

火山灰堆積厚が土砂流出に与える影響に関する考察

(独) 土木研究所 田村圭司、山越隆雄、松岡 暁
日本工営 (株) 田方 智、一言正之

1. はじめに

火山噴火によって、火山灰や火砕流堆積物に覆われた山地斜面を流域とする溪流では、その後の降雨によって容易に土石流が発生するようになることが知られており^{たとえば 1)}、その傾向は火山灰等の堆積量が増大するとさらに顕著になると言われている。ここでは、過去の噴火事例で、火山灰を大量に噴出した噴火の後に、土石流が発生した事例のレビューを行い、降灰がその後の土石流等の土砂流出に与える影響について考察した。

2. 噴火後に土石流等の顕著な土砂流出が報告された事例

2. 1 桜島大正噴火²⁾、1955 年以降の噴火

桜島は、1914 年 1 月 12 日に大規模な噴火を起こした。総噴出物量 1.86km^3 (マグマ換算体積) である。この噴火により、主に東南東に火砕物が降下し、軽石や細粒の火山灰が堆積した。その大部分が軽石であった。この噴火によって火砕物が大量に堆積した肝属川では、上流部では土石流が発生し、下流部では洪水被害が発生した。

降下した火砕物の内、細粒の火山灰の粒径 (D_{50}) は火口からの距離によって異なるが、 $0.03\sim 0.08\text{mm}$ 程度であった。また、火山灰の透水係数の計測事例もあり、 $4.83\times 10^{-3}\text{cm/sec}$ であったことが報告されている。

土石流堆積物の痕跡調査によって求めた土石流発生溪流の位置と、火山灰・軽石堆積物の分布を比較すると、概ね堆積厚 30cm 以上の範囲において土石流が頻発している傾向が認められた。

桜島では 1955 年の南岳爆発以来、50 年以上にわたって、活動の時期的な消長はあるものの爆発を繰り返している。その結果、南岳を中心に山腹斜面には厚く火山灰が堆積し、周辺溪流では、土石流が頻繁に発生する状態が続いている。土石流の発生は年間 100 回を超えたこともある。桜島における土石流の発生頻度は、降灰量と関係があることはすでに指摘されており、降

灰量が増えると土石流の発生回数も増加する。他の事例と比較して噴火頻度、土石流発生頻度が桁違いに多いため、ここの噴火と土石流発生との因果関係はまだ明らかになっていないが、桜島の周縁部における年間降灰量が 20kg/m^2 (堆積厚換算で約 $1\sim 2\text{cm}$) を超えた年は、土石流の発生頻度が多いということが経験的に指摘されている。

2. 2 渡島駒ヶ岳 1996 年噴火³⁾

1996 年 3 月 5 日、北海道渡島駒ヶ岳は噴火し、主に南東方向に火山灰を降下させた。 1cm 以上の降灰のあった範囲における火山灰堆積量で $37,000\text{m}^3$ と推定されている。

噴火から 4 ヶ月が経過した同年 7 月～8 月にかけて、この地域に比較的強い降雨があり、南東山麓を集水域とする鹿部押出沢、留の沢等の溪流で土石流が発生した。

火口となった亀裂の近傍で採取された火山灰の粒径 (D_{50}) は、 0.25mm であり、二重管式浸透計 (内管の直径 29.8cm) による計測値として、火山灰堆積厚が数 cm 以上の斜面では約 10mm/hr という数値が得られている。

その他、噴火後の土砂移動現象が活発化する過程で、噴火口が埋積され、鹿部押出沢、留の沢等、その後土砂流出が活発化する溪流に、新たな集水域として接続する、という事象が発生している。

2. 3 三宅島 1983 年噴火⁴⁾、2000 年噴火⁵⁾

2000 年 7 月 8 日、三宅島の御山が山頂噴火した。その後、活発な噴火活動は 2 ヶ月程度継続し、その間に噴出された火山灰の総量は、 $3.3\times 10^7\text{m}^3$ と言われている。噴火開始から 2 週間程度が経過した 7 月 26 日の降雨により、それまでに降灰のあった北東部の溪流を中心に、土石流が発生した。その後、降灰範囲が全島一円に拡大すると、土石流の発生もほぼ全島で見られるようになった。この噴火で堆積した火山灰の粒径 (D_{50}) は約 0.1mm 程度であり、様々な既往調査事例において、 10^{-4}

表—1 過去に噴火後に土砂流出が多くなったことが報告された事例

	噴火年月 日	噴火形態	土砂流出が多くなる閾 値的な火山灰の厚さ	火山灰の粒径	土砂流出が発生 した溪流	備考
	1914.1.12	降灰・軽石 ／溶岩流	30 cm	シルト～砂・礫	肝属川流域の溪 流	軽石と細粒火山灰。軽石が主。
桜島	1955.10～	降灰	20kg/m ² 以上 (1～2cm以上)	シルト～砂	桜島島内の溪流	
渡島駒ヶ岳	1996.3.5	降灰	1 cm	砂	鹿部押出沢、留 の沢	火口が流域に接続
	2000.7～	降灰 溶岩流／	64～128 mm	シルト～砂	三宅島島内の溪 流	
三宅島	1983.10.3	降灰・軽石	－	砂～礫	－	山腹火口周辺に主に堆積

～10⁻⁵cm/sec の計測値が報告されている⁶⁾。

島内の溪流流域と火山灰等層厚線図を重ねると、128mm の等層厚線が交差する流域においてはほとんどで基準点まで土砂が流下した事例が確認された。

1983 年の噴火では、溶岩流の流出主体としていたが、島の南部の火口周辺には、スコリアを含む火山灰が降下した。しかし、その後、土石流等の発生は確認されなかった。それは、この噴火で噴出・堆積した火山灰等は、砂礫分 70%以上と粗粒であり、降雨に伴って表面流が発生するような低い浸透能を有していなかったためであると考えられる。また、山腹に火口が生じ、その周辺に堆積したことから、地形的にも土砂流出が比較的発生しにくい状況にあったことが考えられる。

まとめ

ここでまとめた事例は、本研究で収集している事例の一部である。表—1 として、ここで述べた事例について取りまとめた結果を示す。降灰と土砂流出発生との因果関係は確認できるが、火山灰が降れば必ず土砂流出に結びつくわけでもない。たとえば、1983 年の三宅島の噴火後には顕著な土砂流出は確認されなかった。

また、個々の噴火事例において、顕著な土砂流出が発生した溪流は、基本的に降灰量の多いエリアに分布することが指摘されている。個々の報告事例において、著者が、土砂流出が発生するようになる閾値としての降灰量について述べている。その結果を見ると、最低 1cm 以上で土砂流出が発生するようになることがわかる。ただし、そのような閾値の変動幅は 1～30cm と幅広く異なっている。これは、土砂流出は、供給される水量、地形、移動する土砂のレオロジー等、様々な要因が絡んで決まるためと考えられる。

寺本ほか⁶⁾、Ogawa et al⁷⁾は、人為的に桜島、雲仙普

賢岳の斜面に細粒火山灰を散布し、その後の水・土砂の流出応答の変化を検証している。いずれの場合も堆積厚数 mm 相当の降灰により、水および土砂の流出が急増することを示している。この理由として、侵食され易い土砂として火山灰自身が流出する一方で、火山灰が斜面の浸透能を低下させ、表面流出を増大させることが挙げられている。このように、火山灰により浸透能が低下し、表面流が発生することで発生する土砂流出は、ごくわずかな降灰によっても発生し得ると考えられる。

火山灰等を噴出させる噴火をして、その後、土石流等の土砂流出の発生があった事例は、他に数多くある。火山灰の物性、土砂流出状況が詳細に調べられている事例について、さらに幅広に情報収集し、火山横断的に比較検討結果した結果を今後発表して行きたい。

参考文献

- 1) たとえば、地頭菌ほか(1989)火山灰で覆われた桜島山腹斜面における表面流出、砂防学会誌（新砂防）、Vol.42、No.3、pp.18-23.
- 2) 下川ほか(1991)大正 3 年桜島大噴火が火山周辺域の侵食災害に及ぼした影響、自然災害西部地区部会報・論文集、12、pp.73-80
- 3) 清水(1998)1996 年北海道駒ヶ岳噴火後の侵食と土砂移動、火山防災学研究会報告書、pp.126-131
- 4) 池谷ほか(1985)昭和 58 年三宅島噴火後の土砂流出予測調査、砂防学会誌（新砂防）、Vol.36、No.4、pp.29-33
- 5) 平川ほか(2002)三宅島の噴火後の二次泥流発生条件、平成 14 年砂防学会研究発表会概要集、pp.16-17
- 6) 田方ほか：主要な火山における火山灰の透水性の実態とその決定要因の考察、土木技術資料、Vol.49、No.8、pp.58-63、2007
- 7) 寺本ほか：桜島の火山灰が雨水・土砂流出に及ぼす影響、平成 17 年度砂防学会研究発表会概要集、pp.322-323、2005