

点群データを用いた 2021 年 7 月伊豆山土砂災害における流出土量の推定

高杉魁、佐藤響平、後藤真太郎

立正大学 地球環境科学部

・1 はじめに

令和 3 年 7 月伊豆山土砂災害(図 2)の原因としては大雨による静岡県熱海市伊豆山の逢初川で土石流が発生したことである¹⁾。しかし、これ以外にも違法な盛土がされていたという要因があるためこのような甚大な被害をもたらした。今回の災害の被害として人的被害は死者数が 22 名、物的被害が 131 棟という被害²⁾が出た。

土石流量を推定する場合、被災前のサーフェス(地表面の高低差)が必要である。しかし、被災前のサーフェス情報がある事例は少なく、国土地理院の 5mDEM か航空レーザー測量結果に依存せざるをえないものの、後者は撮影地域が限定される³⁾。静岡県は、全域の点群データが整備されオープンデータとして公開されており、被災前のサーフェスのデータとして共用できる状態にある。本研究では令和 3 年 7 月伊豆山土砂災害の被災地域の土石流源頭部を対象とした。被災後にドローン撮影された画像と被災前の静岡県点群データの差分より流出土砂量を推算し、5mDEM との比較⁴⁾により、被災前のサーフェスデータの存在の重要性を明らかにすることを目的とする。

・2 研究方法

2.1 点群を用いた土石流量の算出手法

今回の土石流量の産出は図 2, 図 4 で示さ

れている赤枠の範囲を研究対象地とした。この範囲は盛り土されたと推定されている箇所である。また、今回使用する災害後の点群データはドローンに搭載された ALB (レーザー測深機) で計測されたデータである⁵⁾。災害後にドローンで撮影された 3 次元点群データ

(<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/20210703-atami-dronealb>)(図 5)と災害前(2017 年)の 3 次元点群データ

(<https://pointcloud.pref.shizuoka.jp>)(図 6)を用いて土石流量の算出を行った。まず ArcGIS Pro に災害前後の点群データをインポートし、それぞれの点群を地表のみの点群データに分類した。土石流源頭部である範囲をクリップし、その範囲を TIN サーフェス(図 7,8)に変換し、災害前後のサーフェスを用いて差分を算出した(図 9)。

2.2 5mDEM を用いた土石流量の算出方法 基盤地図情報

(<https://fgd.gsi.go.jp/download/mapGis.php>)から静岡県熱海市の 5m(航空レーザー測量)DEM データ(2019 年 07 月 01 日更新)と 2.1 で使用した災害後の点群データを用いて算出を行った。災害前の 5mDEM データを土石流源頭部の範囲にクリップした(図 10)。また、点群データはそのままではツールを動かすことができないためラスターに変換した(図 11)。それぞれラスターにしたものを切り盛りというツールで差分を算出した(図 12)。

・3 結果および考察

点群を用いた土石流量の差分結果

差分を求める際に盛り上がった箇所が存在したため（削られた箇所） - （盛り上がった箇所）で土石流量の産出を行った。削られた土石流量は 56940.74m^3 、盛り上がった土石流量は 1487.74m^3 となった。結果として 5 万 5452m^3 の土砂が流れたことがわかった。

5mDEM を用いた土石流量の差分結果

点群と同様に盛り上がった箇所があったため点群と同じ計算を行った。削られた土石流量は 41193.71m^3 、盛り上がった土石流量は 7948.48m^3 となった。結果として 3 万 3245.23m^3 の土砂が流れたことがわかった。

令和 3 年 7 月伊豆山土砂災害での源頭部付近の土石流量は約 5 万 5500m^3 となっている。

5mDEM と点群の比較

図 14 で示されている断面図は図 13 の赤線で引かれている箇所である。図 14 で示されているように災害前の断面図はほぼ一致していることがわかった。また、災害前後のデータを比較すると災害後の方が大き

く標高が下がっていることが見てわかった（図 14）。

5mDEM と点群データでこのような大きな差が出た要因としては DEM が 5m メッシュになっており、一つのメッシュごとに大きな誤差が生じているためこのような大きな違いが出たと考えられる。よってメッシュのサイズが小さくなればより精度の高いデータを得ることができると考えられる。

・4 今後の展望

今回は熱海市の被災地域全体では点の数が多いため処理が行えなかった。そのため土石流源頭部のみで行った。広い範囲の処理を行うときに点の数を減らす必要があり、点の数を減らしたときに精度がどのくらい落ちてしまうのかを検証する必要がある。

図 14 では災害前の DEM と点群データでは大きく違いが見られなかったが、今回断面図を見たところが一か所だったため偶然的に一致した可能性がある。よって数か所断面図を比較し、どこで誤差が生じているのかを検証する必要がある。



図 1 災害前の静岡県熱海市の航空写真



図 2 災害後の静岡県熱海市のオルソ画像



図 5 災害前の点群データ



図 6 災害後の点群データ

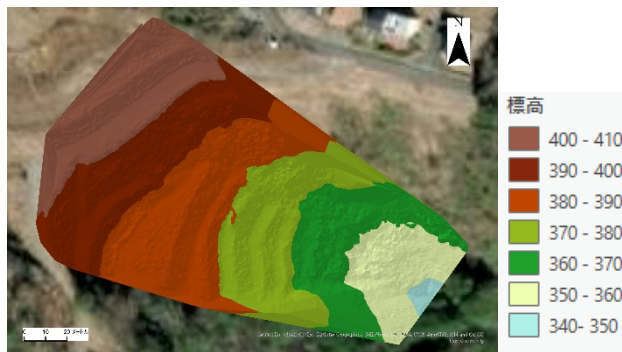


図 7 災害前の TIN サーフェス

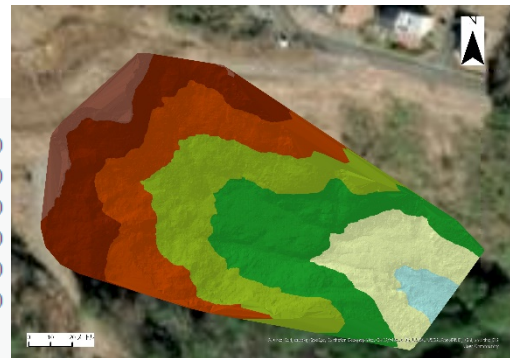


図 8 災害後の TIN サーフェス

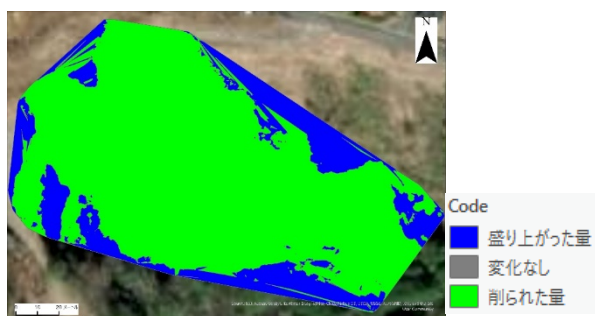


図 9 サーフェスの土石流量の差分結果

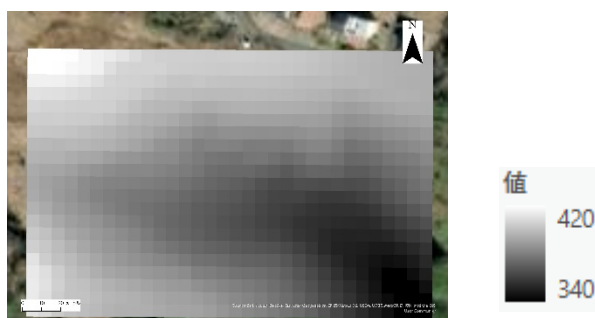


図 10 災害前の 5mDEM

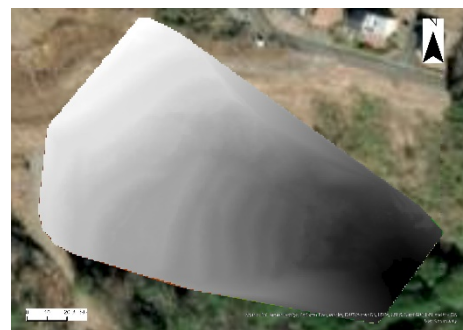


図 11 災害後の点群の DEM



図 12 切り盛りでの土石流量の差分結果

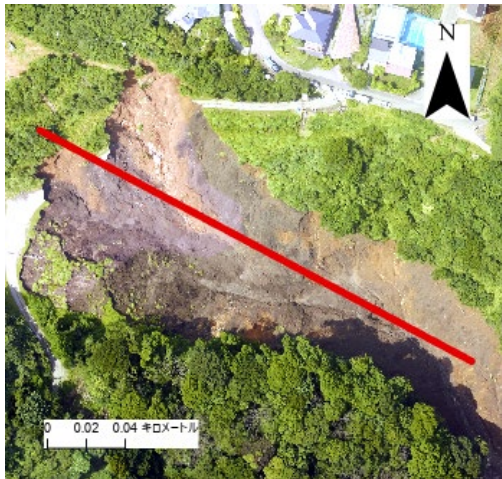


図 13 断面図作成箇所

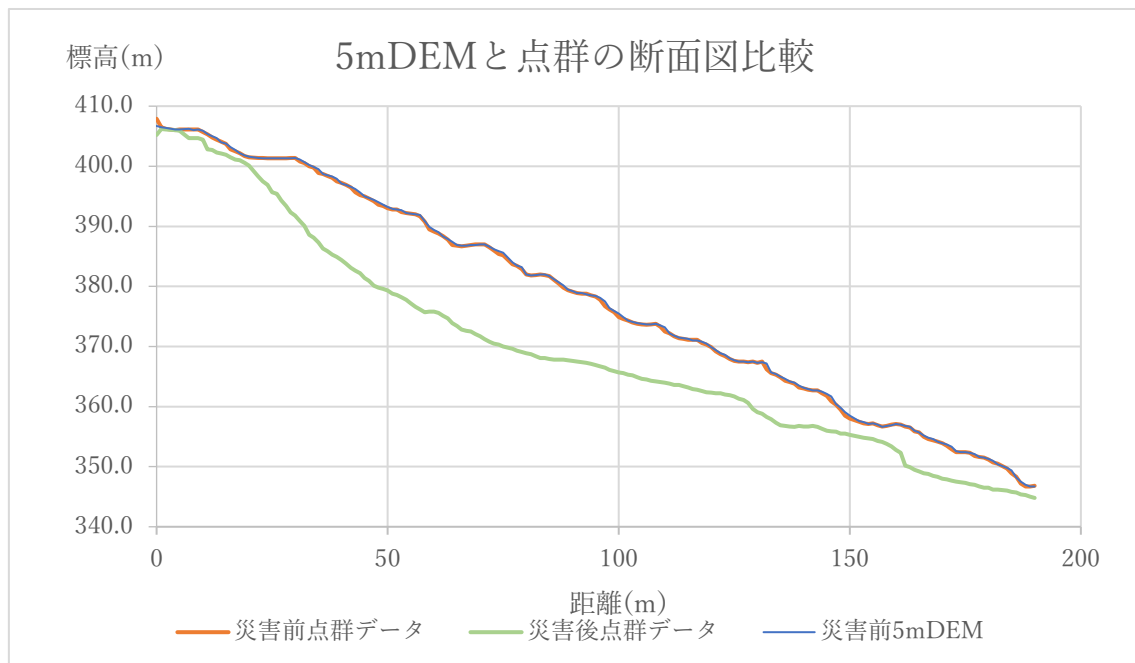


図 14 5mDEM と災害前後の点群データの断面図比較

参考文献

- 1) 国土交通省 砂防部 静岡県熱海市伊豆山で発生した土石流災害
<https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r3dosha/210703_aizomegawa_07091800_taio ujoukyou.pdf>(参照日 9 月 26 日)
- 2) 静岡県災害対策本部 熱海伊豆山地区の土石流の発生について (第 50 報)
<<https://www.pref.shizuoka.jp/kinkyu/documents/atamidosya0903.pdf>>(参照日 9 月 26 日)
- 3) 立正大学 後藤真太郎 青木和昭 小谷野郁弥 高杉魁 測設 酒井千富 水都環境 長谷川 充 Code for SAITAMA 牧内穂高、太田一穂 AI を用いた災害時の被災総額早期検知

に関する研究(参照日 9 月 26 日)

- 4) 元木 健太・島田 徹 U A V 写真測量及びU A V レーザー計測を用いた土石流数値 シミュレーションのための数値地形モデル作成の有効性検証
<http://archive.sokugikyo.or.jp/pdf/apa111_2018_11/111-09-koen.pdf>(参照日 9 月 26 日)
- 5) 公益財団法人 日本測量調査技術協会 ALB(Airborne Lidar Bathymetry) の精度検証と運用方法 (河川利用に向けて)
<https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/lp_kentoukai/dai01kai/dai01kai_siryou3.pdf> (参照日 9 月 26 日)