

インドネシア・シナブン火山における レーダー雨量計を用いたラハール発生前の降雨の時空間分布解析

新潟大学農学部 松島 望, ○今野光康, 権田 豊

1. はじめに

火山噴火により、火山灰等が流域斜面に堆積すると流域斜面の浸透能が著しく低下し、小規模な降雨でもラハールが発生する危険性が高まることが知られている（田村ら、2010）。ここでラハールとは、火山噴火に伴って発生する火山泥流や洪水流を総称した用語である。本研究の対象地であるインドネシア・シナブン火山では、2010年の噴火活動開始以来ラハールが頻発しており、ラハールの発生予測システムの構築が求められている。

インドネシアでは、ラハールの発生予測を目的として、地上雨量計による観測網が構築されている事例があるが、熱帯地域特有の局所的な豪雨を捕捉しきれず、ラハールの発生を見逃してしまうことがある（Gonda *et al.*, 2018）。シナブン火山では、広範囲の降雨を高い時空間分解能で観測できるレーダー雨量計（X-Band MP レーダー）が2017年に導入され、この観測データに基づいて、信頼度の高いラハール発生予測システムを構築しようとしている。しかし、レーダー雨量計によって取得されたデータの解析は不十分で、現地の降雨特性やどこに降る降雨がラハールを発生させているのか判明していない。そのため、ラハールの発生予測システムを構築するためにレーダー雨量のデータの活用方針が定まっていない。

そこで、本研究では、ラハールが発生した5日間の降雨データを用いて、現地の降雨特性を解析した後、流出解析を実施することにより、ラハール発生に寄与度の高い流域を解明する。

2. 研究対象地及び研究の概要

シナブン火山は、インドネシアのスマトラ島北部に位置する標高2460mの活火山である。近年では、2017年12月27日、2018年2月19日、4月6日、2019年6月9日に噴火している。木村（2018）は、

現地にカメラを設置し2017年7月から2018年の8月にラハールの観測を行い、カメラが正常に動作していた282日間に29回のラハールを観測した。

本研究では、2018年4月21日、5月6日、5月18日、5月19日、5月21日に発生したラハールを対象とした解析を行う。観測カメラの設置地点を基点とする流域を16の小流域に分割し、各小流域において降雨の時空間分布解析およびキネマティックウェーブ法を用いて流出解析を行い、ラハール発生に寄与度の高い流域を検討する（図1）。ラハールの発生時刻、ピーク時刻、ピーク流量は現地に設置したカメラの映像を用いて概略の値を求める。

3. 結果及び考察

3.1 降雨の空間分布

降雨の時空間分布を解析した結果、山の斜面に位置する流域1～5と上流に位置し山頂から離れた流域6～16で大きく降雨特性が異なっていた。そこで、以後、流域1～5をまとめて領域A、流域6～16をまとめて領域Bと称し、それぞれの領域別に解析結果を説明する。

解析対象とした5日間では、領域Aにおいては、ラハール発生前に強い降雨強度の雨が観測されることは少なかった。一方、領域Bにおいてはラハール発生前に強い降雨強度の雨が観測された。5月19日のラハールを引き起こした降雨イベントの積算雨量を見ると領域Bに含まれる流域で領域Aと比べ多量の雨が降ったことが分かる（図2）。他の4日間においても類似した結果が得られていた。

3.2 流出解析

流出解析では、カメラを設置した流域下流端でのハイドログラフを算出した。降雨解析の結果から領域Aに降る降雨は、ラハール発生に影響が少ないことが予測される。そこで、流出解析を行う際には全流

域のハイドログラフと領域 B に降った降雨のみを与えて算出したハイドログラフを比較し、領域 A に降った降雨が、流域の出口のハイドログラフに及ぼす影響を検討した。流量が $100 \text{ m}^3/\text{s}$ を超える大規模なラハールが発生した 5 月 6 日は、領域 B からの流出のみでおおよそその規模、発生・ピーク時間を再現することができた。領域 A の降雨を加えて算出した場合でも、ピーク流量やピークの発生時刻にほとんど変化は見られなかった（図 3）。4 月 21 日、5 月 19 日、5 月 21 日においても類似した結果が得られた。一方、流量が $18 \text{ m}^3/\text{s}$ と河川が濁る程度の流量だった 5 月 18 日は領域 B のみの結果と領域 A を追加した結果とハイドログラフの波形の差異が大きかった。これは、ラハールの流量が少なかったため領域 A からの流出がハイドログラフに与える影響が大きくなったためと推測される。

4. おわりに

本研究では、レーダー雨量計により得られるデータを用いてラハール発生に寄与度が高い流域の検討を行ってきた。対象とした 5 日間のラハールは、山の斜面に降雨が集中しており、流出解析の結果からも、火砕物が堆積し透水性が低くなった斜面に降った雨が原因でラハールが発生したと考えられる。このことは、ラハールの発生予測をおこなう上で、火砕物が堆積し透水性が低下した場所を特定することが重要であることを示唆している。しかし、今回は解析した降雨データ数がラハールの発生時の 5 日間のものに限定されている。これ以外の日データを解析し、今回得られた解析結果と調和しているかどうかを確認する必要がある。

5. 参考文献

- ・木村(2018)：インドネシア・シナブン火山におけるラハール発生時の降雨，2019 年度砂防学会研究発表会概要集，p.65-66
- ・田村ら（2010）：火山噴火後に土石流が発生した事例，土木技術資料 52-3，p.34-39

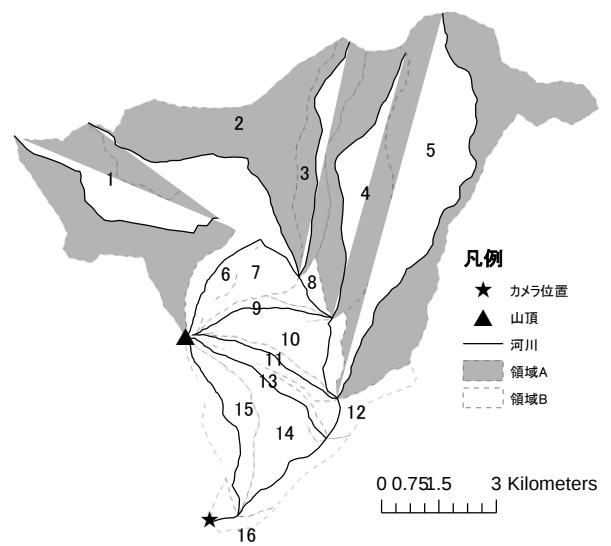


図 1 16 分割した流域

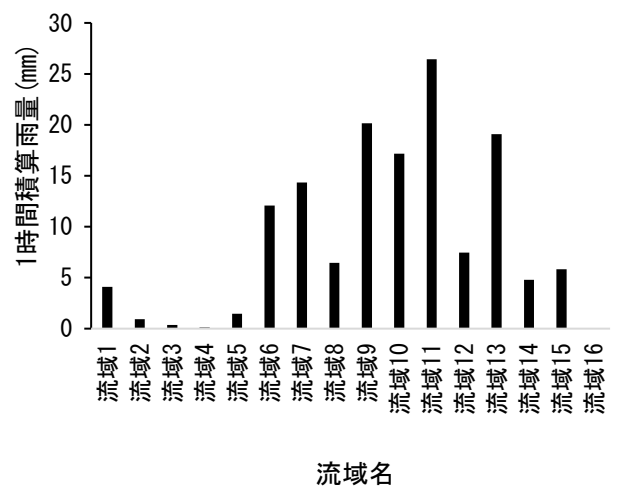


図 2 5/19 の 15 時～16 時の 1 時間積算雨量

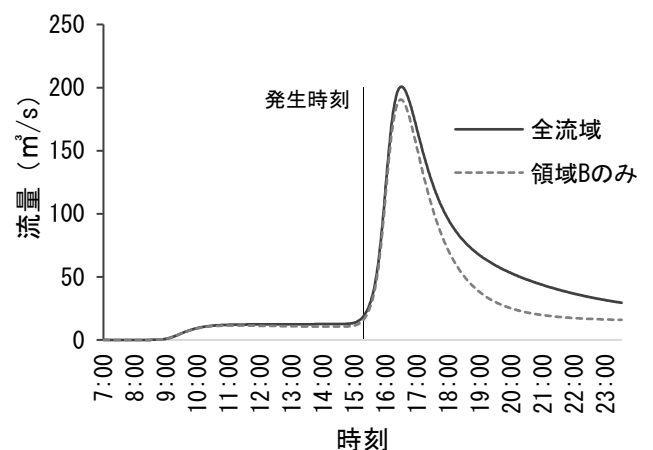


図 3 5/6 のハイドログラフ