

大規模土砂災害（天然ダム）を想定した UAV活用による緊急調査手法の検討

吉崎 壮¹・辰 裕矢¹・長谷川 泰亮¹・鷺尾 洋一²

¹湯沢砂防事務所 調査課 （〒949－6102 新潟県南魚沼郡湯沢町大字神立23）

²湯沢砂防事務所 （〒949－6102 新潟県南魚沼郡湯沢町大字神立23）.

地震や降雨により発生した崩壊土砂が川をせき止める河道閉塞（以下、「天然ダム」と記す）が決壊すると、下流へ甚大な被害を及ぼすことが想定される。そのため、発生直後には迅速な状況把握が重要となる。また、一度発生した天然ダムの決壊リスクは対策が完了するまで継続するため監視体制の構築が重要である。本報告では、天然ダム発生時の初動対応を迅速化するために取り組んだUAVを活用した状況把握、および安全かつ迅速な監視体制構築を目的としたUAVによる水位観測ブイ設置について報告する。

キーワード 砂防事業，大規模土砂災害，緊急調査，UAV活用，実証試験，実動検討

1. はじめに

近年、集中豪雨や大規模地震により、河道閉塞や天然ダムが発生する事例が各地で確認されている。天然ダムは発生後に決壊した場合、下流域に急激な洪水や土砂流出を引き起こし、集落や道路、鉄道等の重要インフラに甚大な被害を及ぼす可能性がある。そのため、天然ダム発生時には迅速な状況把握、適切な監視体制の構築および関係機関との情報共有が重要となる。

天然ダム発生箇所は急峻な地形や不安定な地盤条件に位置する場合が多く、発災直後に職員が直接立ち入ることは危険を伴うことから、安全かつ迅速な調査手法の確立が求められている。また、発生後に決壊に至るおそれがあるため、決壊の危険性を把握するための継続的な監視体制の構築も課題となっている。

このような背景を踏まえ、天然ダム発生時の緊急調査の迅速化を目的として実施した、UAVを活用した状況把握および監視体制構築のためのUAVによる水位観測ブイ設置について報告する。

2. 緊急調査対応フローでのUAV活用検討

河道閉塞の発生が確認されてから、緊急調査終了通知までの対応フロー（図-1）の中で、①緊急調査着手を判断するための調査（河道閉塞の規模、保全対象の状況確認）、②初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査（緊急調査）について

UAVの活用を検討、また、③継続監視期間中における関係機関への随時の情報提供に係る、水位観測ブイの設置について、UAVの活用検討を実施した。

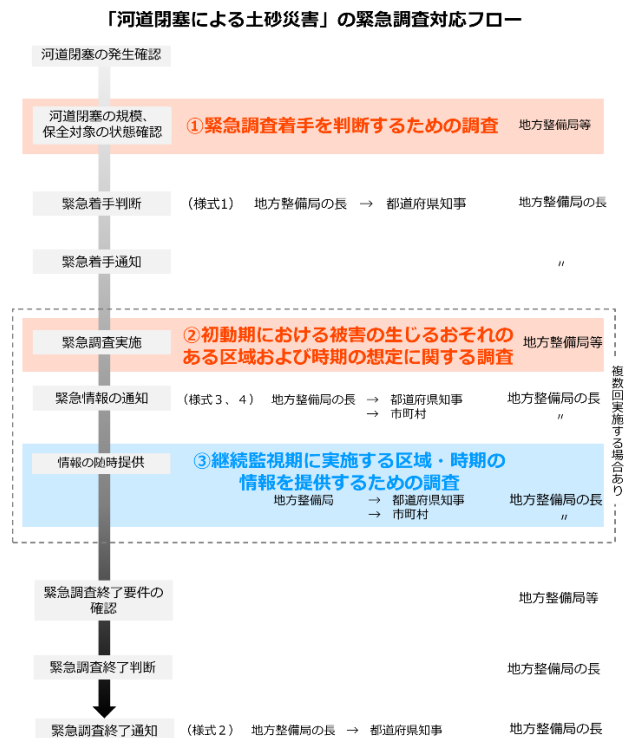


図-1 緊急調査対応フローと初動対応箇所

3. 検討・調査内容

①緊急調査を判断するための調査

天然ダムが形成された際の緊急調査着手の可否を判断するために発生状況や周辺の被害状況を把握する必要がある。緊急調査実施の判断基準は、1,天然ダム（河道閉塞）の高さが概ね20m以上であること、2,概ね10戸以上の人家に被害が想定される場合の2つである。

今回、湯沢砂防事務所管内において調査フィールドを選定。上流域に大源太湖を有する大源太川第1号砂防堰堤を天然ダムと見立て、UAV映像を事務所にリアルタイムで伝送する、遠隔調査を実施した。（図-3）（図-4）



②初期における被害の生じるおそれのある区域及び時期の想定に関する調査

緊急調査では、天然ダム決壊時の影響等を正確に把握するためには、天然ダム決壊解析プログラム（QUAD-L）のパラメータを現地で取得することが必要となる。今回 UAV を用いた天然ダム周辺状況の遠隔臨場調査で取得した画像をオルソ化し、天然ダムの形状把握を行った。（図-5）（図-6）

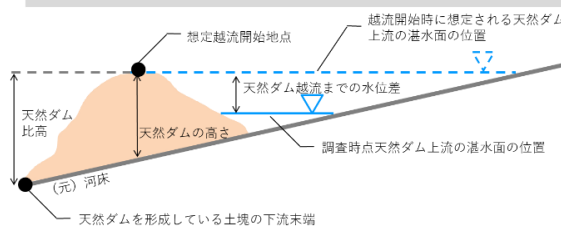
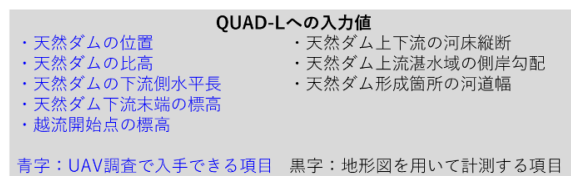


図-5 調査項目

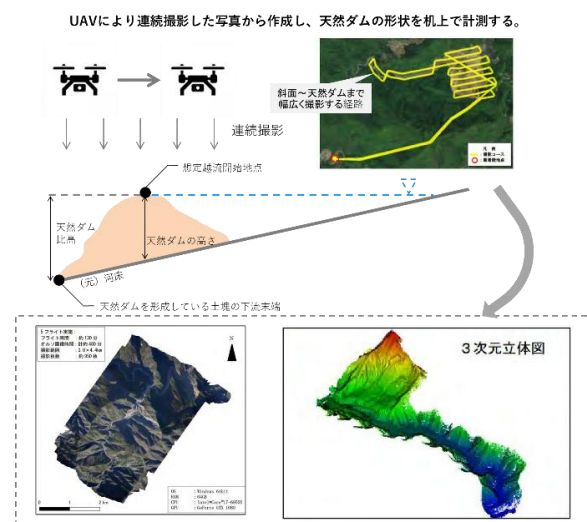


図-6 計測手法図

③継続監視情報の取得

天然ダム水位予測システムに水位データを入力することで、越流開始時期の把握が可能となる。

水位データの観測には小型水位観測ブイが必要となるが、天然ダムの湛水域への機器設置には安全性に課題がある。そこで、UAV を活用した小型水位観測ブイの運搬・投下手法およびデータ伝送について実証試験を行った。なお UAV の機体には、大型 UAV（FlyCart30）を使用し、約 28kg の水位観測ブイを湛水池内の目標地点まで運搬した。（図-7）（図-8）

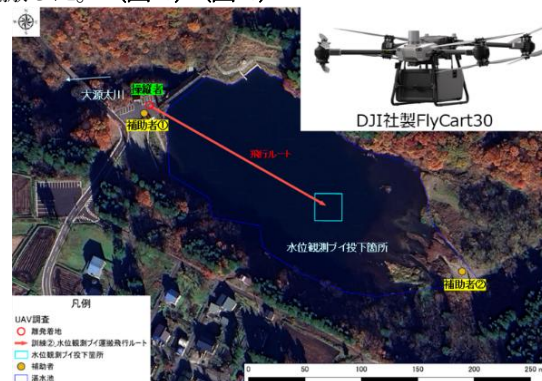


図-7 水位観測ブイ計画図

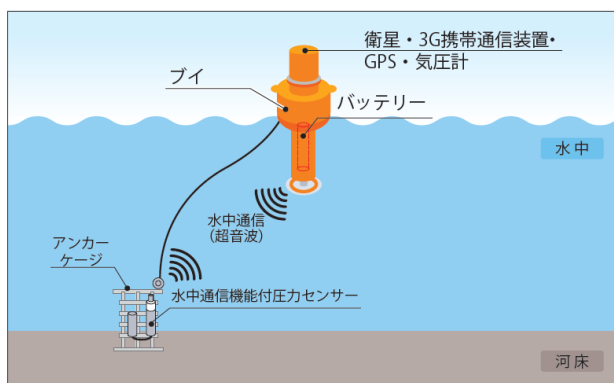


図-8 水位観測ブイのイメージ

4. 検討・調査結果

①緊急調査を判断するための調査

UAV映像を事務所へリアルタイム配信することで、天然ダム形成状況や保全対象の有無を遠隔から確認することができた。(図-9)



図-9 確認結果図

②初動期の被害想定区域・時期に関する調査

取得画像からオルソ画像および三次元地形モデルを作成した結果、想定天然ダムおよび周辺地形を把握することができた。なお、作成には約2時間を要した。また、三次元地形モデルを用いることで、想定天然ダムの位置や比高等の地形情報を取得することができた。取得した比高は15mであり、実際の砂防堰堤の高さ15.2mと比較して0.2mの差であった。このことから、UAV写真測量により天然ダム形状を概ね把握できることを確認した。また、取得した地形情報は、天然ダム決壊時の被害範囲を予測する解析に必要な基礎データとして活用できることを確認した。また、取得した地形情報は、天然ダム決壊解析プログラム (QUAD-L) で使用する入力データとして使用できた。(図-10)

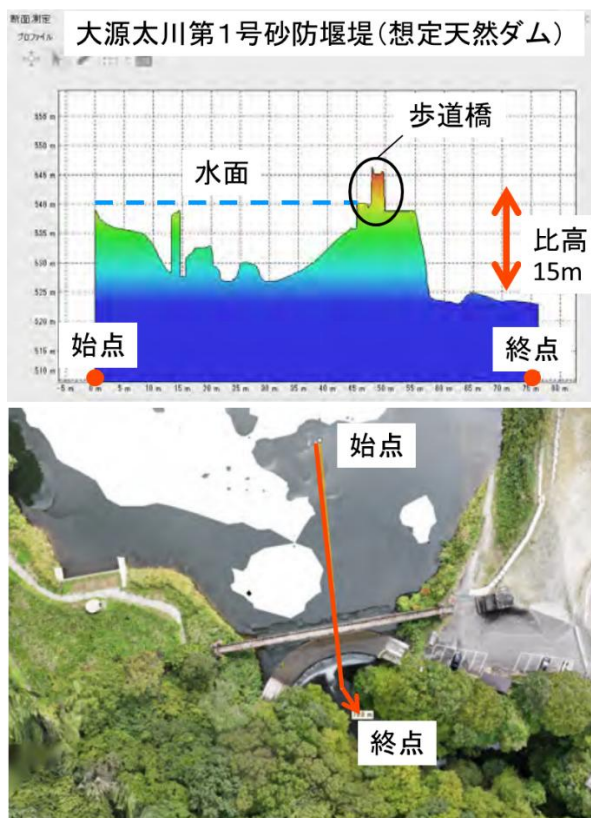
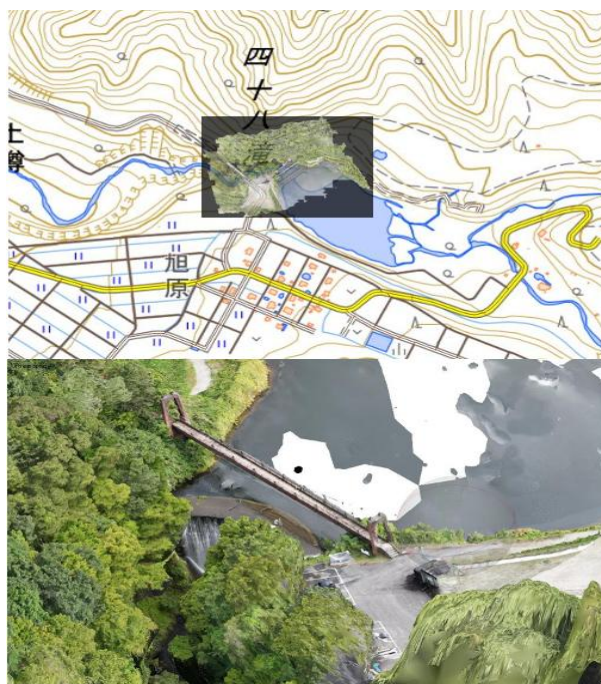


図-10 観測結果図

③UAVによる水位観測ブイ運搬・設置結果

FlyCart30を用いて水位観測ブイを運搬し、目標地点への設置を実施した(図-11)。設置後に取得したデータからは水深3.74mが観測された。この値は事前に確認していた水深約4mと概ね一致しており、水位観測ブイにより適切に水深を計測できることを確認した。また取得データは衛星通信を介して正常に送信された。(図-12)



図-11 大型UAによる水位観測ブイ運搬・設置状況

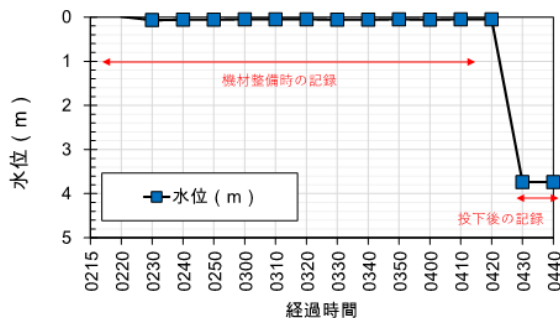


図-12 観測値

5. 考察

(1) 初動調査への有効性

天然ダム発生直後は、追加崩壊等の二次災害のおそれが高く、調査員が現地へ立ち入ることが困難な場合が多い。今回、UAVにより天然ダム発生時の状況や周辺状況を遠隔から確認できることを確認した。これにより、調査員の安全を確保しながら緊急調査着手の判断に必要な情報を取得できるものと考えられる。また、取得した画像からオルソ画像および三次元地形モデルを作成し、天然ダムの形状把握やQUAD-Lで使用するパラメータの取得が可能であることから、天然ダム発生時の初動調査の迅速化、安全性に有効であると考えられる。

(2) 継続監視への有効性

天然ダム発生時には、発生直後の状況把握だけでなく、その後の水位変化を継続的に監視することが重要である。今回、大型UAVを用いて水位観測ブイを運搬・設置することで、人が接近困難な箇所においても監視機器を設置

できることを確認した。また、衛星通信により水位データを取得できることから、天然ダム発生後の監視手法として有効であると考えられる。

(3) 実運用に向けた課題

災害時には通信環境や気象条件の影響を受けることが想定される。今回、UAVにより天然ダムの地形情報を把握できることを確認したが、三次元地形モデルの作成には約2時間を要した。このため、画像処理の効率化などにより、より短時間で地形情報を取得する方法を検討する必要がある。また、水位観測ブイの運搬・設置に使用した大型UAVは高度な操縦技術と安全管理を要することから、平常時から操縦技術の習熟や運用手順の確認を継続することが重要である。さらに、災害時には強風や降雨による飛行制限、山間部における通信環境の悪化も想定されるため、様々な条件下での運用方法について継続的に検証する必要がある。

6. おわりに

今回、天然ダム発生時の緊急調査を想定し、UAVを活用した天然ダム発生状況の把握およびUAVによる水位観測ブイを用いた継続監視を実施した。その結果、UAVを活用することで天然ダムの状況や地形情報を把握できることを確認した。また、大型UAVを用いた水位観測ブイの設置により、天然ダム発生後の継続監視体制を構築できることを確認した。

これらのことから、UAVおよび水位観測ブイは、天然ダム発生時における状況把握ならびに継続監視の手法として有効であると考えられる。

今後は、災害を想定したUAV活用を継続するとともに、UAVによる地形情報取得の迅速化や、水位観測ブイを活用した監視体制の運用手順の充実を図る必要がある。また、関係機関との情報共有や連携体制を強化し、天然ダム発生時における初動調査から継続監視までを円滑に実施できる体制を構築することで、初動対応能力のさらなる向上を目指したい。

謝辞

本論文の作成にあたりご協力いただいた皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 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：UAV の自律飛行による天然ダムの緊急調査及び被災状況把握に関する手引き