

土石流扇状地上での勾配の空間分布と土石流の侵食・堆積特性

静岡大学大学院山岳流域研究院 ○本谷公輝
 岐阜大学大学院連合農学研究科 Dahal Samikshya
 静岡大学大学院農学領域 今泉文寿

1. はじめに

土石流扇状地は上流域と比べて流路の勾配が緩やかであるため、土石流の停止の場となりやすい。しかしながら土石流扇状地であっても勾配は空間的な分布をもっており(de Haas et al., 2020), そのことが土石流の経路や停止位置, 侵食・堆積特性に影響を与える可能性がある。これらの影響はこれまで流路実験等により検討されてきたものの(例えば, Iverson, 1997), 同一溪流において複数回発生した土石流を対象に, 現地データに基づき侵食・堆積特性を明らかにした事例は乏しい。そこで本研究では, 土石流扇状地の勾配の空間分布が, 土石流の侵食・堆積特性に与える影響について検討した。

2. 調査地および調査方法

本研究の調査地は, 静岡県静岡市を流れる安倍川の源頭部に位置する大谷崩の「一の沢」である(図1)。地質は砂岩・頁岩, そしてそれらの互層で構成されており, 流域面積は約0.33 km²である。土石流扇状地にあたる一の沢下流域の土砂の侵食・堆積状況の把握のため, UAV (DJI Phantom 4 RTK, Matrice 4E) を用いた多地点ステレオ写真測量 (UAV-SfM) を実施した。観測期間は2020年~2025年であり, 土石流の直前, 直後においてUAV-SfM が実施できたものを本研究の解析対象とした。UAV 画像を写真測量ソフト (Agisoft Metashape) により解析し, オルソ画像と数値標高モデル (DEM, ピクセルサイズ0.1 m×0.1 m) を作成した。地理情報システムソフト (QGIS) により, 土石流発生前と発生後のDEMの差分により標高変化を計算した。計算結果から, 土石流により時系列的に変化する土石流扇状地の勾配の空間分布, 土石流の流下範囲や侵食・堆積深を求めた。また, 侵食から堆積へと移行し, 以降継続的に堆積が生じた地点を, 恒常的な堆積開始地点と定義した。

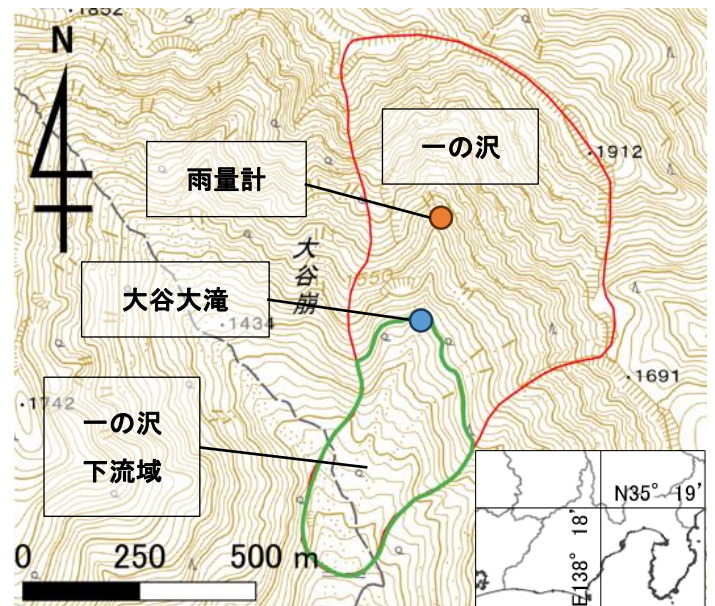


図1 調査地位置図および観測地点
(国土地理院地図を一部改変)

表1 土石流発生日と降雨状況

土石流発生日	最大10分間雨量(mm/10min)	総雨量(mm)
2020/7/6	7.6	537.6
2021/7/13	23.4	74.8
2023/6/9	19.0	125.0
2023/8/3	11.0	66.0
2023/8/9	7.0	66.0
2023/8/14	11.0	242.0
2024/6/28	6.0	137.0
2024/7/16	8.6	132.4
2025/9/13	12.4	99.8

3. 結果および考察

本研究の解析に使用した土石流の発生日と降雨状況を表1に示す。観測期間内に9つの土石流が観測された。溪床勾配と侵食・堆積深を対比した結果、2021年7月13日および2023年8月14日に発生した土石流イベントにおいて、両者の間に有意な相関関係が認められた(図2)。一方で、これら以外のイベントでは溪床勾配と侵食・堆積深との間に明確な統計的関係が認められなかった。この要因として、土石流の侵食・堆積過程が溪床勾配のみならず、複数の要因によって左右されるためであると考えられる。

侵食から堆積へと変化する地点の溪床勾配と最大10分間雨量との関係性を図3に示す。この2つには、決定係数が0.92 ($p < 0.01$) という極めて高い負の相関が認められた。この結果は、短時間の降雨強度が大きいイベントほど、緩勾配区間まで侵食が継続することを示唆している。これに対し、総雨量と堆積開始地点の勾配との関係(図4)については、決定係数が0.46 ($p = 0.21$) であり、統計的に有意な関係は認められなかった。以上より、堆積開始地点の勾配は、イベント全体の降雨量よりも短時間の降雨強度に強く支配されている可能性が高い。

4. おわりに

本研究により、土石流イベントごとに侵食・堆積の卓越区間が異なることが明らかとなった。また、最大10分間雨量と堆積開始地点の勾配との間には極めて高い負の相関が認められた。今後は、溪床勾配と侵食・堆積特性の関係をより明確にするため、データの蓄積に加え地形の時系列変化を考慮した検討を進める必要がある。

参考文献

de Haas T, Nijland W, de Jong S.M, Mc Ardell B.W(2020) :How memory effects, check dams, and channel geometry control erosion and deposition by debris flows, Scientific Reports, 10, 14024
Iverson, R. M. (1997):The physics of debris flows, Reviews of Geophysics 35 (3), p245-296

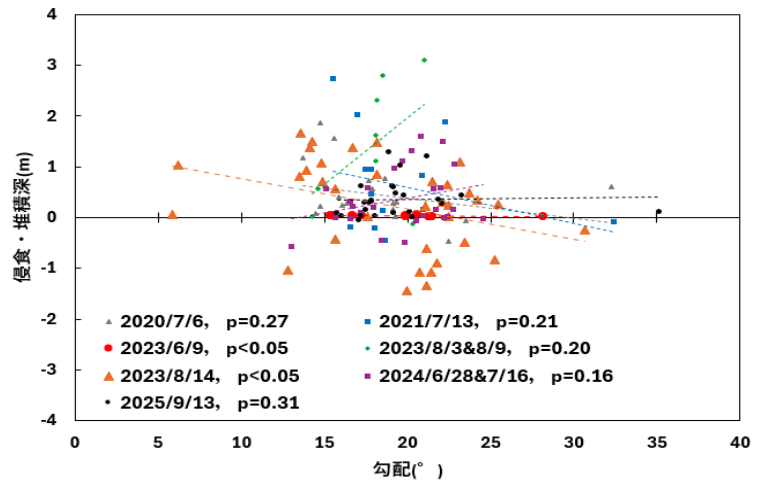


図2 勾配と土砂の侵食・堆積量

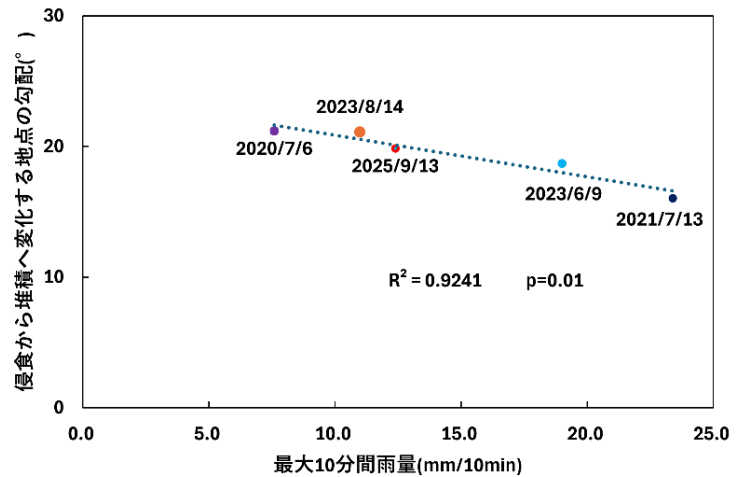


図3 最大10分間降雨量と恒常的に堆積が開始した地点の勾配

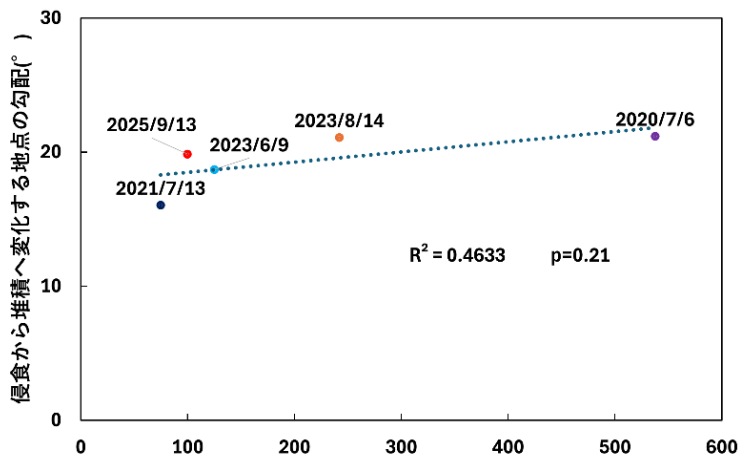


図4 総雨量と恒常的に堆積が開始した地点の勾配