

桜島有村川上流域における元地形とガリーの形成・発達の関係

国立研究開発法人土木研究所 ○佐野泰志^{※1}，今森直紀，清水武志

(※1：現 日本工営株式会社)

1 はじめに

噴火活動に伴い、火砕物が地表面に堆積した山腹斜面では、噴火直後から数年間は、ガリーの形成・発達が活発であり、そのガリーが斜面内あるいは流域内における主な土砂生産源の一つとされている。ガリーが形成されやすい地形条件としては、噴火前の元地形が谷地形を呈することなどが報告されている。しかし、1回あるいは短期間の大規模噴火後を対象とした調査事例は多いが、噴火活動が長期間活発で、継続的に火砕物が供給された期間や範囲における実態は不明な点が多い。

本研究では、噴火に伴い継続的に火砕物が供給された火山である桜島の山腹斜面を対象に、複数時期の連続した航空レーザ測量データ（以下、LiDAR データと呼ぶ）を用いて、ガリーの形成・発達範囲とその範囲の地形的特徴を調査した。

2 研究対象

研究対象は、桜島南岳の南東側斜面に位置する桜島有村川3号堰堤より上流域（以下、有村川上流域と呼ぶ）の昭和火口が斜面源頭部に位置する山腹斜面（図1中の実線）に形成・発達したガリーとした。研究対象であるガリーが分布した昭和火口周辺の斜面には、噴火に伴い供給された火砕物が厚く堆積し、火口縁から概ね同心円的に等高線が配置される緩傾斜斜面である「火砕丘」が形成されている^{2) 3)}。この火砕丘は、昭和火口の噴火活動が再開した2006年6月以降に形成された²⁾。

本研究では、噴火前（2006年）から存在していた地盤を「地山」と呼ぶ。また、山腹斜面内で「火砕丘」に該

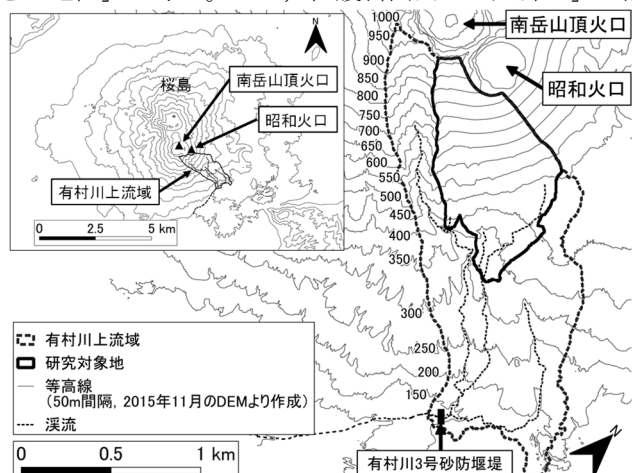


図1 研究対象地の位置図

当しない斜面は、「非火砕丘斜面」と呼ぶこととする。

3 研究方法

3.1 使用した DEM データ

本研究では、噴火活動中の2006年11月、2010年10月から2018年10月の計10時期の有村川上流域全域のLiDARデータ（国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 計測）から作成した数値標高モデル（以下、DEMと呼ぶ）を使用した。LiDARデータ取得間隔は約1年である。各年のLiDARデータの計測誤差は、2006年のデータが水平誤差・垂直誤差ともに最大±0.4m、2010年から2016年のデータは水平誤差±0.30m以内、垂直誤差±0.15m以内、2017年と2018年のデータは平均±0.25m未満である。DEMのメッシュサイズは1.0m×1.0mである。LiDARデータは、2006年11月から取得され始めているため、本研究では2006年11月のDEMの地形を研究対象地の地山とみなして、分析に用いた。データ解析はQGIS Desktop 3.10.11 with GRASS 7.8.4で行った。

3.2 本研究で対象とするガリーの定義と抽出方法

本研究では、谷の深さが0.15m以上かつ谷幅が1.0m～10mの谷地形をガリーと定義した。この谷の深さの下限值（0.15m）はLiDARデータの垂直誤差、谷幅の下限值は、DEMの最小メッシュサイズに基づきそれぞれ設定した。ガリーの形成・発達は、時系列的に連続する2時期のDEMの地形変化から判断した。

対象とするガリーは、以下の方法で抽出した。まず、上記の定義に従い、「Black top hat 変換」を用いてガリーを抽出した。「Black top hat 変換」は、画像内の周囲より暗い画素（谷地形）を抽出するモルフォロジー演算の一つであり⁴⁾、谷幅と谷の深さを指定することで、その任意の規模の谷地形を抽出することが可能な手法である。QGISの「SAGA」に実装された「Valley and ridge detection(top hat approach)」を利用し、出力された谷地形の範囲をポリゴンデータ化した。なお、上記の方法で抽出した谷地形には孤立した窪地や河道網が縦断しない谷地形も含まれてしまう。そのため、最後に、各年のDEMから作成した河道網と傾斜量図を、ポリゴン化した谷地形を重ね合わせ、河道網が縦断する連続した谷地形のみをガリーとし抽出した。

抽出したガリーに対し、複数の横断測線を設定し、ガリーの形成・発達が進んだ断面の元地形の横断形状や火砕物の堆積状況を分析した。

4 結果

4.1 ガリーの形成・発達範囲の時系列変化

ガリーの形成・発達範囲は、2010 年から 2013 年までは減少傾向にあったが、2014 年以降は増加傾向であった。2015 年から 2016 年と、2017 年から 2018 年の新規ガリーの形成・発達範囲の分布を図 2 に示す。2014 年以降は、上流の非火砕丘斜面と火砕丘で、ガリーの形成・発達が顕著に進むが、これらの領域における新規ガリーが形成され始める時期は異なっていた。2014 年から 2017 年にかけて、火砕丘と非火砕丘斜面の境界付近（以下、火砕丘の末端部と呼ぶ）や火砕丘の南側の非火砕丘斜面における新規ガリーの形成・発達が先に進行した。その後、2017 年から 2018 年にかけて昭和火口周辺に広がる火砕丘で新規ガリーの形成・発達が急激に進んだ。

4.2 ガリーの形成・発達の地形条件

図 2 に示した、2014 年以降に新規ガリーの形成・発達が急速に進んだ火砕丘の末端部 (A-A' 断面) と火砕丘 (B-B' 断面) における 2014 年以降の地形の時系列変化を図 3 に示す。

火砕丘の末端部（図 3(a)）では、2015 年から 2016 年にかけて新規ガリーの形成・発達が進むが（図 3(a)中の黒矢印）、その箇所は 2015 年時点の地表面の地形が谷地形で、地山と火砕堆積物との境界部に位置していた。

一方、火砕丘（図 3(b)）は、2006 年以降の火砕物が厚く堆積していた。火砕丘における新規ガリーの形成箇所（図 3(c)中の黒矢印）は、2017 年時点の地表面の地形の起伏が極めて小さく、新旧火砕堆積物の境界付近ではない箇所でも多く見られた。

5 まとめ

噴火活動期間中の桜島有村川上流域では、火砕丘に比べて、非火砕丘斜面では、先に新規ガリーの形成・発達が進んでいた。火砕丘は元地形の起伏も小さいため、降雨時に流水が集中しにくい地形条件にあったと考えられる。一方、火砕丘の末端部など地山との境界付近に位置する範囲では、火砕堆積物層が薄く、元地形に沿った谷地形を呈し、降雨時に流水が集まりやすい地形条件を呈していたと考えられる。そのため、火砕丘に比べて、火砕丘の末端部や地山との境界付近に位置する非火砕丘斜面で、先に新規ガリーの形成・発達が進んでいたと考えられる。

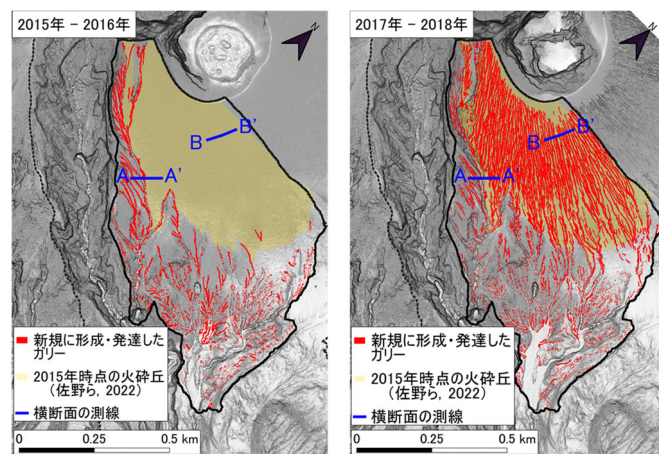


図 2 ガリーの形成・発達範囲

(左図：2015 年-2016 年，右図：2017 年-2018 年)

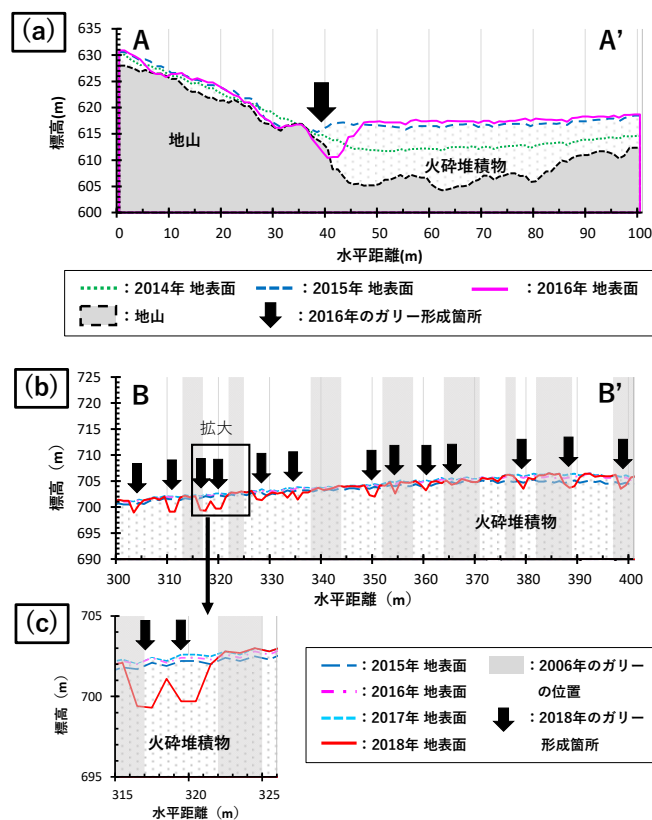


図 3 ガリーの形成・発達箇所の横断面

((a)：横断面 A-A'，(b)：横断面 B-B'，(c)：横断面 B-B'の拡大図)

【謝辞】本研究で使用した LiDAR データ等は、国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所より提供いただいた。記して御礼を申し上げます。

【参考文献】1) 山越ら(2003): 砂防学会誌, Vol.55, No.5, p.40-48, 2) 小林ら(2013): 独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター, 1-8, 3) 佐野ら(2022): 令和 4 年度砂防学会研究発表会概要集, p.361-362, 4) Rodriguez et al.(2002): Geophysical Research Letters, Vol.29, Issue 6, p9-1 -9-4