

『熱海市伊豆山土石流発災時のUAVを用いた計測および解析作業』

株式会社 東日 地理空間事業部

笹原 哲也

1. はじめに

令和3年7月3日(土)に熱海市伊豆山地区で土石流災害が発生し、多数の住民が犠牲となるなど甚大な被害をもたらされた。

当社も発災当日から現地に乗り込み、凄惨な状況に日々戸惑いながら、現状調査と被害拡大防止の一端に携わった。

本論文では、静岡県から業務実施要請の連絡を受けたのち、UAVによる崩壊地動画撮影(7/3)から、UAVレーザー計測による土石流の流出状況及び流出土量報告(7/8)までの活動状況を報告する。



図-1 被災状況(7月5日市道伊豆山神社線付近)

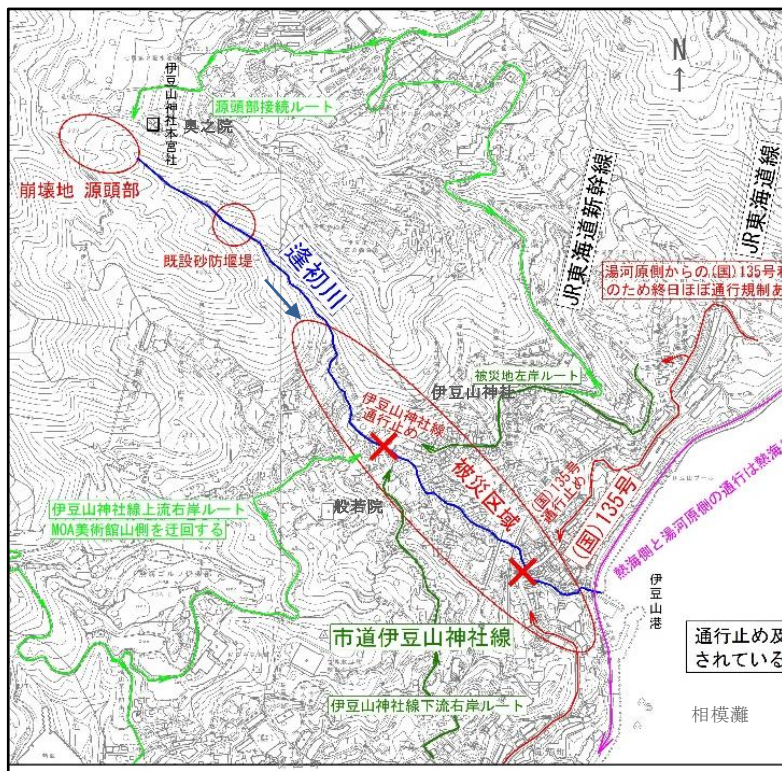


図-2 発災当時の逢初川周辺の交通状況

2. 出動要請と現地確認 (7/3)

7月3日正午頃、熱海市内で大規模な土石流が発生したとのニュース番組に在社職員一同驚きながら見入っていたところ、静岡県測量設計業協会と静岡県建設コンサルタント協会を通じて静岡県よりUAVによる発災箇所の情報収集を直ちに実施してもらいたいとの依頼が入った。

急ぎスタッフに連絡を取り装備を整えて、職員7名、作業車両3台にて出動。途中土木事務所に立ち寄り、現場への乗り込みルートを確認したのち現地に向かった。

しかし土石流が発生した逢初川に右岸側から接続する市道伊豆山神社線は、すでに警察・消防車両等が集中して般若院の手前までしか進めず、徒歩にて被災河川を目指したが、膝丈まである緩い泥土で覆われ歩いて進めるような状況ではなかった。

3. 崩壊源頭部のUAV撮影 (7/3)

土木事務所から、土石流の発生源頭部は伊豆山神社の奥之院付近であるとの連絡が入り、急遽、神奈川県湯河原町側から県営七尾団地を經由して伊豆山神社奥之院に17:00ぐらいに到着した。

到着時はまだ降雨もあり、400m近い標高から雲に覆われ、崩壊部全容と下流部方向の状況は全く見えない。UAVの準備を始めたところ雨が上がり雲が切れてきたため、時間になると20分程度、源頭部分の崩壊状況の動画を撮影することができた。

崩壊土砂斜面の土質状況、崩壊部直下の伏流水の流出状況、撮影中のさらなる小規模の崩落状況など、高画質の近接撮影による多くの情報収集は、UAVによる撮影ならではの結果であった。

直ちに土木事務所に引き返し、この撮影動画を現場対応に来ていた当時の難波副知事に提出した。

このときの動画は、静岡県よりマスコミ及びG空間情報センターにて一般公開され、ニュース映像でも何度も使用された。(図-3、4)



図-3、4 崩壊地源頭部の画像

4. 上流部3次元レーザー計測 (7/5~7/6)

崩壊源頭部の撮影により、土石流の流出土砂は河川源頭部付近からと想定されたことから、土木事務所と協議して、崩壊源頭部から下流側自然溪流部にかけての崩壊状況と流域全体の堆砂状況を把握するため、及び捜索活動への2次災害防止対策を講ずるために、UAVによる3次元データの計測作業を実施することとした。

この時点では、被災の中心である下流住宅地には、多くのUAVが飛行していることから、安全を考慮して計測範囲は、市道伊豆山神社線から源頭部の上流部溪流区間とした。

この時に撮影したUAV撮影画像より、市道伊豆山神社線から源頭部までの中流域にある既設の砂防堰堤も流出土砂により満杯状態であり、中流域を抜けた市道伊豆山神社線までの開けた平地部分にも多くの土砂の堆積が明瞭に確認できた。(図-5、6)



図-5 中流部の堰堤の堆砂状況



図-6 市道伊豆山神社線上流部堆砂状況

7月6日、逢初川上流側1.2km区間 幅約200m範囲のUAV飛行及びレーザー計測を実施した。飛行にあたっては、現場で遭遇した TEC-FORCE や国土地理院と時間調整しながら飛行を行った。(図-7)



図-7 UAVレーザー計測

5. 逢初川上流部 3次元点群処理(7/7)

撮影当日中に、計測データから処理ソフト(ArcGIS Pro、CloudCompare)を使用してオルソ画像及び3次元データを生成・編集して、翌7月7日に熱海土木事務所及び静岡県交通基盤部に提出。G空間情報センターにて一般公開された。(図-8、9)

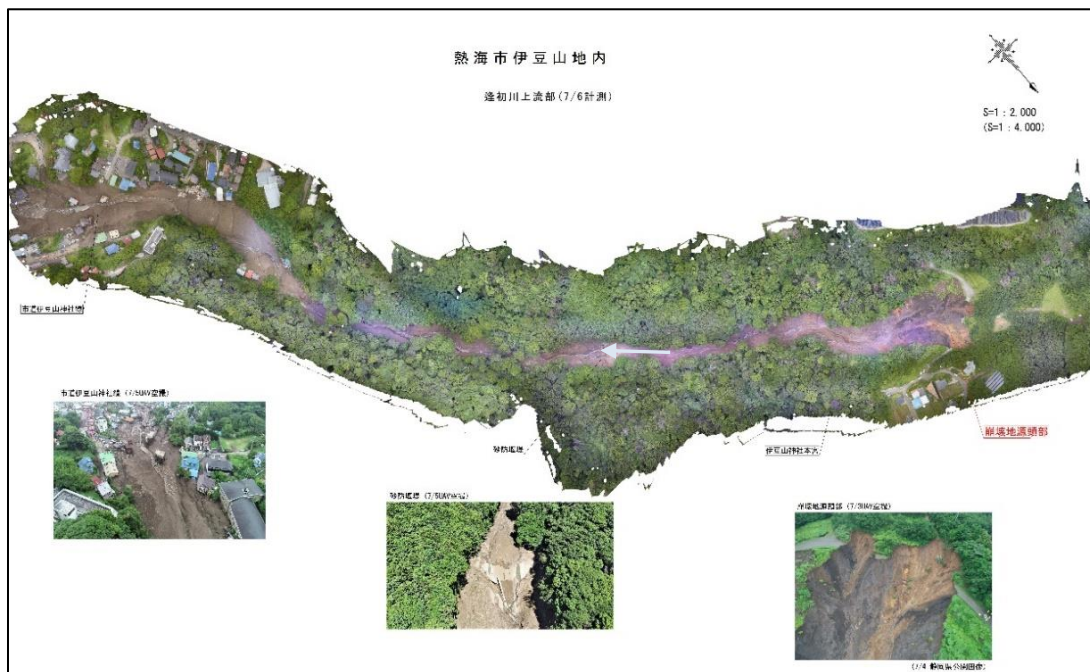


図-8 逢初川上流部オルソ画像

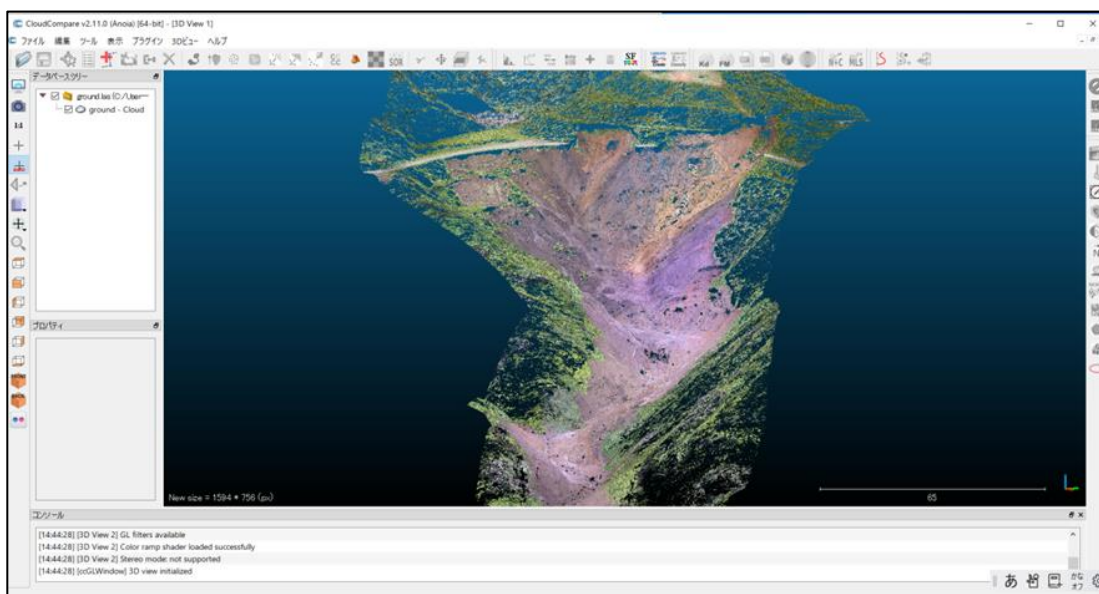


図-9 3次元点群データ(源頭部崩壊状況)

6. 上流部の流出土量計算・解析結果の報告(7/8)

令和元年に静岡県が取得した「富士山南東部・伊豆東部点群データ」と、今回計測したデータとの差異から処理ソフトにて流出及び堆砂土量を計測し、崩壊堆砂状況図(図-10)等を作成した。

計算・解析の結果、流出土砂のほとんどが源頭部の盛土造成の崩落部分からであり、住宅街への流出土量は約 50,000 m³と判明した。

また、解析結果から以下の報告を行った。

- ・上流部中間の砂防堰堤は満杯の状態である。
- ・自然溪流の区間からの土砂の崩落等は見られず、流出土砂のほとんどは、源頭部の盛土部分である。

この計測結果により今回の土石流の発生原因が概ね特定ができたことは、捜索活動が続いていた現場で、2次災害の発生防止対策に非常に有効であった。

早速、源頭部監視のための見張りや、関連監視施設及び監視機器が設置され、不測の事態に対応ができる体制の構築に繋がった。

7. おわりに

今回の伊豆山土石流災害では、安全性を確保しつつも速やかなUAVによる3Dデータ計測が実施できたこと、及び盛土部分の崩落前の3次元データが有効に活用できたことが、迅速な土砂量の把握と移動実態の報告に繋がったと考えている。

また地域コンサルタントとして、地元静岡東部で発生した甚大な災害に対して幾ばくかの貢献ができたと考えており、それは連日時間を惜しまず作業に取り組んだ各担当者の気概と努力によるものと自負している。

一方、今回の現場では非常に多くのUAVが被災地上空を飛行しており、決して安全な航行が出来る状態ではなかった。非常時の飛行手順や相互調整などについて関係機関で協議して有効的な統一ルールを作成することが必要である。

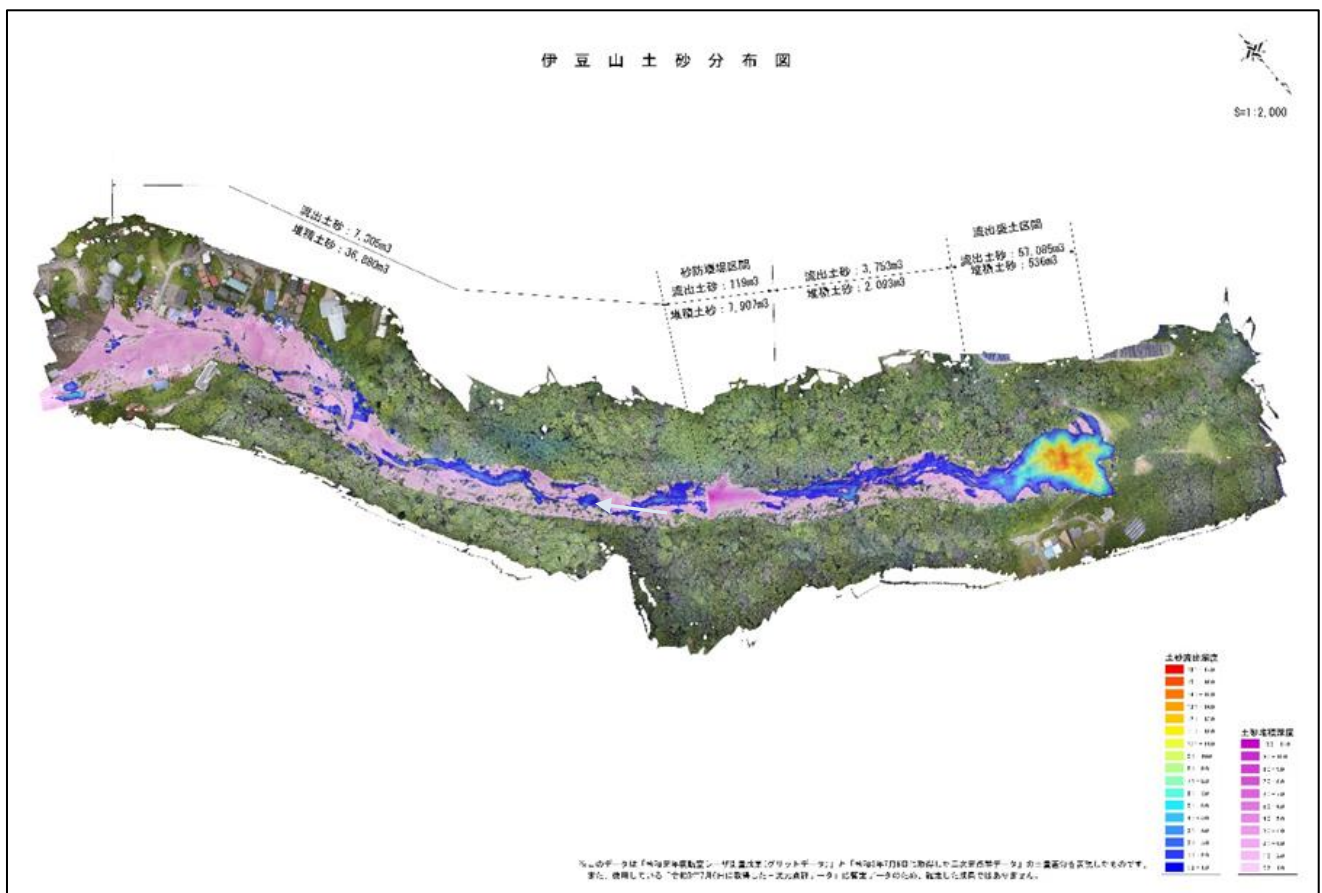


図-10 崩壊堆砂状況図(ヒートマップ)