

## UAV を用いた桜島野尻川流域の詳細地形情報の取得とその特徴分析について

国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 岩男忠明, 上小牧和貴<sup>\*1</sup>, 轟本孝也  
 中電技術コンサルタント株式会社 ○田中達也, 荒木義則, 河井恵美, 大盛泰我

### 1. はじめに

野尻川は、桜島の直轄砂防事業を実施している 11 河川の中で、最も土石流の発生回数 (R3 年 1 月～12 月: 12 回) の多い河川である。また、平成 20 年度には概ね整備が完了し、直轄砂防管理河川として施設の維持管理が行われている。野尻川 (流域面積: 2.73km<sup>2</sup>, 流域延長: 5.9km) は、源頭部の崩壊が進み大崩壊地が形成され、少ない降雨でも土石流が頻発している。また、様々な土石流の検知・観測 (ワイヤーセンサ, 監視カメラ, 超音波式水位計・流速計等) による土石流実態把握のための調査・研究<sup>1)</sup>が行われている。一方、桜島全体の土砂変動量調査は、航空レーザ測量 (レベル 1,000) により行われているが、計測頻度が 1 回/年であるため、年間の土砂変動量や地形変化等の特徴を把握<sup>2)</sup>することはできるものの、土石流発生直後の迅速な土砂管理や土砂移動機構の解明等、土石流イベント毎の繰り返し調査に対して課題があった。

本稿では、上記課題を解決するために、野尻川流域全体を対象とした UAV 計測を試行実施 (1 回) し、流域内の詳細な地形情報を取得する。そして、計測結果を解析し、その特徴を分析すると共に、航空レーザ測量の代替案として適用可能かどうか検討した結果について報告する。

### 2. UAV 計測の概要

UAV 計測は、野尻川流域全体 (野尻川河口～山頂火口付近) を計測範囲とし、**図-1** に示す使用機体 (DJI 製: Matrice300 RTK) を用いて静止画撮影を行う。UAV の操縦オペレーションは、離着陸および撮影開始点までの移動については手動マニュアル操作とし、撮影は自動航行により実施する。

UAV の飛行ルートと離着陸地点の関係は、**図-2** に示す通りである。**図-2** より、飛行ルートは、野尻川の地形形状 (起伏) と離着陸地点から UAV 飛行を監視 (視認性) することを考慮して設定した。また、離着陸地点は、上流側と下流側の 2 箇所とし、飛行中の UAV を目視監視するために補助者を配置した。

UAV 計測計画は、位置精度 (0.2m 以内) を目標値とし、具体的には、公共測量作業規程<sup>3)</sup>を参考として、対地高度 149m (撮影高度一定: コンターフライト)、飛行速度: 10.0m/s、オーバーラップ率: 80%、サイドラップ率: 70%、地上画素寸法: 3cm/pic、現場作業: 2 日、撮影予定枚数: 約 9,000 枚とした。また、精度検証のために検証点 (13 点) を現場に設置し、x,y,z 座標を別途測量した。

UAV 写真測量<sup>3)</sup>は、通常、計測精度を向上させるために、地上に標定点を設置・測量し、画像解析の精度の向上を図る手法が一般的であるが、野尻川流域の上流側は、立ち入り禁止区域となっているため標定点を設置することが出来ない。そこで、本実証実験では、RTK<sup>4)</sup>搭載の UAV を用いることで、標定点を設置しない計測方法を試行した。

UAV 計測は、2021 年 11 月 24 日～25 日の 2 日間を実施し、全 22 フライトで野尻川流域全体を撮影した。UAV 計測により撮影した写真枚数は、8,623 枚であった。

### 3. UAV 計測の結果

#### 3.1 解析精度

解析では、UAV 計測で撮影した全ての写真を用いて sfm 解析 (解析ソフト: MrtaShape) によりオルソ画像・3次元モデルを作成した。解析結果の精度は、**図-3** に示す検証点 (全 13 点) において、別途、測量した位置座標と 3 次元モデルから計測した位置座標との比較により検証した。その結果、計測誤差は、約 5cm 程度となり、0.2m 以内 (目標精度: 地図情報レベル 500) を十分満足した結果であった。



図-1 使用機体



図-2 桜島 (野尻川) の UAV 飛行コース・離着陸地点

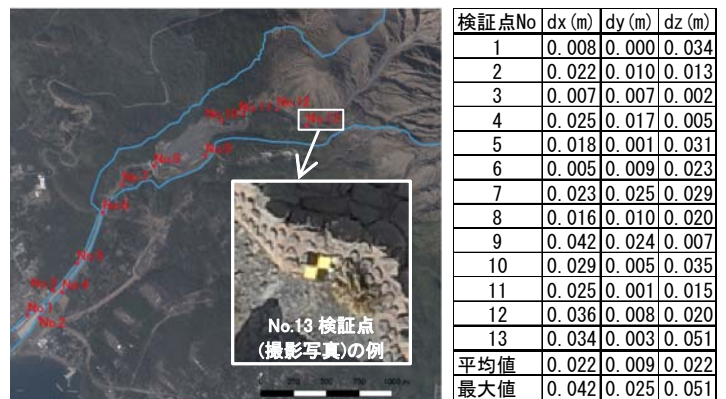


図-3 検証点位置図 (代表事例含む) と計測誤差

\*1 現所属: 国土交通省九州地方整備局河川部

### 3.2 詳細地形情報の確認と特徴分析

野尻川流域全体のオルソ画像と特徴箇所を拡大したものを図-4に示す。図-4より、野尻川上流域（土砂生産域）の北岳斜面部は岩盤露頭しているのに対して、南岳斜面部は堆積した火山灰がガリー侵食し深掘れしていることや斜面途中に約10m程度の巨礫等が確認できた。また、野尻川本川河床部は、土石流の流下に伴い多くの石礫が確認できた。野尻川本川中流部の右岸尾根部付近の崩壊地には、パイプ（水の噴き出し跡）の存在も確認できた。

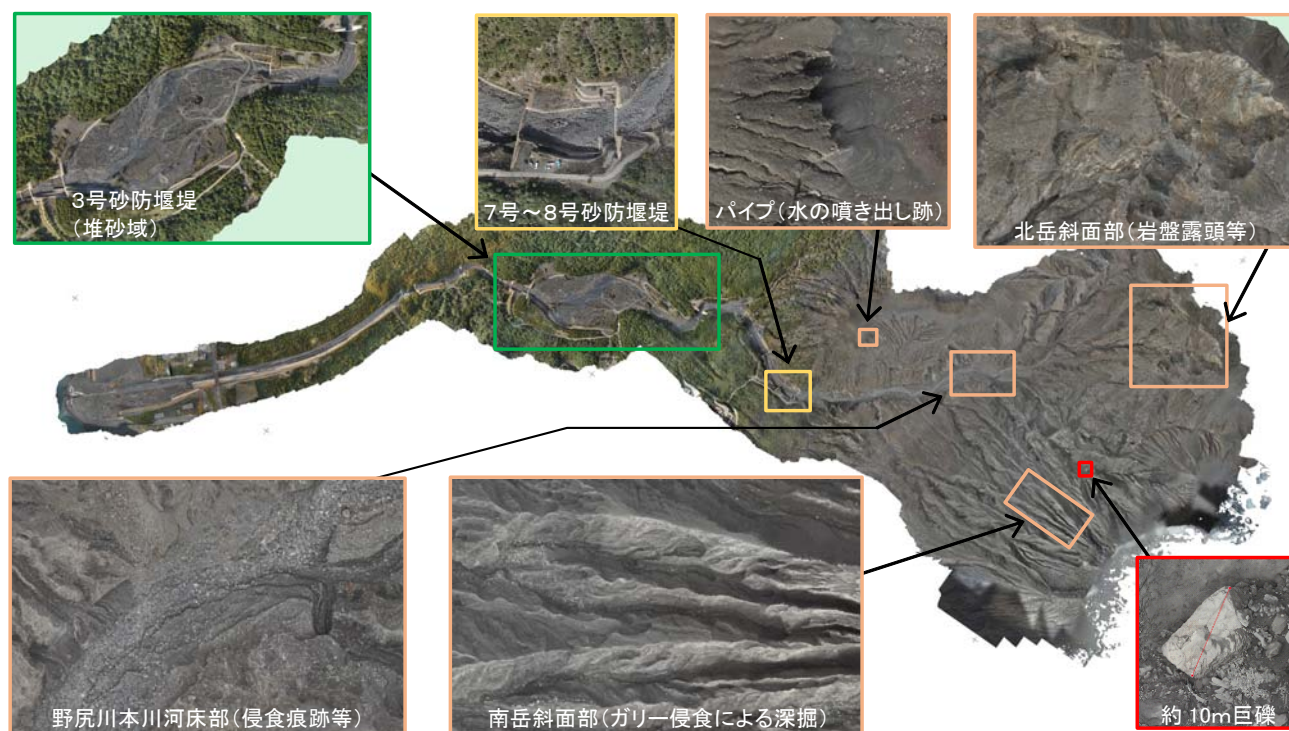


図-4 野尻川全体のオルソ画像と特徴的な拡大画像の事例

### 3.3 航空レーザ計測結果との比較

野尻川上流域は、立ち入り禁止区域のため、下流側のように検証点を設置し、UAVで作成した3次元データの地形形状の正確性を確認することが出来ない。そこで、UAV計測の約1ヵ月前（2021年10月）に実施された航空LP測量との比較（2時期の差分解析）により確認した結果を図-5に示す。なお、この期間は、小規模な土石流が1回発生したものの、大規模な土砂移動現象は発生していない。図-5より、裸地部（土砂生産域、河道域）は、標高差が少なく、航空LP測量と同様に上流域の地形形状が表現できている。しかしながら、植生域は、標高差が発生している。これは、UAV写真から作成した3次元データは、樹木を含む植生表面データであるのに対して、航空LPは、フィルタリング処理により植生影響を取り除いた地表面データとなっていることが原因だと考えられる。

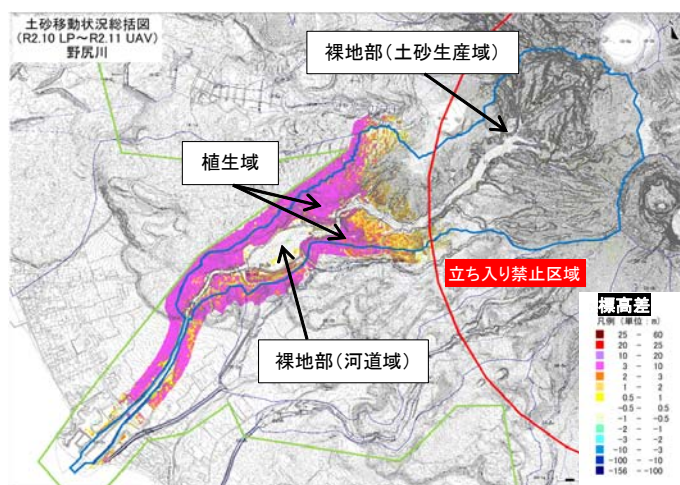


図-5 野尻川流域における3次元データ比較（航空LPとUAV写真）

### 4. おわりに

RTK搭載UAVを用いた写真計測手法は、野尻川流域全体に適用した結果、標定点を設置しなくても目標値とした計測精度（0.2m以内）以上の精度が得られた。また、航空レーザ測量との比較より、裸地部であれば航空レーザ測量の代替案として有効な手法になると考えられる。最後に、オルソ画像は、解像度が高く詳細な情報を確認できるため、今後、土石流イベント毎に本手法を適用すれば土砂移動機構の解明等に繋がる可能性が示された。

#### <参考文献等>

- 1) 桜島火山砂防調査研究成果集：国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所,平成25年3月。
- 2) 國友ら：桜島火山砂防における経年的な土砂変動に関する一考察,H23砂防学会研究発表会概要集,p.464-465。
- 3) 国土交通省公共測量作業規程,作業規程の準則,一部改正令和2年3月31日国土交通省告示(第461号)。
- 4) 木村ら：RTK-GNSS搭載型UAVを用いた空中写真測量における標定点数削減に関する検討,国土技術政策総合研究所。(http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/ronbun/pdf/R2/KimuraSympConstrMach20.pdf)