

簡易な UAV を用いた災害時における災害調査手法の検討

国際航業株式会社：○白倉誠也，渡辺隆吉，下山一也，土出崇仁，三浦元気
和歌山県県土整備部河川・下水道局 砂防課：森川智，橋本和夫

1. はじめに

土石流災害における災害関連緊急砂防事業の申請書は、発災後の1ヵ月で申請する必要がある。その申請書には、不安定土砂量を計上する断面調査がある。その断面調査は、発災直後の溪流内が不安定な状態であることが多いため、二次災害のリスクが高い。そこで本検討では、二次災害のリスク軽減を図るべく、UAVを用いて不安定土砂量調査(=断面調査)を試みた。

UAVの撮影は、垂直と斜め写真の撮影が可能である。ここで断面調査を想定した場合、垂直写真では、平面的に侵食範囲や土砂堆積分布がある程度の確認ができるが、堆積深さの推定が出来ない。一方で斜め写真では、断面的に土砂堆積の分布や堆積深さの推定ができるがスケールがないため土砂量の推定が困難である。また、UAVレーザを用いた調査は、スケールを持った溪流の地形を取得することができるが、特別な機材が必要であり、迅速な調査ができるとは限らない。

そこで、本検討では一般的に流通されている簡易なUAV(単独測位方式)を用いて、撮影した写真からSfM-MVS解析によりスケールを持つ3次元データを作成し、3次元データを基に、溪流内調査と同等の断面取得ができるかについて検討を行った。

検討の結果、溪流下流の道路脇に標定点を設置し、斜め写真と合わせて活用することで溪流内調査と同等の調査結果を得ることができると考えた。

検討内容を以下に示す。

2. 検討手法

2.1 検討対象溪流の概況

調査対象溪流は、和歌山県有田郡有田川町二澤に位置する流域面積 $A=0.06\text{km}^2$ の溪流である。令和5年6月2日に土石流が発生し、家屋および県道に被害を与えた。 $I=1/2$ 程度と勾配が急である。また、流域内は不安定土砂および流木が多い。源頭部から下流道路までの標高差は約250mであり、土石流の流下長 $L=400\text{m}$ 程度、土石流の平均流下幅は約5.5mである。

2.2 使用機種および撮影条件

使用機種及び撮影条件を表1に示す。災害発生直後に溪流内に入ることは危険であるため、標定点はアクセスのよい下流の道路脇に設置した。撮影時は補助員を配置し、安全を確保したうえでUAV撮影を行った。

表1 使用した機材及び撮影条件

機種	DJI Air 2S	GNSS	GPS+GLONASS+GALILEO
解像度	5472×3648	対地高度	40m程度
overlap	60%程度	sidelap	60%程度
撮影枚数	238枚	標定点	6点
地上解像度	1.13cm/pix	計撮影時間	約40分

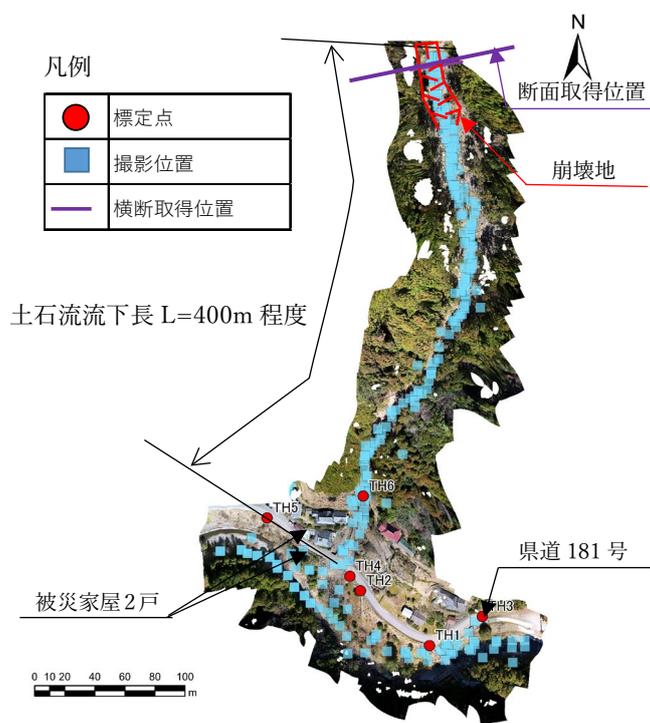


図1 調査対象溪流および横断取得位置

2.3 検討内容

SfM-MVS解析は、Agisoft社metashapeを用いた。本検討に用いた機体は、安価であるものの、高画質画像を撮ることができ、またGNSSをもとに測位を行う。ただし、本機は単独測位の機体であり、位置情報の誤差が大きいとされている。そのため、断面形状が取得できるかの確認として、以下の検証を行った。①機体

の位置情報を用いて作成した DSM, ②標定を行い作成した DSM, ③UAV レーザ測量成果から作成した DEM, の 3 パターンの 3 次元データを用意し, それぞれから縦横断を取得した。取得した各縦横断の比較を行い, 地形の断面形状が取得できているか検証した。検証結果を基に, 災害時の調査手法の検討を行った。

3. 検証結果

作成した縦断図を図 2 に示す。①②は DSM であり, 渓床付近の立木も取得されているためノイズが生じている。①は UAV レーザ測量より作成した DEM よりも 80m 程度標高が低い。また, 縦断勾配の変化が 5m 程度ずれている箇所がある。②は微地形が取得できた。ただし, ③との標高差は, 上流に行くほど大きくなり, 最大で約 1m 高くなった。

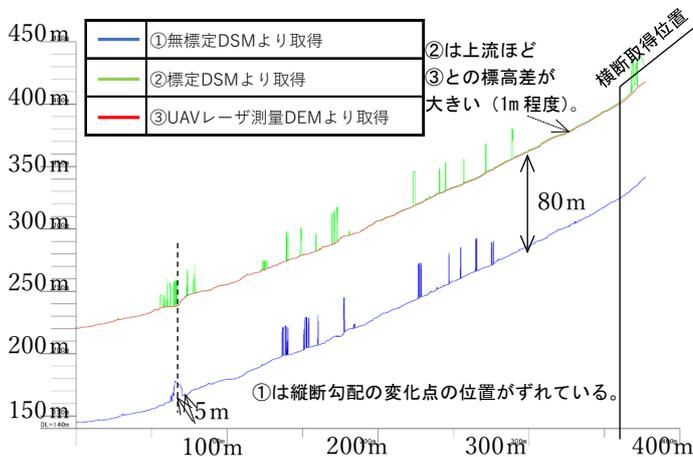


図 2 作成縦断図

作成した横断図を図 3 に示す。ただし, 各横断は標高を③に合わせ調整した。①は, レーザ計測断面と比べ微地形の横断形状を取得できなかった。一方, ②は, レーザ計測断面に表れている起伏と同様に微地形の横断形状が取得できた。

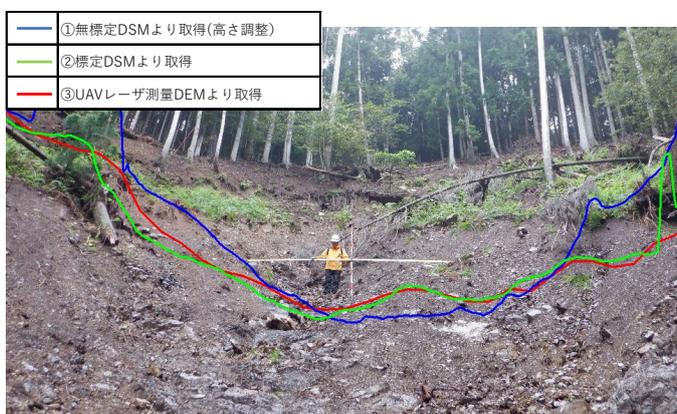


図 3 作成横断図

4. 考察

検証の結果, 機体の位置情報は, 特に標高の精度が低いことが分かった。これは山地の谷筋付近で衛星が遮られやすいため, 精度が低くなったと考えられる。一方, 標定点を設置することで, 縦断の微地形や横断の断面形状を取得することができると分かった。これはセルフキャリブレーションにより, 位置情報推定の精度が高くなった^{※1}ためだと考えられる。

山地災害の場合, 簡易な UAV を用いた断面調査では, 標定点の設置により精度の向上が見込まれる。

簡易な UAV の撮影成果から 3 次元データを作成することで, UAV レーザ測量程度の断面形状を取得することが分かった。従来の溪流内での断面調査は, ポール横断測量等を実施し横断形状を取得する。本手法は, 従来の溪流内調査程度の精度で断面形状を取得できると考えた。

ただし, 3 次元データは, 岩や土砂の判別がつかず, 不安定土砂の分布が把握しにくいいため, 溪流の状況や堆積深さの推定ができる斜め写真を併用することで不安定土砂量の計上ができると考えた。

以上より, 簡易な UAV を用いることで, 断面調査ができると考えた。

5. おわりに

本検討では, 簡易な UAV を用いた断面調査手法の検討を行った。災害後の不安定な溪流内での調査は二次災害の危険が大きく, より安全対策が求められる。また, 災害時には交通の途絶等の影響により満足した機材が迅速に準備できるとは限らない。簡易な UAV を用いることで, 安全かつ迅速に調査ができると考えた。

本検討では, 標定点からの距離が遠いほど断面形状が取得しにくくなることが分かった。そのため, 大規模な溪流では, 標定点の配置等について別途検討する必要がある。

以上より, 小規模な溪流においては簡易な UAV による調査が有用だと考える。

参考文献) ※1 村井 俊治ほか セルフキャリブレーション付きバンドル法の精度比較 写真測量とリモートセンシング 1984 年 23 巻 2 号 4-11