

## 火山噴出物の特性および降雨特性に着目した土石流発生形態に関する一考察

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○藤沢 康弘、厚井 高志、安養寺 信夫  
 国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 山本 陽子、山田 将喜\*、堤 宏徳  
 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 大城 久尚、村松 悦由\*\*、城ヶ崎 正人  
 \*現 九州地方整備局 情報通信技術課、\*\*現 関東地方整備局 品木ダム水質管理所

### 1. はじめに

降灰後に発生する土石流は、直接的な誘因となる雨量だけではなく、噴火規模(堆積量)や火山噴出物の特性(層厚、粒径、孔隙・空隙、固化成分)などさまざまな要因が複雑に関与していることが指摘されている(厚井ら、2013など)。新燃岳 2011 年噴火では軽石主体の噴出物が多く堆積したが、その後の降雨でも土石流は頻発せず、比較的規模の大きい降雨イベント時に単発的に土砂移動が発生している。一方、細粒火山灰が堆積した三宅島 2000 年噴火時には規模の小さな降雨で土石流が発生している。このように火山噴出物の特性に応じて土石流を引き起こす降雨規模は異なると考えられるが、火山灰特性に着目して統一的に降雨特性を整理した事例は少ない。

本発表では、我が国で近年発生した噴火事例を対象に、火山噴出物の特徴の違いによる土石流発生の降雨特性(時間雨量、連続雨量)を把握し、さらに土石流発生に関与する雨量の特徴を踏まえて、火山噴出物の特性に応じた土石流発生のメカニズムを考察した。

### 2. 着目した噴火事例および火山噴出物の特性

対象とした噴火事例は、近年国内で噴火後に土石流(土砂流も含む)が発生した主な 9 事例のうち、降灰直後(噴火後概ね 1 ヶ月以内)に土石流が発生していない事例、および火砕流により溪流沿い火山灰等が厚く堆積した事例を除き、降下火山灰に起因する土石流が発生した 3 事例(有珠山 1977 年噴火、雲仙普賢岳 1991 年噴火(火砕流発生以前)、三宅島 2000 年噴火)とした。これらの噴火による噴出物について、粒径および孔隙・空隙に影響し、現地で比較的容易に区分できる指標として、軽石を主体とする堆積物か、火山灰を主体とするかに着目して区分した。なお、軽石が堆積した噴火事例が少ないため、新燃岳 2011 年を参考事例として取り扱った。

#### (1) 有珠山 1977 年噴火(軽石を主体とする堆積物)

1977 年 8 月 7 日に山頂火口原からプリニー式の大規模な軽石噴火が発生し、中～大規模な軽石噴火が 14 日まで繰返し、軽石および火山灰が山頂に約 1m、山麓に 30～100cm と厚く堆積した。そして 8 月 16 日の降雨(土石流発生直前雨量 11mm/hr)で降灰後に初めて土石流が発生した。

#### (2) 雲仙普賢岳 1991 年噴火(細粒火山灰を主体とする堆積物)

1990 年 11 月 17 日に噴火が発生し、2 月 12 日の噴火では山頂付近で約 30cm の火山灰が堆積している。これ以降は断続的に噴煙を上げて 4 月 9 日に地獄跡火口から水蒸気爆発が発生した後噴火が活発化し、5 月 24 日に初めての火砕流が発生した。火砕流発生前の 5 月 15 日の降雨(土石流発生直前雨量 14mm/hr)で降灰後に初めて土石流が発生した。

#### (3) 三宅島 2000 年噴火(細粒火山灰を主体とする堆積物)

2000 年 7 月 8 日に山頂でマグマ水蒸気噴火が発生し、15 日には山頂より大規模な降灰を伴う噴火が発生して、山頂付近では 1m 以上の火山灰が堆積している。そして 7 月 26 日の降雨(土石流発生直前雨量 12mm/hr)により火山灰が堆積している北東～東斜面で土石流が多発している。

### 3. 火山噴出物の特徴の違いによる土石流発生の降雨特性

火山灰等の特性(軽石主体の堆積物か否か)と、大雨時の土石流発生に関与していると考えられている時間雨量(短時間の降雨量)と連続雨量(長時間の降雨量)の関係に着目して整理した(表 1)。

軽石主体の堆積物か否かに着目した土石流発生直前の時間雨量と連続雨量の関係を図 1 に示す。軽石を主体とする堆積物であった有珠山 1977 年噴火、および参考として示した新燃岳 2011 年噴火の方が、それ以外の火山灰を主体とする堆積物の場合と比較して、データ数が少ないため明瞭に区分することは困難であるが、時間雨量、連続雨量共に大きくなる傾向が認められる。

### 4. 土石流発生形態に関する考察

時間雨量に着目すると、比較的小さい雨量強度で表面流が発生すると考えられる細粒火山灰が堆積した三宅島

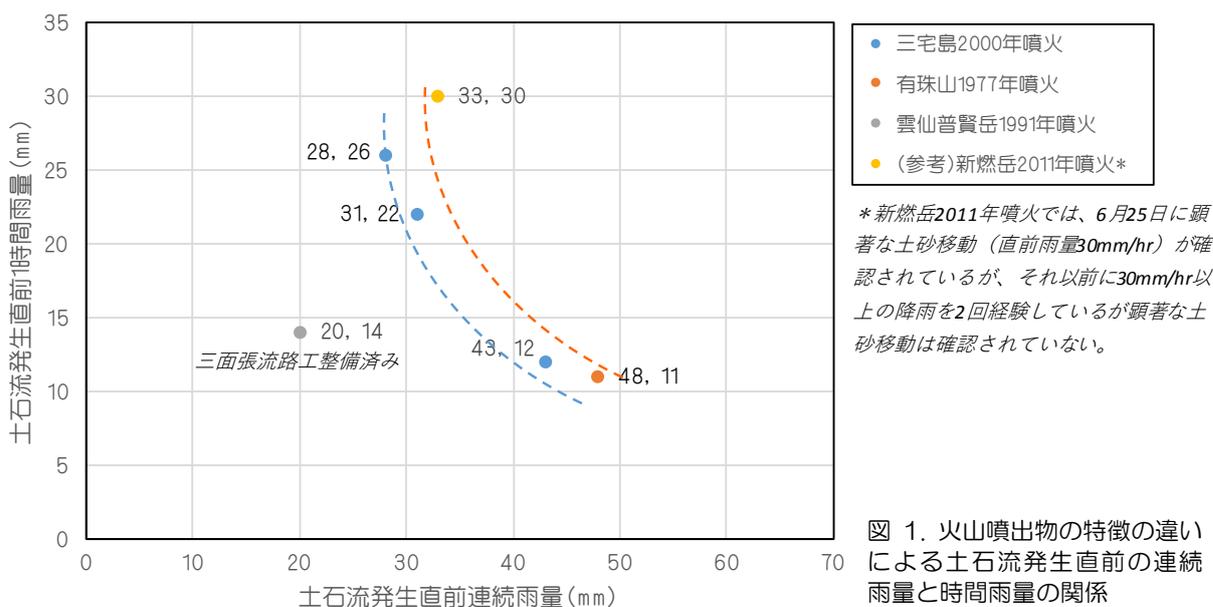
2000年噴火（土石流が発生した下限値 12mm/hr）より、表面流が発生しにくいと考えられる軽石主体の堆積物であった有珠山 1977年噴火の方が低い雨量強度（土石流が発生した下限値 11mm/hr）となっている。これは流域面積や地形、施設整備や土地利用状況などの地域特性の違いに加え、有珠山 1977年噴火では土石流が発生した溪流源頭部付近で 1 m 程度の軽石が厚く堆積していることも要因と考えられる。

また一方で連続雨量に着目すると、軽石主体の堆積物の方が土石流発生までの連続雨量が多くなっている。これは軽石主体の堆積物の方が、粒径が大きく粒子間の空隙が多く透水性が高くなるのに加え、粒子の孔隙に雨水を一時的に蓄えることにより、土石流発生までの連続雨量が多くなっていると考えられる。

以上の事から、土石流発生は火山噴出物の特性の違いにより、浸透能低下による表面流発生に起因する場合と、地下水の上昇による火山灰堆積層の移動に起因する場合などの発生形態が考えられる。

表 1. 降灰後初めて発生した土石流の発生直前雨量

	河道内流下 (被害なし)	被害あり	
		農地等被害または施設被害	建物被害
<b>有珠山 1977年噴火 (軽石主体)</b>	【8月16日22時 板谷川】 時間雨量 11 mm / 連続雨量 48 mm (観測所 西胆振消防本部)	【8月16日22時 入江川・床丹川】 時間雨量 11 mm / 連続雨量 48 mm (観測所 西胆振消防本部)	【8月16日22時 西山川】 時間雨量 11 mm / 連続雨量 48 mm (観測所 西胆振消防本部)
<b>雲仙普賢岳 1991年噴火 (細粒火山灰主体)</b>	【5月15日1時48分 水無川】 時間雨量 14 mm / 連続雨量 20 mm (観測所 雲仙岳測候所) 施設(三面張流路工)整備済み	—	—
<b>三宅島 2000年噴火 (細粒火山灰主体)</b>	【7月26日8時24分 釜の尻沢】 時間雨量 12 mm / 連続雨量 43 mm (観測所 三宅支庁)	—	【7月26日7時47分 三七沢】 時間雨量 26 mm / 連続雨量 28 mm 【7月26日8時1分 とんび沢】 時間雨量 22 mm / 連続雨量 31 mm (観測所 三宅村役場)



## 5. 今後の課題

平成 22 年の土砂災害防止法の改正により、河道閉塞や降灰等の堆積後の降雨に起因する土石流といった大規模な土砂災害については、国が緊急調査を行い、被害の想定される区域・時期の情報（土砂災害緊急情報）を市町村長に提供することとなり、降灰等の堆積後の降雨に起因する土石流については、被害が生じるおそれのある時期として、土石流の発生の恐れのある雨量基準を通知することとなっている。しかし近年の噴火実績がない火山も多く、その場合は他の火山におけるデータを参考に設定しているのが現状で、表面流発生や土砂濃度等の検討のための基礎データが充分でないため、多様な噴火様式に対応した雨量基準を具体的に設定することが難しい。

そのため、今後噴火が発生した場合は火山灰等の特性（密度や粒径、層厚、堆積構造等）に関するデータの蓄積に加え、近年噴火した火山の火山灰等の特性を調査する必要がある。

<引用文献>

厚井高志ら（2013）：降雨流出・土砂流出に影響する火山噴出物の特性—2011年新燃岳噴火の事例—，砂防学会誌，Vol.65, No.6, p. 37-45