

水路実験に基づく粘着性・非粘着性ラハールの流動性の検討  
 Modeling of Cohesive and Non-cohesive Lahars Based on an Experimental Study

○常松佳恵・石川智也・片岡香子・竹林洋史

○Kae TSUNEMATSU, Tomoya ISHIKAWA, Kyoko KATAOKA, Hiroshi TAKEBAYASHI

A lahar is a flow phenomenon of a mixture of pyroclasts and water which occurs during and after a volcanic eruption. Such lahars have reached towns at the foot of mountains and caused countless numbers of fatalities throughout history. Therefore, it is important to predict a lahar affected area by using numerical models. In Japan, phreatic eruptions ejecting clay often occur, and the lahars with a high clay content are observed. Studies report that cohesive lahars flow down longer distances than non-cohesive lahars. As the lahar models rarely include the effect of cohesive flows, we study flow properties of cohesive and non-cohesive lahars by conducting experiments with a small-scale flume.

### 1. はじめに

ラハールは火山の噴火中もしくは噴火後に起こる、火山性碎屑物と水が混ざり合って流下する現象である。爆発的噴火を起こす火山において多く発生し、麓の街などに大きな被害をもたらしたことがある危険な現象である。日本でも十勝岳などで大正時代に起こった泥流では144人という多くの人命を失った例がある(南里, 2008)。そのため、信頼できるラハールの数値モデルを開発し、今後起こり得るラハールの流下範囲を予測することは被害軽減のための対策を考える上で重要である。日本の火山は水蒸気噴火を起こすことが多く、粘土含有量の比較的高いラハール堆積物が見られ(例, 御嶽火山: Kataoka et al., 2018; 蔵王火山: Ban et al., 2022)、今後もこのような粘土含有量の高い粘着性ラハールが発生することが考えられる。し

かし、粘着性を考慮した数値モデルはあまり考えられていない。よって本研究では数値モデルに組込むため、粘着性ラハールの流動特性を実験から明らかにすることを目的とする。

昨年度はラハールの水路実験を行って、粘土としてカオリンもしくはスメクタイト、珪砂、水の混合物を水路で流下させた際の流れの平均速度を求めた。今年度はさらに実験を進め、系統的に混合物中の粘土含有量を変えた際の流れの変化などを調べた。

### 2. 手法

水路流下実験では粘土試料として入手しやすいカオリンを用い、それらを7号珪砂と混合し、さらに水を加えてラハールを模した混合物とした。

水路は幅7 cm、長さ174 cm(一部の実験では幅10 cm、長さ150 cmの水路を用いた)であり、水路上部のラハール開始地点にはゲートを設け、ゲートの上にラハール物質を投入し、ゲートを開くことでラハール物質を流下させた。ラハール物質が流下した距離と、ラハール物質が流下する様子を水路の正面からビデオカメラで記録し、取得した動画を解析することによって平均速度を求めた。平均速度はラハール物質が流れた距離を流下時間で割ることによって求めた。なお、水路は上部に設置されている滑車を用いて角度を変えることができるようになっており、水路の傾斜角を20度、25度、30度と変化させて実験を行った。

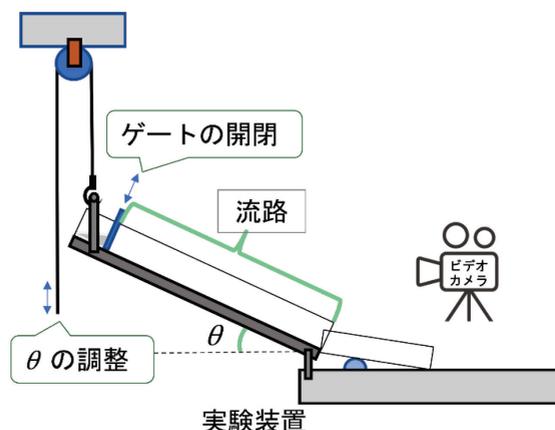


図1 水路流下実験に用いた実験装置の模式図。

### 3. 結果と考察

図2に水路実験で得られた平均速度の結果の例を表す。平均速度は、珪砂と水のみ混合物にカオリンを足していくと、上昇する様子が見られた。さらにカオリンの分量を増やしていくと平均速度が急激に減少に転じて流れにくくなる様子が見られた。これは少量のカオリンが加わるとカオリンが珪砂の粒を流しやすくする潤滑油的な役割を果たし、平均速度が上昇するためと考えられる。また、カオリンの量が多くなると粘着力が増して流動性が失われ、結果として平均速度が減少すると考えられる。

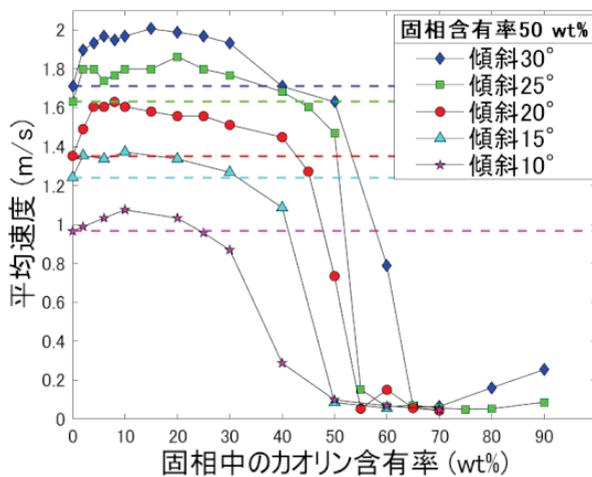


図2 固相含有率 50 wt% とした際に固相中のカオリン含有率を変えて平均速度の変化を表したものの。点線はそれぞれの傾斜において、珪砂と水のみ混合物の平均速度を表している。

図3に先端速度の結果を示す。それぞれのラインは一回の実験の結果を表す。時間に対する速度のデータは、解析した画像の解像度があまり良くなかったか、フレームレートの比較的遅いビデオ画像であったため、ばらつきの大きい結果となってしまった。そのため、速度のプロットデータは多項式(2次または3次)で近似して実線で表している。流れの開始時に先端速度は上昇し、その後減少して、徐々に停止していく様子が見られた。

この傾向はほとんどの流れについて見られたが、水路の長さが有限なため、一部の結果については混合物が水路を流れ切ってしまう、減速する部分が見られないものもあった。先端速度の極大値などの傾向に平均速度と相関があるかどうか、今後解析を進めて行く。

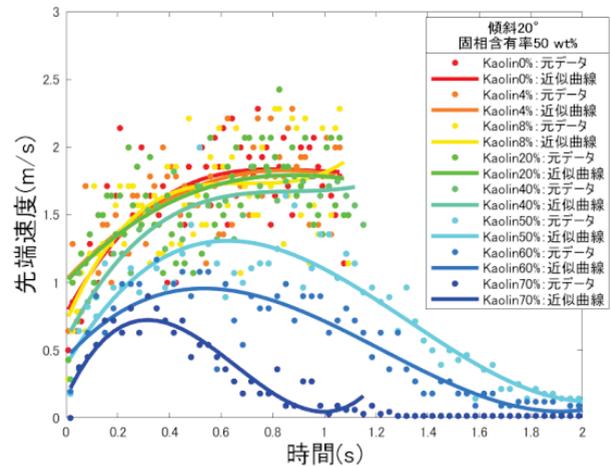


図3 固相含有率 50 wt% の場合の先端速度。固相中のカオリンの含有率を変化させた場合の時間に対する先端速度の値プロットし、多項式近似した。

### References

- Ban, M, Kawashima, K., Tsunematsu, K., Kataoka, K., S., Imura, T. (2022) Lahar deposits along the Nigorikawa River in the eastern foot of Zao Volcano, Japan, during the last 8000 years, *J. Volcanol Geotherm. Res.* 432, 107685.
- Kataoka, K.S., Matsumoto, T., Saito T., Kawashima, K., Nagahashi, Y. Iyobe T. Sasaki, A., Suzuki K. (2018) Lahar characteristics as a function of triggering mechanism at a seasonally snow-clad volcano: contrasting lahars following the 2014 phreatic eruption of Ontake Volcano, Japan, *Earth Planets Space* 70, 113
- 南里 智之, 榎納 智裕, 米川 康, 原田 憲邦, 安藤 裕志, 山田 孝 (2008) 十勝岳・富良野川における火山泥流発生履歴に関する研究. 砂防学会誌, 60, (5), 23-30.