

降雨浸透特性と溪床堆積土砂量の変化に着目した
火山噴火後の土石流発生ポテンシャルの変化

Changes in Potential of Debris Flow Occurrence After Volcanic Eruptions Due to the Changes of
Rainfall Infiltration Capacity and Sediment Deposition Volume

○小林正直・藤田正治・竹林洋史・宮田秀介・山野井一輝

○Masanao KOBAYASHI, Masaharu FUJITA, Hiroshi TAKEBAYASHI, Shusuke MIYATA, Kazuki YAMANOI

In Ashirai-dani Valley, where debris flows often occurred after the eruption of Mt. Yake, the first one in about 20 years occurred in 2019. The accumulation of sediment in the riverbed during the period when debris flows did not occur is assumed to be one of the reasons for this. It was also shown that a large amount of water was rapidly supplied to the river channel due to strong rainfall that exceeded the rainfall infiltration capacity of the slope, which also contributed to the occurrence of debris flows. In this study, numerical calculations showed that sediment tends to accumulate on the riverbed in the absence of a debris flow, and that a debris flow can occur when the river channel is supplied with water rapidly beyond its slope infiltration capacity and sediment has accumulated in the stream bed (138 words).

1. はじめに

火山地域の溪流で土石流が頻発することはしばしば報告されているが、噴火後しばらくしてからの土石流発生の経年変化について研究されている例は多いとは言えない。本研究では土石流の発生頻度、あるいは、発生時の大規模化に関わる土石流ポテンシャルの要因について溪床堆積土砂量と降雨浸透特性に着目し数値解析等で検討する。

2. 溪床堆積土砂量の変化

火山噴火時には火山灰等の土砂が溪流に供給されることで土石流ポテンシャルが上昇する。大量の噴出物が比較的弱い降雨でも土石流・泥流として流下する、あるいは噴火時に土石流そのものが火山から噴出してくることなどが知られており、流域内における火山噴出物が減るまで土石流が頻繁に発生する。土石流の頻発で溪床土砂が浸食されてポテンシャルが低下すると土石流が発生しなくなるが、土石流が非発生である期間には、経年的な土砂生産と蓄積により溪床土砂量並びにポテンシャルが再度上昇する。

焼岳に端を発する足洗谷流域では、1962年の噴火以後頻発していた土石流発生の頻度が低下し、2019年のものは約20年間ぶりに観測されている。このような非発生期間において凍結融解作用やガリ壁面の浸食により生産された土砂が河道に供

給・蓄積されてきたことで2019年の土石流の一因となった可能性がある。

同流域における年間の土砂生産量は、澤田 1)の研究によると、 $7.2 \times 10^3 [m^3/year]$ である。泉山の開発した凍結融解土砂生産モデルを実装した山野井らの土砂動態モデル 2)を用いて計算された2003～2019年の年間の土砂生産量は $1.1 \times$

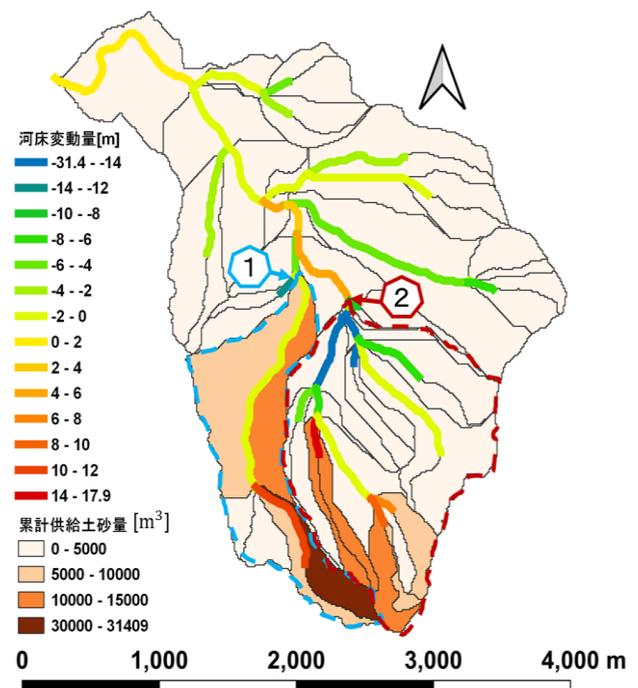


図1 凍結融解土砂生産を考慮した
2003～2019年の河床変動量

10⁴[m³/year]でありやや大きい概ね適当である。生産土砂は崖錐モデルによって河道に供給され、山野井らの降雨流出・渓流水理モデルに従って渓床堆積土砂の流出が解析される。流砂形態としては層流砂と浮遊砂を考慮する。図1には、各斜面からの河道への供給土砂量と2003年を基準とした2019年末時点での各河道の河床変動量を示した。生産・供給土砂が多い黒谷・白水谷の源頭部における河道で土石流のなかった17年間における堆積土砂量が8~17mとなっている。表1には土石流発生・流下域である黒谷・白水谷流域全体での河道供給土砂量と流出土砂量の差、すなわち17年間の貯留土砂量を示したもので、土石流による土砂移動がない場合供給された土砂の内6割程度が貯留されていることが分かる。

表1 黒谷・白水谷における2003~2019年の土砂収支

地点	1(黒谷)	2(白水谷)
供給土砂量 2003~2019(A)	60,818[m ³]	60,581[m ³]
流出土砂量 2003~2019(B)	15,219[m ³]	31,078[m ³]
(A)-(B) 貯留土砂量の変化量 2003~2019	45,598[m ³]	29,502[m ³]

3. 斜面浸透能特性の変化

土石流の発生条件として重要なのが、河道に供給される流量、即ち降雨と降雨浸透・流出特性である。斜面崩壊ではなく渓床の不安定土砂の再移動による土石流発生の場合、渓床の土砂を移動させるだけの水が供給されることが土石流の発生条件になる。火山噴火後に火山灰が斜面を被覆しクラスト構造を形成することなどで斜面の降雨浸透能が低下すると、斜面表面流が発生しやすくなる、すなわち河道供給量が増加して土石流が発生しやすくなること、その一方で低下した斜面浸透能は斜面表面の浸食等により経年的に回復することなどが知られている。

足洗谷における2019年土石流発生時の降雨状況については、筆者ら3)が谷源頭部に強雨が直撃し斜面に表面流が発生して河道に一挙に水が供給されたことを報告している。

降雨浸透能の影響を考慮するため、斜面浸透能を超える強度の雨がホートン型地表流を生じさせる斜面降雨流出モデルを導入する。これにより豪雨時の河道への急激な水の供給を考慮する。また、

各河道における堆積土砂層を仮定し、河道の浸透流と表面流を考慮することで各河道での土石流発生条件として河道堆積土砂の安定解析を行う。安息角を35°としたとき、国土地理院DEMデータから抽出された各河道の勾配によって安定限界となる(河道水深/堆積層厚)比が定まる。

図2は、斜面の浸透能を25[mm/h]、河道の堆積層厚を1m、河道堆積層の透水係数を0.5[m/s]とした時の、2019年イベント時の黒谷最上流河道の水深変化を示したもので、激しい降雨に伴い水深が土石流発生限界水深(この河道では0.77)を超えていることが分かる。

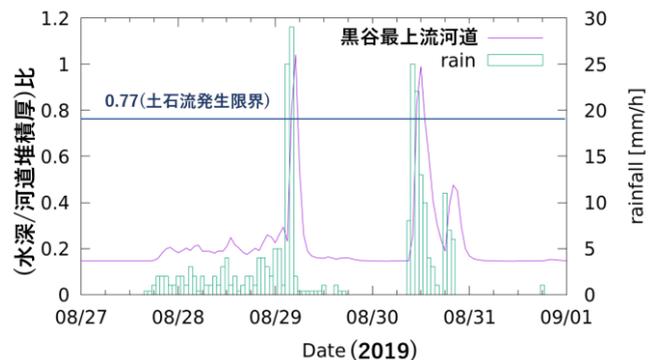


図2 2019年イベント時の黒谷河道の状況

4. まとめ

噴火後土石流が頻発していた足洗谷流域では、2019年に約20年ぶりとなる土石流が発生した。凍結融解土砂生産モデルを用いた17年間の計算で、土石流による土砂移動がない場合谷源頭部の土石流発生場の河道に土砂が蓄積し、土石流ポテンシャルが高まっており2019年のものの一因となった可能性が示された。また、降雨浸透特性を考慮できるモデルと渓床土砂の安定解析から急激な河道への水の供給が土石流発生に与えた影響を改めて検討した。

参考文献

- 1) 澤田豊明：神通川水系焼岳に発生する土石流の観測および解析平成13年度受託研究報告書, 2001
- 2) 山野井一輝：土砂生産・土砂供給過程を考慮した土砂流出モデルの開発とその応用に関する研究, 京都大学学位論文, 2017
- 3) 小林ら：昭和37年焼岳噴火後の足洗谷における土石流の発生, 2020年砂防学会研究発表会概要集, 2020