

## 2015年～2016年の航空レーザ測量データによる桜島有村川上流域における土砂生産域の地形及び侵食過程の特徴

国立研究開発法人土木研究所 ○佐野泰志、石井靖雄、清水武志

### 1 はじめに

土石流氾濫解析では、計算上の土砂供給条件が計算結果に大きく影響するため<sup>1)</sup>、計算対象流域の土砂生産状況に即した土砂供給条件を設定する必要がある。活火山地域の流域では、噴火後の時間経過に伴い、流域内の侵食過程が変化し、土砂生産域も変化する<sup>2)</sup>。よって、流域内の侵食範囲の位置のほかに、そこでの侵食過程も把握し、土砂生産の実態を調べる必要がある。しかし、上記の観点に基づき、時系列の航空レーザ測量データ（以降、LPデータ）を用いて、流域内の土砂生産を定量的に推定した事例は少ない。

そこで、本研究では、流域内の地形を成因と形態的特徴に基づく地形種<sup>3)</sup>により分類し、解析対象とする侵食範囲の地形種と2015年11月から2016年10月の約1年間の地形変化に伴う侵食過程を調べた。それにより、流域内の土砂生産が生じやすい地形種と侵食過程を推定した。

### 2 研究対象

研究対象流域は、桜島有村川3号堰堤より上流の有村川上流域を、GISを用いて8つの小流域に区分したうち、図1に示す3つの小流域（以降、それぞれ小流域1、小流域2、小流域6という）とした。各小流域は南岳南麓斜面に位置し、流域面積は小流域1が0.24 km<sup>2</sup>、小流域2が0.14 km<sup>2</sup>、小流域6が0.21 km<sup>2</sup>である。2015年時点の小流域1は放射谷が発達し、流域全体が侵食傾向にある流域であっ

た。小流域2は流域上流部に火砕物が堆積していると推定される傾斜30～35°の斜面が広がり、放射谷も小流域1に比べ未発達で、主に流域右岸側斜面にガリーが分布していた。小流域6は小流域1、2の下流に位置し、小流域1から連続する放射谷が小流域6末端部まで縦断している。その平均河床勾配は9°であった。

### 3 研究方法

#### 3.1 使用したLPデータ

本研究では、九州地方整備局大隅河川国道事務所にて2015年11月5日と2016年10月20日に取得されたLPデータを使用した。計測精度は水平誤差±0.30 m以内、垂直誤差±0.15 m以内、メッシュサイズは1.0 m×1.0 mである。

#### 3.2 データ解析方法

まず、2015年のDEMデータから作成した等高線図（縮尺：1/25,000）、傾斜量図を用いて、各小流域の遷急線・遷緩線を判読した。そして、傾斜変換線である遷急線・遷緩線の配置及びオルソ画像のガリー・谷などの地表面の状態を判読し、各小流域を「頂部斜面」、「上部谷壁斜面」、「下部谷壁斜面」、「急崖」、「ガリー」、「崖錐」、「段丘」、「放射谷」の8つの地形種に分類した。

次に、GISによる2時期のLPデータの差分処理の結果、各小流域内で標高が低下した範囲を侵食範囲とした。そのうち、侵食深1.0 m以上かつ面積10 m<sup>2</sup>以上の侵食範囲とそれに地形的に連続する侵食深1.0 m未満の侵食範囲を解析対象とした。そして、解析対象の侵食範囲に縦横断側線を設定し、縦横断図より各侵食範囲の地形変化を確認して、侵食過程（標高の低下を伴う地形過程）を推定した。以上より、侵食範囲における2015年時の地形種とその侵食範囲における侵食過程を組み合わせ、侵食形態に整理した。そして、各小流域内の総侵食土砂量に占める侵食形態別の侵食土砂量の割合を算出し、各小流域で土砂生産に寄与する主な侵食形態を調べた。さらに、隣接した小流域1、2の侵食土砂量の割合が多かった侵食形態の違いを2015年の流域斜面の傾斜分布に着目し考察した。

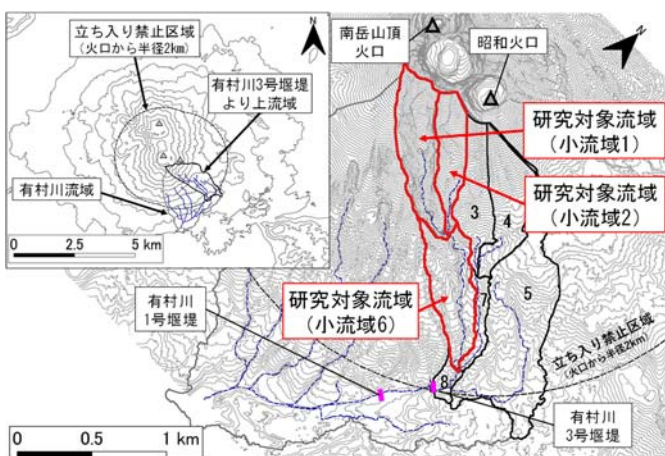


図1 研究対象流域の位置図

4 結果

4.1 侵食範囲で推定された侵食過程

侵食範囲で縦横断面図により推定した侵食過程は、小流域によらず、「斜面崩壊」、「谷頭侵食」、「側方・下方侵食」であった。ここで、「斜面崩壊」は急崖の後退や谷壁斜面の侵食を指す。「谷頭侵食」は2015年時点のガリー谷頭部に位置する谷壁斜面において、2016年にかけてガリーの上部への発達により生じた侵食を指す。「側方・下方侵食」はガリーや放射谷の谷幅の拡幅や谷底の低下を指す。侵食範囲の地形種とそこで推定された侵食過程から、侵食形態を11タイプに整理した(表1)。

4.2 各小流域の侵食範囲の侵食土砂量の割合

解析対象の侵食範囲は、小流域1では流域に広く分布していたが、小流域2では流域右岸側斜面に、小流域6では主に放射谷に集中していた。

LP 差分期間中の各小流域全域の侵食土砂量に占める侵食範囲の侵食土砂量の割合を図2に示す。小流域1では、ガリーの側方・下方侵食(G-lde)、急崖または下部谷壁斜面の斜面崩壊(C-sf, Ls-sf)による侵食土砂量の割合がそれぞれ20.7%, 17.3%, 17.1%と高かった。小流域2では、ガリーの側方・下方侵食(G-lde)と下部谷壁斜面の谷頭侵食(Ls-vhe)による侵食土砂量の割合がそれぞれ45.4%, 35.8%と高かった。小流域6では、段丘または放射谷の側方・下方侵食(T-lde, RV-lde)による侵食土砂量の割合がそれぞれ20.6%, 10.5%であった。

5 考察

図2より、2015年11月から2016年10月では、小流域1の主な土砂生産域は下部谷壁斜面、急崖、ガリーであり、主な土砂生産域での侵食過程は斜面崩壊、側方・下方侵食と推定された。一方、小流域2の主な土砂生産域は下部谷壁斜面、ガリーであり、主な土砂生産域での侵食過程は谷壁斜面、ガリーであり、主な土砂生産域での侵食過程は谷

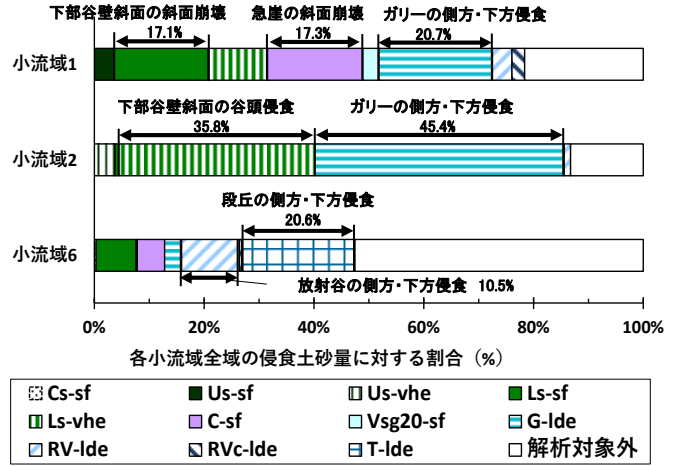


図2 各小流域全域の総侵食土砂量に対する侵食範囲の侵食形態別の侵食土砂量の割合

頭侵食、側方・下方侵食と推定された。小流域6の主な土砂生産域は放射谷、段丘であり、主な土砂生産域での侵食過程は側方・下方侵食と推定された。なお、小流域6は解析対象外となる侵食範囲の侵食土砂量の割合が52.6%を占めており、3つの小流域の中では、侵食深1.0m以上かつ面積10m<sup>2</sup>以上の侵食範囲が最も少ない流域であった。

隣接する小流域1, 2の主な侵食形態の違いを、各流域の斜面傾斜の分布から考察する。流域1は流域斜面の約85%が傾斜35°以上であり、傾斜35°以上の急斜面が卓越していたため、急崖や下部谷壁斜面の斜面崩壊による侵食土砂量が卓越したと考えられる。小流域2は、流域斜面の約60%が傾斜35°未満であり、小流域1に比べ緩斜面が広がっていたため、火砕物が堆積し、火砕物被覆斜面のガリーの側方・下方侵食や下部谷壁斜面の谷頭侵食による侵食土砂量が卓越したと考えられる。

6 まとめ

本研究では、侵食範囲の地形種とその侵食過程に着目し、侵食範囲の侵食土砂量の割合に基づき、2015年11月から2016年10月の約1年間の有村川上流域内の土砂生産が生じやすい地形種と侵食過程を推定した。

今後は、本研究対象期間以外の期間における土砂生産域を推定し、その時系列変化を把握する予定である。

7 参考文献

- 1) 山崎祐介ら(2014), 砂防学会誌, Vol.67, No.4, p13-17
- 2) 安養寺信夫(2004), 北海道大学 演習林研究報告 61 (1), P11-71
- 3) 鈴木隆介(1997), 建設技術者のための地形図読図入門 第1巻 読図の基礎, 古今書院, ISBN4-7722-5006-9 C3351

表1 本研究で整理した侵食形態

地形種	地形過程	記号	凡例
頂部斜面 (Crest slope)	斜面崩壊 (Slope failure)	Cs-sf	[Symbol]
上部谷壁斜面 (Upper sideslope)	谷頭侵食 (Valley head erosion)	Us-vhe	[Symbol]
	斜面崩壊 (Slope failure)	Us-sf	[Symbol]
下部谷壁斜面 (Lower sideslope)	谷頭侵食 (Valley head erosion)	Ls-vhe	[Symbol]
	斜面崩壊 (Slope failure)	Ls-sf	[Symbol]
急崖 (Cliff)	斜面崩壊 (Slope failure)	C-sf	[Symbol]
(深さ20m以上のガリーに沿う) 谷壁斜面 (Valley-side slope along a gully more than 20m deep)	斜面崩壊 (Slope failure)	Vsg20-sf	[Symbol]
ガリー (Gully)	側方・下方侵食 (lateral erosion and downward erosion)	G-lde	[Symbol]
段丘 (Terrace)	側方・下方侵食 (lateral erosion and downward erosion)	T-lde	[Symbol]
放射谷 (Radial Valley) 放射谷 (支ガリーとの合流点) (Confluence of the Radial Valley and tributary Gully)	側方・下方侵食 (lateral erosion and downward erosion)	RV-lde	[Symbol]
		RVc-lde	[Symbol]