

火山噴火後に土石流を引き起こす降雨量の変化に関する考察

一般財団法人 砂防・地すべり技術センター ○厚井高志・藤沢康弘・安養寺信夫
 国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 村松悦由*・大城久尚・城ヶ崎正人
 国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 山田将喜**・山本陽子・堤宏徳
 *現 関東地方整備局 品木ダム水質管理所 **現 九州地方整備局 情報通信技術課

1. はじめに

火山噴火により降灰があれば流域の水文環境が変化し、土石流が発生しやすくなることが知られているが、噴火後に土石流を引き起こす降雨量の変化については、噴火事例が少ないことに加え、土石流発生時刻や発生時雨量等のデータが統一的に整理されておらず十分に理解されていない。噴火後に土石流を引き起こす降雨量の変化を把握することは、降灰後の土石流に対する警戒避難を検討するうえで重要な検討課題といえる。

本研究では、わが国で近年発生した噴火事例について、噴火規模や土石流発生のタイミングを整理したうえで、噴火後に土石流を引き起こす雨量の特徴を時系列に把握することを目的とした。なお、本研究では、降灰後に発生する二次泥流、土砂流も含めて土石流と総称する。

2. 方法

近年わが国において噴火後に土石流が発生した9事例(7火山)を対象として、それらの状況を整理したうえで、噴火推移と降雨イベント時の土石流発生/非発生雨量の関係を時系列で比較した。土石流の発生状況は既往文献を参考に噴火後の土石流発生日時を整理し、土石流発生事例については土石流発生直前雨量、土石流非発生事例については日最大雨量を整理した。土石流発生時刻が不明なものは対象外とした。雨量は、対象溪流に最も近傍に位置する観測所の観測値をそのまま用い、噴火事例ごとに統一的に比較可能な1時間雨量(10分間雨量がある場合は60分間雨量)を雨量指標として用いた。なお、近年活発な噴火活動を継続している桜島については特定の噴火イベントと土石流発生との関連を判断することが難しいため調査対象としない。

3. 結果と考察

3.1 噴火後の土石流発生状況

対象とした噴火は近年噴火が発生した9事例のうち、噴火直後(噴火から概ね1か月以内)に降雨により土石流が発生したのは5事例あり、そのうち降灰により複数回の土石流が発生したのは、有珠山1977年噴火、雲仙普賢岳1990年噴火、三宅島2000年噴火の3事例、火砕流堆積物の影響を受けたものは口永良部島2013年噴火、御嶽山2014年噴火の2事例であった(表1)。残りの4事例(北海道駒ヶ岳1996年、1998年、2000年噴火、新燃岳2011年噴火)は複数回の降雨を経験し、噴火から概ね4か月以上経過してから土石流(顕著な土砂流出)が発生した。こうした噴火後の土石流発生状況の違いは、噴出規模や噴出物の性状等の違いが影響している可能性がある。

表1 対象7火山9噴火事例の噴火状況と噴火後の土石流発生状況

No.	火山	噴火発生日時 (★:主噴火、大規模噴火)	総噴出量※1 (見かけ km ³)	噴出量内訳※1 (見かけ km ³)			噴火様式	主な噴火現象	噴火後に初めて 土石流発生が 確認された年月日 <経過期間>	噴火後の 土石流※2 発生状況
				溶岩流 溶岩ドーム	降下火砕物	火砕流 火砕サージ				
1	有珠山	★1977年8月7日～14日	0.1	—	0.08 <	? (火砕サージ?)	マグマ噴火 マグマ水蒸気噴火 水蒸気噴火	降灰	1977/8/16 <概ね数日後>	土石流(頻発)
2	雲仙普賢岳	1990年11月17日 1991年2月12日 ★1991年4月9日	0.3	0.1	0.0009	0.2	マグマ噴火 マグマ水蒸気噴火 水蒸気噴火	降灰(4月9日以降活発化) 火砕流(5月24日以降頻発)	1991/5/15 <概ね1ヶ月後>	土石流(頻発)
3	北海道駒ヶ岳	1996年3月5日	0.0001	—	0.0001	—	水蒸気噴火	降灰	1996/7/1 <概ね4ヶ月後>	顕著な土砂流出
		1998年10月25日	0.00005	—	0.00005	—	水蒸気噴火	降灰	1999/7/1 <概ね8ヶ月後>	顕著な土砂流出
		2000年9月4日～11月8日	0.0001	—	0.0001	—	水蒸気噴火	降灰	2001/7/16 <概ね8ヶ月後>	顕著な土砂流出
4	三宅島	★2000年7月8日	0.016	—	0.013	0.003	水蒸気噴火 マグマ水蒸気噴火	降灰 火砕流(8月29日発生)	2000/7/26 <概ね2週間後>	土石流(頻発)
5	新燃岳	★2011年1月26日 (以降2011年3月1日まで 爆発的噴火13回)	0.025	—	0.025	—	マグマ水蒸気噴火 マグマ噴火	降灰	2011/6/25 <概ね5ヶ月後>	顕著な土砂流出
6	御嶽山	★2014年9月27日	0.0007～ 0.0013	—	総噴出量の10%以下が火砕流と 推定され、残りが降下火砕物 と考えられる		水蒸気噴火	降灰 火砕流(9月27日発生)	2014/10/5 <概ね1週間後>	土石流(1回発生)
7	口永良部島	★2015年5月29日	0.001	—	?	?	マグマ水蒸気噴火	降灰 火砕流(5月29日発生)	2015/6/3 <概ね数日後>	土石流(1回発生)

※1 総噴出量・噴出量内訳は、御嶽山以外については(国研)産業技術総合研究所ホームページ: <https://gbank.gsj.jp/volcano/cgi-bin/map.cgi>、御嶽山についてはMaeno *et al.* (2016)から引用

※2 「降灰後の土石流」に関する表現は文献等によって異なる。ここでは、文献等で主に「泥流」「土石流」と表現されている現象を「土石流」、主に「土砂移動」「土砂流出」と表現されている現象を「顕著な土砂流出」とした

3.2 噴火推移と土石流発生／非発生雨量との関係

噴火直後に土石流が頻発した有珠山 1977 年噴火、雲仙普賢岳 1990 年噴火、三宅島 2000 年噴火について、噴火と土石流発生／非発生雨量の時系列を整理した結果（図 1）、噴火後に初めて発生する土石流（以下、「初発土石流」と呼ぶ）は、時間雨量 11 mm（有珠山 1977 年噴火）を下限值として最大で時間雨量 26 mm（三宅島 2000 年噴火）までの範囲となった。噴火前または噴火初期は同程度の降雨があっても土石流は発生していないことから、噴火の継続に伴う火山灰の累加堆積が水文環境を変化させたことにより土石流が発生したと考えられ、従来の研究成果と整合的である。火山灰の堆積後、初発土石流はそれまでで最大の雨量で発生したが、その後は初発土石流発生以前には土石流が発生していない小さい雨量で土石流が発生していた。

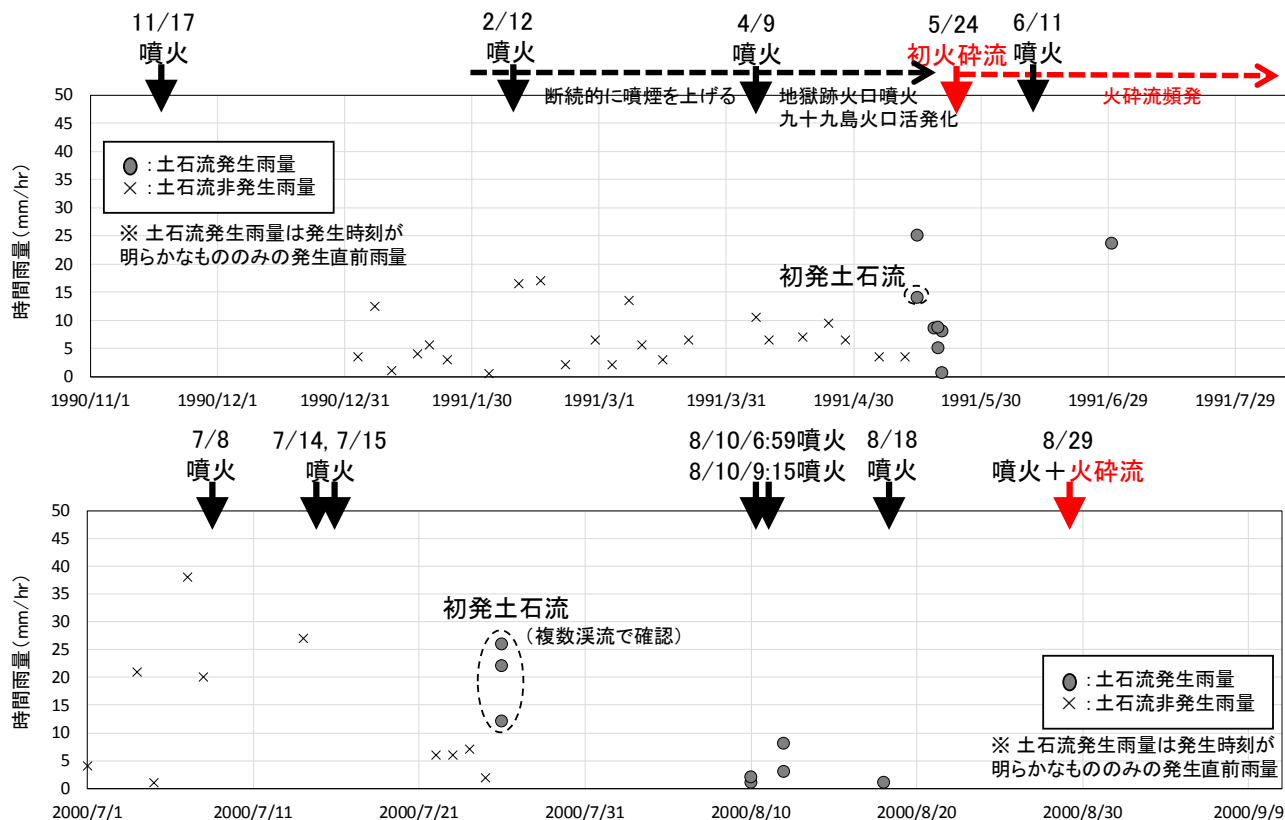


図 1 雲仙普賢岳 1990 年噴火（上）、三宅島 2000 年噴火（下）の推移と土石流発生／非発生雨量の時系列変化

3.3 噴火後に土石流を引き起こす降雨量の変化に関する考察

雲仙普賢岳噴火では 1991 年 5 月 15 日に土石流が初めて発生した後は小さな降雨でも土石流が発生しやすくなる傾向が報告されている（石川，1995）。本研究では、雲仙普賢岳に加えて、有珠山 1977 年噴火、三宅島 2000 年噴火でも同様の傾向が確認された。厚井ら（2018）は、新燃岳 2011 年噴火後の 9 月の大雨を契機として、中小規模出水時の流出土砂量が増加し、この理由として不安定土砂（火山灰）の斜面から河道への移動を指摘している。噴火後に土石流を引き起こす降雨量には、初発土石流発生の契機となる“きっかけ降雨”があり、こうしたきっかけ降雨により流域内の不安定土砂の状態や土石流発生条件が変化することが示唆される。

4. まとめ

近年発生した 9 噴火のうち、噴火直後に降灰により土石流が頻発したのは有珠山 1977 年噴火、雲仙普賢岳 1990 年噴火、三宅島 2000 年噴火の 3 事例であった。各噴火事例について噴火の推移、土石流発生／非発生雨量を整理した結果、初発土石流は時間雨量 11 mm～26 mm の範囲で発生していた。初発土石流の発生後はより小さな降雨量で土石流が発生しており、この理由として、火山灰の累加堆積に伴う水文環境の変化に加え、初発土石流を引き起こす降雨により不安定土砂の状態や土石流発生条件が変化するためと考えられた。

引用文献

- 石川芳治（1993）：雲仙岳噴火に伴う火砕流・土石流，社団法人土質工学会「雲仙岳の火山災害」，p. 59-76
厚井高志ら（2018）：2011 年新燃岳噴火による降灰があった山地森林流域からの土砂流出，砂防学会誌，Vol. 70，No. 6，p. 24-33
Maeno et al. (2016): Reconstruction of a phreatic eruption on 27 September 2014 at Onatake volcano, central Japan, based on proximal pyroclastic density current and fallout deposits, Earth, Planets and Space, 68