

焼岳噴火後の土石流発生ポテンシャル評価  
 Evaluation of Debris Flow Generation Potential after Mt. Yakedake's Eruption

○岩井智哉・宮田秀介・山野井一輝・藤田正治

○Tomoya IWAI・Syusuke MIYATA・Kazuki YAMANOI・Masaharu FUJITA

In this study, we investigated the relationship between long-term changes of sediment volume and the occurrence or non-occurrence of debris flows based on numerical simulations. As a result, a cycle was reproduced in which the thickness of the sedimentary layer gradually increased due to sediment production and was reset to zero by the debris flow. This shows that the occurrence of debris flows is not only affected by rainfall intensity, but also by an increase in the amount of accumulated sediment, that is, an increase in the debris flow generation potential (91 words).

1. はじめに

溪床堆積物の不安定化による土石流化の発生には急勾配な河道に十分な水と土砂が存在することが必要条件となる。火山噴火直後は火山灰に伴う斜面浸透能の低下に伴い降雨が河道に集中しやすくなることと、噴出物に伴う新規土砂の供給により土石流が頻発しやすい状況となる。

一方、非火山性の流域や、噴火から十分に時間が経過して浸透能が回復した流域では、同じような降雨イベントに対しても源頭部の堆積土砂量の違いによって土石流の発生・非発生が分かると考えられる。そこで、本研究では噴火から十分な時間が経過した流域において長期的な堆積土砂量の変化と土石流の発生・非発生の関係を、数値シミュレーションをもとに検討した。

2. 解析方法

対象流域は岐阜県高山市の神通川水系足洗谷流域(図1)とし、対象期間は1987年1月から2020年12月までとする。解析には流域土砂動態解析モデルであるSiMHiS: Storm Induced Multi-Hazard Information Simulator<sup>1)</sup>を用いた。ここで、河道における水輸送モデルにおいては表面流と浸透流に関して個々に質量保存則を立式し、河道における表面流や浸透流の水深が求められるよう、改良を行った。

次に、高橋による方法<sup>2)</sup>に倣って飽和した堆積土層を対象に安定性を検討した。水と土砂の重力の下流向きの成分から、堆積物の表面から深さ $z$ の地点までの範囲にある土塊が滑ろうとする力 $\tau(z)$ が計算できる。水輸送モデルにより得られる表面

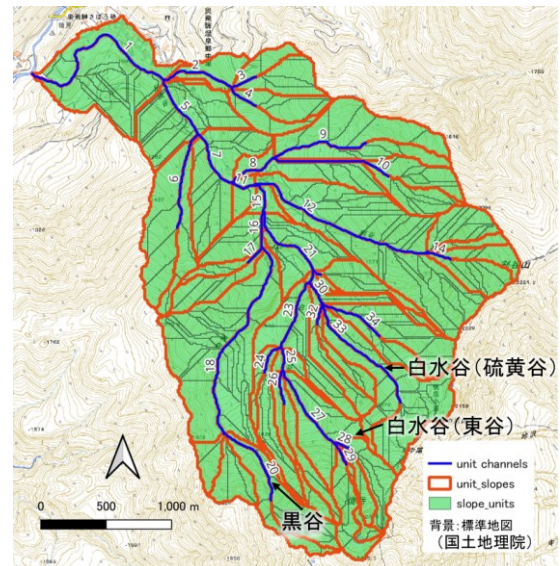


図1 対象流域 (単位河道脇の数字は河道番号)

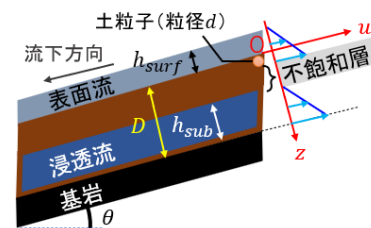


図2 河道において不飽和層が存在する場合

流水深, 浸透流水深から深さ $z$ の地点における水圧(静水圧分布を仮定)が得られ,  $\tau$ 同様に求めた全応力と水圧の差から有効応力 $\sigma'$ を得る。ここで, 出水時にも堆積土砂が全て水に覆われるわけではなく, 土中と大気での空気のやり取りがあると考えられるため, 一部が不飽和の際, 図2の通り浸透流の水面以深でも静水圧分布であると仮定した。さらに, 粘着力を $c$ , 内部摩擦角を $\phi$ とすると $\tau_L =$

$c + \sigma' \tan \phi$ として滑りに抵抗する力 $\tau_L$ が算出される。そこで、

$$F_{deb} = \min_{d \leq z \leq D} F(z) \left( F(z) = \frac{\tau_L(z)}{\tau(z)} \right)$$

として土石流発生に関する安全率 $F_{deb}$ として定義した。ここで、 $d, D$ はそれぞれ平均粒径、堆積層厚である。 $F(z)$ が $z$ に関して単調に増加または減少することから、

$$F_{deb} = \min\{F(d), F(D)\}$$

すなわち、 $F_{deb}$ は堆積物のごく表面付近または下端における $F(z)$ の値で評価される。さらに、 $F(D) < 1$ となった場合は土石流が発生するものとし、対象の単位河道における堆積層厚を0 mとした。

降水量はアメダス栃尾観測所のものを用いた。裸地斜面からの土砂生産量は凍結・融解モデル<sup>3)</sup>により求め、接続する単位河道に均一に堆積させた。粘着力は $c = 20$  kPa、河道における透水係数は $1.0 \times 10^{-3}$  m/s、浸透能は河道、斜面のいずれにおいても100 mm/hとした。

### 3. 解析結果

白水谷（東谷）源頭（図1参照；28番河道；川幅5.0 m、河床勾配23.6°）における解析結果を降雨強度と合わせて図3に示す。生産土砂が河道に堆積することで堆積層厚が徐々に上昇した。その後、10 mm/hを超える程度の比較的強い雨が降ると全層が飽和し、堆積物の底面で水圧が上昇することで有効応力 $\sigma'$ が減少した。 $F(D) < 1$ 、すなわ

ち土石流が発生すると、堆積層厚が0 mになり、その後は再び生産土砂による堆積層厚が増加するという流れを繰り返した。また、堆積層厚の増加によって $F_{deb}$ は次第に小さくなり、やがて $F_{deb} < 1$ となって、堆積層厚が0 mになると $F_{deb}$ は急上昇するという変化を繰り返した。

土石流の発生は降雨強度だけでなく、堆積土砂の増加が大きくかかわっており、土砂生産によって徐々に上昇した土石流発生ポテンシャルが土石流発生によって急降下することが数値計算によっても再現された。ただし、計算結果では34年間の解析期間に対して10回、土石流が発生した。足洗谷流域全体で10年以上土石流が観測されないこともあるため、計算結果における土石流発生頻度は実現象に比べて高い。今後、入力データである地形データや各パラメータの設定に関して再検討する余地がある。

### 参考文献

- 1) 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
- 2) 高橋保：土石流の発生と流動に関する研究，京都大学防災研究所年報第20号B-2，p.405-435，1977
- 3) 泉山寛明：風化基岩における凍結融解による土砂生産プロセスとそのモデル化に関する研究，京都大学学位論文，2012

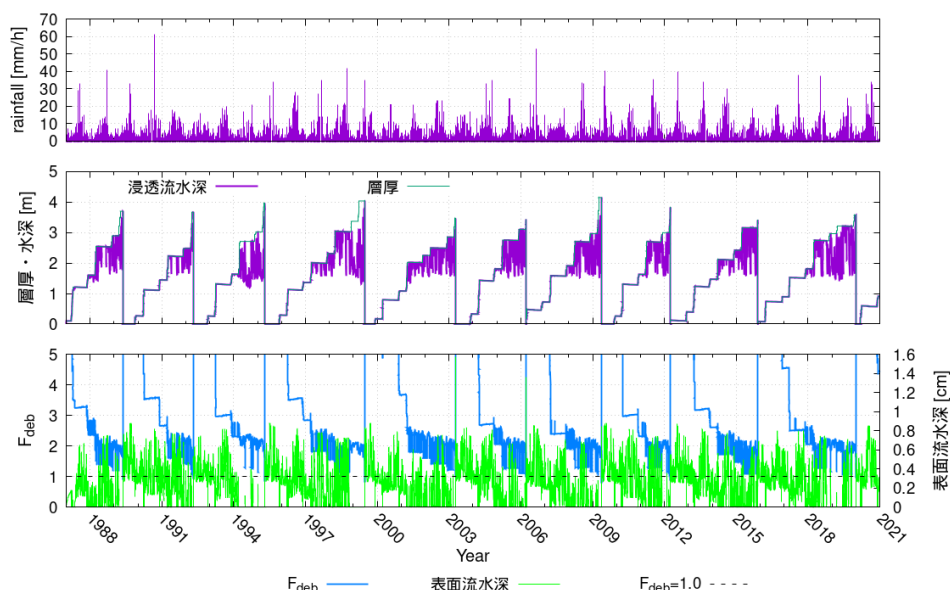


図3 降雨強度と白水谷（東谷）源頭における解析結果