

富士山大沢川における土砂流出形態と侵食堆積特性の関係

静岡大学農学部 ○今泉文寿・山本蓮
筑波大学生命環境系 池田 敦
静岡県立農林環境専門職大学 逢坂興宏
アジア航測(株) 柏原佳明・西村直記

1. はじめに

複数タイプの土砂流出現象により災害が発生するリスクのある溪流では、土砂流出のタイプごとに河床の侵食・堆積特性を把握したうえで、土砂流出の規模や堰堤の土砂調節効果を評価する必要がある。しかしながらこのような溪流において土砂流出タイプごとに侵食・堆積特性を整理した事例は少ない。そこで本研究では、土石流、土砂流、スラッシュ雪崩など、複数種類の土砂流出現象が活発に発生している富士山大沢川流域において、それぞれの現象の流下特性（流出土砂量、流下範囲）の実態把握を行ったうえで、流下特性に影響を及ぼす気象・地盤条件、不安定土砂の堆積状況を検討した。

2. 研究対象地概要

研究対象地は富士山西側斜面に位置する大沢川流域である（図1）。地質は玄武岩質溶岩とスコリアの互層である。富士山頂直下から標高 2,200 m 付近にかけてのびる大沢崩れ（長さ約 2.1 km, 最大幅約 500 m, 最大深さ約 150 m）を源流域に有し、標高 900 m 以下には扇状地が広がる。溪床勾配は上流から下流に向けて緩やかになるが、滝や狭窄部など、局所的な急勾配区間もみられる。

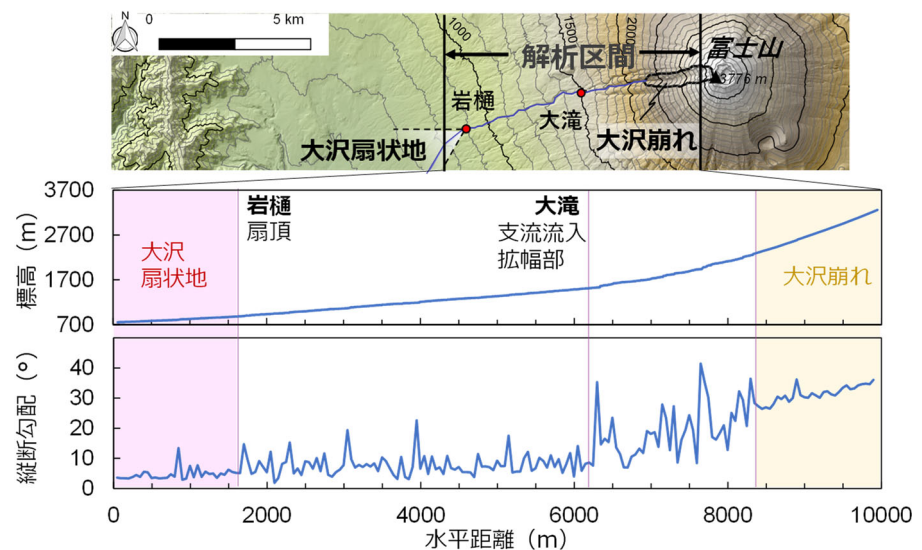


図1 調査地の地形図と縦断地形

3. 研究方法

3. 1 土砂流出のタイプの特定

土砂流出のタイプを特定するため、航空レーザー測量が定期的に行われている 2008 年以降の土砂移動イベントを対象に積雪の有無と、地盤凍結の有無を調べた。まず、静岡県が設置しているライブカメラ「富士山ビュー」の画像を判読することで、土砂移動イベント時の富士山高標高帯における積雪の有無を調べ、積雪時に発生した土砂移動をスラッシュ雪崩、無積雪時に発生したものを土石流・土砂流とした。大沢川では地盤の凍結期と非凍結期で土砂移動の発生条件が異なることが報告されており（花岡ら, 2007）、2つの時期で河床変動の特徴が異なる可能性がある。そこで無積雪時に発生した土石流・土砂流について、発生場付近における地盤の凍結の有無を Degree-day 法により推定した（山本ら, 2019）。

3. 2 土砂流出に伴う侵食・堆積量

航空レーザー測量によって得られた DEM（2008～2019 年）を差分解析することで、縦断方向での侵食・堆積量の分布を調べた。また、溪床勾配ごとの侵食・堆積量もあわせて整理した。溪床の侵食・堆積現象は平衡濃度の概念により説明されることが多く、溪床勾配から与えられる平衡濃度を上回る濃度の土砂流出があると堆積が、下回る濃度の土砂流出があると侵食がおきる。そこで侵食、堆積が活発におきた区間の溪床勾配を整理することで、土砂流出の濃度について考察した。本研究では溪床における侵食・堆積特性を明確化するため、山腹斜面を解析対象から除外した。また、人為的な影響を排除するため、扇状地の除石が行われている区間についても、解析対象から除外した。

4. 結果および考察

積雪および地盤の凍結の有無に基づき土砂流出のタイプを分類したところ、スラッシュ雪崩が8イベント、凍結期土石流（土砂流）が5イベント、非凍結期土石流（土砂流）が6イベントであった。図2には2011年11月19日の凍結期土石流によって引き起こされた地形変化を示す。大沢崩れから大滝下流まで侵食傾向が続き、扇状地では明確な堆積傾向にある（図2a）。溪床勾配で整理をした図2bをみると34°で大きな侵食のピークがあるが、これは大沢崩れ内の崖錐の角度とほぼ一致する。また8°を境界として、侵食傾向から堆積傾向に切り替わっている。この勾配（以下侵食・堆積閾値と呼ぶ）は、同じ凍結期土石流（土砂流）であってもイベントごとに差異があり、全勾配にわたり堆積傾向にあったイベントも存在した。図3には2011年9月11日の非凍結期土石流によって引き起こされた地形変化を示す。今回、非凍結期土石流のみが発生した解析期間はこの1時期のみであった。このイベント時には全区間にわたって堆積傾向にあった。

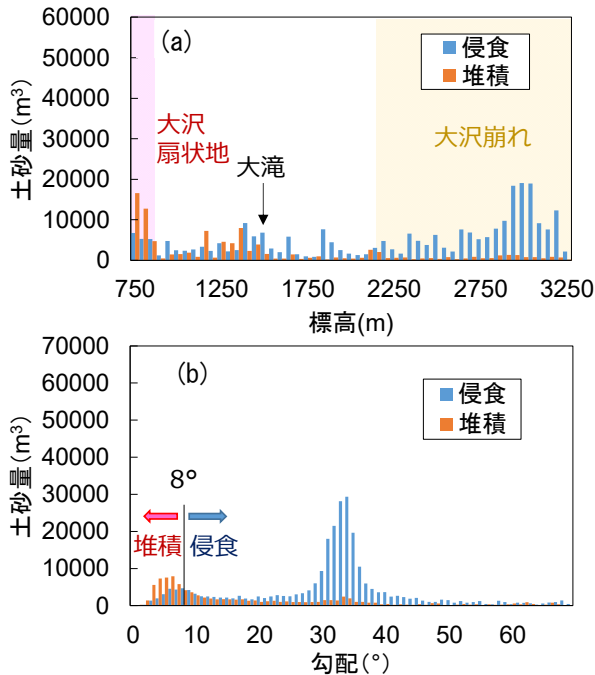


図2 凍結期土石流流下時の侵食・堆積状況 (2011/9~2011/11 の変化)

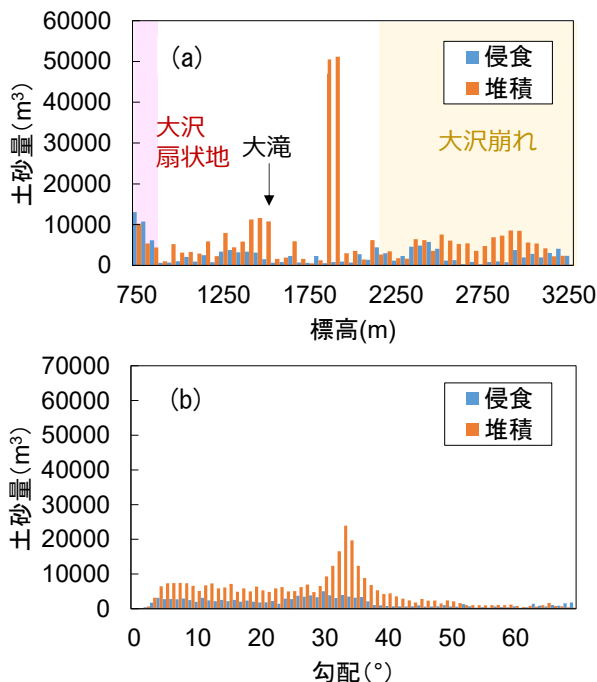


図3 非凍結期土石流流下時の侵食・堆積状況 (2011/6~2011/9 の変化)

今回、非凍結期土石流のみが発生した解析期間はこの1時期のみであった。このイベント時には全区間にわたって堆積傾向にあった。

侵食・堆積閾値と土砂流出タイプ、降水量の関係を検討した（図4）。図3のように全勾配にわたって堆積傾向にある場合は、便宜的に崖錐の角度（34°）を侵食・堆積閾値とした。非凍結期土石流は、凍結期土石流（土砂流）やスラッシュ雪崩と比較して、大きな降水量であっても侵食・堆積閾値が高い。つまり、非凍結期土石流は土砂濃度が高いことが示唆される。凍結時土石流（土砂流）やスラッシュ雪崩は少ない雨量であっても、緩勾配区間まで侵食が続く場合がある。また、連続雨量が多いほど侵食が緩勾配区間まで続く傾向にあった。つまり、凍結期間でかつ連続雨量が大きい場合は土砂流出の濃度が低くなると推察される。

5. おわりに

土砂流出のタイプや降水量が侵食堆積特性に影響を及ぼすことが示された。このため、複数種類の土砂流出現象が発生する溪流については、土石流以外の現象も考慮した対策が必要であると考えられる。

引用文献：花岡正明ら（2007）富士火山，407-425；山本ら（2019）中部森林研究 68

謝辞：本研究は河川砂防技術研究開発（地域課題）による助成を受けた。中部整備地方整備局富士砂防事務所からデータの提供や調査のサポートなどの支援を受けた。ここに付記して感謝いたします。

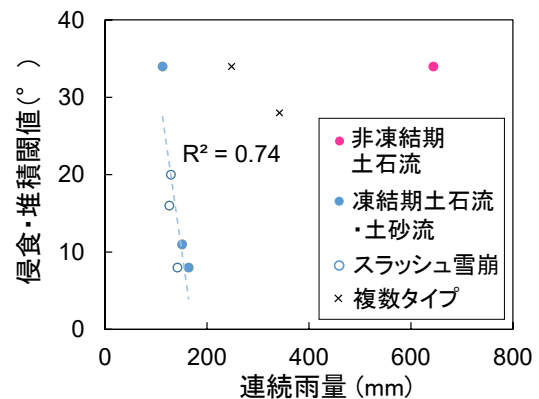


図4 連続雨量と侵食・堆積閾値の対比