かに鮮明であり、侵食地形や亀裂の判断などにも十分活用できると考えられる。これらはトレードオフの関係にあるため、用途により活用を判断する必要がある。例えば、図 3 に示したように、災害初動期には 150 m で飛行して現場全体の状況（降灰範囲、家屋の被災状況など）を広域的にまず把握する。その後、他の調査情報（衛星写真や現地調査など）からも考察し、さらに細かく観察すべき地点（礫の状況、侵食地形、亀裂の状況など）をスポット的に 50 m 以下で飛行して高解像度のモデルを作成し、避難情報や数値シミュレーションに活用していくことが運用方法として有効と考えられる。

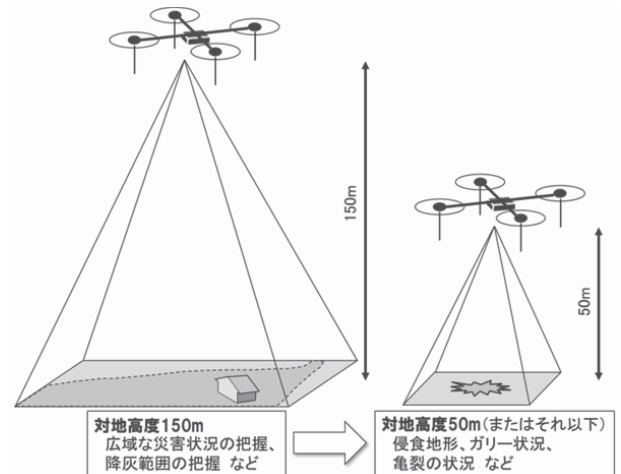


図 3 対地高度の違いによる撮影対象のイメージ

3. UAV と土砂サンプリングデバイスによる火山噴出物採取

UAV と土砂サンプリングデバイスを用いて現場の土砂を持ち帰ってくる機構を、東北大学、(株)エンルートが中心となって進めている（図 4）。今年度の実験では、飛行中にはテザーを巻き取り、目的地点で伸ばすことで転倒の原因となる振動が発生しないように改良を加えた。このシステムにより、目的地点で UAV がホバリング中、デバイスを低速で真下に降下させることができ、デバイスの振動が発生する恐れが大きく低減する。動作シナリオは以下の通りである。

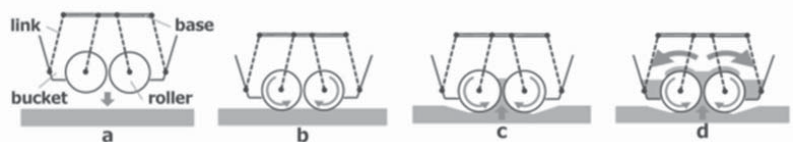


図 4 土砂サンプリングデバイスのサンプリング機構の模式図

- (1) テザーをリールに巻きつけた状態で、デバイスを UAV の下に取り付ける。
- (2) 目的地点にたどり着くと、UAV 側のロックがはずれ、デバイスは低速で降下する（図 5）。
- (3) デバイスは、着陸すると自動でサンプリングを始め、サンプリングが終了すると、リールをロックする。
- (4) UAV が上昇し、テザーが伸びたままの状態を帰還。飛行中のデバイスの振動が存在しないため、目標位置において切り離された後、鉛直下方に振動無く降下することができ、約 100 g の土砂の採取に成功している。



図 5 土砂サンプリングデバイスの降下から接地までの連続写真

4. まとめ

- ・ UAV の異なる高度で飛行・撮影を行い、高度ごとの画像解像度と解析時間を検証した。その上で、高高度（150 m 程度）で広域に撮影し、数時間で三次元化することによって状況を把握した後、低高度（50 m 以下）にてスポット的に高解像度で撮影・三次元化する運用方法を考案した。
- ・ 土砂サンプリングデバイスを、UAV からの巻き取り式のテザーから降下させることによって、接地時に転倒する確率を格段に下げることが成功した。

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務成果を活用しています。