

UAVを活用した河道閉塞箇所の計測手法に関する研究

和歌山県（大規模土砂災害対策研究機構） ○大橋和也・西岡恒志・筒井和男・福田和寿
 国立研究開発法人土木研究所（大規模土砂災害対策研究機構） 赤澤史顕・藤村直樹・木下篤彦

1. はじめに

和歌山県はこれまで多数の土砂災害が発生している。近年では、平成23年台風12号の豪雨により土砂災害並びに河川氾濫が各地で発生した¹⁾²⁾。また、山間地で河道閉塞が発生した場合、天然ダムが越流し下流域に大きな被害をもたらす危険性があり災害直後の現地調査は迅速な対応が求められている。しかし、災害直後は天候・現地条件により有人ヘリコプターが飛行できない可能性もあり、今後の災害直後の現地調査においては、安全かつ迅速に調査可能な手法の開発が望まれる。また、近年では無人飛行機（以下、UAV と呼ぶ）の性能向上により災害調査でも活用され始めている³⁾。本研究では、平成23年台風12号で流木被害が発生した佐野川水系荒木川流域において、河道閉塞した箇所（写真-1）を選定し UAV を活用した河道閉塞箇所の計測手法について検討を行った。



図-1 調査場所

2. 調査場所の概要

図-1 に調査場所を示す。流域内では多数の斜面崩壊が発生し土砂・流木が流下した場所である。また、本川上流で支川から流出した土石流により河道閉塞が発生し、流木においては全てが堰堤で捕捉できず下流域へ流出し甚大な被害となった⁴⁾。



写真-1 平成23年台風12号による荒木川流域内での河道閉塞の状況。
 点線は左支川からの土石流で対岸へ乗り上げた流木を示す。

3. UAV の活用及び特徴・性能

土砂災害が発生した場合、被害規模の状況把握や復旧工法の検討は重要である。特に災害初期においては、現地までの交通手段が無い場合や有人ヘリコプターがすぐに飛行できない場合が想定され UAV の活用が期待される。また、航空法の一部を改正する法律（平成27年法律第67号）の施行により昨年12月10日に無人航空機に係る飛行空域・飛行方法が一部高度規制などの制限がされたところである⁵⁾。これにより山間地での UAV の活用範囲は目視確認が可能な範囲とし、障害物（立木など）の影響を受けないように高度設定をする必要がある。今回使用した UAV（写真-2）の特徴及び性能について表-1 に示す。また、低空飛行による撮影のため鮮明な写真が取得でき小スペースで発着が可能などの利点がある。しかし、小型であるため飛行中の目視が困難・風の影響を受けやすいなど欠点も兼ねており操縦技術はもちろん安全面を考え操縦者以外に1~2名補助者が必要と考える。



写真-2 UAV 本体 (Phantom2Vision+) と送信機

表-1 UAV の特徴・性能

機体	特徴・性能
・ UAV 本体 Phantom2Vision+ (DJI 社製)	<ul style="list-style-type: none"> 機体重量：1,242g 機体幅：350mm（プロペラを除く） 飛行時間：約20分（1回あたり） 最大飛行速度：15m/秒 最大上昇速度：6m/秒 最大下降速度：3m/秒 GPS 機能搭載
・ カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 動作環境：0° ~40° ピクセル：14メガピクセル 解像度：4,384×3,288 HD 録画：1,080 枚/30 秒
・ 送信機	<ul style="list-style-type: none"> 操作範囲：700m（オープンエリア時）
・ その他 スマートフォン	<ul style="list-style-type: none"> アプリによるコース設定が可能 アプリによる飛行状況の確認が可能

4. 調査内容

最初に河道閉塞箇所の状況が判断出来るかが重要であったため今回の調査では、精度の確認を行う必要があった。そのため、現地で基準点を設け距離計で水平距離・高低を計測し GPS 機器で緯度・経度の計測を行った。また、撮影範囲は河道閉塞発生箇所上流部から末端部までの区間としカメラの向きは垂直固定とした（写真-3）。なお、カメラの設定は自動で3秒間隔に1枚の撮影とし飛行高度については梅津ら⁶⁾による研究を参考にしながら現地の障害物及び立木の状況を考え低い高度でも有効か検討を行った。また、これにより得られた写真データを用いて

3D解析ソフト（PhotoScanを使用）で3次元地形図の作成を行った（図-1）。

5. 調査結果

現地での撮影飛行は2日間実施した。1日目に基準点測量・離着陸地点の選定・テスト飛行及び本撮影2回（約15分/回）を実施し、2日目は情報の不足していた箇所を含めて本撮影2回（約15分/回）を実施した。今回の作業時間は片付けを含め1日1時間30分程度であった。

今回撮影した写真を3D解析ソフトで3次元地形図の作成を行った結果、高度25mと高度50mで撮影したものを比較すると25mの方がより鮮明に地形データの再現をすることができた。転石では直径1m程度、流木では直径30cm程度の大きさであれば識別が可能であった。また、河道閉塞の幅や高さなどの形状寸法を実測結果と比較すると概ね誤差1m程度で計測することができ災害直後においては十分な精度があると判断できた。

6. まとめと今後の課題

今回の調査でUAVを活用した際に感じた点は、短時間で撮影ができ高解像度の画像が容易に取得できる利点がある反面、天候による影響やGPSの取得に時間を要するなど課題も確認することができたので表-2に示す。また、今回の調査結果から、精度誤差も小さいことが確認でき今後の災害直後における現地調査でUAVの活用は有効な手段と考えられる。今後、これらの調査手法によって簡易にデータを取得し、シミュレーションの実施が可能になると期待される⁷⁾。

今後はこれらの点に留意しUAVの活用出来る現地条件を整理し、災害直後の現地調査における計測手法を開発することで今後の災害復旧の初期対応に貢献できると考えられる。

参考文献

- 1) 松村ら：2011年9月台風12号による紀伊半島で発生した土砂災害，砂防学会誌，Vol.64，No.5，p.43-53，2012.
- 2) 湯本ら：水窪町で発生した土砂ダムの調査，解析の事例について，第53回治山研究発表会論文集，p.81-86，2013.
- 3) 木下ら：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，No.3，p.51-54，2013.
- 4) 福田ら：災害時の流木の流出率に着目した治山堰堤の効果的な配置手法に関する検討，第55回治山研究発表会概要，p.19-20，2015.
- 5) 国土交通省：無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール，<http://www.mlit.go.jp/koku/koku.tk10.000003.html>.
- 6) 梅津ら：低高度空中写真による河床礫調査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.
- 7) 神野ら：LADOFモデルによる河道閉塞の長期的な越流侵食予測結果の応急対策計画への反映について，砂防学会概要集，Pb-31，2012

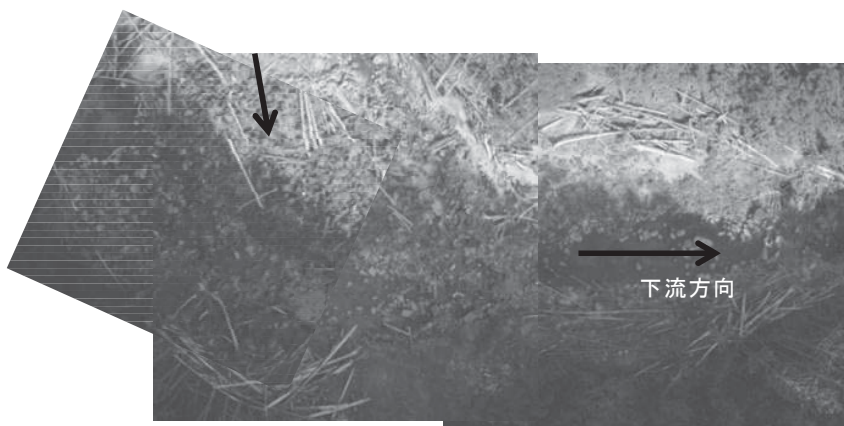


写真-3 高度25mで撮影した河道閉塞箇所（UAVで撮影）

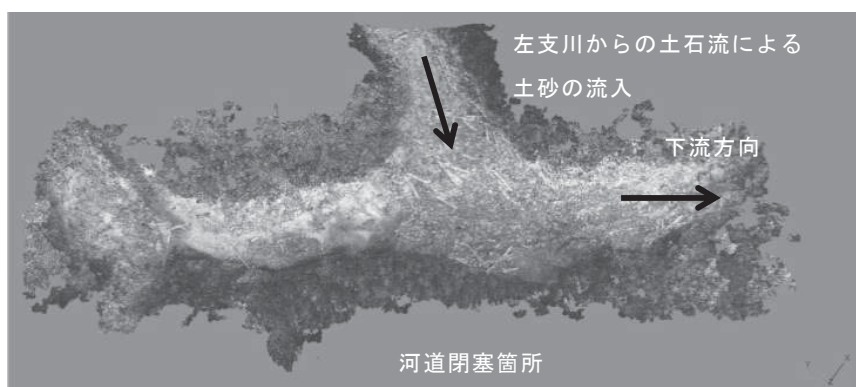


図-1 オルソモザイク画像

表-2 UAVの利点と課題

利点	課題
・短時間での撮影が可能	・撮影状況（天候・光）
・低コスト	・GPSの取得
・低高度による高解像度	・飛行時間（バッテリー）
画像の取得が可能	・安全対応
・自動と手動の切り替えが容易	・墜落の危険性
	・操縦者の技術修練