

河道閉塞対策箇所における緊急時の現地調査への UAV の活用について

国土交通省 近畿地方整備局

大規模土砂災害対策技術センター

○今森 直紀, 吉村 元吾,

北垣 啓文, 奥山 悠木

国際航業株式会社

渡辺 隆吉, 山田 真悟,

島田 徹, 堀 大一郎

1. はじめに

近年, 無人航空機 (Unmanned aerial vehicle, 以下, UAVと呼ぶ。)の低価格化, 軽量化やバッテリーの性能向上による飛行時間の長時間化, GPSを利用した自律航行が可能となったこと等から, 各分野への活用が試みられている¹⁾。これまでに, 砂防分野への活用事例として, 河床材料の調査²⁾や土砂災害の発生した箇所の調査や立入が困難な深層崩壊斜面の状況調査等への報告事例³⁾があるが, いずれの事例もUAVの操縦者が現地を見通すことができ, また, UAVの機体も視認可能な箇所の調査事例である。

今回, 2011年台風12号により河道閉塞が発生した赤谷地区(奈良県五條市大塔町清水), 栗平地区(奈良県吉野郡十津川村内原)の2箇所を対象に, 2014年台風11号通過直後の現地調査を緊急的に実施するため, 機体の視認が不可能な箇所から, UAVを使用して速やかに現地調査を行ったので, その概要を報告する。

2. 調査地の概要および調査時の状況

平成23年台風12号は紀伊半島に多量の降雨をもたらした, 河道閉塞を含む土砂災害が多発した。紀伊半島は山岳地帯が大半を占め, 今回調査を実施した赤谷地区および栗平地区においても, 集落や幹線道路から離れた現場への接近困難な箇所でも河道閉塞が発生している。

赤谷地区および栗平地区は, 国土交通省が2011年に対策工事を着手し, 砂防堰堤等の整備を進めている。2014年台風11号が接近した際は, 赤谷地区では砂防堰堤が整備中であり, 栗平地区では前年(2013年)に被災した河道閉塞部の仮排水路の復旧作業中であった。

2014年台風11号は, 紀伊山地に多量の雨をもたらした, 赤谷地区と栗平地区では, 2011年台風12号による災害発生後から2014年末までの3年間で, 最大の降雨量を記録した。この降雨により, 赤谷, 栗平の2地区で河道閉塞部を越流する出水が発生している。

この際, 赤谷地区で斜面の再崩壊が発生し, 崩壊土砂が対岸に設置したCCTVを直撃し, 被災した。このため, 河道閉塞部の状況を確認することが出来なくなったが, 河道閉塞下流側に設置したCCTVの映像では, 降雨が継続しているにもかかわらず, 赤谷川の水位が著しく低下する様子が確認され, 河道の再閉塞発生が懸念された。

また, 栗平地区においても湛水池に設置した水位計で急激な水位低下を記録し, その後, 河道閉塞下流の保全対象付近に設置したCCTVの映像で水位の急上昇を記録し, その後20分程度で水位が低下した。このため, 仮排水路が流失し, 河道閉塞が越流により侵食さ

れ, 不安定化していることが懸念された。

このため, 現地状況を速やかに調査し, 下流地区への影響を調査・検討する必要があったが, 両地区では出水が継続し, 工事用道路も流出したことや, 紀伊半島にはほぼ全域にわたって雲がかかっており, 有人ヘリコプターの飛行は極めて困難な状況であった(図-1)。このため, 両地区において車両で通行可能な地点まで接近し, UAVを用いて現地の状況を調査した。

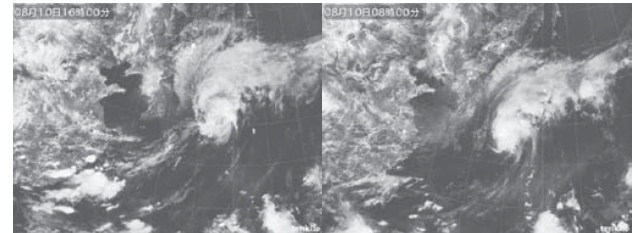


図-1 2014年8月10日8・16時の気象衛星画像⁴⁾

3. 調査の概要と結果について

3.1 調査の概要

赤谷地区については, 河道閉塞の可能性が懸念されたことから, 調査を優先し, 8月10日16時頃行った。当時は図-1のとおり, 紀伊半島全域に雲がかかっている状況ではあったが, 降雨のピークは過ぎており, UAVによる調査を実施した。赤谷地区では, 図-2に示す飛行経路(撮影経路約1.9km)で調査を行った。

栗平地区については, 8月11日13時頃より調査を実施した。進入路として利用可能な林道の終点を起点として, 図-3に示す飛行経路(撮影経路約4.4km)で調査を行った。

いずれも現地の状況を速やかに確認することを目的とし, デジタルビデオカメラによる映像記録を行った。

調査に用いたUAVはZionQC630(4枚羽タイプ)であり(写真-1), カメラはGoProHero3を搭載し, 撮影された動画の解像度は1,920×1,080ピクセルである。

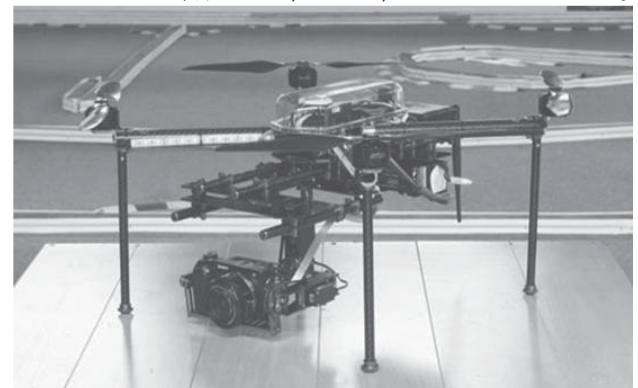


写真-1 調査に使用したUAV

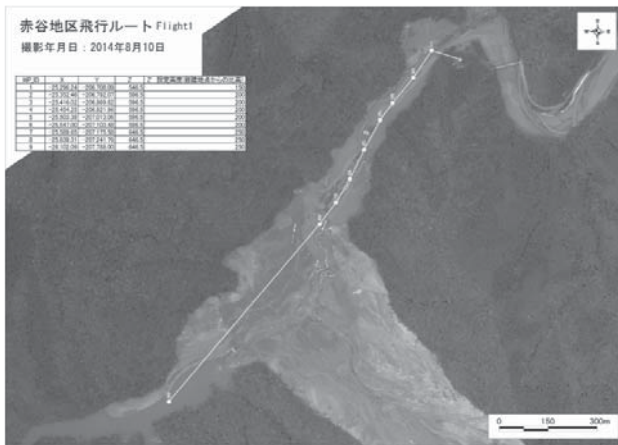


図-2 赤谷地区の飛行ルート

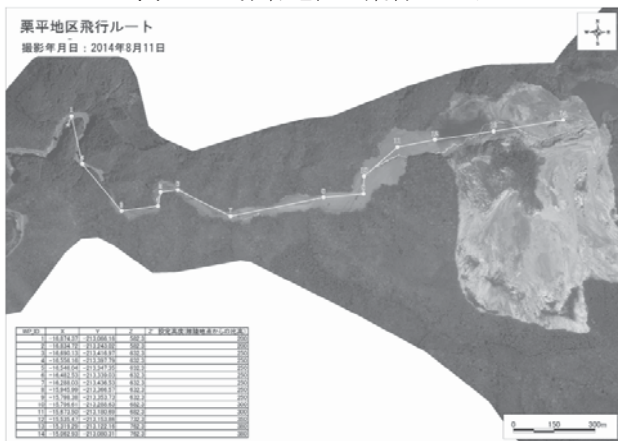


図-3 栗平地区の飛行ルート

3.2 調査結果

記録できた映像からは、調査時点で赤谷地区においては発生が懸念された新たな河道閉塞は認められなかったが、整備中の砂防堰堤の被災状況が確認された。また、栗平地区では仮排水路が被災し、河道閉塞が侵食され、直下流で土砂が厚く堆積している状況が確認できた。しかし、いずれも河道閉塞が不安定化している状況には無いことが確認され、得られた情報は地元自治体に速やかに提供した。

カメラで撮影した映像の画素数は正方形比率ピクセルにおいて、 $1,920 \times 1,080$ ピクセルであり、約 207 万画素の動画であった。今回の飛行高度では、1 画素あたりの地上での大きさは約 90mm である。なお、赤谷、栗平の両地区では、8 日後（8 月 18 日）に航空レーザ測量を実施しており、同時に垂直写真も撮影している。有人飛行機に搭載されたデジタルカメラの画素数は $7,228 \times 5,428$ ピクセル（約 3,923 万画素）の静止画であり、1 画素あたりの地上での大きさは約 73mm であることから、地上分解能の観点ではほぼ遜色ない調査結果が得られている。

4. まとめ

調査を実施した際の気象状況は図-1 に示したとおりであるが、有視界飛行方式による飛行が主流である有人ヘリコプターの飛行は困難な状況下にあった。赤谷



写真-2 赤谷地区において確認できた映像



写真-3 栗平地区において確認できた映像

地区での調査のように、悪天候下かつ現地へのアプローチが困難な状況化においては、雨量や風速等の面で限界はあるものの、緊急時の土砂災害発生現場における調査手法として、その有用性と有効性が確認された。

一方で、天候が回復していたものの、往復約 5km の距離を飛行せざるを得なかった栗平地区では 2 度目の飛行調査後帰還目前に UAV が墜落している。直接的な原因は不明ではあるものの、原因として単純な操作ミス他、UAV が山間においては GPS の受信精度が平地と比べて著しく劣ること等が想定され、調査の確実性という点では課題が残る結果となった。

なお、今回の調査は航空法改正前に実施したものであり、災害発生直後に機動的な対応を行う事ができた。現在は法律改正により、150m 以上の高さの空域における飛行や目視範囲外での飛行はあらかじめ許可を受ける必要があるため、ここに補足して記す。

参考文献

- 1) 国土交通省：平成 27 年度次世代社会インフラ用ロボット現場検証，https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000026.html，参照 2016-3-9
- 2) 梅津健一・戸松修：低高度空中写真による河床礫調査方法の精度検証と実用性について，砂防学会誌，Vol.60, No.1, p.19-28, 2007
- 3) 木下篤彦・島田徹・笠原拓造・林栄明・名草一成・小山内良人・村木広和：回転翼型マイクロ UAV を用いた深層崩壊箇所の災害調査，砂防学会誌 Vol.66, p.51-54, 2013
- 4) 気象協会：過去の天気，http://www.tenki.jp/past/2014/08/10/satellite/japan_near/，参照 2016-3-9