

# 土石流扇状地上における土石流の流下特性の把握

静岡大学山岳流域研究院 ○金本航

静岡大学大学院農学領域 今泉文寿

岐阜大学大学院連合農学研究科 金子竜己, DAHAL SAMIKSHYA

## 1. はじめに

土石流扇状地は集落や農地などとして利用されるなど、中山間部における重要な生活の場である。土石流扇状地上で土石流の主流路からの氾濫や、流路を変化させる現象である首振り起きると、扇状地上の集落やインフラに多大な損害を与える。それらに対し有効な対策を講じるためには扇状地上での土石流の流下特性を正確に把握することが必要不可欠である。Suwa et al. (2009) や Imaizumi et al. (2019) などが土石流扇状地上を流下する土石流の直接観測を行っていたものの、扇状地上での土石流の動態に関する観測事例はいまだ乏しい。そこで本研究では、毎年数回の土石流が発生する大谷崩一の沢において UAV 撮影による地形計測とタイムラプスカメラによる土石流の動態観測を行い、扇状地上での土石流の流下特性について検討した。

## 2. 調査地および調査方法

調査対象地は静岡県中央北部、安倍川最上流部に位置する大谷崩「一の沢」である。一の沢は、流域面積約 0.3 km<sup>2</sup>、流路長約 1 km の溪流である。一の沢内の標高約 1470 m 地点には大谷大滝と呼ばれる滝が存在し、ここを境に上流部と下流部に区別される。溪床勾配は上流部において 25° 以上、下流部においては 15° ~20° となっており、上流部は土石流発生域、下流部は土石流扇状地に相当する。一の沢は標高約 1300 m で本谷に合流し大谷川となる。

観測に用いた機器は、UAV(Phantom 4 RTK)およびタイムラプスカメラ(Brinno、TLC200pro、TLC300)である。約 2 週間に一度、高度 80 m から UAV により一の沢全体を撮影し、Agisoft Metashape を用いた SfM (他視点ステレオ写真測量)により DEM を作成した。土石流発生の前後の DEM を差分することによって一の沢内の土砂の移動箇所、移動量を把握した。また、タイムラプスカメラを図 1 のように、一の沢主流路に沿って 10 個設置した。撮影間隔は 5 秒もしくは 10 秒である。最も標高が高いカメラから確認できる最高点をポイント 1(P1)とし、もっとも標高の低いカメラから確認できる最低点(P39)まで、主流路沿いに 20 m ごとに判読ポイントを設置した。撮影画像中の判読ポイントでの土石流段波の到達の有無、到達時間、流動形態を確認した。流動形態については、土石流を表面の石礫の間隙が泥水で満たされている飽和流と間隙が水で満たされていない不飽和流に目視判読により区分したうえで、段波を飽和流のみからなる段波、不飽和流のみからなる段波、飽和流と不飽和流の両者を含む段波の 3 種類に分けた。観測期間は 2024 年の 4 月~11 月である。

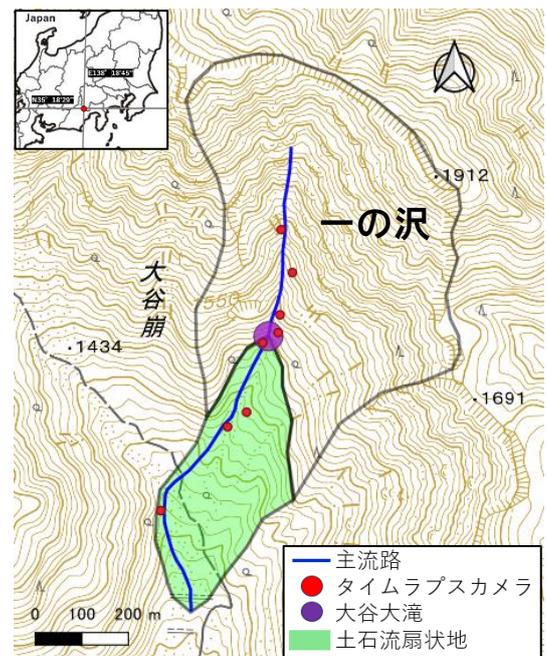


図 1. 調査地位置図および観測地  
(地理院地図を一部改変)

### 3. 結果および考察

本研究により、2024年は6月28日、7月16日、8月31日、10月5日、11月2日の土石流を観測できた。観測期間中において明確な首振り確認できなかったが、8月31日のイベントでは UAV による地形計測により、流路位置の変化が P39 から上流 180 m 地点において確認できた。図 2 に 8月31日の土石流段波の流下状況を示す。扇状地上 (P39 から 0~740 m) での土石流の流下形態に着目すると、一つの土石流イベント内の前半は不飽和流の割合が大きいが、後半になると飽和流の割合が大きくなる傾向がみられた。各土石流イベントの初めの段波は不飽和流が卓越しており、流下速度が遅い傾向にあった。また、扇状地上で停止する段波を複数確認した。イベント前半の不飽和流が堆積させた土砂を後続の段波が押し流す、もしくは避けて流下する現象が複数みられた。流路上の堆積物は channel plug と呼ばれ、首振りの発生要因となる (de Hass et al. 2024)。これが流路の変化に影響する可能性がある。

次に、土石流発生時の降雨指数と扇状地上の土石流の最大流下距離との関係を示した (図 3)。なお、横軸は降雨指数を各指数の平均値で割ることで正規化した。その結果、10 分間雨量、直前 1 時間累積雨量、直前 3 時間累積雨量は扇状地上での最大流下距離との強い相関がみられた。一方で直前 6 時間累積雨量は弱い相関がみられた。これは短時間での集中的な降雨が土石流の流下距離に影響を与えていることを示唆している。

### 4. おわりに

本研究により、ひとつの土石流イベント内においても、段波ごとに扇状地上での流下距離や流動形態が異なることが明らかになった。扇状地上での土石流の首振りのメカニズムを解明するためには、今後も観測を継続し、首振りにつながる一連の段波の動態を明らかにする必要がある。

### 参考文献

Imaizumi et al. (2019): Initiation and runout characteristics of debris flow surges in Ohya landslide scar, Japan, *Geomorphology* 339, 58-69, Suwa et al. (2009): Behavior of debris flows monitored on test slopes of Kamikamihorizawa Creek, Mount Yakedake, Japan, *International Journal of Erosion Control Engineering*, Vol. 2, No. 2, 33-45, Tsunetaka et al. (2024): Debris-flow fan channel avulsions: An important secondary erosional process along the Ichino-sawa torrent, Japan, *Earth Surface Processes and Landforms* 49, 4759-4775, de Haas et al. (2024): Debris-flow Watersheds and Fans: Morphology, Sedimentology and Dynamics, *Advances in Debris-flow Science and Practice*, 9-73

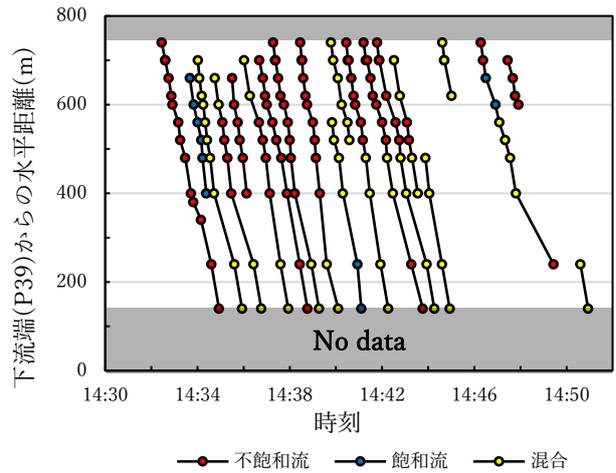


図 2. 2024 年 8 月 31 日の土石流段波のグラフ

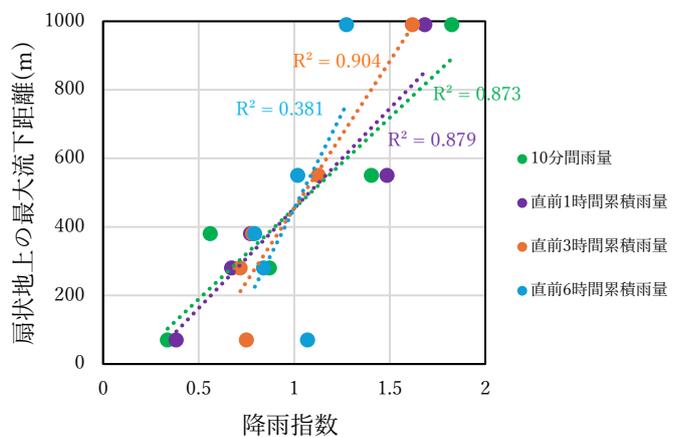


図 3. 扇状地上の最大流下距離と土石流発生時の降雨指数の関係