

UAVを活用した災害後の迅速な溪流調査とその高度化へ向けた提案

～UAV斜め動画を活用した高精度三次元地形モデル作成手法の提案とその高度化～

キーワード UAV, 溪流調査, 360° VRカメラ, 高解像度マッピング, 画像解析, 災害対応

九州国土保全コンサルタント技術部 鳥田 英司・佐藤 厚慈・新田 寛野
南九州支店 のより 野寄 たつのが 辰信

はじめに

豪雨等により土石流が発生した時は、調査員が溪流の災害状況を把握するために緊急調査を行います。しかし、調査員による溪流調査では、以下三つの問題があります。

- 危険：転倒・転落や二次災害のリスクを内包
- 労力：人力での踏査は長時間を要す
- 精度：机上検討や現地でのポール横断測量では再現性のある定量的な計測が困難

これらの問題を低減・解決するために、溪流調査の安全性向上と効率化、精度向上を目的に、近年活用が進む無人航空機(UAV)を用いて、災害後の迅速な溪流調査を以下の二つのケースを想定して検討しました。

- ① 多雨期に全国各地で発生する土石流災害を対象に、流域全体の概況把握と、比較対象の航空レーザ計測

(LP) 成果と同等の三次元地形モデルを作成する手法

- ② 豪雨時に多発する土石流災害の場合は、複数の溪流で同時に調査を行う必要があるため、比較的安価で調査・測量会社に広く普及する UAV を活用する手法

検討では、安全性・効率性を考慮して、溪流内に調整用基準点(以下 GCP)を設置せず、取得した画像・動画から機体が有する高精度位置情報を利用して三次元地形モデルを作成しました。その位置精度の検証は LP 成果との比較により行いました。

検討①では中型 UAV に 360° VR(全方位)カメラ(Insta360 社製 X4)と高解像度マッピングカメラ(DJI 社製 Zenmuse P1)を搭載した機材を使用しました。検討②では小型 UAV と付属の固定カメラを活用しました(表 1)。

表1 使用機材

| 手法① 中型UAV+異なる2台のカメラ | | 手法② 小型UAV+固定カメラ | |
|--|--------------------------|---|-------|
| 機体 | カメラ | 機体 | カメラ |
| Matrice350RTK | Insta360X4 Zenmuse P1 | Mavic3 Enterprise | 固定カメラ |
| 2つのカメラを同時に搭載 | | 高性能な固定カメラ | |
| ○複数の高性能なカメラを同時に搭載可能 ○比較的高価で大きいサイズのため、現場での機動性に劣る | | ○付属されている高性能な固定カメラ ○比較的安価で小さいサイズのため、現場での機動性に優れる | |

検討①：360° VR カメラと高解像度マッピングカメラを併用した溪流状況把握手法

検討①では、2つのカメラを同時に搭載し、溪流沿いに対地高度 120m から撮影することで、360° VR 動画と斜め静止画像を取得しました。その後の作業では斜め静止画像を用いて、画像解析によりオルソ画像や地形表層モデル(以下 DSM)などの三次元地形モデルを作成しました。

(1) 360° VR 動画の利活用方法

取得した 8K 画質の動画は、パソコンでの再生中にマウス操作で見たい場所を任意に選択して拡大縮小も自由にでき、まるで双眼鏡を片手にヘリコプターに乗って現場上空より災害調査しているかのような臨場感をもたらすものでした。視野が固定された通常動画と違い、撮り漏らしもありませ

ん。災害現場の概況把握には有効な方法と言えます(図 1)。

(2) 三次元地形モデルの解像度と位置精度

斜め静止画像から作成したオルソ画像は、地上解像度 2.4cm/画素を有し、公共測量成果の LP 成果(15～20cm/画素)よりも河床の礫や灌木を明瞭に確認できました(図 2、図 4)。

三次元地形モデルと現地測量した検証点との位置の較差は、水平 10cm 以内、高さ 40cm 以内と、LP 成果の地図情報レベル 1000 の要求精度(水平 70cm 以内、高さ 33cm 以内)と同等の結果が得られました。



図1 360° VR動画の切り抜き画像の例

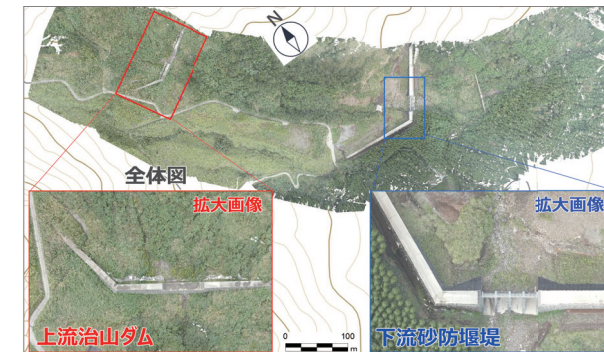


図2 斜め静止画像から作成したオルソ画像

検討②：斜め撮影動画を活用した高い位置精度を有する三次元地形モデルの作成

検討①の方法は、土石流の発生数が少ない場合に有効な手法ですが、土石流災害が多発的に発生すると、機材の特徴(機動性に劣る)から複数溪流を並行して対応するのは困難です。

そこで、より安価な機材で、調査・測量会社などに広く普及する小型 UAV を使った溪流調査手法を検討しました。

(1) 撮影動画から三次元モデルを作成する手法

今回の計測では、溪流沿いに対地高度 120m から斜め 4K 動画を撮影しました。撮影動画から画像を抽出し、別ファイルに記録された画角ごとの撮影位置情報を画像の位置情報として適用しました。この二つのデータを使い、画像解析にて三次元地形モデルを作成し、精度などを確認しました(図 3)。

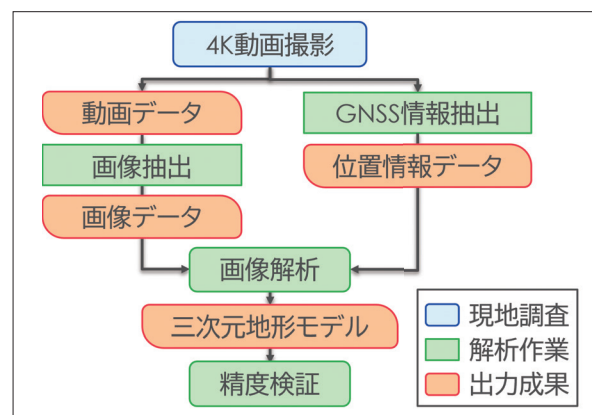


図3 三次元地形モデル作成フロー

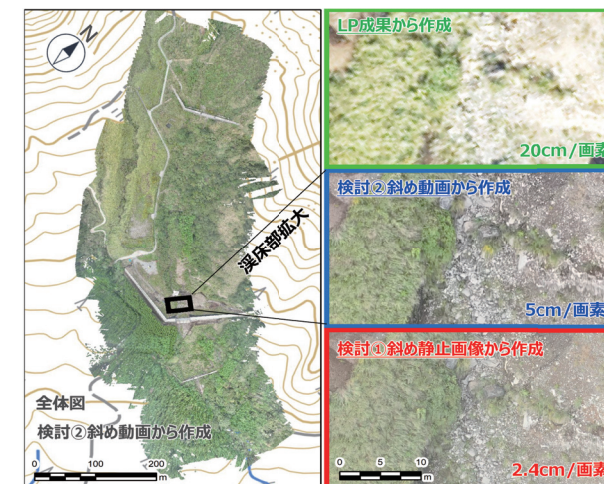


図4 計測方法ごとの三次元地形モデルの解像度の違い

おわりに

既存技術の組合せにより災害調査に伴う課題(危険回避・労力低減・精度向上)を改善する二つの手法を考案しました。

- ① 中型 UAV に 360° VR カメラと高解像度カメラの二種類の機材を搭載し、臨場感溢れる動画および LP 成果と直接比較できる精度の三次元地形モデルを作成する。
- ② 小型 UAV による斜め動画を撮影、同時に記録された位置情報を利用して高い位置精度を持った三次元地形モデルを作成する。

いずれの方法も、土砂災害の初動調査を安全かつ迅速に机上で実施でき、現地調査員の負担を軽減できると考えています。一方で、樹林内の地形計測という課題が残っており、今後も技術開発に取り組んでいく所存です。

この検討は、「令和 6 年度阿蘇砂防 UAV 自律飛行による砂防施設点検検討業務」にて行ったものです。九州地方整備局阿蘇砂防事務所ご担当者様には関係機関との調整など多大なご支援をいただきました。文末ですが、お礼申し上げます。