

砂防施設点検における UAV の活用事例

中部地方整備局多治見砂防国道事務所 綱川浩章^{※1} 有澤俊治^{※2} 秋田尚孝 浅野雅博^{※3}
 玉野総合コンサルタント株式会社 ○長谷川謙二 刑部博 中山貴士 藤田昌彦
 (現所属 ※1：一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構，※2：中部地方整備局木曽川下流河川事務所，
 ※3：中部地方整備局三重河川国道事務所)

1. はじめに

砂防施設の保全及び機能向上の観点から、必要性・緊急性が高い施設の保全・機能向上が重点的に実施されるよう、事前に損傷等に対する対応策の必要性や対策方法を検討する必要がある。

多治見砂防管内の直轄砂防施設の定期点検では、施設のクラック、欠損、遊離石灰、漏水等の状態を目視により観察調査しており、それぞれの観察項目について『早急な対応が必要』、『継続的な観察が必要』、『異常なし又は軽微な損傷』の3段階の評価をしている。また、定期点検においては、溪流や周辺の地山状況の確認も行っている。

管内には、多数の施設があるため、重要な施設や損傷が激しい施設等は毎年、それ以外の施設は隔年で点検を行っている。また、多治見砂防国道事務所では、これまでは砂防設備等巡視点検運用の手引き書(案)（平成19年3月、多治見砂防国道事務所）に準じ施設点検を実施していたが、平成28年度より砂防関係施設点検要領(案)（平成26年、国土交通省砂防保全部）による見直しを順次行っている。また、管内で震度4以上を観測した場合及び大雨等の出水による土砂流出現象が発生した場合に緊急点検を実施し、災害発生に備えている。

平成29年度砂防施設点検において、定期点検時及び土砂流出時に使用した UAV の活用事例を報告する。

2. UAV の活用について

(1) 定期点検における活用

定期点検において、砂防施設の規模が大きく堆砂敷が広い場合には、地上からの観察だけでは堆砂の全容が把握できないため、別の視点から確認する必要がある。堆砂敷が広い場合や土砂流出に伴う緊急点検時には、UAV による空中からの写真撮影を補助的にを行い、堆砂現状把握（図2）を行った。

定期点検時には、折りたたみにより、コンパクト化により持ち運びが容易な機種（DJI 社製 MAVIC PRO）（図1）により堆砂敷の空撮を行った。なお、UAV の飛行に際しては、航空法第132条に定める「飛行禁止空域」における飛行や同132条の2に定める「飛行の方法」によらない飛行として、「人又は物件から30m以上の距離を確保できない飛行」、「目視外飛行」に関して、あらかじめ航空局に一括申請を行った。



図1 使用機器

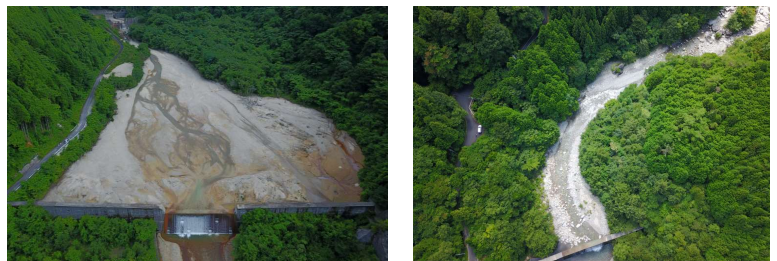


図2 定期点検時の UAV による堆砂敷の空撮画像

(2) 緊急点検における活用

2017年8月1日に局地的な集中豪雨により伊奈川の支流である浦川において、出水に伴って大量の流木が発生した。流木は、3基の閉塞型砂防堰堤により捕捉され、下流への流出は押さえられている（図3）。

また、前後の空撮画像の比較により、流木の実態及び施設による捕捉状況が明確に捉えられている。出水1週間前の7月26日に実施した定期点検時の堆砂敷の空撮によれば、最下流の堰堤は未満砂状態にあるが、出水後は水抜き暗渠の閉塞により満水状態に変化しており、湛水域上流部に流木が集積している。



図3 平成29年8月1日の出水により発生した流木捕捉状況

3. 土砂流出量解析

滑川北股沢は木曽駒ヶ岳（標高 2956m）を源流とする流域面積 6.2km²、流路延長 5.2km、平均河床勾配 1/3.2 の急勾配荒廃溪流であり、過去に何度も土石流が発生している。これまでも多治見砂防国道事務所では現地調査・観測により、その発生メカニズム、土石流の移動実態や流動特性を調査している。

調査対象である滑川第 1 砂防堰堤は、堤高 22m、堤長 300m の重力式コンクリート構造の不透過型砂防ダムである。上流からの土砂流出の頻度が高く、竣工後 20 年あまりで満砂状態にある。

2017 年 7 月 1 日にワイヤーセンサーが感知したため、実態調査を行った。今回の土砂流出の発生源は不明であるが、治山堰堤群を流下して滑川第一砂防ダムの堆砂域で停止・堆積している。土砂流出による、保全対象及び施設等への被害は確認されなかった。観測は出水期前、出水直後（2017 年 7 月 2 日）、出水期後の 3 回であり、UAV を用いた空中写真撮影を行い、撮影された画像により砂防設備の堆砂状況の解析を行った。解析により、7 月 1 日発生 of 土砂流出による滑川第 1 砂防ダムの堆砂量の変化の把握を行った。

なお、空撮に先立ち、砂防ダムの天端及び上流域の土砂流出の影響を受けにくそうな箇所に対空標識を設置し、GPS 測量により座標を取得し、画像解析の際の基準点として用いた。撮影は DJI 社製 Phantom4 を使い、iPad 用自動飛行アプリ(GS Pro (Ground Station Pro))を使った自動飛行により実施した。

また、解析ソフトには Pix4D_mapper を使用して、SFM(Structure from motion)による写真解析により、点群、オルソフォトを作成した。また、GIS ソフトを用いて、点群データより 1m メッシュのグリッドデータを作成し、観測各時期の地形データとの地形変化量の差分図を作成した（図 5）。

空撮画像からの解析によれば、土砂流出による堆砂量は約 16,400m³ と見積もられ、その規模より、今回の土石流は滑川北股沢で過去に何度も発生している溪床堆積土砂の流動化に起因する溪床土砂移動型と推定される。

現時点で満砂状態であり、今後も頻繁に土砂流出及び土石流発生が予想されることから、土砂流出実態の把握及び発生機構の解明及び除石を含めた対応策の検討・実施を継続して行っていく必要がある。

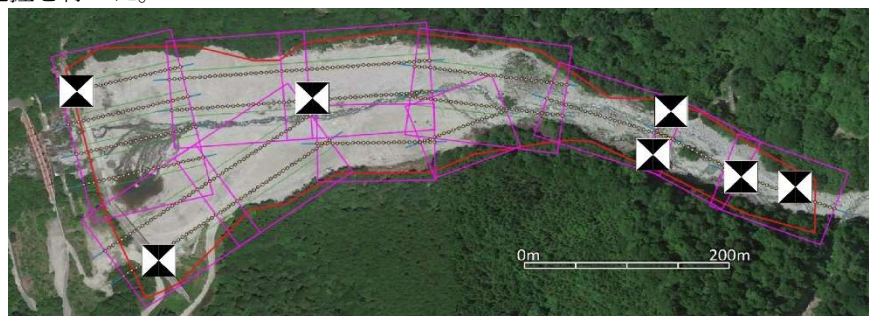


図 4 撮影コースと対空標識設置位置



図 5 解析結果(オルソ画像と差分図による土砂流出状況)

4. まとめ

- ① 施設点検において、堆砂域が広く地上からの観測だけでは全貌が把握できない箇所では UAV は有効なツールといえる。
- ② 緊急的に現状把握が必要なケースでは、UAV 利用により土砂流出状況や被害状況を安全に短時間で把握することが可能である。
- ③ 要監視区域では、対空標識を設置することで、UAV による空撮画像解析により、ある程度精度良く流出土砂量の把握が可能である。
- ④ 今後は、撮影時期や撮影アングル等、撮影方法の標準化が必要である。
- ⑤ 堤高が高く、近接目視が困難な水通し法面の損傷等を UAV による空撮画像を画像解析によって評価する手法の確立が今後の課題である。

5. 参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院 (2016) : UAV を用いた公共測量マニュアル(案)
- 2) 国土地理院時報 2015, No.127 : UAV による空撮写真を用いた三次元モデリングソフトウェアの精度検証
- 3) 国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所(2016) : UAV による河川調査・管理への活用の手引き(案)【改訂版】
- 4) 栗木光之輔. (2015) : 無人航空機 (UAV) の利活用検討について、平成 27 年度中部地方整備局管内事業研究発表会資料。