

ドローンレーザー計測による大規模崩壊地の地形把握事例

(株)ダイヤコンサルタント ○岡崎 敬祐, 松村 法行, 西原 玲二
光都農林振興事務所 大津賀 秀樹, 村上 卓

1. はじめに

平成30年7月豪雨により、兵庫県宍粟市一宮町公文の県道沿いの溪流で発生した土砂災害に対し、ドローンレーザー計測を実施した。調査面積が10haにも及ぶ広大な崩壊地において、調査計画立案のために高精度な地形情報を早急に把握する必要があった。しかし、広大な面積であることに加えて、溪流内は不安定な土砂や流木が残留しており見通しが悪く、作業を行うには危険な状態であった。そこで、ドローンレーザー計測により、広域な地形測量を試みた。また、今回計測した地形データ（以下、崩壊後地形データ）と兵庫県に提供いただいた平成25年に航空レーザーで計測した地形データ（以下、崩壊前地形データ）を用いて地形の比較を行い、崩壊地周辺の変状箇所について広域的に分析を行った。

本稿では、ドローンレーザー計測により大規模な崩壊地の地形把握を検討した事例について報告する。

2. 調査地の概要

(1) 地形

図-1に調査地周辺の地形（崩壊前地形データ）を示す。本調査地は、県道521号線と公文川に接している溪流で、周辺に集落はない。崩壊地の源頭部よりも上流側には、不自然な緩斜面が確認され、特殊な地形のため地すべり地形が疑われる。

(2) 地質

地質は、古生代ペルム紀にできた火山岩や深成岩類が複雑に入り組んで分布していると考えられる。

(3) 地すべり地

防災科学技術研究所の地すべり分布図¹⁾によると、大規模な地すべり土塊の一部と判読されており、不自然な緩斜面は過去の大規模な地すべり土塊が残積しているものと考えられる。

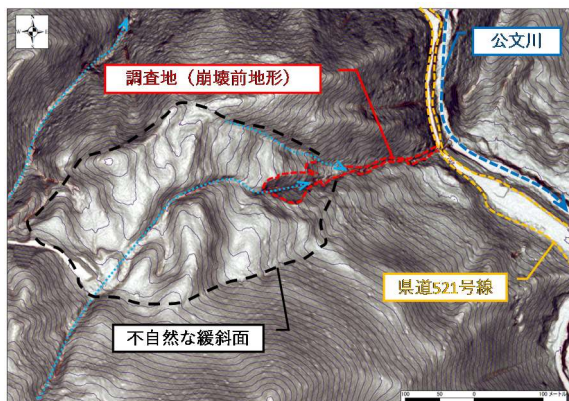


図-1 崩壊地周辺の地形(崩壊前地形)

3. 災害当時の状況について

(1) 崩壊地の状況

図-2に崩壊地の状況写真について示す。調査地は、延長約300m、道路からの比高約120m、溪床勾配22°の溪流で、溪流内は不安定な土砂や流木が残留しており、上流側では馬蹄形の崩壊地が確認された。また、崩壊地背後にある山腹斜面には、高さ1m以上ある連続した滑落崖があり、大規模な地すべり（Aブロック及びBブロック）の発生が懸念された。



地すべり Aブロック

延長：50(m)
幅：70(m)
深さ：18.6(m)

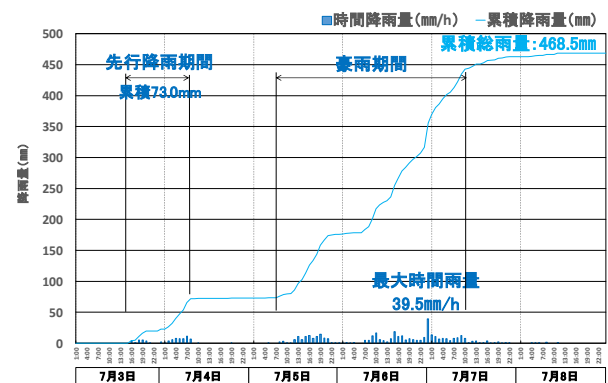
地すべり Bブロック

延長：70(m)
幅：130(m)
深さ：22.0(m)

図-2 崩壊地の状況

(2) 災害当時の降雨量

災害発生時の降雨データ（7月3日～7月8日）を図-3に示す。本調査地では、7月3日～7月4日にかけて累積降雨量73.0mmを記録した後、一度降り止んだが、7月5日から3日間に渡って、再度豪雨が降り続き、降雨期間中の累積総雨量は468.5mmを記録した（最大時間雨量は39.5mm）。

図-3 災害降雨(アメダス一宮観測所²⁾)

4. ドローンレーザー計測の実施

本調査地における広域な地形把握のために、ドローンレーザー計測を実施した。

(1) 使用機器

今回の計測では、図-4に示すようなレーザー計測用のドローンおよびレーザー計測機を使用した。レーザーは

軽量（1.8kg 程度）かつ高精度（測量誤差±50mm）のものを採用した。



図-4 計測に使用したドローン

(2) 現地作業

事前に計画したフライトプランの経路に沿って、テスト飛行の後に、5～6回（1フライト30分程度）のフライトを実施し、半日程度で調査面積10haの計測が完了した。

5. 地形解析

崩壊前地形データと崩壊後地形データを重ね合わせた平面図を図-5に示す。崩壊前地形では、図-5の黒線に示すような溪流の形状だったが、崩壊後地形の溪流（赤線）と対比すると、今回の豪雨により縦侵食を受け、土砂が流出したため、溪流の幅が広がったことがわかる。溪流内の土砂が流出したことにより、溪流沿いの斜面で土塊が不安定化し拡大崩壊したものと考えられる。また、拡大崩壊に伴い、新たに崩壊地周辺で亀裂や変状が発生していることが確認できた（図-5の桃色線）。



図-5 崩壊前地形と崩壊後地形の重ね合わせ平面図

(1) 地形差分図の作成

地すべりブロックや崩壊地周辺の地形的な変化を詳細に把握するために地形差分図を作成した（図-6参照）。ドローンレーザー計測から得られた崩壊前地形データと崩壊後地形データを重ね合わせて地形の標高差を数値的に示した。また、崩壊前よりも地形的に沈下している箇所は寒色（差分値：-10m～-0.1m）、隆起している箇所は暖色（差分値：0.11m～10m）、変化の少ない箇所は緑色（差分値：-0.09m～0.1m）で示すことにより、崩壊前後における地形の変化を視覚的に捉えられるようにした。

(2) 地すべりブロックの変状（着目点①、②）

地すべりブロック（A、Bブロック）の変状について地形差分図の結果を用いて検討した。地すべりブロックの

中央付近は水色で示されており、0.3～0.7m 程度沈下していることがわかる。地すべりブロック頭部では、青色で濃くなり沈下量が増加していることがわかる。差分図上の沈下量は1.0m 以上であり、現地の滑落崖の状況と一致していた。また、末端部は黄色くなっており、0.3～0.7m 程隆起していることから、地すべりブロックの移動に伴い、地盤が押されている状況が把握できた。以上のことから、地すべりブロックの範囲とその変動状況について把握することができた。

(3) 崩壊地上流側の緩斜面について（着目点③）

崩壊地上流側には緩斜面が確認されており、今回の災害で不安定化していることが懸念された。しかし、差分図では、緑色で示されており、変状が発生していないことが把握できた。したがって、現状の危険箇所は崩壊地周囲にある変状のみと判断できた。

(4) その他（着目点④、⑤）

着目点④に示した箇所は、溪流沿いで不安定化している斜面を確認しており、差分図上でも水色で沈下していることが確認できた。また、着目点⑤に示した平成25年時にはなかった林道について、切土と盛土で形成されていることが確認できた。

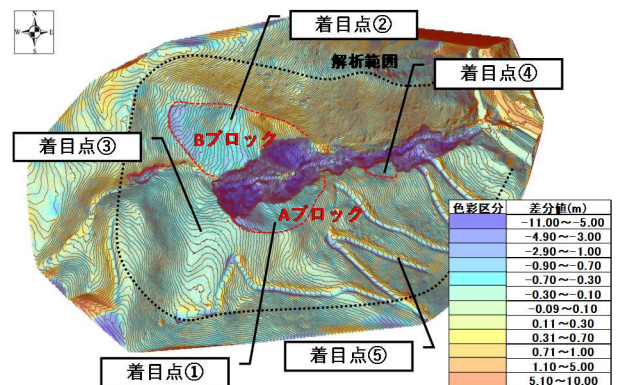


図-6 地形差分図（縮尺 FREE）

5. おわりに

本稿は、大規模崩壊地で人が踏査しても崩壊規模や変状箇所の把握が難しい箇所、ドローンレーザー計測を行い、広域な地形解析を実施した。ドローンレーザー計測を行うことで、迅速かつ安全に広域な地形情報を取得することが可能となり、崩壊規模や変状箇所を精度よく把握できるため、現地踏査や調査計画における基礎資料として活用できた。今後もドローンレーザー計測を利用しながら活用方法についても更に検討を進めて行きたい。

《引用・参考文献》

- 防災科学技術研究所:J-SHIS Map.
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>（確認日：2019.6.3）
- 国土交通省気象庁:過去の気象データ検索（アメダス—宮観測所）.
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=63&block_no=0615&year=2018&month=7&day=&view=（確認日：2019.6.3）